

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง ทรานสดิวเซอร์ทางอุณหภูมิ

COMPUTER ASSISTED INSTRUCTION ON TEMPERATURE
TRANSDUCERS

นางเยาว์ พิมพ์บูรณ์
NONGYAO PIMBOON

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีววะและเทคนิคศึกษา

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2545

ISBN 974-9546-31-8

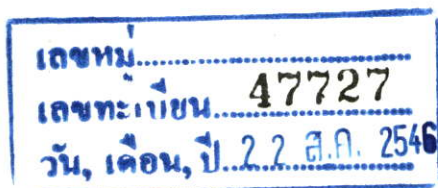
สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง ทรานสดิวเซอร์ทางอุณหภูมิ

COMPUTER ASSISTED INSTRUCTION ON TEMPERATURE
TRANSDUCERS

นงเยาว์ พิมพ์บูรณ์

NONGYAO PIMBOON



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2545

ISBN 974-9546-31-8

**COMPUTER ASSISTED INSTRUCTION ON TEMPERATURE
TRANSDUCERS**

NONGYAO PIMBOON

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

2002

ISBN 974-9546-31-8

COPYRIGHT 2002

SCHOOL OF GRADUATE STUDIES

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

หัวข้อวิทยานิพนธ์	บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ทรานสดิวเซอร์ทางอุณหภูมิ
นักศึกษา	นางเยาว์ พิมพ์บุรณ์
รหัสประจำตัว	41064574
ปริญญา	ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	เทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา
พ.ศ.	2545
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์	รองศาสตราจารย์ ดร.สุพิทย์ กาญจนพันธุ์
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม	ดร.สุรสิทธิ์ ราตรี ดร.ผดุงชัย ภูพัฒน์

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง ทรานสดิวเซอร์ทางอุณหภูมิ ในรายวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม 1 รหัสวิชา 3105-2004 ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง(ปวส.) พุทธศักราช 2540 และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักศึกษาที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับวิธีการเรียนแบบปกติ ประชากร เป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2544 ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรมสาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์วิทยาลัยเทคนิคมีนบุรี จำนวน 3 ห้องเรียน ห้องเรียนละ 40 คน รวมนักศึกษาทั้งสิ้น 120 คน

กลุ่มตัวอย่าง ได้มาจากการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) ด้วยวิธีการจับฉลากจากนักศึกษาในแต่ละห้องเรียนจำนวน 60 คน โดยแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มๆ ละ 20 คนให้กลุ่มแรกเป็นกลุ่มหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน กลุ่มที่สองเป็นกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน กลุ่มที่สามเป็นกลุ่มควบคุมที่เรียนแบบปกติ

ผลการวิจัยครั้งนี้ปรากฏว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 83.85/81.85 ซึ่งมีค่าสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 และจากการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสูงกว่านักศึกษาที่เรียนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

Thesis Title	Computer Assisted Instruction on Temperature Transducers
Student	Miss Nongyao Pimboon
Student ID.	41064574
Degree	Master of Industrial Education
Programme	Educational Technology in Vocational and Technical Education
Year	2002
Thesis Advisor	Associate Professor Dr.Supit Karnjanapun
Thesis Co-Advisor	Dr.Surasit Ratre Dr.Padungchai Phooput

ABSTRACT

The purposes of this research were to develop and validate the efficiency of a Computer Assisted Instruction on Temperature Transducer in Electronics Industrial 1 registered on the 3105-2004 for the year 1997 Vocational Certificate Diploma curriculum and compare the learning achievement between the CAI program and a traditional Teaching method.

The population were consist of one hundred and twenty students of the first year Certificate Diploma level in the second semester of the 2001 class Engineering Industrial branch Engineering Electronics of Minburi Technical College, Bangkok.

The samples were randomly selected by the from student each classroom of twenty students to separate into three groups. The first group studied to find the efficiency. The second group studied with the CAI program. The third group studied with a traditional classroom. Totally of sixty students.

The results of the research revealed that the Computer Assisted Instruction was 83.85/81.85 that was higher than the criterion-referenced standard set of 80/80. The result of the learning achievement between the CAI program was significantly higher than the traditional teaching.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี เพราะได้รับคำแนะนำและคำปรึกษาเกี่ยวกับขั้นตอนในการทำจาก รศ.ดร.สุพิทย์ กาญจนพันธุ์ อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ ดร.สุรสิทธิ์ ราตรี และ ดร.ผดุงชัย ภูพัฒน์ อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม ซึ่งได้เสียสละเวลาให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ต่อกระบวนการดำเนินการศึกษาค้นคว้างานวิจัยผู้วิจัยศึกษาซึ่งในความกรุณาและขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์อัจฉรา สืบสินธุ์สกุลไชย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ อรรถพร ฤทธิ์เกิด ดร. ฉันทนา โหมดมณี และ ดร.ศิริรัตน์ เพ็ชรแสงศรี คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ที่กรุณาตรวจสอบกระบวนการดำเนินงานวิจัยให้คำแนะนำเพื่อปรับปรุง แก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ จนวิทยานิพนธ์นี้สำเร็จอย่างสมบูรณ์

ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่าน ที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ตลอดจนให้ข้อคิดต่างๆ อันก่อให้เกิดประโยชน์ต่อการศึกษาค้นคว้า เพื่อเป็นแนวทางในการจัดทำวิทยานิพนธ์จนประสบความสำเร็จ

ขอกราบขอบพระคุณท่านผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่าน ที่ปรากฏชื่อในวิทยานิพนธ์นี้ ที่ชี้แนะสิ่งที่ต้องปรับปรุงแก้ไขให้สมบูรณ์เป็นประโยชน์ในด้านแนวคิดในการออกแบบและการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนรวมถึงความถูกต้องของเนื้อหาวิชา ที่ใช้ในการวิจัยให้มีคุณภาพสูงสุด

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคมีนบุรีที่อนุเคราะห์ในการทดลองใช้เครื่องมือในการวิจัยและเก็บรวบรวมข้อมูล

ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ผู้เป็นที่เคารพและรักยิ่ง รวมทั้งน้องสาวที่ได้ให้ความรัก ให้การสนับสนุนเป็นกำลังใจแก่ผู้วิจัยมาโดยตลอด

ขอขอบคุณเพื่อน ๆ (เทคโนฯ รุ่น 5) และบุคคลที่ผู้วิจัยไม่ได้กล่าวไว้ในที่นี้ ที่ให้การสนับสนุน ตลอดจนให้ความช่วยเหลือในด้านต่าง ๆ

คุณค่าและประโยชน์ใด ๆ ที่เป็นผลจากวิทยานิพนธ์นี้ ผู้วิจัยขอบแต่คุณพ่อคุณแม่และครู-อาจารย์ ทุกท่านด้วยความเคารพยิ่ง

นงเยาว์ พิมพ์บุรณ์

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	VI
สารบัญภาพ.....	VII
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	3
1.3 สมมติฐานการวิจัย.....	3
1.4 ขอบเขตของการวิจัย.....	4
1.5 ข้อตกลงเบื้องต้นของการวิจัย.....	5
1.6 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย.....	5
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	6
2.1 หลักสูตรวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม 1	6
2.2 คอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	10
2.3 หลักการออกแบบและการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	18
2.4 สรุปรงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	26
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	30
3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	30
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	30
3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	37
3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล.....	39
3.5 สถิติที่ใช้ในการวิจัย.....	39

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	45
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ.....	47
5.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	47
5.2 สมมติฐานการวิจัย.....	47
5.3 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	47
5.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	48
5.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	49
5.6 การวิเคราะห์ข้อมูล.....	49
5.7 สรุปผลการวิจัย.....	50
5.8 การอภิปรายผลการวิจัย.....	50
5.9 ข้อเสนอแนะ.....	52
บรรณานุกรม.....	54
ภาคผนวก.....	58
ก หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง.....	59
ข เนื้อหาทฤษฎี.....	71
ค รายนามผู้ทรงคุณวุฒิและแบบประเมินสื่อ.....	90
ง หนังสือราชการ.....	98
จ การวิเคราะห์ข้อมูล.....	103
ฉ ตัวอย่างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	118
ช แบบทดสอบหลังเรียนและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	125
ประวัติผู้เขียน.....	135

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 แสดงแผนการสอนรายวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม 1.....	8
3.1 เกณฑ์ความหมายแสดงของความคิดเห็น.....	36
4.1 แสดงผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	46
4.2 แสดงค่าสถิติการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม.....	46
ก1 แสดงแผนการสอนรายวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม 1(ภาคทฤษฎี).....	65
ก2 แสดงแผนการสอนรายวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม 1(ภาคปฏิบัติ).....	68
ข1 แสดงเนื้อหาตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม.....	73
ข2 แสดงชนิดของเทอร์โมคัปเปิ้ลที่ใช้งาน.....	86
ค1 แสดงค่าเฉลี่ยแบบประเมินสื่อด้านเนื้อหาและเทคนิคการผลิตสื่อ.....	96
ค2 แสดงค่าเฉลี่ยคะแนนแบบประเมินสื่อด้านเนื้อหา.....	96
ค3 แสดงค่าเฉลี่ยคะแนนแบบประเมินสื่อด้านเทคนิคการผลิตสื่อ.....	97
จ1 แสดงผลการวิเคราะห์ความยากง่าย(P)ของข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	104
จ2 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนก (r) ของข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	105
จ3 แสดงการวิเคราะห์วัดส่วนคะแนน เพื่อคำนวณหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ.....	106
จ4 แสดงค่าคะแนนเฉลี่ยและค่าคะแนนเฉลี่ยกำลังสองของการทำแบบทดสอบ.....	110
จ5 แสดงการเปรียบเทียบคะแนนจากการทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียนและหลังเรียน.....	113
จ6 แสดงคะแนนวัดแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม....	114
ช1 เปรียบเทียบแบบทดสอบหลังเรียนและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	134

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
3.1 แผนภาพแสดงลำดับขั้นการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	33
3.2 แผนภาพแสดงการสร้างแบบทดสอบ.....	35
3.3 แผนภาพแสดงวิธีดำเนินการทดลองบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	37
ข1 คุณลักษณะของความต้านทานอุณหภูมิ.....	77
ข2 คุณลักษณะของแรงดัน-กระแส.....	77
ข3 คุณลักษณะของกระแส-เวลา.....	78
ข4 การวัดอุณหภูมิโดยใช้เทอร์มิสเตอร์.....	79
ข5 การควบคุมอุณหภูมิโดยใช้เทอร์มิสเตอร์.....	80
ข6 การชดเชยผลของอุณหภูมิที่มีต่อทองแดงโดยใช้เทอร์มิสเตอร์.....	81
ข7 การวัดความเป็นสื่อ นำความร้อนโดยใช้เทอร์มิสเตอร์.....	81
ข8 แสดงรูปร่างของ RTD ทั้งสองแบบ.....	84
ข9 แสดงรูปร่างของบริดจ์แบบสามเส้นลวด.....	84
ข10 ค่าความต้านทานสัมพัทธ์(R_t/R_o)ต่ออุณหภูมิโลหะบริสุทธิ์.....	85
ข11 แสดงการใช้งานของเทอร์โมคัปเปิ้ล.....	86
ข12 แสดงรูปร่างของเทอร์โมคัปเปิ้ลแบบต่าง ๆ	87
ข13 แสดงเส้นโค้งการเปรียบเทียบสำหรับเทอร์โมคัปเปิ้ล.....	87

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

จากสภาวะปัจจุบันของประเทศไทย ได้มีการเปลี่ยนแปลงและพัฒนาทางด้านเศรษฐกิจ สังคมและการเมือง โดยรัฐบาลมุ่งเน้นที่จะพัฒนากำลังคนหรือทรัพยากรมนุษย์ โดยเน้นในเรื่อง การให้ความรู้และการศึกษาด้านเทคโนโลยีเป็นประการสำคัญ ทำให้หน่วยงานที่รับผิดชอบในการ ผลิตบุคลากรทางด้านวิชาชีพ เร่งผลิตกำลังคนให้มีคุณภาพและสอดคล้องกับความต้องการของ ตลาดแรงงาน

การจัดการศึกษายังไม่บรรลุผลที่คาดไว้ อันเนื่องมาจากการขาดแคลนสื่อการเรียนการสอน โดยเฉพาะกิจกรรมการเรียนการสอนด้านวิชาชีพ ในแผนปฏิบัติการศึกษาปัจจุบัน ต้องใช้นักเรียนเป็น ศูนย์กลางของกระบวนการเรียนการสอน โดยเน้นความรู้ทางอาชีพ ทักษะทางอาชีพ การจัดการ การแก้ปัญหา เสริมสร้างค่านิยมและเจตคติที่ดีต่ออาชีพ(ชาติรี จำปาศรี. 2540 : 1) โดยอาศัยเทคโนโลยี ใหม่ ๆ ที่เหมาะสมในแขนงต่าง ๆ เพื่อนำมาใช้ในการพัฒนาอาชีพและพัฒนาสถานศึกษา ปัญหา การจัดการเรียนการสอนในสาขาอาชีพพบว่า ผู้สอนส่วนใหญ่มักใช้วิธีการสอนแบบบรรยาย ผู้สอน บางส่วนยังขาดจิตสำนึกของความเป็นครูในบางเรื่อง เช่น เทคนิควิธีสอนคุณธรรม เทคนิคการวัดผล รวมถึงปัญหาเศรษฐกิจ และครูมีภาระสอนมาก มีเวลาให้คำแนะนำกับนักเรียนน้อย ทำให้ผู้เรียน บางส่วนขาดส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียน ขาดแรงจูงใจ และความตั้งใจในการเรียน พร้อมทั้งยัง ขาดสื่อการเรียนในภาคทฤษฎี และปฏิบัติที่เป็นปัจจัยสำคัญอีกทางหนึ่ง

คอมพิวเตอร์ได้เข้ามามีบทบาทในการเรียนการสอนมากขึ้น สามารถสร้างบทเรียนให้เป็น สภาพที่มีการเคลื่อนไหว และนำภาพวิดีโอเข้าไปประกอบเนื้อหาในบทเรียนได้ และยังมีข้อได้เปรียบอื่น ๆ อีก เช่น สามารถให้ผลป้อนกลับทั้งภาพและเสียงได้อย่างรวดเร็ว เป็นต้น

(อรพันธ์ ประสิทธิ์รัตน์. 2530 : 7) โดยครูผู้สอนจะทำหน้าที่สอนในห้องเรียน จะเป็นผู้คอยแนะนำ ให้กับผู้เรียนในการเรียนรู้ ตลอดจนแก้ปัญหาการเรียน การสอนแบบเอกัตบุคคล ปัจจุบันเป็นที่ ยอมรับว่าสื่อที่มีการออกแบบ และวางแผนอย่างมีระบบสามารถทำให้ผู้เรียนเกิดความรู้ด้านพุท พิสัย เช่นเดียวกับกับครูสอน การพัฒนาประสิทธิภาพการศึกษาที่เหมาะสมก็คือการพัฒนาประสิทธิภาพ การเรียนการสอน ซึ่งกระทำได้โดยการนำเอานวัตกรรมและเทคโนโลยีทางการศึกษามาใช้ในการ เรียนการสอน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นสามารถใช้เวลาในการ เรียนน้อยลงและผู้เรียนส่วนใหญ่พอใจ เป็นการสอนที่สามารถตอบสนองความมุ่งหมายและ สามารถเพิ่มเติมเนื้อหาในส่วนที่เกี่ยวข้อง และยังไม้ครบถ้วนสมบูรณ์ลงไปให้ครบถ้วนมากยิ่งขึ้น รวมทั้งรายละเอียดที่เป็นตัวอักษร ตัวเลข ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหวที่เหมือนจริงภาพที่มีสีสันซึ่งเป็น

การกระตุ้นและเพิ่มแรงจูงใจ ให้แก่ผู้เรียนได้เป็นอย่างดีทำให้ผู้เรียนสนุกกับการเรียน ไม่รู้สึกเบื่อหน่าย ผู้เรียนได้รับข้อมูลเนื้อหาทีละน้อยอย่างเป็นขั้นตอน ผู้เรียนแต่ละคนสามารถเรียนได้ตามลำพัง ถ้าใครทำความเข้าใจได้เร็วก็สามารถเรียนล่วงหน้าไปก่อนได้ สามารถนำบทเรียนมาใช้เพื่อเป็นแบบฝึกหัดหรือทบทวนหลาย ๆ ครั้ง เพื่อให้ผู้เรียนสามารถศึกษาด้วยตนเอง และก้าวไปตามความสามารถ ความสนใจ ความพร้อม วิธีการศึกษาดูด้วยตนเอง จึงเป็นวิธีสอนที่ดีวิธีหนึ่งและแล้วเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดนั้น ผู้เรียนควรได้รับเอกสารและวัสดุศึกษาต่าง ๆ ที่ศึกษาภายใต้เงื่อนไขที่เหมาะสม และอาจมีการควบคุมดูแลจากผู้สอนด้วย ดังนั้นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจึงนับเป็นสื่อที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ ได้อย่างรวดเร็วและเข้าใจเนื้อหาของบทเรียนได้มากยิ่งขึ้น

วิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม 1 (3105-2004) เป็นวิชาชีพเฉพาะวิชาหนึ่งซึ่งจัดให้มีการเรียนการสอนในหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2540 สาขาวิชาช่างอุตสาหกรรม ในสาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ โดยมีเป้าหมายให้ผู้เรียนมีทักษะพื้นฐานที่จำเป็นในการประกอบอาชีพ (กรมอาชีวศึกษา. 2540 : 1) โดยใช้เวลาเรียน 5 คาบต่อสัปดาห์แบ่งเป็นทฤษฎี 2 คาบ (100 นาที) ปฏิบัติ 3 คาบ (150 นาที) เรียน 16 สัปดาห์ และมีการสอบกลางภาคและปลายภาคเรียน 2 สัปดาห์ รวมเป็น 18 สัปดาห์ เนื้อหาวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรมจะแบ่งเป็น 5 หน่วยการเรียนในภาคทฤษฎีและแบ่งเป็น 4 หน่วยการเรียนในภาคปฏิบัติซึ่งในแต่ละหน่วยก็จะแยกเป็นเนื้อหาย่อย ๆ อีกในการสอนภาคทฤษฎีจะใช้การสอนแบบบรรยายโดยใช้สื่อการสอนทั่วไป โดยทั่วไปใช้ครูผู้สอน 1 คนต่อนักเรียนจำนวน 1 ห้องเรียนซึ่งมีจำนวนประมาณ 40 ถึง 45 คน ชื่อหน่วย ทรานสดิวเซอร์ (Transducers) จัดเป็นเนื้อหา ในหน่วยที่ 4 ของ วิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม 1 โดยเนื้อหาในหน่วยนี้ใช้เวลาเรียนจำนวน 10 คาบ และแบ่งเป็นประเภทเรื่องย่อย ๆ ได้อีก 8 เรื่อง โดยผู้วิจัยได้เลือกเรื่องย่อยที่ใช้ในการวิจัยจำนวน 2 เรื่องคือ 2.1 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับ ทรานสดิวเซอร์ 2.2 ทรานสดิวเซอร์ทางอุณหภูมิ ซึ่งใช้เวลาเรียน 1 สัปดาห์ ทฤษฎี 2 คาบ ทั้งนี้โดยรวมแล้วทรานสดิวเซอร์ เป็นอุปกรณ์ที่สำคัญที่ใช้กันมากในวงจรต่าง ๆ ในงานทางด้านอุตสาหกรรมหากนักเรียนไม่มีความเข้าใจและรู้เรื่องลักษณะการทำงานเกี่ยวกับอุปกรณ์นี้แล้ว ก็ไม่สามารถตรวจสอบความถูกต้องของวงจรที่มีอุปกรณ์เหล่านี้ได้อยู่ได้ เมื่อชิ้นงานหรือวงจรเกิดการชำรุดเสียหายขึ้น ฉะนั้นนักศึกษาจะต้องมีความรู้และทักษะเกี่ยวกับทรานสดิวเซอร์ทางอุณหภูมิ และในการศึกษาเนื้อหาในรายวิชานี้จะต้องใช้อุปกรณ์ประกอบการเรียนในภาคปฏิบัติ แต่เนื่องจากอุปกรณ์บางตัวที่เกี่ยวข้องกับรายวิชานี้ที่ใช้ในการเรียนการสอนมีจำนวนน้อยราคาสูงและเกิดการเสียหายชำรุดได้ง่ายอีกทั้งในการเรียนการสอนเนื้อหาในบางเรื่องนักศึกษาต้องใช้เวลาศึกษาและทำความเข้าใจเป็นเวลานาน

จากปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยจึงได้คิดสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เพื่อนำมาใช้ในการเรียนการสอน ซึ่งจะสามารถช่วยลดปัญหาและระยะเวลาในการเรียน ซึ่งผู้เรียนสามารถนำ

คอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปศึกษาด้วยตนเอง ทบทวน ทดสอบความรู้ของตนเองได้ตลอดเวลา เพื่อเป็นการสร้างทักษะและใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาผู้เรียนให้มีประสบการณ์ในการศึกษา อุปกรณ์ทรานสดิวเซอร์ เรื่องทรานสดิวเซอร์ทางอุณหภูมิ สื่อนับเป็นปัจจัยสำคัญประการหนึ่งที่จะทำให้การเรียนการสอนบรรลุผลสำเร็จตามเป้าหมาย ตามเจตนารมณ์ของหลักสูตร เพราะเป็นสิ่งที่ช่วยให้ผู้เรียนเรียนได้ด้วยตนเอง เช่น ชุดการเรียน แบบเรียนสำเร็จรูป คอมพิวเตอร์ช่วยสอน (กรมวิชาการ. 2535 : 23-24) กรมอาชีวศึกษาได้ตระหนักถึงเรื่องนี้จึงกำหนดนโยบายการใช้และการพัฒนาสื่อการเรียนการสอน สนับสนุนส่งเสริมให้มีการใช้สื่อการเรียนการสอนอย่างแพร่หลาย และนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการพัฒนาคุณภาพการเรียนการสอนในทุกประเภทวิชาเพื่อให้ผู้สำเร็จการศึกษามีความรู้และทักษะสอดคล้องกับความต้องการของตลาดแรงงาน (กรมอาชีวศึกษา. 2537 : 7) สื่อการสอน ได้มีการพัฒนาหลายรูปแบบ คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นสื่อที่ได้รับความนิยมมาก เพราะผู้เรียนมีส่วนร่วมในลักษณะสื่อสองทาง นอกจากนี้ยังส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เรียนตามความสามารถของแต่ละบุคคล อีกทั้งทำให้การสอนมีมาตรฐานเหมือนกันและยังช่วยป้องกันความชำรุดเสียหายของเครื่องมือและอุปกรณ์อันสืบเนื่องมาจากความไม่รู้ไม่เข้าใจของนักศึกษาในการฝึกภาคปฏิบัติโดยที่ผู้เรียนสามารถฝึกกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนก่อน และยังสามารถประเมินได้ว่านักเรียนมีความรู้ความเข้าใจดีหรือไม่ก่อนฝึกปฏิบัติจริงแต่บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนต้องมีคุณภาพและประสิทธิภาพเพียงพอในการใช้กับนักศึกษาทำให้ผู้วิจัยมีความสนใจสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาทฤษฎีอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม 1 และทำการหาประสิทธิภาพของบทเรียนที่สร้างขึ้นนำไปใช้ในการเรียนการสอนสำหรับนักศึกษา ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาช่างอุตสาหกรรมให้เกิดผลสัมฤทธิ์สูงสุดต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม 1 เรื่องทรานสดิวเซอร์ทางอุณหภูมิ
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา ที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและเรียนแบบปกติ เรื่องทรานสดิวเซอร์ทางอุณหภูมิ

1.3 สมมติฐานการวิจัย

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม 1 (3105-2004) เรื่องทรานสดิวเซอร์ทางอุณหภูมิ มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา ที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องทรานสดิวเซอร์ทางอุณหภูมิ สูงกว่าที่เรียนแบบปกติ

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

ในการวิจัยผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตของการวิจัยดังนี้

1. สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน พัฒนาขึ้นตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พ.ศ. 2540 กรมอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ

2. เนื้อหาที่นำมาสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนคือ วิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม 1 (3105 - 2004) เรื่องทรานสดิวเซอร์ทางอุณหภูมิ โดยมีเนื้อหาดังต่อไปนี้

1. ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับทรานสดิวเซอร์

1.1 ความหมายของทรานสดิวเซอร์

1.2 ประเภทของทรานสดิวเซอร์

2. ทรานสดิวเซอร์ทางอุณหภูมิ

2.1 เทอร์มิสเตอร์ (Thermistor)

2.2 RTD

2.3 เทอร์โมคัปเปิ้ล (Thermocouple)

ซึ่งเป็นวิชาชีพเฉพาะในเวลาศึกษาทฤษฎี 2 คาบ และปฏิบัติ 3 คาบ สำหรับนักศึกษาช่างอิเล็กทรอนิกส์ทุกสาขาวิชา ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 1 (ปวส.) พ.ศ. 2540 สาขาช่างอุตสาหกรรม กรมอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ

3. ประชากรประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ ที่เรียนวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม 1 (3105-2004) ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2544 แผนกช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคมินบุรี กรมอาชีวศึกษา จำนวน 3 ห้องเรียน ห้องเรียนละ 40 คน รวม 120 คน

4. กลุ่มตัวอย่าง กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย เป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาช่างอิเล็กทรอนิกส์ทุกสาขาวิชา ระดับ ปวส. 1 วิทยาลัยเทคนิคมินบุรีในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2544 โดยการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) จากนักศึกษาในแต่ละห้องเรียนห้องเรียนละ 20 คนรวมทั้ง 3 ห้อง จำนวน 60 คน

5. ตัวแปรที่ศึกษา

1. ตัวแปรต้น คือ วิธีการสอน เรื่องทรานสดิวเซอร์ทางอุณหภูมิ โดยแบ่งเป็น

1.1 สอนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

1.2 สอนแบบปกติ

2. ตัวแปรตาม คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา

1.5 ข้อตกลงเบื้องต้น

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องทรานสดิวเซอร์ทางอุณหภูมิจัดขึ้นในการวิจัยครั้งนี้ จะใช้เป็นการสอนในภาคทฤษฎีเท่านั้น ในรายวิชานี้
2. นักศึกษาที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะต้องมีความรู้และใช้คอมพิวเตอร์เป็น
3. การใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผู้เรียนต้องอ่านวิธีการใช้งานก่อนการเรียน
4. ระบบคอมพิวเตอร์ฮาร์ดแวร์ที่ใช้มีดังนี้
 - 4.1 CPU Pentium 100 หรือสูงกว่า
 - 4.2 ระบบปฏิบัติการ Windows 95 ,98 หรือ Windows NT (3.15 หรือ4.0)
 - 4.3 หน่วยความจำ RAM อย่างต่ำ 16 MB
 - 4.4 เครื่องอ่าน CD ROM (CD-ROM DRIVE) ความเร็ว 20 เท่าหรือ สูงกว่า
 - 4.5 การ์ดจอแสดงผล 640x480,256-color display หรือดีกว่า
 - 4.6 พื้นที่บนฮาร์ดดิสก์อย่างต่ำ 85 MB.
 - 4.7 ระบบเสียง (Sound card) ควรเป็น Sound Blaster หรือเทียบเท่า
 - 4.8 คีย์บอร์ด (Keyboard) และเมาส์ (Mouse)

1.6 คำนิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง การนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการ เรียนการสอน โดยแสดงมาเป็น โปรแกรมที่มีความสมบูรณ์ในตัวเอง นักศึกษา สามารถเรียนได้ด้วยตนเอง
2. สถานการณ์จำลอง หมายถึง การใช้คอมพิวเตอร์ในการจำลองสถานการณ์ความเป็นจริงที่มีลำดับการเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และมีส่วนร่วมในการแก้ปัญหา
3. อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม หมายถึง วิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม 1 ซึ่งเป็นกลุ่มวิชาชีพเฉพาะที่ทุกสาขาวิชาในแผนกอิเล็กทรอนิกส์ ใช้เวลาศึกษาทฤษฎี 2 คาบ ปฏิบัติ 3 คาบ รวม 5 คาบ/สัปดาห์ สำหรับนักศึกษาช่างอิเล็กทรอนิกส์ทุกสาขาวิชา ระดับ ปวส.1 ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พ.ศ. 2540 วิทยาลัยเทคนิคมินบุรี กรมอาชีวศึกษา
4. ทรานสดิวเซอร์ หมายถึง อุปกรณ์ทางอิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้ในการเปลี่ยนรูปพลังงานงานจากรูปหนึ่งไปเป็นอีกรูปหนึ่ง โดยแบ่งได้เป็นหลายประเภทตามลักษณะการใช้งาน
5. ทรานสดิวเซอร์ทางอุณหภูมิ หมายถึง อุปกรณ์ทางอิเล็กทรอนิกส์ที่เปลี่ยนค่าความต้านทานตามอุณหภูมิที่เปลี่ยนไปแล้วแปลงค่าเป็นพลังงานไฟฟ้าอีกครั้งหนึ่ง

6. นักศึกษา หรือ ผู้เรียน หมายถึง นักศึกษาของวิทยาลัยเทคนิคมีนบุรีระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2544 ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์

6.1 กลุ่มทดลองที่ 1 หมายถึง นักศึกษาจำนวน 20 คน เป็นกลุ่มที่ใช้วิธีการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง ทรานซิสเซอร์ทางอุณหภูมิจึงเป็นกลุ่มที่จะนำไปหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

6.2 กลุ่มทดลองที่ 2 หมายถึง นักศึกษาจำนวน 20 คน เป็นกลุ่มที่ใช้วิธีการเรียนการโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องทรานซิสเซอร์ทางอุณหภูมิ ซึ่งเป็นกลุ่มทดลองที่จะนำไปใช้หาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยการทดสอบหาค่าความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยรายคู่กับกลุ่มทดลองที่ 3 โดยใช้ t-test

6.3 กลุ่มทดลองที่ 3 หมายถึง นักศึกษาจำนวน 20 คน เป็นกลุ่มที่ใช้วิธีการเรียนการแบบปกติ

7. ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง บทเรียนคอมพิวเตอร์ที่สร้างขึ้นได้ผลดี โดยพิจารณาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของกลุ่มทดลองที่ 1

8. แบบทดสอบ หมายถึง แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นเครื่องมือที่ใช้สำหรับประเมินผล เมื่อผู้เรียนแล้วเสร็จจากการเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องทรานซิสเซอร์ทางอุณหภูมิ

9. แบบประเมิน หมายถึง เครื่องมือที่ใช้ตรวจสอบคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม 1 (3105-2004) เรื่องทรานซิสเซอร์ทางอุณหภูมิ โดยแบบประเมิน 2 ชนิดคือ

9.1 แบบประเมินด้านเนื้อหา

9.2 แบบประเมินด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

9.3 แบบประเมินวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

10. เกณฑ์มาตรฐาน 80/80 หมายถึงประสิทธิภาพของโปรแกรม คอมพิวเตอร์ช่วยสอนใช้ในการสอน

80 ตัวแรก หมายถึง 80 เปอร์เซ็นต์ ของคะแนนผู้เรียนทั้งหมดที่สามารถทำได้จากแบบทดสอบระหว่างเรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

80 ตัวหลัง หมายถึง 80 เปอร์เซ็นต์ ของคะแนนผู้เรียนทั้งหมดที่สามารถทำได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังจากสอนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัย เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อทำความเข้าใจหลักการและทฤษฎี ตลอดจนผลงานวิจัยต่าง ๆ ในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม 1 เรื่องทรานสดิวเซอร์ทางอุณหภูมิ ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าและรวบรวมเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องไว้เป็นข้อ ๆ ดังต่อไปนี้

- 2.1 หลักสูตรรายวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม 1
- 2.2 คอมพิวเตอร์ช่วยสอน
- 2.3 หลักการออกแบบและสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
- 2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 หลักสูตรรายวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม 1 (3105-2004)

วิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม 1 (3105-2004)

ในวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม 1 (3105-2004) เรื่อง ทรานสดิวเซอร์ทางอุณหภูมิ (Temperature Transducers) สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 1 กำหนดเวลาเรียนไว้ 5 คาบ/สัปดาห์ โดยแยกเป็นทฤษฎี 2 คาบ ปฏิบัติ 3 คาบ จำนวนทั้งสิ้น 16 สัปดาห์

จุดประสงค์รายวิชา เพื่อให้เข้าใจหลักการควบคุมอัตโนมัติ อุปกรณ์เซนเซอร์ และทรานสดิวเซอร์ อุปกรณ์ไครสโตร์ และ เพาเวอร์ เซมิคอนดักเตอร์ต่าง ๆ และมีกิจนิสัยในการปฏิบัติงานอย่างเป็นระเบียบ

คำอธิบายรายวิชา ศึกษาหลักการควบคุมอัตโนมัติเบื้องต้น คุณลักษณะ การทำงานและการใช้งานของอุปกรณ์เซนเซอร์ทรานสดิวเซอร์ วงจรแปลงสัญญาณจากอุปกรณ์เซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ให้เป็นสัญญาณมาตรฐาน อุปกรณ์ไครสโตร์ และเพาเวอร์ เซมิคอนดักเตอร์ต่าง ๆ และการประยุกต์ใช้งาน

ปฏิบัติการวัดและทดสอบคุณสมบัติของอุปกรณ์และวงจรควบคุมที่เกี่ยวข้อง

หน่วยการสอนทฤษฎีและปฏิบัติ

รหัส3105 – 2004.....วิชา ..อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม 1.....

ทฤษฎีรวม36คาบ.....ปฏิบัติรวม.....54.....คาบ

ตารางที่ 2.1 แผนการสอนรายวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม 1 ภาคทฤษฎี

สัปดาห์ที่	หน่วยที่	รายการสอน(ทฤษฎี/ปฏิบัติ)	เวลา	
			ท	ป
1	1	1. หลักการควบคุมอัตโนมัติเบื้องต้น	6	
		1.1 Open Loop control		
		1.2 Closed Loop Control	2	
2		1.3 On-Off control		
		1.4 Proportional Control (P)	2	
		1.5 PI Control		
3		1.6 PID Control	2	
4	2	2. ทรานสดิวเซอร์	10	
		2.1 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับ ทรานสดิวเซอร์		
		- ความหมายของทรานสดิวเซอร์		
		- ประเภทของทรานสดิวเซอร์		
		2.2 ทรานสดิวเซอร์ทางอุณหภูมิ	2	
		- thermister		
		- LDR		
		- Thermocouple		
5		2.3 ทรานสดิวเซอร์ทางแสง		
		2.4 ทรานสดิวเซอร์ทางเสียง	2	
6		2.5 ทรานสดิวเซอร์ทางไฟฟ้า	2	
		2.6 ทรานสดิวเซอร์ทางกล		
7		2.7 ทรานสดิวเซอร์ทางเคมี	2	
8		2.8 ทรานสดิวเซอร์ทางสนามแม่เหล็ก	2	
9		วัดผล	2	

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

สัปดาห์ที่	หน่วยที่	รายการสอน(ทฤษฎี/ปฏิบัติ)	เวลา	
			ท	ป
10	3	3. อุปกรณ์ไคริสเตอร์	6	
		3.1 SCR	2	
11		3.2 TRIAC		
		3.3 GTO SCR	2	
12		3.4 อุปกรณ์สร้างสัญญาณ trigger เช่น UJT,PUT 1 Phase Control	2	
13	4	4. อุปกรณ์เพาเวอร์ เซมิคอนดักเตอร์	4	
		4.1 Power Diode	2	
14		4.2 Power Transistor		
		4.3 Power MOSFET	2	
15	5	5. วงจรประยุกต์ใช้งานอิเล็กทรอนิกส์	6	
		5.1 ระบบชั่งน้ำหนักอัตโนมัติ		
		5.2 ระบบควบคุมอุณหภูมิ	2	
16		5.3 ระบบสัญญาณเตือนภัย		
		5.4 ระบบการควบคุมระดับ	2	
17		5.5 โซลิตสเตรียเลย์		
		5.6 วงจรขับอุปกรณ์กำลัง	2	
18		วัดผล	2	

โดยผู้วิจัยได้พิจารณาหัวข้อที่เหมาะสม ที่จะนำมาสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนคือ เรื่องทรานซิสเตอร์ทางอุณหภูมิ ซึ่งมีเนื้อหาเรื่องเทอร์มิสเตอร์ อาร์ทีดี และเทอร์โมคัปเปิ้ล ซึ่งเรียนในสัปดาห์ที่ 4 ของภาคเรียนที่ 2/2544

2.2 คอมพิวเตอร์ช่วยสอน(Computer Assisted Instruction : CAI)

2.2.1 ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ทักษิณา สวานานนท์ (2530 : 206-207) ได้กล่าวถึงคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง การนำเอาคอมพิวเตอร์มาใช้ในกระบวนการเรียนการสอนการทบทวน การทำแบบฝึกหัด หรือการวัดผล โดยให้ผู้เรียนจากโปรแกรมที่จัดไว้ จะเป็นบทเรียน หรือรูปภาพ มีการทดสอบความรู้ด้วยการป้อนคำถาม คอมพิวเตอร์จะตรวจเช็คและชมเชย หากตอบผิดจะสั่งให้กลับไปทบทวนใหม่

วีระ ไทยพานิช (2527 : 10) ได้กล่าวถึงการใช้อุปกรณ์คอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง วิธีการเรียนซึ่งใช้คอมพิวเตอร์เป็นสื่อให้เนื้อหาเรื่องราวเป็นการเรียนแบบ Interactive ระหว่างผู้เรียนกับคอมพิวเตอร์

กิดานันท์ มลิทอง (2536 : 168) ได้กล่าวถึง คอมพิวเตอร์ช่วยสอนว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน เป็นสื่อการสอนที่เป็นเทคโนโลยีระดับสูง เมื่อมีการนำคอมพิวเตอร์มาใช้เป็นคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น จะทำให้การเรียนการสอน มีการโต้ตอบกันได้ ในระหว่างผู้เรียนกับคอมพิวเตอร์ เช่นเดียวกับการเรียนการสอนระหว่างครูกับนักเรียนที่อยู่ในห้องเรียนตามปกติ นอกจากนี้คอมพิวเตอร์ยังมีความสามารถในการตอบสนองต่อข้อมูลที่ผู้เรียนป้อนเข้าไปได้ในทันที ซึ่งเป็นการช่วยเสริมแรงให้แก่ผู้เรียน ดังนั้นในขณะนี้ จึงมีการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนอย่างกว้างขวางและแพร่หลาย เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้จากโปรแกรมบทเรียนเพื่อการสอน ในรูปแบบต่าง ๆ กัน ซึ่งในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น อาศัยแนวความคิดจากทฤษฎีการเชื่อมโยงระหว่างสิ่งเร้ากับการตอบสนองโดยการออกแบบโปรแกรมจะเริ่มต้นจากการให้สิ่งเร้าแก่ผู้เรียน ประเมินการตอบสนองของผู้เรียนให้ข้อมูลการย้อนกลับเพื่อการเสริมแรงและให้ผู้เรียนเลือกสิ่งเร้าลำดับต่อไป

ยีน กูว์รเวอร์ธ (2531 : 120-129) ให้ความหมายคอมพิวเตอร์ช่วยสอนว่า เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่นำเนื้อหาวิชา และลำดับวิธีการสอนมาบันทึกเก็บไว้ ซึ่งคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะนำบทเรียนที่เตรียมไว้อย่างเป็นระบบมาเสนอในรูปแบบที่เหมาะสมสำหรับนักเรียนแต่ละคน

พิทักษ์ ศีลรัตน์ (2529 : 13-16) ได้กล่าวถึงคอมพิวเตอร์ช่วยสอนหมายถึง การนำคอมพิวเตอร์มาช่วยในการสอน ให้ความสำคัญที่ตัวผู้สอน หรือ Computer-Assisted Instruction คำย่อ CAI นิยมใช้กันในประเทศสหรัฐอเมริกา

สุพิทย์ กาญจนพันธุ์ (2541 : 52) ได้ให้ความหมายคำว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอนหมายถึง กลวิธีที่เน้นให้มีการกระทำระหว่างผู้เรียนกับเครื่องคอมพิวเตอร์ เพื่อให้เกิดการเรียนรู้และความทรงจำ

จากการให้ความหมายคอมพิวเตอร์ช่วยสอนของนักศึกษ สรุปลได้ว่าคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง การนำเอาเครื่องคอมพิวเตอร์มาใช้ในการเรียนการสอน ในลักษณะของสื่อที่มีประสิทธิ

ภาพ สามารถตอบสนองต่อข้อมูลที่ผู้เรียนป้อนเข้าไป และยังมีการเสริมแรงแก่ผู้เรียนให้เกิดกำลังใจ นอกจากนี้แล้วยังชัดเจนในแง่ผู้เรียนสามารถศึกษาด้วยตัวเอง ซึ่งเป็นข้อดีสำหรับผู้เรียนที่สามารถเรียนรู้ซ้ำ ๆ ด้วยตนเองหรือลดช่องว่างระหว่างความแตกต่างระหว่างบุคคลได้เป็นอย่างดี

คำศัพท์เกี่ยวข้องในปัจจุบันเป็นที่ยอมรับกันแล้วว่า คอมพิวเตอร์ได้เข้ามามีบทบาทในกิจกรรมด้านต่าง ๆ ของมนุษย์ เป็นอันมาก รวมถึงด้านการศึกษา ได้มีการนำคอมพิวเตอร์มาช่วยในการเรียนการสอนอย่างกว้างขวาง จึงมีคำเกี่ยวข้องใช้เรียกในภาษาอังกฤษแตกต่างกันดังนี้

CAI = Computer- Assisted Instruction, Computer-Aided Instruction

CAA = Computer- Assisted Administration

CAE = Computer- Assisted Education

CAL = Computer- Assisted Learning

CAT = Computer- Assisted Teaching

CBI = Computer-Based Instruction

CBE = Computer-Based Education

CBT = Computer-Based Training

CEI = Computer-Enriched Instruction

CMI = Computer-Managed Instruction

CSE = Computer-Stimulated Experiment

ICAI = Intelligent Computer-Assisted Instruction

2.2.2 ประเภทของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในกระบวนการเรียนการสอน สามารถจำแนกรูปแบบต่าง ๆ ได้ดังนี้

ยี่น ภัวรวรรณ (2529 : 5-7) ได้กล่าวถึงประเภทของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) ที่ใช้ในวงการศึกษามีหลายรูปแบบ ตามความเหมาะสมทั้งผู้ออกแบบบทเรียน และผลลัพธ์ที่เกิดกับผู้เรียน การแบ่งแยกลักษณะของ CAI จึงแบ่งออกเป็น

1. บทเรียนทบทวน (Tutorials) เป็นบทเรียนให้ข้อมูลและทบทวนความคืบเคยบทเรียนทบทวนเป็นบทเรียนคล้ายบทเรียนสำเร็จรูป โดยจัดลำดับเนื้อหาเป็นระบบและเรียงกันไป ผู้เรียนจะศึกษาตามลำดับที่โปรแกรมไว้ บทเรียนดังกล่าวจะแทรกการถามเพื่อตรวจสอบความเข้าใจของผู้เรียน และสามารถให้ผู้เรียนย้อนกลับไปบทเรียนเดิมหรือข้ามบทเรียนที่นักเรียนรู้แล้ว นอกจากนี้ยังสามารถจัดระดับบทเรียนให้เหมาะสมกับนักเรียนบางคน

บทเรียนแบบทบทวนสามารถบันทึกรายชื่อ และวัดระดับของผู้เรียนแต่ละคน เพื่อให้ครูผู้สอนมีข้อมูลในการเสริมความรู้ให้กับนักเรียนบางคน

2. แบบฝึกและปฏิบัติ (Drill and Practice) เป็นบทเรียนช่วยฝึกนักเรียนให้เกิดความชำนาญและทักษะ แบบฝึกและปฏิบัติส่วนใหญ่จะใช้เสริมเมื่อครูผู้สอนได้สอนบทเรียนบางอย่างไปแล้ว และให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดกับคอมพิวเตอร์เพื่อวัดระดับ หรือให้นักเรียนมาฝึกจนถึงระดับที่ยอมรับได้

บทเรียนแบบฝึกหัดและฝึกปฏิบัติจึงประกอบด้วยคำถาม คำตอบที่จะให้นักเรียนทำการออกแบบฝึกและปฏิบัติอาจต้องใช้หลักจิตวิทยา เพื่อกระตุ้นให้ผู้ที่ทำแบบฝึกหัดนั้นอยากทำและตื่นเต้น ซึ่งอาจแทรกรูปภาพเคลื่อนไหว หรือคำพูดโต้ตอบ รวมทั้งอาจมีการแข่งขัน หรือคำพูดโต้ตอบ เช่นจับเวลา หรือสร้างรูปแบบให้ตื่นเต้นจากการมีเสียง เป็นต้น

3. แบบจำลอง(Simulations) ช่วยให้นักเรียนเข้าใจเห็นภาพพจน์ ในบางบทเรียนการสร้างภาพพจน์เป็นสิ่งสำคัญและจำเป็น การทดลองทางห้องปฏิบัติการในการเรียนการสอนจึงมีความสำคัญ แต่หลายวิชาไม่สามารถทดลองให้เห็นจริงได้ เช่นการเคลื่อนที่ของลูกปืนใหญ่ การเดินทางของแสง และการหักเหของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า หรือปรากฏการณ์ทางเคมี หรือชีววิทยาที่ต้องใช้เวลานานหลายวันจึงปรากฏ

การใช้คอมพิวเตอร์จำลองแบบทำให้เข้าใจบทเรียนได้ง่าย เช่นการสอนเรื่องเลนส์ โพรเจกต์สไตล์ (การเคลื่อนที่วิถีโค้ง) คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า เราสามารถสร้างการจำลองเป็นรูปภาพด้วยคอมพิวเตอร์ ทำให้ผู้เรียนได้เห็นจริงและเข้าใจได้ง่าย

การจำลองแบบในบางเรื่อง ช่วยลดค่าใช้จ่ายในเรื่องวัสดุอุปกรณ์ปฏิบัติการได้มาก เช่นการทดลองทางเคมีที่ห้องใช้สารเคมี

การจำลองแบบอาจช่วยลดอันตรายที่อาจเกิดขึ้นกับผู้เรียน เช่น การทดลองเกี่ยวกับการแยกตัวของสารเคมีที่ห้องใช้สารเคมี

4. เกมการศึกษา (Education Games) ช่วยให้เกิดการแข่งขันและกระตุ้นความสนใจ เกมการศึกษาหลายเรื่องช่วยพัฒนาความคิดอ่านเรื่องต่าง ๆ ได้ดี เช่นเกมสัจการต่อคำ เกมสัจการคำ เกมสัจการคิดแก้ปัญหา เช่นหาทางออกเขาวงกต เกมสัจการตัดสินใจหรือแก้ปัญหาบางอย่างเช่นเกมสัจการบุกปราสาท ฯลฯ เกมสัจเหล่านี้นอกจากจะสร้างความบันเทิงแล้วยังสามารถช่วยพัฒนาความรู้ต่าง ๆ ได้เป็นอย่างดี ปัจจุบันเกมการศึกษาทางด้านคอมพิวเตอร์มีมากมาย

สมชัย ชินะตระกูล (2531 : 39-43) ได้กล่าวถึง การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนในการเรียนการสอน (Computer-Based Instruction) เป็นการที่ครูหรือนักเรียนใช้โปรแกรมที่ได้เตรียมไว้เรียบร้อยแล้วเพื่อวัตถุประสงค์ในการเรียนการสอนสำหรับนักเรียน แล้วจะเน้นที่ผลหรือ Output ของโปรแกรมที่ไม่ใช่ตัวโปรแกรม หรือ Logic ในโปรแกรมโดยจะใช้คอมพิวเตอร์เป็นตัวสร้างกิจกรรม โจทย์ รูปภาพ กราฟ เสียง หรือเก็บสิ่งที่นักเรียนได้ทำไป โปรแกรมที่ใช้ประกอบการเรียนการสอนมีอยู่ 8 ประเภท คือ

1. ใช้เพื่อการฝึกหัด (Practicing) โปรแกรมประเภทนี้ใช้เพื่อให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด เพื่อให้เกิดความชำนาญหลังจากที่ได้เรียนสัปดาห์หรือมีความเข้าใจในเรื่องนั้น ๆ มาแล้ว ดังนั้นก่อนที่จะให้นักเรียนใช้คอมพิวเตอร์เพื่อทำแบบฝึกหัดควรจะได้มีการสอนภาคทฤษฎีเพื่อให้นักเรียนมีสัปดาห์เกิดความเข้าใจ และมีแรงจูงใจตลอดจนมีความพร้อมที่จะมาฝึกหัด ทั้งนี้เพราะว่าโปรแกรมประเภทนี้มักจะไม่มีคำอธิบายใด ๆ นอกจากโจทย์เพื่อให้นักเรียนได้ฝึกหัด

โปรแกรมประเภทที่ใช้เพื่อการฝึกหัดนี้เป็น โปรแกรมแบบที่เขียนง่ายที่สุดและมีในท้องตลาดมากที่สุดด้วย

2. ใช้เพื่อการสอน (Tutoring) เป็น โปรแกรมที่เขียนขึ้น โดยเลียนแบบการสอนของครู กล่าวคือ จะมีบทบาท มีคำอธิบาย ซึ่งประกอบด้วยตัวอย่างและแนวคิดที่จะสอน คำถาม เพื่อใช้ในการตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนในแง่ต่าง ๆ มีการแสดงผลย้อนกลับ (Feedback) ตลอดจนการเสริมแรง หลังจากการที่นักเรียนตอบคำถามสุดท้ายก็มีการบันทึกการกระทำของนักเรียนว่าทำได้ดีเพียงใด และอย่างไร เป็นต้น

3. จำลองสถานการณ์ (Simulating) โปรแกรมประเภทนี้เป็น โปรแกรมที่จำลองสถานการณ์ให้ใกล้เคียงกับสถานการณ์ในชีวิตจริงของนักเรียน โดยมีเหตุการณ์สมมติต่าง ๆ อยู่ในโปรแกรม และนักเรียนสามารถที่จะเปลี่ยนแปลง หรือจัดกระทำ (Manipulate) ได้ สามารถมีการโต้ตอบและมีตัวแปรหรือทางเลือกให้หลาย ๆ ทาง เพื่อให้นักเรียนสามารถเลือกได้อย่างสุ่มเพื่อศึกษาผลที่เกิดขึ้นจากทางเลือกเหล่านั้น

4. เล่นเกมส์ (Gaming) เกมคอมพิวเตอร์เพื่อใช้ในการสอนวิชาคณิตศาสตร์ นับว่าเป็นสิ่งที่ใช้เร้าใจนักเรียนได้ดี โปรแกรมประเภทเกมส์นี้ นับเป็นแบบพิเศษของของจำลองสถานการณ์โดยมีเหตุการณ์ที่มีการแข่งขัน ซึ่งสามารถจะเล่นได้ โดยนักเรียนเพียงคนเดียวหรือหลายคน มีการให้คะแนน มีการแพ้ชนะ

การเขียนโปรแกรมประเภทนี้ต้องระวังให้มีคุณค่าทางการศึกษาโดยจะต้องมีจุดมุ่งหมาย เนื้อหาและขบวนการที่เหมาะสมกับหลักสูตรคณิตศาสตร์ด้วย

5. การสาธิต (Demonstrating) ครูคณิตศาสตร์ สามารถจะใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อแสดงการสาธิตแนวคิดหรือขบวนการทางคณิตศาสตร์ได้ ทั้งนี้เพราะว่าคอมพิวเตอร์สามารถจะสร้างตัวอย่าง เหตุการณ์ บทสรุป ตัวอย่างที่ขัดแย้ง รูปภาพ หรือกราฟ ตลอดจนคำถาม ได้อย่างถูกต้อง มีความรวดเร็ว และมีความยืดหยุ่น โดยครูจะต้องใช้การสาธิตให้สอดคล้องกับการสอนเหมาะสมกับเนื้อหาและจังหวะในเวลาการสอน

6. การสอบ (Testing) ครูสามารถใช้คอมพิวเตอร์เพื่อสอบนักเรียนได้โดยให้นักเรียนทำข้อสอบที่แสดงออกมาจากคอมพิวเตอร์ คอมพิวเตอร์รับคำตอบ และบันทึกแล้วตรวจให้คะแนนเพื่อการประเมินผลกับนักเรียนต่อไป

โปรแกรมประเภทนี้อาจจะเป็นแบบง่ายๆ ที่แสดงแบบทดสอบที่เก็บไว้เพียงฉบับเดียวหรือ อาจจะเป็นแบบที่ซับซ้อนที่สามารถสร้างแบบทดสอบได้หลายชุดจากข้อสอบที่เก็บไว้จำนวนมาก ตามเกณฑ์ที่ครูต้องการ

7. การบอกข่าวสาร(Informing)เราสามารถเก็บข้อมูลหรือข่าวสารต่าง ๆ ไว้ในคอมพิวเตอร์ ได้มากและนักเรียนก็สามารถใช้คอมพิวเตอร์เพื่อค้นหาข้อมูล หรือข่าวสารที่ต้องการได้อย่างรวดเร็วเมื่อต้องการ

8. การสื่อสาร(Communicating)ในการเรียนการสอน โดยใช้คอมพิวเตอร์สามารถใช้ในการสื่อสารได้โดยการให้นักเรียนใช้ระบบการประมวลคำ (Word Processing System) ซึ่งสามารถแก้ไขหรือเปลี่ยนแปลงคำหรือข้อความได้อย่างง่ายและสะดวก ตลอดจนมีการช่วยในด้านตัวสะกด คำศัพท์และไวยากรณ์ นักเรียนคณิตศาสตร์สามารถจะทำรายงาน หรือโครงการต่าง ๆ โดยใช้โปรแกรมประมวลคำเหล่านั้นได้

ญาณิ ฉันทศาสตร์พงษ์ (2536 : 22-23) ได้สรุปการแบ่งประเภทของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนข้างต้น ดังต่อไปนี้

1. การฝึกทักษะและการทำแบบฝึกหัด (Drill and Practice) เป็นบทเรียนที่ช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนซ้ำหรือฝึกซ้ำ เป็นการทบทวนสิ่งที่ได้เรียนมาแล้ว เพื่อช่วยให้ผู้เรียนได้ฝึกปฏิบัติซ้ำ เป็นการช่วยให้ผู้เรียนได้จดจำเนื้อหาได้มากขึ้น โดยบทเรียนจะเสนอเนื้อหา มีแบบฝึกหัด อาจอยู่ในรูปของคำถามแบบจับคู่ ถูกผิด หรือเลือกข้อที่ถูก ให้ผู้เรียนได้มีโอกาสตอบสนองและบทเรียนจะให้การเสริมแรง โดยการให้ข้อมูลย้อนกลับ (Feedback) แก่ผู้เรียนทันทีและควรจะให้ผู้เรียนสามารถย้อนกลับไปเรียนบทเรียน ซึ่งได้ทบทวนมาแล้วได้อีก ผู้เรียนสามารถเลือกเรียนในแต่ละบทเรียนย่อย ๆ ได้ตามความต้องการ

2. การทบทวน(Tutorials)บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในลักษณะนี้ จะเป็นการนำเสนอเนื้อหาวิชาในสิ่งใหม่ที่คุ้นเคยมาก่อน จะทำหน้าที่เป็นผู้สอนพิเศษ มีการนำเสนอเนื้อหาวิชาตามด้วยคำถามที่เกี่ยวกับเนื้อหาที่เพิ่งเสนอไป ผู้เรียนจะมีโอกาสตอบสนอง โดยการตัดสินใจเลือกข้อที่ถูกที่สุด อาจอยู่ในรูปของคำถามจับคู่ ถูกผิด หรือเลือกข้อที่ถูกที่สุด ผู้เรียนจะได้รับการเสริมแรง โดยมีข้อมูลย้อนกลับให้แก่ผู้เรียนทันที เป็นสิ่งดึงดูดให้ผู้เรียนเกิดความสนใจในบทเรียน ผู้เรียนสามารถย้อนกลับไปเรียนใหม่เมื่อต้องการทบทวนสิ่งที่เรียนมาแล้ว หรือต้องการจะเรียนเนื้อหาต่อไปจะสามารถเลือกได้เอง ควรมีการบันทึกคะแนนสำหรับข้อที่ทำถูกและทำผิด เพื่อเป็นการตรวจสอบความสามารถของผู้เรียนเอง

3. เกมสื่การสอน (Instructional Games) บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในลักษณะเกมสื่การศึกษานี้ ต้องมีวัตถุประสงค์ที่แน่นอน เพื่อให้ผู้เรียนได้บรรลุจุดประสงค์นั้น ๆ อาจเป็นในรูปแบบของการแข่งขันกัน หรือร่วมมือกัน จะมีทั้งผู้แพ้และผู้ชนะเป็นการเสริมแรงให้แก่ผู้เรียน ซึ่งจะต้องมี

การออกแบบที่ดี เพื่อที่จะได้ทั้งความรู้และความบันเทิงไปพร้อม ๆ กันโดยใช้ภาพกราฟิก ตัวหนังสือ สีและเสียง เป็นสิ่งดึงดูดความสนใจของผู้เรียน

4. การจำลองสถานการณ์ (Simulations) บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์ เป็นการจำลองสถานการณ์การเรียนรู้จากสถานการณ์จริง ให้ความคล้ายคลึงกับสถานการณ์จริงมากที่สุด เพื่อให้ผู้เรียนได้มีโอกาสฝึกในการตัดสินใจเรียนรู้เหตุการณ์และวิเคราะห์สถานการณ์นั้นว่า ควรจะทำอย่างไรกับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นจากข้อมูลที่จัดให้ ได้อย่างถูกต้องเหมาะสม ทำให้ผู้เรียนได้มีประสบการณ์เพิ่มมากขึ้น และเมื่อผู้เรียนอยู่ในสถานการณ์เช่นนั้นผู้เรียนจะสามารถคิดล่วงหน้าได้ว่าต้องทำอะไรบ้างกับสถานการณ์แบบนั้นจะเป็นการประหยัดเวลา มีความปลอดภัยมากขึ้นกว่าที่จะไปเรียนรู้จากสถานการณ์จริงที่ต้องเสี่ยงกับอันตราย

5. การแก้ปัญหา (Problem Solving) เป็นบทเรียนที่มีลักษณะเน้นในเรื่องของขบวนการคิด การใช้เหตุผลในการตัดสินใจ โดยมีเกณฑ์เป็นตัวกำหนด ผู้เรียนจะต้องพยายามคิดค้นหาวิธีเพื่อที่จะแก้ปัญหาเหล่านั้น ๆ บทเรียนประเภทนี้เหมาะที่จะนำไปใช้กับวิชา วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ หรือวิชาที่ต้องใช้ขบวนการคิดที่ซับซ้อนมาก ๆ

จะเห็นว่าประเภทของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่นำมาใช้กับการเรียนการสอนในแต่ละประเภทนั้น จะต้องคำนึงถึงวัตถุประสงค์ในการนำไปใช้ เพื่อให้บรรลุจุดมุ่งหมายนั้น ๆ ซึ่งแต่ละประเภทจะมีลักษณะเฉพาะในการนำไปใช้ เช่นบทเรียนแบบการทบทวนบทเรียน เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนเนื้อหาที่ไม่คุ้นเคยมาก่อน บทเรียนแบบสถานการณ์จำลอง เพื่อให้ทราบถึงสถานการณ์ที่คล้ายความจริง เป็นต้น ดังนั้นการนำไปใช้จะต้องคำนึงถึงสิ่งดังกล่าว เพื่อให้ได้ประโยชน์สูงสุด

2.2.3 ข้อดีของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ข้อดีของการนำคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาใช้ในกระบวนการเรียนการสอนดังนี้

1. ผู้เรียนได้เรียนรู้อย่างอิสระ ก้าวหน้าไปตามอัตราการเรียนรู้ของตน
2. ผู้เรียนสามารถเลือกเวลาเรียนของตนเองได้ตามต้องการ
3. สามารถใช้เทคนิคที่ดึงดูดความสนใจได้เช่น เส้นกราฟ ดนตรี การใช้สี การใช้ภาพเคลื่อนไหว การใช้เสียง และการพูดโต้ตอบกับผู้เรียน เป็นต้น
4. สามารถทำกิจกรรมที่ซับซ้อน จำลองสถานการณ์ แก้ปัญหาที่ซับซ้อนได้ คำนวณได้อย่างแม่นยำทำให้ผู้เรียนได้ฝึกทดลองกับข้อมูลหลายชนิด จึงทำให้เกิดการเรียนรู้อย่างกว้างขวาง
5. สามารถสอนทักษะที่เป็นงานเสี่ยงอันตรายในระยะต้นๆ ของการฝึกได้ เช่น การควบคุมการจราจร การขับเครื่องบิน เป็นต้น
6. คอมพิวเตอร์เสนอบทเรียนโดยปราศจากอารมณ์ ไม่มีความเหน็ดเหนื่อย ไม่แสดงอาการเบื่อหน่าย

2.2.4 ข้อจำกัดของการนำคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ในการเรียนการสอน ด้านคอมพิวเตอร์ช่วยสอนก็เช่นเดียวกับการเรียนการสอนด้วยวิธีอื่น ๆ หรือสื่อประเภทอื่นนั้นคือ จะมีลักษณะที่ดีและด้วยต่างกันในแต่ละสื่อที่ใช้ในการเรียนการสอน ซึ่งข้อดีหรือข้อจำกัดของสื่อประเภทคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องศึกษาเพื่อที่จะใช้ประโยชน์จากสื่อประเภทนี้ได้เหมาะสมถูกต้อง (ฉลอง ทับศรี. 2536 : 45) ได้แก่

1. ราคาเครื่องคอมพิวเตอร์ค่อนข้างสูง แม้ว่าในปัจจุบันราคาของเครื่องคอมพิวเตอร์จะถูกลงไปมากกว่าในอดีตก็ตาม แต่ก็ยังนับว่าสูงเมื่อเทียบกับการใช้สื่อชนิดอื่น ๆ
2. การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ยังล่าช้ากว่าสื่อชนิดอื่น ๆ หรือวงการอื่น ๆ ทั้งนี้เพราะการสร้างสื่อคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นต้องใช้ความคิด เวลา สติปัญญาและความสามารถเป็นอย่างมาก
3. การออกแบบและสร้างบทเรียน ใช้เวลาและทักษะค่อนข้างมาก ซึ่งบางครั้งต้องอาศัยผู้เชี่ยวชาญด้านต่าง ๆ มาช่วยอีกด้วย
4. โปรแกรมทางการศึกษา ไม่สามารถออกมาให้ทันต่อความต้องการของผู้เรียน ทั้งนี้ อาจมาจากปัญหาการใช้เวลาที่ค่อนข้างมากในการจัดสร้าง ทำให้ไม่ทันต่อสถานการณ์ที่จะนำมาใช้ หรือ ไม่เหมาะสมกับเหตุการณ์ในขณะนั้นไปแล้ว
5. ผู้เรียนบางกลุ่ม มีทัศนคติที่ไม่ดีต่อการเรียนการสอนด้วยคอมพิวเตอร์ที่เป็นขั้นตอนทำให้เกิดอุปสรรคต่อการเรียนการสอน
6. บุคลากรที่มีความรู้ความชำนาญในการสร้างโปรแกรมการศึกษา ที่มีคุณภาพมีจำกัด ทั้งนี้ผู้ที่สร้างคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่คืนั้น หากเป็นผู้สอนในเนื้อหาวิชานั้นด้วย อีกทั้งยังต้อง ออกแบบจัดสร้างด้วยตัวเองจึงจะเหมาะสมที่สุด

2.2.5 ประโยชน์ของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

คอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประโยชน์ต่อการเรียนการสอนดังนี้คือ (อรพรรณ พรสีมา. 2530 : 94)

1. ความแปลกใหม่ของคอมพิวเตอร์จะช่วยเพิ่มแรงจูงใจให้แก่ผู้เรียน
2. สีสัน ดนตรี และภาพที่มีการเคลื่อนไหว มีชีวิตชีวาสร้างความเป็นจริง และน่าเร้าใจให้ผู้เรียนอยากทำแบบฝึกหัด ทำกิจกรรมในห้องทดลอง การเล่นเกม และอื่น ๆ
3. ความเร็วในการโต้ตอบกับผู้เรียนแต่ละคน จะช่วยเสริมแรงให้ผู้เรียนเกิดความอยากเรียนมากขึ้น
4. คอมพิวเตอร์มีขีดความสามารถในการจำสูง จึงสามารถบันทึกการกระทำในอดีตของผู้เรียนซึ่งสามารถนำกลับมาใช้ในการวางแผนขั้นต่อไปได้
5. มีลักษณะเป็นส่วนตัวสำหรับผู้เรียนแต่ละคน จึงช่วยให้ผู้เรียนเกิดทัศนคติที่ดี โดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับผู้เรียนที่เรียนช้า

6. ความสามารถในการเก็บข้อมูลของคอมพิวเตอร์ จึงเหมาะสำหรับการศึกษารายบุคคล และกำหนดบทเรียนให้แก่ผู้เรียนแต่ละคน

7. ทำให้ผู้สอนสามารถควบคุมการเรียนของผู้เรียนได้อย่างใกล้ชิด

8. คอมพิวเตอร์ให้การสอนที่เชื่อถือได้โดยไม่เกี่ยวกับผู้สอนอย่างไร

9. คอมพิวเตอร์ช่วยสอน จะช่วยให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพและประสิทธิผลในแง่ลดเวลาและค่าใช้จ่าย ทำให้ผู้เรียนบรรลุจุดมุ่งหมายได้

Hall (1982:362) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีต่อครูผู้สอนไว้ดังนี้

1. ลดชั่วโมงสอนเพื่อจะได้ปรับปรุงการสอน

2. ลดเวลาที่จะต้องติดต่อกับผู้เรียน

3. มีเวลาศึกษาคำรา งานวิจัย และพัฒนาความสามารถให้มากยิ่งขึ้น

4. ช่วยการสอนในชั้นเรียน สำหรับผู้ที่มีงานสอนมาก โดยการเปลี่ยนจากการฝึก

ทักษะในห้องเรียนมาใช้ระบบคอมพิวเตอร์แทน

5. ให้โอกาสในการสร้างสรรค์และพัฒนานวัตกรรมสำหรับหลักสูตรและวัสดุเพื่อ

การศึกษา

6. เพิ่มวิชาสอน โดยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามความต้องการของนักศึกษา

7. ช่วยพัฒนาทางวิชาการ

8. ช่วยให้มีเวลาสำหรับตรวจสอบและพัฒนาหลักสูตรตามหลักวิชาการ

9. ช่วยเพิ่มวัตถุประสงค์ของการสอนได้เท่าที่จะเป็นไปได้ เช่น จัดนิทรรศการ

การฝึกหัดคนตรี ช่วยแก้ไขปัญหของผู้เรียนเกี่ยวกับสถาปัตยกรรม

นอกจากนี้ Hall ยังได้กล่าวถึงประโยชน์ของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีต่อการสอนไว้

ดังนี้

1. เป็นการสอนที่มีแบบแผน สามารถตรวจสอบได้และเป็นบทเรียนที่มีคุณภาพ

สูงสำหรับผู้เรียน

2. ช่วยพัฒนาความก้าวหน้าของการเรียน ข้อมูลที่ได้จากผู้เรียนนั้น จะถูกนำมา

ปรับปรุงหลักสูตร

3. ช่วยลดเวลาในการเรียนการสอน

4. หลักสูตรที่ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน สามารถส่งเสริมการสอนได้

2.2.6 โครงสร้างของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ไพโรจน์ ตรีรัตนธาดา (2531 : 64-67) ได้กล่าวถึงคอมพิวเตอร์ช่วยสอนว่า มีลักษณะการทำงานเช่นเดียวกับบทเรียนสำเร็จรูป หรือโปรแกรมการเรียนการสอนอื่น ๆ ซึ่งได้พัฒนามาจากรูปแบบที่เป็นเอกสารตำรา เป็นสิ่งที่ปรากฏอยู่หน้าจอคอมพิวเตอร์ มีลักษณะโครงสร้างที่สำคัญ 7 ประการ ดังนี้

1. เนื้อหาวิชาที่สอนจะแบ่งเนื้อหาออกเป็นหน่วยย่อย ๆ เรียกว่า กรอบ (Frame) และกรอบจะบรรจุข้อความที่ต้องการให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ ซึ่งเป็นข้อความที่กะทัดรัด แต่สื่อความหมายให้สมบูรณ์ และมีประสิทธิภาพ
2. แต่ละกรอบ ต้องกำหนดให้มีการตอบสนองจากผู้เรียน ในรูปแบบใดรูปแบบหนึ่ง อาจเป็นการตอบคำถามหรือเติมคำหรือการปฏิบัติอย่างใดอย่างหนึ่ง ก่อนที่จะศึกษาในกรอบถัดไป
3. บทเรียนแต่ละบท ควรกำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมให้ชัดเจน และสามารถตรวจสอบ ประเมินผลจากผู้เรียนได้อย่างถูกต้อง
4. การให้ผลย้อนกลับ หลังจากมีการทำแบบฝึกหัด หรือตอบคำถามใด ๆ แล้ว ควรมีการย้อนกลับทันที ซึ่งเป็นการเสริมแรง (Reinforcement) ที่สำคัญมากและเป็นจุดเด่นของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
5. การจัดเรียงกรอบต่าง ๆ ควรเรียงจากง่ายไปหายาก จากของเก่าไปสู่ของใหม่ โดยยึดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมเป็นหลัก ปรับการเรียนรู้เพิ่มขึ้นไปเรื่อย ๆ และไม่ละเลยการเสริมแรง
6. บทเรียนควรมีการทดสอบและปรับปรุงอยู่เสมอ ควรมีความสามารถที่จะยืดหยุ่นให้เหมาะกับผู้เรียน ซึ่งมีความแตกต่างกันในแต่ละบุคคล
7. ข้อความในบทเรียนควรเป็นคำสอนที่สมบูรณ์ในตัวเอง

2.3 หลักการออกแบบและการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

หลักในการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ไพโรจน์ ตรีธรรณกุล (2534 : 32-40) ได้นำเสนอเป็นลำดับขั้นดังนี้

1. ได้รับความสนใจ (Gain Attention)

เนื้อหาและรูปแบบรวมทั้งการใช้ภาพ แสง สี เสียงที่ใช้ประกอบในการสร้างความตื่นตา และได้รับความสนใจต่อผู้เรียน นั้นควรที่จะสอดคล้องกับเนื้อหาและเป็นการเตรียมผู้เรียนให้พร้อมศึกษาเนื้อหาต่อไป การเตรียมตัวผู้เรียนในขั้นแรกนั้นคือ การสร้าง Title ของบทเรียนนั่นเอง สิ่งที่ต้องพิจารณาเพื่อได้รับความสนใจของผู้เรียน มีดังนี้

- 1.1 กราฟฟิคที่เกี่ยวข้องในส่วนของเนื้อหา ควรมีขนาดใหญ่ ง่าย และไม่ซับซ้อน
- 1.2 การใช้ภาพเคลื่อนไหวหรือเทคนิคอื่นๆควรสั้นและง่ายต่อความสนใจ
- 1.3 ควรเลือกใช้สีต่างๆให้เหมาะสมและสมดุลย์ ไม่เข้มและไม่จางจนเกินไป
- 1.4 การเลือกใช้เสียงประกอบให้สอดคล้องกับกราฟฟิค
- 1.5 กราฟฟิคควรค้างบนจอภาพ จนกระทั่งผู้เรียนกด Space Bar หรือ Key

- 1.6 ในกราฟิกดังกล่าวควรบอกชื่อเรื่องบทเรียนไว้ด้วย
- 1.7 ควรใช้เทคนิคการเขียนกราฟิกที่แสดงบนจอได้เร็ว
- 1.8 กราฟิกนั้น ต้องเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน

2. บอกวัตถุประสงค์ (Define Objectives)

การบอกวัตถุประสงค์ในบทเรียน ทำให้ผู้เรียนได้ทราบกิจกรรมในการเรียน รวมทั้งเนื้อหา การบอกวัตถุประสงค์แบบทั่วไป และแบบเชิงพฤติกรรม เนื่องจากสามารถวัดค่าและประเมินได้ สิ่งที่ต้องพิจารณาในการบอกวัตถุประสงค์ มีดังนี้

- 2.1 ใช้คำสั้นๆและเข้าใจง่าย
- 2.2 หลีกเลี่ยงคำที่ยังไม่เป็นที่รู้จักและเป็นที่เข้าใจโดยทั่วไป
- 2.3 ไม่ควรกำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมหลายข้อเกินไป ในเนื้อหาแต่ละ

ส่วน

2.4 หากบทเรียนนั้นมีบทเรียนย่อยๆ ควรจะมีวัตถุประสงค์เฉพาะของแต่ละบทเรียนย่อยนั้น

2.5 เพื่อให้วัตถุประสงค์น่าสนใจยิ่งขึ้น อาจจะใช้กราฟิกง่ายๆเข้ามาช่วย เช่น กรอบ ลูกศร และรูปทรงเรขาคณิต แต่ไม่ควรใช้การเคลื่อนไหวเข้ามาช่วย โดยเฉพาะกับตัวหนังสือ

3. ทบทวนความรู้เดิม (Activate Prior Knowledge)

นักออกแบบบทเรียน ควรที่จะมีการประเมินความรู้เดิมของผู้เรียนก่อนว่า อยู่ในระดับไหน เพื่อที่จะได้นำผลจากการประเมินมาปรับปรุงรูปแบบของเนื้อหา เพื่อให้สอดคล้องและเหมาะสมกับผู้เรียน

สิ่งที่ต้องพิจารณาในการทบทวนความรู้เดิม มีดังนี้

3.1 ไม่ควรคาดเดาว่าผู้เรียนมีความรู้พื้นฐานก่อนการศึกษาเนื้อหาใหม่เท่ากัน ควรมีการทดสอบหรือให้ความรู้ เพื่อเป็นการทบทวน ให้ผู้เรียนพร้อมที่จะรับความรู้ใหม่

3.2 การทบทวนแบบทดสอบ ควรให้กระชับและตรงตามวัตถุประสงค์มากที่สุด

3.3 ควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนออกจากเนื้อหาใหม่ หรือ ออกจากการทดสอบเพื่อไปศึกษาทบทวนได้ตลอดเวลา

3.4 หากไม่มีการทดสอบความรู้เดิม ผู้เขียนโปรแกรมควรหาทางกระตุ้นให้ผู้เรียนย้อนกลับไปคิดถึงสิ่งที่ศึกษาไปแล้ว หรือสิ่งที่มีประสบการณ์ผ่านมาแล้ว

3.5 อาจจะใช้ภาพประกอบในการกระตุ้นให้ผู้เรียนย้อนคิด จะทำให้บทเรียนน่าสนใจขึ้น

4. การเสนอเนื้อหา (Present Information)

การเสนอภาพที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาประกอบกับคำพูดที่สั้น ๆ ง่ายและได้ใจความเป็นหัวใจสำคัญของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน การใช้ภาพประกอบจะทำให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาง่ายขึ้น ภาพที่ใช้ในบทเรียนจะจำแนกเป็น 2 ส่วนใหญ่ ๆ คือ

ภาพนิ่ง (Still picture) ได้แก่ ภาพลายเส้น ภาพ 2 มิติ ภาพ 3 มิติ ภาพถ่ายของจริง แผนภาพ แผนภูมิ กราฟ เป็นต้น

ภาพเคลื่อนไหว (Motion picture) ได้แก่ ภาพสัญญาณจากวีดิทัศน์ (Video) ภาพจากสัญญาณดิจิทัลอื่น ๆ เช่น Photo CD จากกล้องถ่ายโทรทัศน์โดยตรง

อย่างไรก็ดี การใช้ภาพประกอบเนื้อหาในส่วนนี้อาจจะไม่ได้ผลเท่าที่ควร หากภาพนั้น

1. มีรายละเอียดมากเกินไป
2. ใช้เวลามากในการปรากฏภาพบนจอช้า
3. ไม่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา
4. ชับซ้อนเข้าใจยาก
5. ไม่เหมาะสมในเรื่องเทคนิคการออกแบบ เช่น ไม่สมดุลย์

สิ่งที่จะต้องพิจารณาในการนำเสนอเนื้อหาใหม่ มีดังนี้

1. ใช้ภาพประกอบการเสนอเนื้อหา โดยเฉพาะอย่างยิ่งในส่วนเนื้อหาที่สำคัญ
2. พยายามใช้ภาพเคลื่อนไหวในส่วนของเนื้อหาที่ยาก และซับซ้อน ที่มีการเปลี่ยนแปลงเป็นลำดับขั้น
3. ใช้แผนภูมิ แผนภาพ แผนสถิติ สัญลักษณ์หรือภาพเปรียบเทียบ
4. ในการนำเสนอเนื้อหาที่ยากซับซ้อน ให้นั้นในส่วนของคุณสมบัติสำคัญซึ่งอาจเป็นการขีดเส้นใต้ การตีกรอบ การกระพริบ การเปลี่ยนสีพื้น การใช้ลูกศร การใช้สีหรือเป็นการชี้แนะด้วยคำพูด
5. ไม่ควรใช้กราฟฟิคที่เข้าใจยาก ไม่เกี่ยวกับเนื้อหา
6. จัดรูปแบบของคำอ่านให้หน้าอ่าน หากเนื้อหายาวควรจัดแบ่งกลุ่มคำอ่านให้จบเป็นตอน
7. ไม่ควรใช้สีพื้นสลับไปมาในแต่ละเฟรม และไม่ควรเปลี่ยนสีไปมา โดยเฉพาะสีหลักของตัวอักษร
8. คำที่ใช้ควรเป็นคำที่ผู้เรียนระดับนั้น ๆ กู้เคยและเข้าใจตรงกัน
9. ควรให้ผู้เรียนมีโอกาสทำอย่างอื่น แทนที่จะให้กด Space Bar อย่างเดียว เช่น โต้ตอบบทเรียนด้วยการพิมพ์ หรือการใช้เมาส์ร่วมกับแป้นพิมพ์

5. ชี้นำทางการเรียนรู้ (Guide Learning)

ตามหลักการเรียนรู้ ผู้เรียนจะจำได้ดีหากมีการจัดระบบการเสนอเนื้อหาที่ดีและสัมพันธ์กับประสบการณ์เดิม หรือความรู้เดิมของผู้เรียน ในบางเนื้อหาผู้ออกแบบบทเรียน อาจใช้หลักของ

Guide Discovery ซึ่งหมายถึงการพยายามให้ผู้เรียนคิดหาเหตุผล ค้นคว้าหาคำตอบด้วยตนเอง โดยผู้ออกแบบจะค่อย ๆ ชี้แนะจากจุดกว้าง ๆ และแคบลง จนผู้เรียนหาคำตอบได้เอง ในขั้นตอนนี้ผู้ออกแบบจะต้องยึดหลักการจัดการเรียนรู้ จากสิ่งที่มีประสบการณ์เดิมไปสู่เนื้อหาใหม่ จากสิ่งที่ยากไปสู่สิ่งที่ย่าง และเป็นไปตามลำดับขั้น

สิ่งที่ต้องพิจารณาในการชี้แนวทางการเรียนรู้ มีดังนี้

1. แสดงให้ผู้เรียนได้เห็นถึงความสัมพันธ์ของเนื้อหาความรู้ และช่วยให้เห็นว่าสิ่งย่อนั้นมีความสัมพันธ์กับสิ่งใหญ่อย่างไร
2. แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของสิ่งใหม่กับสิ่งที่ผู้เรียนมีความรู้ หรือประสบการณ์มาแล้ว
3. พยายามให้ตัวอย่างที่แตกต่างกันออกไป เพื่อช่วยอธิบายแนวความคิดใหม่ให้ชัดเจนขึ้น เช่น ตัวอย่างของถ้วยหลาย ๆ ชนิด หลาย ๆ ขนาด
4. ให้ตัวอย่างที่ไม่ใช่ตัวอย่างที่ถูกต้อง เพื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างที่ถูกต้อง
5. การเสนอเนื้อหาที่ยาก ควรให้ตัวอย่างที่เป็นรูปธรรมไปนามธรรม ถ้าเป็นเนื้อหาที่ไม่ยากนัก ให้เสนอตัวอย่างจากนามธรรมไปรูปธรรม
6. กระตุ้นให้ผู้เรียนคิดถึงความรู้และประสบการณ์เดิม

6. กระตุ้นการตอบสนอง (Elicit Responses)

ทฤษฎีการเรียนรู้ได้กล่าวว่า การเรียนรู้จะมีประสิทธิภาพมากน้อยเพียงใดนั้น เกี่ยวข้องโดยตรงกับระดับและขั้นตอนของการประมวลข้อมูล หากผู้เรียนได้มีโอกาสได้ร่วมคิด ร่วมกิจกรรมในส่วนที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา

คอมพิวเตอร์มีข้อได้เปรียบเหนืออุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น วิทยุ ทีวี สไลด์ เทป หรือสื่อการสอนอื่น ๆ ซึ่งจัดเป็นแบบ Non – interactive คือการเรียนรู้จากคอมพิวเตอร์ ผู้เรียนสามารถมีกิจกรรมร่วมได้หลายลักษณะ การมีส่วนร่วมในกิจกรรมนี้เองทำให้ผู้เรียนรู้สึกไม่เบื่อหน่าย และเมื่อมีส่วนร่วมคิด การคิดนำหรือคิดตาม ย่อมมีส่วนผูกประสานให้โครงสร้างการจำดีขึ้น

สิ่งที่ต้องพิจารณาในการกระตุ้นการตอบสนอง มีดังนี้

1. พยายามให้ผู้เรียนช่วยตอบสนองด้วยวิธีใดวิธีหนึ่งตลอดการเรียนบทเรียน
2. ควรให้ผู้เรียนได้มีโอกาสพิมพ์คำตอบหรือข้อความสั้น ๆ เร้าใจ ความสนใจ แต่ไม่ควรให้ผู้เรียนพิมพ์คำตอบยาวเกินไป
3. คำถามเป็นช่วง ๆ ตามความเหมาะสมของเนื้อหา
4. เร้าความคิด และจินตนาการด้วยคำถาม
5. ไม่ควรถามครั้งเดียวหลาย ๆ คำถาม หรือคำถามเดียวแต่ตอบได้หลายคำตอบ
6. หลีกเลี่ยงการตอบสนองซ้ำ ๆ หลายครั้งเมื่อทำผิด เมื่อผิดครั้งที่สองควรจะให้ Feedback และเปลี่ยนกิจกรรมอย่างอื่นต่อไป

7. การให้ข้อมูลย้อนกลับ (Provide Feedback)

สิ่งที่จะต้องพิจารณาในการให้ข้อมูลย้อนกลับ มีดังนี้

1. ให้ Feedback ทันทีหลังผู้เรียนได้โต้ตอบ
2. บอกให้ผู้เรียนทราบว่าคุณหรือผิด โดยแสดงคำถาม คำตอบ และคำตอบที่ผิด และ Feedback ในเฟรมเดียวกัน
3. ถ้าใช้ภาพ Feedback ควรเป็นภาพที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา
4. อาจใช้เสียงสำหรับการ Feedback เช่นคำตอบที่ถูกต้อง และคำตอบที่ผิด โดยใช้เสียงที่แตกต่างกัน
5. เฉลยคำตอบที่ถูกต้อง หลังจากผู้เรียนทำผิด 2-3 ครั้ง

8. แบบทดสอบความรู้หลังบทเรียน (Assess Performance)

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จัดเป็นบทเรียนสำเร็จรูปประเภทหนึ่ง การทดสอบความรู้ใหม่ ซึ่งอาจเป็นการทดสอบระหว่างเรียน หรือการทดสอบในช่วงท้ายของบทเรียนหรือที่เรียกว่า Post Test เป็นสิ่งที่จำเป็น การทดสอบดังกล่าวอาจเป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ทดสอบตนเองเพื่อเก็บคะแนน หรือเป็นการทดสอบเพื่อวัดว่าผู้เรียนผ่านเกณฑ์ต่ำสุด เพื่อที่จะศึกษาบทเรียนต่อไป หรือยัง อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้

การทดสอบดังกล่าวนอกจากจะเป็นการประเมินการเรียนรู้แล้ว ยังมีผลในการจำระยะยาวของผู้เรียนด้วย ข้อสอบจึงควรถามเรียงลำดับตามวัตถุประสงค์ของบทเรียน ถ้าบทเรียนมีหลายส่วน อาจจะแยกแบบทดสอบออกเป็นส่วน ๆ ตามเนื้อหา โดยมีแบบทดสอบรวมหลังบทเรียนอีกชุดหนึ่งก็ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับผู้ออกแบบบทเรียนว่าต้องการแบบใด

สิ่งที่จะต้องพิจารณาในการออกแบบทดสอบความรู้หลังบทเรียน มีดังนี้

1. ต้องแน่ใจว่าสิ่งที่ต้องการวัดนั้นตรงกับวัตถุประสงค์ของบทเรียน
2. ข้อทดสอบ คำตอบ และ Feedback อยู่บนเฟรมเดียวกัน และขึ้นต่อเนื่องกันอย่างรวดเร็ว
3. หลีกเลี่ยงการให้ผู้เรียนพิมพ์คำตอบที่ยาวเกินไป
4. ให้ผู้เรียนตอบครั้งเดียวในแต่ละคำถาม ยกเว้นในหนึ่งคำถามมีคำถามย่อยอยู่ด้วยให้แยกเป็นหลาย ๆ คำถาม
5. บอกผู้เรียนด้วยว่าควรจะตอบคำถามด้วยวิธีใด เช่น ให้กด T ถ้าเห็นว่าถูก และ F ถ้าเห็นว่าผิดเป็นต้น
6. คำนึงถึงความแม่นยำและความเชื่อถือได้ของแบบทดสอบ
7. อย่าทดสอบโดยใช้ข้อเขียนเพียงอย่างเดียว ควรใช้ภาพประกอบการทดสอบบ้าง
9. การจำและการนำไปใช้ (Promote Retention and Transfer)

ในการเตรียมการสอนในชั้นเรียนปกติ ในขั้นสุดท้ายจะเป็นกิจกรรมสรุปเฉพาะประเด็นสำคัญ รวมทั้งข้อเสนอแนะต่าง ๆ เพื่อให้ผู้เรียนได้มีโอกาสทบทวน หรือซักถามปัญหาก่อนจบบทเรียน ในขั้นนี้ผู้สอนจะได้แนะนำการนำความรู้ใหม่ไปใช้หรืออาจแนะนำการศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติม ดังนั้นเมื่อประยุกต์หลักเกณฑ์ดังกล่าวมาใช้ในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จึงมีข้อพิจารณาดังนี้

1. สรุปร่วมกับผู้เรียนว่าความรู้ใหม่ มีความสัมพันธ์กับความรู้หรือประสบการณ์ที่ผู้เรียนค้นเคยแล้วอย่างไร

2. ทบทวนแนวความคิดที่สำคัญของเนื้อหาเพื่อเป็นการสรุป
3. เสนอแนะเนื้อหาที่มีความรู้ใหม่อาจถูกนำไปใช้ประโยชน์ได้
4. บอกผู้เรียนถึงแหล่งข้อมูลที่เป็นประโยชน์ในการศึกษาต่อไป

การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จะต้องพิถีพิถัน ละเอียด รอบคอบ และให้ความสำคัญยิ่งยวดมากที่สุด เพราะผู้เรียนจะต้องเผชิญกับผู้สอน ซึ่งเป็นสิ่งที่ไม่มีชีวิต และจิตใจตลอดเวลา ดังนั้นการออกแบบและสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จึงต้องเกี่ยวกับบุคคลหลายฝ่าย เพื่อให้ได้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีประสิทธิภาพ ซึ่งประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและเนื้อหาวิชา ด้านสื่อการสอน ด้านโปรแกรมคอมพิวเตอร์ และครูผู้สอน (ช่วงโชติ พันธุเวช, 2535: 16-24) การทำงานร่วมกันระหว่างนักคอมพิวเตอร์ นักการศึกษา และผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาของสาขาวิชาที่จะทำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เริ่มจากผู้เชี่ยวชาญในสาขาวิชาจะเป็นผู้กำหนดขอบเขตของเนื้อหาให้ จากนั้นนักการศึกษาจะช่วยแบ่งเนื้อหาที่ได้ออกเป็นส่วน ๆ โดยจัดทำเป็นรูปของบทเรียนแบบโปรแกรม คือ แบ่งออกเป็นกรอบ ๆ กำหนดให้มีการเสนอที่ละกรอบ ตามด้วยแบบฝึกหัด และแบบทดสอบ มีการอธิบายคำตอบที่ผิด และวิเคราะห์คำตอบที่ผิด เพื่อดูว่าทำไมถึงตอบผิด การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีขั้นตอนดังภาพที่ 2.1 (ทักษิณา สวานานนท์, 2530 : 206) ดังนั้นการออกแบบและการสร้างบทเรียนจะมีความเกี่ยวข้องกับบุคคลหลายฝ่าย และจะต้องคำนึงถึงเรื่องต่อไปนี้

1. บุคลากรทางด้านบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ในการออกแบบและการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จะให้ได้บทเรียนที่มีประสิทธิภาพนั้น จะต้องประกอบด้วยบุคลากรด้านต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1.1 ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและเนื้อหาวิชา

บุคลากรด้านนี้จะเป็นผู้ที่มีความรู้และประสบการณ์ทางด้านการออกแบบหลักสูตร การพัฒนาหลักสูตรรวมถึงการกำหนดเป้าหมายและทิศทางของหลักสูตร วัตถุประสงค์ระดับการเรียนรู้ของผู้เรียน ขอบข่ายของเนื้อหา กิจกรรมการเรียนและการสอน ขอบข่ายรายละเอียด คำอธิบายของเนื้อหาวิชา ตลอดจนวิธีการวัดและการประเมินผลของหลักสูตร บุคคลกลุ่มนี้จะเป็นผู้ที่สามารถให้คำแนะนำ และให้คำปรึกษาได้เป็นอย่างดี

1.2 ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอน

บุคคลากรเหล่านี้หมายถึง ผู้ที่ทำหน้าที่ในการนำเสนอเนื้อหาวิชาใดวิชาหนึ่งโดยเฉพาะ ซึ่งเป็นผู้มีความรู้ความชำนาญ มีประสบการณ์และมีความสำเร็จในด้านการเรียนการสอนเป็นอย่างดี เช่น รู้เทคนิควิธีการนำเสนอเนื้อหา หรือวิธีการสอน การออกแบบและสร้างบทเรียน วิธีการวัดและประเมินผล เป็นต้น โดยบุคคลกลุ่มนี้จะเป็นที่ทำให้การออกแบบบทเรียนมีคุณภาพและมีประสิทธิภาพ และนำเสนอใจมากยิ่งขึ้น

1.3 ผู้เชี่ยวชาญด้านสื่อการเรียนและวัสดุการสอน

จะเป็นผู้ที่ทำหน้าที่ในการออกแบบและให้คำแนะนำปรึกษาทางด้านการวางแผนการออกแบบบทเรียน โดยจะประกอบด้วยเรื่อง การออกแบบและการจัด Layout การจัดวางรูปแบบ การออกแบบหน้าจอหรือเฟรมต่าง ๆ การเลือกและวิธีการใช้ตัวอักษร เส้น รูปทรง กราฟิก แผนภาพ แผนภูมิ รูปภาพ สี แสง เสียง การจัดทำรายงาน และสื่อการเรียนการสอนอื่น ๆ ที่จะช่วยทำให้บทเรียนมีความ สวยงามและนำเสนอใจมากยิ่งขึ้น

1.4 ผู้เชี่ยวชาญด้านโปรแกรมคอมพิวเตอร์

โดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้สำหรับสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบ่งเป็น 2 ลักษณะ คือ

1. สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้วย โปรแกรมสำเร็จรูประบบนิพนธ์บทเรียน (Authoring System) โดยโปรแกรมระบบนี้จะถูกเขียนและพัฒนาขึ้นโดยผู้ชำนาญทางด้านการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ หรือโปรแกรมเมอร์โดยตรง ระบบนี้ออกแบบไว้สำหรับการสร้างและการนำเสนอบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ดังนั้นการใช้งานจึงง่ายและสะดวกต่อครูและผู้สอนที่ไม่มีทักษะทางด้านการเขียน โปรแกรม เพื่อสร้างและผลิตบทเรียน

2. การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ด้วยภาษาคอมพิวเตอร์ การใช้ภาษาคอมพิวเตอร์ ทั้งภาษาระดับสูงและระดับต่ำ เช่น ภาษาซี ภาษาปาสคาล ภาษาแอสแซมบลี และอื่น ๆ สามารถใช้สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้ ภาษาคอมพิวเตอร์นี้จะอยู่ในวงการของนักคอมพิวเตอร์เสียเป็นส่วนใหญ่เนื่องจากการสร้างบทเรียนด้วยการใช้โปรแกรมภาษาคอมพิวเตอร์เขียน ต้องอาศัยความชำนาญและประสบการณ์ในการเขียนโปรแกรมเป็นอย่างมาก ดังนั้น ระบบการสร้างบทเรียนวิธีนี้จึงอยู่ในหม้อของครูผู้สอนน้อยมาก

การประเมินผลคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ในการประเมินผลคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ได้มีนักการศึกษาให้แนวคิดในขั้นตอนการประเมินดังนี้ ฆอลอง ทับศรี (2536. : 63) ได้เสนอว่า การประเมินผลจะประเมินในสิ่งต่อไปนี้

1. ประเมินตัวบทเรียน โดยดูว่า

1.1 บทเรียนช่วยให้เกิดการเรียนรู้ตามจุดมุ่งหมายหรือไม่เพียงใด

1.2 บทเรียนทำให้ผู้เรียนพึงพอใจ เกิดความสนใจ เกิดความอยากเรียนมากขึ้น
เพียงใด

1.3 บทเรียนดังกล่าวมีขั้นตอนการใช้ยุ่งยากหรือง่ายเพียงใด

2. ประเมินเอกสารประกอบโปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

2.1 ได้กล่าวถึงจุดมุ่งหมายของบทเรียนไว้ชัดเจนเพียงใด

2.2 บอกถึงวิธีการใช้บทเรียนไว้ชัดเจนเพียงใด

2.3 เสนอแนวทางการประยุกต์ใช้บทเรียนกับเนื้อหาอื่น ๆ หรือกิจกรรมอื่น ๆ บ้าง
หรือไม่เพียงใด

2.4 ได้บอกแนวทางการแก้ปัญหา ถ้ามีการติดขัดในการใช้โปรแกรมไว้หรือไม่

2.5 ได้รวบรวมประมวลสิ่งที่จำเป็นสำหรับผู้เรียนหรือครู ที่จะต้องรู้ในการใช้
โปรแกรมเพียงใด เช่น บอกถึงจุดแข็งจุดอ่อนของโปรแกรม บอกถึงเครื่องมือเครื่องใช้ที่ใช้ประกอบ
เช่น ฮาร์ดดิสก์ เม้าส์ จอยสติ๊ก ฯลฯ

การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การที่จะกล่าวว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่สร้างขึ้นมานั้นใช้ได้ผลดี มีประสิทธิ
ภาพหรือไม่นั้นพิจารณาจาก

1. การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยทำการเปรียบเทียบคะแนนก่อนและ หลังจากการ
เรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

2. การประเมินผลบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องใด ๆ
ก็ตามจำเป็นจะต้องมีการประเมินผลเสียก่อน เพื่อเป็นการควบคุมคุณภาพของบทเรียนนั้นๆ

การหาประสิทธิภาพของสื่อการสอนที่ถือได้ว่าเป็นขั้นตอนที่สำคัญขั้น ตอนหนึ่ง เพื่อ
ที่จะรับประกันว่าสื่อนั้นมีคุณภาพจริง สำหรับเกณฑ์ประสิทธิภาพของสื่อในการวิจัยครั้งนี้ได้ใช้
เกณฑ์ 80/80 ซึ่งมีความหมายดังต่อไปนี้

80 ตัวแรก หมายถึง ค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละของจำนวนคำตอบที่นักเรียนตอบถูกต้องจาก
การทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียน

80 ตัวหลัง หมายถึง ค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละของจำนวนคำตอบที่นักเรียนตอบถูกต้องจาก
การทำแบบทดสอบหลังเรียน

เกณฑ์ประสิทธิภาพของสื่อที่เหมาะสมนั้น นักการศึกษาได้ให้ความเห็นไว้หลายท่านตาม
ความเห็นของ เสาวณีย์ สิกขาบัณฑิต (2528 : 291) สรุปได้ว่า ประสิทธิภาพของสื่อเกี่ยวกับ
เนื้อหาที่เป็นความรู้ความเข้าใจควรใช้ เกณฑ์ 90/90 และสำหรับเนื้อหาที่เป็นวิชาทักษะใช้เกณฑ์
80/80 การวิจัยครั้งนี้ตั้งเกณฑ์ไว้ 80/80 เพราะเนื่องจากหาที่ใช้เป็นวิชาทักษะ โดยการหาประ
สิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนครั้งนี้พบว่า เป็นเนื้อหาที่เป็นปัญหาต่อการเรียนการสอน

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีทั้งงานวิจัยภายในประเทศ และงานวิจัยจากต่างประเทศ ดังมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

เจษฎา ชนะโรค (2530 : 41) ได้ทำการศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคคลิกภาพกับวิธีการเรียน จากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนิสิตระดับปริญญาตรี โดยตัวแปรด้านวิธีการเรียนก็คือ การเรียนแบบรายบุคคลกับการเรียนเป็นกลุ่มย่อย 3 คน พบว่า ผู้เรียนที่เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยวิธีเรียนเป็นกลุ่มย่อย มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าผู้เรียนที่เรียนตามลำพังคนเดียว

มานะ ออมพานิชกิจ (2530 : 53) ได้ศึกษาผลการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จากการเรียนแบบรายบุคคลและเรียนแบบเป็นกลุ่มย่อย 3 คนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนพบว่า ผลการเรียนรู้จากการเรียนแบบรายบุคคลและการเรียนแบบกลุ่มโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนไม่แตกต่างกัน

ธีระ โสภณจิตต์ (2531 : บทคัดย่อ) ได้สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาการเขียนแบบเครื่องกล 2 (APM 152) เรื่องวิธีการเขียนภาพตัด ซึ่งได้นำไปทดลองกับนักศึกษาชั้นปีที่ 1 หลักสูตรประกาศนียบัตรช่างชำนาญงาน วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ แล้วหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน พบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีประสิทธิภาพของกระบวนการร้อยละ 83.30 และประสิทธิภาพของผลลัพธ์ร้อยละ 81.02 และได้ทดสอบผลต่างระหว่างคะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบก่อนและหลังเรียน พบว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 แสดงว่าเมื่อเรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแล้ว นักศึกษาได้รับความรู้เพิ่มขึ้น

ณรงค์ กำใหม่ (2538 : 47) ได้สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชา คณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยนำไปทดลองใช้กับกับนักเรียนชั้นปีที่ 2 ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2538 โรงเรียนหนองแสงวิทยา อำเภอหนองแสง จังหวัดอุดรธานี ผลการศึกษาพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีค่าประสิทธิภาพ 85.33 / 81.83 และค่าประสิทธิภาพผล .68 สูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ และทำให้ผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนมีความก้าวหน้า บรรลุตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้

วีระพงษ์ แสงชูโต (2532 : 76-77) ได้ทำการวิจัยเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ในการสอนซ่อมเสริมวิชาเคมี นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน กับการสอนปกติผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการเรียนซ่อมเสริมโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและการสอนปกติแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ

สมควร ศรีภูสิตโต (2532 : 44) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนซ่อมเสริมวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพปีที่ 1 โดยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนรายบุคคลและแบบร่วมมือพบว่า

1. นักเรียนที่เรียนซ่อมเสริมด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบรายบุคคลมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่า ก่อนการเรียนซ่อมเสริม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. นักเรียนที่เรียนซ่อมด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบร่วมมือ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่า ก่อนการเรียนซ่อมเสริม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. นักเรียนที่เรียนซ่อมเสริมด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบรายบุคคล และแบบร่วมมือบุคคล มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

อดิเทพ เพชรไข (2532 : 32) ได้ทำการสร้างและหาประสิทธิภาพโปรแกรมเรียนด้วยตนเองภาษาแอสแซมบลี Z - 80 กับเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ ทำการทดลองกับนักศึกษาแผนกอิเล็กทรอนิกส์ ระดับ ปวส. ชั้นปีที่ 2 สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตพระนครเหนือจำนวน 14 คน ผลการวิจัยพบว่า บทเรียนโปรแกรมเรียนด้วยตนเองที่สร้างขึ้น มีประสิทธิภาพ 85.32 / 79.92 เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

วชิระ อินทร์อุดม (2537 : 96 - 99) ได้ทำการศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างการเรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับวิธีการจัดการเรียนผลของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบการสอนที่มีการสรุปสาระสำคัญของเนื้อหา และไม่มีการสรุปสาระสำคัญของเนื้อหาและผลของวิธีการจัดการเรียนแบบคู่และทำงานร่วมกัน กับการเรียนแบบรายบุคคล กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษา คณะนิเทศศาสตร์ ชั้นปีที่ 2 มหาวิทยาลัยสยาม จำนวน 80 คน ได้มาโดยการสุ่ม กำหนดวิธีการเรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบการสอนและวิธีการจัดการเรียนเป็น 4 แบบ แล้วสุ่มแต่ละแบบเข้ากลุ่มได้ดังนี้

กลุ่มที่ 1 เรียนจากบทเรียนที่มีการสรุปสาระสำคัญมีวิธีการเรียนแบบคู่และทำงานร่วมกัน

กลุ่มที่ 2 เรียนจากบทเรียนไม่มีสรุป ใช้วิธีการเรียนเช่นเดียวกับกลุ่มที่ 1

กลุ่มที่ 3 เรียนจากบทเรียนที่มีการสรุปสาระสำคัญ มีวิธีการเรียนแบบรายบุคคล

กลุ่มที่ 4 เรียนจากบทเรียนไม่มีสรุปสาระสำคัญ มีวิธีการเรียนแบบรายบุคคล

ผลการทดลองพบว่า

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบการสอนและวิธีการจัดการเรียน ส่งผลร่วมกันต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. นักศึกษาที่เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบการสอน ที่มีการสรุปสาระสำคัญของเนื้อหาและไม่มีการสรุป มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

Lee (1975 : 1363-A – 1364-A) ศึกษาผลของการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนในทักษะการออกเสียงและฟังคนตรี โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้คือ นักศึกษาวิชาดนตรีจากมหาวิทยาลัยอีสต์ เท็กซัส สเตท (East Texas State University) โดยใช้การสุ่มตัวอย่างง่าย แล้วแบ่งนักศึกษาเป็น 2 กลุ่มคือ กลุ่มทดลองเรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและกลุ่มควบคุมเรียนจากการสอนปกติ ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนกลุ่มที่เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเกิดการรับรู้คำศัพท์เฉพาะเกี่ยวกับคนตรีได้ดีกว่านักเรียนกลุ่มที่เรียนจากการสอนปกติ

Liu, His. Chiu (1975 : 1411-A – 1412-A) ศึกษาการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยจัดตั้งโครงการ เพื่อพัฒนาความต่อเนื่องของบทเรียนที่ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาความรู้เบื้องต้น กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ เป็นนักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนวิชาฟิสิกส์ ผลการศึกษาพบว่าคอมพิวเตอร์ช่วยสอนช่วยให้ผู้เรียนแก้ปัญหาได้ดีขึ้น ด้วยวิธีการปฏิบัติช่วยทบทวนบทเรียนที่ได้เรียนในห้องไปแล้ว ทำให้เกิดความมั่นใจในการเรียนหัวข้อที่อ่อน และทำให้ผู้เรียนมีทัศนคติที่ดีต่อการเรียน วิชาฟิสิกส์ นอกจากนี้ยังพบว่า คะแนนเฉลี่ยของนักศึกษาที่เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอน สูงกว่านักศึกษาที่ไม่ได้เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

Casner (1979 : 7106-A) ศึกษาทัศนคติที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับ 8 ที่เรียนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนและการเรียนการสอนปกติ ทำการทดลองกับโรงเรียน 2 แห่ง โดยให้โรงเรียนแห่งหนึ่งเรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอน อีกโรงเรียนหนึ่งเรียนจากการสอนปกติ ผลปรากฏว่า นักเรียนทั้งสองโรงเรียนมีทัศนคติไม่แตกต่างกันระหว่างการใช้หรือไม่ใช้คอมพิวเตอร์ แต่จากแบบสอบถาม 5 ใน 20 ระบุว่า นักเรียนชายที่ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีทัศนคติที่ดีต่อการเรียนมากกว่านักเรียนชายที่เรียนจากการสอนปกติ และเมื่อให้ทำหรือแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ นักเรียนชายที่ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะมีความอยากทำมากกว่า และเห็นว่าปัญหาคณิตศาสตร์เป็นเรื่องสนุก

Eichel (1988 : 3032-A) ศึกษาผลกระทบของการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนต่อการเรียนของนักศึกษาที่ใช้ภาษาอังกฤษเป็นภาษาที่ 2 ในวิทยาลัยชุมชน 38 แห่ง พบว่า จากการวัดสัมฤทธิ์ผลทางการเรียนตามมาตรฐาน ALFA test of grammar proficiency และทดสอบสมมติฐานด้วย The Mann-whitney U Test และ t-test การเรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ไม่มีความแตกต่างกับการเรียนการสอนปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติและนักศึกษสเปนกับนักศึกษาจีนก็ไม่มี ความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ทางความสามารถในการเรียนภาษาอังกฤษ

จากเอกสารและงานวิจัยที่ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาค้นคว้าพบว่าคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้ในการสอนวิชาต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นการสร้างสถานการณ์จำลองในรายวิชาสามัญหรือวิชาช่าง เพราะผู้เรียนสามารถเรียนได้ด้วยตนเอง เข้าใจเนื้อหารายละเอียดมากยิ่งขึ้นไป และจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะเห็นได้ว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์

เตอร์ช่วยสอนมีประสิทธิภาพ ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ เกิดทักษะ มีเจตคติที่ดีต่อการเรียน และสามารถเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมดังที่คาดหวัง เพราะบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทำให้เกิดแรงจูงใจแก่ผู้เรียนและช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาวิชา ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะนำเทคโนโลยี เข้ามาใช้ในการเรียนการสอน ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในเนื้อหาวิชาเป็นอย่างดี และเพื่อเป็นแนวทางสำหรับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนให้เหมาะสมกับช่างอุตสาหกรรม โดยเครื่องมือที่จะนำมาใช้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยตามลำดับขั้นตอนดังนี้

- 3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย
- 3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
- 3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล
- 3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล
- 3.5 สถิติที่ใช้ในการวิจัย

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัยนี้ เป็นนักศึกษาวิทยาลัยเทคนิคมีนบุรี ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 1 ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ ที่ได้ลงทะเบียนเรียนในรายวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม 1 (3105-2004) 3 ห้องเรียน ๆ ละ 40 คน รวมจำนวน 120 คน

2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยนี้ เป็นนักศึกษาที่คัดเลือกจากประชากร โดยใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างง่าย(Simple Random Sampling) ด้วยการจับฉลากจากประชากรจำนวน 120 คน ห้องเรียนละ 20 คนมาเรียนภาคทฤษฎี รวม 3 ห้องเรียน จำนวน 60 คน เพื่อแบ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างจำนวน 3 กลุ่มดังนี้

1. กลุ่มที่ 1 จำนวน 20 คน เป็นกลุ่มหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
2. กลุ่มที่ 2 จำนวน 20 คน เป็นกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
3. กลุ่มที่ 3 จำนวน 20 คน เป็นกลุ่มควบคุมเป็นการเรียนแบบปกติ

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ในการศึกษาค้นคว้า ผู้วิจัยได้ใช้เครื่องมือศึกษาค้นคว้าดังต่อไปนี้

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม 1 (3105-2004) เรื่อง ทรานซิสเตอร์ทางอุณหภูมิ

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม 1(3105-2004)
เรื่องทรานสดิวเซอร์ทางอุณหภูมิ
3. แบบประเมินสื่อการสอน

การสร้างเครื่องมือ

ในการสร้างเครื่องมือทดลอง ผู้วิจัยได้ดำเนินการดังต่อไปนี้

1. สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม 1 (3105-2004)
เรื่องทรานสดิวเซอร์ทางอุณหภูมิ โดยมีขั้นตอนดังนี้

1.1 ศึกษาเนื้อหาเรื่องทรานสดิวเซอร์ทางอุณหภูมิ จากหนังสือที่ใช้ประกอบการเรียนการสอนหลาย ๆ เล่ม ของแผนกอิเล็กทรอนิกส์ และแผนกช่างไฟฟ้า

1.2 วิเคราะห์เนื้อหา โดยศึกษาหลักสูตรวิชา และกำหนดเป็นรายละเอียดหัวข้อย่อย จากนั้นจึงเขียนรายการวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมและเนื้อหาบทเรียน เพื่อนำไปสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยเลือกใช้โปรแกรม Authoring ในการสร้างบทเรียน เนื่องจากเป็นโปรแกรมที่สนับสนุนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน อีกทั้งยังสนับสนุนการจัดฐานข้อมูลและยังสามารถติดต่อกับผู้ใช้ได้หลายรูปแบบอีกด้วย

1.3 ออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยเขียนบทดำเนินเรื่อง (Story Board) ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยศึกษาเนื้อหาจากเอกสาร และการจัดลำดับความสำคัญของเนื้อหาการจัดกิจกรรมระหว่างบทเรียน และแบบทดสอบ การเขียนบทดำเนินเรื่องที่ประกอบด้วยเนื้อหาที่แบ่งเป็นเฟรม ๆ ตามวัตถุประสงค์และรูปแบบการนำเสนอโดยร่างเป็นเฟรมย่อย

1.4 อาจารย์ที่ปรึกษาและผู้ทรงคุณวุฒิที่เชี่ยวชาญตรวจสอบ โดยผู้วิจัยนำต้นร่างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนให้อาจารย์ที่ปรึกษาและผู้ทรงคุณวุฒิที่เชี่ยวชาญตรวจสอบ เพื่อหาข้อบกพร่องของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นมา แก้ไขจุดบกพร่องให้สมบูรณ์เพื่อเป็นต้นแบบในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

1.5 สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยนำบทดำเนินเรื่องที่ได้รับการตรวจปรับมาแล้วสร้างบทเรียน ในหน่วยการเรียนของทรานสดิวเซอร์ โดยที่บทเรียนแบ่งออกเป็น 8 เรื่อง คือ เรื่องที่ 1 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับทรานสดิวเซอร์ เรื่องที่ 2 ทรานสดิวเซอร์ทางอุณหภูมิ เรื่องที่ 3 ทรานสดิวเซอร์ทางแสง เรื่องที่ 4 ทรานสดิวเซอร์ทางเสียง เรื่องที่ 5 ทรานสดิวเซอร์ทางไฟฟ้า เรื่องที่ 6 ทรานสดิวเซอร์ทางกล เรื่องที่ 7 ทรานสดิวเซอร์ทางเคมี และเรื่องที่ 8 ทรานสดิวเซอร์ทางสนามแม่เหล็ก โดยเลือกเรื่องที่ 1 และเรื่องที่ 2 มาสร้างบทเรียน ซึ่งการดำเนินเนื้อหาจะเป็นไปตามลำดับ คือเรื่องที่ 1 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับทรานสดิวเซอร์ จะมีเนื้อหาดังนี้ 1.1 ความหมายของทรานสดิวเซอร์ 1.2 ประเภทของทรานสดิวเซอร์ และ

เรื่องที่ 2 ทรานสดิวเซอร์ทางอุณหภูมิ มีเนื้อหาคือ 2.1 เทอร์มิสเตอร์ 2.2 RTD และ 2.3 เทอร์โมคัปเปิ้ล โดยการนำเสนอเนื้อหาและมีคำถามประกอบ การเรียงลำดับเนื้อหาตามความยากง่ายและความสำคัญของเนื้อหา ผู้เรียนทุกคนจะต้องเรียนเนื้อหา และจะถูกถามคำถามที่เหมือนกัน ลำดับการนำเสนอเนื้อหาไม่มีการเปลี่ยนแปลงไม่ว่าผู้เรียนจะตอบคำถามได้ถูกต้องหรือไม่ก็ตาม โดยมีการบันทึกเสียงด้วย

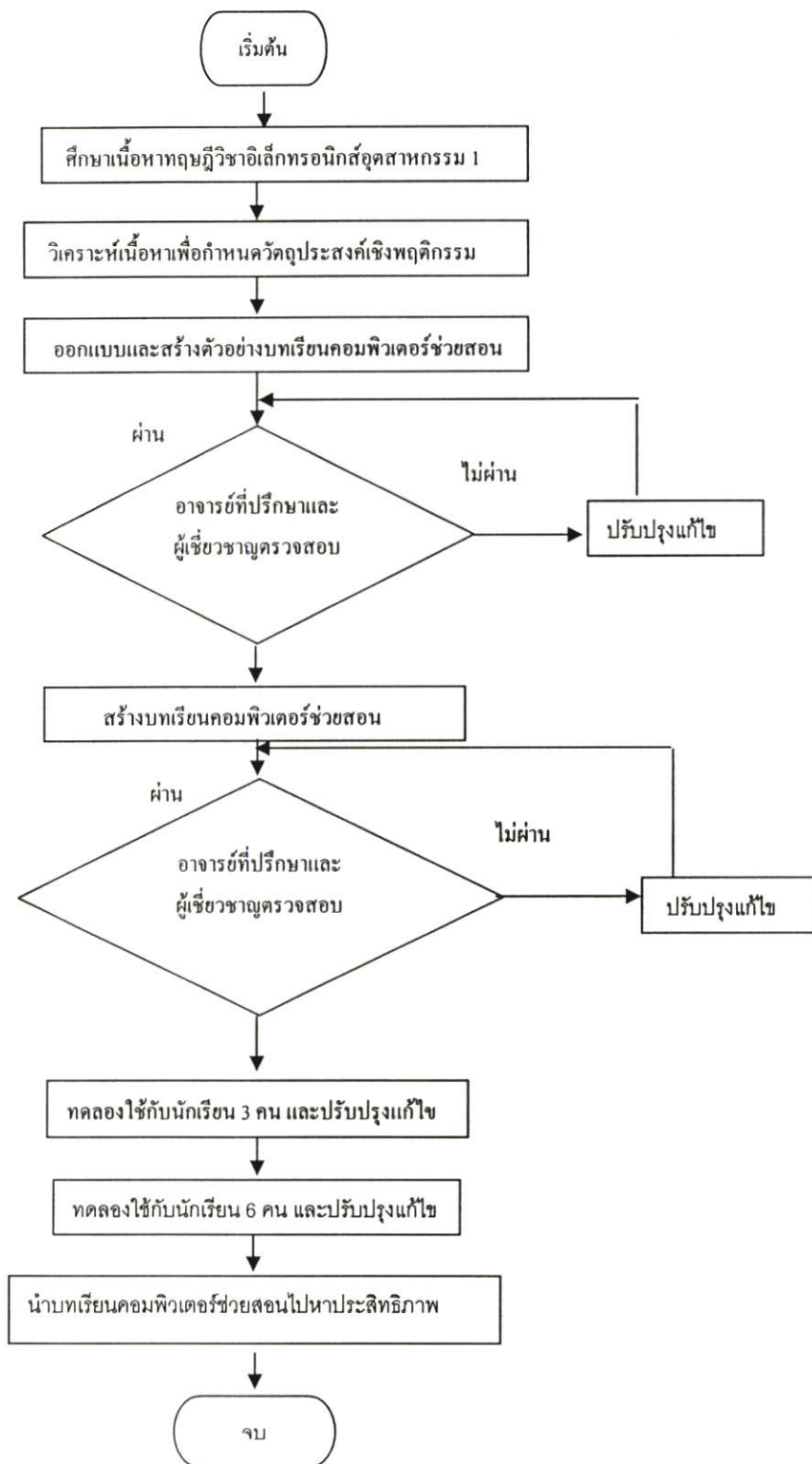
1.6 นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างเสร็จแล้ว ให้อาจารย์ที่ปรึกษาและผู้ทรงคุณวุฒิที่เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้อง และความเหมาะสมส่วนอื่น ๆ เพื่อนำมาแก้ไขปรับปรุงให้ถูกต้องและเหมาะสม

1.7 นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่ได้ปรับปรุงแล้วไปทดลองใช้กับนักศึกษาในกลุ่มทดลองขนาดเล็ก ที่ยังไม่เคยผ่านการเรียนในรายวิชานี้ ซึ่งเรียนอยู่ในเกณฑ์เก่ง ปานกลาง และอ่อน เกณฑ์ละ 1 คนจำนวน 3 คน ผู้วิจัยสังเกตพฤติกรรม สัมภาษณ์ และบันทึกสิ่งที่ควรแก้ไข เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไขบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

1.8 หลังจากทำการทดลองใช้ครั้งที่ 1 กับนักศึกษาในกลุ่มทดลองขนาดเล็ก จำนวน 3 คน แล้วนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับนักศึกษาในกลุ่มทดลองขนาดใหญ่ ที่ยังไม่เคยผ่านการเรียนในรายวิชานี้ ซึ่งเรียนอยู่ในเกณฑ์เก่ง ปานกลาง และอ่อน อย่างละ 2 คน ผู้วิจัยสังเกตพฤติกรรม สัมภาษณ์ และบันทึกสิ่งที่ควรแก้ไขเพื่อนำมาปรับปรุงบทเรียน

1.9 หลังจากทำการทดลองใช้ครั้งที่ 2 กับนักศึกษาในกลุ่มทดลองขนาดใหญ่ จำนวน 6 คนแล้ว นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปหาประสิทธิภาพ E1/E2 โดยดำเนินการกับนักศึกษาในกลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่มหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนต่อไป

จากขั้นตอนทั้งหมดสามารถเขียนเป็น Flow Chart แสดงขั้นตอนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ตามแผนภาพที่ 3.1 ได้ดังนี้



ภาพที่ 3.1 แผนภูมิแสดงลำดับขั้นตอนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องทรานสดิวเซอร์ทางอุณหภูมิจัดโดยผู้เรียนได้เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแล้ว ต้องทำการทดสอบเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยแบบทดสอบเป็นชนิดเลือกตอบ มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

2.1 ศึกษาเนื้อหาและวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เรื่องทรานสดิวเซอร์ทางอุณหภูมิตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง

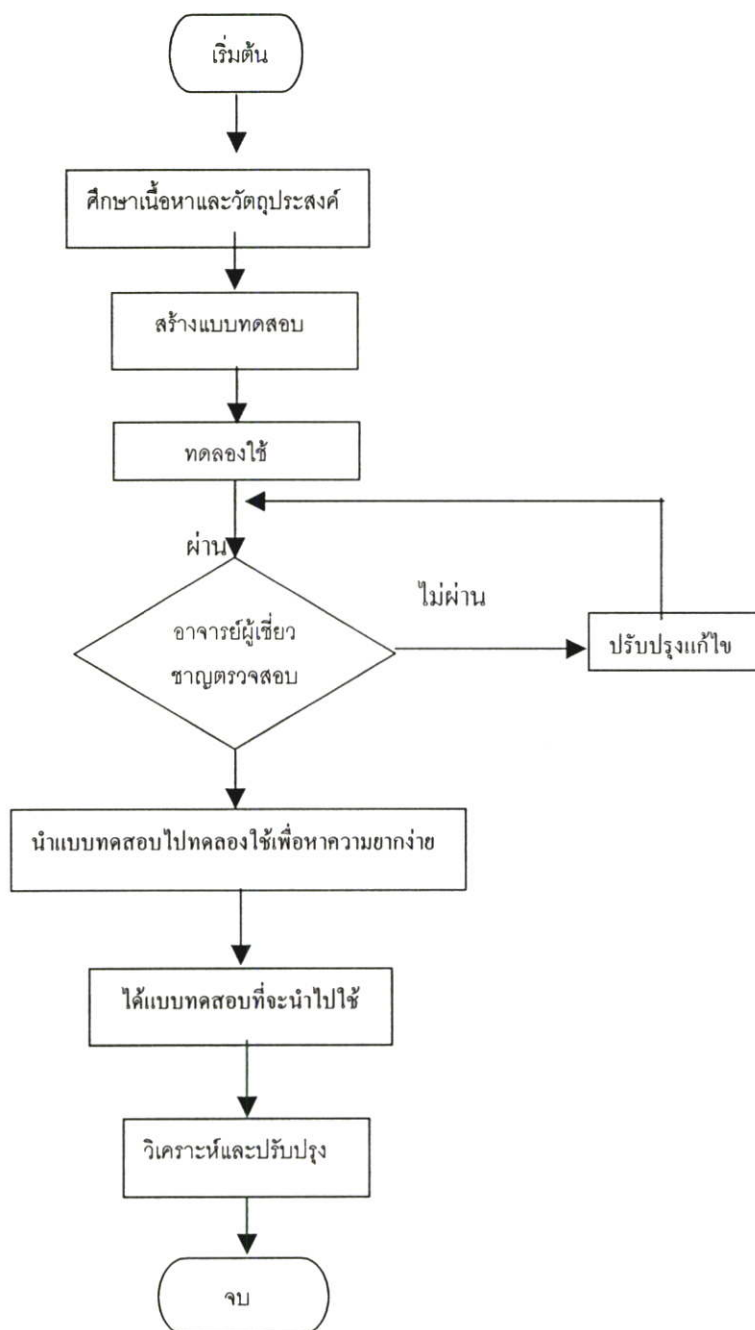
2.2 ทำการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยเป็นแบบทดสอบชนิด 4 ตัวเลือกให้สอดคล้องกับเนื้อหาและวัตถุประสงค์ นำไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความเหมาะสม ปรับปรุงแก้ไขส่วนที่บกพร่อง

2.3 นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหา ความยากง่าย และความเหมาะสมของแบบทดสอบ ทำการปรับปรุงแก้ไขในส่วนที่บกพร่อง

2.4 นำแบบทดสอบที่ได้ผ่านการปรับปรุงแก้ไขไปทำการทดสอบกับนักศึกษาช่างอิเล็กทรอนิกส์ ชั้นปีที่ 1 ที่เรียนในรายวิชานี้

2.5 นำผลคะแนนที่ได้จากการทดสอบไปทำการวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อ เพื่อหาความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ (ค่า P ค่า r และค่า R_{tt})

2.6 หลังจากวิเคราะห์แล้ว นำแบบทดสอบมาปรับปรุงแก้ไขอีกครั้ง เพื่อนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง ตามแผนภาพที่ 3.2 แสดงขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน



ภาพที่ 3.2 แผนภูมิแสดงขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3. แบบประเมินสื่อการสอน

ผู้วิจัยได้สร้างแบบประเมินสื่อการสอน โดยแบ่งการประเมินออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. การประเมินด้านเนื้อหา
2. การประเมินด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

โดยได้ดำเนินการสร้างแบบประเมินสื่อการสอนทั้ง 2 แบบ ในแบบประเมิน จะมีช่องให้ผู้ทรงคุณวุฒิเลือกประเมินเพื่อแสดงความคิดเห็น ซึ่งเป็นการวัดแบบประมาณค่า (Rating scale) ตามแบบของลิเคิร์ต (Likert's scale) (พรณี สิกิจวัจนะ. 2541 : 128) ซึ่งการประเมินแบ่งออกเป็น 5 ระดับ (Rating Scale) คือ

- 5 หมายถึง ดีมาก
- 4 หมายถึง ดี
- 3 หมายถึง ปานกลาง
- 2 หมายถึง พอใช้
- 1 หมายถึง ควรปรับปรุง

โดยมีเกณฑ์การตีความหมายของการแสดงความคิดเห็นจากผู้ทรงคุณวุฒิ ตามแบบของ Jonh W Best ซึ่งจะนำคะแนนที่ได้จากแบบประเมินสื่อ มาคำนวณหาค่าเฉลี่ยเพื่อทำการประเมิน ดังตารางที่ 3.1

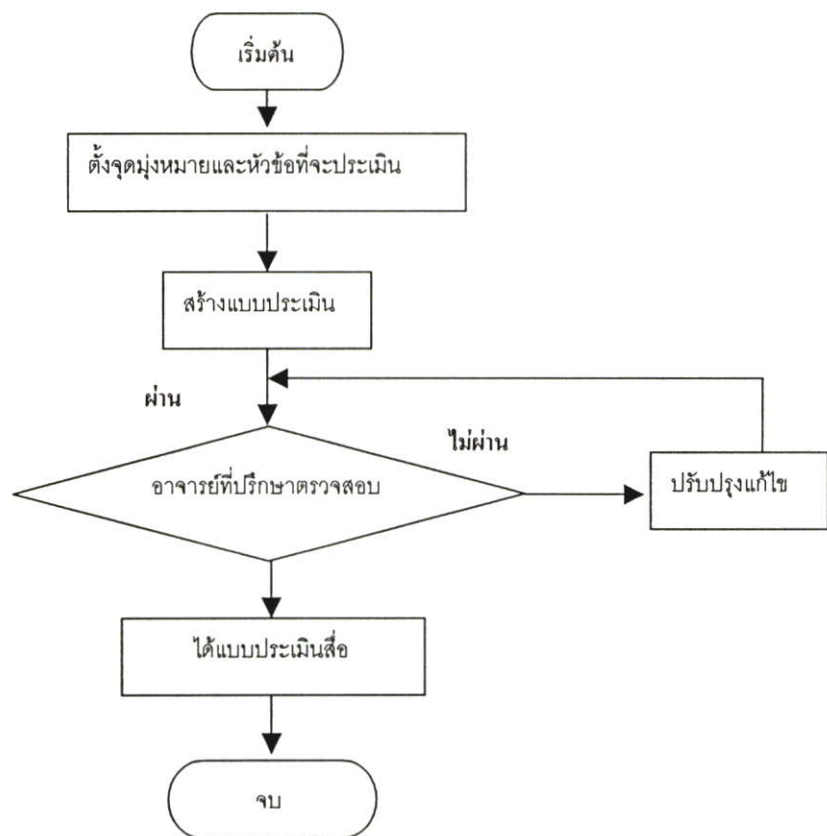
ตารางที่ 3.1 เกณฑ์ความหมายของการแสดงความคิดเห็น

เกณฑ์(\bar{x})	ระดับความคิดเห็น
4.50 – 5.00	ดีมาก
3.50 – 4.49	ดี
2.50 – 3.49	ปานกลาง
1.50 – 2.49	พอใช้
1.00 – 1.49	ควรปรับปรุง

ในการประเมินนั้น จะต้องได้เกณฑ์ (\bar{X}) ตั้งแต่ 3.50 ขึ้นไป จึงจะถือว่าผ่านเกณฑ์การประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิ

การสร้างแบบประเมินทั้ง 2 ประเภทนั้น มีขั้นตอนดังนี้

1. ตั้งจุดมุ่งหมายและหัวข้อที่จะประเมิน
2. ออกแบบประเมินและกำหนดระดับคะแนน
3. นำแบบประเมินสื่อทั้ง 2 แบบ ให้อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ตรวจสอบและปรับปรุงแก้ไข
4. ได้แบบประเมินสื่อด้านเนื้อหาและแบบประเมินด้านเทคนิคการผลิตสื่อที่ปรับปรุงแล้ว



แผนภาพที่ 3.3 แผนภูมิขั้นตอนการสร้างแบบประเมินสื่อการสอน

3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัยตามขั้นตอนดังนี้

1. ติดต่องานบัณฑิต คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เพื่อออกหนังสือขอความร่วมมือในการเก็บข้อมูลการวิจัย ไปยังผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคมีนบุรี และขอหนังสือเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

2. นำหนังสือขอความร่วมมือในการทำวิจัยจากงานบัณฑิต คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ไปติดต่อผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคมีนบุรี เพื่อขออนุญาตในการเก็บข้อมูลการวิจัย

3. หาประสิทธิภาพของแบบทดสอบ นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผ่านการตรวจสอบแล้วจำนวน 100 ข้อ นำไปทดลองใช้กับผู้เรียนที่เคยผ่านการเรียน ในรายวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม 1 เรื่องทรานซิสเตอร์ทางอุณหภูมิตัวแล้ว จำนวน 40 คน เพื่อกำหนดค่าที่ได้จากการทดสอบมาวิเคราะห์หาความยากง่าย (P) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่น $KR - 20$ (Kuder-Richardson) เพื่อคัดเลือกข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์

4. สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องทรานซิสเตอร์ทางอุณหภูมิตัวให้ผู้ทรงคุณวุฒิ ด้านเนื้อหาและเทคนิคการผลิตสื่อตรวจสอบความถูกต้อง ความเหมาะสม โดยประเมินตามรายการแบบประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่แจกให้ นำคะแนนมาวิเคราะห์หาค่าทางสถิติ โดยต้องผ่านตามเกณฑ์ที่กำหนดตั้งแต่ระดับ 3.50 ขึ้นไป เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไขเตรียมที่จะนำไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

5. แจกกลุ่มตัวอย่างให้ทราบล่วงหน้าก่อนการทดลอง บทเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยแบ่งการทดลองเป็น 3 ขั้นตอนดังนี้

5.1 ขั้นการทดลองกลุ่มเล็ก จำนวน 3 คน จากประชากรที่เหลือจากการเลือกกลุ่มตัวอย่าง โดยเลือกจากผู้เรียนกลุ่มเรียนเก่ง กลุ่มเรียนปานกลาง และกลุ่มเรียนอ่อน กลุ่มละ 1 คน โดยดูจากผลคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนในปีการศึกษาที่ 1/2544

5.2 ขั้นการทดลองกลุ่มใหญ่ ใช้วิธีการเลือกแบบเฉพาะเจาะจง จำนวน 6 คน จากประชากรที่เหลือจากการเลือกกลุ่มตัวอย่าง โดยเลือกจากกลุ่มผู้เรียนเก่ง กลุ่มเรียนปานกลาง และกลุ่มเรียนอ่อน กลุ่มละ 2 คน โดยดูจากผลคะแนนเฉลี่ยของนักศึกษาในปีการศึกษาที่ 1/2544 เพื่อทดลองหาข้อบกพร่อง และนำไปปรับปรุงแก้ไข

5.3 ขั้นตอนการทดลองกับนักศึกษาห้องเรียนที่ 1 เป็นกลุ่มหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างอย่างง่าย (Simple Random Sampling) โดยวิธีการจับฉลาก จากนักเรียนห้องเรียนที่ 1 จำนวน 20 คน

6. ทำการทดลองหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในขั้นตอนการทดลองกลุ่มทดลองหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยมีลำดับขั้นตอนดังนี้

6.1 จัดเตรียมห้องเรียนและวัสดุอุปกรณ์ที่จะใช้ในการทดลองให้พร้อม เพื่อให้ผู้เรียนจะได้ใช้เครื่องได้ทันทีโดยผู้เรียน 1 คน ใช้คอมพิวเตอร์ 1 เครื่อง

6.2 แนะนำการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนพื้นฐานแก่ผู้เรียน

6.3 ผู้เรียนเปิดบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อศึกษาเนื้อหาแต่ละเรื่อง และทำแบบฝึกหัดท้ายบท แล้วบันทึกคะแนน เพื่อหาค่า E_1

6.4 หลังจากศึกษาเนื้อหาจบ ผู้เรียนต้องทำแบบทดสอบหลังเรียน (Post – Test) แล้วบันทึกคะแนน เพื่อหาค่า E_2

7. วิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากนักศึกษาที่ทำแบบทดสอบหลังเรียน (Post – Test) ในกลุ่มทดลอง และจากนักศึกษาที่ทำแบบทดสอบหลังเรียน (Post – Test) ในกลุ่มควบคุม คำนวณ หาค่า t – test วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยจะวิเคราะห์ข้อมูลต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1. หาค่าสถิติพื้นฐานของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
2. หาค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ
3. หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
4. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับการเรียนแบบปกติ
5. หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

3.5 สถิติที่ใช้ในการวิจัย

3.5.1 หาค่าสถิติพื้นฐานของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (กานดา พูนลาภทวิ. 2530 : 42)

3.5.1.1 การหาค่าเฉลี่ยของผลการเรียนรู้ จากสูตร

$$\text{สูตร} \quad \bar{X} = \frac{\sum x}{N}$$

เมื่อ \bar{X} แทนค่า ค่าคะแนนเฉลี่ย
 $\sum x$ แทนค่า ผลรวมของค่าคะแนนทั้งหมด
 N แทนค่า จำนวนข้อมูลทั้งหมด

3.5.1.2 หาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากสูตร

$$\text{สูตร} \quad SD = \sqrt{\frac{n\sum x^2 - (\sum x)^2}{n(n-1)}}$$

เมื่อ	SD	แทนค่า ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	$\sum X$	แทนค่า ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
	$\sum X^2$	แทนค่า ผลรวมกำลังสองของคะแนนทั้งหมด
	n	แทนค่า จำนวนข้อมูลทั้งหมด

3.5.2 หาคความยากและค่าอำนาจจำแนก ของแบบทดสอบเป็นรายข้อ (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2540 :129) ความยาก หมายถึง สัดส่วนระหว่างจำนวนผู้ที่ตอบข้อสอบในแต่ละข้อถูกต้องจำนวนผู้เข้าสอบทั้งหมด

3.5.2.1 หาค่าความยากง่ายของแบบทดสอบเป็นรายข้อคำนวณจากสูตร

$$\text{สูตรหาคความยาก} \quad P = \frac{R}{N}$$

เมื่อ	P	แทนค่า ความยากง่ายของคำถามแต่ละข้อ
	R	แทนค่า จำนวนผู้ตอบถูกในแต่ละข้อ
	N	แทนค่า จำนวนผู้เข้าสอบทั้งหมด

ถ้า P มีค่ามาก (ตัวถูก) หมายถึง มีคนตอบถูกในข้อนั้นมาก ข้อสอบข้อนั้นก็ง่าย

ถ้า P มีค่าน้อย (ตัวถูก) หมายถึง มีคนตอบถูกในข้อนั้นน้อย ข้อสอบนั้นก็ยาก

ค่า P จะมีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1

เกณฑ์ความยากของข้อสอบ กำหนดไว้อยู่ระหว่าง .20 ถึง .80 แปลผลดังนี้

ข้อสอบข้อนั้นมีค่า P เท่ากับ .50 แสดงว่า ข้อสอบนั้นมีความยากปานกลางพอดี

ข้อสอบข้อนั้นมีค่า P ต่ำกว่า .50 แสดงว่า ข้อสอบนั้นค่อนข้างไปทางยาก

ข้อสอบข้อนั้นมีค่า P สูงกว่า .50 แสดงว่า ข้อสอบนั้นค่อนข้างไปทางง่าย

ข้อสอบข้อนั้นมีค่า P ต่ำกว่า .20 แสดงว่า ข้อสอบนั้นยากเกินไป

ข้อสอบข้อนั้นมีค่า P สูงกว่า .80 แสดงว่า ข้อสอบนั้นง่ายเกินไป

3.5.2.2 หาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ

ผู้วิจัยใช้สูตรสัดส่วนของความแตกต่างระหว่างกลุ่มสูง-กลุ่มต่ำ เป็นการหาค่าอำนาจจำแนกเป็นรายข้อ ใช้สูตร (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2540 : 130)

$$\text{หาค่าอำนาจการจำแนก } r = \frac{R_u - R_l}{N/2}$$

เมื่อ r แทนค่า อำนาจการจำแนกของข้อสอบรายข้อ
 R_u แทนค่า จำนวนผู้ที่ตอบถูกในข้อนั้นในกลุ่มเก่ง
 R_l แทนค่า จำนวนผู้ที่ตอบถูกในข้อนั้นในกลุ่มอ่อน
 N แทนค่า จำนวนคนในกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด

ค่าอำนาจจำแนกจะมีค่าอยู่ระหว่าง -1 ถึง +1

ข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนกเป็นบวกและเข้าใกล้ 1 แสดงว่า มีอำนาจจำแนกสูง

ข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนกเป็นลบและเท่ากับ 0 แสดงว่าข้อนั้นไม่มีอำนาจจำแนก

ค่าอำนาจจำแนกตามเกณฑ์ที่กำหนดคือมีค่าตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป

3.5.3 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ ใช้สูตร KR – 20 ของ Kuder - Richardson

(พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2540 :125) ข้อตกลงเบื้องต้นของวิธีนี้ คือ เครื่องมือชุดนี้ต้องวัดลักษณะเดียวร่วมกัน และมีระบบการให้คะแนนที่เป็น Dichotomous คือ ตอบถูกได้ 1 คะแนน ตอบผิดได้ 0 คะแนน สูตรนี้ต้องหาสัดส่วนของคนทำผิดและคนทำถูกในแต่ละข้อด้วย

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

r_{tt} แทนค่า ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

k แทนค่า จำนวนข้อสอบ

p แทนค่า สัดส่วนของคนทำถูกในแต่ละข้อ

q แทนค่า สัดส่วนของคนทำผิดในแต่ละข้อ = $1 - p$

S_t^2 แทนค่า ความแปรปรวนของคะแนนทั้งหมด

3.5.4 สถิติที่ใช้ในการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการเรียนบทเรียน

คอมพิวเตอร์ช่วยสอน กับการเรียนแบบปกติ การทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของข้อมูลสองกลุ่มที่เป็นอิสระต่อกัน Two Independent Sample Test มีขั้นตอนในการพิจารณาการใช้สูตรดังนี้

3.5.4.1 ทดสอบค่าความแตกต่างระหว่างความแปรปรวนของประชากร สองกลุ่ม (σ_1^2, σ_2^2) ว่าแตกต่างกันหรือไม่ ด้วยการทดสอบค่า F (F-test)

$$\text{สูตร} \quad F = \frac{S_1^2}{S_2^2} \quad \text{กำหนดให้ } S_1^2 > S_2^2$$

$$df_1 = n_1 - 1$$

$$df_2 = n_2 - 1$$

S_1^2 แทนค่า ค่าความแปรปรวนกลุ่มที่มีค่าตัวเลขมาก

S_2^2 แทนค่า ค่าความแปรปรวนกลุ่มที่มีค่าตัวเลขน้อย

df_1, df_2 แทนค่า ค่า F จากตาราง Critical Values of F

ถ้าค่า F ที่คำนวณได้ < ค่า F จากตารางให้ยอมรับ $H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2$ แสดงว่าความแปรปรวนของกลุ่มประชากร ไม่แตกต่างกัน (เท่ากับ $\sigma_1^2 = \sigma_2^2$) ให้ใช้สูตร t-test ชนิด Pooled Variance ตามหัวข้อที่ 3.5.4.2

ถ้าค่า F ที่คำนวณได้ > ค่า F จากตารางให้ปฏิเสธ $H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2$ ยอมรับ $H_1 : \sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$ แสดงว่าความแปรปรวนของกลุ่มประชากร แตกต่างกัน (ไม่เท่ากับ $\sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$) ให้ใช้สูตร t-test ชนิด Separate Variance ตามหัวข้อที่ 3.5.4.3

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

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

$$df = n_1 + n_2 - 2$$

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

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

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

เมื่อ \bar{X}_1 แทนค่า ค่าคะแนนเฉลี่ยได้จากการทำแบบทดสอบหลังเรียน ของกลุ่มทดลอง ที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

\bar{X}_2 แทนค่า ค่าคะแนนเฉลี่ยได้จากการทำแบบทดสอบหลังเรียน ของกลุ่มควบคุม ที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ

S_1^2 แทนค่า ค่าความแปรปรวนของกลุ่มทดลอง ที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

S_2^2 แทนค่า ค่าความแปรปรวนของกลุ่มควบคุม ที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ

n_1 แทนค่า จำนวนนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

n_2 แทนค่า จำนวนนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ

df แทนค่า ค่า t จากตาราง Critical Values of t

3.5.5 หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยใช้สูตร(ชัยขงค์ พรหม วงศ์. 2520:136)

$$E_1 = \frac{\sum X}{N} \times 100 \quad (\text{หรือ} \quad \frac{\bar{X}}{A} \times 100)$$

$$E_2 = \frac{\sum F}{N} \times 100 \quad (\text{หรือ} \quad \frac{\bar{F}}{B} \times 100)$$

เมื่อ E_1 แทนค่า คะแนนเฉลี่ยของผู้เรียนที่ตอบถูกจากการทำแบบทดสอบย่อย หลังเรียน (แบบฝึกหัด) ในแต่ละใบงาน คิดเป็นร้อยละ

E_2 แทนค่า คะแนนเฉลี่ยของผู้เรียน ที่ตอบถูกจากการทำแบบทดสอบหลัง เรียนคิดเป็นร้อยละ

$\sum X$ แทนค่า คะแนนรวมที่ตอบถูกของแบบฝึกหัดท้ายบท

$\sum F$ แทนค่า คะแนนรวมที่ตอบถูกของแบบทดสอบหลังเรียน

A แทนค่า คะแนนเต็มของแบบฝึกหัด

B แทนค่า คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน

N แทนค่า จำนวนผู้เรียน

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม 1 (3105-2004) เรื่องทรานสดิวเซอร์ทางอุณหภูมิตามหลักสูตรระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พ.ศ. 2540 ผู้วิจัยได้นำบทเรียนที่สร้างขึ้นไปทดลองใช้กับนักศึกษาระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงปีที่ 1 วิทยาลัยเทคนิคมีนบุรี จังหวัดกรุงเทพมหานคร ที่ยังไม่เคยเรียน วิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม 1 เรื่องทรานสดิวเซอร์ทางอุณหภูมิก่อน เพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพของบทเรียน ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ระหว่างนักศึกษาที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับนักศึกษาที่เรียนแบบปกติ โดยดำเนินการทดลองตามขั้นตอนการหาประสิทธิภาพของบทเรียน 3 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนทดลองใช้ครั้งแรกกับกลุ่มทดลองแบบ 1 ต่อ 1 ขั้นตอนทดลองใช้ครั้งที่สองกับกลุ่มย่อย ขั้นตอนหาประสิทธิภาพของบทเรียนกับกลุ่มที่ 1 ในแต่ละขั้นตอนจะนำข้อมูลที่นำไปพัฒนาคุณภาพของบทเรียนในขั้นต่อไป จนกระทั่งได้บทเรียนที่มีประสิทธิภาพพอที่จะนำไปใช้ในการเรียนการสอนจริงตามวัตถุประสงค์ได้

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในแต่ละขั้นตอนและการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผู้วิจัยได้เรียงลำดับไว้ดังนี้

4.1 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

4.2 ผลการวิเคราะห์การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มตัวอย่าง

4.1 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ผู้วิจัยจัดสร้างขึ้นได้ผ่านการปรับปรุงแก้ไขจากผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์และผู้ทรงคุณวุฒิ ทดลองใช้กับกลุ่มทดลองแบบ 1 ต่อ 1 จำนวน 3 คน ทดลองใช้กับกลุ่มย่อย จำนวน 6 คน ทดลองใช้กับกลุ่มที่ 1 (เป็นกลุ่มหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน) จำนวน 20 คน กับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2544 ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคมีนบุรี ที่ไม่เคยผ่านการเรียนเนื้อหาวิชานี้มาก่อน จากผลการทดลองหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยใช้คะแนนจากการทำแบบทดสอบระหว่างเรียนและคะแนนจากการทำแบบทดสอบหลังเรียนดังแสดงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 แสดงผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	จำนวนนักเรียน	คะแนนระหว่างเรียนเต็ม 40	E1 (%)	คะแนนหลังเรียนเต็ม 40	E2 (%)
\bar{X}	20	33.45	83.85	32.65	81.85

จากตารางที่ 4.1 แสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องทรานสคิวเซอร์ทางอุณหภูมิมีประสิทธิภาพมีประสิทธิภาพ 83.85/81.85 สูงกว่าเกณฑ์ 80/80

4.2 ผลการวิเคราะห์การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มตัวอย่าง

ผลการวิเคราะห์การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของกลุ่มตัวอย่างที่ศึกษาเนื้อหาจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องทรานสคิวเซอร์ทางอุณหภูมิจึงได้พิจารณาจากผลของคะแนนการทำแบบทดสอบของกลุ่มทดลองเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และกลุ่มควบคุมที่ทำการเรียนแบบปกติดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 แสดงค่าสถิติการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

แบบทดสอบ	n	\bar{X}	SD	df	t-test
กลุ่มทดลอง(เรียนด้วย CAI)	20	31.40	2.84	38	2.74*
กลุ่มควบคุม(เรียนแบบปกติ)	20	28.85	2.18		

จากตารางที่ 4.2 เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจะพบว่าค่าเฉลี่ยของการทำแบบทดสอบของกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และกลุ่มควบคุมที่ทำการเรียนแบบปกติ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 31.40 และ 28.85 ตามลำดับและค่า t ที่คำนวณได้ 2.74* จากการเปิดตารางค่าวิกฤต t ที่ระดับความมีนัยสำคัญ .05 ค่า t = 1.69 (เมื่อ df = n + n - 2) ดังนั้นค่า t ที่ได้จากการคำนวณมากกว่าค่า t ที่เปิดจากตารางค่าวิกฤต t แสดงว่ากลุ่มทดลองที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าจากกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยวิธีการเรียนแบบปกติ

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม 1 เรื่องทรานสดิวเซอร์ทางอุณหภูมิ สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 1 ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคมินบุรี ได้สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ โดยแบ่งเป็นสาระสำคัญ ดังนี้

5.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

5.1.1 เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องทรานสดิวเซอร์ทางอุณหภูมิ ในรายวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม 1 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2540

5.1.2 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักศึกษาที่เรียนด้วย บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องทรานสดิวเซอร์ทางอุณหภูมิ กับวิธีการเรียนแบบปกติ

5.2 สมมติฐานการวิจัย

5.2.1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม 1 (3105-2004) เรื่องทรานสดิวเซอร์ทางอุณหภูมิ ที่สร้างขึ้น มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80

5.2.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องทรานสดิวเซอร์อุณหภูมิ สูงกว่านักศึกษาที่เรียนแบบปกติ

5.3 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

5.3.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 1 ที่ศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2544 ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคมินบุรี จำนวน 3 ห้องเรียน ห้องเรียนละ 40 คน รวมนักศึกษาทั้งสิ้น 120 คน

5.3.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 1 ที่ศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2544 ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคมินบุรี โดยการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) ด้วยวิธีการจับฉลากจากนักศึกษาในแต่ละห้องเรียน ห้องเรียนละ 20 คน รวมทั้ง 3 ห้องเรียนจำนวน 60 คน แบ่งออกเป็น 3 กลุ่มดังนี้

- กลุ่มที่ 1 จำนวน 20 คน เป็นกลุ่มหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
- กลุ่มที่ 2 จำนวน 20 คน เป็นกลุ่มทดลอง ที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
- กลุ่มที่ 3 จำนวน 20 คน เป็นกลุ่มควบคุม ที่เรียนแบบปกติ

5.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นเอง ประกอบด้วย

5.4.1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องทรานสดิวเซอร์ทางอุณหภูมิ

เป็นบทเรียนที่ใช้สอนด้านเนื้อหาทฤษฎี วิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม 1 เรื่องทรานสดิวเซอร์ทางอุณหภูมิ ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นด้วยโปรแกรม Authoring มีลักษณะเป็นบทเรียนแบบสาขา บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประกอบด้วย 3 ส่วน คือ ส่วนนำเข้าสู่เนื้อหา ส่วนเนื้อหาและแบบทดสอบระหว่างเรียนในแต่ละตอน ในการศึกษาบทเรียนใช้เวลาเฉลี่ยประมาณ 50 นาที เนื้อหาแบ่งออกเป็น 3 ตอน ดังนี้ ตอนที่ 1 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับทรานสดิวเซอร์ และตอนที่ 2 ทรานสดิวเซอร์ทางอุณหภูมิซึ่งเป็นบทนำเข้าสู่เนื้อหาเรื่องเทอร์มิสเตอร์ ตอนที่ 3 เรื่อง RTD และตอนที่ 4 เรื่อง เทอร์โมคัปเปิ้ล ซึ่งในแต่ละตอนจะมีแบบทดสอบระหว่างเรียนรวม 4 ตอน 40 ข้อ

5.4.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เป็นแบบทดสอบเรื่องทรานสดิวเซอร์ทางอุณหภูมิ เป็นชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.25-0.55 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.2 – 0.5 และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเท่ากับ 0.845

5.4.3 แบบประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

แบบแสดงความคิดเห็นสำหรับผู้ทรงคุณวุฒิ ใช้จัดอันดับคุณภาพโดยแบ่งออกเป็น 5 ระดับ คือคุณภาพดีที่ สุด คุณภาพดี คุณภาพปานกลาง คุณภาพน้อย คุณภาพน้อยที่สุด แบบประเมินคุณภาพด้านเนื้อหา โดยผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 9 ข้อ ได้คุณภาพด้านเนื้อหาอยู่ในระดับดี คือค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.16 และแบบประเมินคุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่อ โดยผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อ จำนวน 10 ข้อ และได้คุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่ออยู่ในระดับคุณภาพดี คือค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.95

5.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยและพัฒนาเพื่อการศึกษา (Educational Research and Development) โดยผู้วิจัยได้พัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องทรานสดิวเซอร์ทางอุณหภูมิต่อการเรียนใน วิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม1 สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงปีที่ 1 ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ ใช้เวลาเรียนประมาณ 50 นาที บทเรียนนี้สร้างขึ้นเพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยมีขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูลดังนี้

5.5.1 สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง ทรานสดิวเซอร์ทางอุณหภูมิต่อให้ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อตรวจสอบความถูกต้อง ความเหมาะสมและสอดคล้อง จำนวน 4 ท่าน โดยประเมินตามรายการแบบประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่แจกให้ นำคะแนนมาวิเคราะห์หาค่าทางสถิติ โดยต้องผ่านตามเกณฑ์ที่กำหนดตั้งแต่ระดับ 3.50 ขึ้นไป เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไข เตรียมที่จะนำไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

5.5.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง เป็นนักศึกษาที่เรียนวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม1 และยังไม่เคยเรียนเนื้อหาเรื่องทรานสดิวเซอร์ทางอุณหภูมิมาก่อนใช้วิธีสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) โดยวิธีการจับฉลาก จากนักศึกษาจาก 3 ห้องเรียน จำนวน 20 คน

5.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล ดังต่อไปนี้

5.6.1 วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยใช้คะแนนจากการทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียน (E_1) และคะแนนจากการทำแบบทดสอบหลังเรียน (E_2) โดยใช้สูตรการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผลการวิเคราะห์ได้ว่า E_1/E_2 เท่ากับ 83.85/81.85 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80

5.6.2 วิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มตัวอย่าง หาค่าสถิติโดยใช้ t-test ชนิด Pooled Variance ทดสอบความแตกต่างของคะแนนระหว่างกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และกลุ่มควบคุมที่ใช้วิธีการเรียนแบบปกติ คะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบเท่ากับ 31.40 และ 28.85 คะแนน ตามลำดับ ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พบว่ากลุ่มทดลองที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างจากกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยวิธีการเรียนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้

5.7 สรุปผลการวิจัย

5.7.1 ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องทรานสดิวเซอร์ทางอุณหภูมิจัดคะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบระหว่างเรียนและแบบทดสอบหลังบทเรียน 83.85/81.85 ซึ่งคะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบระหว่างเรียนและแบบทดสอบหลังบทเรียนสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

5.7.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากวิธีการเรียนแบบปกติ ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พบว่ากลุ่มที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างจากกลุ่มควบคุมที่เรียนปกติซึ่งมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

5.8 การอภิปรายผลการวิจัย

5.8.1 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

จากผลการวิจัยพบว่า การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องทรานสดิวเซอร์ทางอุณหภูมิจนในรายวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม 1 รหัสวิชา 3105-2004 สามารถนำไปใช้เป็นการเรียนการสอนสามารถนำไปใช้ได้ ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พ.ศ. 2540 ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งนี้ เพราะผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีประสิทธิภาพ 83.85/81.85 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดคือ 80/80 ซึ่งสอดคล้องกับ จรรย์ แสงราช (อ้างใน จันนิภา อิศรัตน์. 2541 : 62) การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการเรียนคอมพิวเตอร์ด้วยตนเอง วิชาวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า 1 หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต ผลการวิจัยพบว่า ชุดการเรียนคอมพิวเตอร์ด้วยตนเอง วิชาวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า 1 มีประสิทธิภาพ 81.48/80.46 สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ 80/80 สุริโยทัย สุปัญญาพงศ์ (2540 : ค) การวิจัยเรื่องการสร้างและหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน แบบมัลติมีเดีย เรื่องการกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ เฟส และ 3 เฟส ผลการวิจัยปรากฏว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน แบบมัลติมีเดียที่สร้างขึ้น สามารถใช้ในการเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ 85.89/80.27 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80/80

เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยของคะแนนแบบฝึกหัดระหว่างเรียนมีค่า 83.85 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ เนื่องจากการทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียน นักศึกษาจะได้ทำทีละตอน หลังจากทีเรียนจบในแต่ละตอน นักศึกษาสามารถจดจำเนื้อหาได้ง่าย ส่วนค่าเฉลี่ยของคะแนนแบบทดสอบหลังเรียนมีค่า 81.85 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์เช่นกัน แต่ต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนแบบฝึกหัดหลังระหว่างเรียน เนื่องจากการทำแบบทดสอบระหว่างเรียนมีรูปแบบของสิ่งเร้า แต่แบบทดสอบหลังเรียนอยู่ในรูปแบบของเอกสารและเนื้อหาทั้งหมดรวมเข้าด้วยกัน ทำให้เนื้อหามากขึ้นด้วย

5.8.2 การวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน กับวิธีการเรียนแบบปกติ

ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนด้วยวิธีการเรียนแบบปกติ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ แสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องทรานสคิวเซอร์ทางอุณหภูมิจานอง สามารถให้ความรู้แก่นักศึกษาได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ ชัยวัฒน์ บำรุงจิตต์ (2537 : ก) ได้ทำการทดลองใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีการชี้แนะแบบเคลื่อนไหวและแบบกระพริบอยู่กับที่ ในการสอนวิชาเขียนแบบเทคนิค 2 พบว่าผลสัมฤทธิ์และความคงทนทางการเรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีการชี้แนะทั้งสองแบบ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 สุวรรณ เกษร (2537 : 44-46) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ความคงทนและความชอบ จากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่เรียนเป็นรายบุคคลและรายกลุ่มที่มีขนาดแตกต่างกัน วิชาอิเล็กทรอนิกส์และวงจร 2 ผลการวิจัยสรุปได้ว่าผลสัมฤทธิ์และความคงทนทางการเรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดิลก บุญเรือง (2540 : ก) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์พฤติกรรมทางการเรียนของผู้เรียนที่เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาเครื่องยนต์ 1 เรื่องผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ระเบียบ โพธิ์กลิ่น (2541 : ก) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ และความคงทนทางการเรียน จากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่มีคำอธิบายในกรอบ 2 แบบ ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่มีคำอธิบายในกรอบทั้ง 2 แบบ มีผลสัมฤทธิ์และความคงทนทางการเรียนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จารุวัฒน์ อินทรบำรุง (2540 : ก) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาทฤษฎีวงจรไฟฟ้ากระแสสลับ จากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ให้ข้อมูลป้อนกลับต่างกัน ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ให้ข้อมูลป้อนกลับแบบอธิบายคำตอบ และแบบไม่อธิบายคำตอบ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วน Lee (อ้างใน จารุวัฒน์ อินทรบำรุง. 2540 : 58) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับผลของการให้ข้อมูลป้อนกลับต่างกันในคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผลการวิจัยพบว่า การให้ข้อมูลย้อนกลับต่างกัน ให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเหมือนกัน และ Kulhavy and Anderson (อ้างใน จารุวัฒน์ อินทรบำรุง. 2540 : 58) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการให้ข้อมูลป้อนกลับพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการให้ข้อมูลป้อนกลับทั้งสองรูปแบบแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

เมื่อพิจารณาการคำนวณค่าทางสถิติระหว่าง ค่าคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน กับค่าคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนด้วยวิธีการเรียนแบบปกติแล้วแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่

ในด้านของตัวเลขจะเห็นได้ว่านักศึกษาที่เรียนแบบปกติมีค่าคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 28.85 แต่นักศึกษาที่เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีค่าคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 31.40 ซึ่งมีค่าสูงกว่าทั้งนี้อาจเกิดจากความเร้าความสนใจ รวมถึงสีของตัวอักษร จากผลงานวิจัยและงานเขียนที่เกี่ยวข้องกับความชอบในรูปแบบตัวอักษร จะเห็นได้ว่าความอ่านง่ายของตัวอักษรเพียงอย่างเดียว ไม่สามารถทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนดีขึ้นด้วย วิชัย ภูโยธิน (อ้างใน สมชาย ทรงประกอบ. 2541 : 3) การศึกษาผลการรับรู้อักษรสีบนพื้นสีที่ใช้คู่สีตัดกัน ซึ่งผู้เชี่ยวชาญทางศิลปะได้เสนอแนะไว้ว่าการใช้สตรงข้ามกันหรือตัดกัน โดยสีนั้นตัดกันอย่างเหมาะสมดูแล้วรู้สึกว่ายกขรรกระโดดออกมาสามารถแก้ความเบื่อหน่ายทำให้ดูสดใสสร้างจุดเด่นสะดุดตา และสามารถดึงความสนใจให้อยากมองมากขึ้น

สรุปจากผลการวิจัยพบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องทราสคิวเซอร์ทางอุณหภูมิจึงสามารถนำไปใช้เป็นที่สื่อการสอนในรายวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม 1 (3105-2004) ได้อย่างมีประสิทธิภาพทั้งนี้เนื่องจากการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของบทเรียนให้ได้ตามเกณฑ์ที่กำหนดคือ 80/80 นั้นผลของประสิทธิภาพที่ออกมาคือ 83.85/81.85 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้ใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนก็สูงกว่า นักศึกษาที่ทำการเรียนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 แสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องทราสคิวเซอร์ทางอุณหภูมิจึงสามารถให้ความรู้แก่นักศึกษาได้อย่างมีประสิทธิภาพ อีกนัยหนึ่งจากผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียน จะเห็นได้ว่ากลุ่มที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนคะแนนสูงกว่ากลุ่มที่เรียนแบบปกติ ส่วนหนึ่งจะมาจากการทำแบบทดสอบระหว่างเรียนและการทำแบบทดสอบหลังเรียน มีรูปแบบของสิ่งเร้าที่แตกต่างกันคือ การทำแบบทดสอบระหว่างเรียนจะทำในขณะที่ใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์แต่การทำแบบทดสอบหลังเรียนจะทำในรูปแบบของเอกสาร ไม่มีสิ่งเร้าทำให้เกิดความสนใจจึงทำให้ผลของคะแนนที่ได้มีค่าต่ำกว่า

5.9 ข้อเสนอแนะ

5.9.1 ข้อเสนอแนะทั่วไป

ปัจจุบันคอมพิวเตอร์เป็นที่รู้จักและมีใช้กันอย่างแพร่หลายมีใช้ในครอบครัวมากขึ้น ดังนั้น บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจึงเหมาะสำหรับการเรียนเพิ่มเติมและทบทวน ผู้เรียนสามารถที่จะเรียนเพิ่มเติมทบทวนได้ทุกเวลาที่ผู้เรียนต้องการ การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จึงต้องพิจารณาถึงกลุ่มผู้เรียนเป็นหลัก และสร้างให้สอดคล้องเหมาะสมกับกลุ่มของผู้เรียน

5.9.2 ข้อเสนอแนะเพื่อการนำผลการวิจัยไปใช้

5.9.2.1 การเตรียมความพร้อมของผู้เรียน เนื่องจากผู้เรียนส่วนใหญ่ไม่มีความรู้พื้นฐานด้านคอมพิวเตอร์ ถึงแม้ผู้วิจัยจะอบรมและสาธิตการใช้งานขั้นพื้นฐานให้แล้วก็ตาม แต่การ

ใช้คอมพิวเตอร์ได้ค่อนข้างดีช่วยอำนวยความสะดวกและประสบการณ์ในการใช้ ดังนั้นภายในระยะเวลาสั้นๆ ผู้เรียนอาจขาดความมั่นใจในการใช้เครื่องคอมพิวเตอร์

5.9.2.2 เมื่อเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ได้รายงานผลการเรียนแบบทดสอบแต่ละตอน ถ้าคะแนนไม่ถึง 80 % ควรสร้างโปรแกรมให้ผู้เรียนย้อนกลับไปศึกษาใหม่เพื่อให้ได้คะแนนตามเกณฑ์

5.9.2.3 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีเสียงประกอบบทเรียน จึงควรจัดเตรียมหูฟัง (headphones) เพื่อไม่ให้เสียงดังรบกวนสมาธิผู้เรียนคนอื่น

9.2.2.4 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถนำไปใช้สอนซ่อมเสริม เพื่อปรับพื้นฐานวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม1 เรื่องทรานสดิวเซอร์ทางอุณหภูมิจึงควรนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้ไปใช้เป็นการสอนคู่กับการสอนปกติ

9.2.2.5 ควรบันทึกบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในแผ่นซีดีรอมเก็บไว้ในห้องสมุด โดยห้องสมุดจะต้องจัดเตรียมเครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีศักยภาพเพียงพอที่จะรองรับโปรแกรมได้ และมีจำนวนเพียงพอที่จะให้ผู้เรียนสามารถยืมไปศึกษาต่อที่บ้านได้ เพื่อเปิดโอกาสให้ผู้เรียนหรือบุคคลทั่วไปได้ศึกษาหาความรู้ด้วยตนเองเมื่อมีเวลาว่าง

5.9.2.6 หลังจากการเรียนรู้จากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแล้ว ควรระมัดระวังในการนำอุปกรณ์ทรานสดิวเซอร์ไปใช้งานจริง

5.9.3 ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยต่อไป ผู้วิจัยขอเสนอแนะ ดังนี้

5.9.3.1 ควรเตรียมเครื่องคอมพิวเตอร์ ที่มีความเร็วมากกว่า Pentium 100 และหน่วยความจำควรมีน้อยกว่า 64 Mbที่สามารถใช้งานได้จริงไว้ให้พร้อมทั้งลำโพง และหูฟัง

5.9.3.2 ผู้เรียนควรมีความรู้เบื้องต้นการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์มาบ้าง

5.9.3.3 ควรนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้ไปทำการวิจัยเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับสื่อการสอนชนิดอื่นๆ ว่ามีความแตกต่างกันหรือไม่

5.9.3.4 ควรนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้น ไปทดลองใช้กับนักศึกษาในสถานศึกษาอื่นๆ เพื่อปรับปรุงให้ดียิ่งขึ้น

5.9.3.5 ควรสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม 1 ให้ครบทุกเนื้อหาวิชา แล้วนำไปหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เพื่อนำไปใช้ประกอบการเรียนการสอนต่อไป

บรรณานุกรม

กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ. 2535. หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524

(ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2535). กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ครุสภาลาดพร้าว.

กรมอาชีวศึกษา. 2537. “นโยบายพัฒนาอาชีวศึกษา.” เอกสารประกอบการสัมมนาช่วยผู้บริหารสถานศึกษาสังกัดกรมอาชีวศึกษา. ชลบุรี : โรงแรมแอมบาสเดอร์ซีดี.

กรมอาชีวศึกษา. 2540. หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2540.

กรุงเทพฯ : กรมอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ.

กฤษมันต์ วัฒนาณรงค์. 2536. เทคโนโลยีเทคนิคศึกษา. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

กานดา พูนลาภทวี. 2539. สถิติเพื่อการวิจัย. กรุงเทพฯ : พิสิกส์เซนเตอร์การพิมพ์.

กิดานันท์ มลิทอง. 2536. เทคโนโลยีการศึกษาร่วมสมัย. ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : โอ.เอส.พริ้นติ้ง.

กิตติ ศีรเศรษฐ. 2526. Transducers. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

ขนิษฐา ชานนท์. 2532. เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์กับการเรียนการสอน. เทคโนโลยีทางการศึกษา. ฉบับปฐมฤกษ์ : 7-13.

จรัญ แสนราช. 2521. “การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ในการสอนวิชาเพศศึกษาโดยใช้บทเรียน สำเร็จรูปกับการสอนปกติ.” ปรินญาณิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต , มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร.

จารุวัฒน์ อินทรบำรุง. 2540. “การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาทฤษฎีวงจรไฟฟ้ากระแสสลับ จากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ให้ข้อมูลป้อนกลับต่างกัน.” วิทยานิพนธ์ครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมมหาบัณฑิต ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

เจษฎา ชนะโรค. 2530. “ปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคลิกภาพกับวิธีการเรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนิสิตระดับปริญญาตรี.” วิทยานิพนธ์ ครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมมหาบัณฑิต., จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ฉลอง ทับศรี. 2535. “ซีเอไอเป็นไปได้ไหมในเมืองไทย.” วารสารรามคำแหง. 15(3) : 1-8.

ชัยวัฒน์ บำรุงจิตต์. 2537. “การทดลองใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีการชี้แนะแบบเคลื่อนไหวและแบบกระพริบอยู่กับที่ ในการสอนวิชาเขียนแบบเทคนิค 2.” วิทยานิพนธ์ครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมมหาบัณฑิต ภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยี บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

- ชาตรี จำปาศรี. 2540. “บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาทฤษฎีอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น เรื่อง การใช้มัลติมิเตอร์.” ปรินญาณิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต,มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร.
- ช่วงโชติ พันธุ์เวช. 2534. **บทเรียนคอมพิวเตอร์**. วารสารจันทร์เกษม. 217 : 16-24.
- ญาณี ฉันทศาสตร์พงศ์. 2535. “ผลของปฏิสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบการจัดกลุ่มผู้เรียนตามลักษณะบุคลิกภาพกับรูปแบบการกำหนดอัตราความก้าวหน้าในการเรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีผลต่อการเรียนรู้”. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ , มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร.
- ณรงค์ คำใหม่. 2528. “การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาคณิตศาสตร์เรื่องพื้นที่สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมปีที่ 2.” การค้นคว้าอิสระปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- คิลก บุญเรือง. 2540. “การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์พฤติกรรมทางการเรียนของผู้เรียนที่เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาเครื่องยนต์ 1.” วิทยานิพนธ์ครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชากรรมมหาบัณฑิต ภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยี บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- ทักษิณา สวานานนท์. 2529. **คอมพิวเตอร์ช่วยสอน**. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ทักษิณา สวานานนท์. 2530. **คอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษา**. กรุงเทพฯ : องค์การค้ำของครูสภา.
- ธีระ โสภณจิตต์. 2531. “การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง วิธีเขียนแบบภาพตัด วิชาเขียนแบบเครื่องกล 2 (APM 152) ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรช่างชำนาญงาน วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.” วิทยานิพนธ์ ค.อ.ม. ,สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- นภัทร วัจนเทพินท์. 2540. **อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์**. ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : บริษัทสยามสปอร์ตซินดิเคท จำกัด.
- พรชัย จันทร์อำนวยการ. 2540. “การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสถานการณ์จำลอง เรื่องการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส เพื่อสอนซ่อมเสริมนักเรียน.” วิทยานิพนธ์ปริญญาโท , มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- พรรณณี ลีกิจวัฒน์. 2541. “เอกสารประกอบการเรียน วิชาการวิจัยทางการศึกษา.” กรุงเทพฯ : คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. เอกสารอัดสำเนา.
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2540. **วิธีวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์**. กรุงเทพฯ : สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร.

- พิทักษ์ ศีลรัตน์. 2529. คอมพิวเตอร์ช่วยการเรียนการสอน. กรุงเทพฯ : สสวท.
- ไพโรจน์ ธีระธนากุล. 2531. ไมโครคอมพิวเตอร์ประยุกต์ทางการศึกษา. กรุงเทพฯ : ศูนย์สื่อเสริมกรุงเทพฯ.
- มงคล ทองสงคราม. 2536. อิเล็กทรอนิกส์กำลัง. กรุงเทพฯ.
- มานะ ออพานิชกิจ. 2530. “ผลการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จาก การเรียนแบบรายบุคคลและการเรียนแบบกลุ่มโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน”. ปรินญา นิพนธ์ กศ.ม, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- ยี่น ภู่วรรณ. 2531. “การใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ช่วยในการเรียนการสอน.” ไมโคร คอมพิวเตอร์. 36 : 120-129.
- ยี่น ภู่วรรณ. 2532. อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม. กรุงเทพฯ : ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- รวีวรรณ ชินะตระกูล. 2535. วิธีวิจัยการศึกษา. กรุงเทพฯ : ห้างหุ้นส่วนจำกัดภาพการพิมพ์.
- ล้วน และ อังคนา สายยศ. 2536. เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ส่งเสริม วิชา การ.
- วชิระ อินทร์อุดม. 2537. “ผลของการสรุปเนื้อหาในคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและวิธีการจัดการเรียน ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.” ปรินญานิพนธ์ กศ.ค.,มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- วีระ ไทยพาณิชย์. 2526. “บทบาทและปัญหาการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน.” รวบรวมบท เทคโนโลยีทางการศึกษา. ศูนย์เทคโนโลยีทางการศึกษา กรมการศึกษานอกโรงเรียน กระทรวงศึกษาธิการ.
- สุกสมบุรณ์ อีรัตน์กร. 2531. “การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การใช้เมตริกซ์ แก่สมการเชิงเส้น.” วิทยานิพนธ์ ศศ.ม.,มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สมชาย ทรงประกอบ. 2541. “ผลการรับรู้และความชอบคู่สื่อดัชนีอักษรกับพื้นบนจอคอมพิวเตอร์ ของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตพระ นครใต้.” วิทยานิพนธ์ ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- สมพงษ์ แคลสา. 2533. การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องคำสั่งในภาษาเบสิก.” วิทยา นิพนธ์ ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- สรพัส ยี่มวณ. 2536. “แนวทางในการออกแบบบทเรียน CAI.” วารสารสถาบันพัฒนาครูอา ชีวศึกษา. 3(6) : 18-21.

- สุพิทย์ กาญจนพันธุ์. 2541. **รวมศัพท์เทคโนโลยีและสื่อสารเพื่อการศึกษา**. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่นจำกัด.
- สุริโยทัย สุปัญญาพงศ์. 2540. “การสร้างและหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน แบบมัลติมีเดีย เรื่องเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟสและ 3 เฟส.” วิทยานิพนธ์ ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- สุวรรณ เกษร. 2537. “การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ความคงทนและความชอบ จากบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่เรียนเป็นรายบุคคลและรายกลุ่มที่มีขนาดแตกต่างกัน วิชา อิเล็กทรอนิกส์และวงจร 2.” วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต ภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยี บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- เสาวนีย์ สิกขาบัณฑิต. 2528. **เทคโนโลยีทางการศึกษา**. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- อนันท์ คัมภีรานนท์. 2538. **อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม 1**. กรุงเทพฯ : สยามสอรัตซินดิเคทจำกัด.
- อรพันธ์ ประสิทธิ์รัตน์. 2530. **คอมพิวเตอร์เพื่อการเรียนการสอน**. ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : โอ.เอส. พรินติ้งเฮาส์.
- Casner,Jack Leroy. 1978. “A Study of attitudes Toward Mathematics of Eighth Grade Studens Receiving Computer-Assisted Instruction and Students receiving conventional Classroom Instruction,” **Dissertation Abstract International**. 38 : 4106-A.
- Eichel, Bette Lynn. 1988. “The Effects of Computer-Assisted cloze Procedure on the Acquisition of English as a Second language,” **Dissertation Abstract international**. 48 : 3032-A.
- Hall,Keith A. “ Computer-Base Education .” in Encyclopedai of Education Research. V3:(353-363).
- Gagne , R.M. and Leslie J. Briggs. 1974. **Principles of Instructional Design**. Holt : Rinehart and Winston.
- Lee, James Lawrence. 1975. “The Effectivness of a Computer” Assisted Program Designed to Teach Verbal-Descriptive Skills upon an Anral Sensation of Music,” **Dissertation Abstract international**. 36 : 1363-A - 1364-A.
- Liu , His-Chin.1975. Computer-Assisted Instruction in Techning Collage Physics. **”Dissertation Abstracts International”**(1411-A-1412-A).

ภาคผนวก

- ภาคผนวก ก หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง
แผนการสอนวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม 1
- ภาคผนวก ข เนื้อหาทฤษฎี
- ภาคผนวก ค รายนามผู้ทรงคุณวุฒิและแบบประเมินสื่อ
- ภาคผนวก ง หนังสือราชการ
- ภาคผนวก จ การวิเคราะห์ข้อมูล
- ภาคผนวก ฉ ตัวอย่างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
- ภาคผนวก ช แบบทดสอบหลังเรียน
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ภาคผนวก ก

1. หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง
2. แผนการสอนวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม 1

หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2540 สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์

จุดประสงค์ของหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง

ผู้สำเร็จการศึกษาหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2540 สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ สามารถปฏิบัติงานระดับช่างเทคนิค ผู้ควบคุมงาน และผู้ช่วยวิศวกร มีความรู้ความสามารถ และประสบการณ์ด้านต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1. เป็นนักวิชาการที่ปฏิบัติงาน ในงานอิเล็กทรอนิกส์ทั่วไป อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม เทคนิคคอมพิวเตอร์ เทคนิคระบบสื่อสาร และเครื่องกลอิเล็กทรอนิกส์
2. สามารถบำรุงรักษาและตรวจซ่อมเครื่องจักรกลอัตโนมัติที่ใช้ร่วมกับระบบอิเล็กทรอนิกส์ เช่น หุ่นยนต์อุตสาหกรรม เครื่องจักรกล ซีเอ็นซี ตลอดจนเครื่องจักรกลที่ใช้ฐานควบคุมด้วยไมโครโปรเซสเซอร์ ในอุตสาหกรรม
3. สามารถออกแบบและสร้างเครื่องอิเล็กทรอนิกส์ โดยอาศัยหลักการและขบวนการทางอิเล็กทรอนิกส์ ตลอดจนการบำรุงรักษา
4. สามารถวิเคราะห์ วางแผน ควบคุม โครงการทางด้านอิเล็กทรอนิกส์ ตลอดจนการประเมินผลงาน และการเขียนรายงานจากการค้นคว้าวิจัย
5. เป็นผู้ประสานงานระหว่างวิศวกร และช่างฝีมือ ในการสั่งการ การควบคุม การตรวจสอบ และวิเคราะห์ปัญหาในงานช่างอิเล็กทรอนิกส์
6. สามารถปฏิบัติงานช่างอิเล็กทรอนิกส์ ในสถานประกอบการ และประกอบอาชีพอิสระได้อย่างมีประสิทธิภาพ
7. สามารถใช้ความรู้พื้นฐาน ในการพัฒนาความสามารถในระดับที่สูงขึ้นตามสภาพการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยี
8. สามารถใช้ความรู้ ทักษะ เป็นพื้นฐานในการศึกษาต่อในระดับสูงขึ้นไป
9. มีเจตคติที่ดีต่องานอาชีพ มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ซื่อสัตย์สุจริต มีระเบียบวินัย อดทน ขยันหมั่นเพียร เป็นผู้มีความรับผิดชอบต่อสังคม โดยดำรงตนอยู่ในพื้นฐานแห่งคุณธรรม และกฎหมาย

โครงสร้างหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2540
ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์

ผู้สำเร็จการศึกษาหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2540 สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ ต้องศึกษารายวิชาในหมวดวิชาต่าง ๆ ไม่น้อยกว่า 92 หน่วยกิต ดังต่อไปนี้

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

คำอธิบายรายวิชา

วิชา อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม 1 (3105-2004)

ในวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม 1 (3105-2004) เรื่องทรานสดิวเซอร์ทางอุณหภูมิ สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 1 กำหนดเวลาเรียนไว้ 5 คาบ/สัปดาห์ โดยแยกเป็นทฤษฎี 2 คาบ ปฏิบัติ 3 คาบ จำนวนทั้งสิ้น 16 สัปดาห์

จุดประสงค์รายวิชา

เพื่อให้เข้าใจหลักการควบคุมอัตโนมัติ อุปกรณ์ทรานสดิวเซอร์ อุปกรณ์ไครสเตอร์ และเพาเวอร์เซมิคอนดักเตอร์ต่าง ๆ และมีกิจนิสัยในการปฏิบัติงานอย่างเป็นระเบียบ

คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาหลักการควบคุมอัตโนมัติเบื้องต้น คุณลักษณะ การทำงานและการใช้งานของ อุปกรณ์ทรานสดิวเซอร์ วงจรแปลงสัญญาณจากอุปกรณ์ทรานสดิวเซอร์ให้เป็นสัญญาณมาตรฐาน อุปกรณ์ไครสเตอร์ และเพาเวอร์เซมิคอนดักเตอร์ และการประยุกต์ใช้งาน

ปฏิบัติการวัดและทดสอบคุณสมบัติของอุปกรณ์และวงจรควบคุมที่เกี่ยวข้อง

แผนการสอน

สาขาวิชา.....อิเล็กทรอนิกส์.....	
รายวิชา.....3105-2004 อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม 1 2-3-3	
ทฤษฎี.....2....คาบ/สัปดาห์	ปฏิบัติ.....3....คาบ/สัปดาห์
รวม ทฤษฎี.....36....คาบ/ภาคเรียน	ปฏิบัติ.....54....คาบ/ภาคเรียน
รวมทั้งสิ้น.....90....คาบ/ภาคเรียน	

จุดประสงค์รายวิชา

เพื่อให้เข้าใจหลักการควบคุมอัตโนมัติ อุปกรณ์เซ็นเซอร์ และทรานสดิวเซอร์ อุปกรณ์ไครสโตร์ และ เพาเวอร์ เซมิคอนดักเตอร์ต่าง ๆ และมีกิจนิสัยในการปฏิบัติงานอย่างเป็นระเบียบ

คำอธิบายรายวิชา

ศึกษา หลักการควบคุมอัตโนมัติเบื้องต้น คุณลักษณะการทำงานและการใช้งานของอุปกรณ์เซ็นเซอร์ วงจรแปลงสัญญาณจากอุปกรณ์เซ็นเซอร์ และทรานสดิวเซอร์ ให้เป็นสัญญาณมาตรฐาน อุปกรณ์ไครสโตร์ และเพาเวอร์เซมิคอนดักเตอร์และการประยุกต์ใช้งาน

ปฏิบัติ การวัดและทดสอบคุณสมบัติของอุปกรณ์และวงจรควบคุมที่เกี่ยวข้อง

หน่วยการสอนทฤษฎี/ปฏิบัติ

สาขาวิชา...ช่างอิเล็กทรอนิกส์.....

รายวิชา.....3105-2004 อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม 1

หน่วยที่ 1 หลักการควบคุมอัตโนมัติเบื้องต้น	6 คาบ
หน่วยที่ 2 ทรานสดิวเซอร์	10 คาบ
หน่วยที่ 3 อุปกรณ์โซลิตเตอร์	6 คาบ
หน่วยที่ 4 อุปกรณ์เพาเวอร์ เซมิคอนดักเตอร์	4 คาบ
หน่วยที่ 5 การประยุกต์ใช้งานด้านการควบคุมแบบต่าง ๆ	6 คาบ
วัดผล	4 คาบ
รวม	36 คาบ

ตารางที่ ก1 แสดงแผนการสอนรายวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม 1 ภาคทฤษฎี

จุดประสงค์	รายการสอน(ทฤษฎี/ปฏิบัติ)	เวลา		สัปดาห์ที่
		ท	ป	
หน่วยที่ 1	1. หลักการควบคุมอัตโนมัติเบื้องต้น	6		
1. เข้าใจหลักการควบคุมอัตโนมัติ	1.1 Open Loop control			1
2. เปรียบเทียบ Open Loop และ Closed Loop Control ได้	1.2 Closed Loop Control	2		
3. เปรียบเทียบ ON-OFF Control กับ Proportional Control ได้	1.3 On-Off control			2
	1.4 Proportional Control (P)	2		
	1.5 PI Control			3
4. บอกข้อดีของ PI Control เมื่อเทียบกับ Proportional Control ได้	1.6 PID Control	2		
5. อธิบาย PID Control เทียบกับ P-Control และ PI-Control ได้				
หน่วยที่ 2	2. ทรานสดิวเซอร์	10		
1. ให้คำนิยามของทรานสดิวเซอร์ได้	2.1 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับ ทรานสดิวเซอร์			4
2. เข้าใจโครงสร้างและรูปแบบสัญญาณ output ของทรานสดิวเซอร์	2.2 ทรานสดิวเซอร์ทางอุณหภูมิ	2		
	2.3 ทรานสดิวเซอร์ทางแสง			5
3. เข้าใจวิธีการแปลงสัญญาณจากทรานสดิวเซอร์ เป็นสัญญาณมาตรฐาน	2.4 ทรานสดิวเซอร์ทางเสียง	2		
4. อธิบายหลักการทำงานและการนำไปประยุกต์ ใช้งานของทรานสดิวเซอร์ต่อไปนี้ ได้แก่ทรานสดิวเซอร์ทางอุณหภูมิ, แสง,เสียง ,ไฟฟ้า, กล,เคมี,สนามแม่เหล็ก	2.5 ทรานสดิวเซอร์ทางไฟฟ้า	2		6
	2.6 ทรานสดิวเซอร์ทางกล			
	2.7 ทรานสดิวเซอร์ทางเคมี	2		7
	2.8 ทรานสดิวเซอร์ทางสนามแม่เหล็ก	2		8
	วัดผล	2		9

แสดงตารางที่ ก1 (ต่อ)

จุดประสงค์	รายการสอน(ทฤษฎี/ปฏิบัติ)	เวลา		สัปดาห์ที่
		ท	ป	
หน่วยที่ 3	3. อุปกรณ์ไคริสเตอร์	6		
1. เข้าใจโครงสร้าง คุณสมบัติและการใช้งาน อุปกรณ์ไคริสเตอร์	3.1 SCR 3.2 TRIAC	2		10
2. ออกแบบวงจร trigger ให้อุปกรณ์ไคริสเตอร์ โดยใช้ UJT และ PUT ได้	3.3 GTO SCR 3.4 อุปกรณ์สร้างสัญญาณ trigger เช่น	2		11
3. ออกแบบใช้งานไคริสเตอร์ในวงจร Phase Control ได้	UJT,PUT 1 Phase Control	2		12
หน่วยที่ 4	4. อุปกรณ์เพาเวอร์ เซมิคอนดักเตอร์	4		
1. อธิบายคุณสมบัติของอุปกรณ์ Power Semiconductors ได้	4.1 Power Diode 4.2 Power Transistor	2		13
2. เลือกใช้อุปกรณ์ Power Semiconductor ได้ อย่างเหมาะสม	4.3 Power MOSFET	2		14
3. ทราบขอบเขตการใช้งาน และข้อควรระวัง ในการใช้อุปกรณ์ Power Semiconductor				
หน่วยที่ 5	5. วงจรประยุกต์ใช้งานอิเล็กทรอนิกส์ อุตสาหกรรม	6		
1. สามารถประยุกต์อุปกรณ์เซ็นเซอร์และ ทรานสดิวเซอร์ใช้งานอุตสาหกรรมได้	5.1 ระบบชั่งน้ำหนักอัตโนมัติ 5.2 ระบบควบคุมอุณหภูมิ	2		15
2. ใช้อุปกรณ์ไคริสเตอร์ และอุปกรณ์ Power Semiconductors ในวงจรควบคุมได้	5.3 ระบบสัญญาณเตือนภัย 5.4 ระบบการควบคุมระดับ	2		16
3. ออกแบบวงจรขับให้กับอุปกรณ์กำลังได้	5.5 โซลิตสเตทรีเลย์ 5.6 วงจรขับอุปกรณ์กำลัง	2		17

หน่วยการสอนทฤษฎี/ปฏิบัติ

สาขาวิชา...ช่างอิเล็กทรอนิกส์.....

รายวิชา...อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม 1 (3105-2004).....

หน่วยที่ 1 ทรานสดิวเซอร์	15 คาบ
หน่วยที่ 2 ไคริสเตอร์	15 คาบ
หน่วยที่ 3 เพาเวอร์ เซมิคอนดักเตอร์	12 คาบ
หน่วยที่ 4 การประยุกต์ใช้งานด้านการควบคุมในงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม	6 คาบ
วัดผล	6 คาบ
รวม	54 คาบ

ตารางที่ ก2 แสดงแผนการสอนรายวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม 1

จุดประสงค์	รายการสอน(ทฤษฎี/ปฏิบัติ)	เวลา		สัปดาห์ที่
		ท	ป	
หน่วยที่ 1	1. ทดลองหาคูณสมบัติของ ทรานสดิวเซอร์ทาง		15	
1.เพื่อหาคูณสมบัติของทรานสดิวเซอร์แบบ ต่าง ๆ				
2. เพื่อเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง INPUT และ OUTPUT ของทรานสดิวเซอร์ แต่ละชนิด	1.1 อุณหภูมิ 1.2 แสง 1.3 เสียง 1.4 ไฟฟ้า 1.5 กล 1.6 เคมี 1.7 แม่เหล็ก		3 3 3 3 3 3 3	1 2 3 4 5
หน่วยที่ 2	2. ทดลองหาคูณสมบัติของ ทริสเตอร์		15	
1. เพื่อหาคูณสมบัติของอุปกรณ์ ทริสเตอร์แล้ว เปรียบเทียบกับค่าที่ได้จากคู่มือ	2.1 SCR 2.2 TRIAC		3 3	6 7
2. ออกแบบวงจร Trigger ให้อุปกรณ์ ทริสเตอร์ โดยใช้ BJT และ PUT ได้	2.3 GTO SCR 2.4 UJT, PUT Relaxation Oacillator		3 3	8 10
3. เพื่อให้เข้าใจการใช้ ทริสเตอร์ ในวงจร Phase Control แบบต่าง ๆ	2.5 AC Phase Control		3	11
หน่วยที่ 3	3. เพาเวอร์ เซมิคอนดักเตอร์		12	
1. เพื่อหาคูณสมบัติของอุปกรณ์ Power Semiconductors ต่าง ๆ	3.1 Power Diode 3.2 Power TR		6 3	12-13 14
2. เปรียบเทียบคุณสมบัติที่ได้กับค่าที่อ่านได้ จาก คู่มือ	3.3 Power MOSFET		3	15
3. เขียนกราฟแสดงคุณลักษณะของอุปกรณ์ แต่ละตัวได้				

ตารางที่ ก2(ต่อ)

จุดประสงค์	รายการสอน(ทฤษฎี/ปฏิบัติ)	เวลา		เอกสารอ้างอิง
		ท	ป	
หน่วยที่ 4	4. การประยุกต์ใช้งานด้านการควบคุมในงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม		6	
1. เพื่อนำอุปกรณ์ไคริสเตอร์ ทรานสดีวเซอร์ และ Power Semiconductor ไปประยุกต์ใช้งานได้	4.1 ระบบซั้งนำหนักอัตโนมัติ		3	16
2. เข้าใจระบบควบคุมแบบต่าง ๆ ได้ดียิ่งขึ้น	4.2 ระบบควบคุมอุณหภูมิ			
3. เกิดแนวความคิดที่จะออกแบบระบบควบคุมอัตโนมัติอื่น ๆ	4.3 ระบบสัญญาณเตือนภัย			
	4.4 ระบบการควบคุมระดับ		3	17
	4.5 โซลิตสเตริเลย์			
	4.6 วงจรขับอุปกรณ์กำลัง			
วัดผล			6	9และ18

บรรณานุกรม / สื่อโสตทัศน

สาขาวิชา.....อิเล็กทรอนิกส์.....

รายวิชา.....3105-2004 อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม 1.....

1. ชื่อผู้แต่ง ชื่อหนังสือ พิมพ์ครั้งที่ สถานที่พิมพ์ สำนักพิมพ์, ปีที่พิมพ์, จำนวนหน้า

1. ยืน ภู่วรวรรณ อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม พิมพ์ครั้งที่ 8 กรุงเทพฯ:ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด พ.ศ. 2531
2. ผศ.ดร.นิพนธ์ สุขุมหลักการและการประยุกต์ใช้งานวงจรอิเล็กทรอนิกส์ พิมพ์ครั้งที่ 1 กรุงเทพฯ 2526.
3. ปรีชา ออองอารี,สิทธิผล เนตรชนิด เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์ อนุกรม 2 พิมพ์ครั้งที่ 1 กรุงเทพฯ 2526.
4. วิชัย ตันขจันทรานนท์ ควบคุมเครื่องกลไฟฟ้าด้วยอิเล็กทรอนิกส์กำลัง 1 พิมพ์ครั้งที่ 2 กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด, 2529
5. อุดมศักดิ์ ยิ่งยืน Power Electronics 1 พิมพ์ครั้งที่ 1 กรุงเทพฯ : 2528
6. ALLOCCA JOHN A., STUART ALLEN. TRANSDUCENS THEORY & APPLICATIONS 1 St Ed. VINGINIA : RESTON, 1984
7. CARSTENS, JAMES R. Electrical Sensors and Transducers ; Regents/Prentic Hall, Englewood Cliffs, New York, 1993
8. Charles, Schuler A. Modern Industrial Electronics; International Editions, 1993
9. Maloney, Timothy J. Industrial solid-state Electronics Devices : 2nd Ed. Prentic – Hall, inc., Englewood cliffs, New Jersey. 1979

.....

ภาคผนวก ข

เนื้อหาทฤษฎี

เนื้อหา

วิชา อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม 1 (3105-2004)

ในวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม 1 (3105-2004) เรื่องทรานสดิวเซอร์ สำหรับนักศึกษา ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 1 กำหนดเวลาเรียนไว้ 5 คาบ/สัปดาห์ โดยแยกเป็น ทฤษฎี 2 คาบ ปฏิบัติ 3 คาบ จำนวนทั้งสิ้น 16 สัปดาห์

จุดประสงค์รายวิชา

เพื่อให้เข้าใจหลักการควบคุมอัตโนมัติ อุปกรณ์ทรานสดิวเซอร์ อุปกรณ์โคริสเตอร์ และ เพาเวอร์เซมิคอนดักเตอร์ต่าง ๆ และมีกึณิสัยในการปฏิบัติงานอย่างเป็นระเบียบ

คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาหลักการควบคุมอัตโนมัติเบื้องต้น คุณลักษณะ การทำงานและการใช้งานของ อุปกรณ์ทรานสดิวเซอร์ วงจรแปลงสัญญาณจากอุปกรณ์ทรานสดิวเซอร์ให้เป็นสัญญาณมาตรฐาน อุปกรณ์โคริสเตอร์ และเพาเวอร์เซมิคอนดักเตอร์ต่าง ๆ และการประยุกต์ใช้งาน

ปฏิบัติการวัดและทดสอบคุณสมบัติของอุปกรณ์และวงจรควบคุมที่เกี่ยวข้อง

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชา อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม (3105-2004)

เรื่อง ทรานคิวเซอร์ทางอุณหภูมิ

วัตถุประสงค์ทั่วไป

1. เข้าใจคำนิยามและประเภทของทรานคิวเซอร์ได้
2. เข้าใจการทำงานของทรานคิวเซอร์ทางอุณหภูมิได้

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. อธิบายนิยามของทรานคิวเซอร์ได้
2. บอกและแยกประเภทของทรานคิวเซอร์ได้
3. บอกชนิดของทรานคิวเซอร์ได้
4. เขียน โครงสร้างและรูปแบบสัญญาณของอุปกรณ์ที่เป็นของทรานคิวเซอร์ทาง

อุณหภูมิได้

5. อธิบายการทำงานของอุปกรณ์ที่เป็นของทรานคิวเซอร์ทางอุณหภูมิได้
6. บอกลักษณะ สมบัติของอุปกรณ์ที่เป็นของทรานคิวเซอร์ทางอุณหภูมิได้
7. นำอุปกรณ์ที่เป็นทรานคิวเซอร์ทางอุณหภูมิไปประยุกต์ใช้งาน ได้

ตารางที่ ข1 แสดงเนื้อหาตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

ลำดับ ที่	จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	แยกตามพฤติกรรมที่ทำการ			จำนวนข้อ แบบทดสอบ
		วัดความรู้	ความเข้าใจ	การ นำไปใช้	
1	อธิบายนิยามของทรานคิวเซอร์ได้	1	2		3
2	บอกและแยกประเภทของทรานคิวเซอร์ได้	5	4		7
3	บอกชนิดของทรานคิวเซอร์ได้	4	2		5
4	เขียน โครงสร้างและรูปแบบสัญญาณของ อุปกรณ์ที่เป็นของทรานคิวเซอร์ทางอุณหภูมิ ได้	2	4	1	7
5	อธิบายการทำงานของอุปกรณ์ที่เป็นของ ทรานคิวเซอร์ทางอุณหภูมิได้	4	6	2	12
6	บอกลักษณะ สมบัติของอุปกรณ์ที่เป็นของ ทรานคิวเซอร์ทางอุณหภูมิได้	2	5	1	8
7	นำอุปกรณ์ที่เป็นทรานคิวเซอร์ทางอุณหภูมิไป ประยุกต์ใช้งาน ได้	1	1	2	4

ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับทรานสดิวเซอร์

วัตถุประสงค์ทั่วไป

1. ให้คำนิยามของทรานสดิวเซอร์ได้
2. เข้าใจประเภทของทรานสดิวเซอร์ได้

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. บอกนิยามของทรานสดิวเซอร์ได้
2. แยกและบอกประเภทของทรานสดิวเซอร์ได้
3. บอกชนิดของอุปกรณ์ทรานสดิวเซอร์ได้

เนื้อหาทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ทรานสดิวเซอร์ (Transducers)

วิธีการผลิตสินค้าในกระบวนการทางอุตสาหกรรมที่จะให้ได้ผลผลิตมีคุณภาพตามต้องการ และสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายน้อยที่สุด จะต้องมีการตรวจสอบคุณภาพของผลผลิตในแต่ละขั้นตอนว่าถูกต้องตามมาตรฐานหรือไม่เพียงพอ เพื่อหาสาเหตุและจัดการแก้ไขแต่ละขั้นตอนให้ถูกต้องและเหมาะสม อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรมจะเกี่ยวข้องโดยตรงกับการวัดและตรวจสอบดังกล่าว เพื่อนำค่าที่ได้จากการวัดมาเปรียบเทียบกับค่าที่ต้องการ แล้วนำผลที่ได้ไปปรับแต่งระบบให้ไปอย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพมากที่สุด เราทราบแล้วว่าอิเล็กทรอนิกส์จะเกี่ยวข้องกับสัญญาณทางไฟฟ้า แต่สัญญาณหรือสิ่งที่เราได้จากการวัดหรือตรวจสอบทางกระบวนการอุตสาหกรรมจะไม่อยู่ในรูปของพลังงานไฟฟ้าโดยตรง เช่นอาจอยู่ในรูปของความร้อน แสง ความดัน อัตราการไหล ระดับ เป็นต้น ดังนั้นจึงต้องเปลี่ยนรูปของสัญญาณต่าง ๆ เหล่านี้ ให้อยู่ในรูปของสัญญาณไฟฟ้าก่อน แล้วจึงป้อนให้ระบบอิเล็กทรอนิกส์ได้ ซึ่งเราเรียกดัวเปลี่ยนรูปพลังงานต่าง ๆ เป็นพลังงานไฟฟ้าว่า **ทรานสดิวเซอร์ (Transducers)**

Transducers คืออุปกรณ์ที่เปลี่ยนพลังงานจากรูปหนึ่งไปเป็นพลังงานอีกรูปหนึ่ง ไม่จำเป็นต้องเปลี่ยนเป็นพลังงานไฟฟ้าเท่านั้นแต่จะเปลี่ยนจากรูปใดเป็นรูปใดก็ได้แต่ทางอิเล็กทรอนิกส์เราจะสนใจพลังงานที่อยู่ในรูปของพลังงานไฟฟ้า เพราะสามารถตรวจสอบ หรือเปลี่ยนไปเป็นรูปอื่น ๆ ได้ง่ายกว่า และเป็นพลังงานที่สามารถป้อนเข้าระบบอิเล็กทรอนิกส์ได้โดยตรง ทรานสดิวเซอร์ที่เราสนใจจึงเป็นอุปกรณ์ที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานใด ๆ หรือเปลี่ยนพลังงานใด ๆ เป็นพลังงานไฟฟ้าเท่านั้น

คุณสมบัติของ Transducers

รูปแบบของพลังงานที่เราสนใจทำการวัด และตรวจสอบ มีอยู่หลายแบบ ซึ่งพลังงานแต่ละอย่างเหล่านั้นเมื่อเราเปลี่ยนมาเป็นพลังงานไฟฟ้า ต้องใช้ทรานสดิวเซอร์ต่างกันออกไป และแม้แต่การเปลี่ยนรูปพลังงานเดียวกันมาเป็นพลังงานไฟฟ้า ก็อาจใช้ทรานสดิวเซอร์ได้หลายชนิด เราสามารถแบ่งทรานสดิวเซอร์ออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

1. Active Transducer คือ Transducers ที่เปลี่ยนรูปพลังงานใด ๆ เป็นพลังงานไฟฟ้า ที่อยู่ในรูปของแรงดันไฟฟ้าโดยตรงถ้าต่อ LAOD ให้กับวงจรจะทำให้กระแสไหลในวงจรได้ โดยไม่ต้องใช้แหล่งจ่ายภายนอกมาช่วย เช่น Thermocouple และ SOLAR CELL เป็นต้น

2. Passive Transducer คือ Transducers ที่เปลี่ยนรูปพลังงานอย่างหนึ่งไปเป็นพลังงานไฟฟ้า แต่ไม่เกิดเป็นแรงดันโดยตรงอาจอยู่ในรูปของความนำไฟฟ้า ความจุไฟฟ้า หรืออื่น ๆ เช่น Thermistor LDR เป็นต้น

ในการเลือกใช้ชนิดใดนั้นขึ้นอยู่กับคุณสมบัติเฉพาะตัวของทรานสดิวเซอร์แต่ละตัว การศึกษาคุณสมบัติของทรานสดิวเซอร์แต่ละตัวจะทำให้เราสามารถเลือกทรานสดิวเซอร์มาใช้ได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม และเนื่องทรานสดิวเซอร์มีอยู่มากมาย ดังนั้นในที่นี้เราจะศึกษาเพียงบางตัวเท่านั้น เพื่อเป็นพื้นฐานและแนวทางในการศึกษาทรานสดิวเซอร์ตัวอื่น ๆ ต่อไป

ทรานสดิวเซอร์ทางอุณหภูมิ (Temperature Transducers)

วัตถุประสงค์ทั่วไป

1. เข้าใจโครงสร้างและรูปแบบสัญญาณของทรานสดิวเซอร์ทางอุณหภูมิได้
2. เข้าใจหลักการทำงานของทรานสดิวเซอร์ทางอุณหภูมิได้

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. เขียนโครงสร้างและรูปแบบสัญญาณของทรานสดิวเซอร์ทางอุณหภูมิได้
2. อธิบายการทำงานของทรานสดิวเซอร์ทางอุณหภูมิได้
3. บอกลักษณะสมบัติของอุปกรณ์ที่เป็นทรานสดิวเซอร์ทางอุณหภูมิได้
4. นำทรานสดิวเซอร์ทางอุณหภูมิไปประยุกต์ใช้งานได้

ทรานสดิวเซอร์ทางอุณหภูมิ (Temperature Transducers)

การวัดอุณหภูมิในงานอุตสาหกรรม ต้องอาศัย Transducer ที่เปลี่ยนรูปพลังงานความร้อนเป็นพลังงานไฟฟ้าแล้วปรับค่าที่ได้เป็นองศาอีกครั้ง เครื่องวัดอุณหภูมิที่อาศัยหลักการทางไฟฟ้า จะใช้การเปลี่ยนค่าความต้านทาน หรือทำให้เกิดแรงเคลื่อนขึ้น เมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนแปลง เราจะมาศึกษาคุณสมบัติของทรานสดิวเซอร์เหล่านี้ดังต่อไปนี้

เทอร์มิสเตอร์ (THERMISTOR)

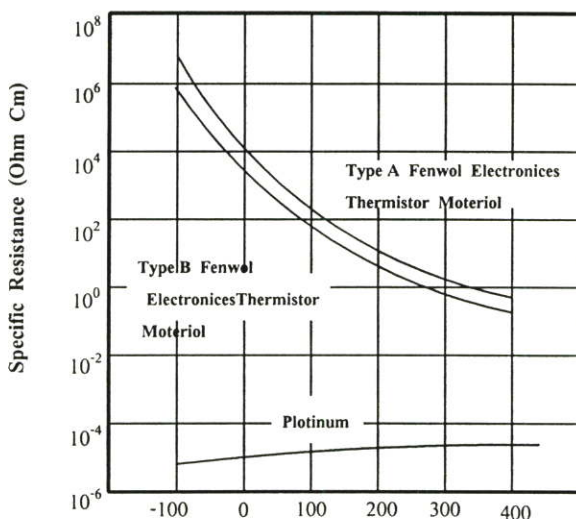
หรือ thermal resistor เป็นสิ่งประดิษฐ์สารกึ่งตัวนำที่มีค่าสัมประสิทธิ์ของความต้านทานต่ออุณหภูมิเป็นลบ (Negative Temperature Coefficient = NTC) นั่นคือ ถ้าอุณหภูมิสูงขึ้นค่าความต้านทานของ thermistor จะลดลง thermistor ที่ใช้กันมากคือชนิด NTC โดยใช้ในการวัดและการควบคุมตลอดจนการชดเชยอุณหภูมิในช่วงต่ำ ๆ ตั้งแต่ -100°C ถึง 300°C

โลหะออกไซด์ที่ใช้ทำ thermistor ได้แก่ manganesnickel , cobalt , uranium , copper และ Iron แต่ปกติมักทำจากออกไซด์ของ manganese กับ copper และออกไซด์ของ nickel กับ copper เพราะให้ ส.ป.ส. ทางอุณหภูมิสูงกว่าอย่างอื่น ค่าความต้านทานของ thermistor จะอยู่ในช่วง $0.5\ \Omega$ ถึง $75 \times 10^6\ \Omega$ มีเส้นผ่าศูนย์กลางตั้งแต่ 0.15 mm ถึง 1.25 mm มีขนาดเล็กที่สุดจะเป็นแบบรูปปัดหรือลูกประคำ (bead) ส่วน thermistor แบบอื่น ๆ ได้แก่ แบบแผ่นกลม (disk) และแบบวงแหวน (washer) มีขนาดตั้งแต่ 2.5-25 mm

Thermistor มีคุณลักษณะที่สำคัญสามประการได้แก่

1. คุณลักษณะของค่าความต้านทาน – อุณหภูมิ

โดย ส.ป.ส. ของค่าความต้านทานต่ออุณหภูมิของ thermistor ซึ่งเป็นแบบลบ(negative) นั้นมีค่าสูงมาก คุณลักษณะอันนี้ทำให้ thermistor เป็น transducer ที่นิยมใช้ในการวัดอุณหภูมิ นอกจากนี้ยังเปรียบเทียบถึงการเปลี่ยนแปลงของค่า คตท. ต่ออุณหภูมิของวัสดุสองชนิดที่ใช้ในการวัดอุณหภูมิในงานอุตสาหกรรม วัสดุดังกล่าวนี้คือ platinum ซึ่งนิยมใช้เป็นวัสดุสำหรับ resistance thermometer และวัสดุแบบ A หรือ B ซึ่งใช้ทำเป็น thermistor จะเห็นว่าในช่วง -100°C ถึง $+400^{\circ}\text{C}$ นั้นค่า คตท. ของวัสดุแบบ A ที่ทำให้เป็น thermistor นั้นจะเปลี่ยนแปลงตั้งแต่ 10^7 โอห์ม / cm ถึง 1 โอห์ม /cm ในขณะที่ค่า คตท. ของ Platinum เปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย ดังภาพที่ ข1

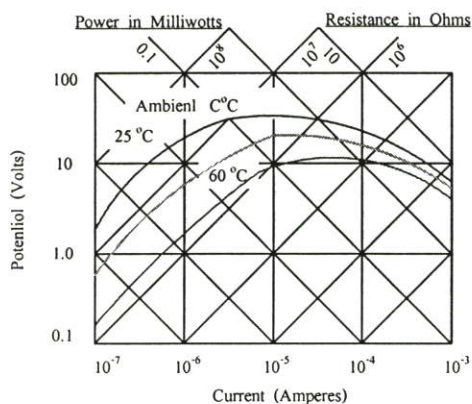


(ก) คุณลักษณะของค่าความต้านทาน - อุณหภูมิ

ภาพที่ ข1 คุณลักษณะของความต้านทาน — อุณหภูมิ

2. คุณลักษณะแรงดัน — กระแสไฟฟ้า

จากกราฟจะเห็นว่าแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อม thermistor จะเพิ่มขึ้นตามกระแสที่เพิ่มขึ้น และเมื่อถึงจุด ๆ หนึ่งแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อม thermistor จะลดลงในขณะที่กระแสก็ยังคงเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ซึ่งในส่วนนี้ thermistor จะมีคุณลักษณะของค่าความต้านทานเป็นลบ ถ้าแรงดันไฟฟ้าที่ป้อนให้กับ Thermistor มีค่าน้อย กระแสก็จะมีค่าน้อย



(ข) คุณลักษณะของแรงดัน - กระแสไฟฟ้า

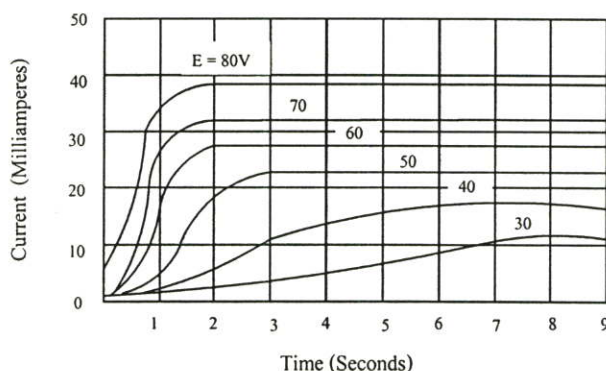
ภาพที่ ข2 คุณลักษณะของแรงดัน — กระแสไฟฟ้า

ดังนั้นความร้อนที่เกิดจากกระแสไฟฟ้านี้จะมีจำนวนไม่เพียงพอที่จะให้อุณหภูมิ thermistor มีค่าสูงกว่าอุณหภูมิของสภาพแวดล้อมในขณะนั้นได้ ภายใต้สภาวะนี้กระแสจะเป็นสัดส่วนกับแรงดันไฟฟ้าตามกฎของ OHM เมื่อแรงดันไฟฟ้าที่ป้อนให้ thermistor มีค่ามากขึ้น กระแสก็จะมากขึ้นด้วย และทำให้เกิดความร้อนพอที่จะทำให้อุณหภูมิของ thermistor สูงเกินกว่าอุณหภูมิ

ของสภาพแวดล้อมในขณะนั้น และค่าความต้านทานของ thermistor จะลดลง ซึ่งผลอันนี้ทำให้ กระแสไหลมากขึ้นและค่าความต้านทานก็ยังคงลดลงไปเรื่อย ๆ กระแสนี้จะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ จนกระทั่ง heat dissipation ของ thermistor เท่ากับกำลังที่ป้อนให้ นั่นก็คือภายใต้อุณหภูมิของสภาพแวดล้อมที่คงที่ ค่าความต้านทานของ thermistor จะเป็นฟังก์ชันของกำลังงานที่สิ้นเปลืองภายในตัวมันเอง ซึ่งหมายถึงว่าจะต้องกำลังงานอย่างเพียงพอที่จะทำให้อุณหภูมิของมันสูงกว่าอุณหภูมิของสภาพแวดล้อม ในช่วงการทำงานบางครั้งอุณหภูมิของ thermistor อาจเพิ่มถึง 100°C หรือ 200°C และค่าความต้านทานของมันอาจจะลดลงเหลือเพียง 1/1,000 ของค่าความต้านทานเมื่อกระแสมีค่าน้อย ๆ คุณลักษณะของ Self-heat ของ thermistor สามารถประยุกต์ใช้ในการควบคุมระดับของแรงดันหรือกำลังไฟฟ้า นอกเหนือจากการใช้ในการวัดและควบคุมอุณหภูมิ

3. คุณลักษณะของกระแส - เวลา

กระแสจะมีค่าสูงสุดเมื่อเวลาผ่านไปเล็กน้อย แต่ทั้งนี้จะขึ้นอยู่กับขนาดของแรงดันไฟฟ้าที่ป้อนให้ เมื่อเกิด Self heat ขึ้นในวงจร thermistor thermistor ก็จะต้องใช้เวลาชั่วขณะหนึ่งที่จะทำให้อุณหภูมิสูงขึ้น



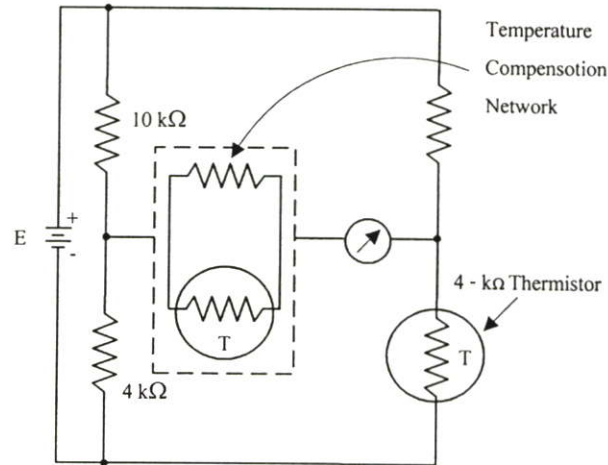
(ค) คุณสมบัติของกระแส - เวลา

ภาพที่ ข3 คุณลักษณะของกระแส - เวลา

และกระแสก็จะมีค่าคงที่ ช่วงเวลานี้จะเป็นเวลาที่คงที่เมื่อค่าพารามิเตอร์ของวงจรคงที่ แต่อย่างไรก็ตามช่วงเวลานี้อาจแปรผันได้ตามแรงดันไฟฟ้าที่ป้อนให้หรือแปรผันตามค่าความต้านทานของตัวต้านทานที่ต่ออนุกรมกับแหล่งจ่ายแรงดัน

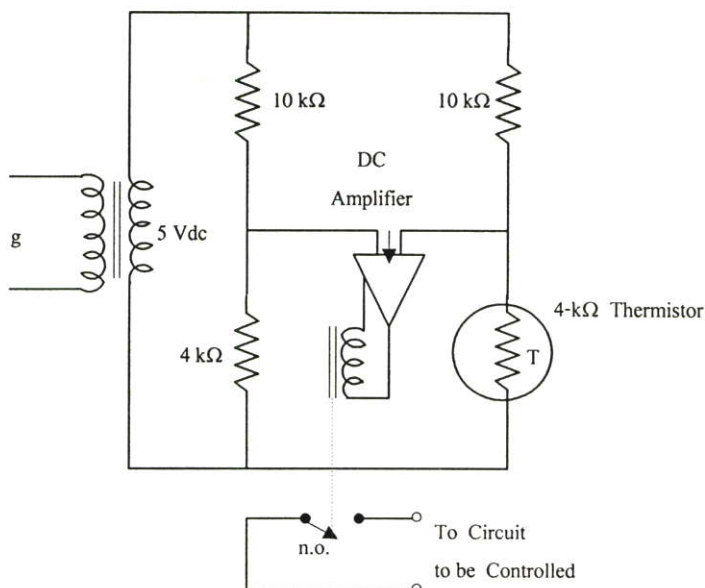
Thermistor ที่ใช้ในงานอุตสาหกรรมโดยทั่วไปจะมีค่าความต้านทาน 2,000 โอห์มที่ 25°C และมีค่าสัมประสิทธิ์เท่ากับ $2.9\% / ^{\circ}\text{C}$ ซึ่งก็หมายถึงว่าความต้านทานของมันจะเปลี่ยนแปลงไป 58 โอห์มต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิทุก ๆ 1°C thermistor อาจจะนำมาใช้ในการวัดอุณหภูมิได้อย่างง่ายดาย โดยใช้ thermistor มาต่ออนุกรมกับแบตเตอรี่และไมโครแอมป์มิเตอร์ เมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนแปลงไปค่าความต้านทานของ thermistor ก็จะเปลี่ยนแปลงไปนั่นคือกระแสที่ไหลในวงจรก็

จะเปลี่ยนแปลงไปด้วย ดังนั้นค่าของกระแสบนไมโครแอมป์มีเตอร์จึงสามารถปรับเทียบให้เป็นค่าของอุณหภูมิได้ อย่างไรก็ตามการวัดค่าอุณหภูมิโดยใช้ thermistor นั้นนิยมใช้กับวงจรบริดจ์ ซึ่งจะทำให้มีความไวสูงในรูป แสดงถึงการวัดอุณหภูมิโดยใช้ thermistor ขนาด 4×10^3 โอห์มร่วมกับวงจรบริดจ์ วงจรในรูปสามารถวัดค่าของอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงได้อย่างละเอียดถึง 0.005°C



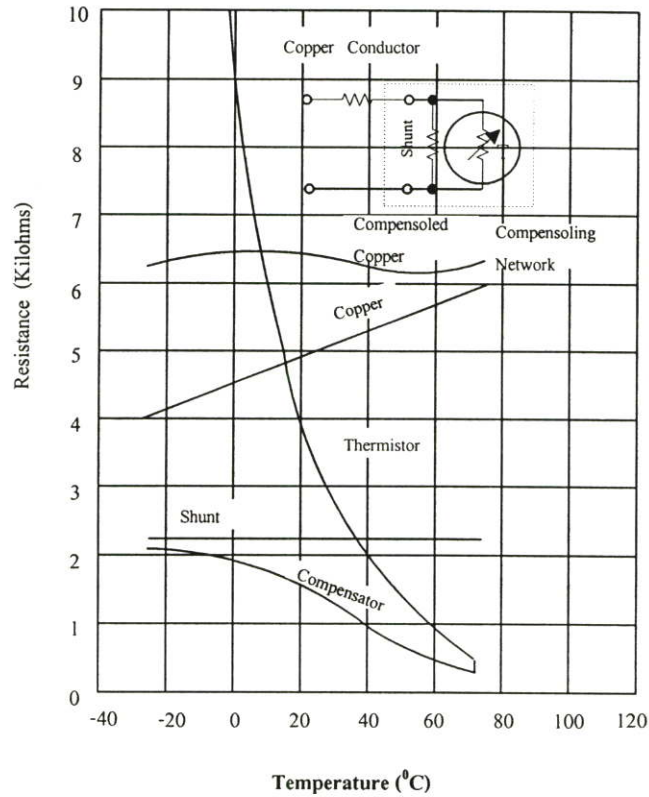
ภาพที่ ข4 การวัดอุณหภูมิโดยใช้ thermistor ต่อในวงจรบริดจ์

การใช้ thermistor ในการควบคุมอุณหภูมิ thermistor ที่ต่อในวงจรบริดจ์จะตัววัดอุณหภูมิในระบบที่ต้องการควบคุมอุณหภูมิ และวงจรบริดจ์นี้จะถูกปรับให้อยู่ในสถานะสมดุลสำหรับค่าอุณหภูมิที่ต้องการเมื่อวงจรบริดจ์สมดุล รีเลย์ก็จะไม่ทำงานแต่เมื่ออุณหภูมิของระบบเปลี่ยนแปลงไป วงจรบริดจ์ก็จะไม่สมดุล รีเลย์ก็จะทำงาน หน้าสัมผัสของรีเลย์ซึ่งต่ออยู่ในวงจรของระบบวงจรที่ถูกควบคุมก็จะทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของ heater ซึ่งการควบคุมแบบนี้จะเป็นการควบคุมแบบ เปิด - ปิด (NO-OFF) ดังภาพ



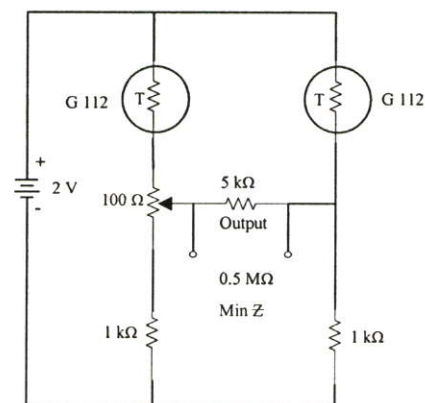
ภาพที่ ข5 การควบคุมอุณหภูมิโดยใช้ thermistor

เนื่องจาก thermistor มี ส.ป.ส. ของค่าความต้านทานเป็นลบต่ออุณหภูมิซึ่งจะตรงกันข้ามกับตัวนำไฟฟ้าหรือสารกึ่งตัวนำอื่น ๆ ดังนั้นจึงนิยมใช้ thermistor ในการชดเชยผลของอุณหภูมิที่มีต่อส่วนประกอบของวงจร วิธีการชดเชยผลของอุณหภูมินั้นทำได้โดย เลือก thermistor ที่เหมาะสมไปติดไว้ใกล้ ๆ กับส่วนประกอบของวงจร เช่น ขดลวดทองแดงของมิเตอร์ ตัวชดเชยนั้นจะประกอบไปด้วย thermistor และตัวต้านทานอีกตัวหนึ่งที่ต่อขนานกันกับ thermistor ดังภาพที่ ข6 แสดงการชดเชยอุณหภูมิของทองแดงโดยใช้วงจร thermistor ในกรณีนี้สัมพันธ์ต่ออุณหภูมิของขดลวดซึ่งเป็นแบบบวก เมื่อยังไม่มี การชดเชย ขดลวดซึ่งมีค่าความต้านทาน 5,000 โอห์ม ที่ 20°C หรือมีการเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานอยู่ในช่วง 4,500 โอห์มที่ 0°C ถึง 5,700 โอห์มที่ 60°C ประมาณ $\pm 12\%$ แต่เมื่อเพิ่มตัวชดเชยเข้าไปค่าความต้านทานที่เปลี่ยนแปลงไปจะลดลงเหลือเพียง ± 15 โอห์มหรือ $1/4\%$ และถ้าใช้ตัวชดเชยมากกว่าหนึ่งชุด การเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานของขดลวดอันเนื่องมาจากอุณหภูมิก็น้อยลงไปอีก ซึ่งก็เป็นประโยชน์ของ thermistor อีกอย่างหนึ่ง



ภาพที่ ข6 การชดเชยผลของอุณหภูมิที่มีต่อทองแดงโดยใช้ thermistor

thermistor สามารถนำมาใช้ในการวัดคุณสมบัติของการเป็นสื่อนำความร้อนของตัวกลางใด ๆ ดังแสดงในภาพ



ภาพที่ ข7 การวัดเป็นสื่อนำความร้อนโดยใช้ thermistor

ซึ่งเป็นวงจร wheatston bridge ที่ประกอบไปด้วย thermistor สองตัวต่ออยู่ แรงดันไฟฟ้าของวงจรบริดจ์มีค่าสูงพอที่จะทำให้อุณหภูมิของ thermistor สูงกว่าอุณหภูมิของสภาพแวดล้อมสูงถึง 150°C thermistor ในวงจรบริดจ์นี้จะใช้เป็นตัวชดเชยอุณหภูมิหนึ่งตัวและอีกหนึ่งตัวจะถูก

นำไปติดตั้งไว้ในตัวกลางที่ต้องการวัดเป็นสื่อนำความร้อน เมื่อการเป็นสื่อนำความร้อนของตัวกลางเปลี่ยนแปลงไปใน thermistor ก็จะเปลี่ยนแปลงไปด้วยและอุณหภูมิของมันก็จะเปลี่ยนแปลงไป เอ้าท์พุทของวงจรบริดจ์จึงสามารถปรับเทียบให้เป็นหน่วยที่เหมาะสมได้ตามต้องการ

Thermistor ยังสามารถประยุกต์ใช้ในการวัดหรือการวิเคราะห์คาร์บอนไดออกไซด์ได้โดยใช้ thermistor สองตัวต่อร่วมกันในวงจรบริดจ์ดังภาพที่ ข7 นำ thermistor แต่ละตัวไปใส่ไว้ในช่องของทองเหลืองเมื่อในช่องทั้งสองยังมีแต่อากาศวงจรบริดจ์ก็จะสมดุลย์ แต่ถ้าช่องใดช่องหนึ่งถูกคาร์บอนไดออกไซด์บริสุทธิ์ซึ่งมีความเป็นสื่อนำต่ำกว่าอากาศเข้ามาแทนที่อากาศแล้ววงจรบริดจ์จะไม่สมดุลย์เพราะ thermistor จะร้อนขึ้นค่าความต้านทานจะลดลง เอ้าท์พุทของวงจรบริดจ์จะถูกเปรียบเทียบกับให้แสดงถึงเปอร์เซ็นต์ของคาร์บอนไดออกไซด์ 100% ถึง CO₂บริสุทธิ์เข้าไปแทนที่อากาศ 50 % แล้วเอ้าท์พุทของวงจรบริดจ์จะถูกปรับเทียบให้แสดงถึง CO₂ จำนวน 50% ดังนั้นเครื่องมือวัดนี้สามารถจะปรับเทียบสเกลเพื่อนำไปวัดจำนวนของ CO₂ ในอากาศ ณ. บริเวณใด ๆ ได้

Thermistor สามารถนำไปวัดอัตราการไหลของอากาศได้ โดยต่อ thermistor สองตัวเข้ากับวงจรบริดจ์ในรูปที่ ข7 และให้นำ thermistor ตัวหนึ่งไปใส่ไว้ในที่ที่ไม่มีอากาศเข้าได้ ส่วน thermistor อีกตัวให้นำไปติดตั้งไว้ในท่อเล็กๆ เพื่อใช้วัดอัตราการไหลของอากาศ เมื่อไม่มีอากาศไหลผ่านท่อ วงจรบริดจ์จะมีสภาพสมดุลย์ถ้ามีอากาศไหลผ่านท่อ thermistor ก็จะเย็นลงทำให้ค่าความต้านทานของมันเพิ่มขึ้น ทำให้วงจรบริดจ์ไม่สมดุลย์ และปริมาณความเย็นจะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับอัตราการไหลของอากาศ ดังนั้นอัตราการไหลของอากาศจึงสามารถวัดได้โดยการปรับสเกลของมิเตอร์สำหรับการวัดกระแสไม่สมดุลย์ ในวงจรบริดจ์ให้เป็นสเกลของอัตราการไหล ซม.³/นาที่ ได้

R.T.D. (Resistance Temperature Detcetor)

เซอร์ฮัมฟรีย์ เดวี ค้นพบว่าค่าความต้านทานของเส้นลวดโลหะจะเปลี่ยนแปลงไปตามอุณหภูมิ ต่อมาเซอร์วิลเลียม ซิเมนต์ ได้ทดลองพบว่าโลหะที่สามารถนำมาใช้วัดอุณหภูมิคือ Platinum เพราะวัดได้เที่ยงตรงและมีการตอบสนองต่ออุณหภูมิได้เร็วกว่าพวก นิกเกิล (Nickel) ทองแดง (Copper) และโลหะอื่น ๆ ก็สามารถสร้างเครื่องมือวัดอุณหภูมิได้ ด้วยหลักการเดียวกัน แต่จะใช้ Platinum กันมากที่สุด เพราะวัดได้เที่ยงตรงกว่า และมีการตอบสนองต่ออุณหภูมิได้เร็วมาก

ตัวตรวจวัดอุณหภูมิแบบความต้านทาน มีชื่อเรียกว่า Resistance Tempurature Detector (RTD) จัดเป็นทรานสดิวเซอร์แบบหนึ่งที่ใช้ในการตรวจวัดอุณหภูมิ โดยอาศัยหลักการของโลหะที่มีค่าความต้านทานเปลี่ยนแปลงไปตามการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิโลหะบริสุทธิ์ (Pure Metals) ที่ใช้ทำตัว RTD อันได้แก่ ทองคำขาว (Platinum) นิกเกิล(Nickel) ทังสเตน(Tungsten) และ

ทองแดง(Copper) ซึ่งมีสัมประสิทธิ์อุณหภูมิแบบบวก (Positive Temperature Coefficients) ดังนั้นสำหรับโลหะบริสุทธิ์อุณหภูมิและความต้านทาน จะเป็นสัดส่วนโดยตรงต่อกัน กล่าวคือ เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นความต้านทานของโลหะบริสุทธิ์จะเพิ่มค่าขึ้นตามด้วย ค่าความสัมพันธ์ระหว่างค่าความต้านทานของเส้นลวดตัวนำกับอุณหภูมิจะคำนวณได้จาก สมการ

$$R_t = R_{ref} (1 + \alpha \Delta t)$$

โดยที่ R_t = ค่าความต้านทานของตัวนำที่อุณหภูมิ t °C ใดๆ

R_{ref} = ค่าความต้านทานของตัวนำที่อุณหภูมิอ้างอิง (โดยทั่วไป คือ 0 °C)

α = สัมประสิทธิ์ของค่าความต้านทานต่ออุณหภูมิของโลหะตัวนำ

Δt = ค่าแตกต่างระหว่างอุณหภูมิ t °C ใดๆ กับอุณหภูมิอ้างอิง

โลหะตัวนำโดยทั่วไปนั้นสัมประสิทธิ์ของค่าความต้านทานต่ออุณหภูมิเป็นบวก กล่าวคือ ค่าความต้านทานของโลหะตัวนำจะเพิ่มขึ้น แต่วัสดุบางอย่างเช่น Carbon Germanium นั้นจะมีสัมประสิทธิ์ของค่าความต้านทานเป็นลบ นั่นคือ ค่าความต้านทานของวัสดุจะลดลงถ้าอุณหภูมิเพิ่มขึ้น โดยทั่วไปควรใช้วัสดุที่มีค่า α สูงเพราะหมายถึงว่าค่าความต้านทานของโลหะตัวนำจะเปลี่ยนแปลงไปอย่างเห็นได้ชัดถึงแม้ว่าอุณหภูมิจะเปลี่ยนแปลงไปเพียงเล็กน้อยก็ตาม

ตัวอย่างที่ 1 ตัวตรวจอุณหภูมิแบบความต้านทาน ใช้วัสดุที่ทำทองคำขาว (Platinum) มีค่าสัมประสิทธิ์อุณหภูมิ 0.00392 และความต้านทานเริ่มต้น 150Ω ที่ 0°C จงคำนวณหาความต้านทานที่ 75°C

วิธีทำ จากสมการ

$$R_T = R_0(1 + \alpha \Delta T)$$

$$R_T = (150 \Omega)[1 + (0.00392 \Omega / \Omega / ^\circ\text{C})(75^\circ\text{C})]$$

$$R_T = 194.1 \Omega$$

∴ ค่าความต้านทานของ อาร์ ที ดี = 194.1 โอห์มที่อุณหภูมิ 75°C

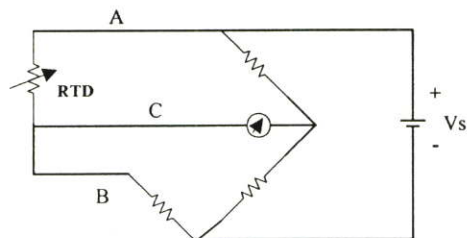


(ก) อาร์ ที ดี แบบขดเป็นเกลียว (Helical RTD) (ข) อาร์ ที ดี แบบฟิล์ม โลหะ (Metal Film RTD)
ภาพที่ ข8 แสดงรูปร่างของ RTD ทั้งสองแบบ

จากภาพที่ ข8 แสดงรูปร่างของ อาร์ ที ดี ที่นิยมใช้งานอย่างมาก ดังในรูปจะเป็น อาร์ ที ดี แบบขดเป็นเกลียว ที่ประกอบด้วยเส้นลวดทองคำขาวพันขดเป็นวงแน่นและยึดติดกับแท่งเซรามิครูปทรงกระบอก และในรูป (ข) เป็นโครงสร้างเทคนิคใหม่ที่ใช้ฟิล์มโลหะทำเป็น อาร์ ที ดี ซึ่งสารที่ใช้ทำฟิล์มโลหะคือทองคำขาวโดยเคลือบอยู่บนวัสดุฐานรองที่เป็นเซรามิคบาง ๆ

โครงสร้างของ R.T.D. จะใช้เส้นลวดเล็ก ๆ มาก เช่น เส้นลวดที่เส้นผ่าศูนย์กลาง 0.05 มม. พันอยู่รอบบนแผ่นไมก้า หรือฉนวนไฟฟ้าอย่างอื่น ที่ทนความร้อนสูงแล้วนำไปใส่ไว้ในหลอดป้องกันซึ่งทำด้วยโลหะอีกชั้นหนึ่ง โดยมีแผ่นโลหะติดอยู่เพื่อเป็นสื่อความร้อนจากหลอดป้องกันเข้ามายังขดลวดที่เป็นตัววัดอุณหภูมิได้เร็วขึ้นเข้ามายังเส้นลวด

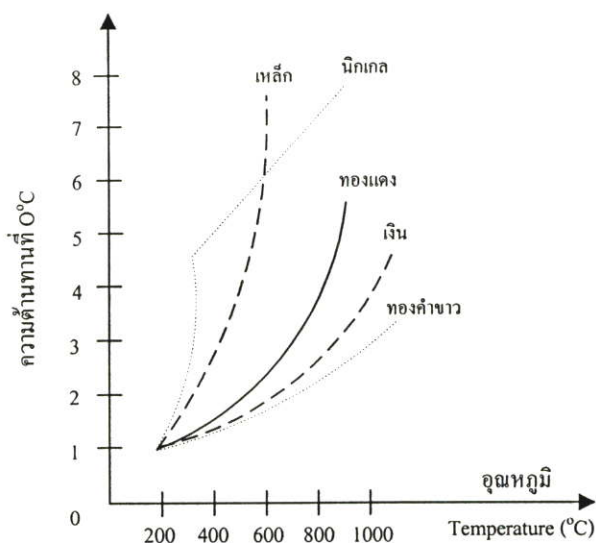
โดยทั่วไปค่าความต้านทานของ RTD ในการใช้งานจะมีพิสัยตั้งแต่ 10 โอห์ม(สำหรับชนิดทองคำขาว) ถึงหลายพันโอห์ม ส่วนมากจะใช้ค่าความต้านทานประมาณ 100 โอห์มเพราะเป็นค่าความต้านทานต่ำ ความยาวของเส้นลวดสามารถทำให้การวัดอุณหภูมิเกิดความไม่แน่นอนอน ซึ่งปัญหานี้สามารถจะแก้ไขได้ โดยการใช้อุปกรณ์แบบสามเส้นลวด ดังแสดงในภาพที่ ข9



ภาพที่ ข9 แสดงรูปร่างของบริดจ์แบบสามเส้นลวด

ถ้าเส้นลวดด้านบน (A) และด้านล่าง (B) เป็นเสมือนความต้านทานของ อาร์ ที ดี ซึ่งจะถูกต้องเข้ากับขาของบริดจ์ทั้งสอง ส่วนเส้นลวดที่สาม (C) จะไม่มีกระแสไหลผ่านขณะที่วงจรบริดจ์อยู่ในสถานะสมดุล

ตัวตรวจวัดอุณหภูมิที่ใช้ อาร์ ที ดี จะให้ความแม่นยำและความเที่ยงตรงมาก โดยเราสามารถพิจารณาได้จากเส้นโค้ง (Curve) ในภาพที่ 6.10 เป็นการเปลี่ยนแปลงของค่าความต้านทานของโลหะตัวนำหลาย ๆ แบบเมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนแปลง จะเห็นได้ว่าค่าความต้านทานของทองคำขาวและทองแดงนั้นจะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างเป็นเชิงเส้นกับอุณหภูมิ ในขณะที่นิเกิลมีการเปลี่ยนแปลงที่ไม่เป็นเชิงเส้นกับอุณหภูมิ โดยทั่ว ๆ ไปจึงนิยมใช้ทองคำขาวเป็นตัวตรวจวัดอุณหภูมิมากที่สุด

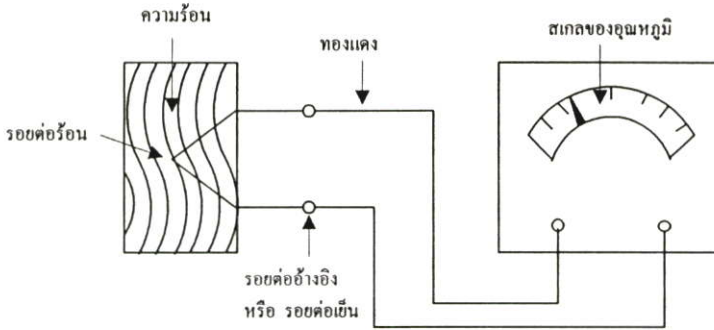


ภาพที่ 6.10 ค่าความต้านทานสัมพัทธ์ (R_T/R_0) ต่ออุณหภูมิของโลหะบริสุทธิ์

เทอร์โมคัปเปิล (Thermocouple)

เป็น Transducer ที่มีความไวต่ออุณหภูมิมากและจะผลิตแรงเคลื่อนไฟฟ้าเมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนแปลงไป นำไปใช้ได้โดยตรงในเครื่องมือวัดและบันทึกอุณหภูมิ เครื่องควบคุมต่าง ๆ เป็นต้น

Thermocouple ประกอบด้วยเส้นลวดโลหะต่างชนิดกันสองเส้นต่อเข้าด้วยกันที่ปลายข้างหนึ่ง ส่วนปลายอีกข้างหนึ่งจะถูกนำไปต่อกับมิเตอร์หรือวงจรอื่น ๆ ต่อไปปลายของเส้นลวดที่ต่อเข้าด้วยกันนี้เรียกว่า hot junction อีกปลายหนึ่งจะเรียกว่า cold junction เมื่อ hot junction ได้รับความร้อนจะเกิดแรงดันไฟฟ้า (Voltage) ที่สามารถวัดค่าได้ที่ Cold junction ซึ่งค่าขนาดของแรงดันที่เกิดขึ้นนี้จะขึ้นอยู่กับชนิดของโลหะที่ใช้ทำเส้นลวด และจำนวนของอุณหภูมิที่แตกต่างกันระหว่างปลายร้อนต่อร้อนกับปลายรอยต่อเย็น



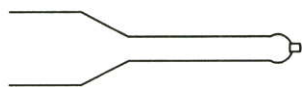
ภาพที่ ข11 แสดงการใช้งานของเทอร์โมคัปเปิ้ลอย่างง่าย ๆ

ในการนำไปใช้งานปกติปลายรอยต่อร้อนจะถูกนำไปไว้ในหรือบนวัสดุที่ต้องการจะตรวจสอบและปลายรอยต่อเย็นของเส้นลวด จะถูกต่อเข้ากับอุปกรณ์เครื่องวัดแรงดันเมื่อ Thermocouple มีอุณหภูมิที่แตกต่างระหว่างปลายรอยต่อโดยปลายรอยต่อเย็นถูกต่อเก็บไว้ ณ. อุณหภูมิอ้างอิงคงตัว (Constant Reference Temperature) หรือกรณีของเทอร์โมคัปเปิ้ลราคาถูกสามารถเก็บได้ง่ายที่อุณหภูมิห้อง เพราะอุณหภูมิที่ปลายสายของเส้นลวดเทอร์โมคัปเปิ้ลจะเป็นจุดอุณหภูมิอ้างอิง (Reference Temperature) ซึ่งรอยต่ออ้างอิง (Reference Junction) หรือรอยต่อเย็น (Cold Junction) จะเป็นขั้วต่ออุปกรณ์ หรือเส้นลวดอื่น ๆ เส้นลวดที่นำมาต่อที่ขั้วต่อของรอยต่ออ้างอิง เข้ากับอุปกรณ์การวัดจะเป็นเส้นลวดทองแดง

วัสดุที่ใช้ประกอบกันเป็น Thermocouple เช่น platinum rhodium, ทองแดง โลหะผสมเช่นพวก (Cromel $\text{Cr} + \text{Ni}$) และ Alumel ($\text{Ni} + \text{Al} + \text{Mn}$) มีพิสัยการใช้งานย่านการวัดอุณหภูมิต่ำสุด -270°C (-418°F) ถึง $2,700^{\circ}\text{C}$ ($5,000^{\circ}\text{F}$) จากตารางจะแสดงชนิดของเทอร์โมคัปเปิ้ลแบบต่าง ๆ เช่น แบบไม่มีฉนวน แบบฉนวนหุ้ม หรือแบบโพรบ

ตารางที่ ข2 แสดงชนิดของเทอร์โมคัปเปิ้ลมาตรฐานที่ใช้งาน

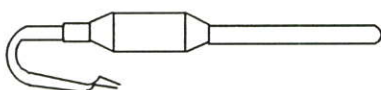
ชนิด	วัสดุ	ช่วงอุณหภูมิ
J	Iron – constantan	-190°C to 760°C
T	Copper – Constantan	-200°C to 371°C
K	Chromel-Alumel	-190°C to 1260°C
E	Chromel-constantan	-100°C to 1260°C
S	90% Platinum+10%Rhodium-Platinum	0°C to 1482°C
R	87% Platinum+13% Rhodium-Platinum	0°C to 1482°C



- 1) แบบไม่มีฉนวนห่อหุ้ม (Uninsulated Thermocouple)



- 2) แบบมีฉนวนห่อหุ้ม (Insulated Thermocouple)



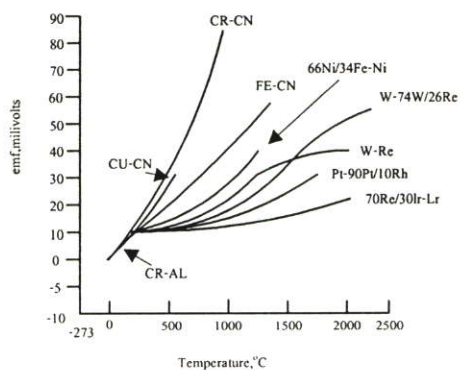
- 3) แบบโพรบ (Probe Assembly)



- 4) แบบที่ติดตั้ง (Thermocouple Well)

ภาพที่ ข12 แสดงรูปร่างของเทอร์โมคัปเปิลแบบต่าง ๆ

ค่าขนาดของแรงดันไฟฟ้า (emf) ของเทอร์โมคัปเปิล จะขึ้นอยู่กับเส้นลวดโลหะที่ใช้และอุณหภูมิที่แตกต่างระหว่างรอยต่อ ดังภาพที่



ภาพที่ ข13 แสดงเส้นโค้งการเปรียบเทียบสำหรับเทอร์โมคัปเปิลหลาย ๆ แบบรวมกัน

จากภาพจะแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันไฟฟ้า (emf) ที่ขั้วต่อของโลหะที่นำมาใช้ทำเทอร์โมคัปเปิลบางชนิดซึ่งจะมีค่าพื้นฐานโดยมีอุณหภูมิอ้างอิงที่ 32°F และปรากฏการณ์ของแรงดันไฟฟ้า (emf) ของเทอร์โมคัปเปิลนั้นจะหาได้จากสมการ

$$E = c(T_1 - T_2) + k(T_1^2 - T_2^2)$$

เมื่อ E คือแรงดันไฟฟ้า (Electromotive Force) ของเทอร์โมคัปเปิล

T_1 คืออุณหภูมิของรอยต่อร้อน

T_2 คืออุณหภูมิของรอยต่อเย็นหรือรอยต่ออ้างอิง

C และ k คือค่าคงที่ของโลหะเทอร์โมคัปเปิล

ตัวอย่างที่ 1 จากการทดลองพบว่าเทอร์โมคัปเปิลชนิด Copper-Constant มีค่าคงที่ของโลหะเทอร์โมคัปเปิล $C = 3.75 \times 10^{-2} \text{ mV}/^{\circ}\text{C}$ และ $k = 4.50 \times 10^{-5} \text{ mV}/^{\circ}\text{C}$ ถ้าอุณหภูมิที่รอยต่อร้อน $T_1 = 100^{\circ}\text{C}$ และรอยต่อเย็น T_2 จะต่อเก็บไว้ที่น้ำแข็ง จงคำนวณหาค่าแรงดันไฟฟ้า (Electromotive Force) ที่เกิดขึ้น

วิธีทำ จากสมการ $E = c(T_1 - T_2) + k(T_1^2 - T_2^2)$

$$E = 3.75 \times 10^{-2} \text{ mV}/^{\circ}\text{C} (100^{\circ}\text{C} - 0^{\circ}) + 4.50 \times 10^{-5} \text{ mV}/^{\circ}\text{C} (100^2 - 0^2)^{\circ}\text{C}^2$$

$$E = 3.75 \text{ mV} + 0.45 \text{ mV}$$

$$E = 4.20 \text{ mV}$$

การประยุกต์ใช้งานอย่างง่าย ๆ

การทำงาน เมื่อ hot junction ได้รับความร้อนจะเกิดแรงดันไฟฟ้า (voltage) ที่สามารถวัดค่าได้ที่ cold junction โดยแรงดันไฟฟ้าจะแปรค่าไปตามการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิที่ทำกรวัด จากรูปเมื่อ hot junction ของ Thermocouple ได้รับความร้อนเพิ่มขึ้นในขณะที่ cold junction ยังได้รับอุณหภูมิเดิมอยู่ความแตกต่างของอุณหภูมิของ junction ทั้งสองจะทำให้เกิดกระแสไหล ค่าของกระแสที่มิเตอร์แสดงนี้สามารถจะปรับเทียบให้เป็นค่าของอุณหภูมิได้ “ค่าขนาดแรงดันไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจะขึ้นอยู่กับชนิดของโลหะที่ใช้ทำเส้นลวดและจำนวนของอุณหภูมิที่แตกต่างกันระหว่างปลายรอยต่อ”

Meter ที่ใช้กับ thermocouple เช่น millivoltmeter แบบ permanent magnet moving coil ที่มีความไวต่อการเปลี่ยนแปลงของความดันไฟฟ้าเพียงเล็กน้อย ค่าที่มิเตอร์แสดงจะเป็นค่าของแรงดันไฟฟ้าที่ Thermocouple สร้างขึ้นและเนื่องจากค่าแรงดันไฟฟ้าของ Thermocouple สัมพันธ์กับอุณหภูมิ ดังนั้น Scale ของแรงดันไฟฟ้า จึงสามารถเปรียบเทียบให้เป็นหน่วยของอุณหภูมิได้ แต่เราต้องระวังเพราะอาจเกิดความผิดพลาด 1 mv จะทำให้อุณหภูมิผิดไปได้ถึง 50 - 100 องศา แต่ถ้าในการวัด Output จะให้แม่นยำต้องใช้อุปกรณ์ potentiometer แทน millivolt meter

เพราะ potentiometer จาก thermocouple ไปทำให้ Meter แสดงค่าแต่จะใช้วิธีการเปรียบเทียบค่าแรงดันไฟฟ้าของ thermocouple กับค่าแรงดัน Battery

Thermocouple สามารถนำไปใช้อย่างกว้างขวางเช่น ในการควบคุมอุณหภูมิในเตาเผา หรือจะใช้ในเครื่องมือวัดและบันทึกค่าอุณหภูมิ หรืออาจใช้ในเครื่องมือวัดและบันทึกค่าอุณหภูมิได้ นอกจากนั้นในกระบวนการทางอุตสาหกรรม ยังใช้เทอร์โมคัปเปิ้ลเป็นตัวตรวจวัดอุณหภูมิของเหลวและแก๊สภายในที่จัดเก็บ หรือการไหลภายในท่อ

ภาคผนวก ก

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิและแบบประเมินสื่อ

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบการสอบ
(ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ)

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิในการประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง ทรานสดิวเซอร์
ทางอุณหภูมิจมีรายนามดังต่อไปนี้

- | | |
|----------------------------|--|
| 1. ดร. อธิปัติย์ คลี่สุนทร | รองอธิบดีกรมสามัญศึกษา
กระทรวงศึกษาธิการ |
| 3. อาจารย์สุธีร์ กิจฉวี | อาจารย์ 2 ระดับ 7 แผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์
วิทยาลัยเทคนิคมีนบุรี กรมอาชีวศึกษา
กระทรวงศึกษาธิการ |

แบบประเมินสื่อการสอนสำหรับผู้ทรงคุณวุฒิ

คำชี้แจง

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม 1 (3105-2004) เรื่อง ทรานสดิวเซอร์ทางอุณหภูมิ (Temperature Transducers) ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) พุทธศักราช 2540 กรมอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการเป็นสื่อที่ผู้วิจัยได้จัดทำขึ้น เพื่อเป็นสื่อในการทำความรู้ให้ผู้เรียน ได้รับเนื้อหาที่ถูกต้อง ตามวัตถุประสงค์ ของหลักสูตรมากที่สุดโดยสร้างความเข้าใจ ทำให้เกิดการเรียนรู้แก่ผู้เรียน ซึ่งอาศัยเทคนิคการนำเสนอต่าง ๆ ในบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนจึงขอให้ผู้ทรงคุณวุฒิ โปรดพิจารณา เนื้อหาของสื่อที่นำขึ้นนี้โดยละเอียดรอบคอบแล้วแสดงความคิดเห็นของท่านลงในแบบประเมินที่แนบมาพร้อมนี้

การแสดงความคิดเห็นของท่านอย่างตรงไปตรงมาจึงมีค่ายิ่ง ในการนำมาปรับปรุงเนื้อหาของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด

แบบประเมินสื่อการสอน

(ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ)

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชา อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม 1 (3105-2004)

เรื่อง ทรานสดิวเซอร์ทางอุณหภูมิ

เรื่องที่ประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	ดีมาก 5	ดี 4	ปานกลาง 3	พอใช้ 2	ปรับปรุง 1
1. ผู้เรียนสามารถควบคุมบทเรียนได้ด้วยตนเอง
2. มีความเหมาะสมในการ เข้าสู่เนื้อหา
3. มีความเหมาะสมในรูปแบบ หรือวิธีการนำเสนอ
4. มีความสอดคล้องของเนื้อหาแต่ละตอน
5. ออกแบบจอภาพ ได้อย่างเหมาะสมน่าสนใจ
6. มีความเหมาะสมของภาพ ในด้านการสื่อ ความหมาย
7. ความเหมาะสมของขนาด และสีของตัวอักษร
8. ความสัมพันธ์ระหว่าง ภาพกับเสียงบรรยาย
9. ความเหมาะสมของเวลา กับ เนื้อหา
10. ความเหมาะสมของเวลาในการนำเสนอ ทั้งหมด

ข้อเสนอแนะอื่น ๆ

.....

ลงชื่อ ผู้ประเมิน

(.....)

ตำแหน่ง.....

...../...../.....

แบบประเมินสื่อการเรียน
(ด้านเนื้อหา)

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชา อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม 1 (3105-2004)

เรื่อง ทรานซิสเวเซอร์ ทางอุณหภูมิ

เรื่องที่ประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	ดีมาก 5	ดี 4	ปานกลาง 3	พอใช้ 2	ปรับปรุง 1
1. เนื้อหา มีความสอดคล้อง กับวัตถุประสงค์
2. ความถูกต้องของเนื้อหา
3. ความสัมพันธ์สอดคล้องของเนื้อหาในแต่ละตอน
4. ความชัดเจนในการอธิบายเนื้อหา
5. ความเหมาะสมของรูปภาพกับความบรรยาย
6. ความถูกต้องของภาษาที่ใช้
7. ความเหมาะสมระหว่างเนื้อหากับเวลา
8. ความเหมาะสมของเวลากับคำบรรยาย
9. ความเหมาะสมของเวลาในการทำเสนอบทเรียนทั้งหมด

ข้อเสนอแนะอื่น ๆ

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

ตำแหน่ง.....

...../...../.....

ผลการวิเคราะห์แบบประเมินคุณภาพสื่อการเรียน

ตารางที่ ค1 แสดงค่าคะแนนเฉลี่ยแบบประเมินสื่อด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อของผู้ทรงคุณวุฒิ

แบบประเมินผู้ทรงคุณวุฒิ	ค่าเฉลี่ย
ด้านเนื้อหา	4.16
ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ	3.95

จากตารางที่ ค1 ผลการประเมินความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา อยู่ในระดับคุณภาพดี คือมีค่าเฉลี่ยทั้งฉบับเท่ากับ 4.16 และผลการประเมินความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ อยู่ในระดับคุณภาพดี คือมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.95

ตารางที่ ค2 แสดงค่าคะแนนแบบประเมินคุณภาพสื่อด้านเนื้อหา

เรื่องที่ประเมิน	ผู้ทรงคุณวุฒิ		\bar{X}
	1	2	
1. เนื้อหามีความสอดคล้อง กับวัตถุประสงค์	3	4	3.5
2. ความถูกต้องของเนื้อหา	4	5	4.5
3. ความสัมพันธ์สอดคล้องของเนื้อหาในแต่ละตอน	4	4	4
4. ความชัดเจนในการอธิบายเนื้อหา	4	5	4.5
5. ความเหมาะสมของรูปภาพกับความบรรยาย	4	4	4
6. ความถูกต้องของภาษาที่ใช้	3	5	4
7. ความเหมาะสมระหว่างเนื้อหากับเวลา	5	5	5
8. ความเหมาะสมของเวลากับคำบรรยาย	3	4	3.5
9. ความเหมาะสมของเวลาในการทำเสนอบทเรียน ทั้งหมด	5	4	4.5
\bar{X}	3.88	4.44	4.16

ตารางที่ ค3 แสดงค่าคะแนนแบบประเมินคุณภาพสื่อด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

เรื่องที่ประเมิน	ผู้ทรงคุณวุฒิ		\bar{X}
	1	2	
1. ผู้เรียนสามารถควบคุมบทเรียนได้ด้วยตนเอง	3	4	3.5
2. มีความเหมาะสมในการเข้าสู่เนื้อหา	4	5	4.5
3.มีความเหมาะสมในรูปแบบ หรือวิธีการนำเสนอ	4	4	4
4. มีความสอดคล้องของเนื้อหาแต่ละตอน	5	5	5
5. ออกแบบจอภาพ ได้อย่างเหมาะสมน่าสนใจ	4	3	3.5
6. มีความเหมาะสมของภาพ ในด้านการสื่อ ความหมาย	3	4	3.5
7. ความเหมาะสมของขนาด และสีของตัวอักษร	4	4	4
8. ความสัมพันธ์ระหว่าง ภาพกับเสียงบรรยาย	4	4	4
9. ความเหมาะสมของเวลา กับ เนื้อหา	4	4	4
10. ความเหมาะสมของเวลาในการนำเสนอทั้งหมด	4	3	3.5
\bar{X}	3.9	4.0	3.95

จากตารางที่ ค2 และ ค3 ผลการประเมินความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ ด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ในภาพรวมอยู่ในคุณภาพดี โดยค่าเฉลี่ยด้านเนื้อหาทั้งฉบับเท่ากับ 4.16 และค่าเฉลี่ยด้านเทคนิคการผลิตสื่อทั้งฉบับเท่ากับ 3.95

ภาคผนวก ง

หนังสือราชการ



ที่ ทม 1504/ 4887

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

๙ ตุลาคม 2543

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย

เรียน อาจารย์มนตรี พรหมเพชร

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบทดสอบด้านเนื้อหาเพื่อการวิจัย

ด้วย นางสาวนงเยาว์ พิมพ์บูรณ์ นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา
ทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา จะทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง " บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง
ทรานสดิวเซอร์ทางอุณหภูมิ"

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ ความสามารถเกี่ยวกับ
เกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือการวิจัยเกี่ยวกับแบบ
ทดสอบด้านเนื้อหาวิชา ดังที่แนบมาพร้อมนี้ จำนวน 1 ชุด ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อย
เพียงใด ซึ่งผลการตรวจของท่านจะช่วยให้การเก็บรวบรวมข้อมูลของ นางสาวนงเยาว์ พิมพ์บูรณ์
มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณ
เป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(นายณรงค์ พิมพ์สาร)

รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา

โทร. 3271199, 7373000 ต่อ 3679

โทรสาร.3269040



ที่ ทม 1504/ 4887

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

๖ ตุลาคม 2543

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย

เรียน อาจารย์พร้อม แยมมณฑา

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบทดสอบด้านเนื้อหาเพื่อการวิจัย

ด้วย นางสาวนงเยาว์ พิมพ์บุรณ์ นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา
ทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา จะทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง
ทรานสดิวเซอร์ทางอุณหภูมิต"

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ ความสามารถเกี่ยวกับ
เกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือการวิจัยเกี่ยวกับแบบ
ทดสอบด้านเนื้อหาวิชา ดังที่แนบมาพร้อมนี้ จำนวน 1 ชุด ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อย
เพียงใด ซึ่งผลการตรวจของท่านจะช่วยให้การเก็บรวบรวมข้อมูลของ นางสาวนงเยาว์ พิมพ์บุรณ์
มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณ
เป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(นายณรงค์ พิมพ์สาร)

รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา

โทร. 3271199, 7373000 ต่อ 3679

โทรสาร.3269040



ที่ ทม 1504/ 4887

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

๒ ตุลาคม 2543

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย

เรียน ดร.อริปัตย์ คลี่สุนทร

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบทดสอบด้านการผลิตสื่อ

ด้วย นางสาวนงเยาว์ พิมพ์บุรณ์ นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา
ทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา จะทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง
ทรานสดิวเซอร์ทางอุณหภูมิ"

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ ความสามารถเกี่ยวกับ
เกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือการวิจัยเกี่ยวกับแบบ
ทดสอบด้านการผลิตสื่อ ดังที่แนบมาพร้อมนี้ จำนวน 1 ชุด ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อย
เพียงใด ซึ่งผลการตรวจของท่านจะช่วยให้การเก็บรวบรวมข้อมูลของ นางสาวนงเยาว์ พิมพ์บุรณ์
มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณ
เป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(นายณรงค์ พิมพ์สาร)

รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา

โทร. 3271199, 7373000 ต่อ 3679

โทรสาร.3269040



ที่ ทม 1504/ 4887

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนจลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

13 ตุลาคม 2543

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย

เรียน อาจารย์สุธีร์ กิจฉวี

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบทดสอบด้านการผลิตสื่อ

ด้วย นางสาวนงเยาว์ พิมพ์บุรณ์ นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา
ทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา จะทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง " บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง
ทรานสดิวเซอร์ทางอุณหภูมิ"

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ ความสามารถเกี่ยวกับ
เกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือการวิจัยเกี่ยวกับแบบ
ทดสอบด้านการผลิตสื่อ ดังที่แนบมาพร้อมนี้ จำนวน 1 ชุด ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อย
เพียงใด ซึ่งผลการตรวจของท่านจะช่วยให้การเก็บรวบรวมข้อมูลของ นางสาวนงเยาว์ พิมพ์บุรณ์
มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณ
เป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(นายณรงค์ พิมพ์สาร)

รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา

โทร. 3271199, 7373000 ต่อ 3679

โทรสาร.3269040

ภาคผนวก จ

การวิเคราะห์ข้อมูล

ตารางที่ ๑๑ แสดงผลการวิเคราะห์ความยากง่าย(P) ของข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ข้อที่	ตอบถูก	N	ค่า P	ข้อที่	ตอบถูก	N	ค่า P	ข้อที่	ตอบถูก	N	ค่า P
1	9	40	0.225	35	20	40	0.500	69	20	40	0.500
2	15	40	0.375	36	20	40	0.500	70	19	40	0.475
3	32	40	0.800	37	32	40	0.800	71	21	40	0.525
4	22	40	0.550	38	21	40	0.525	72	3	40	0.075
5	20	40	0.500	39	15	40	0.375	73	17	40	0.425
6	21	40	0.525	40	17	40	0.425	74	20	40	0.500
7	17	40	0.425	41	22	40	0.550	75	18	40	0.450
8	20	40	0.500	42	5	40	0.125	76	35	40	0.875
9	20	40	0.500	43	9	40	0.225	77	33	40	0.825
10	22	40	0.550	44	4	40	0.100	78	36	40	0.900
11	35	40	0.875	45	12	40	0.300	79	16	40	0.400
12	8	40	0.200	46	15	40	0.375	80	22	40	0.550
13	17	40	0.425	47	16	40	0.400	81	11	40	0.275
14	21	40	0.525	48	16	40	0.400	82	17	40	0.425
15	11	40	0.275	49	4	40	0.100	83	19	40	0.475
16	22	40	0.550	50	35	40	0.875	84	22	40	0.550
17	16	40	0.400	51	20	40	0.500	85	21	40	0.525
18	34	40	0.850	52	16	40	0.400	86	18	40	0.450
19	22	40	0.550	53	3	40	0.075	87	22	40	0.550
20	20	40	0.500	54	32	40	0.800	88	40	40	1.000
21	8	40	0.200	55	21	40	0.525	89	19	40	0.475
22	20	40	0.500	56	8	40	0.200	90	33	40	0.825
23	15	40	0.375	57	17	40	0.425	91	27	40	0.675
24	33	40	0.825	58	5	40	0.125	92	14	40	0.350
25	20	40	0.500	59	22	40	0.550	93	9	40	0.225
26	21	40	0.525	60	8	40	0.200	94	10	40	0.250
27	17	40	0.425	61	12	40	0.300	95	34	40	0.850
28	33	40	0.825	62	22	40	0.550	96	18	40	0.450
29	22	40	0.550	63	19	40	0.475	97	16	40	0.400

ตารางที่ จ1 (ต่อ)

ข้อที่	ตอบถูก	N	ค่า P	ข้อที่	ตอบถูก	N	ค่า P	ข้อที่	ตอบถูก	N	ค่า P
30	36	40	0.900	64	3	40	0.075	98	19	40	0.475
31	2	40	0.050	65	24	40	0.600	99	21	40	0.525
32	12	40	0.300	66	18	40	0.450	100	14	40	0.350
33	6	40	0.150	67	6	40	0.150				
34	34	40	0.850	68	18	40	0.450				

ตารางที่ จ2 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนก (r) ของข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ข้อที่	Ru	RI	N/2	ค่า r	ข้อที่	Ru	RI	N/2	ค่า r	ข้อที่	Ru	RI	N/2	ค่า r
1	5	4	20	0.050	35	13	7	20	0.300	69	12	8	20	0.200
2	8	7	20	0.050	36	12	8	20	0.200	70	12	7	20	0.250
3	17	15	20	0.100	37	17	15	20	0.100	71	14	7	20	0.350
4	14	8	20	0.300	38	13	8	20	0.250	72	2	1	20	0.050
5	13	7	20	0.300	39	13	2	20	0.550	73	13	4	20	0.450
6	13	8	20	0.250	40	10	7	20	0.150	74	14	6	20	0.400
7	10	7	20	0.150	41	15	7	20	0.400	75	11	7	20	0.200
8	14	6	20	0.400	42	3	2	20	0.050	76	18	17	20	0.050
9	12	8	20	0.200	43	6	3	20	0.150	77	17	16	20	0.050
10	14	8	20	0.300	44	3	1	20	0.100	78	18	18	20	0.000
11	18	17	20	0.050	45	7	5	20	0.100	79	9	7	20	0.100
12	5	3	20	0.100	46	9	6	20	0.150	80	15	7	20	0.400
13	9	8	20	0.050	47	8	8	20	0.000	81	10	1	20	0.450
14	13	8	20	0.250	48	9	7	20	0.100	82	9	8	20	0.050
15	7	4	20	0.150	49	3	1	20	0.100	83	13	6	20	0.350
16	13	9	20	0.200	50	18	17	20	0.050	84	15	7	20	0.400
17	9	7	20	0.100	51	13	7	20	0.300	85	12	8	20	0.200
18	18	16	20	0.100	52	9	7	20	0.100	86	12	6	20	0.300
19	13	9	20	0.200	53	3	0	20	0.150	87	13	9	20	0.200
20	12	8	20	0.200	54	18	14	20	0.200	88	20	20	20	0.000

ตารางที่ จ2 (ต่อ)

ข้อที่	Ru	RI	N/2	ค่า r	ข้อที่	Ru	RI	N/2	ค่า r	ข้อที่	Ru	RI	N/2	ค่า r
21	4	4	20	0.000	55	12	9	20	0.150	89	12	7	20	0.250
22	12	8	20	0.200	56	4	4	20	0.000	90	17	16	20	0.050
23	9	6	20	0.150	57	13	4	20	0.450	91	14	13	20	0.050
24	17	16	20	0.050	58	4	1	20	0.150	92	8	6	20	0.100
25	14	6	2	4.000	59	12	10	2	1.000	93	5	4	2	0.500
26	13	8	20	0.250	60	5	3	20	0.100	94	6	4	20	0.100
27	10	7	20	0.150	61	7	5	20	0.100	95	18	16	20	0.100
28	17	16	20	0.050	62	13	9	20	0.200	96	12	6	20	0.300
29	15	7	20	0.400	63	13	6	20	0.350	97	9	7	20	0.100
30	19	17	20	0.100	64	2	1	20	0.050	98	12	7	20	0.250
31	1	1	20	0.000	65	13	11	20	0.100	99	13	8	20	0.250
32	7	5	20	0.100	66	12	6	20	0.300	100	8	6	20	0.100
33	3	3	20	0.000	67	3	3	20	0.000					
34	18	16	20	0.100	68	11	7	20	0.200					

ตารางที่ จ3 แสดงการวิเคราะห์สัดส่วนคะแนน เพื่อคำนวณหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

ข้อที่	ตอบถูก	ตอบผิด	N=40	ค่า P	ค่า q	pq
1	9	31	40	0.23	0.78	0.17
2	15	25	40	0.38	0.63	0.23
3	32	8	40	0.80	0.20	0.16
4	22	18	40	0.55	0.45	0.25
5	20	20	40	0.50	0.50	0.25
6	21	19	40	0.53	0.48	0.25
7	17	23	40	0.43	0.58	0.24
8	20	20	40	0.50	0.50	0.25
9	20	20	40	0.50	0.50	0.25
10	22	18	40	0.55	0.45	0.25

ตารางที่ ๖3 (ต่อ)

ข้อที่	ตอบถูก	ตอบผิด	N=40	ค่า P	ค่า q	pq
11	35	5	40	0.88	0.13	0.11
12	8	32	40	0.20	0.80	0.16
13	17	23	40	0.43	0.58	0.24
14	21	19	40	0.53	0.48	0.25
15	11	29	40	0.28	0.73	0.20
16	22	18	40	0.55	0.45	0.25
17	16	24	40	0.40	0.60	0.24
18	34	6	40	0.85	0.15	0.13
19	22	18	40	0.55	0.45	0.25
20	20	20	40	0.50	0.50	0.25
21	8	32	40	0.20	0.80	0.16
22	20	20	40	0.50	0.50	0.25
23	15	25	40	0.38	0.63	0.23
24	33	7	40	0.83	0.18	0.14
25	20	20	40	0.50	0.50	0.25
26	21	19	40	0.53	0.48	0.25
27	17	23	40	0.43	0.58	0.24
28	33	7	40	0.83	0.18	0.14
29	22	18	40	0.55	0.45	0.25
30	36	4	40	0.38	0.63	0.23
31	2	38	40	0.30	0.70	0.21
32	12	28	40	0.60	0.40	0.24
33	6	34	40	0.15	0.85	0.13
34	34	6	40	0.85	0.15	0.13
35	20	20	40	0.50	0.50	0.25
36	20	20	40	0.50	0.50	0.25
37	32	8	40	0.80	0.20	0.16
38	21	19	40	0.53	0.48	0.25
39	15	25	40	0.38	0.63	0.23

ตารางที่ ๑3 (ต่อ)

ข้อที่	ตอบถูก	ตอบผิด	N=40	ค่า P	ค่าq	pq
40	17	23	40	0.43	0.58	0.24
42	5	35	40	0.13	0.88	0.11
43	9	31	40	0.23	0.78	0.17
44	4	36	40	0.10	0.90	0.09
45	12	28	40	0.30	0.70	0.21
46	15	25	40	0.38	0.63	0.23
47	16	24	40	0.40	0.60	0.24
48	16	24	40	0.40	0.60	0.24
49	4	36	40	0.10	0.90	0.09
50	35	5	40	0.88	0.13	0.11
51	20	20	40	0.50	0.50	0.25
52	16	24	40	0.40	0.60	0.24
53	3	37	40	0.08	0.93	0.07
54	32	8	40	0.80	0.20	0.16
55	21	19	40	0.53	0.48	0.25
56	8	32	40	0.20	0.80	0.16
57	17	23	40	0.43	0.58	0.24
58	5	25	40	0.13	0.63	0.08
59	22	18	40	0.55	0.45	0.25
60	8	32	40	0.20	0.80	0.16
61	12	28	40	0.30	0.70	0.21
62	22	18	40	0.55	0.45	0.25
63	19	21	40	0.48	0.53	0.25
64	3	37	40	0.08	0.93	0.07
65	24	16	40	0.60	0.40	0.24
66	18	22	40	0.45	0.55	0.25
67	6	34	40	0.15	0.85	0.13
68	18	22	40	0.45	0.55	0.25
69	20	20	40	0.50	0.50	0.25

ตารางที่ จ3 (ต่อ)

ข้อที่	ตอบถูก	ตอบผิด	N=40	ค่า P	ค่า q	pq
70	19	21	40	0.48	0.53	0.25
71	21	19	40	0.53	0.48	0.25
72	3	37	40	0.08	0.93	0.07
73	17	23	40	0.43	0.58	0.24
74	20	20	40	0.50	0.50	0.25
75	18	22	40	0.45	0.55	0.25
76	35	5	40	0.88	0.13	0.11
77	33	7	40	0.83	0.18	0.14
78	36	4	40	0.90	0.10	0.09
79	16	24	40	0.40	0.60	0.24
80	22	18	40	0.55	0.45	0.25
81	11	29	40	0.28	0.73	0.20
82	17	23	40	0.43	0.58	0.24
83	19	21	40	0.48	0.53	0.25
84	22	18	40	0.55	0.45	0.25
85	21	19	40	0.53	0.48	0.25
86	18	22	40	0.45	0.55	0.25
87	22	18	40	0.55	0.45	0.25
88	40	0	40	1.00	0.00	0.00
89	19	21	40	0.48	0.53	0.25
90	33	7	40	0.83	0.18	0.14
91	27	13	40	0.68	0.33	0.22
92	14	26	40	0.35	0.65	0.23
93	9	31	40	0.23	0.78	0.17
94	10	30	40	0.25	0.75	0.19
95	34	6	40	0.85	0.15	0.13
96	18	22	40	0.45	0.55	0.25
97	16	24	40	0.40	0.60	0.24
98	19	21	40	0.48	0.53	0.25

ตารางที่ จ3 (ต่อ)

ข้อที่	ตอบถูก	ตอบผิด	N=40	ค่า P	ค่า q	pq
99	21	19	40	0.53	0.48	0.25
100	14	26	40	0.35	0.65	0.23
Σpq						20.49

ตารางที่ จ4 แสดงค่าคะแนนเฉลี่ยและค่าคะแนนเฉลี่ยกำลังสองของการทำแบบทดสอบ

คนที่	คะแนน 100 X	คะแนน X ²
1	57	3249
2	59	3481
3	56	3136
4	55	3025
5	57	3249
6	54	2916
7	53	2809
8	58	3364
9	53	2809
10	55	3025
11	56	3136
12	55	3025
13	56	3136
14	55	3025
15	58	3364
16	57	3249
17	51	2601
18	55	3025
19	58	3364
20	56	3136

ตารางที่ 4 (ต่อ)

คนที่	คะแนน 100 X	คะแนน X^2
22	43	1849
23	39	1521
24	41	1681
25	38	1444
26	41	1681
27	35	1225
28	36	1296
29	41	1681
30	37	1369
31	32	1024
32	38	1444
33	35	1225
34	38	1444
35	36	1296
36	36	1444
37	37	1369
38	41	1156
39	42	2601
40	39	2809
	$\Sigma X=1879$	$\Sigma X^2=93283$

การคำนวณหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยใช้สูตร KR-20 (Kuder-Richardson Formula 20)

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

$$\begin{aligned} \text{เมื่อ } N &= 40 & \sum X &= 1879 \\ k &= 100 & \sum X^2 &= 93283 \\ \sum pq &= 20.49 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} S_t^2 &= \frac{\sum X^2}{N} - \left[\frac{\sum X}{N} \right]^2 \\ &= \frac{93283}{40} - \left[\frac{1879}{40} \right]^2 \\ &= 2332.075 - 2206.650 \\ S_t^2 &= 125.425 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{แทนค่า } r_{tt} &= \frac{100}{100-1} \left\{ 1 - \frac{20.49}{125.425} \right\} \\ &= \frac{100}{99} \times 0.837 \\ r_{tt} &= 0.845 \end{aligned}$$

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบมีค่าเท่ากับ 0.845

ตารางที่ ๑5 แสดงการเปรียบเทียบคะแนนจากการทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียนและหลังเรียน

การหาประสิทธิภาพ E1/E2

ระหว่างเรียน			
คนที่	x	n=40	ร้อยละ
1	32	40	80
2	36	40	90
3	30	40	75
4	33	40	83
5	37	40	93
6	38	40	95
7	35	40	88
8	33	40	83
9	32	40	80
10	28	40	70
11	36	40	90
12	36	40	90
13	34	40	85
14	31	40	78
15	30	40	75
16	29	40	73
17	35	40	88
18	37	40	93
19	32	40	80
20	35	40	88
รวม	669	800	1677
ค่าเฉลี่ย	33.45	40	83.85

หลังเรียน			
คนที่	x	n=40	ร้อยละ
1	30	40	75
2	35	40	88
3	30	40	75
4	31	40	78
5	35	40	88
6	34	40	85
7	33	40	83
8	33	40	83
9	32	40	80
10	30	40	75
11	35	40	88
12	36	40	90
13	36	40	90
14	30	40	75
15	29	40	73
16	30	40	75
17	35	40	88
18	34	40	85
19	31	40	78
20	34	40	85
รวม	653	800	1637
ค่าเฉลี่ย	32.65	40	81.85

ตารางที่ ๖ แสดงคะแนนของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองที่เรียน
ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับกลุ่มควบคุมที่เรียนแบบปกติ

กลุ่มทดลองเรียน ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน			กลุ่มควบคุม เรียนแบบปกติ		
คนที่	x	x ²	คนที่	x	x ²
1	31	961	1	29	841
2	33	1089	2	31	961
3	28	784	3	28	784
4	32	1024	4	30	900
5	37	1369	5	29	841
6	30	900	6	28	784
7	32	1024	7	30	900
8	29	841	8	32	1024
9	35	1225	9	28	784
10	32	1024	10	27	729
11	28	784	11	30	900
12	36	1296	12	25	625
13	30	900	13	32	1024
14	33	1089	14	23	529
15	27	729	15	30	900
16	32	1024	16	29	841
17	28	784	17	30	900
18	30	900	18	27	729
19	35	1225	19	30	900
20	30	900	20	29	841
รวม	628	19872	รวม	577	16737
ค่าเฉลี่ย	31.40	$\sum X^2=19872$	ค่าเฉลี่ย	28.85	$\sum X^2=16737$
SD	2.84	$S^2=8.04$	SD	2.18	$S^2=4.77$

คำนวณค่าทางสถิติการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

1.1 การคำนวณหาค่าเฉลี่ย (\bar{X})

$$\begin{aligned} \text{สูตร} \quad \bar{X} &= \frac{\sum x}{N} \\ &= \frac{628}{20} \\ &= 31.4 \end{aligned}$$

1.2 การคำนวณหาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)

$$\begin{aligned} \text{สูตร} \quad SD &= \sqrt{\frac{n(\sum x^2) - (\sum x)^2}{n(n-1)}} \\ &= \sqrt{\frac{20(19872) - (628)^2}{20(20-1)}} \\ &= \sqrt{\frac{3056}{380}} \\ S^2 &= 8.04 \\ SD &= 2.84 \end{aligned}$$

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยวิธีการเรียนแบบปกติ

2.1 การคำนวณหาค่าเฉลี่ย (\bar{X})

$$\begin{aligned} \text{สูตร} \quad \bar{X} &= \frac{\sum x}{N} \\ &= \frac{577}{20} \\ &= 28.85 \end{aligned}$$

2.2 การคำนวณหาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)

$$\begin{aligned}
 \text{สูตร } SD &= \sqrt{\frac{n(\sum x^2) - (\sum x)^2}{n(n-1)}} \\
 &= \sqrt{\frac{20(16737) - (577)^2}{20(20-1)}} \\
 &= \sqrt{\frac{1811}{380}} \\
 S^2 &= 4.77 \\
 SD &= 2.18
 \end{aligned}$$

3. สถิติที่ใช้ในการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน กับ การเรียนแบบปกติ

การทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของข้อมูลสองกลุ่มที่เป็นอิสระต่อกัน
Two Independent Sample Test มีขั้นตอนในการพิจารณาการใช้สูตรดังนี้

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

1. $H_0 : \sigma_1 = \sigma_2$
 $H_1 : \sigma_1 \neq \sigma_2$
2. $\alpha = .05$
3. $F = \frac{S_1^2}{S_2^2}$ แทนค่า $= \frac{8.04}{4.77} = 1.69$
4. $df_1 = n_1 - 1$ แทนค่า $= 20 - 1 = 19$
 $df_2 = n_2 - 1$ แทนค่า $= 20 - 1 = 19$

ค่า F ที่คำนวณได้มีค่าเท่ากับ 1.69 และค่า F ที่ได้จากการเปิดตาราง Critical Values of F เท่ากับ 2.17 แสดงว่าค่า F ที่คำนวณได้ < ค่า F จากตารางให้ยอมรับ $H_0 : \sigma_1 = \sigma_2$ แสดงว่าความแปรปรวนของกลุ่มประชากรไม่แตกต่างกัน (เท่ากับ $\sigma_1^2 = \sigma_2^2$) ให้ใช้สูตร t-test ชนิด Pooled Variance

3.2 สถิติที่ใช้ในการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

กับการเรียนแบบปกติ (t-test ชนิด Pooled Variance)

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

แทนค่า

$$\begin{aligned}
 &= \frac{31.40 - 28.85}{\sqrt{\frac{(20 - 1)8.04 + (20 - 1)4.77}{20 + 20 - 2} \left\{ \frac{1}{20} + \frac{1}{20} \right\}}} \\
 &= \frac{2.19}{\sqrt{\frac{156.76 + 90.63}{38} \{0.05 + 0.05\}}} \\
 &= \frac{2.19}{\sqrt{6.41\{0.1\}}} \\
 &= \frac{2.19}{0.8} \\
 &= 2.74
 \end{aligned}$$

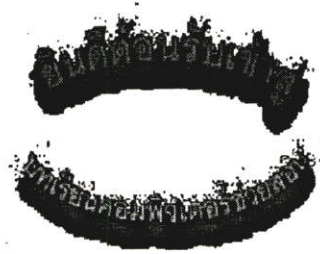
เมื่อเปิดตารางค่าวิกฤติในตารางพบว่า ค่าวิกฤติที่ $df = 38$ และค่า $\alpha = .05$ มีค่า = 1.69 ซึ่งมีค่าน้อยกว่าค่า t ที่คำนวณได้ซึ่ง = 2.74 ดังนั้นจึงปฏิเสธ $H_0 : \mu_1 = \mu_2$ ยอมรับ $H_0 : \mu_1 \neq \mu_2$ แสดงว่ากลุ่มทดลองที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างจากกลุ่มควบคุม ที่เรียนด้วยวิธีการเรียนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05

ดังนั้น จากการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ระหว่างนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการเรียนแบบปกติ พบว่ากลุ่มที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักศึกษาที่สอน โดยวิธีการสอนปกติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้

ภาคผนวก ฉ

ตัวอย่างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน





เรื่อง

ทรานสดิวเซอร์ทางอุณหภูมิ
(Temperature Transducers)



กรุณาป้อนข้อมูลของท่าน

ชื่อ - นามสกุล นายมดแดง

รหัสนักศึกษา 007

ยินดีต้อนรับ

คุณ นายมดแดง

เข้าสู่บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

เรื่องทราบนสติวเซอร์ทางอุณหภูมิต



เมนูหลัก

ดำแบบบ้าน

เกี่ยวกับผู้จัดทำ

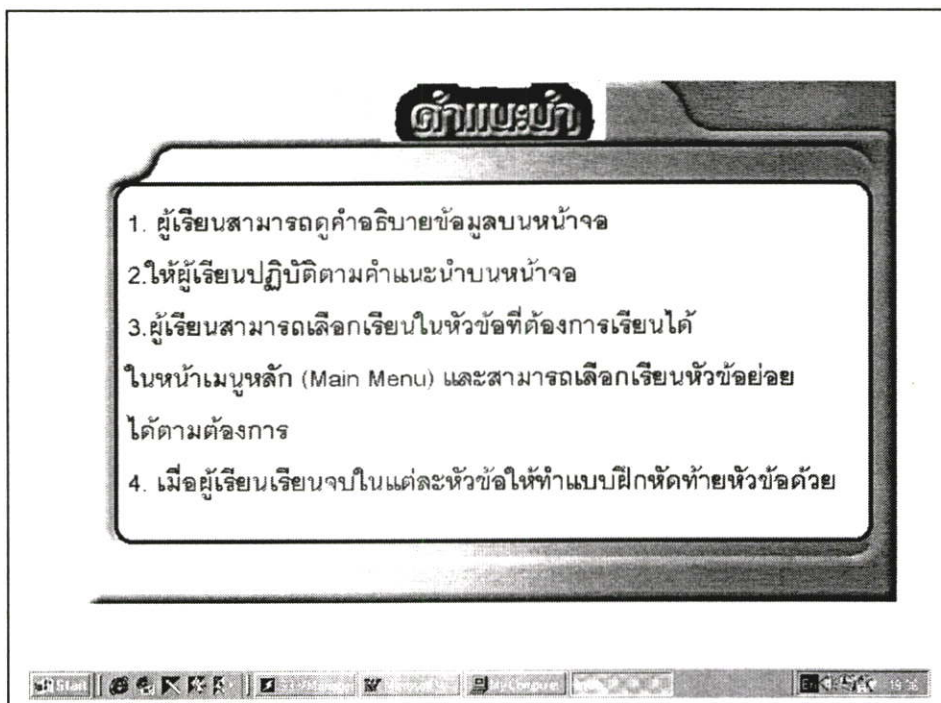
เนื้อหา

วัตถุประสงค์

EXIT

ดำเนียบำ

1. ผู้เรียนสามารถดูคำอธิบายข้อมูลบนหน้าจอ
2. ให้ผู้เรียนปฏิบัติตามคำแนะนำบนหน้าจอ
3. ผู้เรียนสามารถเลือกเรียนในหัวข้อที่ต้องการเรียนได้
ในหน้าเมนูหลัก (Main Menu) และสามารถเลือกเรียนหัวข้อย่อย
ได้ตามต้องการ
4. เมื่อผู้เรียนเรียนจบในแต่ละหัวข้อให้ทำแบบฝึกหัดท้ายหัวข้อด้วย

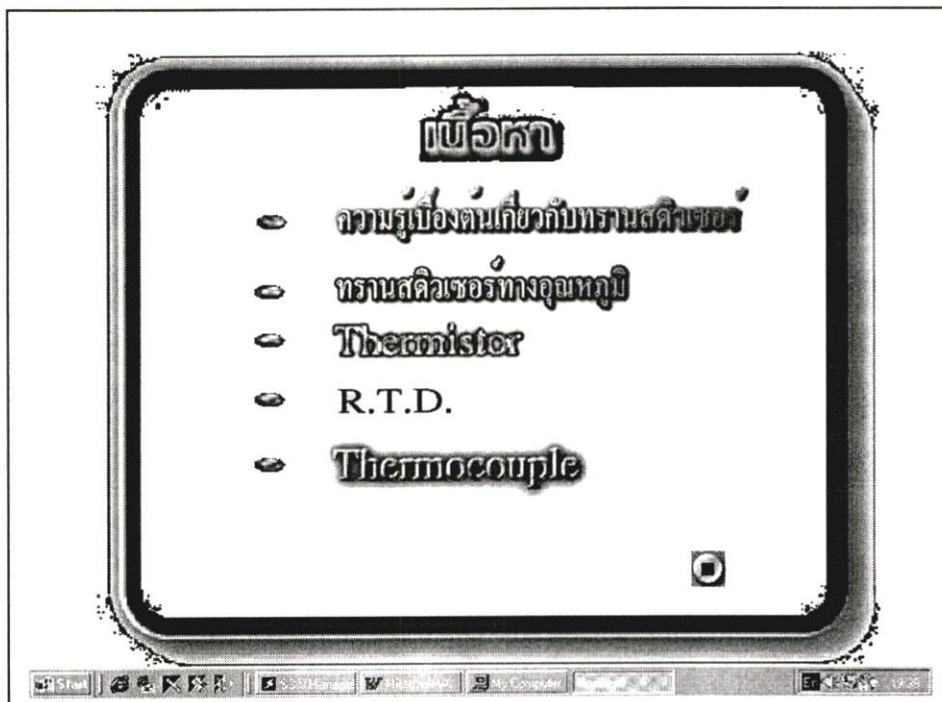


วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. อธิบายนิยามของทรานดิวเซอร์ได้
2. บอกและแยกประเภทของทรานดิวเซอร์ได้
3. บอกชนิดของทรานดิวเซอร์ได้
4. เขียนโครงสร้างและรูปแบบสัญญาณของอุปกรณ์ที่เป็นของ
ทรานดิวเซอร์ทางอุณหภูมิได้
5. เขียนโครงสร้างและรูปแบบสัญญาณของอุปกรณ์ที่เป็นของ
ทรานดิวเซอร์ทางอุณหภูมิได้
6. บอกลักษณะ มบัติของอุปกรณ์ที่เป็นของทรานดิวเซอร์ทางอุณหภูมิได้
7. นำอุปกรณ์ที่เป็นทรานดิวเซอร์ทางอุณหภูมิไปประยุกต์ใช้งานได้

เนื้อหา

- ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับทรานสดิวเซอร์
- ทรานสดิวเซอร์ทางอุณหภูมิ
- Thermistor
- R.T.D.
- Thermocouple



วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. บอกองค์ประกอบของขบวนการทางอุตสาหกรรมได้
2. บอกนิยามของทรานสดิวเซอร์ได้
3. แยกและบอกประเภทของทรานสดิวเซอร์ได้
4. บอกชนิดของอุปกรณ์ทรานสดิวเซอร์ได้

ภาคผนวก ข

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

แบบทดสอบหลังเรียน

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องทรานสดิวเซอร์ทางอุณหภูมิ (Computer Assisted Instruction on Transducers Temperature)

คำชี้แจง

- ห้ามนำเอกสารใดๆ เข้าห้องสอบ
 - พยายามทำข้อสอบให้ครบ 40 ข้อและถูกต้องมากที่สุด
 - ห้ามยืมเอกสาร ในระหว่างทำการสอบฝ่าฝืนถือว่าทุจริต
 - ห้ามใช้เครื่องคำนวณทุกชนิด
- อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรมจะเกี่ยวข้องกับโดยตรงกับขบวนการผลิตอย่างไร
 - การผลิตกับการวัด
 - การวัดและการตรวจสอบ
 - การตรวจสอบการผลิต
 - งบประมาณการผลิต
 - การเปลี่ยนรูปของสัญญาณต่าง ๆ ให้อยู่ในรูปของสัญญาณไฟฟ้าเรียกว่า
 - Advisor
 - Processor
 - Transducer
 - Transistor
 - Transducer ที่เปลี่ยนรูปพลังงานใดๆเป็นพลังงานไฟฟ้าโดยไม่ต้องใช้แหล่งจ่ายจากภายนอกมาช่วยเป็น Transducer ประเภทใด
 - Passive
 - Active
 - Negative
 - Positive
 - LDR เป็นตัวเปลี่ยนประเภทใด
 - Passive
 - Active
 - Negative
 - Positive
 - RTD เป็นอุปกรณ์อุณหภูมิทรานสดิวเซอร์ชนิดใด
 - ทางเสียง
 - ทางอุณหภูมิ
 - ทางแสง
 - ทางกล
 - เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นความต้านทานจะลดลงตรงกับข้อใดมากที่สุด
 - PCT
 - PTC
 - NCT
 - NTC
 - เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นความต้านทานเพิ่มขึ้นตรงกับข้อใดมากที่สุด
 - PCT
 - PTC
 - NCT
 - NTC
 - วงจรที่นิยมใช้ร่วมกับ Thermistor ในการวัดคือข้อใด
 - วงจรทวีแรงดัน
 - วงจรขยาย
 - วงจรวิทสโตนบริดจ์
 - วงจรแบ่งแรงดัน
 - โลหะออกไซด์ที่ให้สัมประสิทธิ์ทางอุณหภูมิสูงคือข้อใด
 - nickle-copper
 - Coball-syne
 - Syne-copper
 - Coball-iron
 - เส้นผ่าศูนย์กลางของเทอร์มิสเตอร์ชนิดลูกประคำมีขนาดใหญ่ที่สุดเท่าไร
 - 1 มม.
 - 1.25 มม.
 - 1.50 มม.
 - 1.75 มม.

11. thermistor มีสัมประสิทธิ์ของค่าความต้านทานแบบใด
 ก. แบบผสม ข. แบบบวก ค. แบบลบ ง. แบบขนาน
12. จากกราฟคุณลักษณะของค่าความต้านทานต่ออุณหภูมิวัสดุที่มีการเปลี่ยนแปลงน้อยที่สุดคือ
 ก. นิเกิล ข. เหล็ก ค. สังกะสี ง. ทองคำขาว
13. Thermistor จากกราฟคุณลักษณะของค่าความต้านทานต่ออุณหภูมิวัสดุจะมีค่าเปลี่ยนแปลงมากที่สุดเท่าไร
 ก. $10 \text{ M}\Omega$ ข. $1 \text{ M}\Omega$ ค. $0.5 \text{ M}\Omega$ ง. น้อยกว่า $0.1 \text{ M}\Omega$
14. กระแสไฟฟ้าของเทอร์มิสเตอร์เพิ่มขึ้นแรงดันก็เพิ่มขึ้นด้วยเป็นคุณลักษณะใด
 ก. ความต้านทาน-อุณหภูมิ ข. กระแส-เวลา
 ค. แรงดัน-กระแสไฟฟ้า ง. แรงดัน-ความต้านทาน
15. อุณหภูมิสูงขึ้นเมื่อเวลาชั่วขณะหนึ่งกระแสก็จะมีค่าคงที่ เป็นคุณลักษณะใด
 ก. ความต้านทาน-อุณหภูมิ ข. กระแส-เวลา
 ค. แรงดัน-กระแสไฟฟ้า ง. แรงดัน-ความต้านทาน
16. เมื่อวงจรบริดจ์สมดุลจะเกิดอะไรขึ้นในวงจรใช้งานเทอร์มิสเตอร์
 ก. รีเลย์ทำงาน ข. รีเลย์ไม่ทำงาน ค. แรงดันเพิ่มขึ้น ง. อุณหภูมิคงที่
17. วงจรบริดจ์ที่ต่อกับเทอร์มิสเตอร์ต่อไว้เพื่อ
 ก. เพิ่มแรงดันในวงจร ข. เพิ่มความไวในการวัด
 ค. ชดเชยอุณหภูมิ ง. เพิ่มความต้านทาน
18. อุณหภูมิของสภาพแวดล้อมที่สูงถึง 150°C ของวงจรบริดจ์ค่าใดที่มีผลต่ออุณหภูมินี้
 ก. กระแส ข. แรงดัน ค. ความต้านทาน ง. อุณหภูมิ
19. ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จะเข้าไปแทนที่อากาศที่เปอร์เซ็นต์จึงจะทำให้วงจรบริดจ์ถูกปรับเทียบได้
 ก. 25 % ข. 50 % ค. 75 % ง. 100 %
20. ในการนำเทอร์มิสเตอร์ไปวัดอัตราการไหลของอากาศวงจรบริดจ์จะมีสภาพสมดุลเมื่อ
 ก. มีอากาศไหลผ่านท่อ ข. ไม่มีอากาศไหลผ่านท่อ
 ค. ความต้านทานลดลง ง. ความต้านทานเพิ่มขึ้น
21. ใครเป็นผู้ทดลองว่าโลหะบริสุทธิ์สามารถนำมาวัดอุณหภูมิได้
 ก. เซอร์ฮัมฟรี เดวี ข. ซีแบค ค. เซอร์วิลเลียม ซีเมนต์ ง. ทอมสัน เจมส์
22. โลหะที่นำมาทดลองใช้วัดอุณหภูมิคือข้อใด
 ก. nickle ข. Platinum ค. Copper ง. Sync

23. RTD จะอาศัยหลักการใดในการวัดอุณหภูมิ
- ค่าความต้านทานไปตามสภาพการเปลี่ยนของอุณหภูมิ
 - ค่าความต้านทานไปตามสภาพการเปลี่ยนของกระแส
 - ค่าความต้านทานไปตามสภาพการเปลี่ยนของแรงดัน
 - ค่าความต้านทานไปตามสภาพการเปลี่ยนของค่าสัมประสิทธิ์
24. โลหะใดมีสัมประสิทธิ์ของความต้านทานเป็นบวก
- ซิลิกอน
 - เยอรมันเนียม
 - คาร์บอน
 - ทองแดง
25. ส่วนประกอบของ RTD แบบขดเป็นเกลียวคือข้อใด
- เส้นลวดทองแดงกับแท่งเซรามิค
 - เส้นลวดทองคำขาวกับแท่งเซรามิค
 - เส้นลวดทองแดงกับแผ่นไมก้า
 - เส้นลวดทองคำขาวกับแผ่นไมก้า
26. โลหะใดมีสัมประสิทธิ์ของความต้านทานเป็นลบ
- Carbon
 - Nickle
 - Zync
 - Copper
27. พิสัยการใช้งานของ RTD เริ่มต้นตั้งแต่กี่โอห์ม
- 10 โอห์ม
 - 20 โอห์ม
 - 30 โอห์ม
 - มากกว่า 100 โอห์ม
28. ตัวแปรที่ทำให้ RTD ทำการตรวจวัดไม่แน่นอนคือข้อใด
- ขนาดของเส้นลวด
 - ฉนวนไฟฟ้า
 - ความยาววงเส้นลวด
 - ฐานรอง
29. เมื่อเกิดการวัดไม่แน่นอนสามารถแก้ไขได้โดยใช้วงจรบริดจ์แบบใด
- สองเส้นลวด
 - สามเส้นลวด
 - สี่เส้นลวด
 - ห้าเส้นลวด
30. จากค่าความสัมพันธ์ต่ออุณหภูมิของโลหะบริสุทธิ์ค่าความต้านทานของโลหะใดที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างไม่เป็นเชิงเส้นกับอุณหภูมิ
- ทองแดง
 - ทองคำขาว
 - นิเกิล
 - เหล็ก
31. อุปกรณ์ที่ผลิตแรงเคลื่อนไฟฟ้าได้เองคือข้อใด
- RTD
 - LED
 - Thermister
 - Thermocouple
32. cold junction จะต่ออยู่กับ
- เครื่องมือวัด
 - วัสดุที่ต้องการวัด
 - ตัวนำ
 - ฉนวน
33. hot junction จะต่ออยู่กับ
- เครื่องมือวัด
 - วัสดุที่ต้องการวัด
 - ตัวนำ
 - ฉนวน
34. รอยต่ออ้างอิงคือรอยต่อใด
- รอยต่อร้อน
 - รอยต่ออ้างอิงคงตัว
 - รอยต่อเย็น
 - ฉนวนที่ใช้
35. วัสดุที่ใช้ประกอบกันเป็น Thermocouple คือข้อใด
- สังกะสี
 - คาร์บอน
 - ทองคำขาว
 - โครเมิล

36. พิสัยย่านการใช้งานวัดอุณหภูมิของ Thermocouple มีค่าต่ำสุดเท่าไร(หน่วย °C°)
- ก. -250 ข. -260 ค. -270 ง. -280
37. เมื่อ Hot junction ได้รับความร้อนจะเกิดอะไรขึ้น
- ก. แรงดันไฟฟ้า ข. ความต้านทานเพิ่มขึ้น
- ค. กระแสไฟฟ้าลดลง ง. ไม่มีการเปลี่ยนแปลง
38. เมื่ออุณหภูมิแตกต่างกันระหว่างรอยต่อจะทำให้เกิด
- ก. แรงดันไฟฟ้า ข. ความต้านทานเพิ่มขึ้น
- ค. กระแสไฟฟ้าไหล ง. ไม่มีการเปลี่ยนแปลง
39. ในการวัดเอาท์พุทของ Thermocouple เป็นแบบใด
- ก. micro meter ข. Millivoltmeter
- ค. Digitalmeter ง. Permanentmagnet moving coil
40. ถ้าเกิดข้อผิดพลาดในการวัด1mvในการวัดแรงดันของThermocoupleจะทำให้อุณหภูมิเปลี่ยนไปเท่าไรมากที่สุด
- ก. 50 องศา ข. 100 องศา ค. 150 องศา ง. 200 องศา

.....

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องทรานสดิวเซอร์ทางอุณหภูมิ
(Computer Assisted Instruction on Transducers Temperature)

คำชี้แจง

1. ห้ามนำเอกสารใดๆ เข้าห้องสอบ
2. พยายามทำข้อสอบให้ครบ 40 ข้อและถูกต้องมากที่สุด
3. ห้ามขี้มอุปกรณ์ในการสอบระหว่างทำการสอบ
4. ห้ามใช้เครื่องคำนวณทุกชนิด

ข้อ. 1. ข้อใดคือความหมายของ ทรานสดิวเซอร์

- | | |
|-------------------------------|--------------------------------|
| ก. อุปกรณ์ที่เปลี่ยนรูปแรงดัน | ข. อุปกรณ์ที่เปลี่ยนรูปกระแส |
| ค. อุปกรณ์ที่เป็นตัวควบคุม | ง. อุปกรณ์ที่เปลี่ยนรูปพลังงาน |

ข้อ. 2. ข้อใดคือความหมายของ Active transducers

- | | |
|--|--|
| ก. เปลี่ยนพลังงานความร้อนให้เป็นพลังงาน | ข. เปลี่ยนพลังงานกลให้อยู่ในรูปของแสง |
| ค. เปลี่ยนพลังงานใดๆ ให้เป็นพลังงานไฟฟ้า | ง. เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานใด |

ข้อ. 3. ข้อใดคืออุปกรณ์ที่เป็น Active transducers

- | | |
|----------------|---------------------------|
| ก. Transmister | ข. RTD |
| ค. Relay | ง. Solarcell Thermocouple |

ข้อ. 4. ข้อใดคือความหมายของ Passive transducers

- ก. เปลี่ยนรูปพลังงานอย่างหนึ่งให้เป็นพลังงานกล
- ข. เปลี่ยนรูปพลังงานอย่างหนึ่งให้เป็นพลังงานไฟฟ้า
- ค. เปลี่ยนรูปพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานใดๆ
- ง. ไม่ใช่แหล่งจ่ายจากภายนอกถ้าต่อโหลดให้กับวงจร

ข้อ. 5. ข้อใดเป็นอุปกรณ์ Passive Transducers

- | | | | |
|-----------------|---------------|---------------|---------|
| ก. Thermocouple | ข. Solar Call | ค. Thermister | ง. LVDT |
|-----------------|---------------|---------------|---------|

ข้อ. 6. ข้อใดคือคุณสมบัติของ Passive Transducers

- ก. ไม่ต้องใช้แหล่งจ่ายจากภายนอกมาช่วย
- ข. อยู่ในรูปของแรงดันไฟฟ้าโดยตรง
- ค. เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานอย่างหนึ่ง
- ง. อยู่ในรูปของความนำหรือ วามจุไฟฟ้า

ข้อ. 7. ข้อใดคือความหมายของ NTC

- ก. ค่าสัมประสิทธิ์ของความต้านทานเป็นบวก
- ข. เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นความต้านทานจะเพิ่มขึ้น
- ค. เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นความต้านทานจะลดลง
- ง. เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นกระแสไฟฟ้าจะเพิ่มขึ้นด้วย

ข้อ. 8. โลหะที่ใช้ทำ Thermister มีมาก ข้อใดไม่ใช่

- ก. Manganese ข. Sync ค. Uranium ง. Copper

ข้อ. 9. คุณลักษณะใดที่ทำให้ เทอร์มิสเตอร์เป็น ทรานสดิวเซอร์

- ก. มีค่าความต้านทานต่ำ
- ข. สัมประสิทธิ์ของค่าความต้านทานต่ออุณหภูมิเป็นบวก
- ค. สัมประสิทธิ์ของค่าความต้านทานต่ออุณหภูมิเป็นลบ
- ง. มีค่าความต้านทานสูง

ข้อ. 10. วัสดุที่ใช้ทำ resistance thermometer คุณลักษณะของค่าความต้านทาน – อุณหภูมิคือข้อใด

- ก. Copper ข. Platinum ค. Iron ง. Manganese

ข้อ 11. ข้อใดคือกราฟแสดงคุณลักษณะของแรงดัน-กระแสไฟฟ้า

- ก. ค่าความต้านทานจะเปลี่ยนแปลงตามค่าอุณหภูมิ
- ข. ค่าความต้านทานมากกระแสก็จะมากขึ้นด้วย
- ค. เมื่อแรงดันเพิ่มขึ้นค่ากระแสในวงจรก็จะมากขึ้นด้วย
- ง. แรงดันเพิ่มขึ้นค่ากระแสในวงจรก็จะลดลง

ข้อ. 12. ข้อใด คือคุณลักษณะของกระแส-เวลาของเทอร์มิสเตอร์

- ก. กระแสจะมากขึ้นเมื่อเมื่อค่าความต้านทานมากขึ้น
- ข. อุณหภูมิสูงขึ้นเมื่อเวลาชั่วขณะหนึ่งและกระแสก็มีค่าคงที่
- ค. เวลาชั่วขณะหนึ่งจะทำให้ความต้านทานลดลง
- ง. กระแสจะมากขึ้นเมื่ออุณหภูมิลดลง

ข้อ. 13. ข้อใด คือคุณลักษณะของแรงดัน-กระแสของเทอร์มิสเตอร์

- ก. เมื่อแรงดันที่ป้อนให้เทอร์มิสเตอร์มีค่ามาก กระแสก็จะมากขึ้นด้วย
- ข. เมื่อแรงดันมากขึ้นทำให้อุณหภูมิลดลงกระแสก็จะน้อยลง
- ค. กระแสจะมากขึ้นเมื่อความต้านทานของเทอร์มิสเตอร์ลดลง
- ง. เมื่ออุณหภูมิมากขึ้นกระแสจะน้อยลงแรงดันก็จะน้อยลงด้วย

ข้อ. 22. โลหะที่นำมาใช้วัดอุณหภูมิได้เที่ยงตรงและตอบสนองต่ออุณหภูมิได้เร็วคือ

- ก. Nickel
- ข. Copper
- ค. Platinum
- ง. Aluminun

ข้อ. 23. โลหะใดมีสัมประสิทธิ์ของความต้านทานเป็นลบ

- ก. Carbon
- ข. Copper
- ค. Nickel
- ง. Zyne

ข้อ. 24. ทำไมต้องใช้วัสดุที่มีค่า α สูง

- ก. อุณหภูมิอ้างอิงโลหะตัวนำไม่เปลี่ยนแปลง
- ข. ขึ้นอยู่กับโลหะตัวนำ
- ค. อุณหภูมิเปลี่ยนแปลงไปมาก
- ง. ค่าความต้านทานเปลี่ยน

ข้อ. 25. RTD มีกี่แบบ

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

ข้อ. 26. อุปกรณ์ที่ใช้ทำ RTD ที่เหมือนกันทุกแบบคือ

- ก. ฟิล์ม
- ข. ฐานรอง
- ค. เซรามิค
- ง. กระจบอก

ข้อ. 27. ส่วนโลหะที่ใช้ทำ RTD จะเป็น

- ก. เซรามิค
- ข. ฟิล์ม
- ค. ถ่าน
- ง. ทองคำขาว

ข้อ. 28. ข้อใดคือโครงสร้างของ RTD

- ก. เส้นลวดเล็กๆพันรอบแท่งตัวนำ
- ข. เส้นลวดเล็กๆหลายๆพันรอบแผ่นไมก้า
- ค. เส้นลวดเล็กๆพันรอบแนววนทนความร้อนต่ำ
- ง. เส้นลวดขนาดใหญ่พันรอบตัวนำ

ข้อ. 29. ใน RTD บริดจ์จะสมดุลย์เมื่อ

- ก. มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน
- ข. ไม่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน
- ค. มีค่าความต้านทานมาก
- ง. เส้นลวดมีขนาดใหญ่

ข้อ. 30. จากกราฟค่าความสัมพันธ์ของ R_t/R_{ref} of RTD โลหะใดมีการเปลี่ยนแปลงที่ไม่เป็นเชิงเส้น

- ก. Platinum
- ข. Copper
- ค. Silver
- ง. Nickel

ข้อ. 31. Thermocouple จะทำงานเมื่อ

- ก. Cold Junction ได้รับความร้อน
- ข. Cold Junction มีแรงดัน
- ค. Hot Junction ได้รับความร้อน
- ง. Hot Junction อุณหภูมิลดลง

- ข้อ. 32. ในการนำไปใช้งานของ Thermocouple ข้อใดถูกต้อง
- ก. Cold และ Hot Junction ต่อเข้ากับเครื่องมือวัด
 ข. Cold และ Hot Junction วัสดุที่ต้องการ
 ค. Cold Junction ต่อเข้ากับวัสดุที่ต้องการวัด Hot Junction ต่อเข้ากับเครื่องมือวัด
 ง. Cold Junction ต่อเข้ากับเครื่องมือวัด Hot Junction ต่อเข้ากับวัสดุที่ต้องการวัด
- ข้อ. 33. รอยต่อใดเป็นรอยต่อเดียวกันกับรอยต่อเย็น
- ก. รอยต่อร้อน ข. รอยต่ออ้างอิง ค. รอยต่ออ้างอิงคงตัว ง. ถูกทุกข้อ
- ข้อ. 34. วัสดุที่ใช้ประกอบกันเป็นเทอร์โมคัปเปิลคือข้อใด
- ก. สังกะสี ข. คาร์บอน ค. ทองคำขาว ง. โครเมล
- ข้อ. 35. ส่วนมากวัสดุที่ใช้ทำเทอร์โมคัปเปิลจะเป็น
- ก. โลหะบริสุทธิ์ ข. อโลหะ ค. โลหะผสม ง. ของเหลว
- ข้อ. 36. วัสดุที่ใช้ทำเทอร์โมคัปเปิล มีพิสัยย่านการใช้งานวัดอุณหภูมิเท่าไร
 (มีหน่วยเป็นองศาเซลเซียส)
- ก. -270 ถึง 418 ข. -270 ถึง 2,700 ค. -418 ถึง 5,000 ง. -418 ถึง 2,700
- ข้อ. 37. วัสดุที่นิยมใช้ทำเทอร์โมคัปเปิลคือข้อใด
- ก. Chromel – AlumeI ข. Iron – Constantan
 ค. Chromel – Constantan ง. AlumeI – Iron
- ข้อ. 38. มิเตอร์ที่ใช้ในการวัดค่าที่หุ่ของเทอร์โมคัปเปิลที่ให้ความแม่นยำคือแบบใด
- ก. Millivolt Meter ข. Permanentmagnet Moving Coil
 ค. Micro Voltmeter ง. Potentiometer
- ข้อ. 39. มิเตอร์ที่ใช้วัดเทอร์โมคัปเปิลจะเปรียบเทียบแรงดันไฟฟ้ากับค่าแรงดัน
- ก. แบตเตอรี่ ข. รอยต่อร้อน ค. รอยต่อเย็น ง. จุดอ้างอิง
- ข้อ. 40. เทอร์โมคัปเปิลจะใช้ในงาน
- ก. เครื่องมือวัดแรงดัน ข. เครื่องบันทึกค่าแรงดัน
 ค. เครื่องมือวัดความต้านทาน ง. ควบคุมอุณหภูมิ
-

เฉลยแบบทดสอบ

ตารางที่ ข1 เฉลยแบบทดสอบหลังเรียนและเฉลยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

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

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

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	นางสาวนงเยาว์ พิมพ์บุรณ์
วัน/เดือน/ปีเกิด	25 เมษายน 2514
สถานที่เกิด	อำเภอเมือง จังหวัดยโสธร
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	เลขที่ 67/8 หมู่ 13 ถนนสุวินทวงศ์ แขวง/เขต มีนบุรี กรุงเทพมหานคร 10510
สถานที่ทำงาน	วิทยาลัยเทคนิคมีนบุรี เลขที่ 67 หมู่ที่ 13 ถนนสีหบุรานุกิจ แขวง/เขต มีนบุรี กรุงเทพมหานคร 10510
ตำแหน่ง	อาจารย์ 1 ระดับ 5
ประวัติการศึกษา	ปีการศึกษา 2535 สำเร็จการศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ จากวิทยาลัยเทคนิคมีนบุรี ปีการศึกษา 2537 สำเร็จการศึกษาระดับประกาศนียบัตรครูเทคนิคชั้นสูง สาขาไฟฟ้าสื่อสาร จากวิทยาลัยช่างกลปทุมวัน ปีการศึกษา 2545 สำเร็จการศึกษาศรศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา จากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง