

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การพัฒนาชุดทดลองวิชาพัลส์เทคนิค สำหรับ
หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง

THE DEVELOPMENT OF PULSE TECHNIQUES LABORATORY SET FOR
DIPLOMA CURRICULUM



T128736

ปฐมพร เรืองจันทร์

PATHOMPORN RUANGCHAN

อพ.
9/1/27
2555

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 128736
วัน, เดือน, ปี 12 11 2555

รหัส id

b. 12551399
i.

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2555

KMITL-2012-ED-M-231-049

THE DEVELOPMENT OF PULSE TECHNIQUES LABORATORY SET FOR
DIPLOMA CURRICULUM

PATHOMPORN RUANGCHAN

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF
MASTER OF SCIENCE IN INDUSTRIAL EDUCATION
IN ELECTRICAL COMMUNICATIONS ENGINEERING
FACULTY OF INDUSTRIAL EDUCATION
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2012

KMITL-2012-ED-M-231-049

COPYRIGHT 2012

FACULTY OF INDUSTRIAL EDUCATION

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การพัฒนาชุดทดลองวิชาฟิสิกส์เทคนิค สำหรับ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง
นักศึกษา	นายปฐมพร เรืองจันทร์
รหัสประจำตัว	51063510
ปริญญา	ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร
พ.ศ.	2555
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	รศ.พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม	รศ.ดร.วิสุทธิ์ สุนทรกนกพงศ์

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้าง หาคคุณภาพ และประสิทธิภาพของชุดทดลองวิชาฟิสิกส์เทคนิค กลุ่มตัวอย่าง คือ นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง แผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคปทุมธานี ปีการศึกษา 2554 จำนวน 15 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย บอร์ดทดลอง ใบงาน และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลคือ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่าประสิทธิภาพ (E_1/E_2)

ผลการวิจัย พบว่า คุณภาพของชุดทดลอง วิชาฟิสิกส์เทคนิค ($\bar{X} = 4.60$, S.D. = 0.47) จัดอยู่ในระดับดีมาก และ ใบงาน ($\bar{X} = 4.39$, S.D. = 0.65) จัดอยู่ในระดับดี ส่วนประสิทธิภาพของชุดทดลอง พบว่า ค่าคะแนนเฉลี่ยร้อยละของคะแนนแบบทดสอบท้ายใบงาน จำนวน 14 ใบงาน (E_1) คิดเป็นร้อยละ 82.00 และค่าคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (E_2) คิดเป็นร้อยละ 82.83 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ คือ E_1/E_2 ไม่ต่ำกว่า 80/80

Thesis Title	The Development of Pulse Techniques Laboratory Set for Diploma Curriculum
Student	Mr.Pathomporn Ruangchan
Student ID.	51063510
Degree	Master of Science in Industrial Education
Program	Electrical Communications Engineering
Year	2012
Thesis Advisor	Assoc.Prof.Peerawut Suwanjan
Thesis Co Advisor	Assoc.Prof. Dr.Wisuit Sunthonkanokpong

ABSTRACT

The purposes of this research were to develop, and to determine the quality and efficiency of the pulse techniques laboratory set for diploma curriculum. The sample were 15 diploma students in the Department of Electronics at Pathumthani Technical College. The research tools consisted of an experimental board, 14 labsheets, a quality evaluation form, labsheets, and an achievement test. The statistics used for data analysis were percentage (%), mean (\bar{X}), standard deviation (S.D.), and the efficiency value or E_1/E_2 .

The results of this research showed that the quality of the pulse techniques laboratory set for diploma curriculum ($\bar{X} = 4.60$, S.D. = 0.47) was at a very good level and the labsheets ($\bar{X} = 4.39$, S.D. = 0.65) was at a good level. The average scores of a formative test on 14 labsheets (E_1) was 82.00% and the one of an achievement test (E_2) was 82.83% which was congruent with the specified hypothesis or E_1/E_2 was 80/80.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยดีด้วยความอนุเคราะห์จาก รศ. พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รศ.ดร. วิสุทธิ์ สุนทรกนกพงศ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม และ อาจารย์สันติ ตันตระกูล ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำ ให้การช่วยเหลือ และช่วยตรวจสอบแก้ไข ตลอดจนปรับปรุงข้อบกพร่องต่างๆ จนวิทยานิพนธ์นี้สำเร็จได้อย่างสมบูรณ์ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาและขอขอบพระคุณเป็นอย่างยิ่ง

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ปิยะ ศุภวราสุวัฒน์ อาจารย์มณฑล ดำน้อย อาจารย์ทิพย์วัลย์ เพ็ญสาดแสง อาจารย์สมบูรณ์ เนียมกล้า และอาจารย์วัลลพ ศรีพระราม ซึ่งเป็นผู้ทรงคุณวุฒิที่กรุณาให้ความช่วยเหลือ ให้คำแนะนำ และตรวจสอบแก้ไขเพื่อปรับปรุงให้เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยมีคุณภาพสูงสุด

ขอขอบพระคุณ นายวิรัตน์ คันธรัตน์ ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคปทุมธานี ที่อำนวยความสะดวก และให้การสนับสนุนในการทดลอง การใช้เครื่องมือและการเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัย

ขอขอบพระคุณ ท่านอาจารย์สาขางานอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคปทุมธานีทุกท่าน ที่เป็นกำลังใจ และให้คำแนะนำในการออกแบบและสร้างชุดทดลองจนทำให้ได้ชุดทดลองที่สมบูรณ์ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาและขอขอบพระคุณเป็นอย่างยิ่ง

ขอขอบพระคุณ ท่านอาจารย์ทุกท่านที่ประสิทธิ์ประสาทวิชาให้แก่ผู้วิจัย ท่านที่เขียนตำราวิชาฟิสิกส์เทคนิคที่ได้กรุณาถ่ายทอดองค์ความรู้ของท่านออกมาเป็นหนังสือ ให้ผู้วิจัยได้ใช้ในการค้นคว้าและอ้างอิงเป็นข้อมูล จนทำให้วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณ คุณพ่อคุณแม่ ผู้เป็นที่รักและเคารพยิ่งของผู้วิจัย ที่คอยให้กำลังใจ ให้การสนับสนุน และช่วยเหลือในทุกด้านมาโดยตลอด

คุณค่า และประโยชน์ใดๆที่เป็นผลจากวิทยานิพนธ์นี้ ผู้วิจัยขอมอบแต่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

ปฐมพร เรืองจันทร์

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	VI
สารบัญรูป.....	VII
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	2
1.3 สมมติฐานของการวิจัย.....	2
1.4 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย.....	2
1.5 ขอบเขตของการวิจัย.....	3
1.6 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย.....	5
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	6
2.1 วิชาฟิสิกส์เทคนิค.....	6
2.2 การสอนโดยวิธีปฏิบัติ.....	8
2.3 การออกแบบและการสร้างชุดปฏิบัติ.....	9
2.4 การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	10
2.5 การหาคุณภาพของชุดทดลอง.....	12
2.6 การหาประสิทธิภาพชุดทดลอง.....	15
2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	16
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	18
3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	18
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	18
3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	29
3.4 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	29

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	31
4.1 การวิเคราะห์คุณภาพของชุดทดลอง.....	31
4.2 การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดทดลอง.....	34
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย.....	35
5.1 สรุปผลการวิจัย.....	35
5.2 อภิปรายผลการทดลอง.....	39
5.3 ข้อเสนอแนะ.....	41
บรรณานุกรม.....	42
ภาคผนวก.....	44
ภาคผนวก ก หนังสือราชการ.....	45
ภาคผนวก ข รายละเอียดของชุดทดลองวิชาพัลส์เทคนิค.....	54
ภาคผนวก ค การวิเคราะห์ข้อมูล.....	75
ประวัติผู้เขียน.....	78

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 รายการสอนวิชาพัลส์เทคนิค.....	7
4.1 ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับคุณภาพของบอร์ดทดลอง.....	32
4.2 ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับคุณภาพของใบงานการทดลอง.....	33
4.3 ประสิทธิภาพของชุดทดลอง ใช้กับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 15 คน.....	39

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
3.1 แผนผังขั้นตอนการสร้างบอร์ดทดลอง.....	20
3.2 แผนผังขั้นตอนการสร้างใบงานการทดลอง.....	22
3.3 แผนผังขั้นตอนการสร้างแบบประเมินคุณภาพ.....	24
3.4 แผนผังขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	28

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การศึกษาเป็นปัจจัยที่สำคัญในการพัฒนาเศรษฐกิจ และสังคมของประเทศ การจัดการศึกษาที่เหมาะสมกับสังคม และมีประสิทธิภาพจึงเป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่ง แม้การศึกษาจะมีองค์ประกอบหลายอย่าง แต่กระบวนการเรียนการสอนก็เป็นหัวใจที่สำคัญที่จะบ่งชี้ประสิทธิภาพและประสิทธิผลของการศึกษา สำหรับอาชีวศึกษาได้ให้ความสำคัญต่อกระบวนการเรียนการสอนซึ่งได้กำหนดเป็นเป้าหมายหลัก (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. 2535-39 : 28)

ปัจจุบันเทคโนโลยีและวิทยาการทางด้านวิศวกรรมได้พัฒนาไปอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะทางด้านอิเล็กทรอนิกส์ได้มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง ตามแนวทางของรัฐบาลในแต่ละสมัยได้ทำการต่อยอดพัฒนาทางการศึกษากันเรื่อยมา ในด้านการอาชีวศึกษาได้มีการพัฒนาให้ทันกับความเจริญก้าวหน้าทางด้านอุตสาหกรรม ดังจะเห็นได้จากการจัดการศึกษาช่างอุตสาหกรรมของกรมอาชีวศึกษา ที่กำหนดจุดประสงค์ที่สำคัญไว้หนึ่งเรื่องคือ เพื่อการพัฒนาและการผลิตกำลังคนในระดับช่างฝีมือและช่างเทคนิคให้เหมาะสมและสอดคล้องกับความต้องการของตลาดแรงงาน ความก้าวหน้าของเศรษฐกิจและสังคมของประเทศย่อมมาจากส่วนหนึ่งของบุคลากรอาชีวศึกษาเหล่านี้ ช่างฝีมือและช่างเทคนิคนี้มีความสำคัญต่อการพัฒนาทางด้านเศรษฐกิจอย่างมาก การผลิตบุคลากรระดับช่างฝีมือและช่างเทคนิคให้สามารถนำเอาความรู้ทักษะในวิชาชีพที่ได้รับจากสถาบันอาชีวศึกษาไปใช้ในการปฏิบัติงานในโรงงานอุตสาหกรรมได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนั้นบุคลากรเหล่านี้ยังสามารถใช้ บำรุง แก้ไข ซ่อมแซมเครื่องมืออุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับสาขางานที่เรียนมาได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด หากแต่การศึกษาในระดับวิทยาลัยเทคนิคในประเทศไทยมีอยู่มากมายได้ดำเนินการสอนที่ไม่เป็นไปในทิศทางเดียวกัน กล่าวคือ อาจารย์ที่สอนในแต่ละรายวิชาที่เน้นในทางปฏิบัติของแต่ละวิทยาลัยเทคนิค ในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ได้กำหนดการใช้สื่อการเรียนการสอนไม่อยู่ในแนวเดียวกัน โดยเฉพาะสื่อการเรียนการสอนที่อยู่ในลักษณะไม่สมบูรณ์ ไม่มีเวลาในการทำสื่อการสอน ทำให้สอนไม่ทันและไม่ครอบคลุมหลักสูตรส่งผลให้รายวิชานั้นๆขาดประสิทธิภาพอันสูงสุด

ในการเรียนการสอนในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ตามหลักสูตรของคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ตามรายวิชาฟิสิกส์เทคนิค ในสาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ซึ่งเป็นเรื่องที่ต้องมีสื่อการสอนที่ดี อันเนื่องมาจากในปัจจุบันการเรียนการสอนรายวิชาฟิสิกส์เทคนิค ผู้สอนได้เน้นในเรื่องของการสอนแบบทฤษฎีเป็นส่วนใหญ่ เนื่องจากขาดแคลนชุดอุปกรณ์ที่ใช้ในการฝึก หากมีการจัดซื้อต้องเป็นการนำเข้าจากต่างประเทศ ซึ่งมีราคาแพง หากไม่ได้รับการจัดสรรงบประมาณก็จะเป็นผลเสียต่อ

ผู้เรียนที่ไม่มีชุดฝึก ซึ่งเป็นไปได้ยากที่จะเข้าใจในหัวข้อการเรียนในบทต่างๆ เนื่องจากในรายละเอียดของวิชาการวิชาฟิสิกส์เทคนิค จำเป็นที่ผู้เรียนต้องลงมือปฏิบัติและได้เรียนรู้ในสิ่งที่มองเห็นของสัญญาณต่างๆ ตามแต่หัวข้อที่จะศึกษา

ผู้วิจัยจึงเล็งเห็นถึงความสำคัญในส่วนนี้จึงหาวิธีแก้ไขที่เป็นไปได้และเหมาะสมคือ การสร้างชุดทดลอง ซึ่งเป็นสื่อการสอนรูปแบบหนึ่งที่มีประสิทธิภาพเหมาะสมในการสอนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ผู้วิจัยจึงมีความประสงค์ที่จะสร้างชุดทดลองในรายวิชาฟิสิกส์เทคนิคให้มีเนื้อหาครอบคลุมหลักสูตร ประกอบด้วยชุดการทดลอง ใบงานปฏิบัติการทดลอง แบบทดสอบท้ายการทดลอง และแบบประเมินวัดผลสัมฤทธิ์ เพื่อให้ผู้เรียนได้เกิดความสนใจและได้ชุดฝึกที่มีความทันสมัยกับความต้องการของผู้เรียนและเป็นแนวทางให้แก่ครูผู้สอนวิชาฟิสิกส์เทคนิค แผนกช่างอิเล็กทรอนิกส์ สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ เพื่อให้การเรียนการสอนได้เป็นเอกภาพและมีประสิทธิภาพที่ทัดเทียม

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อพัฒนาชุดทดลองวิชาฟิสิกส์เทคนิค ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2546 สังกัดคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ ที่มีคุณภาพ

1.2.2 เพื่อหาประสิทธิภาพของชุดทดลองวิชาฟิสิกส์เทคนิคเทคนิค ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2546 สังกัดคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ

1.3 สมมติฐานของการวิจัย

1.3.1 ชุดทดลองวิชาฟิสิกส์เทคนิค ที่สร้างขึ้นมีคุณภาพอยู่ในระดับดีขึ้นไป ($\bar{X} \geq 3.50$)

1.2.2 ประสิทธิภาพของชุดทดลองวิชาฟิสิกส์เทคนิค อยู่ในระดับตามเกณฑ์กำหนด E_1/E_2 ไม่ต่ำกว่า 80/80

1.4 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย

การทำวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้แนวคิดในการออกแบบชุดทดลองของวัลลภ จันทร์ตระกูล (2530 : 25-45) ซึ่งมีกระบวนการทั้งหมด 9 ขั้นตอนดังนี้

- 1.4.1 กำหนดจุดมุ่งหมาย
- 1.4.2 วิเคราะห์และตัดสินใจ
- 1.4.3 สร้างต้นแบบและตรวจสอบ
- 1.4.4 เขียนแบบ

ปทุมธานี สังกัดคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ภาคการศึกษาที่ 1/2554 จำนวน 15 คน ซึ่งได้จากการสุ่มตัวอย่างอย่างง่ายด้วยวิธีการจับสลาก

1.5.2 ตัวแปรที่จะศึกษา

สำหรับการวิจัยในครั้งนี้ มีการจำแนกตัวแปรดังนี้

1.5.2.1 ตัวแปรต้น คือ แบบทดสอบท้ายใบงานการทดลองและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1.5.2.2 ตัวแปรจัดกระทำ คือ ชุดทดลองวิชาฟิสิกส์เทคนิค ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง

1.5.2.3 ตัวแปรตาม คือ คุณภาพและประสิทธิภาพของชุดทดลองวิชาฟิสิกส์เทคนิค ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคปทุมธานี

1.5.3 เนื้อหารายวิชา

วิชาฟิสิกส์เทคนิค รหัสวิชา 3105-2002 ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2546 สังกัดคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ตามคำอธิบายรายวิชาแบ่งหัวข้อตามผลการวิเคราะห์หลักสูตรรายวิชาคือ

- คุณลักษณะของสัญญาณไฟฟ้าแบบต่างๆและสัญญาณรูปพัลส์
- วงจรอาร์ซี อินทิเกรเตอร์ (RC Intergrator Circuit)
- วงจรอาร์ซี ดิฟเฟอเรนติเอเตอร์ (RC Differentiator)
- วงจรลดทอนสัญญาณ (Attenuation Circuit)
- วงจรตัดรูปคลื่น (Clipper Circuit)
- วงจรปรับระดับ (Clamper Circuit)
- ทรานซิสเตอร์สวิตช์ (Transistor Switch)
- วงจรออสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์ (AstableMultivibrator Circuit)
- วงจรโมนอสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์ (MonostableMultivibrator Circuit)
- วงจรไบสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์ (BistableMultivibrator Circuit)
- วงจรทริกเกอร์ (Trigger Circuit)
- วงจรชมิตต์ทริกเกอร์ (Schmitt Trigger Circuit)
- วงจรสร้างสัญญาณไทม์เบส (Time Base Generator Circuit)
- วงจรมัลติไวเบรเตอร์แบบใช้ไอซีเบอร์ 555
- วงจรซิงโครไนซ์

ปทุมธานี สังกัดคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ภาคการศึกษาที่ 1/2554 จำนวน 15 คน.ซึ่งได้จากการสุ่มตัวอย่างอย่างง่ายด้วยวิธีการจับสลาก

1.5.2 ตัวแปรที่จะศึกษา

สำหรับการวิจัยในครั้งนี้ มีการจำแนกตัวแปรดังนี้

1.5.2.1 ตัวแปรต้น คือ แบบทดสอบท้ายใบงานการทดลองและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1.5.2.2 ตัวแปรจัดกระทำ คือ ชุดทดลองวิชาฟิสิกส์เทคนิค ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง

1.5.2.3 ตัวแปรตาม คือ คุณภาพและประสิทธิภาพของชุดทดลองวิชาฟิสิกส์เทคนิค ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 1สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคปทุมธานี

1.5.3 เนื้อหารายวิชา

วิชาฟิสิกส์เทคนิค รหัสวิชา 3105-2002 ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2546 สังกัดคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ตามคำอธิบายรายวิชาแบ่งหัวข้อตามผลการวิเคราะห์หลักสูตรรายวิชาคือ

- คุณลักษณะของสัญญาณไฟฟ้าแบบต่างๆและสัญญาณรูปพัลส์
- วงจรอาร์ซี อินทิเกรเตอร์ (RC Intergrator Circuit)
- วงจรอาร์ซี ดิฟเฟอร์เรนดิเอเตอร์ (RC Differentiator)
- วงจรลดทอนสัญญาณ (Attenuation Circuit)
- วงจรตัดรูปคลื่น (Clipper Circuit)
- วงจรปรับระดับ (Clamper Circuit)
- ทรานซิสเตอร์สวิตช์ (Transistor Switch)
- วงจรอสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์ (AstableMultivibrator Circuit)
- วงจรโมนอสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์ (MonostableMultivibrator Circuit)
- วงจรไบสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์ (BistableMultivibrator Circuit)
- วงจรทริกเกอร์ (Trigger Circuit)
- วงจรชmitt์ทริกเกอร์ (Schmitt Trigger Circuit)
- วงจรสร้างสัญญาณไทม์เบส (Time Base Generator Circuit)
- วงจรมัลติไวเบรเตอร์แบบใช้ไอซีเบอร์ 555
- วงจรซิงโครไนซ์

1.6 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย

1.6.1 ชุดทดลอง หมายถึง ชุดสื่อการเรียนการสอนภาคปฏิบัติประกอบด้วย บอร์ดทดลอง ใบงานการทดลอง และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ที่ใช้ประกอบการเรียนการสอน

1.6.2 วิชาฟิสิกส์เทคนิค หมายถึง รายวิชาที่บังคับในหลักสูตร ของสาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2546 สังกัดคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

1.6.3 บอร์ดทดลองฟิสิกส์เทคนิค หมายถึง กล่องวงจรชุดทดลองวิชาฟิสิกส์เทคนิคครอบคลุม ใบงานการทดลองที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อใช้ทดลองในรายวิชาฟิสิกส์เทคนิค

1.6.4 ใบงานการทดลอง หมายถึง ใบสั่งงานเพื่อให้นักศึกษาปฏิบัติการทดลอง บันทึกผลตามขั้นตอนการทดลอง และสรุปผลการทดลอง ที่ได้จากการปฏิบัติจากชุดทดลองที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

1.6.5 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบหลังการปฏิบัติงานในใบงานกับชุดทดลองวิชาฟิสิกส์เทคนิคโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

1.6.6 แบบประเมินคุณภาพชุดทดลองวิชาฟิสิกส์เทคนิค หมายถึง เครื่องมือที่เป็นเอกสาร แบบประเมินคุณภาพของชุดทดลองและใบงานการทดลองโดยผู้วิจัยสร้างขึ้นเป็นรูปแบบการให้คะแนนในแต่ละรายการประเด็นมีค่าระดับคุณภาพตั้งแต่ 1 ถึง 5 สามารถบันทึกและแสดงข้อมูลที่ได้จากการประเมินของผู้ทรงคุณวุฒิ

1.6.7 คุณภาพ หมายถึง ผลการประเมินรายการประเมินคุณภาพ ของชุดทดลองและใบงานการทดลองที่วัดได้จากแบบประเมินคุณภาพโดยผู้ทรงคุณวุฒิ ซึ่งมีค่าคะแนนไม่ต่ำกว่า 3.50 ตามสมมติฐานที่กำหนด

1.6.8 ประสิทธิภาพ หมายถึง ผลของชุดทดลองที่วัดจากค่าคะแนนเฉลี่ยของนักศึกษาทั้งหมดจากการปฏิบัติทดลองในใบงาน 14 ใบงานระหว่างการเรียนและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังปฏิบัติการทดลองครบ 14 ใบงานตามเกณฑ์ที่กำหนด คือ 80/80 โดยที่

เกณฑ์ 80 ตัวแรก หมายถึง ค่าคะแนนเฉลี่ยร้อยละของคะแนนแบบทดสอบท้ายใบงาน คิดเป็นร้อยละ 80 ขึ้นไป

เกณฑ์ 80 ตัวหลัง หมายถึง ค่าคะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คิดเป็นร้อยละ 80 ขึ้นไป

1.6.9 ผู้ทรงคุณวุฒิ หมายถึง ผู้ที่มีความเชี่ยวชาญในรายวิชาฟิสิกส์เทคนิคและมีวุฒิการศึกษาระดับปริญญาตรีขึ้นไป ทำหน้าที่ประเมินคุณภาพของชุดทดลอง

1.6.10 นักศึกษา หมายถึง นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 1 แผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคปทุมธานี

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่องการสร้างชุดทดลองวิชาฟิสิกส์เทคนิค ระดับหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2545 สังกัดคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ตามหัวข้อดังต่อไปนี้

- 2.1 วิชาฟิสิกส์เทคนิค
- 2.2 การสอนโดยวิธีปฏิบัติ
- 2.3 การออกแบบ และสร้างชุดปฏิบัติการ
- 2.4 การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- 2.5 การหาคุณภาพชุดทดลอง
- 2.6 การหาประสิทธิภาพของชุดทดลอง
- 2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 วิชาฟิสิกส์เทคนิค

ในการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์เทคนิคนี้ผู้ทำงานวิจัยได้ศึกษาถึงจุดประสงค์รายวิชา มาตรฐานรายวิชา และคำอธิบายรายวิชาซึ่งกล่าวไว้ดังนี้

รหัสวิชา	3105-2002
ชื่อวิชา	ฟิสิกส์เทคนิค (Pulse Techniques)
ระดับ	ปวส.1
พื้นฐาน	วิชา วงจรฟิสิกส์และดิจิตอล
เวลาเรียน/สัปดาห์	3 ชั่วโมง/สัปดาห์ (54 ชั่วโมง / ภาคเรียน)
จำนวนหน่วยกิต	2 หน่วยกิต

จุดประสงค์รายวิชา

1. เพื่อให้สามารถวิเคราะห์รูปสัญญาณไฟฟ้าและวงจรฟิสิกส์และสวิตชิงในงานอิเล็กทรอนิกส์
2. เพื่อให้สามารถปฏิบัติงานออกแบบวงจรฟิสิกส์ได้ตามข้อกำหนด
3. เพื่อให้มีกิจนิสัยในการทำงานด้วยความประณีตรอบคอบและปลอดภัยตระหนักถึง

คุณภาพของงานและมีจริยธรรมในงานอาชีพ

มาตรฐานรายวิชา

1. สร้างรูปสัญญาณไฟฟ้าต่างๆตามข้อกำหนด
2. สร้างวงจรแปลงรูปสัญญาณไฟฟ้าตามข้อกำหนด

3. วัดและทดสอบคุณสมบัติวงจรพัลส์
4. ประยุกต์ใช้วงจรพัลส์ในงานอิเล็กทรอนิกส์

คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาหลักการและปฏิบัติการออกแบบวงจรและสร้างรูปสัญญาณไฟฟ้าแบบต่างๆวงจรแปลงรูปสัญญาณวงจรคลิปปเปอร์และแคลมเปอร์วงจรลดทอนสัญญาณวงจรรวมอินทิเกรเตอร์วงจรดิฟเฟอเรนติเอเตอร์ วงจรสวิทช์ขั้วตั่วทริกเกอร์วงจรมัลติไวเบรเตอร์ วงจรทริกเกอร์ วงจรสร้างสัญญาณไทม์เบส และการซิงโครไนซ์

ตารางที่ 2.1 รายการสอนวิชาพัลส์เทคนิค

สัปดาห์ที่	หน่วยเรียน	เวลา (ชั่วโมง)
1	เรื่องอาร์ซี ไทม์คอนสแตนท์ (RC Time Constant)	3
2	เรื่องความสัมพันธ์ของค่าไทม์คอนสแตนท์ (Relative Time Constant Relationship)	3
3	เรื่องวงจรลิเนียร์ อาร์ซี โลว์พาส (RC Linear Low-pass Network)	3
4	เรื่องอาร์ซี ดิฟเฟอเรนติเอเตอร์ (RC High-pass Filter Circuit)	3
5	เรื่องวงจรลดทอนสัญญาณ (Attenuation Circuit)	3
6	เรื่องวงจรตัดรูปคลื่น (Clipper Circuit)	3
7	เรื่องวงจรแคลมเปอร์ (Clamper Circuit)	3
8	เรื่องคุณสมบัติของทรานซิสเตอร์สวิทช์ (Characteristic of Transistor Switch)	3
9	สอบกลางภาค	3
10	เรื่องวงจรอะสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์ (Astable Multivibrator Circuit)	3
11	เรื่องวงจรโมนอสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์ (Monostable Multivibrator Circuit)	3
12	เรื่องวงจรไบสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์ (Bistable Multivibrator Circuit)	3
13	เรื่องวงจรขั้วตั่วทริกเกอร์ (Schmitt Trigger Circuit)	3
14	เรื่องวงจรถ่ายสัญญาณไทม์เบส (Time base Generator Circuit)	3
15	เรื่องการทำงานของวงจรโมนอสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์ด้วยไอซีไทม์เมอร์ 555	3

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

ลำดับที่	หน่วยเรียน	เวลา (ชั่วโมง)
16	เรื่องการทำงานของวงจระสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์ด้วยไอซีโทมเมอร์ 555	3
17	เรื่องวงจรซิงโครไนซ์ (Synchronizing Circuit)	3
18	สอบปลายภาค	3
	รวม	54

2.2 การสอนโดยวิธีปฏิบัติ

การปฏิบัติทดลองและขั้นตอนของการปฏิบัติการทดลอง เช่น ในการอภิปรายก่อนการทดลอง การทำการทดลองโดยอาศัยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การอภิปรายหลังการทดลอง เพื่อหาข้อสรุป เป็นต้น เหล่านี้เป็นสิ่งที่ทำให้นักวิทยาศาสตร์ได้ใช้การทดลองเป็นเครื่องมือในกระบวนการค้นพบ ตลอดจนสร้างสรรค์หรือประดิษฐ์คิดค้นทำให้ความรู้ต่างๆก้าวหน้าไปอย่างรวดเร็ว (พวงทอง มีมั่งคั่ง. 2537 : 90)

สำหรับการสอนแบบให้นักเรียนทำการทดลองมีข้อดีคือ

1. นักเรียนได้ประสบการณ์ตรง
2. นักเรียนได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมการสอนและได้เรียนรู้โดยผ่านประสาทสัมผัสหลายด้านโดยตรง
3. ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างแท้จริงและจดจำได้นาน

ชุดการสอน (Teaching Package) หมายถึง การวางแผนการสอนโดยใช้สื่อการสอนหลายอย่างมาประกอบกัน สื่อการสอนแบบนี้เรียกอีกอย่างหนึ่งว่าสื่อประสม ที่ได้จากกระบวนการผลิตที่จัดขึ้นสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายและเนื้อหา แบ่งออกเป็นหน่วย หัวข้อเรื่อง เพื่อมุ่งให้เกิดผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษาอย่างมีประสิทธิภาพ (มงคล มาเวียง. 2531 : 21)

การทดลองในห้องทดลอง เป็นการฝึกปฏิบัติที่มุ่งให้นักศึกษาได้เรียนรู้หลักการและข้อเท็จจริงจากการที่คนอื่นได้รับการค้นคว้าไว้แล้วเป็นการทบทวนและย้ำว่าข้อเท็จจริงนั้นเป็นไปตามที่ได้มีผู้ศึกษาไว้แล้วอย่างไรบ้างที่เป็นพิสูจน์ทฤษฎีที่ได้ศึกษามาแล้วในชั้นเรียน นอกจากนี้ยังมุ่งหวังที่จะให้นักศึกษาค้นเคยกับเครื่องมือและอุปกรณ์ต่างๆอย่างถูกต้อง และเหมาะสมเป็นการเริ่มต้นแนวทางประดิษฐ์ และการคิดค้นสิ่งใหม่ๆอีกต่อไป (สุรพล บุนตันทอง. 2536 : 10)

การทดลองสามารถจะช่วยให้นักเรียนเกิดความรู้ อยากเห็น เกิดความสนใจ เกิดความตื่นตัว และความพึงพอใจ (พวงทอง มีมั่งคั่ง. 2537 : 84)

2.3 การออกแบบและสร้างชุดปฏิบัติการ

แนวทางการออกแบบการสร้างชุดการสอน มีลำดับขั้นดังนี้ (วัลลภ จันทรตระกูล. 2530 : 25-45)

1. กำหนดจุดมุ่งหมายในการทำชุดการสอนทดลองไปใช้ในการสอน จากการตัดสินใจที่จะใช้ในการทดลองสำหรับชุดการสอนในเรื่องใดแล้ว จะทำให้ทราบได้ว่าชุดการสอนจะนำไปใช้กับนักศึกษาในกลุ่มใด และต้องทราบรายการวัตถุประสงค์เรื่องนั้นเพราะข้อมูลดังกล่าวจะนำมาใช้เป็นข้อมูลในการดำเนินงานออกแบบสร้างชุดทดลอง เพื่อกำหนดลักษณะของอุปกรณ์ให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของเรื่อง ขั้นตอนนี้อาจกล่าวได้ว่าเป็นขั้นตอนของข้อมูลต่างๆ เพื่อให้การออกแบบสร้างชุดการสอนเกิดเป็นความจริง สำเร็จผลตามเป้าหมาย ควรศึกษาถึงสภาพในการเรียนการสอน ศึกษาข้อมูลในด้านวิชาการของเรื่องนั้นด้วย ในบางครั้งได้มีการพัฒนามาแล้วโดยผู้อื่น ควรที่จะศึกษารายละเอียดต่างๆด้วย

2. วิเคราะห์และตัดสินใจเลือกชิ้นส่วนประกอบของอุปกรณ์เป้าหมายที่สำคัญ คือต้องการผลลัพธ์ที่ดีที่สุดในการเลือกอุปกรณ์ ได้แก่ ประสิทธิภาพในการทำงาน ขนาด รูปร่าง การบำรุงรักษา เป็นต้น

3. สร้างต้นแบบและตรวจสอบจากการตัดสินใจเลือกอุปกรณ์และชิ้นส่วนแล้วนำมา สเก็ทภาพแบบคร่าวๆ เป็นแบบง่ายๆก่อน จากนั้นจึงสร้างต้นแบบในขั้นตอนนี้ อาจจะต้องมีการทดลองของอุปกรณ์บางอย่าง เพื่อให้การสร้างต้นแบบประสบความสำเร็จ อุปกรณ์สามารถทำงานได้ตามต้องการ

4. การเขียนแบบในกรณีที่ออกแบบสร้างชิ้นงานเดียว ก็ไม่จำเป็นแต่หากจะทำการผลิตหรือต้องการเก็บข้อมูลต่างๆเพื่อประโยชน์ในการดำเนินงานต่อไป งานเขียนแบบนี้มีความสำคัญอย่างมาก แบบงานจะเป็นข้อมูลสำหรับการดำเนินการผลิตหรือการสร้างดังนั้นแบบงานจะต้องมีแบบแยกชิ้นเดียวที่มีข้อมูลอย่างครบถ้วน สำหรับช่างที่จะดำเนินการผลิตได้ งานเขียนแบบชิ้นเดียว การเขียนแบบมีความสำคัญต่อการกำหนดราคา การวางแผน การผลิตและเก็บข้อมูลทางด้านชิ้นส่วนวัสดุของหน่วยงาน

5. กำหนดอุปกรณ์ที่ออกแบบสร้างโดยทั่วไปต้องเตรียมเอกสารประกอบหรือคู่มือการใช้งาน เพื่อให้ผู้ใช้จะได้ใช้อุปกรณ์ได้อย่างถูกต้องและปลอดภัยและสอดคล้องตามวัตถุประสงค์ในการออกแบบสร้างอุปกรณ์นั้น โดยเฉพาะกลุ่มที่ออกแบบเพื่อใช้ในการเรียนการสอนต้องมีเอกสารประกอบสำหรับใช้ในการสอนการสอน เอกสารที่จะต้องเตรียมอาจมีลักษณะต่าง ๆ กัน ตามจุดมุ่งหมายของงาน เช่นคู่มือการใช้งาน เอกสารประกอบการศึกษาทดลอง ตำรา ใบงาน แบบฝึกหัด และแบบทดสอบ

6. สร้างใบงานการทดลอง เป็นใบสั่งงานที่ให้กับนักศึกษาเพื่อเป็นแนวทางในการปฏิบัติ ซึ่งจะบอกลำดับขั้นตอนในการทดลอง และแนวทางในการค้นคว้าเพิ่มเติมในการทดลองนับเป็นสื่อชนิด

หนึ่ง ดังนั้นจะพบว่า ใบการทดลองมีความสำคัญต่อการเรียนการสอนภาคปฏิบัติอย่างมาก และสิ่งที่จะต้องมีไว้ในใบงานทดลองมีดังนี้

- 6.1 วัตถุประสงค์ของการทดลองอย่างชัดเจน
- 6.2 มีรายการเครื่องมือที่ต้องใช้ในการทดลอง
- 6.3 มีลำดับขั้นตอนการทำงานที่ถูกต้อง
- 6.4 มีวงจรที่ใช้ในการทดลอง
- 6.5 มีข้อระวังในการทดลอง
- 6.6 มีคำถามที่กระตุ้นความคิดของผู้เรียนที่เพียงพอ

7. การวิเคราะห์เนื้อหาวิชาเพื่อวางโครงร่างลำดับความสัมพันธ์ และแบ่งระดับความยากง่ายของเนื้อหาวิชาที่จะออกแบบสื่อการเรียนการสอนซึ่งศึกษาจากตำรา เอกสารสัมมนา ปรึกษาอาจารย์ที่ปรึกษา ผู้เชี่ยวชาญและศึกษางานอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้อง

8. การทดลองในชุดปฏิบัติการทดลอง จะถูกนำไปใช้ในสถานศึกษาโดยผู้วิจัย เพื่อค้นคว้าหาข้อบกพร่องต่างๆเช่น ความถูกต้อง ความเที่ยงตรง ความยาก ความซับซ้อน ความทนทาน ความสะดวกในการลอกเลียนแบบขึ้นมาใหม่ การทดลองแต่ละครั้งควรทำให้เสร็จสิ้นภายในหนึ่งเรื่อง หรือหนึ่งใบงานทดลอง เพื่อให้เกิดการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง

9. การปรับปรุงข้อมูลและประสบการณ์ที่ได้จากการทดลองในข้างต้น จะถูกนำมาใช้ในการปรับปรุงชุดการทดลอง และใบงานการทดลองที่มีคุณภาพจนเป็นที่ยอมรับได้

2.4 การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ความหมายของการทดสอบ

Cronbach (1984 : 25) กล่าวว่า การทดสอบเป็นวิธีที่มีระบบสำหรับเปรียบเทียบพฤติกรรมของบุคคลกับบุคคลอื่น แล้วบรรยายออกมาเป็นตัวเลข

วิธีการที่มีระบบ หมายถึง การวางแผนไว้ล่วงหน้าว่าในสถานการณ์ที่กำหนดให้ และมีสิ่งเร้าเช่นนี้ การตอบสนองของแต่ละบุคคลจะเป็นอย่างไร

การเปรียบเทียบคือ การนำผลที่ได้จากสิ่งอื่น เช่นเปรียบเทียบกับเพื่อนในกลุ่ม หรือมาตรฐานที่วางไว้ เพื่อให้ผลการทดสอบมีความหมาย เป็นต้น

ความหมายของการวัดผล

Tyler (1975 : 4) กล่าวไว้ว่า การวัดผลเป็นการรวบรวมกิจกรรมหลายอย่างโดยใช้ตัวเลขตามกฎเกณฑ์ทางคณิตศาสตร์

MehrensและLehmann (1984 : 6) ให้ความหมายว่า การวัดผลหมายถึง การวัดคุณลักษณะอื่นๆของบุคคลจากการทดสอบ

ความหมายของการประเมินผล

Green (1970 : 15) กล่าวว่า การประเมินเป็นกระบวนการตัดสินคุณค่าข้อมูลที่ได้จากการวัดอย่างเป็นระบบ

Mehrens และ Lehmann (1984 : 6) ให้ความหมายของการประเมินผลว่าเป็นกระบวนการที่จะวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อตัดสินคุณภาพของบุคคล

Gruonlund (1981 : 11) ให้ความหมายว่าการประเมินผลเป็นกระบวนการในการจะตัดสินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอย่างมีระบบของผู้สอนตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ และมีความหมายลึกซึ้งกว่าการวัดผล เพราะรวมถึงสิ่งที่วัดได้ และวัดไม่ได้

นิภา เมธาวิชัย (2536 : 16) ได้กล่าวถึงผลประโยชน์ของการประเมินผลการศึกษาไว้ดังนี้

1. เพื่อเป็นแนวทางที่จะปรับปรุงโปรแกรมการเรียนการสอน การประเมินผลช่วยให้ทราบว่าเทคนิค หรือกลวิธีการสอน อุปกรณ์การสอน และเนื้อหาวิชาที่สอน มีประสิทธิภาพหรือไม่อย่างไร เป็นการช่วยวินิจฉัยข้อบกพร่องของครูผู้สอน
2. เพื่อปรับปรุงความเจริญและความก้าวหน้าของบุคคล การประเมินผลช่วยให้ทราบว่านักเรียนมีความพร้อมที่จะเรียนเรื่องอื่นหรือไม่ โดยวินิจฉัยข้อบกพร่อง จุดอ่อน หรือที่มาของความไม่เข้าใจของนักเรียน
3. เพื่อให้ครูรู้จักนักเรียนในด้านสติปัญญา ความถนัด เป็นต้น สามารถแนะแนวอาชีพ แนะนำนักเรียนในด้านการเรียนการสอนได้ถูกต้อง และช่วยเด็กการแก้ปัญหา
4. เพื่อตรวจสอบว่าการเรียนการสอนได้บรรลุจุดมุ่งหมายหรือไม่ นักเรียนมีความเจริญอกงามเพียงถึงระดับใด
5. ครูจำเป็นต้องรายงานผลการศึกษาให้นักเรียน ผู้ปกครอง อาจารย์แนะแนว สถาบันการศึกษาและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องทราบ
6. เพื่อรวบรวมข้อมูลนำมาใช้ในการวิจัย การทดลองด้านการเรียนรู้ ประสิทธิภาพการสอน อุปกรณ์การสอนหลักสูตรและสิ่งอื่น ๆ ที่เกี่ยวกับการศึกษา
7. เพื่อให้นักศึกษาเตรียมตัวสอบ ทำข้อสอบ และประเมินผลการสอบของตนเอง เป็นการกระตุ้นให้นักเรียนได้แสวงหาความรู้ ความเข้าใจ และทักษะต่างๆ ซึ่งเป็นประสบการณ์ การเรียนที่มีค่ายิ่งตรงกับวัตถุประสงค์การศึกษา
8. เพื่อช่วยผู้บริหารการศึกษาในการตัดสินใจเกี่ยวกับการจัดการศึกษา เช่น การรับนักเรียนเข้ามาใหม่ การจัดชั้นเรียน การเลื่อนชั้น การจัดการสอนซ่อมเสริม การวางแผนการบริหารโรงเรียน เป็นต้น

2.5 การหาคุณภาพชุดทดลอง

วัลลภ จันทร์ตระกูล (2543 : 131) ได้เกริ่นนำเรื่องการประเมินสื่อการสอนว่า การออกแบบสร้างสื่อการสอนให้มีความเหมาะสมในด้านต่างๆ ที่มีคุณลักษณะเหมาะสมทั้งทางด้านเทคนิค (Technical Points of View) ด้านการเรียนการสอน (Pedagogical Points of View) และด้านการพาณิชย์หรือการค้า (Economical Points of View) จะทำให้ได้อย่างไร เราสามารถทราบคุณลักษณะด้านต่างๆ โดยการประเมินสื่อการสอนนั้น ซึ่งอาจทำควบคู่ในระหว่างกระบวนการออกแบบหรือเมื่อสิ้นสุดการออกแบบสำเร็จเป็นงานต้นแบบก่อนดำเนินการผลิตออกมาในเชิงพาณิชย์

2.5.1 วัตถุประสงค์ในการประเมินสื่อการสอน

การประเมินสื่อการสอนมีวัตถุประสงค์ดังนี้ (วัลลภ จันทร์ตระกูล. 2543 :131)

1. เพื่อรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับข้อดี ข้อเสีย ในด้านต่างๆ ของสื่อการสอน
2. นำข้อมูลที่ได้จากการประเมินไปแก้ไขพัฒนาปรับปรุงสื่อการสอนนั้น
3. วางแผนในการพัฒนาสื่อการสอนเพิ่มเติมให้เกิดความสมบูรณ์ ในการเรียนการสอนตามหัวข้อ หรือสาขาวิชานั้น

2.5.2 ประเด็นในการประเมิน

ประเด็นในการประเมินอาจแบ่งออกเป็น 3 ด้าน คือ ด้านเทคนิค ด้านการเรียนการสอนและด้านการพาณิชย์ ในแต่ละประเด็นสามารถแตกแยกออกเป็นประเด็นย่อย การคิดค้นประเด็นต่างๆ อาจใช้ภูมิเป็นแผนภูมิปะการังเป็นเครื่องมือ ร่วมประชุม ระดมความคิด หรืออาจค้นคว้าประเด็นได้จากงานวิจัยต่างๆ ด้านการประเมินสื่อการสอน ประเด็นที่นำเสนอนี้ เป็นประเด็นหลักๆรวมๆสามารถเลือกไปใช้กับสื่อประเภทต่างๆ ได้และจะเขียนในลักษณะด้านบวกหรืออุดมคติ (วัลลภ จันทร์ตระกูล. 2543 : 1 31-134)

2.5.2.1 ประเด็นด้านเทคนิค

มีประเด็นด้านต่างๆดังนี้

- (1) ขนาดสื่อไม่ใหญ่ ไม่เล็ก มีขนาดเหมาะสม สอดคล้องกับมาตรฐาน สะดวกต่อการเก็บรักษาไม่ใช่เนื้อที่มากเกินไป
- (2) น้ำหนักมีน้ำหนักเหมาะสม ขนย้าย นำไปใช้สอนได้สะดวก ไม่ต้องใช้อุปกรณ์ขนย้าย ผู้สอนนำไปใช้ได้ด้วยตนเอง
- (3) ชิ้นส่วนประกอบทำหน้าที่ได้ถูกต้องแม่นยำ นอกจากทำหน้าที่หลัก สามารถทำหน้าที่รอง มีรูปร่างง่ายต่อการผลิต เป็นมาตรฐาน หาอะไหล่ได้ง่าย มีจำนวนชิ้นไม่มาก การเคลื่อนที่ของชิ้นส่วน มันคงรูปร่างมีความแข็งแรงคงทน มีอายุการใช้งานเหมาะสม มีความเรียบร้อยสวยงาม

- (4) ชนิดของวัสดุมีคุณสมบัติเหมาะสมกับประเภทสื่อ เป็นวัสดุหาง่าย คุณสมบัติวัสดุมีความแข็งแรง คงทน ราคาไม่แพง ทนต่อความร้อน ฝุ่น ความชื้น
- (5) การดูแลรักษาง่ายต่อการดูแลรักษาและซ่อมบำรุง มีระบบการจัดเก็บ การจัดจำแนก มีถุง ซอง กล่อง ในการจัดเก็บ มีระบบการเบิก ยืม ที่มีประสิทธิภาพ ไม่สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายในการดูแลรักษา
- (6) กระบวนการผลิตผลิตง่ายใช้เครื่องมือง่ายๆ มีระบบแบบแผน ระบบมาตรฐาน วัสดุ (หมายเลขวัสดุ) ผลิตออกมาเรียบร้อยสวยงาม สอดคล้องตามหลักการสอน สามารถใช้สอนกับวิธีการต่างๆ นำความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมาใช้ ชิ้นงานออกมามีขนาดคุณภาพผิวงานมีความละเอียดสูง
- (7) มาตรฐานสอดคล้องกับมาตรฐานในหน่วยงาน มีความเป็นสากล มีรูปแบบ (Format)
- (8) ความปลอดภัยมีความปลอดภัยต่อผู้ใช้และต่อสื่อ

2.5.2.2 ประเด็นทางการเรียนการสอน

จะเกี่ยวข้องกับผู้สอนผู้เรียนและตัวสื่อเอง ดังนี้

(1) ต่อผู้สอน

ใช้ง่าย ใช้เวลาในการสอนน้อย ไม่มีความจำเป็นต้องฝึกอบรมด้านการใช้ สอดคล้องตามรายการวัตถุประสงค์ และเนื้อหาวิชา มีคู่มือการสอน สำหรับครู

(2) ต่อผู้เรียน

เข้าใจง่าย สอดคล้องกับพื้นฐานความรู้ และประสบการณ์ ผู้เรียนเกิดความเข้าใจ น่าสนใจ อยากเรียน กระตุ้นให้ค้นคว้าเพิ่มเติม เกิดความคิดสร้างสรรค์ สามารถนำไปประยุกต์แก้ปัญหา ช่วยส่งเสริมกิจกรรมการเรียน มีคู่มือผู้เรียน

(3) ต่อสื่อการสอน

มีสื่อการสอนที่มีความสำคัญต่อเนื้อหานั้นๆ และควรอย่างยิ่ง มีความสำคัญต่อการเรียนรู้มีเนื้อหาสาระที่ทันสมัยตามวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สามารถนำไปใช้สอนในหัวเรื่องอื่นได้ด้วย ให้นำเนื้อหาสาระชัดเจนในตัว ไม่ต้องอธิบายเพิ่มเติมมาก ใช้เวลาในการประกอบด้วยไม่ต้องใช้อุปกรณ์อื่นประกอบช่วย มีคู่มือแนะนำในการใช้ การดูแลรักษา ต้องมีซอฟต์แวร์ (Software) ประกอบ ตัวอักษร สี สัน รูปแบบ ชัดเจน

2.5.2.3 ประเด็นทางพาณิชย์

เป็นการศึกษาข้อมูลก่อนดำเนินการผลิต ได้ค่าตัวเลขที่ถูกต้องแม่นยำ มีความน่าเชื่อถือ ประกอบการตัดสินใจ ก่อนเริ่มงานออกแบบ ไม่ใช่ใช้การประเมินด้วยความรู้สึก มีประเด็นต่างๆ

1. เป็นสื่อที่ตลาดมีความต้องการสูง
2. ความเหมาะสมในการผลิตเชิงพาณิชย์

3. ค่าใช้จ่ายต่างๆ เช่น ค่าออกแบบ ค่าบริการ ค่าวัสดุ เป็นต้น
4. ค่าเครื่องมือ
5. ค่าต้นทุนในการผลิต
6. ราคาซื้อเหมาะสม สามารถเทียบกับคู่แข่ง
7. ปริมาณด้านการตลาด การจำหน่ายในระดับท้องถิ่น ภูมิภาค
8. เอกสารในการประชาสัมพันธ์

2.5.3 เกณฑ์ในการประเมินสื่อการเรียนการสอน

เมื่อกำหนดประเด็นต่างๆ ที่จะประเมินสื่อแล้วก็ต้องมากำหนดเกณฑ์ในการประเมิน ซึ่งมีสิ่งที่ควรพิจารณา ดังนี้ (วัลลภ จันทรตระกูล. 2543 : 135)

1. เกณฑ์ที่กำหนดจะเน้นคุณลักษณะไปด้านใด เช่น ด้านเทคนิค ด้านการเรียน การสอน หรือด้านพาณิชย์ หรือจะให้น้ำหนักเท่ากันทั้ง 3 ด้าน เป็นต้น
 2. ในแต่ละประเด็นอาจประเมิน โดยทำเป็นรายการตรวจสอบ (Check list) ว่าใช่หรือไม่ใช่ มีหรือไม่มี มีคำตอบให้เลือกสองทางเลือก อีกลักษณะหนึ่งเป็นการให้ความคิดว่าคุณลักษณะด้านนั้นๆ ดีมาก ดี พอใช้ ใช้ไม่ได้ เป็นต้น
 3. จากผลการประเมิน ในข้อ 2 นำมาประเมินผล โดยใช้หลักทางสถิติเป็นร้อยละหรือเปอร์เซ็นต์ ในแต่ละประเด็น หรือลักษณะภาพรวม
- การประเมินจะขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ นอกจากนั้นค่าที่ได้ควรมีความเชื่อมั่นเที่ยงตรง มีเป้าหมาย มีความชัดเจน น่าเชื่อถือ สามารถคำนวณ และปฏิบัติได้ หน่วยงานคือทีมทำงานจะต้องกำหนดเกณฑ์เพื่อจะประเมินสื่อการเรียนการสอนได้ผลสำเร็จตามเป้าหมาย

2.5.4 องค์กรประกอบในการประเมินสื่อ

นอกจากการกำหนดเกณฑ์แล้ว ก็ควรคำนึงถึงองค์ประกอบในการประเมินสื่อซึ่งมีหลายประการ ได้แก่ (วัลลภ จันทรตระกูล. 2543 : 135-136)

1. เครื่องมือเป็นเอกสารหรืออุปกรณ์ที่สามารถบันทึกแสดงข้อมูลที่จะได้จากการประเมิน สื่อว่าอยู่ในระดับใด ควรมีการทดลองใช้ วิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่น ค่าความเที่ยงตรงมีการพัฒนาปรับปรุงเครื่องมือให้เหมาะสม
2. วิธีการประเมิน ทำได้โดยกำหนดประเด็นต่างๆ แล้วให้คะแนนในประเด็นนั้นๆ วิธีการประเมินโดยใช้ความรู้สึกอาจขาดความเชื่อถือ มีคำแนะนำ ขั้นตอนในการประเมิน
3. เกณฑ์การกำหนดระดับค่าคะแนน ว่าระดับใดที่จะยอมรับได้ ขึ้นกับเป้าหมายว่าต้องการเน้นด้านใด หน่วยงานเอกชนอาจมุ่งทางการค้า หน่วยงานการศึกษาอาจมุ่งด้านการเรียนการสอน

4. ผู้ประเมินทำหน้าที่ใช้เครื่องมือ อาจเป็นบุคคลในและภายนอกหน่วยงานเป็นผู้เชี่ยวชาญมีประสบการณ์ และมีจำนวนเหมาะสม มาจากหลายๆ ฝ่าย เช่น ฝ่ายตลาด ฝ่ายผลิต เป็นต้น มีความเข้าใจในวิธีการประเมิน

5. ผู้สอน ผู้ทำหน้าที่สอนโดยใช้สื่อการสอนนั้นก็เป็นตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับประเด็นการประเมิน ที่ผู้ประเมินมีข้อมูลเกี่ยวกับผู้สอนอย่างไร

6. ผู้เรียน ผู้ประเมิน หรือแบบประเมิน มีประเด็นที่เกี่ยวข้องกับผู้เรียนอย่างไรคาดการณ์ว่าผู้เรียนจะมีพื้นฐาน มีการเรียนรู้ ประสบการณ์เพียงใด และต้องการคาดหวังต่อผู้เรียนอย่างไร

7. เนื้อหาวิชา เป็นสาขาวิชาใด มีรายการ วัตถุประสงค์ของบทเรียนอย่างไร

8. ประเภทของสื่อ สื่อมีความแตกต่างกันหลายประเภท เช่น เอกสารสิ่งพิมพ์ แผ่นใส แผ่นภาพอุปกรณ์ทดลองสาธิต แผ่นดิสก์ ซีดี เป็นต้น ประเด็นการประเมินก็จะแตกต่างกัน

2.6 การหาประสิทธิภาพของชุดทดลอง

อรพันธ์ ประสิทธิ์รัตน์ (2530 : 80-84) กล่าวว่า ในกรณีที่ได้อบรมที่สมบูรณ์แล้วก็นำบทเรียนไปใช้กับผู้เรียนควรได้นำบทเรียนนั้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญประเมิน แล้วอาจต้องปรับปรุงแก้ไขจนเป็นที่พอใจแล้วนำไปทดลอง โดยหากกลุ่มตัวอย่างเล็กๆ ประมาณ 2-3 คนก่อนเพื่อจะได้ตรวจสอบว่าความถูกต้องเหมาะสมหรือไม่ ถ้าไม่ถูกต้องเหมาะสมจะต้องแก้ไขปรับปรุงใหม่หลังจากนั้นไปใช้ทดลองกับกลุ่มตัวอย่างประมาณ 10 คน เพื่อหาประสิทธิภาพบทเรียนตามกระบวนการหาประสิทธิภาพของสื่อการสอน โดยผู้วิจัยได้กำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพของชุดทดลอง ตั้งไว้ที่ 80/80

80 ตัวแรก คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาในกลุ่มตัวอย่าง ที่ลงปฏิบัติในแต่ละใบงานซึ่งคำนวณจากค่าคะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบท้ายใบงาน หลังจบการทดลองแต่ละใบงาน โดยคิดเป็นร้อยละ

80 ตัวหลัง คือ ผลสัมฤทธิ์ของการเรียนของนักศึกษาในกลุ่มตัวอย่าง ที่ลงปฏิบัติในใบงานทั้งหมด ซึ่งคำนวณจากค่าคะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบรวม โดยทำการทดสอบหลังจบการทดลองในใบงานทั้งหมด โดยคิดเป็นร้อยละ

โดยใช้ สูตร E_1 / E_2 (ชัยยงค์ พรหมวงศ์. 2521 : 136)

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

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

เมื่อ	E_1	หมายถึง ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของผลการเรียนรู้ของนักศึกษา ที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ท้ายใบงาน แต่ ละใบงาน ระหว่างทำการทดลองชุดทดลอง
	E_2	หมายถึง ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของผลการเรียนรู้ของนักศึกษาที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรวมหลังจากทำ การทดลองกับชุดทดลอง
	Σx	หมายถึง คะแนนรวมของผู้เรียนจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนท้ายใบงานแต่ละใบงาน
	Σy	หมายถึง คะแนนรวมของผู้เรียนจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนหลังทำใบงานทุกใบงาน
	N	หมายถึง จำนวนผู้เรียน
	A	หมายถึง คะแนนเต็มของแบบทดสอบท้ายใบงานแต่ละใบงาน
	B	หมายถึง คะแนนเต็มของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรวม หลังทำใบงานครบทุกใบงาน

ถ้าปรากฏว่าค่าคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละของนักศึกษากลุ่มตัวอย่างในการทำ แบบทดสอบท้ายใบงาน หลังลงปฏิบัติกับชุดทดลองในแต่ละใบงานและคิดเป็นร้อยละที่ได้จากการทำ แบบทดสอบรวม หลังจบการทดลองในใบงานทั้งหมด ได้ไม่ต่ำกว่า 80 ทั้งคู่ ถือว่าชุดทดลองที่ พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับชุดฝึกวิชาฟิสิกส์เทคนิคดังนี้

สุรพงษ์ สิริพงษ์ดี (2546 : บทคัดย่อ) วิจัยเรื่องการออกแบบวงจรและสร้างโมดูล บอร์ดชุด ปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC 16F876 โดยหาคุณภาพจากกลุ่มตัวอย่างที่เป็นผู้ทรงคุณวุฒิ ทางด้านการศึกษา จำนวน 5 คน และผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านวิศวกรรม จำนวน 5 คน ผลการวิจัย พบว่าวงจรและโมดูลบอร์ดชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC 16F876 ที่สร้างขึ้นมีคุณภาพ ทางด้านการศึกษาในเกณฑ์ดี โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.49 และค่าความแปรปรวนเท่ากับ 0.60 และมี คุณภาพด้านวิศวกรรมในเกณฑ์ดีมาก โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.52 และค่าความแปรปรวนเท่ากับ 0.58 ซึ่งคุณภาพของชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC 16F876 ที่ได้นี้เป็นไปตามสมมติฐานการวิจัย

จตุรงค์ จตุรเชิดชัยสกุล (2540 : ค) ได้ทำการวิจัยเพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลอง วงจรอิเล็กทรอนิกส์ในงานควบคุม หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ผู้วิจัยได้สร้างชุดทดลองที่ ออกแบบขึ้นพร้อมใบงานทดลองและเลือกกลุ่มตัวอย่างเพื่อใช้ในการหาประสิทธิภาพของเครื่อง กลุ่ม

ตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่2สาขาไฟฟ้า สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตพระนครเหนือ จำนวน 10 คนโดยแบ่งออกเป็น 5 กลุ่มย่อย กลุ่มละ 2 คนซึ่งได้จากการสุ่มแบบธรรมดา ข้อมูลที่ได้จากการวิจัยได้มาจากการประลองของ นักศึกษากลุ่มตัวอย่างและความเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่ประเมินผลชุดทดลองพร้อมใบประลองเพื่อหา ประสิทธิภาพจำนวน 5 คนผลการวิจัยพบว่าชุดประกอบวงจรอิเล็กทรอนิกส์ในงานควบคุมที่สร้างขึ้น มา มีประสิทธิภาพทางด้านความเที่ยงตรง ร้อยละ 97.38 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัย

จิราภรณ์ จันแดง (2540 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการ ประลองวิชาปฏิบัติวงจรไฟฟ้ากระแสตรง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ ชุดประลองวิชาปฏิบัติ วงจรไฟฟ้ากระแสตรง ที่สร้างขึ้นครอบคลุมเนื้อหาวิชาจำนวน 12 หัวเรื่องรวมทั้งแบบทดสอบท้าย การประลองและแบบทดสอบรวม กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตร วิชาชีพ ชั้นปีที่ 1สาขางานอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคปทุมธานี จำนวน 20คน ผลการวิจัยพบว่า ชุดประลองวิชาปฏิบัติวงจรไฟฟ้ากระแสตรงที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 82.54/81.50 ซึ่งเป็นไปตาม สมมติฐานการวิจัย

จรินทร์ จุลวานิช (2541 : ค) ได้ทำการวิจัยการสร้างและการหาประสิทธิภาพชุดการสอน วิชาวงจรไฟฟ้ากระแสตรง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชุดการสอนประกอบด้วย คู่มือการ สอนและสื่อการเรียนการสอน ในคู่มือการสอนประกอบด้วย แผนการสอน แบบฝึกหัด แบบทดสอบ ส่วนสื่อการเรียนการสอนประกอบไปด้วย ใบเนื้อหา ชุดแผ่นใส และโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาคณะไฟฟ้า แผนกสาขาช่างอิเล็กทรอนิกส์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นสูง ชั้นปีที่1สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตพระนครเหนือ ในภาคเรียนที่1ปีการศึกษา 2541 จำนวน 30คน ผลการวิจัยสรุปได้ว่า ชุดการสอนที่สร้างขึ้นมามีประสิทธิภาพ ร้อยละ 82.021 และ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการทำแบบทดสอบโดยเฉลี่ยร้อยละ 84.067 มีค่าสูงกว่าสมมติฐานที่ กำหนดไว้

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

วัตถุประสงค์ของการสร้างชุดทดลองวิชาพัลส์เทคนิค รหัสวิชา 3105-2002 สาขางานอิเล็กทรอนิกส์ ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พ.ศ.2546 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ เพื่อพัฒนาคุณภาพและประสิทธิภาพของชุดทดลอง โดยมีขั้นตอนการวิจัยดังนี้

- 3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
- 3.2 เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย
- 3.3 วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล
- 3.4 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.1.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย เป็นนักเรียนที่ลงทะเบียนเรียนวิชาพัลส์เทคนิค ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคปทุมธานี สังกัดคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ภาคการศึกษาที่ 1/2554 จำนวน 30 คน

3.1.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย เป็นนักเรียนที่ลงทะเบียนเรียนวิชาพัลส์เทคนิคระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคปทุมธานี สังกัดคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ภาคการศึกษาที่ 1/2554 จำนวน 15 คน ซึ่งได้จากการสุ่มตัวอย่างอย่างง่ายด้วยวิธีการจับสลาก

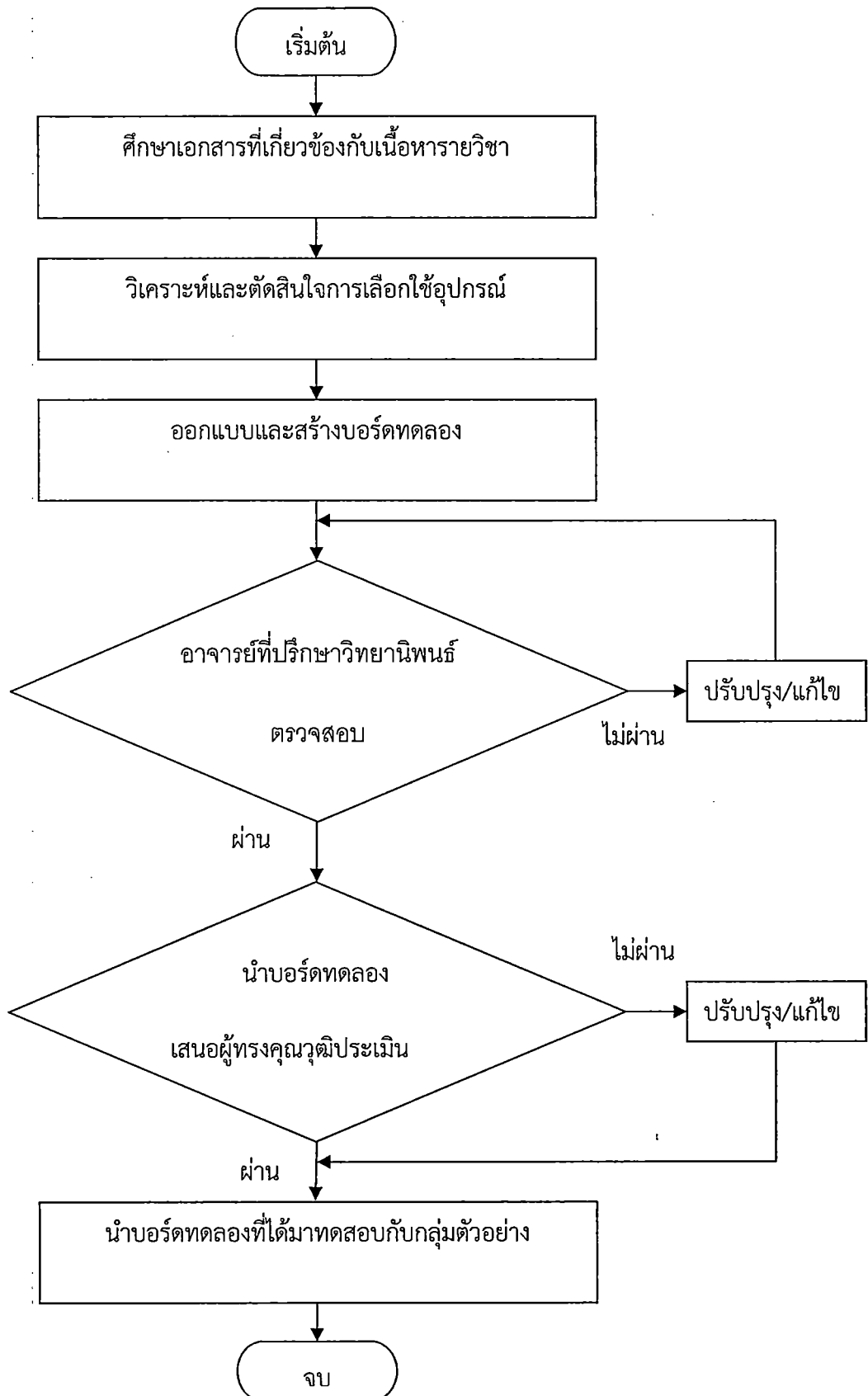
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย

1. บอร์ดทดลอง
2. ใบงานการทดลอง
3. แบบประเมินคุณภาพ
4. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.2.1. ขั้นตอนการสร้างบอร์ดทดลอง

1. ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาารายวิชาจุดประสงค์รายวิชา มาตรฐานรายวิชา และคำอธิบายรายวิชา
2. วิเคราะห์และตัดสินใจการเลือกอุปกรณ์ในการใช้งานของบอร์ดทดลอง
3. ออกแบบและสร้างบอร์ดทดลอง
4. นำบอร์ดทดลองวิชาฟิสิกส์เทคนิคที่สร้างเสร็จเรียบร้อยแล้วเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม เพื่อพิจารณาความถูกต้องและความเหมาะสมแล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข
5. ปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม
6. นำบอร์ดทดลองเสนอ ผู้ทรงคุณวุฒิประเมิน เพื่อหาคุณภาพ ดังมีรายนามต่อไปนี้
 1. อาจารย์สมบูรณ์ เนียมกล้า นักพัฒนาทรัพยากรบุคคล สำนักพัฒนาสมรรถนะครูและบุคลากรอาชีวศึกษา
 2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ปิยะ ศุภวารสุวัฒน์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประจำ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
 3. อาจารย์มณฑพ ดำน้อย อาจารย์ประจำ สาขาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
 4. อาจารย์วัลลพ ศรีพระราม อาจารย์ประจำ สาขางานอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคปทุมธานี สังกัดคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ
 5. อาจารย์ทิพย์วัลย์ เพ็ญสาดแสง อาจารย์ประจำ สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ โรงเรียนเทคโนโลยีสยาม สังกัดคณะกรรมการการอาชีวศึกษาภาคเอกชน กระทรวงศึกษาธิการ
 โดยผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 5 ท่านได้ตอบแบบประเมินคุณภาพของบอร์ดทดลองที่สร้างขึ้น ซึ่งผลการประเมินมีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.60 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.47
7. นำบอร์ดทดลองไปใช้กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง
จากขั้นตอนการสร้างบอร์ดทดลองวิชาฟิสิกส์เทคนิค ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นสรุปขั้นตอนได้ดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 แผนผังขั้นตอนการสร้างบอร์ดทดลองวิชาฟิสิกส์เทคนิค

3.2.2 ขั้นตอนการสร้างใบงานการทดลอง

1. ศึกษาค้นคว้าจุดประสงค์รายวิชา มาตรฐานรายวิชา และคำอธิบายรายวิชา
2. กำหนดจุดประสงค์ เครื่องมือ อุปกรณ์และตัดสินใจเลือกอุปกรณ์ที่ใช้กับบอร์ด

ทดลอง

3. เขียนใบงานทดลอง ที่ประกอบไปด้วยหัวข้อดังนี้

1. ชื่อเรื่องการทดลอง
2. วัตถุประสงค์ในการทดลอง
3. ทฤษฎีเบื้องต้น
4. รายการเครื่องมือและอุปกรณ์
5. ลำดับขั้นตอนการทดลอง
6. ผลการทดลอง
7. สรุปผลการทดลอง
8. คำถามท้ายการทดลอง

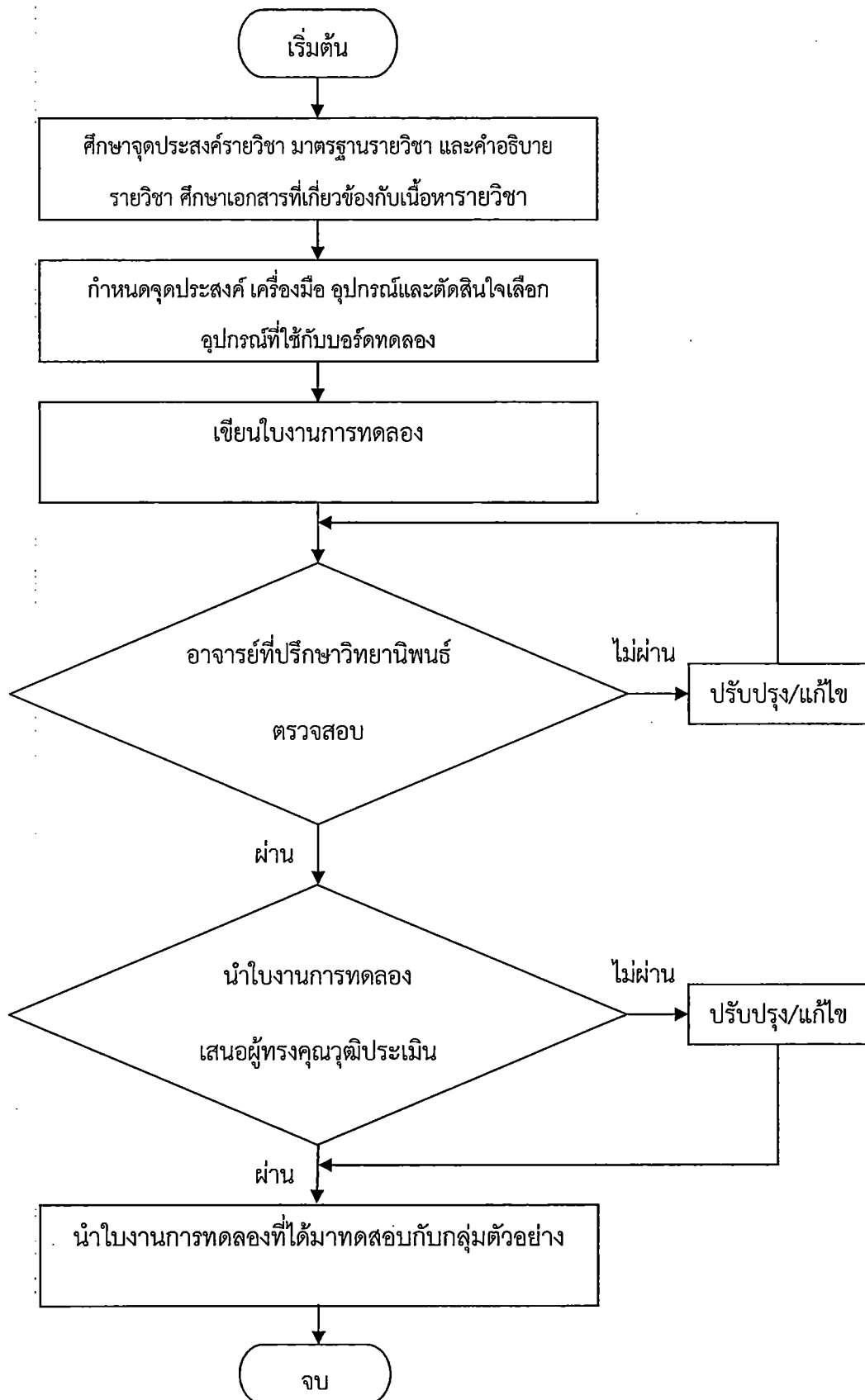
4. นำใบงานการทดลองวิชาฟิสิกส์ที่สร้างเสร็จเรียบร้อยแล้วเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม เพื่อพิจารณาความถูกต้องและความเหมาะสม

5. ปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

6. นำใบงานการทดลองที่แก้ไขแล้วเสนอผู้ทรงคุณวุฒิประเมิน เพื่อหาคุณภาพ โดยผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 5 ท่านได้ตอบแบบประเมินคุณภาพของใบงานการทดลองที่สร้างขึ้น ซึ่งผลการประเมินมีคุณภาพอยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.39 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.65

7. นำใบงานการทดลองไปใช้กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

จากขั้นตอนการสร้างใบงานการทดลองวิชาฟิสิกส์เทคนิค ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นสรุปขั้นตอนได้ดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 แผนผังขั้นตอนการสร้างใบงานการทดลองวิชาฟิสิกส์เทคนิค

3.2.3. ขั้นตอนการสร้างแบบประเมินคุณภาพ

1. ศึกษารายละเอียดวิธีการออกแบบและสร้างแบบประเมินคุณภาพด้านเนื้อหา ใบงาน และการเรียนรู้

2. กำหนดรูปแบบของแบบสอบถามที่ใช้ เพื่อให้ผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาว่าในแต่ละประเด็นมีคุณภาพผ่านตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้หรือไม่ ซึ่งผู้วิจัยได้กำหนดเป็นแบบสอบถามความคิดเห็นแบบมาตราส่วนประมาณค่าไว้ 5 ระดับดังนี้

5 หมายถึง มีคุณภาพอยู่ในระดับที่ดีมาก

4 หมายถึง มีคุณภาพอยู่ในระดับที่ดี

3 หมายถึง มีคุณภาพอยู่ในระดับปานกลาง

2 หมายถึง มีคุณภาพอยู่ในระดับพอใช้

1 หมายถึง มีคุณภาพอยู่ในระดับที่ต้องปรับปรุง

คะแนนเฉลี่ยของการประเมินคุณภาพด้านชุดทดลองสามารถนำมาแปรผลได้ดังนี้

4.50-5.00 หมายถึง คุณภาพดีมาก

3.50-4.49 หมายถึง คุณภาพดี

2.50-3.49 หมายถึง คุณภาพปานกลาง

1.50-2.49 หมายถึง คุณภาพพอใช้

1.00-1.49 หมายถึง คุณภาพต้องปรับปรุง

คะแนนเฉลี่ยเกณฑ์การประเมินคุณภาพตั้งแต่ 3.50 ขึ้นไป (พวงรัตน์ ทวีรัตน์ 2535:124)

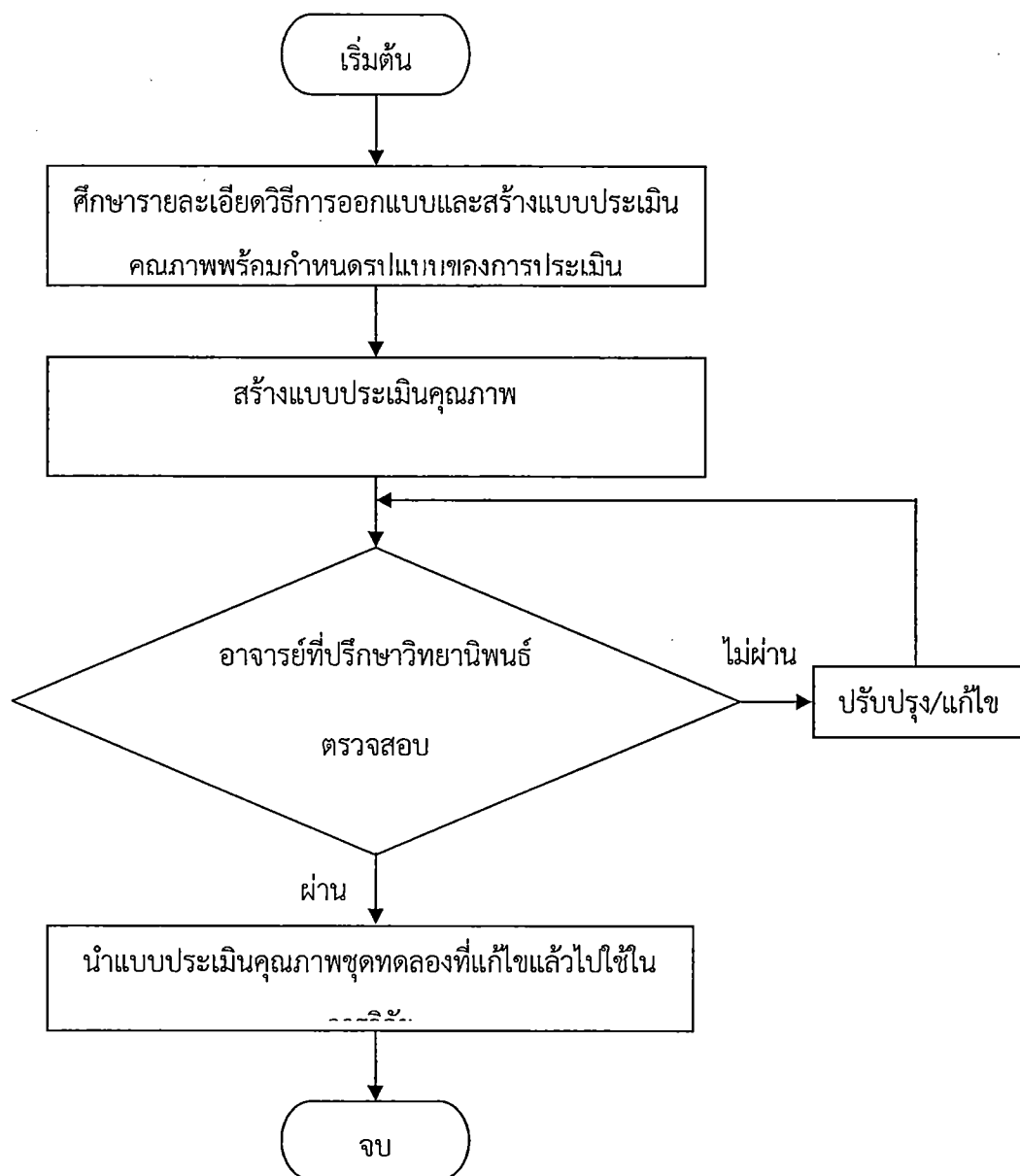
3. สร้างแบบประเมินคุณภาพชุดทดลองวิชาฟิสิกส์เทคนิค

4. นำแบบประเมินคุณภาพที่ได้ให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

ตรวจสอบ แล้วทำการปรับปรุงแก้ไข

5. นำแบบประเมินคุณภาพชุดทดลองที่แก้ไขแล้วไปใช้ในการวิจัย

จากขั้นตอนการสร้างแบบประเมินคุณภาพชุดทดลองวิชาฟิสิกส์เทคนิค ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นสรุปได้ตามรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 แผนผังขั้นตอนการสร้างแบบประเมินคุณภาพบอร์ดทดลองและใบงานการทดลองวิชาฟัลส์ เทคนิค

3.2.4 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1. ศึกษาวิธีการสร้างแบบทดสอบและวิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้
2. กำหนดหัวคำถามและวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมให้สอดคล้องกับเนื้อหาและวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของแต่ละใบงาน
3. สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์แล้วให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วมตรวจสอบ เพื่อหาข้อบกพร่อง และปรับปรุงแก้ไข
4. นำแบบทดสอบที่แก้ไขแล้วให้ผู้ทรงคุณวุฒิหาค่าความสอดคล้องของแบบทดสอบกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม (IOC) โดยใช้หลักเกณฑ์ดังต่อไปนี้

คะแนน +1 สำหรับแบบประเมินวัดผลสัมฤทธิ์ของชุดทดลองและใบงานการทดลองที่มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย

คะแนน 0 สำหรับแบบประเมินวัดผลสัมฤทธิ์ของชุดทดลองและใบงานการทดลองที่ไม่แน่ใจว่ามีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย

คะแนน -1 สำหรับแบบประเมินวัดผลสัมฤทธิ์ของชุดทดลองและใบงานการทดลองที่แน่ใจว่าไม่มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย

การหาดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมผู้วิจัย ได้ใช้สูตรของ พูลทรัพย์ นาคานาคา (2542 : 269-270) โดยมีสูตรดังนี้

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

เมื่อ	IOC	คือ	ดัชนีความสอดคล้อง (Index of item-Objective Congruence)
	R	คือ	คะแนนความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ
	N	คือ	จำนวนผู้ทรงคุณวุฒิ

จากนั้นเลือกข้อสอบที่มีดัชนีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป เพื่อนำไปใช้งาน

โดยจากการประเมินของผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 5 ท่าน ผลปรากฏว่า ความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบรวมกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมมีระดับคะแนนอยู่ระหว่าง 0.60-1.00 มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 0.87

5. ทำการปรับปรุงแก้ไขแบบทดสอบตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิดังนี้
 1. แก้ไขคำผิดต่างๆ
 2. ปรับปรุงแก้ไขในบางข้อที่ไม่ตรงกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

6. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไปทดลองใช้กับเรียนกลุ่มทดลอง ที่เคยเรียนวิชาพัลส์เทคนิคมาแล้วจำนวน 5 คน

แล้วนำมาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

การหาค่าความยากง่าย (Difficulty) (รวิวรรณ ชินะตระกูล. 2538 : 237) มีสูตรดังนี้

$$P = \frac{f_H + f_L}{N_H + N_L}$$

เมื่อ P หมายถึง ระดับความยากง่ายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

f_H หมายถึง จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มสูง

f_L หมายถึง จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มต่ำ

N_H หมายถึง จำนวนนักเรียนทั้งหมดในกลุ่มสูง

N_L หมายถึง จำนวนนักเรียนทั้งหมดในกลุ่มต่ำ

ขอบเขตของค่า P และความหมาย

0.80 – 1.00 เป็นข้อสอบที่ง่ายมาก

0.60 – 0.79 เป็นข้อสอบที่ค่อนข้างง่าย (ใช้ได้)

0.40 – 0.59 เป็นข้อสอบที่ยากง่ายพอเหมาะ (ดี)

0.20 – 0.39 เป็นข้อสอบที่ค่อนข้างยาก (ใช้ได้)

0.00 – 0.19 เป็นข้อสอบที่ยากมาก (ใช้ได้)

การหาค่าอำนาจจำแนก (r) (รวิวรรณ ชินะตระกูล. 2538 : 237) มีสูตรดังนี้

$$r = \frac{f_H - f_L}{N_H}$$

เมื่อ r หมายถึง ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ

f_H หมายถึง จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มสูง

f_L หมายถึง จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มต่ำ

N_H หมายถึง จำนวนนักเรียนทั้งหมดในกลุ่มสูง

ขอบเขตของค่า r และความหมาย

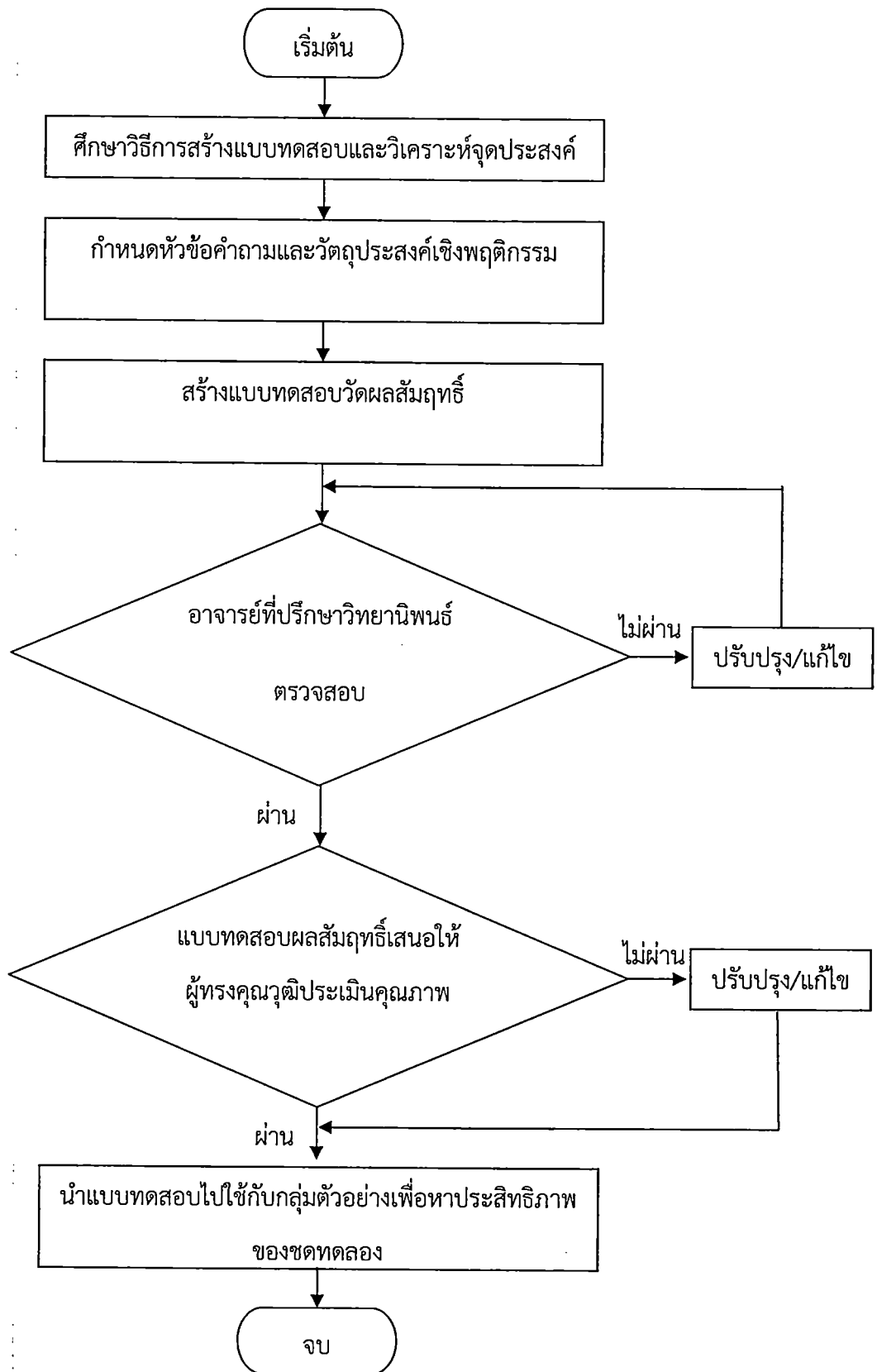
0.40 ขึ้นไป	ค่าอำนาจจำแนกสูง (คุณภาพดี)
0.30 – 0.39	ค่าอำนาจจำแนกปานกลาง (คุณภาพดีพอสมควร)
0.20 – 0.29	ค่าอำนาจจำแนกค่อนข้างต่ำ (คุณภาพพอใช้ได้)
0.00 – 0.19	ค่าอำนาจจำแนกต่ำ (คุณภาพใช้ไม่ได้)

การหาค่าความเชื่อมั่นวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้สูตร KR-20 ของ คูเคอร์ริชาร์ดสัน (รวีวรรณ ชินะตระกูล. 2538 : 142) มีสูตรดังนี้

$$r_{ii} = \frac{K}{K-1} \left\{ 1 - \frac{\sum pq}{S^2} \right\}$$

เมื่อ	r_{ii}	หมายถึงค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
	K	หมายถึงจำนวนข้อสอบทั้งหมด
	p	หมายถึงสัดส่วนของผู้ที่ตอบถูกในแต่ละข้อ
	q	หมายถึงสัดส่วนของผู้ที่ตอบผิดในแต่ละข้อ
	S^2	หมายถึงความแปรปรวนของคะแนนทั้งหมด

โดยแบบทดสอบมีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.40-0.70 มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 0.60 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.20-0.60 มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 0.30 และค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.67 แผนผังขั้นตอนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชุดทดลองในภาพที่ 3.4



รูปที่ 3.4 แผนผังขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.3 วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

การทดลองกับกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นนักศึกษาประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคปทุมธานี ที่ยังไม่เคยเรียนวิชาพัลส์เทคนิค จำนวน 15 คน โดยดำเนินการทดลองดังนี้

1. ให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผู้ทรงคุณวุฒิทำการตรวจสอบเครื่องมือที่จะนำไปใช้
2. กำหนดกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง
3. ทำหนังสือขอความร่วมมือในการทำวิจัยจากบัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เพื่อขอความร่วมมือในการเก็บข้อมูลกับผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคปทุมธานี โดยใช้ห้องเรียนของทางแผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคปทุมธานี
4. อธิบายขอข่ายเนื้อหา วัตถุประสงค์และชี้แจงรายละเอียดต่างๆในการปฏิบัติใบงานและการประเมิน ให้กับกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย
5. ทำการสอนทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการทดลองตามใบงานครั้งละ 1 ใบงาน พร้อมสาธิตการใช้งานชุดทดลองให้กับกลุ่มตัวอย่าง และให้นักศึกษากลุ่มตัวอย่างปฏิบัติตามใบงานการทดลอง เมื่อนักศึกษากลุ่มตัวอย่างทดลองตามใบงานจนเสร็จ จึงให้ทำแบบทดสอบหลังใบงานการทดลอง ทดลองจนครบ 14 ใบงาน
6. เมื่อนักศึกษากลุ่มตัวอย่างทดลองจนครบทั้ง 14 ใบงาน จึงให้นักศึกษากลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรวมหลังจากทดลองครบทุกใบงานแล้ว
7. นำผลคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้ง 14 ใบงาน และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรวมหลังทดลองครบทุกใบงาน มาวิเคราะห์ตามวิธีการทางสถิติ

3.4 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

3.4.1 ในการวิเคราะห์หาค่าคุณภาพของชุดทดลองวิชาพัลส์เทคนิคผู้วิจัยใช้ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของ รวีวรรณ ชินะตระกูล (2542 : 146) โดยมีสูตรดังนี้

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

เมื่อ	\bar{X}	หมายถึง	ค่าเฉลี่ยเลขคณิต
	$\sum X$	หมายถึง	ผลรวมของข้อมูลทั้งหมด
	N	หมายถึง	จำนวนข้อมูลทั้งหมด

3.4.2. การหาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (รวิวรรณ ชินะตระกูล. 2542 : 179)

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

เมื่อ

S.D. หมายถึง ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

N หมายถึง จำนวนข้อมูล

\bar{X} หมายถึง ค่าเฉลี่ยของคะแนนทั้งหมด

$\sum X$ หมายถึง ผลรวมของคะแนน

การหาประสิทธิภาพของชุดทดลองวิชาฟิสิกส์เทคนิค

ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล โดยใช้สถิติดังนี้

ค่าประสิทธิภาพของชุดทดลอง E_1 / E_2

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

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

เมื่อ

E_1 หมายถึง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในการทำแบบทดสอบท้ายใบงานระหว่างเรียน

E_2 หมายถึง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในการทำแบบทดสอบโดยใช้ข้อสอบรวม

$\sum X$ หมายถึง คะแนนรวมของการทำแบบทดสอบท้ายใบงานระหว่างเรียนของนักศึกษา

$\sum Y$ หมายถึง คะแนนรวมของการทำแบบทดสอบโดยใช้ข้อสอบรวมของนักศึกษา

A หมายถึง คะแนนเต็มของข้อสอบท้ายใบงานระหว่างเรียน

B หมายถึง คะแนนเต็มของแบบทดสอบโดยใช้ข้อสอบรวม

N หมายถึง จำนวนผู้เรียนทั้งหมด

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การดำเนินการวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของชุดทดลองวิชาฟิสิกส์เทคนิค ครอบคลุมเนื้อหาในรายวิชา ฟิสิกส์เทคนิค รหัสวิชา 3105-2002 สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พ.ศ. 2546 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บข้อมูลเพื่อหาคุณภาพและหาประสิทธิภาพของชุดทดลองโดยการทดลองกับนักศึกษา ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคปทุมธานี เพื่อหาประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด E_1/E_2 ไม่ต่ำกว่า 80/80 เสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับดังนี้

- 4.1 การวิเคราะห์คุณภาพของชุดทดลองวิชาฟิสิกส์เทคนิค
 - 4.1.1 การวิเคราะห์คุณภาพของบอร์ดทดลอง
 - 4.1.2 การวิเคราะห์คุณภาพของใบงานการทดลอง
- 4.2 การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดทดลองวิชาฟิสิกส์เทคนิค

4.1 การวิเคราะห์คุณภาพของชุดทดลอง วิชาฟิสิกส์เทคนิค

การวิเคราะห์คุณภาพของชุดทดลองแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ การวิเคราะห์คุณภาพของบอร์ดทดลอง และการวิเคราะห์คุณภาพของใบงานการทดลอง จำนวน 14 ใบงาน ซึ่งได้จากแบบประเมินที่ประเมินโดยผู้ทรงคุณวุฒิ มีดังนี้

4.1.1 การวิเคราะห์คุณภาพของบอร์ดทดลอง

การประเมินคุณภาพของชุดทดลองวิชาฟิสิกส์เทคนิคทำการประเมินโดยผู้ทรงคุณวุฒิ 5 ท่าน โดยมีรายการประเมิน 15 รายการ ซึ่งผลการประเมินมีรายละเอียด ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับคุณภาพของบอร์ดทดลอง

ข้อที่	รายการประเมิน	\bar{X}	S.D.	ระดับคุณภาพ
1.	เหมาะสมกับระดับผู้เรียน	4.60	0.55	ดีมาก
2.	สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียน	4.80	0.45	ดีมาก
3.	มีความสะดวกในการต่ออุปกรณ์เพิ่มเติม	4.00	0.71	ดี
4.	อุปกรณ์การสอนทำให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้	4.40	0.55	ดี
5.	อุปกรณ์การสอนให้ประสบการณ์ในการเรียนรู้	4.60	0.55	ดีมาก
6.	นักศึกษามีส่วนร่วมในการใช้อุปกรณ์	5.00	0.00	ดีมาก
7.	ความเหมาะสมในการจัดตำแหน่งติดตั้งอุปกรณ์	4.40	0.55	ดี
8.	มีความสัมพันธ์การใช้งานร่วมกับใบงาน	4.80	0.45	ดีมาก
9.	มีความสะดวกในการดำเนินการสอน	4.80	0.45	ดีมาก
10.	ความปลอดภัยในขณะที่ทำการทดลอง	5.00	0.00	ดีมาก
11.	รูปร่าง ขนาดเหมาะสม	4.60	0.55	ดีมาก
12.	มีวิธีการใช้ไม่ยุ่งยากซับซ้อน	4.40	0.55	ดี
13.	มีความสะดวกในการบำรุงรักษา	4.40	0.55	ดี
14.	มีความคงทนแข็งแรง	4.60	0.55	ดีมาก
15.	ต้นทุนการผลิตคุ้มค่ากับประโยชน์ที่ได้รับ	4.80	0.45	ดีมาก
ค่าเฉลี่ยรวม		4.60	0.47	ดีมาก

จากตาราง 4.1 เป็นตารางแสดงการประเมินคุณภาพของบอร์ดทดลอง การประเมินโดยผู้ทรงคุณวุฒิ 5 ท่าน มีรายการประเมิน 15 รายการ ผลการประเมินบอร์ดทดลอง วิชาฟิสิกส์เทคนิคมีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.60 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.47 และสามารถวิเคราะห์ผลการประเมินความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิที่มีต่อบอร์ดทดลองผลที่ได้ ตามระดับการประเมินได้ดังนี้

หัวข้อการประเมินที่ได้ระดับคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.00 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.00 ได้แก่หัวข้อรายการประเมินที่ (6) นักศึกษามีส่วนร่วมในการใช้อุปกรณ์ (10) ความปลอดภัยในขณะที่ทำการทดลอง รองลงมาคือ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.80 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.45 ได้แก่หัวข้อรายการประเมินที่ (2) สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียน (8) มีความสัมพันธ์การใช้งานร่วมกับใบงาน(9) มีความสะดวกในการดำเนินการสอน (15) ต้นทุนการผลิตคุ้มค่ากับประโยชน์ที่ได้รับ รองลงมาคือ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.60 ค่าส่วนเบี่ยงเบน

มาตรฐานเท่ากับ 0.55 ได้แก่หัวข้อรายการประเมินที่ (1) เหมาะสมกับระดับผู้เรียน (5) อุปกรณ์การสอนให้ประสบการณ์ในการเรียนรู้ (11) รูปร่าง ขนาดเหมาะสม (14) มีความคงทนแข็งแรง

หัวข้อการประเมินที่ได้ระดับคุณภาพอยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.40 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.55 ได้แก่หัวข้อรายการประเมินที่ (4) อุปกรณ์การสอนทำให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ (7) ความเหมาะสมในการจัดตำแหน่งติดตั้งอุปกรณ์ (12) มีวิธีการใช้ไม่ยุ่งยากซับซ้อน (13) มีความสะดวกในการบำรุงรักษา หัวข้อการประเมินที่ได้ระดับคุณภาพอยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.00 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.55 ได้แก่หัวข้อรายการประเมินที่ (3) มีความสะดวกในการต่ออุปกรณ์เพิ่มเติม

4.1.2 การวิเคราะห์คุณภาพของใบงานการทดลอง

การประเมินคุณภาพของใบงานการทดลอง จำนวน 14 ใบงาน มีรายการประเมิน 10 รายการ แต่ละใบงานทำการประเมินโดยผู้ทรงคุณวุฒิ 5 ท่าน ซึ่งผลการประเมินมีรายละเอียดดังนี้ ดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับคุณภาพของใบงานการทดลอง จำนวน 14 ใบงาน

ข้อที่	รายการประเมิน	\bar{X}	S.D.	ระดับคุณภาพ
1.	ใบงานครอบคลุมวัตถุประสงค์	4.41	0.76	ดี
2.	ใบงานมีความเหมาะสมกับวัตถุประสงค์	4.39	0.81	ดี
3.	ใบงานมีเนื้อหาถูกต้อง	4.44	0.63	ดี
4.	ใบงานมีความเหมาะสมของระดับขั้นความรู้	4.49	0.65	ดี
5.	ใบงานมีเนื้อหาเหมาะสมกับผู้เรียน	4.37	0.67	ดี
6.	เนื้อหาก่อให้เกิดแรงจูงใจต่อการเรียน	4.44	0.58	ดี
7.	ความชัดเจนในการอธิบายลำดับขั้นการทดลองแต่ละขั้น	4.30	0.68	ดี
8.	คำอธิบายลำดับขั้นการทดลองเข้าใจง่าย	4.39	0.69	ดี
9.	มีความสะดวกในการบันทึกผลจากการทดลอง	4.29	0.56	ดี
10.	สามารถลดเวลาในการสื่อความหมายให้เข้าใจได้ดี	4.40	0.57	ดี
ค่าเฉลี่ยรวม		4.39	0.65	ดี

จากตารางที่ 4.2 เป็นตารางแสดงการประเมินคุณภาพของใบงาน การประเมินโดยผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 5 ท่าน ของใบงานจำนวน 14 ใบงานผลการประเมินใบงาน วิชาฟิสิกส์เทคนิคมีคุณภาพอยู่ใน

ระดับดี โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.39 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.66 สามารถวิเคราะห์ผลการประเมินจากความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิที่มีต่อใบงานตามลำดับการประเมินได้ดังนี้ หัวข้อการประเมินที่ได้รับระดับคุณภาพอยู่ในระดับดี ได้แก่หัวข้อรายการประเมินที่ (4) ใบงานมีความเหมาะสมของระดับขั้นความรู้ (3) ใบงานมีเนื้อหาถูกต้อง (6) เนื้อหาก่อให้เกิดแรงจูงใจต่อการเรียน (1) ใบงานครอบคลุมวัตถุประสงค์ (10) สามารถลดเวลาในการสื่อความหมายให้เข้าใจได้ดี (2) ใบงานมีความเหมาะสมกับวัตถุประสงค์ (8) คำอธิบายลำดับขั้นการทดลองเข้าใจง่าย (5) ใบงานมีเนื้อหาเหมาะสมกับผู้เรียน (7) ความชัดเจนในการอธิบายลำดับขั้นการทดลองแต่ละขั้น (9) มีความสะดวกในการบันทึกผลจากการทดลอง

4.2 การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดทดลอง วิชาฟิสิกส์เทคนิค

การทดลองใช้ชุดทดลองวิชาฟิสิกส์เทคนิค กับนักศึกษาประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคปทุมธานี ภาคการศึกษาที่ 2 ปีการศึกษา 2554 เป็นการทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 15 คน มีจุดมุ่งหมายเพื่อหาประสิทธิภาพของชุดทดลอง ตามเกณฑ์ที่กำหนด E_1/E_2 ไม่น้อยกว่า 80/80 ได้ผลตามตารางที่ 4.3 ต่อไปนี้

ตารางที่ 4.3 แสดงคะแนนจากการทำคะแนนแบบทดสอบใบงานระหว่างเรียนและคะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของกลุ่มตัวอย่างจำนวน 15 คน

รายการ	จำนวนผู้เรียน	คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ยที่ได้	คิดเป็นร้อยละ	เกณฑ์ร้อยละ
คะแนนแบบทดสอบใบงานระหว่างเรียน	15	85	69.70	82.00	80
คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	15	40	33.13	82.83	80

จากตารางที่ 4.3 ผลที่ปรากฏ คือ นักศึกษาที่ทำแบบทดสอบใบงานระหว่างเรียน (E_1) จำนวน 14 ใบงาน ซึ่งเป็นข้อสอบแบบปรนัย ทั้งหมด 85 ข้อ ข้อละ 1 คะแนน คะแนนรวม 85 คะแนน ได้คะแนนเฉลี่ย คือ 69.70 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 82.00 และคะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (E_2) ซึ่งเป็นข้อสอบแบบปรนัย จำนวน 40 ข้อ ข้อละ 1 คะแนน คะแนนรวม 40 คะแนน ได้คะแนนเฉลี่ย 33.13 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 82.83 ดังนั้นชุดทดลองวิชาฟิสิกส์เทคนิค มีประสิทธิภาพ E_1/E_2 เท่ากับ 82.00/82.83 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

การดำเนินการวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของชุดทดลอง วิชาฟิสิกส์เทคนิค ครอบคลุมเนื้อหาในรายวิชา ฟิสิกส์เทคนิครหัสวิชา 3105-2002 สาขางานอิเล็กทรอนิกส์ ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พ.ศ. 2546 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ ดังนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

- 5.1.1 วัตถุประสงค์การวิจัย
- 5.1.2 สมมติฐานของการวิจัย
- 5.1.3 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
- 5.1.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
- 5.1.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล
- 5.1.6 การวิเคราะห์ข้อมูล
- 5.1.7 สรุปผลการวิจัย

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.1.1 วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อพัฒนาชุดทดลองวิชาฟิสิกส์เทคนิค ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2546 สังกัดคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการที่มีคุณภาพ
2. เพื่อหาประสิทธิภาพของชุดทดลองวิชาฟิสิกส์เทคนิค ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2546 สังกัดคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ

5.1.2 สมมติฐานของการวิจัย

1. ระดับคุณภาพของชุดทดลอง วิชาฟิสิกส์เทคนิค ที่สร้างขึ้นมีค่าระดับดีขึ้นไป ($\bar{X} \geq 3.50$)
2. ประสิทธิภาพของชุดทดลองวิชาฟิสิกส์เทคนิค อยู่ในระดับตามเกณฑ์กำหนด E_1/E_2 ไม่ต่ำกว่า 80/80

5.1.3 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัย เป็นนักเรียนที่ลงทะเบียนเรียนวิชาฟัลส์เทคนิค ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคปทุมธานี สังกัดคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ภาคการศึกษาที่ 1/2554 จำนวน 30 คน

2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย เป็นนักเรียนที่ลงทะเบียนเรียนวิชาฟัลส์เทคนิค ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคปทุมธานี สังกัดคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ภาคการศึกษาที่ 1/2554 จำนวน 15 คน ซึ่งได้จากการสุ่มตัวอย่างอย่างง่ายด้วยวิธีการจับสลาก

5.1.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ออกแบบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย

1. ชุดทดลอง วิชาฟัลส์เทคนิค

ส่วนประกอบของชุดทดลอง ประกอบด้วย

1. บอร์ดทดลอง

2. ใบงานการทดลอง

2. แบบประเมินคุณภาพ ประกอบด้วย

1. แบบประเมินคุณภาพของชุดทดลอง และใบงานการทดลอง

2. แบบประเมินความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับจุดประสงค์เชิง

พฤติกรรม

3. แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

5.1.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การทดลองกับกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นนักศึกษาประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคปทุมธานี ที่ยังไม่เคยเรียนวิชาฟัลส์เทคนิค จำนวน 15 คน โดยดำเนินการทดลองดังนี้

1. ให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผู้ทรงคุณวุฒิทำการตรวจสอบเครื่องมือที่จะนำไปใช้

2. กำหนดกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง

3. ทำหนังสือขอความร่วมมือในการทำวิจัยจากบัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เพื่อขอความร่วมมือในการเก็บข้อมูลกับผู้อำนวยการ วิทยาลัยเทคนิคปทุมธานี โดยใช้ห้องเรียนของทางแผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคปทุมธานี

4. อธิบายขอขบ่ายเนื้อหา วัตถุประสงค์และชี้แจงรายละเอียดต่างๆในการปฏิบัติใบงานและการประเมิน ให้กับกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย

5. ทำการสอนทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการทดลองตามใบงานครึ่งละ 1 ใบงาน พร้อมสาธิตการใช้งานชุดทดลองให้กับกลุ่มตัวอย่าง และให้นักศึกษากลุ่มตัวอย่างปฏิบัติตามใบงานการทดลอง เมื่อนักศึกษากลุ่มตัวอย่างทดลองตามใบงานจนเสร็จ จึงให้ทำแบบทดสอบหลังใบงานการทดลอง ทดลองจนครบ 14 ใบงาน

6. เมื่อนักศึกษากลุ่มตัวอย่างทดลองจนครบทั้ง 14 ใบงาน จึงให้นักศึกษากลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรวมหลังทดลองครบทุกใบงาน

7. นำผลคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้ง 14 ใบงาน และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรวมหลังทดลองครบทุกใบงาน มาวิเคราะห์ตามวิธีการทางสถิติ

5.1.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลของชุดทดลอง ดังนี้

1. การวิเคราะห์คุณภาพของชุดทดลอง

การประเมินคุณภาพโดยผู้ทรงคุณวุฒิ 5 ท่าน ได้ผลจากระดับคะแนนของผู้ทรงคุณวุฒิคือ บอร์ดทดลองวิชาฟิสิกส์เทคนิค มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.60 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.47

2. การประเมินคุณภาพของใบงาน

การประเมินคุณภาพของใบงาน จำนวน 14 ใบงาน แต่ละใบงานทำการประเมินโดยผู้ทรงคุณวุฒิ 5 ท่าน ได้ผลการประเมินคุณภาพใบงานพบว่าใบงานมีคุณภาพอยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.39 และมีค่าเฉลี่ยเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.65 สามารถแยกสรุปผลค่าเฉลี่ยรวม ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานรวม และระดับคุณภาพของใบงานการทดลองแต่ละใบงานดังนี้

ใบงานที่ 1 เรื่อง อาร์ซี ไทม์คอนสแตนท์ และความสัมพันธ์ของค่าไทม์คอนสแตนท์ต่อสัญญาณรูปสี่เหลี่ยมค่าเฉลี่ยรวม 4.56 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานรวม 0.63 มีระดับคุณภาพดีมาก

ใบงานที่ 2 เรื่องวงจรถิลี่เนียร์ อาร์ซี โลว์พาส ค่าเฉลี่ยรวม 4.48 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานรวม 0.54 มีระดับคุณภาพดี

ใบงานที่ 3 เรื่องอาร์ซี ดิฟเฟอเรนติเอเตอร์ ค่าเฉลี่ยรวม 4.34 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานรวม 0.70 มีระดับคุณภาพดี

ใบงานที่ 4 เรื่อง วงจรลดทอนสัญญาณ ค่าเฉลี่ยรวม 4.34 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานรวม 0.63 มีระดับคุณภาพดี

ใบงานที่ 5 เรื่องวงจรถัดรูปคลื่น ค่าเฉลี่ยรวม 4.30 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานรวม 0.65 มีระดับคุณภาพดี

ใบงานที่ 6 เรื่องวงจรถ่ายแคลมเปอร์ ค่าเฉลี่ยรวม 4.26 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานรวม 0.73 มีระดับคุณภาพดี

ใบงานที่ 7 เรื่องคุณสมบัติของทรานซิสเตอร์สวิตช์ ค่าเฉลี่ยรวม 4.24 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานรวม 0.66 มีระดับคุณภาพดี

ใบงานที่ 8 เรื่องวงจรอะสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์ ค่าเฉลี่ยรวม 4.36 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานรวม 0.77 มีระดับคุณภาพดี

ใบงานที่ 9 เรื่องวงจรโมนอสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์ ค่าเฉลี่ยรวม 4.36 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานรวม 0.71 มีระดับคุณภาพดี

ใบงานที่ 10 เรื่องวงจรไบสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์ ค่าเฉลี่ยรวม 4.54 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานรวม 0.70 มีระดับคุณภาพดี

ใบงานที่ 11 เรื่องวงจรขมิตต์ทริกเกอร์ ค่าเฉลี่ยรวม 4.50 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานรวม 0.65 มีระดับคุณภาพดีมาก

ใบงานที่ 12 เรื่องวงจรกำเนิดสัญญาณไทม์เบส ค่าเฉลี่ยรวม 4.38 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานรวม 0.63 มีระดับคุณภาพดี

ใบงานที่ 13 เรื่องการทำงานของวงจรโมนอสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์และวงจรอะสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์ด้วยไอซีไทม์เมอร์ 555 ค่าเฉลี่ยรวม 4.28 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานรวม 0.59 มีระดับคุณภาพดี

ใบงานที่ 14 เรื่องวงจรซิงโครไนซ์ ค่าเฉลี่ยรวม 4.48 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานรวม 0.64 มีระดับคุณภาพดี

3. การวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบ

3.1 การวิเคราะห์หาความสอดคล้องของคำถามกับวัตถุประสงค์

การประเมินคุณภาพแบบทดสอบของใบงานมีแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 5 ท่าน ผลที่ได้คือ ข้อสอบของแบบทดสอบทุกข้อมีค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.6 ถึง 1.00 มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 0.87 ซึ่งมีความมากกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ที่ 0.5 แสดงว่าข้อสอบทุกข้อมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ สามารถใช้ในแบบทดสอบท้ายใบงานระหว่างเรียนในการเก็บข้อมูลเพื่อการวิจัยได้

3.2 การวิเคราะห์หาความง่าย และอำนาจจำแนก ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนการวิเคราะห์หาความง่าย

อำนาจจำแนก ทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนั้นใช้วิธีการแบ่งนักศึกษาที่ทำข้อสอบ 1/3 ของผู้เข้าสอบ โดยในการทดลองนี้มีนักศึกษาทำข้อสอบ 15 คน แบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มเก่ง 5 คน และกลุ่มอ่อน 5 คนนำค่าคะแนนที่นักศึกษาทำได้มาวิเคราะห์หาความความง่ายอำนาจจำแนก ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผลที่ได้มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.40-0.70 มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 0.60 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.20-0.60 มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 0.30

3.3 การวิเคราะห์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การวิเคราะห์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยในการทดลองนี้มีนักศึกษาทำข้อสอบ 15 คน นำค่าคะแนนที่นักศึกษาทำได้มาวิเคราะห์หาความความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้สูตร KR-20 ของ คูเดอร์ริชาร์ดสัน ผลที่ได้มีค่าเท่ากับ 0.67 สรุปได้ว่าข้อสอบชุดนี้น่าไปใช้ในการสอบเพื่อเก็บข้อมูลได้

3.4 การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดทดลอง

การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพพบว่าชุดทดลอง วิชาฟิสิกส์เทคนิค มีประสิทธิภาพ E_1/E_2 เท่ากับ 82.00/82.83 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80/80

5.1.7 สรุปผลการวิจัย

จากการดำเนินการวิจัยตามขั้นตอนดังกล่าว สรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

1. คุณภาพของบอร์ดทดลอง วิชาฟิสิกส์เทคนิคโดยผู้ทรงคุณวุฒิ มีความคิดเห็นว่าเป็นบอร์ดทดลอง ที่สร้างขึ้นมามีข้อที่ติมากในเรื่องของความเหมาะสมกับระดับผู้เรียน สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียน มีความสะดวกในการต่ออุปกรณ์เพิ่มเติม มีความสัมพันธ์ในการใช้งานร่วมกับใบงาน มีรูปร่าง ขนาดเหมาะสม มีความคงทนแข็งแรง และมีความปลอดภัยในขณะที่ทำการทดลอง ส่วนเรื่องของความสะดวกในการบำรุงรักษาอยู่ในระดับดี สามารถสรุปโดยรวมได้ว่าชุดทดลอง วิชาฟิสิกส์เทคนิคมีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ดีมากโดยมีค่าเฉลี่ย 4.60 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.47 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยคือคุณภาพอยู่ในระดับดีขึ้นไป ($\bar{X} \geq 3.50$)

2. คุณภาพของใบงานโดยผู้ทรงคุณวุฒิ มีความเห็นว่าเป็นใบงานทั้ง 14 ใบงานอยู่ในระดับคุณภาพที่ดี และดีมากคืออยู่ในระดับค่าเฉลี่ยรวม 4.39 และมีค่าเฉลี่ยเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.65 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยคือคุณภาพอยู่ในระดับดีขึ้นไป ($\bar{X} \geq 3.50$)

3. การหาประสิทธิภาพของชุดทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง 15 คน ผลการวิจัยซึ่งได้จากผลการวิเคราะห์ข้อมูล ผลปรากฏว่าชุดทดลอง วิชาฟิสิกส์เทคนิค ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ E_1/E_2 เท่ากับ 82.00/82.83 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80/80

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการวิจัยการพัฒนาชุดทดลอง วิชาฟิสิกส์เทคนิค พบว่าประสิทธิภาพของชุดทดลองเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยโดยค่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ได้มีค่าประสิทธิภาพ E_1/E_2 เท่ากับ 82.00/82.83 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 80/80 ทั้งนี้เพราะว่าชุดทดลองที่สร้างขึ้นเป็นชุดทดลองที่มีการจัดสร้างอย่างเป็นระบบตามแนวทางในการออกแบบชุดสื่อการเรียนการสอนด้วยกระบวนการ 5 ขั้นตอนโดยยึดกรอบของ วัลลภ จันทรตระกูล (2529: 44-46) ทุกขั้นตอนผ่านการตรวจสอบและได้รับคำแนะนำจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ อีกทั้งยังผ่านการประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิ จากการประเมินคุณภาพของบอร์ดทดลองมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.60 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.47 โดยสูงกว่าเกณฑ์การประเมินต้องอยู่ในระดับค่าเฉลี่ยไม่ต่ำกว่า 3.50 และจากการประเมินคุณภาพใบงาน

การทดลองมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.39 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.65 โดยสูงกว่าเกณฑ์การประเมินต้องอยู่ในระดับค่าเฉลี่ยไม่ต่ำกว่า 3.50 แล้วนำชุดทดลองไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

สรุปผลจากการวิเคราะห์คุณภาพบอร์ดทดลองและใบงานการทดลองจากผู้ทรงคุณวุฒิ โดยบอร์ดทดลองมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.60 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.47 และผลจากการวิเคราะห์คุณภาพของใบงาน จากผู้ทรงคุณวุฒิโดยใบงานที่ 1 เรื่อง อาร์ซี ไทม์คอนสแตนท์ และความสัมพันธ์ของค่าไทม์คอนสแตนท์ต่อ สัญญาณรูปสี่เหลี่ยมค่าเฉลี่ยรวม 4.56 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานรวม 0.63 มีระดับคุณภาพดีมาก ใบงานที่ 2 เรื่อง วงจรลีนีเยร์ อาร์ซี โลว์พาส ค่าเฉลี่ยรวม 4.48 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานรวม 0.54 มีระดับคุณภาพดี ใบงานที่ 3 เรื่อง อาร์ซี ดิฟเฟอเรนติเอเตอร์ ค่าเฉลี่ยรวม 4.34 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานรวม 0.70 มีระดับคุณภาพดี ใบงานที่ 4 เรื่อง วงจรลดทอนสัญญาณ ค่าเฉลี่ยรวม 4.34 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานรวม 0.63 มีระดับคุณภาพดี ใบงานที่ 5 เรื่อง วงจรตัดรูปคลื่น ค่าเฉลี่ยรวม 4.30 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานรวม 0.65 มีระดับคุณภาพดี ใบงานที่ 6 เรื่อง วงจรแคลมเปอร์ ค่าเฉลี่ยรวม 4.26 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานรวม 0.73 มีระดับคุณภาพดี ใบงานที่ 7 เรื่อง คุณสมบัติของทรานซิสเตอร์สวิตช์ ค่าเฉลี่ยรวม 4.24 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานรวม 0.66 มีระดับคุณภาพดี ใบงานที่ 8 เรื่อง วงจรอะอสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์ ค่าเฉลี่ยรวม 4.36 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานรวม 0.77 มีระดับคุณภาพดี ใบงานที่ 9 เรื่อง วงจรโมนอสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์ ค่าเฉลี่ยรวม 4.36 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานรวม 0.71 มีระดับคุณภาพดี ใบงานที่ 10 เรื่อง วงจรไบสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์ ค่าเฉลี่ยรวม 4.54 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานรวม 0.70 มีระดับคุณภาพดีมาก ใบงานที่ 11 เรื่อง วงจร ซิมิต์ทริกเกอร์ ค่าเฉลี่ยรวม 4.50 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานรวม 0.65 มีระดับคุณภาพดีมาก ใบงานที่ 12 เรื่อง วงจรกำเนิดสัญญาณไทม์เบส ค่าเฉลี่ยรวม 4.38 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานรวม 0.63 มีระดับคุณภาพดี ใบงานที่ 13 เรื่อง การทำงานของวงจรโมนอสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์และวงจรอะอสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์ด้วยไอซีไทม์เมอร์ 555 ค่าเฉลี่ยรวม 4.28 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานรวม 0.59 มีระดับคุณภาพดี ใบงานที่ 14 เรื่อง วงจรซิงโครไนซ์ ค่าเฉลี่ยรวม 4.48 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานรวม 0.64 มีระดับคุณภาพดี

ค่าประสิทธิภาพของชุดทดลองที่ได้เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 ทั้งนี้เป็นเพราะว่า นักศึกษามีส่วนร่วมในการใช้อุปกรณ์ในการลงใบงานการทดลอง ใบงานครอบคลุมวัตถุประสงค์ ใบงานมีความเหมาะสมของระดับขั้นความรู้ เนื้อหาก็ทำให้เกิดแรงจูงใจต่อการเรียน คำอธิบายลำดับขั้นการทดลองเข้าใจง่าย

ผลของประสิทธิภาพของชุดทดลอง โดยวัดจากคะแนนในการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 14 ใบงานเป็นการเก็บคะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนครั้งละ ใบงาน มีคะแนนคิดเป็นร้อยละ 82.00 เป็นไปตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ที่ต้องสูงกว่าร้อยละ 80 ส่วนคะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรวมมีคะแนนคิดเป็นร้อยละ 82.83 เป็นไปตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ที่ต้องสูงกว่าร้อยละ 80 ทำให้ชุดทดลอง วิชาฟิสิกส์เทคนิค มีประสิทธิภาพ 82.00/82.83 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ที่ 80/80 สอดคล้องกับงานวิจัยของ จรินทร์ จุลวานิช (2541 : ค) ได้ทำการวิจัยการสร้าง

และการหาประสิทธิภาพชุดการสอน วิชาวงจรไฟฟ้ากระแสตรง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นสูง ชุดการสอนประกอบด้วย คู่มือการสอนและสื่อการเรียนการสอน ในคู่มือการสอนประกอบด้วย แผนการสอน แบบฝึกหัด แบบทดสอบ ส่วนสื่อการเรียนการสอนประกอบไปด้วย ใบเนื้อหา ชุดแผ่นใส และโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาคณะไฟฟ้า แผนกสาขาช่างอิเล็กทรอนิกส์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่1สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตพระนครเหนือ ในภาคเรียนที่1ปีการศึกษา 2541 จำนวน 30 คน ผลการวิจัยสรุปได้ว่า ชุดการสอนที่สร้างขึ้นมามีประสิทธิภาพ ร้อยละ82.021และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการทำแบบทดสอบโดยเฉลี่ยร้อยละ 84.067 มีค่าสูงกว่าสมมติฐาน 80/80 ตามที่กำหนดไว้

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

จากผลการวิจัยชุดทดลองวิชาพัลส์เทคนิค ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะดังนี้

5.3.1.1 ในระหว่างการทดลอง ผู้สอนต้องดูแลผู้เรียนอย่างใกล้ชิด เพื่อแก้ไข ปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการทดลอง และให้คำปรึกษา

5.3.1.2 ควรทำการศึกษารูปแบบของชุดปฏิบัติการที่ได้มีการสร้างขึ้นไว้หลายๆ ตัวอย่างในด้านเชิงพาณิชย์นำมาเป็นแบบแผนในการพัฒนา

5.3.1.3 การปฏิบัติการทดลองตามใบงานเพื่อให้นักศึกษาได้ปฏิบัติ และรู้จักแก้ไขปัญหาด้วยตนเองจะเป็นการช่วยให้นักศึกษาเกิดการเรียนรู้ ควรให้มีการปฏิบัติใบงานและชุดทดลอง 1 ชุดทดลองต่อนักศึกษา 1 คน

5.3.2 ข้อเสนอแนะจากการวิจัยในครั้งต่อไป

ควรมีการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลองในรายวิชาอื่นๆตามหลักสูตร เพื่อพัฒนาการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพ

บรรณานุกรม

- กรมอาชีวศึกษา. 2546. หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2546. กรุงเทพฯ : กรมอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ.
- จตุรงค์ จตุรเชิดชัยสกุล. 2540. “การสร้างและการหาประสิทธิภาพชุดประลองวงจรอิเล็กทรอนิกส์ในงานควบคุมหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง.” วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- จรินทร์ จุลวานิช. 2541. “การสร้างและการหาประสิทธิภาพชุดการสอน วิชาวงจรไฟฟ้ากระแสตรง.” วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- จิราภรณ์ จันแดง. 2540. “การสร้างและการหาประสิทธิภาพชุดประลอง วิชาปฏิบัติวงจรไฟฟ้ากระแสตรง.” วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- ชิงชัย ศรีสุรัตน์. 2551. *พัลส์เทคนิค*. กรุงเทพฯ : จิตรวัฒน์.
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์, สุตา สีนสกุล และสมเชาว์ เนตรประเสริฐ. 2521. *ระบบสื่อการสอน*. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- นภัทร วัจนเทพินทร. 2541. *ทฤษฎีการออกแบบวงจรพัลส์*. กรุงเทพฯ : สกายบุ๊กส์.
- ปิติภคย์ ปันรอด. 2549. *พัลส์เทคนิค*. กรุงเทพฯ : เอ็มพันธ์.
- พันธ์ศักดิ์ พุฒิมานิตพงศ์. 2539. *วงจรพัลส์และสวิตชิง*. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดดูเคชั่น.
- พวงทอง มีมั่งคั่ง. 2537. *การสอนวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษา*. กรุงเทพฯ : พัฒนาศึกษา.
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2535. *การวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์*. กรุงเทพฯ : สำนักทดสอบทางการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ครั้งที่ 6.
- พูลทรัพย์ นาคานาคา. 2542. *ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับงานวิจัย*. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต.
- มงคล มาเวียง. 2531. *การสร้างชุดการสอนที่มีประสิทธิภาพวิชาสังคมศึกษา ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น*. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มหาสารคาม.
- ยุทธพิชัย กล้าหาญ. 2547. “การสร้างและการหาประสิทธิภาพชุดปฏิบัติการวงจรองความถี่ขาออปแอมป์และลิเนียร์ไอซีหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พ.ศ. 2546.” วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2543. *เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้*. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.
- วิภา เมธาวิชัย. 2536. *การประเมินผลการเรียน*. กรุงเทพฯ : สถาบันราชภัฏธนบุรี.
- วัลลภ จันทรตระกูล. 2530. *แนวทางการออกแบบอุปกรณ์ช่วยสอนประเภทอุปกรณ์สาธิต*. วารสารอาชีวศึกษา : 25-45
- วัลลภ จันทรตระกูล. 2554. *สื่อการเรียนการสอน*. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

- สุนทร ก้องสินธุ์. 2547. “การพัฒนาชุดฝึกการเชื่อมต่อพื้นฐานไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51.” วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- สุรพงษ์ สิริพงษ์ดี. 2546. การออกแบบวงจรและสร้างไมโครบอร์ดชุดปฏิบัติการ ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC 16F876. วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- สุรพล ปุ่นตันทอง. 2537 .การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดประลองการปฏิบัติการเครื่องมือวัด อิเล็กทรอนิกส์.วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- อรพันธ์ ประสิทธิ์รัตน์. 2530. คอมพิวเตอร์เพื่อการเรียนการสอน. กรุงเทพฯ : คราฟแมนเพรส.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก หนังสือราชการ

ภาคผนวก ข รายละเอียดของชุดทดลองวิชาพัลส์เทคนิค

ภาคผนวก ค การวิเคราะห์ข้อมูล

ภาคผนวก ก

หนังสือราชการ

- ผลการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์
- หนังสือเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินคุณภาพชุดทดลองเพื่อการวิจัย
- หนังสือขอความอนุเคราะห์ให้นักศึกษาทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อใช้วิจัย



ประกาศคณะกรรมการอุดมศึกษา
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
เรื่อง ผลการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์

คณะกรรมการอุดมศึกษา โดยความเห็นชอบของคณะกรรมการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ ขอประกาศรายชื่อหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ หลักสูตรศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร ซึ่งได้รับอนุมัติเมื่อวันที่ 28 เมษายน 2554 ให้ดำเนินการดังนี้

นายปฐมพร เรืองจันทร์ รหัสประจำตัว 51063510 ให้ทำวิทยานิพนธ์เรื่อง “การพัฒนาชุดทดลองวิชาพัลส์เทคนิค สำหรับหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (The Development of Pulse Techniques Laboratory Set for Diploma Curriculum) ” โดยมี รศ.พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ รศ.วิสุทธิ์ ศูนย์ถนบกพงค์ เป็นอาจารย์ ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

ทั้งนี้ให้นักศึกษาค้นคว้าและเขียนวิทยานิพนธ์ โดยปรึกษากับอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ให้เสร็จสิ้นภายในเวลาที่กำหนดในระเบียบของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ประกาศ ณ วันที่ 1๕ พฤษภาคม พ.ศ. 2554

(รองศาสตราจารย์ พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์)

คณบดี

ที่ ศธ 0524.04/ 1949



คณะกรรมการอุดมศึกษา
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

๘ พฤษภาคม 2554

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจและประเมินคุณภาพชุดทดลอง เพื่อการวิจัย

เรียน อาจารย์สมบุรณ์ เนียมกล้า

- สิ่งที่ส่งมาด้วย
1. แบบประเมินคุณภาพของชุดทดลองเพื่อการวิจัย
 2. แบบประเมินคุณภาพของใบงานประกอบชุดทดลองเพื่อการวิจัย
 3. แบบประเมินความสอดคล้องเพื่อการวิจัย

ด้วย นายปฐมพร เรืองจันทร์ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตรอุดมศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การพัฒนาชุดทดลอง วิชาฟิสิกส์เทคนิค สำหรับหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง" โดยมี รศ.พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ รศ.วิสุทธิ์ สุนทรภณหงษ์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ร่วม

คณะกรรมการอุดมศึกษา พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าว เป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจและประเมินคุณภาพชุดทดลองนี้ว่ามีความถูกต้องและเหมาะสม มากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัยของ นายปฐมพร เรืองจันทร์ มีความ สมบูรณ์ยิ่งขึ้น พร้อมกันนี้ได้แนบบทแบบประเมินคุณภาพของชุดทดลอง แบบประเมินคุณภาพของใบงานประกอบ ชุดทดลอง และแบบประเมินความสอดคล้องเพื่อการวิจัย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ไพฑูรย์ ทิมดี)

รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านวิจัยและบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติกรแทนคณบดี

ส่วนบริหารงานทั่วไป

โทร. 02-329-8000 ต่อ 3692

โทรสาร. 02-329-8436

ติดต่อนักศึกษา โทร.080-604-6662

ที่ ศธ 0524.04/ 1949



คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

31 พฤษภาคม 2554

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบและประเมินคุณภาพชุดทดลองฯ เพื่อการวิจัย

เรียน อาจารย์วัลลพ ศรีพระราม

- สิ่งที่ส่งมาด้วย
1. แบบประเมินคุณภาพของชุดทดลองเพื่อการวิจัย
 2. แบบประเมินคุณภาพของใบงานประกอบชุดทดลองเพื่อการวิจัย
 3. แบบประเมินความสอดคล้องฯเพื่อการวิจัย

ด้วย นายปฐมพร เรืองจันทร์ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การพัฒนาชุดทดลอง วิชาฟิสิกส์เทคนิค สำหรับหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง" โดยมี รศ.พิระวุฒิ สุวรรณจันทร์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ รศ.วิสุทธิ์ สุนทรกนกพงศ์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ร่วม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าว เป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบและประเมินคุณภาพชุดทดลองฯ นี้ว่ามีความถูกต้องและเหมาะสม มากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจสอบและประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัยของ นายปฐมพร เรืองจันทร์ มีความ สมบูรณ์ยิ่งขึ้น พร้อมทั้งนี้ได้แนบแบบประเมินคุณภาพของชุดทดลอง แบบประเมินคุณภาพของใบงานประกอบ ชุดทดลอง และแบบประเมินความสอดคล้องฯ เพื่อการวิจัย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็น อย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ไพฑูรย์ พิมพ์)

รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านวิจัยและบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติกรแทนคณบดี

ส่วนบริหารงานทั่วไป

โทร. 02-329-8000 ต่อ 3692

โทรสาร. 02-329-8436

ติดต่อนักศึกษา โทร.080-604-6662

ที่ สท 0524.04/ 2384



คณะกรรมการอุดมศึกษา
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

๒๕ มิถุนายน 2554

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจและประเมินคุณภาพชุดทดลอง เพื่อการวิจัย

เรียน อาจารย์อัมพร คำน้อย

- สิ่งที่ส่งมาด้วย
1. แบบประเมินคุณภาพของชุดทดลองเพื่อการวิจัย
 2. แบบประเมินคุณภาพของใบงานประกอบชุดทดลองเพื่อการวิจัย
 3. แบบประเมินความสอดคล้องฯ เพื่อการวิจัย

ด้วย นายปฐมพร เรืองจันทร์ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การพัฒนาชุดทดลอง วิชาฟิสิกส์เทคนิค สำหรับหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง" โดยมี รศ.พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ รศ.วิสุทธิ์ สุนทรภณภงศ์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ร่วม

คณะกรรมการอุดมศึกษา พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าว เป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจและประเมินคุณภาพชุดทดลองฯ นี้ว่ามีความถูกต้องและเหมาะสม มากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัยของ นายปฐมพร เรืองจันทร์ มีความ สมบูรณ์ยิ่งขึ้น หรือท่านนี้ได้แนบบทแบบประเมินคุณภาพของชุดทดลอง แบบประเมินคุณภาพของใบงานประกอบ ชุดทดลอง และแบบประเมินความสอดคล้องฯ เพื่อการวิจัย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ไพฑูรย์ พินิติ)

รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านวิจัยและบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

ส่วนบริหารงานทั่วไป

โทร. 02-329-8000 ต่อ 3692

โทรสาร. 02- 329-8436

ติดต่อนักศึกษา โทร.080-604-6662



บันทึกข้อความ

หน่วยงาน คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล. ส่วนบริหารงานทั่วไป โทร.3692

ที่ ศท 0524.04 / 1949 วันที่ 31 พฤษภาคม 2554

เรื่อง ขอบเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินคุณภาพชุดทดลองฯ เพื่อการวิจัย

เรียน ผศ.ปิยะ ศุภวราสุวัฒน์

ด้วย นายปฐมพร เรืองจันทร์ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การพัฒนาชุดทดลอง วิชาอิเล็กทรอนิกส์ สำหรับหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง" โดยมี รศ.พีระวุฒิ ศุภวรรณจันทร์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และ รศ.วิสุทธิ์ สุนทรกนกพงศ์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ร่วม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจและประเมินคุณภาพชุดทดลองฯ นี้ว่ามีความถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัยของ นายปฐมพร เรืองจันทร์ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น พร้อมกันนี้ได้แนบแบบประเมินคุณภาพของชุดทดลองฯ แบบประเมินคุณภาพของใบงานประกอบชุดทดลองฯ และแบบประเมินความสอดคล้องฯ เพื่อการวิจัย

จึงเรียนมา เพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอบขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ไพฑูริย์ พิมพ์)

รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านวิจัยและบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติกรแทนคณบดี

ที่ ศธ 0524.04/ 1949



คณะกรรมการอุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

31 พฤษภาคม 2554

เรื่อง ขทเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจและประเมินคุณภาพชุดทดลองฯ เพื่อการวิจัย

เรียน อาจารย์สมบูรณ์ เนียมกล้า / อาจารย์วัลลภ ศรีพระราม / อาจารย์ทิพย์วัลย์ เพ็ญสาธิต

- สิ่งที่ส่งมาด้วย
1. แบบประเมินคุณภาพของชุดทดลองเพื่อการวิจัย
 2. แบบประเมินคุณภาพของใบงานประกอบชุดทดลองเพื่อการวิจัย
 3. แบบประเมินความสอดคล้องฯ เพื่อการวิจัย

ด้วย นายปฐมพร เรืองจันทร์ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรอุตสาหกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาชุดทดลอง วิชาฟิสิกส์เทคนิค สำหรับหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง” โดยมี รศ.พิระวุฒิ สุวรรณจันทร์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ รศ.วิฑูรย์ สุนทรภณภพพงศ์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ร่วม

คณะกรรมการอุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าว เป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจและประเมินคุณภาพชุดทดลองฯ นี้ว่ามีความถูกต้องและเหมาะสม มากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัยของ นายปฐมพร เรืองจันทร์ มีความ สมบูรณ์ยิ่งขึ้น หรือร่วมกันได้แบบแผนประเมินคุณภาพของชุดทดลอง แบบประเมินคุณภาพของใบงานประกอบ ชุดทดลอง และแบบประเมินความสอดคล้องฯ เพื่อการวิจัย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ไพฑูรย์ พิมพ์)

รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านวิจัยและบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

ส่วนบริหารงานทั่วไป

โทร. 02-329-8000 ต่อ 3692

โทรสาร. 02- 329-8436

ติดต่อนักศึกษา โทร.080-604-6662



ที่ ศธ 0524.04/1954

คณะกรรมการอุดมศึกษา
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนลาดสองกรุง เขตลาดกระบัง
กรุงเทพฯ 10520

๓) พฤษภาคม 2554

เรื่อง ขอบขออนุมัติให้ให้นักศึกษาทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคปทุมธานี

สิ่งที่ส่งมาด้วย ประกาศผลการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ จำนวน 1 ฉบับ

ด้วย นายปฐมพร เรืองจันทร์ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การพัฒนาชุดทดลอง วิชาฟิสิกส์เทคนิค สำหรับหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง" โดยมี รศ.พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ รศ.วิสุทธิ์ สุนทรภักคพงษ์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม และได้รับอนุมัติหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ แล้วเมื่อวันที่ 28 เมษายน 2554 คณะกรรมการอุดมศึกษา จึงขอความอนุเคราะห์จากท่าน โปรดอนุญาตให้ นายปฐมพร เรืองจันทร์ ทดลองใช้ชุดทดลองวิชาฟิสิกส์เทคนิค กับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาอิเล็กทรอนิกส์ และเก็บรวบรวมข้อมูล โดยใช้แบบสอบถามและแบบประเมิน เพื่อการวิจัยภายในสถานศึกษาท่านได้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุญาตและขอขอบคุณในความอนุเคราะห์ของท่านมา ณ โอกาสนี้
ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ไพฑูรย์ พิมพ์)

รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านวิจัยและบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติกรแทนคณบดี

ส่วนบริหารงานทั่วไป

โทร. 02-329-8000 ต่อ 3692

โทรสาร. 02-329-8436

ติดต่อนักศึกษา โทร. 080-604-6662



Faculty of Industrial Education
King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

No. ศบ 0524.04 / 1025

1 Soi Chalongkrung 1, Ladkrabang,
Bangkok 10520, Thailand
Tel +66-2329-8000 ext. 3689, 3723
Fax +66-2329-8435
Email: kspeeraw@kmitl.ac.th

May 2, 2012

Pathomporn RUANGCHAN
Department of Engineering Education, Faculty of Industrial Education
King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok, Thailand
Email: pomsamui01@gmail.com

Dear Mr. Ruangchan,

On behalf of King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, we are pleased to inform you that your paper on **THE DEVELOPMENT OF PULSE TECHNIQUE LABORATORY SET FOR DIPLOMA CURRICULUM** has been accepted. We would like to invite you to present your paper at the 10th International Conference on Developing Real-Life Learning Experiences: Education for Sustainable Development As a pathway to ASEAN Community (DRLE2012) that will be held in Bangkok, Thailand on the 11th of May, 2012.

We are looking forward to seeing you in Bangkok. Your participation in this event is cordially appreciated. Please contact the Secretariat of the Conference for registration at Email: drle2012inter@gmail.com or Tel +668-5260-7966, Fax +66-2329-8435

To reserve a hotel for special price, please contact Assist. Prof. Dr. Pakkapong Pongsuk at Email: kppakkap@kmitl.ac.th, ppongsuk@hotmail.com or Tel +668-5139-9116

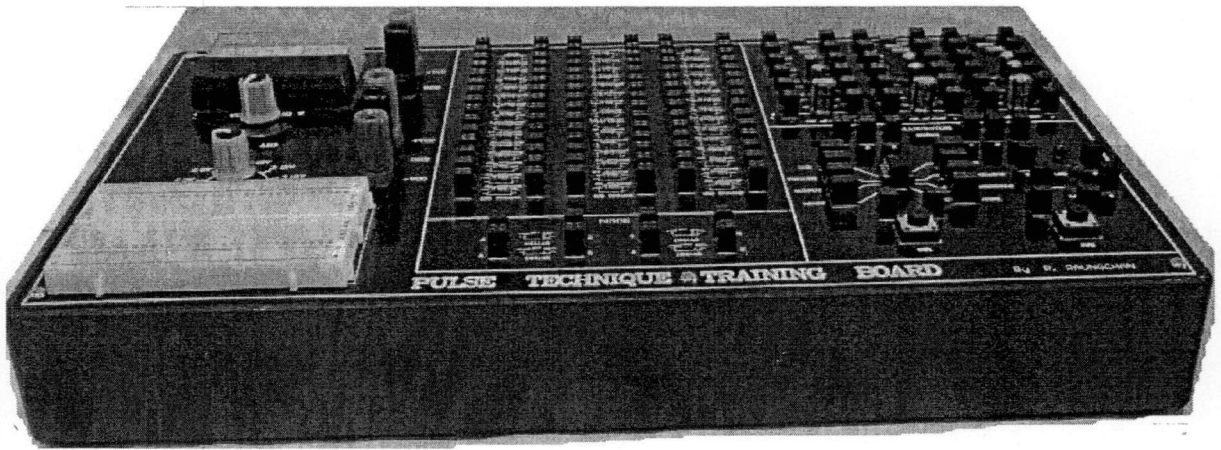
Yours Sincerely,
Assoc. Prof. Peerawut Suwanjan
Dean, Faculty of Industrial Education,
King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

ภาคผนวก ข

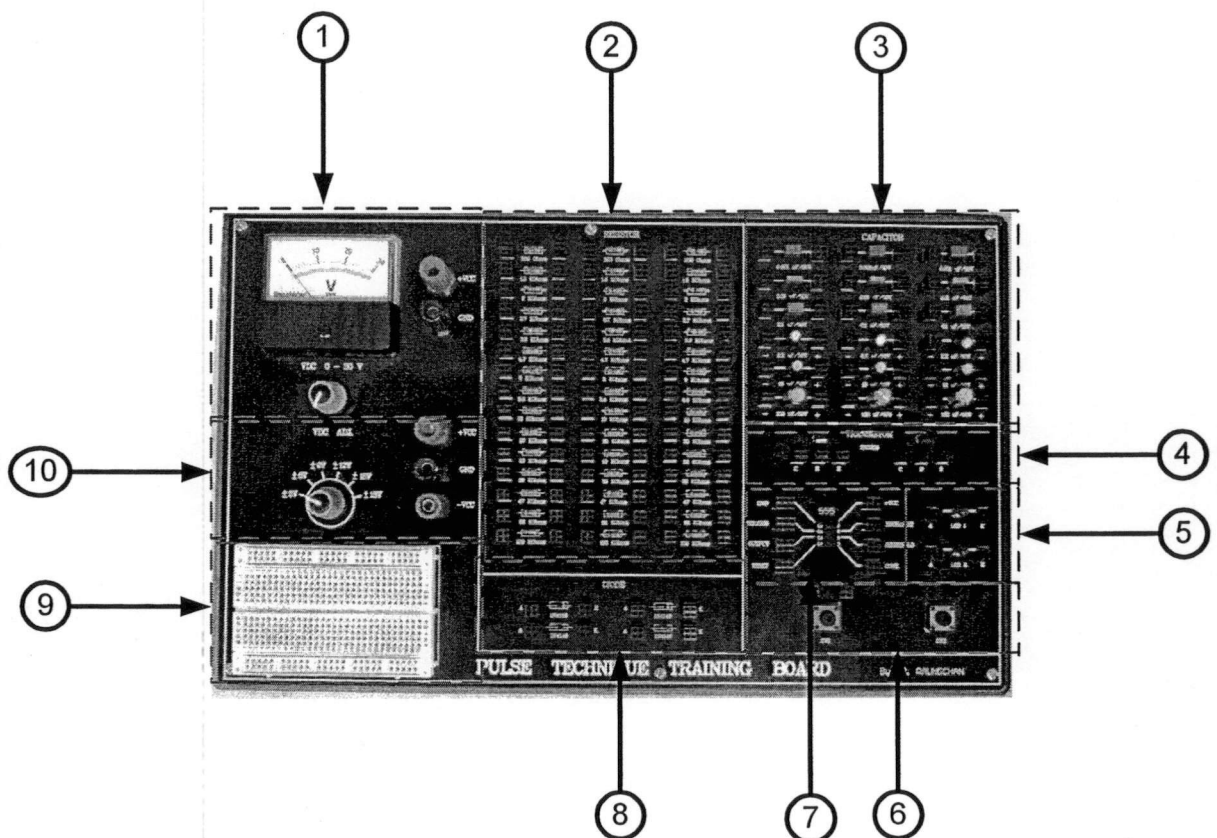
รายละเอียดของชุดทดลองวิชาฟิสิกส์เทคนิค

- คู่มือการใช้งานบอร์ดทดลอง
- ตัวอย่างใบงานการทดลอง
- แบบประเมินคุณภาพบอร์ดทดลอง
- แบบประเมินคุณภาพใบงานการทดลอง

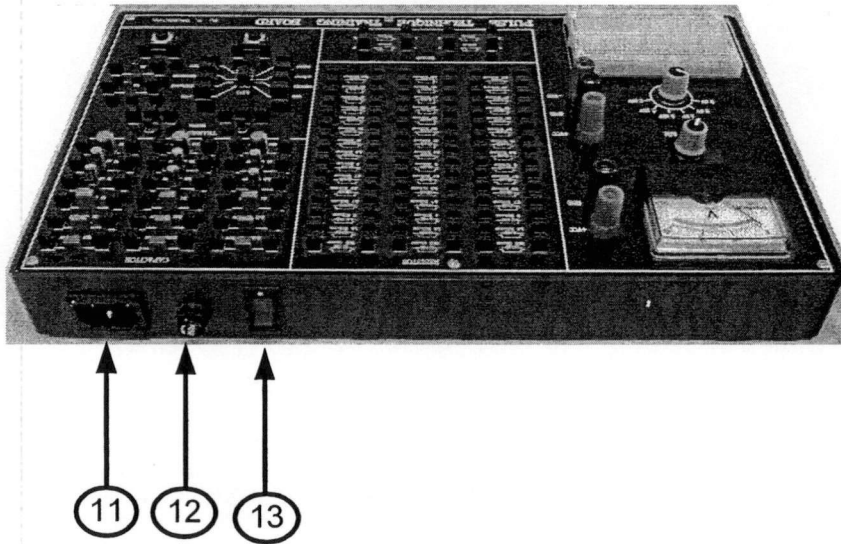
ชุดบอร์ดทดลองวิชาพัลส์เทคนิค



รูปที่ ข.1 ชุดบอร์ดทดลองวิชาวงจรพัลส์เทคนิค



รูปที่ ข.2 ส่วนประกอบด้านบนของชุดบอร์ดทดลองวิชาวงจรพัลส์เทคนิค



รูปที่ ข.3 ส่วนประกอบด้านข้างของชุดบอร์ดทดลองวิชาวงจรพัลส์เทคนิค

- หมายเลข 1 ภาคลำโพงจ่ายไฟปรับแรงดัน 0 – 30 โวลต์
- หมายเลข 2 ภาควัต้านทาน (Resistor) ค่าต่างๆ
- หมายเลข 3 ภาควัตัวเก็บประจุ (Capacitor) ค่าต่างๆ
- หมายเลข 4 ภาควัทรานซิสเตอร์ (Transistor) เบอร์ 2N3904
- หมายเลข 5 ภาควัส่วนแสดงผล LED
- หมายเลข 6 ภาควัสวิทช์กดติด ปล่อยดับ
- หมายเลข 7 ภาควัไอซีเบอร์ 555
- หมายเลข 8 ภาควัไดโอด (Diode)
- หมายเลข 9 แผ่นเบรตบอร์ด (Breadboard)
- หมายเลข 10 ภาควัแหล่งจ่ายไฟคงที่ แบบเลือกค่าแรงดันได้
- หมายเลข 11 ปลั๊ก AC 220V
- หมายเลข 12 กระบอกฟิวส์ 1A
- หมายเลข 13 สวิตช์ Power

ใบงาน 5 เรื่อง วงจรตัดรูปคลื่น

(Clipper Circuits)

ชื่อ นาย/นางสาว.....สาขาวิชา.....กลุ่มที่.....เลขที่.....

เวลา 2 ชั่วโมง

วัตถุประสงค์

1. อธิบายการทำงานของวงจรตัดรูปคลื่นด้วยไดโอดได้
2. ปฏิบัติการต่อวงจร วัดและบันทึกค่าต่าง ๆ ตามใบงานได้

เครื่องมือและอุปกรณ์

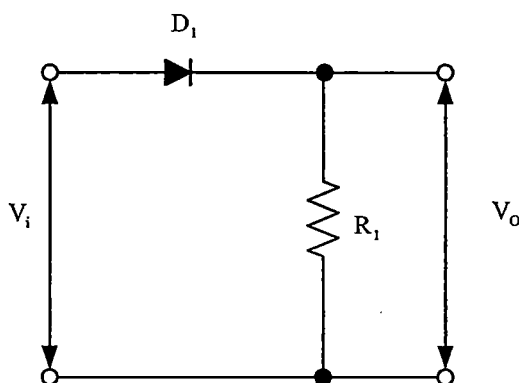
- | | |
|------------------------------|-----------|
| 1. ไดโอด 1N4148 | 2 ตัว |
| 2. ตัวต้านทาน 20 k Ω | 1 ตัว |
| 3. ซีเนอร์ไดโอด ขนาด 3.3 V | 2 ตัว |
| 4. เครื่องกำหนดสัญญาณ | 1 เครื่อง |
| 5. Power Supply | 1 เครื่อง |
| 6. แผงทดลองวงจรและสายต่อวงจร | |
| 7. ออสซิลโลสโคป | 1 เครื่อง |

ทฤษฎีเบื้องต้น

คลิปปเปอร์ (Clipper) คือวงจรตัดรูปคลื่น หรือวงจรที่ใช้ทำหน้าที่กำจัดส่วนใดส่วนหนึ่งของสัญญาณให้เหลือขนาดตามต้องการ วงจรตัดรูปคลื่นอาจจะประกอบด้วยหลอดสุญญากาศทรานซิสเตอร์ หรือ ไดโอดก็ได้

วงจรตัดรูปคลื่นที่ใช้ไดโอดสามารถต่อได้ 2 แบบคือ แบบอนุกรม และแบบขนาน (ตามเนื้อหาของบทที่ 6) วงจรตัดรูปคลื่นอีกแบบหนึ่งซึ่งสามารถกำหนดรูปคลื่นตามที่ต้องการทำได้โดยการใช้ไบอัสแรงดันหรือใช้ซีเนอร์ไดโอดจัดไบอัส

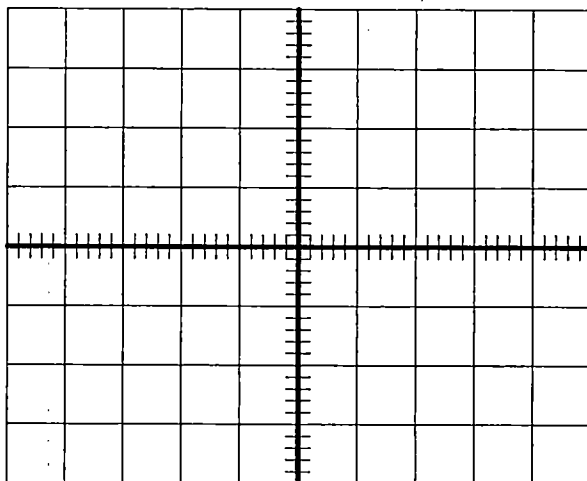
ลำดับขั้นการทดลอง



รูปที่ 1 วงจรตัดสัญญาณด้วยไดโอดแบบอันดับ

1. ประกอบวงจรตามรูปที่ 1 โดยใช้ $D_1 = 1N4148$ $R_1 = 20\text{ k}\Omega$
2. ป้อนสัญญาณรูปไซน์ให้วงจรโดยใช้ความถี่ 1 kHz , 10 V_{p-p}
3. วัดและบันทึกที่กรุปสัญญาณอินพุต (V_i) และเอาต์พุต (V_o) เปรียบเทียบลงในแกนเดียวกันในตารางที่ 1

ตารางที่ 1



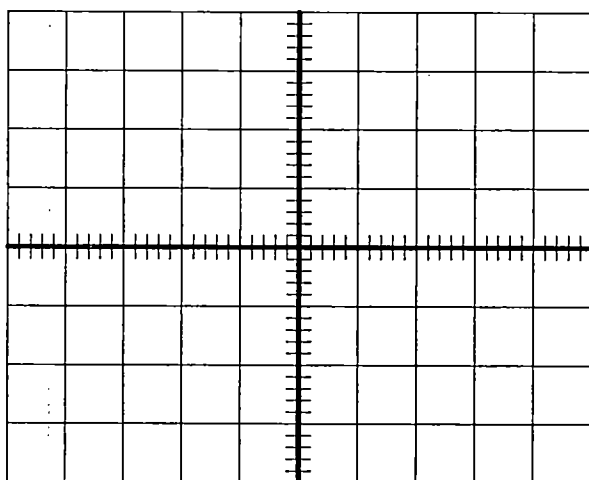
ย่านวัด Volt/Div _____

ย่านวัด Time/Div _____

แรงดัน V_i _____ V_{p-p} แรงดัน V_o _____ V_{p-p}

4. กลับขั้วไดโอด (D_1) แล้วป้อนสัญญาณรูปไซน์ให้วงจร โดยใช้ความถี่ 1 kHz 10 V_{p-p} บันทึกผลขนาดและรูปสัญญาณอินพุต (V_i) และเอาต์พุต (V_o) เปรียบเทียบลงในแกนเดียวกันในตารางที่ 2

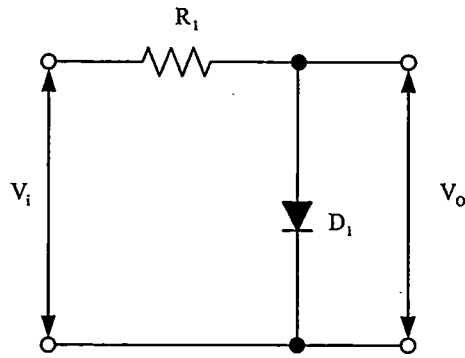
ตารางที่ 2



ย่านวัด Volt/Div _____

ย่านวัด Time/Div _____

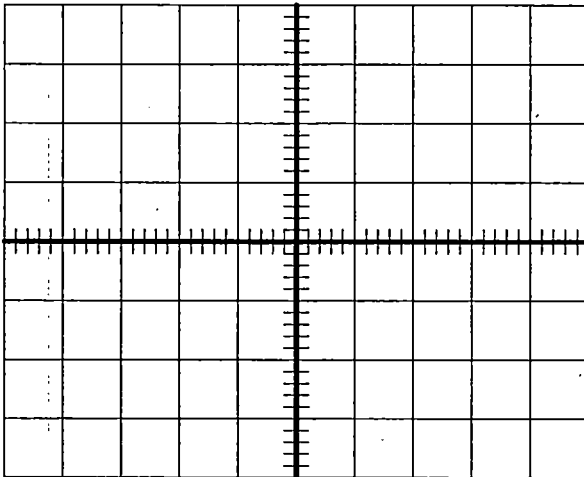
แรงดัน V_i _____ V_{p-p} แรงดัน V_o _____ V_{p-p}



รูปที่ 2 วงจรตัดสัญญาณด้วยไดโอดต่อแบบอันดับ

5. ประกอบวงจรตามรูปที่ 2 โดยใช้ D_1 เบอร์ 1N4148 และ $R_1 = 20\text{k}\Omega$
6. ป้อนสัญญาณรูปไซน์ให้กับวงจร โดยใช้ความถี่ 1 kHz $10\text{ V}_{\text{p-p}}$
7. วัดและบันทึกรูปสัญญาณอินพุต (V_i) และเอาต์พุต (V_o) เปรียบเทียบลงในแกนเดียวกันในตารางที่ 3

ตารางที่ 3



ย่านวัด Volt/Div _____

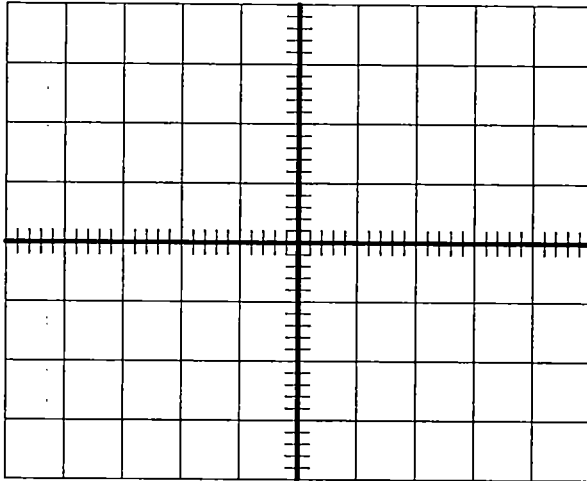
ย่านวัด Time/Div _____

แรงดัน V_i _____ $V_{\text{p-p}}$

แรงดัน V_o _____ $V_{\text{p-p}}$

8. กลับขั้วไดโอด (D_1) แล้วป้อนสัญญาณรูปไซน์ให้วงจรโดยใช้ความถี่ 1 kHz $10 V_{p-p}$ บันทึกผลขนาดและรูปสัญญาณอินพุต (V_i) และเอาต์พุต (V_o) เปรียบเทียบลงในแกนเดียวกันในตารางที่ 4

ตารางที่ 4



ย่านวัด Volt/Div _____

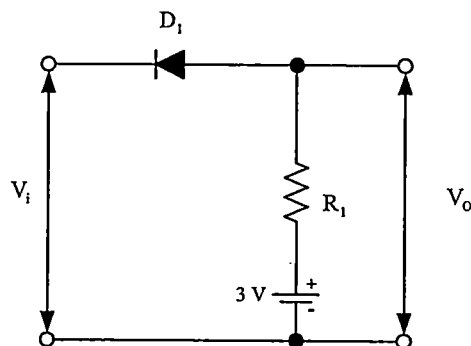
ย่านวัด Time/Div _____

แรงดัน V_i _____ V_{p-p}

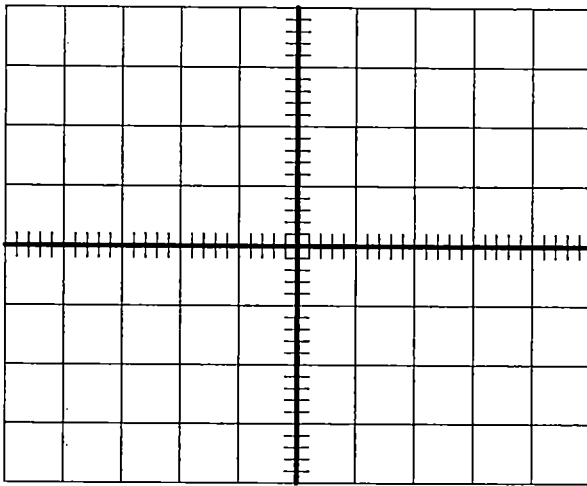
แรงดัน V_o _____ V_{p-p}

9. ประกอบวงจรตาม รูปที่ 3 โดยใช้ D_1 เบอร์ 1N4148 และ $R_1 = 20k\Omega$

10. ป้อนสัญญาณรูปไซน์ความถี่ 1kHz, $10 V_{p-p}$ ให้กับวงจร วัดและบันทึกรูปสัญญาณอินพุต (V_i) และเอาต์พุต (V_o) เปรียบเทียบลงในแกนเดียวกันในตารางที่ 5



รูปที่ 3 วงจรตัดสัญญาณด้วยไดโอดต่อแบบอันดับ โดยมีแหล่งจ่ายต่อร่วม
ตารางที่ 5



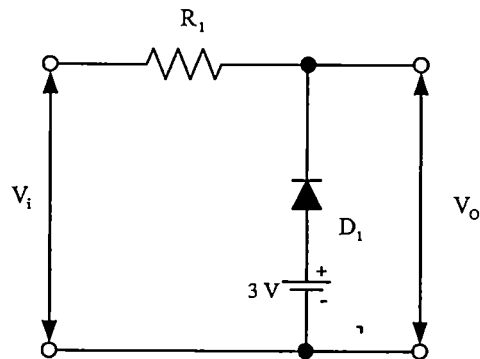
ย่านวัด Volt/Div _____

ย่านวัด Time/Div _____

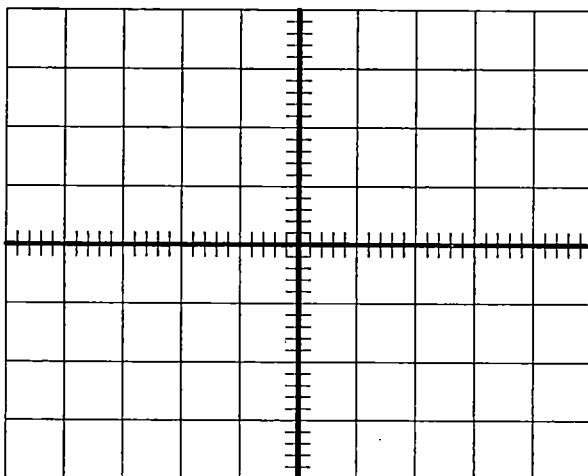
แรงดัน V_i _____ V_{p-p}

แรงดัน V_o _____ V_{p-p}

11. ประกอบวงจรตามรูปที่ 4 ป้อนสัญญาณอินพุตรูปไซน์ความถี่ 1kHz, 10 V_{pp} วัดและบันทึกรูปสัญญาณอินพุต (V_i) และเอาต์พุต (V_o) เปรียบเทียบลงในแกนเดียวกันในตารางที่ 6



รูปที่ 4 วงจรตัดสัญญาณด้วยไดโอดต่อแบบขนาน โดยมีแหล่งจ่ายต่อร่วมแบบ ไบอัสตรง
ตารางที่ 6



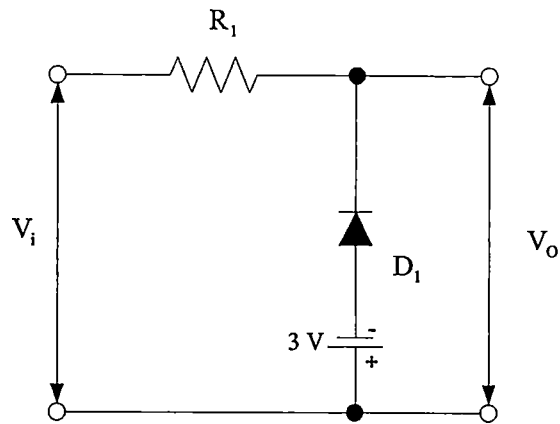
ย่านวัด Volt/Div _____

ย่านวัด Time/Div _____

แรงดัน V_i _____ V_{p-p}

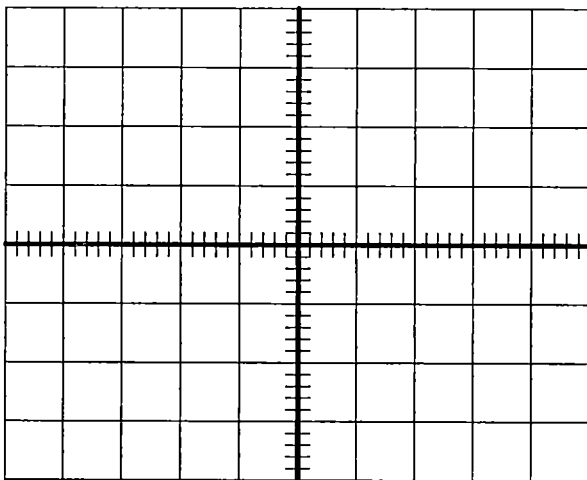
แรงดัน V_o _____ V_{p-p}

12. ทำตามขั้นตอนข้อ 10 แต่กลับขั้วแรงดันไบอัส วัดและบันทึกรูปสัญญาณอินพุต (V_i) และเอาต์พุต (V_o) เปรียบเทียบลงในแกนเดียวกันในตารางที่ 7



รูปที่ 5 วงจรตัดสัญญาณด้วยไดโอดต่อแบบขนาน โดยมีแหล่งจ่ายต่อรวมแบบไบอัสกลับ

ตารางที่ 7



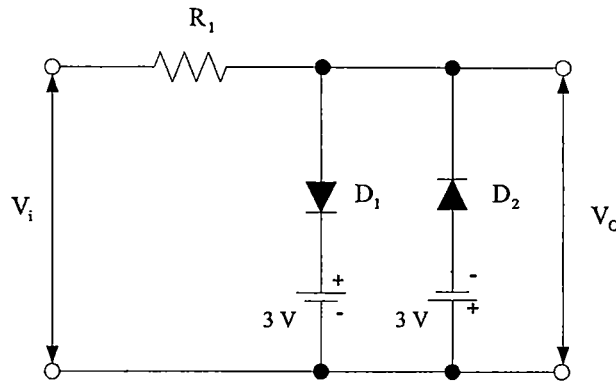
ย่านวัด Volt/Div _____

ย่านวัด Time/Div _____

แรงดัน V_i _____ V_{p-p}

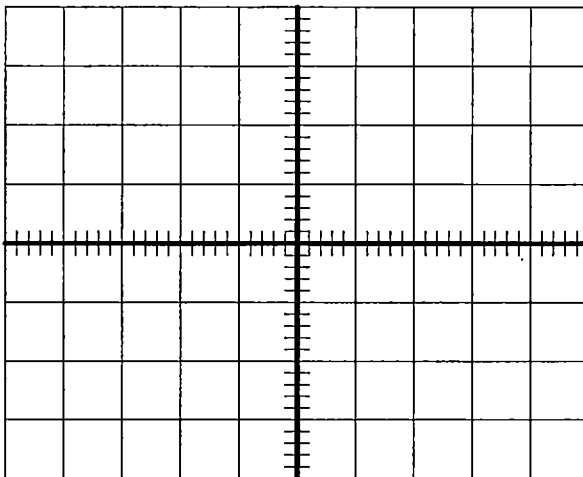
แรงดัน V_o _____ V_{p-p}

13. ต่อวงจรตามรูปที่ 6 ป้อนสัญญาณไซน์เวฟ ความถี่ 1kHz, 10 V_{p-p} วัดและบันทึกรูปสัญญาณอินพุต (V_i) และเอาต์พุต (V_o) เปรียบเทียบลงในแกนเดียวกันในตารางที่ 8



รูปที่ 6 วงจรตัดสัญญาณ 2 ช่วงด้วยไดโอดต่อแบบขนาน โดยมีแหล่งจ่ายต่อร่วมแบบไบอัสกลับ

ตารางที่ 8



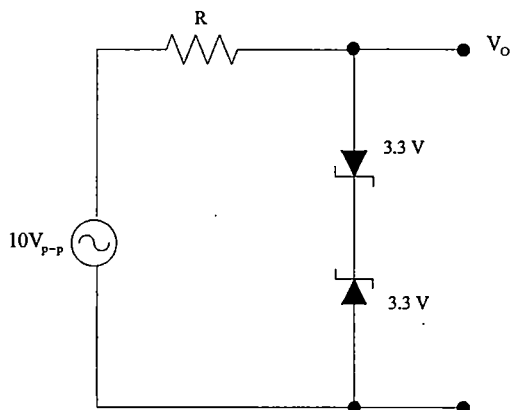
ย่านวัด Volt/Div _____

ย่านวัด Time/Div _____

แรงดัน V_i _____ V_{p-p}

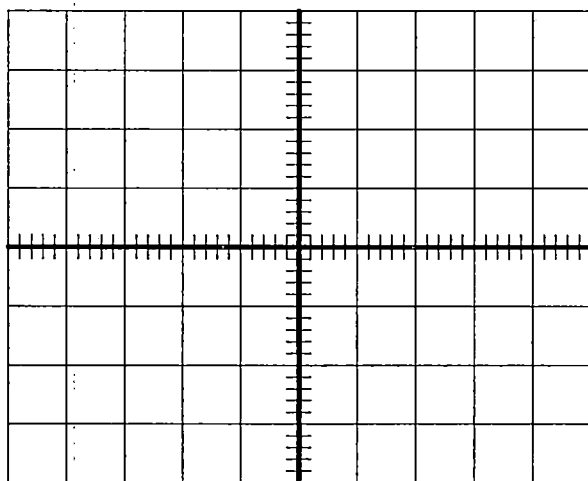
แรงดัน V_o _____ V_{p-p}

14. ต่อวงจรตามรูปที่ 7 ป้อนสัญญาณไซน์เวฟ ความถี่ 1kHz, 10 V_{p-p} วัดและบันทึกรูปสัญญาณอินพุต (V_i) และเอาต์พุต (V_o) เปรียบเทียบลงในแกนเดียวกันในตารางที่ 9



รูปที่ 7 วงจรตัดสัญญาณ 2 ช่วงด้วยซินเนอร์ไดโอด

ตารางที่ 9



ย่านวัด Volt/Div _____

ย่านวัด Time/Div _____

แรงดัน V_i _____ V_{p-p}

แรงดัน V_o _____ V_{p-p}

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

คำถาม

1. จงอธิบายผลที่ได้จากการทดลองวงจรตัวคูณแบบมีไบอัสและแบบที่ไม่มีไบอัสว่าแตกต่างกันอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

2. จงอธิบายผลที่ได้จากการทดลองวงจรตัวคูณชนิดที่ใช้ชิปเนอร์ไดโอด

.....

.....

.....

.....

.....

3. จงออกแบบวงจรตัวคูณแบบขนาน ไดโอดชนิดมีไบอัสที่สามารถจำกัดขนาดของสัญญาณเอาต์พุตไม่เกิน $\pm 3V$ ทั้งด้านบวกและด้านลบ

.....

.....

.....

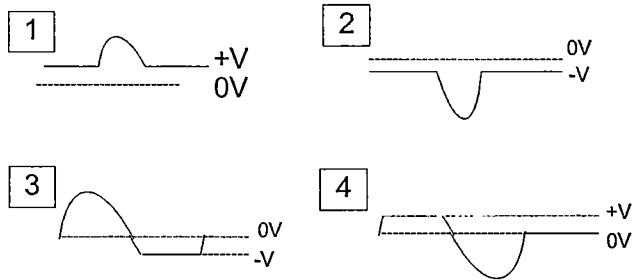
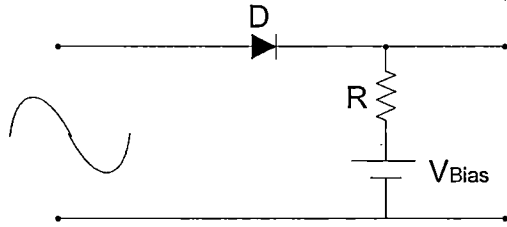
.....

.....

แบบฝึกหัด จงทำเครื่องหมายกากบาท (×) ลงหน้าข้อที่ถูกต้องที่สุด

- ลักษณะของอุปกรณ์นอนลิเนียร์ (Nonlinear) มีลักษณะอย่างไร
 - ถ้านำความสัมพันธ์ของกระแสและแรงดันมาพล็อตกราฟจะเป็นเส้นตรง
 - ถ้านำความสัมพันธ์ของกระแสและแรงดันมาพล็อตกราฟจะไม่เป็นเส้นตรง
 - ถ้านำความสัมพันธ์ของกระแสและแรงดันมาพล็อตกราฟจะเป็นทิสทางตรงข้าม
 - ถ้านำความสัมพันธ์ของกระแสและแรงดันมาพล็อตกราฟจะเป็นเส้นโค้ง
- วงจรตัวคูณหรืออินเวอร์ตอร์มีชื่อเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า
 - เวฟเซฟปีง
 - ลิมิตเตอร์
 - ดีซีริสโตเรอร์
 - อินติเกรเตอร์
- การคำนวณหาค่า R ที่เหมาะสมเพื่อนำมาต่อกับวงจรตัวคูณเป็นไปตามสมการในข้อใด
 - $R = \sqrt{R_f + R_r}$
 - $R = \sqrt{fR_f \times R_r}$
 - $R = R_f // R_r$
 - $R = R_f + R_r$

จากรูปวงจรและสัญญาณออกเอาต์พุต
จงใช้ตอบคำถามข้อ 4-6



- จากรูปจะได้สัญญาณเอาต์พุตแบบใด
 - 1
 - 2
 - 3
 - 4
- จากรูปถ้ากลับขั้วแรงดันไบอัส (V_{Bias}) รูปร่างของสัญญาณจะเหมือนข้อใด
 - 1
 - 2
 - 3
 - 4
- จากโจทย์ข้อ 4 ถ้าแรงดันอินพุตเป็นรูปไซน์ ขนาน $10V_{pp}$, $V_{Bias} = -3V$ สัญญาณเอาต์พุตข้อใดถูกต้อง
 - $0V, -5V$
 - $+5V, -3V$
 - $-5V, -3V$
 - $+3V, -5V$



แบบประเมินคุณภาพของชุดทดลอง
เรื่อง การพัฒนาชุดทดลองวิชาฟิสิกส์เทคนิค สำหรับ
หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง

จัดทำโดย

นายปฐมพร เรืองจันทร์

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

รศ.พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

รศ.วิสุทธิ สุนทรกนกพงศ์

หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร

แบบประเมินคุณภาพของชุดทดลอง

เรื่อง การพัฒนาชุดทดลองวิชาฟิสิกส์เทคนิค สำหรับหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง

คำชี้แจง แบบประเมินชุดนี้ แบ่งออกเป็น 2 ตอน

ตอนที่ 1 ให้ผู้ทรงคุณวุฒิโปรดพิจารณาประเด็นต่างๆ และประเมินคุณภาพชุดทดลองวิชาฟิสิกส์เทคนิค สำหรับหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง โดยใส่เครื่องหมาย (/) ในช่องความคิดเห็น (แต่ละข้อกรณำเครื่องหมายเพียงช่องเดียว) โดยมีระดับของการประเมิน ดังนี้

- | | | |
|---|--------------|------------------------------|
| 5 | มีค่าเท่ากับ | เห็นด้วยในระดับที่มากที่สุด |
| 4 | มีค่าเท่ากับ | เห็นด้วยในระดับที่มาก |
| 3 | มีค่าเท่ากับ | เห็นด้วยในระดับที่ปานกลาง |
| 2 | มีค่าเท่ากับ | เห็นด้วยในระดับที่น้อย |
| 1 | มีค่าเท่ากับ | เห็นด้วยในระดับที่น้อยที่สุด |

ตอนที่ 2 ให้ผู้ทรงคุณวุฒิโปรดกรณำเขียนข้อเสนอแนะอื่นๆ เพื่อเป็นประโยชน์แก่ผู้วิจัยในการพัฒนาชุดทดลองในโอกาสต่อไป

ลงนามชื่อ.....

(.....)

ผู้ทรงคุณวุฒิ

ตอนที่1 ให้ผู้ทรงคุณวุฒิโปรดพิจารณาประเด็นต่างๆและประเมินคุณภาพชุดทดลองวิชาพัสดุเทคนิค สำหรับหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง โดยใส่เครื่องหมาย (/) ในช่องความคิดเห็น (แต่ละข้อกรณ ทำเครื่องหมายเพียงช่องเดียว) โดยมีระดับของการประเมิน ดังนี้

- 5 มีค่าเท่ากับ เห็นด้วยในระดับที่มากที่สุด.
 4 มีค่าเท่ากับ เห็นด้วยในระดับที่มาก
 3 มีค่าเท่ากับ เห็นด้วยในระดับที่ปานกลาง
 2 มีค่าเท่ากับ เห็นด้วยในระดับที่น้อย
 1 มีค่าเท่ากับ เห็นด้วยในระดับที่น้อยที่สุด

ข้อที่	ข้อความ	ระดับคะแนน				
		5	4	3	2	1
1.	เหมาะสมกับระดับผู้เรียน.....	.....	.....	.....	.....	.....
2.	สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียน.....	.....	.....	.....	.....	.....
3.	มีความสะดวกในการต่ออุปกรณ์เพิ่มเติม.....	.....	.....	.....	.....	.....
4.	อุปกรณ์การสอนทำให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้..	.....	.....	.....	.....	.....
5.	อุปกรณ์การสอนให้ประสบการณ์ในการเรียนรู้.....	.....	.....	.....	.....	.....
6.	นักศึกษามีส่วนร่วมในการใช้อุปกรณ์.....	.....	.....	.....	.....	.....
7.	ความเหมาะสมในการจัดตำแหน่งติดตั้งอุปกรณ์.....	.....	.....	.....	.....	.....
8.	มีความสัมพันธ์การใช้งานร่วมกับใบงาน.....	.....	.....	.....	.....	.....
9.	มีความสะดวกในการดำเนินการสอน.....	.....	.....	.....	.....	.....
10.	ความปลอดภัยในขณะที่ทำการทดลอง.....	.....	.....	.....	.....	.....
11.	รูปร่าง ขนาดเหมาะสม.....	.....	.....	.....	.....	.....
12.	มีวิธีการใช้ไม่ยุ่งยากซับซ้อน.....	.....	.....	.....	.....	.....
13.	มีความสะดวกในการบำรุงรักษา.....	.....	.....	.....	.....	.....
14.	มีความคงทนแข็งแรง.....	.....	.....	.....	.....	.....
15.	ต้นทุนการผลิตคุ้มค่างับประโยชน์ที่ได้รับ.....	.....	.....	.....	.....	.....
รวม						
รวมคะแนนทั้งหมด		.....คะแนน				



แบบประเมินคุณภาพของใบงานประกอบชุดทดลอง
เรื่อง การพัฒนาชุดทดลองวิชาฟิสิกส์เทคนิค สำหรับ
หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง
ใบงานที่ 1 เรื่อง อาร์ซี ไทม์คอนสแตนต์ และความสัมพันธ์ของค่า
ไทม์คอนสแตนต์ต่อสัญญาณรูปสี่เหลี่ยม
(RC Time Constant And Relative Time Constant Relationship)

จัดทำโดย

นายปฐมพร เรืองจันทร์

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

รศ.พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

รศ.วิสุทธิ์ สุนทรกนกพงศ์

หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร

แบบประเมินคุณภาพของใบงานประกอบชุดทดลอง

เรื่อง การพัฒนาชุดทดลองวิชาฟิสิกส์เทคนิค สำหรับหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง

คำชี้แจง แบบประเมินชุดนี้ แบ่งออกเป็น 2 ตอน

ตอนที่ 1 ให้ผู้ทรงคุณวุฒิโปรดพิจารณาประเด็นต่างๆและประเมินคุณภาพใบงานประกอบชุดทดลองวิชาฟิสิกส์เทคนิค สำหรับหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง โดยใส่เครื่องหมาย (/) ในช่องความคิดเห็น (แต่ละข้อกรุณาทำเครื่องหมายเพียงช่องเดียว) โดยมีระดับของการประเมิน ดังนี้

- | | | |
|---|--------------|------------------------------|
| 5 | มีค่าเท่ากับ | เห็นด้วยในระดับที่มากที่สุด |
| 4 | มีค่าเท่ากับ | เห็นด้วยในระดับที่มาก |
| 3 | มีค่าเท่ากับ | เห็นด้วยในระดับที่ปานกลาง |
| 2 | มีค่าเท่ากับ | เห็นด้วยในระดับที่น้อย |
| 1 | มีค่าเท่ากับ | เห็นด้วยในระดับที่น้อยที่สุด |

ตอนที่ 2 ให้ผู้ทรงคุณวุฒิโปรดกรณาเขียนข้อเสนอแนะอื่นๆ เพื่อเป็นประโยชน์แก่ผู้วิจัยในการออกแบบใบงานประกอบชุดทดลองในโอกาสต่อไป

ลงนามชื่อ.....

(.....)

ผู้ทรงคุณวุฒิ

ตอนที่1 ให้ผู้ทรงคุณวุฒิโปรดพิจารณาประเด็นต่างๆและประเมินคุณภาพของใบงานประกอบชุด ทดลอง วิชาฟิสิกส์เทคนิค สำหรับหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง โดยใส่เครื่องหมาย (✓) ในช่องความคิดเห็น (แต่ละข้อกรณาทำเครื่องหมายเพียงช่องเดียว) โดยมีระดับของการประเมิน ดังนี้

- 5 มีค่าเท่ากับ เห็นด้วยในระดับที่มากที่สุด
 4 มีค่าเท่ากับ เห็นด้วยในระดับที่มาก
 3 มีค่าเท่ากับ เห็นด้วยในระดับที่ปานกลาง
 2 มีค่าเท่ากับ เห็นด้วยในระดับที่น้อย
 1 มีค่าเท่ากับ เห็นด้วยในระดับที่น้อยที่สุด

ข้อที่	ข้อความ	ระดับคะแนน				
		5	4	3	2	1
1.	ใบงานครอบคลุมวัตถุประสงค์.....	.....	.....	.....	.....	.....
2.	ใบงานมีความเหมาะสมกับวัตถุประสงค์.....	.....	.....	.....	.....	.....
3.	ใบงานมีเนื้อหาถูกต้อง.....	.....	.....	.....	.....	.....
4.	ใบงานมีความเหมาะสมของระดับชั้นความรู้.....	.....	.....	.....	.....	.....
5.	ใบงานมีเนื้อหาเหมาะสมกับเวลาเรียน.....	.....	.....	.....	.....	.....
6.	เนื้อหาก่อให้เกิดแรงจูงใจต่อการเรียน.....	.....	.....	.....	.....	.....
7.	ความชัดเจนในการอธิบายลำดับขั้นการทดลองแต่ละขั้น...	.....	.....	.....	.....	.....
8.	คำอธิบายลำดับขั้นการทดลองเข้าใจง่าย.....	.....	.....	.....	.....	.....
9.	มีความสะดวกในการบันทึกผลจากการทดลอง.....	.....	.....	.....	.....	.....
10.	สามารถลดเวลาในการสื่อความหมายให้เข้าใจได้ดี.....	.....	.....	.....	.....	.....
รวม						
รวมคะแนนทั้งหมด		.....คะแนน				

ภาคผนวก ค

การวิเคราะห์ข้อมูล

- ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับคุณภาพของบอร์ดทดลอง วิชาฟิสิกส์เทคนิค
- ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับคุณภาพของใบงานการทดลอง
- ค่า IOC ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- ค่าความง่าย และอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- คะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบใบงานระหว่างเรียนของกลุ่มตัวอย่าง
- คะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มตัวอย่าง

ตารางที่ ค.1 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับคุณภาพของบอร์ดทดลอง วิชาฟิสิกส์เทคนิค

ข้อที่	รายการประเมิน	ผู้ทรงคุณวุฒิ					\bar{X}	S.D.	ระดับคุณภาพ
		ท่านที่ 1	ท่านที่ 2	ท่านที่ 3	ท่านที่ 4	ท่านที่ 5			
1.	เหมาะสมกับระดับผู้เรียน	4	5	5	4	5	4.60	0.55	ดีมาก
2.	สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียน	5	5	5	4	5	4.80	0.45	ดีมาก
3.	มีความสะดวกในการต่ออุปกรณ์เพิ่มเติม	5	4	4	3	4	4.00	0.71	ดี
4.	อุปกรณ์การสอนทำให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ ที่กำหนดไว้	4	4	5	4	5	4.40	0.55	ดี
5.	อุปกรณ์การสอนให้ประสบการณ์ในการเรียนรู้	4	5	5	4	5	4.60	0.55	ดีมาก
6.	นักศึกษามีส่วนร่วมในการใช้อุปกรณ์	5	5	5	5	5	5.00	0.00	ดีมาก
7.	ความเหมาะสมในการจัดตำแหน่งติดตั้งอุปกรณ์	5	5	4	4	4	4.40	0.55	ดี
8.	มีความสัมพันธ์การใช้งานร่วมกับใบงาน	5	5	5	4	5	4.80	0.45	ดีมาก
9.	มีความสะดวกในการดำเนินการสอน	5	5	4	5	5	4.80	0.45	ดีมาก
10.	ความปลอดภัยในขณะที่ทำการทดลอง	5	5	5	5	5	5.00	0.00	ดีมาก
11.	รูปร่าง ขนาดเหมาะสม	4	5	5	4	5	4.60	0.55	ดีมาก
12.	มีวิธีการใช้ไม่ยุ่งยากซับซ้อน	4	4	4	5	5	4.40	0.55	ดี
13.	มีความสะดวกในการบำรุงรักษา	4	5	4	4	5	4.40	0.55	ดี

ตารางที่ ค.1 (ต่อ)

ข้อที่	รายการประเมิน	ผู้ทรงคุณวุฒิ					\bar{X}	S.D.	ระดับ คุณภาพ
		ท่านที่ 1	ท่านที่ 2	ท่านที่ 3	ท่านที่ 4	ท่านที่ 5			
14.	มีความคงทนแข็งแรง	4	5	5	4	5	4.60	0.55	ดีมาก
15.	ต้นทุนการผลิตคุ้มค่ากับประโยชน์ที่ได้รับ	4	5	5	4	5	4.80	0.55	ดีมาก
	ค่าเฉลี่ยรวม	4.47	4.80	4.67	4.20	4.87	4.60	0.47	ดีมาก

ตารางที่ ค.2 ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับคุณภาพของใบงานการทดลอง

ใบงานที่ 1 เรื่อง อาร์ซี ไทม์คอนสแตนท์ และความสัมพันธ์ของค่าไทม์คอนสแตนท์ต่อสัญญาณรูปสี่เหลี่ยม

ข้อที่	รายการประเมิน	ผู้ทรงคุณวุฒิ					\bar{X}	S.D.	ระดับคุณภาพ
		ท่านที่ 1	ท่านที่ 2	ท่านที่ 3	ท่านที่ 4	ท่านที่ 5			
1.	ใบงานครอบคลุมวัตถุประสงค์	4	5	5	4	5	4.60	0.55	ดีมาก
2.	ใบงานมีความเหมาะสมกับวัตถุประสงค์	5	5	5	4	5	4.80	0.45	ดีมาก
3.	ใบงานมีเนื้อหาถูกต้อง	5	5	5	4	4	4.60	0.55	ดีมาก
4.	ใบงานมีความเหมาะสมของระดับชั้นความรู้	5	5	5	4	5	4.80	0.45	ดีมาก
5.	ใบงานมีเนื้อหาเหมาะสมกับผู้เรียน	5	5	4	4	5	4.60	0.55	ดีมาก
6.	เนื้อหาก่อให้เกิดแรงจูงใจต่อการเรียน	5	5	4	4	4	4.40	0.55	ดี
7.	ความชัดเจนในการอธิบายลำดับขั้นตอนการทดลองแต่ละขั้น	4	5	5	3	5	4.40	0.89	ดี
8.	คำอธิบายลำดับขั้นตอนการทดลองเข้าใจง่าย	5	4	5	3	5	4.40	0.89	ดี
9.	มีความสะดวกในการบันทึกผลจากการทดลอง	4	5	5	4	5	4.60	0.55	ดีมาก
10.	สามารถลดเวลาในการสื่อความหมายให้เข้าใจได้ดี	4	5	5	3	5	4.40	0.89	ดี
ค่าเฉลี่ยรวม		4.60	4.90	4.80	3.70	4.80	4.56	0.63	ดีมาก

ตารางที่ ค.3 ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับคุณภาพของใบงานการทดลอง

ใบงานที่ 2 เรื่อง วงจรลิเนียร์ อาร์ซี โลว์พาส

ข้อที่	รายการประเมิน	ผู้ทรงคุณวุฒิ					\bar{X}	S.D.	ระดับ คุณภาพ
		ท่านที่ 1	ท่านที่ 2	ท่านที่ 3	ท่านที่ 4	ท่านที่ 5			
1.	ใบงานครอบคลุมวัตถุประสงค์	4	5	5	3	5	4.40	0.89	ดี
2.	ใบงานมีความเหมาะสมกับวัตถุประสงค์	5	4	5	3	5	4.40	0.89	ดี
3.	ใบงานมีเนื้อหาถูกต้อง	5	5	5	4	5	4.80	0.45	ดีมาก
4.	ใบงานมีความเหมาะสมของระดับชั้นความรู้	5	5	4	4	5	4.60	0.55	ดีมาก
5.	ใบงานมีเนื้อหาเหมาะสมกับผู้เรียน	4	5	4	4	5	4.40	0.55	ดี
6.	เนื้อหาก่อให้เกิดแรงจูงใจต่อการเรียน	5	4	5	4	5	4.60	0.55	ดีมาก
7.	ความชัดเจนในการอธิบายลำดับขั้นตอนการทดลองแต่ละขั้น	5	5	5	3	5	4.60	0.00	ดีมาก
8.	คำอธิบายลำดับขั้นตอนการทดลองเข้าใจง่าย	4	5	5	3	5	4.40	0.89	ดี
9.	มีความสะดวกในการบันทึกผลจากการทดลอง	4	4	4	4	5	4.20	0.45	ดี
10.	สามารถลดเวลาในการสื่อความหมายให้เข้าใจได้ดี	4	4	5	4	5	4.40	0.55	ดี
ค่าเฉลี่ยรวม		4.50	4.60	4.70	3.60	5.00	4.48	0.54	ดี

ตารางที่ ค.4 ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับคุณภาพของใบงานการทดลอง

ใบงานที่ 3 เรื่อง อาร์ซี-ดีเฟอเรนติเอเตอร์หรือวงจรถองความถี่สูงผ่านแบบ RC

ข้อที่	รายการประเมิน	ผู้ทรงคุณวุฒิ					\bar{X}	S.D.	ระดับคุณภาพ
		ท่านที่ 1	ท่านที่ 2	ท่านที่ 3	ท่านที่ 4	ท่านที่ 5			
1.	ใบงานครอบคลุมวัตถุประสงค์	4	3	5	3	5	4.40	0.89	ดี
2.	ใบงานมีความเหมาะสมกับวัตถุประสงค์	5	3	5	3	5	4.20	0.89	ดี
3.	ใบงานมีเนื้อหาถูกต้อง	5	4	4	4	5	4.40	0.55	ดี
4.	ใบงานมีความเหมาะสมของระดับชั้นความรู้	5	4	4	4	5	4.60	0.55	ดีมาก
5.	ใบงานมีเนื้อหาเหมาะสมกับผู้เรียน	5	4	5	4	5	4.40	0.55	ดี
6.	เนื้อหาก่อให้เกิดแรงจูงใจต่อการเรียน	4	4	5	4	5	4.40	0.55	ดี
7.	ความชัดเจนในการอธิบายลำดับขั้นตอนการทดลองแต่ละขั้น	4	4	5	3	5	4.20	0.84	ดี
8.	คำอธิบายลำดับขั้นตอนการทดลองเข้าใจง่าย	5	4	4	3	5	4.20	0.84	ดี
9.	มีความสะดวกในการบันทึกผลจากการทดลอง	4	4	4	4	5	4.20	0.45	ดี
10.	สามารถลดเวลาในการสื่อความหมายให้เข้าใจได้ดี	4	4	5	4	5	4.40	0.55	ดี
ค่าเฉลี่ยรวม		4.50	3.80	4.70	3.60	5.00	4.34	0.70	ดี

ตารางที่ ค.5 ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับคุณภาพของใบงานการทดลอง

ใบงานที่ 4 เรื่อง วงจรลวดทอนสัญญาณ

ข้อที่	รายการประเมิน	ผู้ทรงคุณวุฒิ					\bar{X}	S.D.	ระดับคุณภาพ
		ท่านที่ 1	ท่านที่ 2	ท่านที่ 3	ท่านที่ 4	ท่านที่ 5			
1.	ใบงานครอบคลุมวัตถุประสงค์	5	4	4	4	5	4.40	0.55	ดี
2.	ใบงานมีความเหมาะสมกับวัตถุประสงค์	4	4	5	4	5	4.40	0.55	ดี
3.	ใบงานมีเนื้อหาถูกต้อง	4	4	4	4	5	4.20	0.45	ดี
4.	ใบงานมีความเหมาะสมของระดับชั้นความรู้	5	3	5	4	5	4.40	0.89	ดี
5.	ใบงานมีเนื้อหาเหมาะสมกับผู้เรียน	5	3	5	4	5	4.40	0.89	ดี
6.	เนื้อหาก่อให้เกิดแรงจูงใจต่อการเรียน	5	3	5	4	5	4.40	0.89	ดี
7.	ความชัดเจนในการอธิบายลำดับขั้นตอนการทดลองแต่ละขั้น	5	4	4	4	5	4.40	0.55	ดี
8.	คำอธิบายลำดับขั้นตอนการทดลองเข้าใจง่าย	5	4	4	4	5	4.40	0.55	ดี
9.	มีความสะดวกในการบันทึกผลจากการทดลอง	5	4	4	4	5	4.40	0.55	ดี
10.	สามารถลดเวลาในการสื่อความหมายให้เข้าใจได้ดี	4	4	4	4	5	4.20	0.45	ดี
ค่าเฉลี่ยรวม		4.70	3.70	4.40	4.00	5.00	4.34	0.63	ดี

ตารางที่ ค.6 ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับคุณภาพของใบงานการทดลอง

ใบงานที่ 5-เรื่อง-วงจรตัวคูณ

ข้อที่	รายการประเมิน	ผู้ทรงคุณวุฒิ					\bar{X}	S.D.	ระดับ คุณภาพ
		ท่านที่ 1	ท่านที่ 2	ท่านที่ 3	ท่านที่ 4	ท่านที่ 5			
1.	ใบงานครอบคลุมวัตถุประสงค์	5	4	4	3	5	4.20	0.84	ดี
2.	ใบงานมีความเหมาะสมกับวัตถุประสงค์	4	4	5	3	5	4.20	0.84	ดี
3.	ใบงานมีเนื้อหาถูกต้อง	4	4	5	4	5	4.40	0.55	ดี
4.	ใบงานมีความเหมาะสมของระดับชั้นความรู้	5	4	4	4	5	4.40	0.55	ดี
5.	ใบงานมีเนื้อหาเหมาะสมกับผู้เรียน	5	3	4	4	5	4.20	0.84	ดี
6.	เนื้อหาค่อให้เกิดแรงจูงใจต่อการเรียน	5	4	4	4	5	4.40	0.55	ดี
7.	ความชัดเจนในการอธิบายลำดับขั้นตอนการทดลองแต่ละขั้น	5	4	4	4	5	4.40	0.55	ดี
8.	คำอธิบายลำดับขั้นตอนการทดลองเข้าใจง่าย	5	4	4	4	5	4.40	0.55	ดี
9.	มีความสะดวกในการบันทึกผลจากการทดลอง	4	4	4	3	5	4.00	0.71	ดี
10.	สามารถลดเวลาในการสื่อความหมายให้เข้าใจได้ดี	5	4	4	4	5	4.40	0.55	ดี
ค่าเฉลี่ยรวม		4.70	3.90	4.20	3.70	5.00	4.30	0.56	ดี

ตารางที่ ค.7 ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับคุณภาพของใบงานการทดลอง

ใบงานที่-6-เรื่อง-วงจรแคลมเปอร์

ข้อที่	รายการประเมิน	ผู้ทรงคุณวุฒิ					\bar{X}	S.D.	ระดับคุณภาพ
		ท่านที่ 1	ท่านที่ 2	ท่านที่ 3	ท่านที่ 4	ท่านที่ 5			
1.	ใบงานครอบคลุมวัตถุประสงค์	5	4	4	3	4	4.40	0.71	ดี
2.	ใบงานมีความเหมาะสมกับวัตถุประสงค์	5	4	4	3	4	4.40	0.71	ดี
3.	ใบงานมีเนื้อหาถูกต้อง	5	4	4	3	4	4.40	0.71	ดี
4.	ใบงานมีความเหมาะสมของระดับขั้นความรู้	5	3	5	4	5	4.40	0.89	ดี
5.	ใบงานมีเนื้อหาเหมาะสมกับผู้เรียน	4	3	5	4	5	4.20	0.84	ดี
6.	เนื้อหาก่อให้เกิดแรงจูงใจต่อการเรียน	5	4	5	4	5	4.60	0.55	ดีมาก
7.	ความชัดเจนในการอธิบายลำดับขั้นการทดลองแต่ละขั้น	4	4	4	4	5	4.20	0.45	ดี
8.	คำอธิบายลำดับขั้นการทดลองเข้าใจง่าย	4	4	5	3	5	4.20	0.84	ดี
9.	มีความสะดวกในการบันทึกผลจากการทดลอง	4	4	4	3	5	4.00	0.71	ดี
10.	สามารถลดเวลาในการสื่อความหมายให้เข้าใจได้ดี	4	4	5	3	5	4.20	0.84	ดี
ค่าเฉลี่ยรวม		4.50	3.80	4.50	3.30	4.70	4.26	0.73	ดี

ตารางที่ ค.8 ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับคุณภาพของใบงานการทดลอง

ใบงานที่ 7 เรื่อง-คุณสมบัติของทรานซิสเตอร์สวิตช์

ข้อที่	รายการประเมิน	ผู้ทรงคุณวุฒิ					\bar{X}	S.D.	ระดับคุณภาพ
		ท่านที่ 1	ท่านที่ 2	ท่านที่ 3	ท่านที่ 4	ท่านที่ 5			
1.	ใบงานครอบคลุมวัตถุประสงค์	5	4	4	3	5	4.20	0.84	ดี
2.	ใบงานมีความเหมาะสมกับวัตถุประสงค์	5	4	4	3	5	4.20	0.84	ดี
3.	ใบงานมีเนื้อหาถูกต้อง	4	4	4	4	5	4.20	0.45	ดี
4.	ใบงานมีความเหมาะสมของระดับชั้นความรู้	4	4	5	4	5	4.40	0.55	ดี
5.	ใบงานมีเนื้อหาเหมาะสมกับผู้เรียน	4	4	5	4	5	4.40	0.55	ดี
6.	เนื้อหาก่อให้เกิดแรงจูงใจต่อการเรียน	4	4	5	3	5	4.20	0.84	ดี
7.	ความชัดเจนในการอธิบายลำดับขั้นตอนการทดลองแต่ละขั้น	4	4	4	3	5	4.00	0.71	ดี
8.	คำอธิบายลำดับขั้นตอนการทดลองเข้าใจง่าย	4	4	5	4	5	4.40	0.55	ดี
9.	มีความสะดวกในการบันทึกผลจากการทดลอง	4	4	5	3	5	4.20	0.84	ดี
10.	สามารถลดเวลาในการสื่อความหมายให้เข้าใจได้ดี	4	4	4	4	5	4.20	0.45	ดี
ค่าเฉลี่ยรวม		4.20	4.00	4.50	3.50	5.00	4.24	0.66	ดี

ตารางที่ ค.9 ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับคุณภาพของใบงานการทดลอง

ใบงานที่ 8-เรื่อง-โบสเตรเบลล์ดีไวเบรเตอร์

ข้อที่	รายการประเมิน	ผู้ทรงคุณวุฒิ					\bar{X}	S.D.	ระดับ คุณภาพ
		ท่านที่ 1	ท่านที่ 2	ท่านที่ 3	ท่านที่ 4	ท่านที่ 5			
1.	ใบงานครอบคลุมวัตถุประสงค์	5	4	4	3	5	4.20	0.84	ดี
2.	ใบงานมีความเหมาะสมกับวัตถุประสงค์	5	4	4	3	5	4.20	0.84	ดี
3.	ใบงานมีเนื้อหาถูกต้อง	5	4	4	3	5	4.20	0.84	ดี
4.	ใบงานมีความเหมาะสมของระดับชั้นความรู้	5	4	5	3	5	4.40	0.89	ดี
5.	ใบงานมีเนื้อหาเหมาะสมกับผู้เรียน	5	4	5	3	5	4.40	0.89	ดี
6.	เนื้อหาก่อให้เกิดแรงจูงใจต่อการเรียน	4	5	5	4	5	4.60	0.55	ดีมาก
7.	ความชัดเจนในการอธิบายลำดับขั้นตอนการทดลองแต่ละขั้น	4	4	5	3	5	4.20	0.84	ดี
8.	คำอธิบายลำดับขั้นตอนการทดลองเข้าใจง่าย	5	4	5	3	5	4.40	0.89	ดี
9.	มีความสะดวกในการบันทึกผลจากการทดลอง	5	4	4	4	5	4.40	0.55	ดี
10.	สามารถลดเวลาในการสื่อความหมายให้เข้าใจได้ดี	5	4	5	4	5	4.60	0.55	ดีมาก
ค่าเฉลี่ยรวม		4.80	4.10	4.60	3.30	5.00	4.36	0.77	ดี

ตารางที่ ค.10 ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับคุณภาพของใบงานการทดลอง

ใบงานที่ 9-เรื่อง โมโนสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์

ข้อที่	รายการประเมิน	ผู้ทรงคุณวุฒิ					\bar{X}	S.D.	ระดับคุณภาพ
		ท่านที่ 1	ท่านที่ 2	ท่านที่ 3	ท่านที่ 4	ท่านที่ 5			
1.	ใบงานครอบคลุมวัตถุประสงค์	5	4	5	3	5	4.40	0.89	ดี
2.	ใบงานมีความเหมาะสมกับวัตถุประสงค์	5	4	5	3	5	4.40	0.89	ดี
3.	ใบงานมีเนื้อหาถูกต้อง	5	5	5	3	5	4.60	0.89	ดีมาก
4.	ใบงานมีความเหมาะสมของระดับชั้นความรู้	4	4	4	4	5	4.20	0.45	ดี
5.	ใบงานมีเนื้อหาเหมาะสมกับผู้เรียน	4	4	4	3	5	4.00	0.71	ดี
6.	เนื้อหาก่อให้เกิดแรงจูงใจต่อการเรียน	5	5	5	4	5	4.80	0.45	ดีมาก
7.	ความชัดเจนในการอธิบายลำดับขั้นตอนการทดลองแต่ละขั้น	4	4	5	3	5	4.20	0.84	ดี
8.	คำอธิบายลำดับขั้นตอนการทดลองเข้าใจง่าย	4	4	5	3	5	4.20	0.84	ดี
9.	มีความสะดวกในการบันทึกผลจากการทดลอง	4	4	5	4	5	4.40	0.55	ดี
10.	สามารถลดเวลาในการสื่อความหมายให้เข้าใจได้ดี	4	4	5	4	5	4.40	0.55	ดี
ค่าเฉลี่ยรวม		4.40	4.20	4.80	3.40	5.00	4.36	0.71	ดี

ตารางที่ ค.11 ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับคุณภาพของใบงานการทดลอง

ใบงานที่-10 เรื่อง อะสเทเบิลมัลติไวเบรเตอร์

ข้อที่	รายการประเมิน	ผู้ทรงคุณวุฒิ					\bar{X}	S.D.	ระดับคุณภาพ
		ท่านที่ 1	ท่านที่ 2	ท่านที่ 3	ท่านที่ 4	ท่านที่ 5			
1.	ใบงานครอบคลุมวัตถุประสงค์	5	5	5	3	5	4.60	0.89	ดีมาก
2.	ใบงานมีความเหมาะสมกับวัตถุประสงค์	5	5	5	3	5	4.60	0.89	ดีมาก
3.	ใบงานมีเนื้อหาถูกต้อง	5	5	5	3	5	4.60	0.89	ดีมาก
4.	ใบงานมีความเหมาะสมของระดับขั้นความรู้	5	5	5	4	5	4.80	0.45	ดีมาก
5.	ใบงานมีเนื้อหาเหมาะสมกับผู้เรียน	5	5	5	3	5	4.60	0.89	ดีมาก
6.	เนื้อหาก่อให้เกิดแรงจูงใจต่อการเรียน	5	5	5	4	5	4.40	0.45	ดี
7.	ความชัดเจนในการอธิบายลำดับขั้นการทดลองแต่ละขั้น	5	4	4	3	5	4.20	0.84	ดี
8.	คำอธิบายลำดับขั้นการทดลองเข้าใจง่าย	5	4	5	4	5	4.60	0.55	ดีมาก
9.	มีความสะดวกในการบันทึกผลจากการทดลอง	4	4	5	4	5	4.40	0.55	ดี
10.	สามารถลดเวลาในการสื่อความหมายให้เข้าใจได้ดี	5	4	5	4	5	4.60	0.55	ดีมาก
ค่าเฉลี่ยรวม		4.90	4.60	4.90	3.50	5.00	4.54	0.70	ดีมาก

ตารางที่ ค.12 ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับคุณภาพของใบงานการทดลอง

ใบงานที่-11-เรื่อง-วงจรขมิตต์ทริกเกอร์

ข้อที่	รายการประเมิน	ผู้ทรงคุณวุฒิ					\bar{X}	S.D.	ระดับคุณภาพ
		ท่านที่ 1	ท่านที่ 2	ท่านที่ 3	ท่านที่ 4	ท่านที่ 5			
1.	ใบงานครอบคลุมวัตถุประสงค์	5	5	5	4	5	4.80	0.45	ดีมาก
2.	ใบงานมีความเหมาะสมกับวัตถุประสงค์	5	5	5	3	5	4.60	0.89	ดีมาก
3.	ใบงานมีเนื้อหาถูกต้อง	5	5	4	3	4	4.20	0.84	ดี
4.	ใบงานมีความเหมาะสมของระดับชั้นความรู้	5	5	5	3	5	4.60	0.89	ดีมาก
5.	ใบงานมีเนื้อหาเหมาะสมกับผู้เรียน	5	4	5	4	5	4.60	0.55	ดีมาก
6.	เนื้อหาก่อให้เกิดแรงจูงใจต่อการเรียน	5	5	5	4	5	4.80	0.45	ดีมาก
7.	ความชัดเจนในการอธิบายลำดับขั้นตอนการทดลองแต่ละขั้น	5	4	5	3	5	4.40	0.89	ดี
8.	คำอธิบายลำดับขั้นตอนการทดลองเข้าใจง่าย	4	4	5	4	5	4.40	0.55	ดี
9.	มีความสะดวกในการบันทึกผลจากการทดลอง	4	4	4	4	5	4.20	0.45	ดี
10.	สามารถลดเวลาในการสื่อความหมายให้เข้าใจได้ดี	4	4	5	4	5	4.40	0.55	ดี
ค่าเฉลี่ยรวม		4.70	4.50	4.80	4.60	4.90	4.50	0.65	ดีมาก

ตารางที่ ค.13 ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับคุณภาพของใบงานการทดลอง

ใบงานที่ 12 เรื่อง วงจรกำเนิดสัญญาณไทม์เบส

ข้อที่	รายการประเมิน	ผู้ทรงคุณวุฒิ					\bar{X}	S.D.	ระดับคุณภาพ
		ท่านที่ 1	ท่านที่ 2	ท่านที่ 3	ท่านที่ 4	ท่านที่ 5			
1.	ใบงานครอบคลุมวัตถุประสงค์	4	4	5	3	5	4.20	0.84	ดี
2.	ใบงานมีความเหมาะสมกับวัตถุประสงค์	5	4	4	3	5	4.20	0.84	ดี
3.	ใบงานมีเนื้อหาถูกต้อง	5	4	5	4	5	4.60	0.55	ดีมาก
4.	ใบงานมีความเหมาะสมของระดับขั้นความรู้	4	4	5	3	5	4.20	0.84	ดี
5.	ใบงานมีเนื้อหาเหมาะสมกับผู้เรียน	4	4	5	4	5	4.40	0.55	ดี
6.	เนื้อหาก่อให้เกิดแรงจูงใจต่อการเรียน	5	4	4	4	5	4.40	0.55	ดี
7.	ความชัดเจนในการอธิบายลำดับขั้นการทดลองแต่ละขั้น	5	4	5	4	5	4.60	0.55	ดีมาก
8.	คำอธิบายลำดับขั้นการทดลองเข้าใจง่าย	5	4	4	4	5	4.40	0.55	ดี
9.	มีความสะดวกในการบันทึกผลจากการทดลอง	4	4	4	4	5	4.20	0.45	ดี
10.	สามารถลดเวลาในการสื่อความหมายให้เข้าใจได้ดี	5	4	5	4	5	4.60	0.55	ดีมาก
ค่าเฉลี่ยรวม		4.60	4.00	4.60	3.70	5.00	4.38	0.63	ดี

ตารางที่ ค.14 ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับคุณภาพของใบงานการทดลอง

ใบงานที่-13-เรื่อง-การทำงานของจอร์โมนสเตโรอิดที่ไวเบรเตอร์-และ-วงจระสเตโรอิดที่ไวเบรเตอร์ด้วยไอซีเอ็มเมอร์เบอร์-555

ข้อที่	รายการประเมิน	ผู้ทรงคุณวุฒิ					\bar{X}	S.D.	ระดับ คุณภาพ
		ท่านที่ 1	ท่านที่ 2	ท่านที่ 3	ท่านที่ 4	ท่านที่ 5			
1.	ใบงานครอบคลุมวัตถุประสงค์	5	4	5	4	5	4.60	0.55	ดีมาก
2.	ใบงานมีความเหมาะสมกับวัตถุประสงค์	5	4	5	3	5	4.40	0.89	ดี
3.	ใบงานมีเนื้อหาถูกต้อง	5	4	4	4	5	4.40	0.55	ดี
4.	ใบงานมีความเหมาะสมของระดับขั้นความรู้	4	4	5	4	5	4.40	0.55	ดี
5.	ใบงานมีเนื้อหาเหมาะสมกับผู้เรียน	4	4	4	4	5	4.20	0.45	ดี
6.	เนื้อหาก่อให้เกิดแรงจูงใจต่อการเรียน	4	3	4	4	5	4.00	0.71	ดี
7.	ความชัดเจนในการอธิบายลำดับขั้นการทดลองแต่ละขั้น	4	4	4	3	5	4.00	0.71	ดี
8.	คำอธิบายลำดับขั้นการทดลองเข้าใจง่าย	5	4	4	4	5	4.40	0.55	ดี
9.	มีความสะดวกในการบันทึกผลจากการทดลอง	4	4	4	4	5	4.20	0.45	ดี
10.	สามารถลดเวลาในการสื่อความหมายให้เข้าใจได้ดี	4	4	4	4	5	4.20	0.45	ดี
ค่าเฉลี่ยรวม		4.40	3.90	4.30	3.80	5.00	4.28	0.59	ดี

ตารางที่ ค.15 ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับคุณภาพของใบงานการทดลอง

ใบงานที่ 14 เรื่อง วงจรชิงโครไนซ์

ข้อที่	รายการประเมิน	ผู้ทรงคุณวุฒิ					\bar{X}	S.D.	ระดับคุณภาพ
		ท่านที่ 1	ท่านที่ 2	ท่านที่ 3	ท่านที่ 4	ท่านที่ 5			
1.	ใบงานครอบคลุมวัตถุประสงค์	5	4	5	3	5	4.40	0.89	ดี
2.	ใบงานมีความเหมาะสมกับวัตถุประสงค์	5	4	5	3	5	4.40	0.89	ดี
3.	ใบงานมีเนื้อหาถูกต้อง	5	4	5	4	5	4.60	0.55	ดีมาก
4.	ใบงานมีความเหมาะสมของระดับชั้นความรู้	5	4	5	4	5	4.60	0.55	ดีมาก
5.	ใบงานมีเนื้อหาเหมาะสมกับผู้เรียน	5	4	4	4	5	4.40	0.55	ดี
6.	เนื้อหาก่อให้เกิดแรงจูงใจต่อการเรียน	4	4	4	4	5	4.20	0.45	ดี
7.	ความชัดเจนในการอธิบายลำดับขั้นตอนการทดลองแต่ละขั้น	5	4	5	3	5	4.40	0.89	ดี
8.	คำอธิบายลำดับขั้นตอนการทดลองเข้าใจง่าย	5	4	5	4	5	4.60	0.55	ดีมาก
9.	มีความสะดวกในการบันทึกผลจากการทดลอง	5	4	5	4	5	4.60	0.55	ดีมาก
10.	สามารถลดเวลาในการสื่อความหมายให้เข้าใจได้ดี	5	4	5	4	5	4.60	0.55	ดีมาก
ค่าเฉลี่ยรวม		4.90	4.00	4.80	3.70	5.00	4.48	0.64	ดี

ตารางที่ ค.16 ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับคุณภาพของใบงานการทดลอง ทั้ง 14 ใบงาน

ใบงานที่	เรื่อง	\bar{X}	S.D.	ระดับคุณภาพ
1.	อาร์ซี ไทม์คอนสแตนท์ และความสัมพันธ์ของค่าไทม์คอนสแตนท์ต่อสัญญาณรูปสี่เหลี่ยม	4.56	0.63	ดีมาก
2.	วงจรถิเหนียร์ อาร์ซี โลว์พาส	4.48	0.54	ดี
3.	อาร์ซี ดิฟเฟอเรนติเอเตอร์หรือวงจรรองความถี่สูงผ่านแบบ RC	4.34	0.70	ดี
4.	วงจรถอนสัญญาณ	4.34	0.63	ดี
5.	วงจรถัดรูปคลื่น	4.30	0.56	ดี
6.	วงจรถวมเปอร์	4.26	0.73	ดี
7.	คุณสมบัติของทรานซิสเตอร์สวิตช์	4.24	0.66	ดี
8.	ไบสเทเบิลมีลติไวเบรเตอร์	4.36	0.77	ดี

ตารางที่ ค.16 (ต่อ)

ใบงานที่	เรื่อง	\bar{X}	S.D.	ระดับคุณภาพ
9.	โมนอสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์	4.36	0.71	ดี
10.	อะสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์	4.54	0.70	ดีมาก
11.	วงจรมิตต์ทริกเกอร์	4.50	0.65	ดีมาก
12.	วงจรถ่ายสัญญาณใหม่เบส	4.38	0.63	ดี
13.	การทำงานของวงจรมอนอสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์ และ วงจรอะสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์ด้วยไอซีใหม่เบอร์ 555	4.28	0.59	ดี
14.	วงจรถิงโครไนซ์	4.48	0.64	ดี
	ค่าเฉลี่ยรวม	4.39	0.65	ดี

ตารางที่ ค.17 แสดงค่า IOC ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ข้อที่	ผู้ทรงคุณวุฒิ					วิเคราะห์ IOC	ความหมาย
	ท่านที่ 1	ท่านที่ 2	ท่านที่ 3	ท่านที่ 4	ท่านที่ 5		
1	0	+1	+1	0	+1	0.60	นำไปใช้ได้
2	+1	+1	+1	0	+1	0.80	นำไปใช้ได้
3	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	นำไปใช้ได้
4	+1	+1	0	0	+1	0.60	นำไปใช้ได้
5	0	+1	+1	0	0	0.40	นำไปใช้ได้
6	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	นำไปใช้ได้
7	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	นำไปใช้ได้
8	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	นำไปใช้ได้
9	+1	+1	+1	+1	+1	1	นำไปใช้ได้
10	0	+1	+1	+1	+1	0.80	นำไปใช้ได้
11	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	นำไปใช้ได้
12	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	นำไปใช้ได้
13	0	+1	+1	+1	+1	0.80	นำไปใช้ได้
14	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	นำไปใช้ได้
15	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	นำไปใช้ได้
16	+1	+1	+1	0	+1	0.80	นำไปใช้ได้
17	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	นำไปใช้ได้
18	+1	+1	+1	0	+1	0.80	นำไปใช้ได้
19	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	นำไปใช้ได้
20	+1	+1	+1	0	+1	0.80	นำไปใช้ได้

ตารางที่ ค.17 (ต่อ)

ข้อที่	ผู้ทรงคุณวุฒิ					วิเคราะห์ IOC	ความหมาย
	ท่านที่ 1	ท่านที่ 2	ท่านที่ 3	ท่านที่ 4	ท่านที่ 5		
21	+1	0	+1	+1	+1	0.80	นำไปใช้ได้
22	+1	+1	0	+1	+1	0.80	นำไปใช้ได้
23	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	นำไปใช้ได้
24	+1	0	+1	+1	+1	0.80	นำไปใช้ได้
25	+1	+1	0	0	+1	0.60	นำไปใช้ได้
26	0	+1	+1	0	+1	0.60	นำไปใช้ได้
27	+1	0	+1	0	+1	0.80	นำไปใช้ได้
28	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	นำไปใช้ได้
29	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	นำไปใช้ได้
30	0	+1	0	+1	+1	0.60	นำไปใช้ได้
31	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	นำไปใช้ได้
32	+1	+1	+1	0	+1	0.80	นำไปใช้ได้
33	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	นำไปใช้ได้
34	+1	+1	+1	0	+1	0.80	นำไปใช้ได้
35	+1	+1	+1	0	+1	0.80	นำไปใช้ได้
36	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	นำไปใช้ได้
37	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	นำไปใช้ได้
38	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	นำไปใช้ได้
39	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	นำไปใช้ได้

40	+1	+1	+1	0	+1	0.80	นำไปใช้ได้
----	----	----	----	---	----	------	------------

ตารางที่ ค.18 แสดงค่า คะแนนของนักเรียนกลุ่มทดลอง

ข้อ	คนที่														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	1	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0
2	1	0	1	1	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	1
3	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0
4	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	0	0	1	1	1
5	1	1	1	1	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0	0
6	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	1	1
7	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0
8	1	1	0	1	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1
9	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1
10	1	1	1	0	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	1
11	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	0
12	1	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	0
13	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	0	0	1	0
14	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0
15	0	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1
16	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0
17	1	0	1	1	1	0	0	1	0	1	0	0	1	1	1
18	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0
19	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	0	1	0	1
20	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0
21	1	1	1	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1
22	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0
23	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1
24	1	1	0	0	1	0	1	1	1	0	1	1	0	0	0
25	1	0	1	1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0

26	1	0	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	0	0	0
27	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	0	0	1	1	1

ตารางที่ ค.18 (ต่อ)

ข้อ	คนที่														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
28	1	1	1	0	0	1	1	0	1	0	1	1	0	0	0
29	0	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0
30	1	0	1	1	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1
31	1	1	1	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0
32	1	1	0	1	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0
33	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1	1
34	0	1	1	0	1	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0
35	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	0	1	1	1	0
36	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1
37	1	1	1	0	1	0	1	0	0	1	1	1	1	0	0
38	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	0	1
39	0	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0
40	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	0	1	0	1	0

ตารางที่ ค.19 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อสอบหาความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่น (r_{tt}) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรวม

ข้อที่	กลุ่มเก่ง (f_H)	กลุ่มอ่อน (f_L)	p	r	q ($1-p$)	pq
1	4	2	0.60	0.40	0.40	0.24
2	4	2	0.60	0.40	0.40	0.24
3	3	1	0.40	0.40	0.60	0.24
4	3	2	0.50	0.20	0.50	0.25
5	3	2	0.50	0.20	0.50	0.25
6	4	2	0.60	0.40	0.40	0.24
7	3	1	0.40	0.40	0.60	0.24
8	4	3	0.70	0.20	0.30	0.21
9	4	2	0.60	0.40	0.40	0.24
10	4	2	0.60	0.40	0.40	0.24
11	4	3	0.70	0.20	0.30	0.21
12	3	2	0.50	0.20	0.50	0.25
13	4	2	0.60	0.40	0.40	0.24
14	4	2	0.60	0.40	0.40	0.24
15	4	3	0.70	0.20	0.30	0.21
16	4	3	0.70	0.20	0.30	0.21
17	4	2	0.60	0.40	0.40	0.24
18	5	2	0.70	0.60	0.30	0.21
19	3	1	0.40	0.40	0.60	0.24
20	4	2	0.60	0.40	0.40	0.24
21	4	2	0.60	0.40	0.40	0.24
22	4	2	0.60	0.40	0.40	0.24
23	4	3	0.70	0.20	0.30	0.21
24	3	2	0.50	0.20	0.50	0.25
25	4	3	0.70	0.20	0.30	0.21
26	4	2	0.60	0.40	0.40	0.24

27	4	3	0.70	0.20	0.30	0.21
----	---	---	------	------	------	------

ตารางที่ ค.19 (ต่อ)

ข้อที่	กลุ่มเก่ง (f_H)	กลุ่มอ่อน (f_L)	p	r	q (1-p)	pq
28	3	2	0.50	0.20	0.50	0.25
29	3	2	0.50	0.20	0.50	0.25
30	4	3	0.70	0.20	0.30	0.21
31	3	1	0.40	0.40	0.60	0.24
32	4	2	0.60	0.40	0.40	0.24
33	4	3	0.70	0.20	0.30	0.21
34	3	2	0.50	0.20	0.50	0.25
35	4	2	0.60	0.40	0.40	0.24
36	4	2	0.60	0.40	0.40	0.24
37	4	3	0.70	0.20	0.30	0.21
38	4	3	0.70	0.20	0.30	0.21
39	3	2	0.50	0.20	0.50	0.25
40	3	2	0.50	0.20	0.50	0.25

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรวม มีค่าเท่ากับ 0.67

ตารางที่ ค.20 แสดงคะแนนที่ได้จากการทดลองระหว่างเรียนเพื่อหาประสิทธิภาพ (E1) ของชุด
ทดลองวิชาฟิสิกส์เทคนิค

คนที่	ใบงานที่(คะแนนเต็ม)													
	1 (7)	2 (6)	3 (6)	4 (6)	5 (6)	6 (6)	7 (6)	8 (6)	9 (6)	10 (6)	11 (6)	12 (6)	13 (6)	14 (6)
1	6	6	6	5	5	5	5	6	5	4	4	6	4	4
2	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5
3	5	6	6	6	5	5	5	6	6	5	5	5	5	4
4	5	5	5	4	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5
5	5	4	5	6	4	6	4	4	5	6	5	5	6	4
6	5	5	5	5	5	4	4	6	5	5	6	5	5	5
7	6	4	4	4	5	5	5	5	6	6	5	4	4	6
8	5	5	5	5	5	6	5	5	4	4	6	4	6	4
9	5	6	4	5	4	5	4	4	6	4	5	5	4	4
10	5	6	6	6	5	5	5	5	4	4	6	5	5	6
11	6	4	4	4	4	6	6	5	6	6	6	4	5	4
12	5	4	6	4	4	4	6	5	5	5	5	5	4	5
13	5	5	6	5	5	5	5	5	6	4	4	4	5	4
14	6	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5
15	5	5	5	5	5	5	5	6	5	5	6	5	6	6
รวม	79	75	77	74	71	76	74	74	78	72	78	72	74	71
เฉลี่ย	5.27	5.00	5.13	4.99	4.73	5.07	4.93	4.93	5.20	4.80	5.20	4.80	4.93	7.73
เฉลี่ยร้อยละ	75.2	83.3	85.6	82.2	78.8	84.4	82.2	82.2	86.7	80.0	86.6	80.0	82.2	78.8
เฉลี่ยทั้งหมด	82.00													

ตารางที่ ค.21 แสดงคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบรวมหลังการเรียนรู้เพื่อหาประสิทธิภาพของชุด
ทดลองวิชาฟิสิกส์เทคนิค

คนที่	คะแนนสอบหลังการทดลอง 40 คะแนน
1	35
2	34
3	34
4	31
5	32
6	30
7	38
8	34
9	36
10	37
11	34
12	32
13	31
14	30
15	29
รวม	497
เฉลี่ย	33.13
เฉลี่ยร้อยละ	82.83
เฉลี่ยทั้งหมด	$E_2 = 82.83$

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ - นามสกุล	นายปฐมพร เรืองจันทร์
วัน/เดือน/ปีเกิด	1 มีนาคม 2527
สถานที่เกิด	อ.เกาะสมุย จ.สุราษฎร์ธานี
ที่อยู่ปัจจุบัน	99/524 ม.8 ต.บางรักพัฒนา อ.บางบัวทอง จ.นนทบุรี 11110
ที่ทำงาน	สาขางานอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคปทุมธานี
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2542 สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนเกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี พ.ศ. 2545 สำเร็จการศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ โรงเรียนเทคโนโลยีสยาม พ.ศ. 2547 สำเร็จการศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยา เขตพระนครเหนือ พ.ศ. 2549 สำเร็จการศึกษาหลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม บัณฑิต สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง พ.ศ. 2555 สำเร็จการศึกษาหลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร บัณฑิต สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ประวัติการทำงาน	พ.ศ.2550-ปัจจุบัน ครูอัตราจ้าง สาขางานอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคปทุมธานี