การพัฒนาอุปกรณ์เซ็นเซอร์และทรานสดิวเซอร์ชนิดแสงสำหรับการประยุกต์ทางการแพทย์

DEVELOPMENT OF LASER-BASED SITE OR LIGHT DETECTOR OR SENSORS AND TRANSDUCERS SUITABLE FOR OUTDOOR ELECTRICAL SECTION

ศิษฐพร จิมพาลี

PICHET CHIMPALEE

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรดุษฎีบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์

บัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

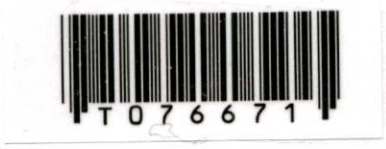
พ.ศ. 2549

ISBN 974-15-2127-0

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การพัฒนาชุดทดลองเรื่องอุปกรณ์ตรวจวัดแสง วิชาเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง

DEVELOPMENT OF LABORATORY SET OF LIGHT DETECTOR ON SENSORS AND TRANSDUCERS SUBJECT FOR POWER ELECTRICAL SECTION



พิเชษฐ ฉิมพรัตน์

PICHET CHIMPARUD

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 76671
วัน,เดือน,ปี - 6 S.A. 2550

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร
บัณฑิตวิทยาลัย
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2549

ISBN 974-15-2127-8

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

DEVELOPMENT OF LABORATORY SET OF LIGHT DETECTOR ON SENSORS AND TRANSDUCERS SUBJECT FOR POWER ELECTRICAL SECTION

PICHET CHIMPARUD

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
MASTER OF SCIENCE IN INDUSTRIAL EDUCATION
IN ELECTRICAL COMMUNICATIONS ENGINEERING
SCHOOL OF GRADUATE STUDIES
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
2006

ISBN 974-15-2127-8

COPYRIGHT 2006

SCHOOL OF GRADUATE STUDIES

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การพัฒนาชุดทดลองเรื่องอุปกรณ์ตรวจวัดแสงวิชา เซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง
นักศึกษา	พิเชษฐ ฉิมพรัตน์
รหัสประจำตัว	43064631
ปริญญา	ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร
พ.ศ.	2549
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์	รศ. วิสุทธิ์ สุนทรกนกพงศ์
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม	ดร. สมชาย หมื่นสายญาติ

บทคัดย่อ

การทำวิทยานิพนธ์ ครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างชุดทดลองอุปกรณ์ตรวจวัดแสง วิชาเซนเซอร์ และทรานสดิวเซอร์ และหาประสิทธิภาพชุดทดลองอุปกรณ์ตรวจวัดแสง วิชาเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ตามมาตราฐาน 80/80

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 2 สาขาช่างไฟฟ้ากำลัง ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2548 โรงเรียนเทคโนโลยีช่างอุตสาหกรรม กรุงเทพ จำนวน 20 คน ได้มาโดยการสุ่มแบบเจาะจง

การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลองอุปกรณ์ตรวจวัดแสง วิชาเซนเซอร์ และทรานสดิวเซอร์ มีวิธีดำเนินการดังนี้ ศึกษาวิเคราะห์เนื้อหาวิชาวิชาเซนเซอร์ และทรานสดิวเซอร์ โดยกำหนดเนื้อหาที่ทำชุดทดลองเกี่ยวกับอุปกรณ์ตรวจวัดแสง ซึ่งมี 3 เรื่อง และกำหนดจุดประสงค์ทั่วไปและจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ให้ครอบคลุมเนื้อหา ดำเนินการสร้างชุดทดลอง ใบงาน และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ เพื่อใช้ในการทดลองหลังจากนั้นนำ ชุดทดลอง ใบงาน และแบบทดสอบที่สร้างขึ้น เสนออาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์, อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม, ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาและใบงาน, ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเครื่องมือและอุปกรณ์ และผู้ทรงคุณวุฒิด้านแบบทดสอบ ตรวจสอบเพื่อหาข้อบกพร่อง ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้มาแก้ไขปรับปรุง และนำไปดำเนินการทดลองหาประสิทธิภาพ และวิเคราะห์ข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 20 คน

ผลการวิเคราะห์ ชุดทดลองอุปกรณ์ตรวจวัดแสง วิชาเซนเซอร์ และทรานสดิวเซอร์ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 88.33/85.00 สูงกว่าเกณฑ์มาตราฐาน 80/80 ที่ตั้งไว้และเป็นไปตามสมมุติฐานการวิจัย

Thesis Title	Development of Laboratory Set of Light Detector on Sensors and Transducers Subject for Power Electrical Section
Student.	Mr. Pichet Chimparud
Student ID.	43064631
Degree	Master of Science in Industrial Education
Programme	Electrical Communications Engineering
Year	2006
Thesis Advisor	Assoc. Prof. Wisuit Sunthonkanokpong
Thesis Co-Advisor	Dr.Somchai Maunsaiyat

ABSTRACT

The objectives of this research were to construct and find the efficiency of light detect for Sensors and Transducers. The efficiency standard was set at 80/80.

The sample was 20 first year students of Electric Power at Bangkok School of Industrial Technology in the 2005 academic year.

The method of the research was studying theories about light detect for sensors and transducers, determining the 3 parts, setting general and behavioral objectives, construction the demonstration circuit, writing worksheets and the objectives to accompany the 6 parts and developing the achievement tests. The circuit, the worksheets and the tests were brought to be evaluated by advisor, co-advisor and 3 experts for each area: the content and worksheets; instrument; and testing. The results of evaluation and the suggestions from advisor and the experts were used to improve all materials. The completed work was used with the sample group to measure and analyze data to find the efficiency of the laboratory set.

The result was that the laboratory set had the efficiency at 88.33/85.00 which was higher than the standard criteria of 80/80.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จสมบูรณ์ได้เนื่องมาจากความกรุณาในการให้คำปรึกษา แนะนำของ รศ. วิสุทธิ์ สุนทรกนกพงศ์ อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ และดร. สมชาย หมื่นสายญาติ อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม เกี่ยวกับการทำวิทยานิพนธ์ในขั้นตอนต่างๆ ตั้งแต่ต้นจนจบ

ขอขอบพระคุณ ผศ.ดร.ธีระพล เทพหัสดิน ณ อยุธยา ผศ. ดร.สุรสิทธิ์ ราตรี และรศ.ว่าที่ร้อยโท พิชัย สดภิบาล คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ได้ให้คำแนะนำในการปรับปรุงข้อบกพร่องต่างๆ เพื่อให้วิทยานิพนธ์นี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณท่านผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 5 ท่าน ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำ ตรวจสอบ แก้ไข และพิจารณาความถูกต้องของแบบสอบถามจนได้เครื่องมือรวบรวมข้อมูลที่สมบูรณ์

ขอขอบพระคุณท่านผู้บริหาร และอาจารย์โรงเรียนเทคโนโลยีช่างอุตสาหกรรมกรุงเทพ ที่กรุณาให้ความร่วมมือในการทำการทดลอง

ขอขอบพระคุณท่าน คุณพ่อ คุณแม่ ผู้เป็นที่เคารพรักยิ่ง และพี่ๆ ทุกคน ที่ได้ให้ความรัก ให้กำลังใจ ให้การสนับสนุน และให้ความช่วยเหลือในทุกด้านตลอดมา

ขอขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัย ที่อำนวยความสะดวกให้ความช่วยเหลือ ให้คำแนะนำขั้นตอนการทำวิจัย และการศึกษาเล่าเรียน ต่างๆ มาตั้งแต่ต้น

ขอขอบคุณเพื่อนๆ ทุกท่านและบุคคลที่ผู้วิจัยไม่ได้กล่าวในที่นี้ ที่ร่วมกันให้ความช่วยเหลือ แนะนำ สนับสนุนในด้านต่างๆ การกระตุ้นให้ดำเนินการ และกำลังกาย กำลังใจที่ให้ความช่วยเหลือในการดำเนินงานด้วยดี มาตลอด

พิเชษฐ ฉิมพรัตน์

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 สมมติฐานการวิจัย 2

1.4 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย 3

1.5 ขอบเขตของการวิจัย 3

1.6 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย 4

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 6

2.1 การศึกษาเนื้อหาวิชาเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ 6

2.2 การวิจัยเชิงทดลอง 7

2.3 การออกแบบและสร้างชุดทดลอง 8

2.4 การประเมินคุณภาพของสื่อสารการเรียนการสอน 10

2.5 การหาประสิทธิภาพชุดทดลอง 11

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 12

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 15

3.1 การเตรียมการวิจัย 15

3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง 16

3.3 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 16

3.4 ขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือ 17

3.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล 25

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.6 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล....26

บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล....29

4.1 การวิเคราะห์คุณภาพของชุดทดลองอุปกรณ์ตรวจวัดแสงด้านเนื้อหาและใบงาน....29

4.2 การวิเคราะห์คุณภาพของชุดทดลองอุปกรณ์ตรวจวัดแสงด้านเครื่องมือและอุปกรณ์....31

4.3 การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดทดลองอุปกรณ์ตรวจวัดแสง....32

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ....33

5.1 สรุปผลการวิจัย....33

5.2 อภิปรายผลการวิจัย....36

5.3 ข้อเสนอแนะ....37

บรรณานุกรม....39

ภาคผนวก....42

ภาคผนวก ก หนังสือราชการ....42

ภาคผนวก ข การคำนวณค่าสถิติ....51

ภาคผนวก ค แบบแสดงความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ....58

ภาคผนวก ง ตัวอย่างใบงาน ตัวอย่างแบบทดสอบและรูปแบบชิ้นงาน....69

ประวัติผู้เขียน....94

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

2.1 ชุดการทดลองและวัตถุประสงค์การทดลอง....7
4.1 ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาและใบงาน....29
4.2 ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิด้านด้านเครื่องมือและอุปกรณ์....31
4.3 ประสิทธิภาพของชุดทดลองอุปกรณ์ตรวจวัดแสงใช้กับกลุ่มตัวอย่าง 20 คน....32
6.1 ความยากง่าย P ค่าอำนาจจำแนก D....52
6.2 คะแนนเพื่อหาความเชื่อมั่น....53
6.3 การหาค่า IOC....55
6.4 คะแนนของแบบทดสอบท้ายการทดลองและคะแนนจากแบบทดสอบรวมใช้กับนักศึกษา 20 คน....56
6.5 แสดงผลการทดลองแสดงค่าความดันเอาต์พุต....72
6.6 แสดงผลการทดลองแสดงค่าความดันเอาต์พุต....76
6.7 แสดงผลการทดลองแสดงค่าความดันเอาต์พุต....80

สารบัญรูป

รูปที่ **หน้า**

3.1 ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย....18

3.2 ขั้นตอนในการสร้างใบงานที่ใช้ในการวิจัย....20

3.3 ขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน....22

3.4 ขั้นตอนการสร้างแบบประเมินความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาและชุดทดลอง....23

ง1 แสดงภาพด้านบน และด้านข้างของ แอลดีอาร์....70

ง2 แสดงการเชื่อมต่อระหว่างกล่องให้พลังงานแสง และโมดูล Lab1....71

ง3 แสดงวงจรของโมดูลที่ Lab1....72

ง4 แสดงกราฟความสัมพันธ์ของความเปลี่ยนแปลงค่าแรงดันไฟฟ้ากับความเข็มของแสง.... 73

ง5 แสดงโครงสร้างเซลล์แสงอาทิตย์....74

ง6 แสดงการเชื่อมต่อระหว่างกล่องให้พลังงานแสง และโมดูล Lab 2....75

ง7 แสดงวงจรของโมดูลที่ Lab 2....75

ง8 แสดงกราฟความสัมพันธ์ของความเปลี่ยนแปลงค่าแรงดันไฟฟ้ากับความเข็มของแสง....77

ง9 โครงสร้าง และ สัญลักษณ์ ของไดโอดพลังแสง....78

ง10 แสดงการเชื่อมต่อระหว่างกล่องให้พลังงานแสง และโมดูล Lab 3....79

ง11 แสดงวงจรของโมดูลที่ Lab 3....79

ง12 แสดงกราฟความสัมพันธ์ของความเปลี่ยนแปลงค่าแรงดันไฟฟ้ากับความเข็มของแสง....81

ง13 ชุดทดลอง แอลดีอาร์ เซลล์แสงอาทิตย์ และโฟโตไดโอด....88

ง14 วงจรภาคจ่ายไฟ....88

ง15 วงจรดิจิตอลโวลต์มิเตอร์....89

ง16 การทดลองเรื่อง แอลดีอาร์ เซลล์แสงอาทิตย์ และโฟโตไดโอด....89

ง17 ด้านหน้ากล่องปรับความเข้มของแสง....90

ง18 ด้านในกล่องปรับความเข้มของแสง....90

ง19 โมดูลชุดทดลอง แอลดีอาร์ เซลล์แสงอาทิตย์ และโฟโตไดโอด....91

ง20 โมดูลวงจรภาคจ่ายไฟ....92

ง21 โมดูลวงจรดิจิตอลโวลต์มิเตอร์....93

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การพัฒนาทางด้านอุตสาหกรรมได้มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง ทำให้มีความจำเป็นในการพัฒนาบุคลากรให้สอดคล้องกับความก้าวหน้าทางด้านอุตสาหกรรม ซึ่งในโรงงานอุตสาหกรรมส่วนใหญ่จะมีการใช้อุปกรณ์จำพวกเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์เป็นตัวตรวจจับหรือใช้เป็นอุปกรณ์เครื่องมือวัดไม่ว่าจะเป็นการใช้งานทั้งทางตรงหรือทางอ้อม โดยสถานศึกษาเป็นหน่วยงานที่มีหน้าที่จัดการเรียนการสอนให้ทันกับการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น

การผลิตบุคลากรที่มีคุณภาพโดยหน่วยงานของรัฐและเอกชนในบางแห่งยังประสบปัญหาในด้านคุณภาพเนื่องจากการขาดแคลนบุคลากร อุปกรณ์ชุดทดลองที่มีคุณภาพ ซึ่งปัญหาเหล่านี้ส่งผลต่อเนื่องในการจัดการเรียนการสอน มีผลให้คุณภาพของนักศึกษาไม่ได้คุณภาพตามเกณฑ์ที่ตั้ง ไว้ หรือไม่สอดคล้องกับความต้องการทางภาคอุตสาหกรรม

การจัดการเรียนการสอนทางด้านอาชีวศึกษา มีเป้าหมายอยู่ที่การฝึกทักษะวิชาชีพอย่างจริงจังและต่อเนื่อง จึงจะมีประสิทธิภาพ การเรียนการสอนภาคปฏิบัติก็เป็นวิธีการสอนอีกวิธีหนึ่งที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในเนื้อหาวิชาทางด้านทฤษฎีที่ได้เรียนมาแล้วโดยมีการฝึกทดลองปฏิบัติ เพื่อให้เกิดทักษะและความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ดังนั้นการเรียนการสอนทางด้านอาชีวศึกษาในทุกสาขาวิชา จึงจำเป็นต้องมีการฝึกปฏิบัติอย่างเหมาะสม และนอกจากนั้นในการจัดหลักสูตรการศึกษาจะต้องจัดให้สอดคล้องกับความจริงก้าวหน้า ที่ทันต่อสถานการณ์และเทคโนโลยีในปัจจุบัน (สุชาติ วงศ์พิพันธ์. 2542 : 2)

การดำเนินการเรียนการสอนให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ของหลักสูตรนั้นๆ ที่มุ่งให้นักเรียนมีการฝึกปฏิบัติ และทดลองจึงจำเป็นต้องมีชุดฝึก ชุดสาธิต ชุดปฏิบัติการ ใบงาน และสื่อการเรียนการสอนต่างๆ ที่เหมาะสมตามรายวิชานั้นๆ อย่างเต็มประสิทธิภาพ แต่การลงทุนในการจัดการเรียนการสอนด้านอาชีวศึกษามีต้นทุนที่สูงมาก ทั้งโรงฝึกงาน เครื่องมือ และอุปกรณ์ต่างๆ ก็มีราคาแพงและหายาก (สมศักดิ์ กระจายศรี. 2541 : 1)

การเรียนการสอนวิชาปฏิบัติเพื่อให้เกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้นั้นจะต้องใช้ชุดทดลองที่มีคุณภาพ และง่ายต่อการเข้าใจ ปัญหาอย่างหนึ่ง คือ การสั่งซื้อชุดทดลองภายในประเทศและต่างประเทศจะมีราคาแพง และนอกจากนี้แล้ว เนื้อหาของชุดทดลองอาจไม่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของหลักสูตรหรืออาจจะมีเนื้อหาบางส่วนสูงเกินความจำเป็น ซึ่งเป็นสาเหตุทำให้ชุดทดลองมีราคาแพงขึ้น และจะไม่เป็นความต้องการจริง

ในการเรียนการสอนของโรงเรียนในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการ การอาชีวศึกษาเอกชน ในรายวิชาเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ หลักสูตรระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง การอาชีวศึกษาเอกชน ซึ่งเนื้อหาตามสังเขปจะมีเนื้อหาเกี่ยวกับหลักการพื้นฐานของเซนเซอร์ทรานสดิวเซอร์ชนิดต่างๆ ที่ใช้ในงานการวัดและตรวจจับความดัน อุณหภูมิ อัตราการไหล ระดับความหนาแน่น ความชื้น ความหนืด ความนำ น้ำหนัก ความเร็ว เสียง แรงบิด แสงและเปลวไฟ พร็อกซิมิตี้สวิตซ์ ซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นในการจัดการเรียนการสอนที่จะต้องมีชุดทดลอง เพื่อให้ศึกษาคุณสมบัติในการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆในรายวิชาเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ ผู้วิจัยได้เห็นความสำคัญในการเรียนรู้ตามเนื้อหารายวิชา จึงทำการศึกษาปัญหาของอุปกรณ์ชุดทดลองในรายวิชาเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ ภายในกลุ่มโรงเรียนในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการ การอาชีวศึกษาเอกชน ซึ่งยังไม่มีชุดทดลองในวิชาเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ที่มีเนื้อหาในเรื่องตัวอุปกรณ์ตรวจจับแสงให้นักศึกษาทำการทดลอง ทำให้นักศึกษาขาดทักษะทางด้านปฏิบัติ ซึ่งทำให้การทำความเข้าใจในตัวอุปกรณ์ตรวจจับแสงนั้นยากขึ้น ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่ดีเท่าที่ควร

จากความสำคัญและปัญหาของวิชาเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ ทำให้ผู้วิจัยมีความประสงค์ที่จะศึกษาวิจัย เพื่อแก้ปัญหา โดยการสร้างชุดทดลองเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ ที่ครอบคลุมเนื้อหาเกี่ยวกับอุปกรณ์ตรวจวัดแสง ซึ่งผู้วิจัยได้คาดหวังว่าชุดทดลองอุปกรณ์ตรวจวัดแสงนี้จะสามารถนำไปแก้ปัญหาในการเรียนรู้เพื่อเพิ่มทักษะในทางปฏิบัติและจะถูกนำไปใช้ในการเรียนการสอนวิชาเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปี 2 สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง โรงเรียนเทคโนโลยีช่างอุตสาหกรรมกรุงเทพ

1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อสร้างชุดทดลองเรื่องอุปกรณ์ตรวจวัดแสง วิชาเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์
2. หาประสิทธิภาพของชุดทดลองอุปกรณ์ตรวจวัดแสง วิชาเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์

1.3 สมมติฐานการวิจัย

ชุดทดลองอุปกรณ์ตรวจวัดแสง วิชาเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ สามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนมีประสิทธิภาพไม่ต่ำกว่าเกณฑ์ 80/80

1.4 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย

การสร้างชุดทดลองอุปกรณ์ตรวจวัดแสง วิชาเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ ผู้วิจัยได้ทำการกำหนดขั้นตอนการออกแบบชุดทดลองจากกระบวนการเรียนการสอนของ กาเย่ (Gagne') ซึ่งมี 9 ขั้นตอนอ้างใน [ถนอมพร(ต้นพิพัฒน์) เลาหจรัสแสง. 2541 :41-48] ดังนี้

1. ดึงดูดความสนใจ
2. บอกวัตถุประสงค์
3. ทวนความรู้เดิม
4. การเสนอเนื้อหาใหม่
5. ชี้แนวทางการเรียนรู้
6. กระตุ้นการตอบสนอง
7. ให้ผลป้อนกลับ
8. ทดสอบความรู้
9. การจำและนำไปใช้

จากกระบวนการทฤษฎีการเรียนรู้ของ Gagne' ดังกล่าวผู้วิจัยได้ดัดแปลงนำมาใช้เป็นกรอบการสร้างชุดทดลอง จำนวน 5 ขั้นตอนคือ

1. ดึงดูดความสนใจ เพื่อกระตุ้น และจูงใจผู้ทดลอง
2. บอกวัตถุประสงค์การเรียนรู้ของชุดทดลองให้ผู้ทดลองได้ทราบล่วงหน้า
3. ชี้แนวทางการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้ทดลองมีทักษะ และประสบการณ์เดิมรวมกันเพื่อเกิดเป็นทักษะใหม่
4. กระตุ้นการตอบสนอง เพื่อให้ผู้ทดลองได้ร่วมกระทำกิจกรรมขั้นตอนต่างๆ
5. การจำและนำไปใช้งาน เป็นการสรุปเฉพาะประเด็นสำคัญ เพื่อให้ผู้ทดลองได้มีโอกาสทบทวน และสามารถนำความรู้ไปใช้ใหม่ได้

1.5 ขอบเขตของการวิจัย

1.5.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาการวิจัยครั้งนี้ คือ นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 2 (ปวส.2) ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ รหัสวิชา 3120-2003 ภาคการศึกษาที่ 1 ปีการศึกษา 2548 สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง โรงเรียนเทคโนโลยีช่างอุตสาหกรรม กรุงเทพ จำนวน 50 คน

1.5.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ คือ นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 2 ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ ภาคการศึกษาที่ 1 ปีการศึกษา 2548 สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง โรงเรียนเทคโนโลยีช่างอุตสาหกรรมกรุงเทพ จำนวน 20 คน ได้มาโดยการสุ่มแบบเจาะจง

1.5.3 ขอบข่ายเนื้อหาชุดทดลองอุปกรณ์ตรวจวัดแสง

ชุดทดลองอุปกรณ์ตรวจวัดแสง วิชาเซนเซอร์ทรานสดิวเซอร์ ที่ทำการสร้างขึ้นใช้สำหรับการเรียนการสอนภาคปฏิบัติในวิชาเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ รหัสวิชา 3120-2003 ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง โรงเรียนเทคโนโลยีช่างอุตสาหกรรมกรุงเทพ โดยมีเรื่องทดลองดังนี้

1. การทดลองเรื่อง ความต้านทานปรับเปลี่ยนตามแสง
2. การทดลองเรื่อง โซล่าเซลล์
3. การทดลองเรื่อง โฟโตไดโอด

1.6 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย

เพื่อความเข้าใจที่ถูกต้องตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย จึงกำหนดความหมายของคำต่าง ๆ ที่ใช้ในการวิจัยดังนี้คือ

1. ชุดทดลอง หมายถึง เครื่องมือที่ใช้ในการประกอบการวิจัยประกอบด้วย ตัวชุดทดลองพร้อมใบงานและแบบทดสอบวิชาเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ รหัสวิชา 3120-2003 ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาไฟฟ้ากำลัง กรมอาชีวศึกษา พุทธศักราช 2540

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คะแนนของนักศึกษาจากการทำแบบทดสอบท้ายใบงานในแต่ละใบงาน และคะแนนทำแบบทดสอบรวมทุกใบงาน

3. ประสิทธิภาพของชุดทดลอง หมายถึง ผลสัมฤทธิ์ของชุดทดลองในการทดลองใน 3 ใบงาน โดยวัดจากคะแนนการทำแบบทดสอบท้ายใบงานในแต่ละใบงาน และคะแนนทำแบบทดสอบรวมทุกใบงานตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 ดังกำหนดในสมมุติฐานการวิจัยดังนี้

80 ตัวแรก หมายถึง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ได้จากการหาค่าคะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบของนักศึกษาหลังการทดลองแต่ละใบงาน โดยคิดเป็นร้อยละ

80 ตัวหลัง หมายถึง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ได้จากการหาค่าคะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบรวมของนักศึกษาในการสอบหลังจากเรียนครบ 3 เรื่อง โดยคิดเป็นร้อยละ

4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คะแนนของนักศึกษาจากการปฏิบัติงานตามชุดทดลองที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

5. แบบทดสอบ หมายถึง เครื่องมือที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เพื่อใช้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาในการทดลอง

6. นักศึกษา หมายถึง นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 2 ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ รหัสวิชา 3120-2003 ภาคการศึกษาที่ 1 ปีการศึกษา 2548 สาขาวิชาไฟฟ้ากำลัง โรงเรียนเทคโนโลยีช่างอุตสาหกรรมกรุงเทพ

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยเพื่อทำการสร้าง และหาประสิทธิภาพชุดทดลองเรื่องอุปกรณ์ตรวจวัดแสง วิชา เซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาไฟฟ้ากำลัง กรมอาชีวศึกษา ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและผลงานวิจัยและวิชา ที่เกี่ยวข้องกับชุดทดลอง แบ่งออกเป็นหัวข้อ ดังต่อไปนี้คือ

2.1 การศึกษาเนื้อหาวิชาเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์

2.2 การวิจัยเชิงทดลอง

2.3 การออกแบบและสร้างชุดทดลอง

2.4 การประเมินคุณภาพของสื่อสารการเรียนการสอน

2.5 การหาประสิทธิภาพชุดทดลอง

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การศึกษาเนื้อหาวิชาเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์

พิจารณา สภาพรายวิชาของวิชาเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ มีดังนี้ รหัสวิชา 3120-2003 ชื่อวิชา เซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ (ท2 – ป3 - น3) (ศูนย์วิจัยกรมอาชีวศึกษา 2540 : 125)

จุดประสงค์รายวิชา เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจหลักการพื้นฐานของเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์แบบต่างๆ และมีทักษะในการใช้อุปกรณ์เซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ต่อไปใช้งานในการวัดและควบคุม

ศึกษาคุณสมบัติของอุปกรณ์และหลักการพื้นฐานของเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์แบบต่างๆ ที่ใช้ในงานการวัดและตรวจจับ ความดันอุณหภูมิ อัตราการไหล ระดับ ความหนาแน่น ความชื้น ความหนืด ความนำ น้ำหนัก ความเร็ว เสียง แรงบิด แสง และเปลวไฟ พร็อกซิมิตี้สวิตซ์ และอื่น ๆ ตลอดทั้งการประยุกต์ใช้ในงานอุตสาหกรรม

ปฏิบัติ การทดลองเกี่ยวกับการทำงานของอุปกรณ์เซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ แบบต่างๆ ผู้วิจัยได้ทำการเลือกสร้างชุดทดลองอุปกรณ์ตรวจวัดแสง ได้แก่

1. การทดลองเรื่อง ความต้านทานปรับเปลี่ยนตามแสง
2. การทดลองเรื่อง โซล่าเซลล์
3. การทดลองเรื่อง โฟโตไดโอด

โดยกำหนดและเขียนวัตถุประสงค์การทดลองในแต่ละเรื่องดังนี้

ตารางที่ 2.1 ชุดการทดลองและวัตถุประสงค์การทดลอง

เรื่องที่	หัวข้อการทดลอง	วัตถุประสงค์การทดลอง
1	ความต้านทานปรับเปลี่ยนตามแสง	1. อธิบายหลักการทำงานของ ความต้านทานปรับเปลี่ยนตามแสงได้ 2. สามารถต่อวงจรการทดลองได้ 3. วัดค่าต่าง ๆ ในวงจรได้ 4. สามารถวาดกราฟคุณลักษณะการทำงานของความต้านทานปรับเปลี่ยนตามแสงได้
2	โซล่าเซลล์	1. อธิบายหลักการทำงานของ โซล่าเซลล์ได้ 2. สามารถต่อวงจรการทดลองได้ 3. วัดค่าต่าง ๆ ในวงจรได้ 4. สามารถวาดกราฟคุณลักษณะการทำงานของ โซล่าเซลล์ได้
3	โฟโตไดโอด	1. อธิบายหลักการทำงานของ โฟโตไดโอดได้ 2. สามารถต่อวงจรการทดลองได้ 3. วัดค่าต่าง ๆ ในวงจรได้ 4. สามารถวาดกราฟคุณลักษณะการทำงานของ โฟโตไดโอดได้

2.2 การวิจัยเชิงทดลอง

การวิจัยเชิงทดลอง เป็นวิธีการแสวงหาความรู้อย่างมีระบบ และมีเหตุผล การทดลองเป็นวิธีการทดลองสมมติฐานอย่างหนึ่ง คือผู้วิจัยมีปัญหาที่จะวิจัยแล้ว ก็ตั้งสมมติฐาน ซึ่งสมมติฐานนี้อาจจะถูกหรือผิดก็ได้ การที่สมมติฐานนี้จะได้รับการยืนยัน หรือไม่ได้รับการยืนยันจากข้อมูลขึ้นอยู่กับการควบคุมความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรว่ามีความถูกต้องเพียงใด จุดมุ่งหมายของการวิจัยเชิงทดลอง ก็เพื่อพยากรณ์เหตุการณ์ที่ได้ผลจากการทดลอง และหาผลสรุปที่เกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่างๆ (พุธทอง โพธิปัญญา. 2540 :6)

วิธีดำเนินการวิจัยเชิงทดลอง ประกอบด้วยขั้นตอนต่างๆ ดังนี้

1. การศึกษางานวิจัย หนังสือ บทความต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาที่จะทำการวิจัย
2. กำหนดจุดมุ่งหมาย และนิยามปัญหา ที่จำเป็นให้ชัดเจน
3. ตั้งสมมติฐาน นิยามคำศัพท์เฉพาะ และตัวแปรให้ชัดเจน
4. สร้างแบบแผนการทดลองให้เป็นตัวแทนของข้อมูลทั้งหมด ระบุตัวแปรที่ไม่เกี่ยวข้อง

ทั้งหมด เลือกแผนการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับปัญหา เลือกกลุ่มตัวอย่างที่เป็นตัวแทนของประชากรทั้งหมด คัดเลือกเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย โดยพิจารณาถึงความเที่ยงตรงของเครื่องมือและแปลงสมมติฐานให้เป็นข้อมูลทางสถิติ

5. ดำเนินการทดลอง และต้องควบคุมสิ่งต่างๆ ให้คงที่

6. จำกัดลักษณะการกระทำ ที่อาจจะทำให้ได้ข้อมูลที่ผิด และที่มีอิทธิพลต่อการทดลอง

7. นำวิธีทางสถิติมาทดลองสมมติฐาน และพิจารณาความเชื่อมั่นของผลการวิจัยที่ได้

2.3 การออกแบบและสร้างชุดทดลอง

ในการออกแบบในการสร้างชุดทดลองผู้วิจัยได้นำแนวคิดของ Gagne ซึ่งมี 9 ขั้นตอน [ถนอมพร (ตันพิพัฒน์) เลาหจรัสแสง. 2541 :41 -48] มีดังนี้

1. ดึงดูดความสนใจ เป็นการกระตุ้นและจูงใจให้ผู้เรียนมีความต้องการที่จะเรียน ผู้เรียนที่มีแรงจูงใจที่จะเรียน ได้ดีกว่าผู้ที่มีแรงจูงใจน้อยหรือไม่มีแรงจูงใจเลย ตามหลักจิตวิทยาแล้วการจูงใจถือเป็นกระบวนการที่นำไปสู่พฤติกรรมที่มีเป้าหมาย(Motivated Behavior) และเป็นเป้าหมาย (Goal) ในที่สุด

2. บอกวัตถุประสงค์ เป็นการบอกวัตถุประสงค์แก่ผู้เรียน ทั้งเป็นการให้ผู้เรียนได้ทราบถึงเป้าหมายในการเรียนโดยรวมหรือสิ่งต่างๆที่ผู้เรียนสามารถทำได้หลังจากที่เรียนจบบทเรียน การบอกวัตถุประสงค์นี้อาจจะอยู่ในรูปวัตถุประสงค์กว้างๆ จนถึงวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม การบอกวัตถุประสงค์แก่ผู้เรียนเป็นสิ่งสำคัญซึ่งจะทำให้ผู้เรียนทำความเข้าใจเนื้อหาได้ดีขึ้น

3. ทวนความรู้เดิม การทวนความรู้เดิมของผู้เรียนตามทฤษฎีโครงสร้างความรู้(Schema Theory) การรับรู้ (Perception) เป็นสิ่งสำคัญที่ทำให้เกิดการเรียนรู้เนื่องจากไม่มีการเรียนรู้ใดเกิดขึ้นได้โดยปราศจากการรับรู้ นอกจากนี้การรับรู้ข้อมูลนั้นเป็นการสร้างความหมายโดยการเชื่อมโยงความรู้นั้นเข้าด้วยกัน ดังนั้นการปูความรู้พื้นฐานที่จำเป็นในการรับรู้ความรู้ใหม่ให้กับผู้เรียนจึงเป็นสิ่งจำเป็น

4. การเสนอเนื้อหาใหม่ เป็นการเสนอโดยใช้ตัวกระตุ้น (Stimuli) ที่เหมาะสมในการเสนอเนื้อหาใหม่เป็นสิ่งสำคัญสำหรับการสอน ทั้งนี้เพื่อช่วยให้การรับรู้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

5. ชี้แนวทางการเรียนรู้ ในการเรียนการสอนตามปกตินั้น บ่อยครั้งที่เราสังเกตว่า ครูผู้สอนไม่บอกคำตอบหรือนำเสนอแนวคิดหรือเนื้อหาโดยตรงกับผู้เรียน แต่ในทางตรงกันข้ามครูผู้สอนใช้การสอนแบบค้นพบหรือสอนแบบอุปมาน เช่นยกตัวอย่าง การยกตัวอย่างหรือตั้งคำถามชี้แนะกว้างๆ และแคบลงไปเรื่อยๆ เพื่อให้ผู้เรียนพยายามคิดวิเคราะห์เพื่อหาคำตอบหรือค้นพบแนวคิดหรือเนื้อหาใหม่นั้นด้วยตนเอง

6. การกระตุ้นการตอบสนอง การกระตุ้นให้เกิดการตอบสนองจากการเรียน กล่าวคือ หลังจากที่ผู้เรียนได้รับการชี้แนวทางการเรียนรู้และขั้นต่อไปคือการอนุญาตให้ผู้สอนหรือครูได้มีโอกาสทดสอบว่าผู้เรียนเข้าใจในสิ่งที่ตนกำลังสอนอยู่หรือไม่และผู้เรียนก็ได้มีโอกาสได้ทดสอบความเข้าใจของตนเองในเนื้อหาที่กำลังศึกษาอยู่เรียน

7. ให้ผลป้อนกลับ การให้ผลป้อนกลับถือว่าเป็นการเสริมแรงอย่างหนึ่งซึ่งทำให้เกิดการเรียนรู้ในตัวของผู้เรียน การให้ผลป้อนกลับนอกจากจะทำให้ผู้เรียนทราบสิ่งที่ตนเข้าใจนั้นถูกต้องมากน้อยเพียงใดแล้ว ยังทำให้เกิดแรงจูงใจในการเรียนอีกด้วย

8. ทดสอบความรู้ เป็นการประเมินว่าผู้เรียนนั้นได้เกิดการเรียนรู้ตามที่ได้ตั้งเป้าหมายเอาไว้อย่างไร การทดสอบความรู้นั้นอาจเป็นการทดสอบจากหลังผู้เรียน ได้เรียนจบวัตถุประสงค์หนึ่งซึ่งอาจเป็นช่วงระหว่างบทเรียนหรืออาจเป็นการทดสอบหลังจากผู้เรียนได้เรียนจบทั้งหมดแล้ว โดยการทดสอบความรู้นั้นนอกจากเป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ประเมินตัวเองแล้วผู้สอนก็ยังสามารถนำประโยชน์ของการทดสอบความรู้ไปใช้ในการประเมินว่าผู้เรียนนั้นได้รับความรู้และความเข้าใจเพียงพอที่จะผ่านไปศึกษาบทเรียนต่อไปหรือไม่ อย่างไร

9. การจำและนำไปใช้ สิ่งที่สำคัญที่จะช่วยให้ผู้เรียนมีความคงทนในการจำข้อมูลความรู้ใดความรู้หนึ่งนั้น ก็คือการทำให้เกิดบริบทที่มีความหมายต่อผู้เรียน การทำให้เกิดบริบทที่มีความหมายต่อผู้เรียนนั้นหมายถึงการทำให้ผู้เรียนตระหนักว่าข้อมูลความรู้ใหม่ที่ได้เรียนรู้ไปนั้นมีส่วนสัมพันธ์กับความรู้เดิมหรือประสบการณ์ที่ผู้เรียนมีความคุ้นเคยอย่างไร สำหรับขั้นตอนการสอนการสอนในส่วนของการนำไปใช้นั้นผู้สอนต้องมีการจัดหากิจกรรมใหม่ๆ และหลากหลายไว้สำหรับผู้เรียน โดยกิจกรรมที่จัดหามานี้จะต้องเป็นกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ประยุกต์ใช้ความรู้ที่เพิ่งเรียนรู้มาแตกต่างไปจากตัวอย่างในบทเรียน

จากทฤษฎีการเรียนรู้ของ การ์เย่ ดังกล่าวผู้วิจัยได้ดัดแปลงนำมาใช้เป็นกรอบในการสร้างชุดฝึกทดลอง จำนวน 5 ขั้นตอนคือ

1. ดึงดูดความสนใจ เพื่อกระตุ้น และจูงใจผู้ทดลองในการทดลองนั้นมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะได้รับแรงกระตุ้นและแรงจูงใจที่อยากจะทดลอง ดังนั้นชุดฝึกทดลองจะมีลักษณะที่เหมาะสม ใบงานการทดลองคู่มือกาทดลองมีเนื้อหาน่าสนใจ ซึ่งจะมีผลต่อความสนใจจากผู้ทดลอง

2. บอกวัตถุประสงค์ในการเรียนรู้ของชุดฝึกทดลองให้ผู้ทดลองได้ทราบล่วงหน้า การบอกวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้ผู้ที่ทดลองจะได้ทราบล่วงหน้าถึงประเด็นสำคัญของเนื้อหา และยังเป็นการบอกเค้าโครงของเนื้อหาด้วย การที่ผู้ทดลองทราบถึงเนื้อหาอย่างกว้าง ๆ จะทำให้ผู้ทดลองได้ผสมผสานแนวความคิด และทำให้การเรียนรู้มีประสิทธิ ภาพมากขึ้น

3. ชี้แนวทางการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้ทดลองมีทักษะและประสบการณ์เดิม รวมกันเกิดเป็นทักษะใหม่ ผู้ทดลองจะจำได้ดีหากมีการจัดระบบการเสนอให้มีความสัมพันธ์กับประสบการณ์เดิมของผู้ทดลอง

4. กระตุ้นการตอบสนอง เพื่อให้ผู้ทดลองได้ร่วมกระทำกิจกรรมขั้นตอนต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับเนื้อหา เช่น การถามการตอบ ซึ่งจะดีกว่าการเรียนโดยใช้การอ่านเพียงอย่างเดียว โดยการเรียนโดยใช้ชุดฝึกทดลองจะมีข้อดีกว่าการเรียนแบบใช้ เทป วีดีทัศน์ สไลด์ คือ ผู้ทดลองสามารถมีกิจกรรมร่วมได้ เช่นทดสอบการทำงานในวงจรต่าง ๆ จะทำให้ผู้ทดลองมีการจำที่ดีขึ้น

5. การจำและนำไปใช้งาน เป็นกาสรุปเฉพาะประเด็นสำคัญ เพื่อให้ผู้ทดลองได้มีโอกาสทบทวน และสามารถนำความรู้ไปใช้ใหม่ได้

2.4 การประเมินคุณภาพของสื่อสารการเรียนการสอน

วัลลภ จันทร์ตระกูล (2543 : 131-134) ได้กล่าวว่า การออกแบบสร้างสื่อการเรียนการสอนให้มีความเหมาะสมในด้านต่าง ๆ ที่มีคุณลักษณะเหมาะสมทั้งทางด้านเทคนิคการผลิตสื่อและด้านเนื้อหา จะทำได้อย่างไร เราสามารถทราบคุณลักษณะด้านต่าง ๆ โดยการประเมินสื่อสารการสอนนั้น ซึ่งอาจจะทำควบคู่ในระหว่างกระบวนการออกแบบหรือเมื่อสิ้นสุดการออกแบบสำเร็จเป็นงานด้านแบบก่อนดำเนินการผลิตออกมาในเชิงพาณิชย์ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. วัตถุประสงค์ในการประเมินคุณภาพของสื่อการเรียนการสอน

การประเมินคุณภาพสื่อการเรียนการสอนมีวัตถุประสงค์ดังนี้

1.1 เพื่อรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับข้อดี ข้อเสีย ในด้านต่าง ๆ ของสื่อการเรียนการสอน

1.2 นำข้อมูลที่ได้จากการประเมินไปแก้ไขพัฒนาปรับปรุงสื่อการเรียนการสอน

1.3 วางแผนในการพัฒนาสื่อการสอนเพิ่มเติมให้เกิดความสมบูรณ์ ในการเรียน การสอนตามหัวข้อ หรือสาขาวิชานั้น

2. ประเด็นในการประเมินคุณภาพ

ประเด็นในการประเมินคุณภาพอาจแบ่งออกเป็น 2 ด้าน คือ ด้านเทคนิคการผลิตสื่อและด้านเนื้อหา ในแต่ละประเด็นสามารถแตกออกเป็นประเด็นย่อย การคิดค้นประเด็นต่าง ๆ อาจใช้แผนภูมิปะการังเป็นเครื่องมือ ร่วมประชุม ระดมความคิด หรืออาจค้นคว้าประเด็นได้จากงานวิจัยต่าง ๆ ด้านการประเมินสื่อการเรียนการสอน ประเด็นที่นำเสนอนี้ เป็นประเด็นหลัก ๆ รวม ๆ สามารถเลือกไปใช้กับสื่อประเภทต่าง ๆ ได้ และเขียนในลักษณะด้านบวกหรืออุดมคติ

2.1 ประเด็นด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

มีประเด็นด้านต่าง ๆ คือ

(1) ขนาดสื่อ

ไม่ใหญ่ ไม่เล็ก มีขนาดเหมาะสม สอดคล้องกับมาตรฐาน สะดวกต่อการเก็บรักษาไม่ใช้เนื้อที่มากเกินไป

(2) น้ำหนัก

มีน้ำหนักเหมาะสม ขนย้าย นำไปใช้สอนได้สะดวก ๆ ไม่ต้องใช้อุปกรณ์ขนย้าย ผู้สอนนำไปใช้ได้ด้วยตนเอง

2.5 การหาประสิทธิภาพชุดทดลอง

อรพันธ์ ประสิทธิรัตน์. (2530 : 80-84) กล่าวไว้ว่า ในกรณีที่ได้ชุดทดลองที่สมบูรณ์แล้ว ก่อนนำชุดทดลองไปใช้กับผู้เรียน ควรนำชุดทดลองไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิประเมิน แล้วอาจต้องปรับปรุงแก้ไขจนเป็นที่พอใจแล้วนำไปทดลอง โดยหากลุ่มตัวอย่างเล็ก ๆ ประมาณ 2-3 คนก่อน เพื่อจะได้ตรวจสอบในด้านการใช้ถ้อยคำสำนวน หรือคำสั่งว่าเหมาะสมหรือไม่ ถ้าไม่เหมาะสมจะต้องทำการปรับปรุงแก้ไขใหม่ หลังจากนั้นจึงนำไปทดลองใช้กลับกลุ่มตัวอย่างประมาณ 10 คน เพื่อหาประสิทธิภาพตามกระบวนการหาประสิทธิภาพของสื่อการสอนโดยใช้สูตรดังนี้ (บุญเชิด ภิญโญอนันต์พงษ์. 2538 : 88-89)

$$E_1 = \frac{\left(\frac{\sum X}{N}\right)}{A} \times 100$$

$$E_2 = \frac{\left(\frac{\sum Y}{N}\right)}{B} \times 100$$

เมื่อ E_1 คือ ประสิทธิภาพของแบบทดสอบท้ายการทดลอง

E_2 คือ ประสิทธิภาพของแบบทดสอบรวม

$\sum X$ คือ คะแนนรวมของแบบทดสอบท้ายการทดลอง

$\sum Y$ คือ คะแนนรวมของแบบทดสอบรวม

A คือ คะแนนเต็มของแบบทดสอบท้ายการทดลอง

B คือ คะแนนเต็มของแบบทดสอบรวม

N คือ จำนวนผู้สอบทั้งหมด

การกำหนดเกณฑ์การหาประสิทธิภาพของชุดทดลอง การกำหนดเกณฑ์ E_1 / E_2 ให้มีค่าใดนั้นผู้สร้างชุดทดลองเป็นผู้พิจารณาตั้งเกณฑ์เอง โดยยึดเกณฑ์ในการพิจารณากำหนดเกณฑ์มาตรฐานดังนี้

1. เนื้อหาวิชาที่เป็นความรู้ ความจำ ควรตั้งเกณฑ์ให้สูงไว้ คือ 80/80,85/85 และ 90/90

2. เนื้อหาวิชาที่เป็นทักษะหรือเจตคติ ควรตั้งเกณฑ์ต่ำลงมาเล็กน้อย คือ 70/70, 75/75 แต่ผู้สร้างชุดทดลองอาจตั้งเกณฑ์สูงกว่านี้ก็ได้

การยอมรับประสิทธิภาพของบทเรียนสำเร็จรูป

1. สูงกว่าเกณฑ์ คือ ตั้งเกณฑ์ E_1 / E_2 ไว้แล้วได้ค่าประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ เช่น ตั้งเกณฑ์มาตรฐานไว้ 90/90 แล้วคำนวณค่าประสิทธิภาพชุดทดลองได้ 95/95

2. เท่าเกณฑ์ คือ ตั้งเกณฑ์ E_1 / E_2 ไว้แล้วได้ค่าประสิทธิภาพเท่ากับเกณฑ์ที่ตั้งไว้พอดี เช่น ตั้งเกณฑ์มาตรฐานไว้ 90/90 แล้วคำนวณค่าประสิทธิภาพชุดทดลองได้ 90/90

3. ต่ำกว่าเกณฑ์ คือ ตั้งเกณฑ์ E_1 / E_2 ไว้แล้วได้ค่าประสิทธิภาพต่ำกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ เช่น ตั้งเกณฑ์มาตรฐานไว้ 90/90 แล้วคำนวณค่าประสิทธิภาพชุดทดลองได้ 80/80

ในกรณีที่การหาประสิทธิภาพของชุดทดลองแล้วผลออกมาต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ เช่น ตั้งเกณฑ์มาตรฐานไว้ 90/90 แล้วคำนวณค่าประสิทธิภาพชุดทดลองได้ 80/80 ซึ่งเราสามารถยอมรับได้ว่าเป็นนวัตกรรมที่ได้มาตรฐานเนื่องจากประสิทธิภาพที่คำนวณได้ต่ำกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ไม่เกิน $\pm$ 2.5 %

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลองวิชาปฏิบัติเซนเซอร์ทรานสดิวเซอร์ ในด้านต่าง ๆ ดังนี้

พิพิธ ตันเจริญ (2546 : 72-73) ได้ทำการวิจัยในเรื่อง การพัฒนาชุดฝึกโทรทัศน์สี วิชาปฏิบัติโทรทัศน์ 2 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาช่างอิเล็กทรอนิกส์ ผลการวิจัยพบว่าคุณภาพของชุดฝึกโทรทัศน์สีโดยผู้ทรงคุณวุฒิมีความเห็นเกี่ยวกับชุดฝึกโทรทัศน์สีด้านเนื้อหาและใบงานที่สร้างขึ้นอยู่ในระดับดีมากได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.45 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.53 และคุณภาพของชุดฝึกโทรทัศน์สีโดยผู้ทรงคุณวุฒิ มีความเห็นเกี่ยวกับชุดฝึกโทรทัศน์สีด้านเทคนิคการผลิตสื่อที่พัฒนาขึ้นอยู่ในระดับดี ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.40 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.52

พิพัฒน์ สมใจ (2546 : บทคัดย่อ) ทำการวิจัยเรื่อง การสร้างและหาประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการวงจรออปแอมป์ วิชาปฏิบัติอิเล็กทรอนิกส์ 1 โปรแกรมวิชาอิเล็กทรอนิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรอนุปริญญา สถาบันราชภัฏ กระทรวงศึกษาธิการ ผลการวิจัยซึ่งได้จาก

การวิเคราะห์ข้อมูลปรากกว่า ชุดปฏิบัติการวงจรออมแอมป์ วิชาปฏิบัติอิเล็กทรอนิกส์ 1 โปรแกรมวิชาอิเล็กทรอนิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรอนุปริญญา สถาบันราชภัฏกระทรวงศึกษาธิการที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 84.17/83.27 สูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดและเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ โดยมีประสิทธิภาพของกระบวนการวัดผล จากคะแนนสอบท้ายการทดลองเฉลี่ยได้เท่ากับ 84.17 และมีประสิทธิภาพของการทดสอบหลังการทดลองครบ 6 ใบงานได้เท่ากับ 83.27

สมศักดิ์ ธนพุทธิวิโรจน์ (2543 : บทคัดย่อ) ทำวิจัยเรื่องการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการสอนวิชาวงจรอิเล็กทรอนิกส์ 1 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล พุทธศักราช 2535 ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าชุดการสอนวิชาวงจรอิเล็กทรอนิกส์ 1 ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ 80/80

สถาพร จำรัสเลิศลักษณ์ (2542 : 66-74) ทำการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดประลองประกอบการฝึกอบรมเรื่องวงจรชุดอุปกรณ์แฮนด์ฟรี ใช้เกณฑ์กำหนดาการวิจัยของการหาประสิทธิภาพไว้ที่ 80/80 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็น พนักงานฝ่ายช่างซ่อมบริการของบริษัทบลิสเทล จำกัด ที่สำเร็จการศึกษาระดับ ปวส. สาขาวิชาไฟฟ้า/อิเล็กทรอนิกส์ จำนวน 15 คน ผลการวิจัยพบว่าคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบท้ายการทดลองคิดเป็นร้อยละ 81.93 และผลคะแนนจากการทำแบบทดสอบรวมคิดเป็นร้อยละ 80.66 ซึ่งเป็นไปตามสมมุติฐานของการวิจัย

เตือนใจ อาชีวพานิชย์ (2542 : บทคัดย่อ) ทำวิจัยเรื่องสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการสอนวิชาการวิเคราะห์โครงข่าย โดยนำไปทดลองใช้กับนักศึกษาภาควิชาอิเล็กทรอนิกส์แลโทรคมนาคม ของสถาบันเทคโนโลยีราชมงคลวิทยาเขตนนทบุรี ในภาคเรียนที่ 1 จำนวน 20 คน ผลปรากฏว่า ชุดการสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 82.02/80.32

พุธทอง โพธิปัญญา (2540 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่องาการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลองการติดต่อสื่อสารด้วยเส้นใยแก้วนำแสง วิธีการโดยสร้างชุดประลองการติดต่อสื่อสารด้วยเส้นใยแก้วนำแสง ด้วยการวิเคราะห์หาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้ชุดประลองการติดต่อสื่อสารด้วยเส้นใยแก้วนำแสง ที่สร้างขึ้น เพื่อประกอบการเรียนการสอน วิชาหลักการเบื้องต้นของระบบรับส่ง ด้วยเส้นใยแก้วนำแสง แผนกวิชามัลติเพล็กซ์ มีเป้าหมายเพื่อลดปัญหาการขาดแคลนชุดประลอง และช่วยส่งเสริมทักษะการเรียนได้ดียิ่งขึ้น วิธีดำเนินการวิจัย ผู้วิจัยดำเนินการออกแบบและสร้างชุดประลอง ให้ตรงตามหลักสูตร ครอบคลุมเนื้อหาจำนวน 6 เรื่อง โดยการเลือกใช้อุปกรณ์ที่หาซื้อง่ายในประเทศ ราคาประหยัด จากนั้นนำไปทดลองใช้ เพื่อหาประสิทธิภาพเครื่องมือที่ใช้ในการหาประสิทธิภาพ ได้แก่ใบประลอง แบบทดสอบหลังการประลอง และแบบทดสอบรวมทุกการประลอง กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย คือผู้ที่ได้เข้ารับการอบรมของแผนกวิชามัลติเพล็กซ์ จำนวน 20 คน ผลการวิจัยพบว่า ชุดประลองการติดต่อสื่อสารด้วยเส้นใยแก้วนำแสงที่สร้างขึ้น มีประสิทธิภาพ 84.42 / 85.57 ซึ่งเป็นไปตามสมมุติฐานการวิจัยนักศึกษามี

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เมื่อใช้ชุดทดลองใหม่คิดเป็นคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 25.22 เมื่อใช้ชุดทดลองเดิม มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 21.94 ไม่แตกต่างกันที่ความเชื่อมั่น ร้อยละ 95 เป็นไปตามสมมติฐานของการวิจัยชุดทดลองใหม่เหมาะสมในการใช้งาน ด้านเอื้ออำนวยความสะดวก และสอดคล้องกับหลักสูตร

พันธ์ศักดิ์ พุฒิมานิตพงศ์ (2540 : 35-37) ทำการวิจัยสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลองวิชาการออกแบบวงจรขยายเชิงเส้น หลักสูตรประกาศนียบัตรครูเทคนิคชั้นสูง (ปทส.) โดยสร้างชุดทดลอง ใบงาน และแบบทดสอบ ครอบคลุมเนื้อหาตามหลักสูตรประกาศนียบัตรครูเทคนิคชั้นสูง พุทธศักราช 2533 ของกรมอาชีวศึกษา ใช้เกณฑ์กำหนดร้อยละ 80/80 กลุ่มทดลองที่ใช้เป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรครูเทคนิคชั้นสูง สาขาวิชาไฟฟ้า วิชาเอกเทคนิคไฟฟ้าสื่อสาร วิทยาลัยช่างกลปทุมวัน กรมอาชีวศึกษา จำนวน 21 คน การวิจัย ได้ผลคะแนนเฉลี่ยจากการฝึกภาคทดลอง และการทำแบบทดสอบท้ายการทดลอง เป็นค่าเฉลี่ยร้อยละ 83.33 ผลคะแนนเฉลี่ยจากการทำข้อสอบรวม เฉลี่ยร้อยละ 84.53 ซึ่งผลทั้งสองสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด ผลความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิเกี่ยวกับชุดทดลอง และใบงาน มีความเห็นว่าชุดทดลองมีคุณค่าและมีประโยชน์เหมาะสมในการนำไปใช้เป็นสื่อการเรียนการสอน

บทที่ 3
วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experiment research) เพื่อหาประสิทธิภาพ ของ ชุดทดลอง วิชาเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ เรื่องอุปกรณ์ตรวจวัดแสงศึกษาจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา ที่เรียนด้วยชุดฝึกที่สร้างขึ้น มีขั้นตอนดังนี้

3.1 การเตรียมการวิจัย

3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.4 ขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือ

3.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล

3.6 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 การเตรียมการวิจัย

ทำการศึกษารายละเอียดตามหัวข้อต่อไปนี้

1. ศึกษาปัญหาการเรียนการสอนในรายวิชาเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ รหัส 3120-2003 ในภาคปฏิบัติให้สอดคล้องกับเนื้อหาทางภาคทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย โดยทำการรวบรวมปัญหาที่เกิดขึ้นจากผู้สอนและ ของโรงเรียนเทคโนโลยีช่างอุตสาหกรรมกรุงเทพ และทำการค้นคว้าจากเอกสารทางวิชาการ เพื่อกำหนดแนวทางในการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

2. ศึกษารายละเอียดของหลักสูตร รายวิชาเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ รหัส 3120-2003 ตามหลักสูตรระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาไฟฟ้ากำลัง กรมอาชีวศึกษา โรงเรียนเทคโนโลยีช่างอุตสาหกรรมกรุงเทพ ฉบับพุทธศักราช 2540 โดยผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์จากลักษณะรายวิชาเพื่อทำการกำหนดหัวข้อการทดลอง และวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ต้องการ โดยปรึกษากับอาจารย์ผู้สอนที่มีประสบการณ์ในรายวิชานี้จะทำให้นักศึกษาได้เรียนตามหลักสูตร และได้พิจารณาแบ่งออกเป็น 3 เรื่องดังนี้

1. การทดลองเรื่อง ความต้านทานปรับเปลี่ยนตามแสง
2. การทดลองเรื่อง โซล่าเซลล์
3. การทดลองเรื่อง โฟโตไดโอด

3. ศึกษาและออกแบบลักษณะวงจรของชุดทดลอง ซึ่งจะนำมาสร้างเป็นชุดทดลองอุปกรณ์ตรวจวัดแสง วิชาเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ เพื่อให้สะดวกต่อการใช้การทดลอง

4. ศึกษาขั้นตอนและวิธีการสร้างชุดทดลอง
5. ศึกษาขั้นตอนและวิธีดำเนินการหาประสิทธิภาพของชุดทดลองที่สร้าง

3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาการวิจัยครั้งนี้ คือ นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 2 (ปวส.2) ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ ภาคการศึกษาที่ 1 ปีการศึกษา 2548 สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง โรงเรียนช่างอุตสาหกรรมกรุงเทพ จำนวน 50 คน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ คือ นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 2 ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ ภาคการศึกษาที่ 1 ปีการศึกษา 2548 สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง โรงเรียนเทคโนโลยีช่างอุตสาหกรรมกรุงเทพ จำนวน 20 คน ได้มาโดยการสุ่มแบบเจาะจง

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลองอุปกรณ์ตรวจวัดแสง วิชาเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ ดังนั้นเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ส่วนต่างๆ ดังนี้

1. ชุดทดลองอุปกรณ์ตรวจวัดแสง วิชาเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์
   1.1 ชุดวงจรทดลอง แอลดีอาร์ เซลล์แสงอาทิตย์ และโฟโตไดโอด
   1.2 วงจรภาคจ่ายไฟ
   1.3 วงจรดิจิตอลโวลต์มิเตอร์
   1.4 กล่องปรับความเข้มของแสง
2. ใบงาน เป็นใบงานที่ให้นักศึกษาปฏิบัติการทดลอง ในใบงานจะประกอบด้วย
   2.1 วัตถุประสงค์ในการทดลอง
   2.2 รายการอุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้
   2.3 ทฤษฎีและคำแนะนำที่เกี่ยวข้อง
   2.4 ลำดับขั้นในการทดลอง ซึ่งจะมีรายละเอียดในการทดลองเป็นลำดับขั้น วงจรที่ทำการทดลอง ตารางบันทึกค่า ตอนท้ายมีการสรุปผลการทดลอง และคำถามท้ายการทดลอง
3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
4. แบบประเมินคุณภาพของชุดทดลอง

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

3.4 ขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือ

3.4.1 การสร้างชุดทดลอง

ก่อนที่ผู้วิจัยจะดำเนินการสร้างต้นแบบของชุดทดลองและใบงาน มีขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษารายระเอียดรายวิชา เพื่อหาปัญหาของรายวิชาเพื่อกำหนดหัวเรื่องของชุดทดลอง

2. ออกแบบวงจรและกำหนดค่าอุปกรณ์ต่างๆ สำหรับการทดลองในแต่ละหัวข้อ ทำการจัดลำดับการทดลองและตารางบันทึกผลต่างๆ เพื่อเป็นข้อมูลขั้นต้นของชุดทดลองอุปกรณ์ตรวจวัดแสง วิชาเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์

3. ปรึกษากับอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ และ อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม เพื่อขอคำแนะนำและปรับปรุงแก้ไข

4. สร้างชุดทดลองอุปกรณ์ตรวจวัดแสง วิชาเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์

5. นำชุดทดลองอุปกรณ์ตรวจวัดแสง วิชาเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ ให้ผู้ทรงคุณวุฒิประเมินและนำกลับมาปรับปรุง

6. นำชุดทดลองไปใช้กับนักศึกษากลุ่มย่อยที่เคยเรียนวิชาเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์มาแล้วจำนวน 3 คน

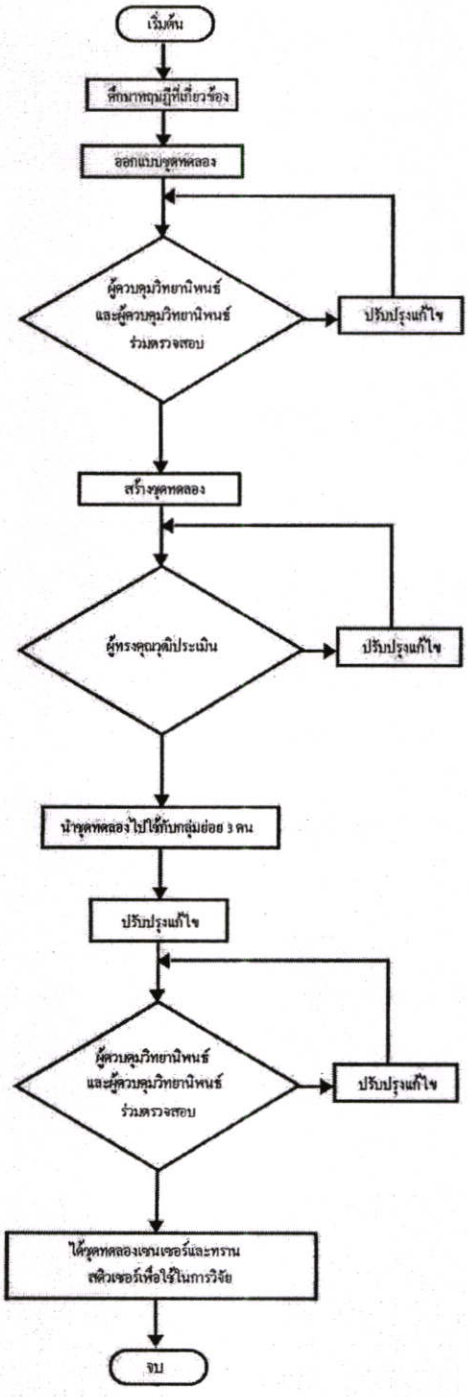
7. ปรับปรุงชุดทดลองที่ได้

8. ปรึกษากับอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ และ อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม เพื่อขอคำแนะนำและปรับปรุงแก้ไข

9. ได้ชุดทดลองอุปกรณ์ตรวจวัดแสง วิชาเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ เพื่อนำไปทดลองกับใบงานใช้กบกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 20 คน

76671

สรุปขั้นตอนการออกแบบสร้างชุดทดลองอุปกรณ์ตรวจวัดแสง วิชาเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ ได้แสดงในภาพที่ 3.1



ภาพที่ 3.1 ขั้นตอนการสร้างชุดทดลองที่ใช้ในการวิจัย

3.4.2 การสร้างใบงาน

การสร้างใบงาน อุปกรณ์ตรวจวัดแสง วิชาเซนเซอร์ทรานสดิวเซอร์ โดยสร้างให้มีความสัมพันธ์กับชุดทดลองที่ผู้วิจัยออกแบบ ซึ่งมีรายละเอียดการสร้างดังขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาเนื้อหาเนื้อหาทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง เนื่องจากเนื้อหาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องโดยสรุป เป็นสิ่งสำคัญส่วนหนึ่งของใบงานในแต่ละเรื่อง ดังนั้น ผู้วิจัยได้ทำการค้นคว้าจากเอกสารและตำรา

2. ออกแบบใบงาน ประกอบด้วย หัวข้อการทดลอง เนื้อหาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องโดยสรุป วัตถุประสงค์ของการทดลอง อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง ลำดับขั้นตอนการทดลอง วงจรการทดลอง ตารางบันทึกผลการทดลอง รวมทั้งคำถามท้ายการทดลอง

3. ปรึกษากับอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ และ อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม เพื่อขอคำแนะนำและปรับปรุงแก้ไข

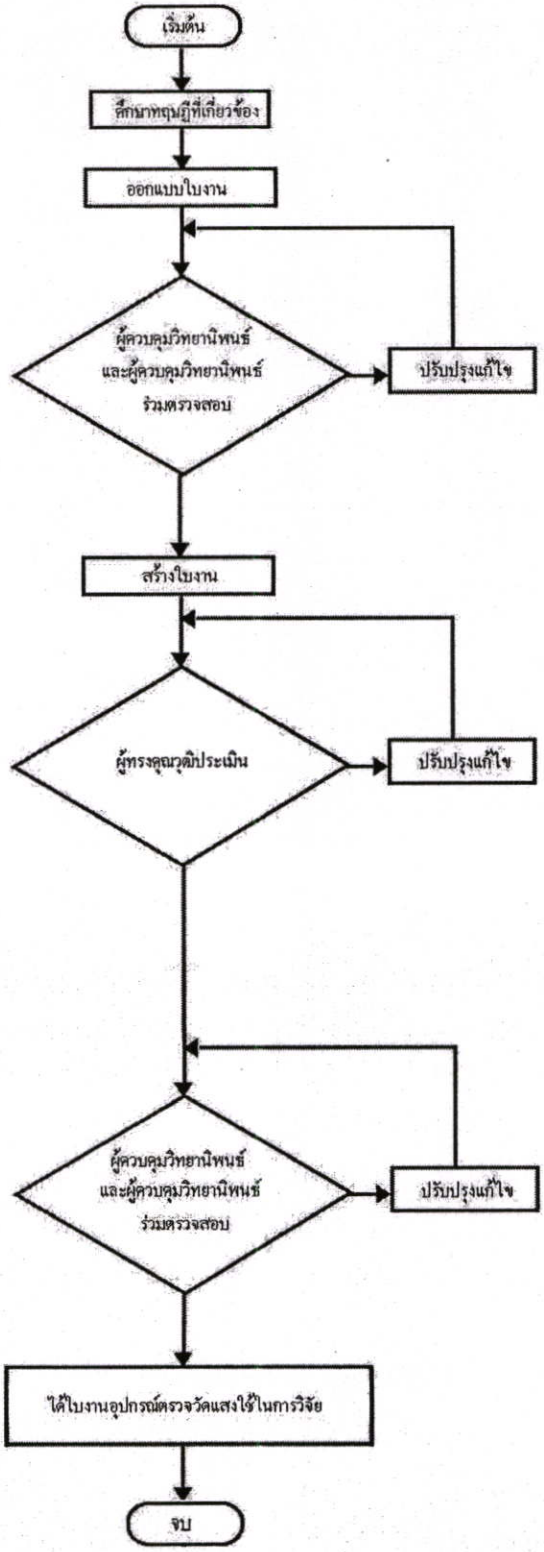
4. สร้างใบงานอุปกรณ์ตรวจวัดแสง วิชาเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์

5. นำใบงานอุปกรณ์ตรวจวัดแสง วิชาเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ ให้ผู้ทรงคุณวุฒิประเมินและนำกลับมาปรับปรุง

6. ปรึกษากับอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ และ อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม เพื่อขอคำแนะนำและปรับปรุงแก้ไข

7. ได้ใบงานอุปกรณ์ตรวจวัดแสง วิชาเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ เพื่อนำไปใช้ทดลองกับชุดทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 20 คน

สรุปขั้นตอนการออกแบบสร้างใบงาน อุปกรณ์ตรวจวัดแสง วิชาเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ ได้แสดงในภาพที่ 3.2



ภาพที่ 3.2 ขั้นตอนในการสร้างใบงานที่ใช้ในการวิจัย

3.4.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1. โดยทำการศึกษาเอกสารเรื่องที่เกี่ยวข้อง และรายละเอียดต่างๆ จากใบงานที่สร้างขึ้นจากวงจรที่ใช้ในการทดลอง จากผลการทดลองที่ได้ นำมาสร้างแบบทดลอง และกำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

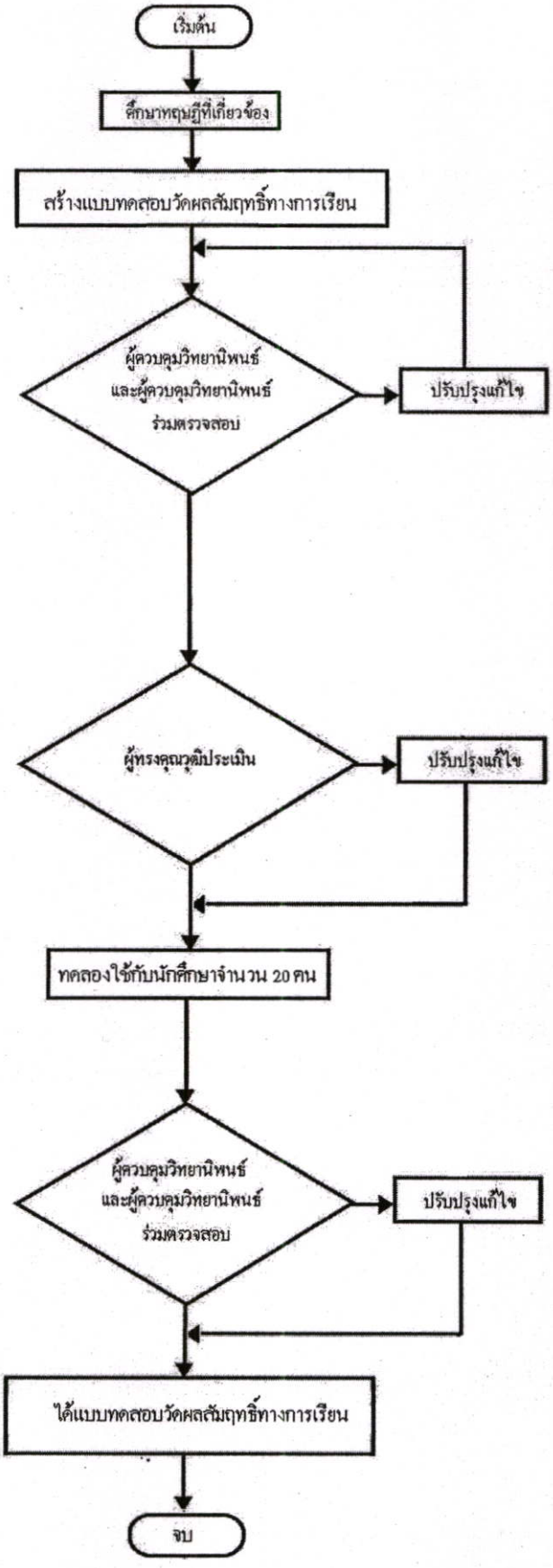
2. ขั้นต่อไปนำเสนออาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ และผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วมตรวจสอบ หากมีข้อบกพร่องทำการปรับปรุงแก้ไข

3. นำไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาประเมินความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา หากมีข้อบกพร่องทำการปรับปรุงแก้ไข

4. นำไปใช้กับกลุ่มทดลองจำนวน 20 คน นักศึกษาที่เคยเรียน วิชาเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ มาแล้ว โดยนำผลการเรียนของนักศึกษามาคัดเลือกเป็นกลุ่ม เก่ง และอ่อน กลุ่มละ 10 คน รวม 20 คน นำชุดทดลอง และแบบทดสอบที่สร้างขึ้นไปใช้ทดลองกับนักศึกษากลุ่มนี้ เพื่อหาค่าความยากง่ายอำนาจจำแนกค่าความเชื่อมั่น

5. นำข้อมูลที่ได้ให้อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์และอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วมตรวจสอบ

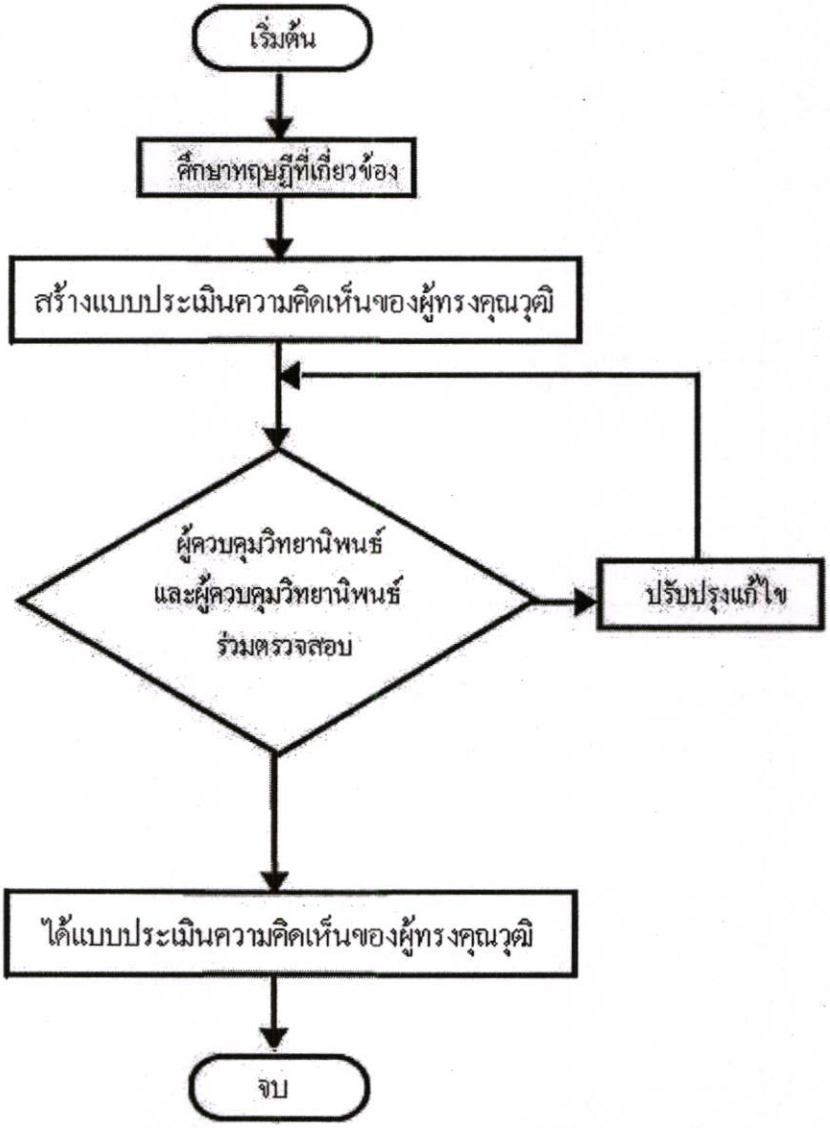
ซึ่งพอจะสรุปขั้นตอนในการสร้างดังแสดงในภาพที่ 3.3



ภาพที่ 3.3 ขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.4.4 การประเมินคุณภาพชุดทดลอง

โดยทำการศึกษาเอกสารในเรื่องที่เกี่ยวข้อง รายละเอียดต่างๆ จากใบงานและชุดทดลองที่สร้างขึ้นนำส่วนต่างๆ เหล่านี้มาทำการสร้างแบบประเมินความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ นำไปให้อาจารย์ควบคุมวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วมตรวจสอบแก้ไข นำมาปรับปรุงจนถูกต้องเหมาะสม จึงนำไปใช้ประเมินความคิดเห็นจากผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาและสื่อชุดทดลอง ขั้นตอนในการสร้างแบบประเมินความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ แสดงในภาพที่ 3.4



ภาพที่ 3.4 ขั้นตอนการสร้างแบบประเมินความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาและชุดทดลอง

หาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยให้ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาเป็นผู้ตรวจสอบประเมิน พิจารณาความสอดคล้องของคำถามกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

+1 คะแนน สำหรับข้อคำถามที่สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

0 คะแนน สำหรับข้อคำถามที่ไม่แน่ใจว่าสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

-1 คะแนน สำหรับข้อคำถามที่ไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

บันทึกผลการพิจารณาของผู้ทรงคุณวุฒิในแต่ละข้อแล้วนำไปหาดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ใช้ข้อที่มีค่า 10C ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป

การหาดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับจุดประสงค์ (บุญเชิด ภิญโญอนันต์พงษ์ 2538:88-89) ใช้สูตรดังนี้

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

เมื่อ IOC คือ ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์

$\sum R$ คือ ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิทั้งหมด

N คือ จำนวนผู้ทรงคุณวุฒิทั้งหมด

โดยแบ่งความคิดเห็นออกเป็น 5 ระดับ และเกณฑ์การจัดค่าเฉลี่ย 5 ระดับ ดังนี้ (ล้วน สาย ยศ. 2538 : 167 -169)

ระดับความคิดเห็น 5 ระดับ

ระดับ 5 หมายถึง คุณภาพดีมาก

ระดับ 4 หมายถึง คุณภาพดี

ระดับ 3 หมายถึง คุณภาพปานกลาง

ระดับ 2 หมายถึง คุณภาพพอใช้

ระดับ 1 หมายถึง คุณภาพควรปรับปรุง

เกณฑ์การจัดระดับค่าเฉลี่ย 5 ระดับ

คะแนนเฉลี่ย 4.50 – 5.00 หมายถึง มีคุณภาพดีมาก

คะแนนเฉลี่ย 3.50 – 4.49 หมายถึง คุณภาพดี

คะแนนเฉลี่ย 2.50 – 3.49 หมายถึง คุณภาพปานกลาง

คะแนนเฉลี่ย 1.50 – 2.49 หมายถึง คุณภาพพอใช้

คะแนนเฉลี่ย 1.00 – 1.49 หมายถึง คุณภาพควรปรับปรุง

3.4.5 การตรวจสอบคุณภาพของชุดทดลอง

การประเมินคุณภาพชุดทดลองของผู้ทรงคุณวุฒิ ในการพัฒนาชุดทดลอง เรื่องอุปกรณ์ตรวจวัดแสง โดยมีผู้ทรงคุณวุฒิประเมินคุณภาพชุดทดลองจำนวน 3 ท่าน ได้แก่

1. อาจารย์เรืองวิทย์ จันชีลอง อาจารย์ 2 ระดับ 7 วิทยาลัยสาระพัดช่างนครหลวง

2. อาจารย์เจริญ ต้นแทน หัวหน้าแผนกช่างไฟฟ้ากำลัง โรงเรียนเทคโนโลยีช่างอุตสาหกรรมกรุงเทพ

3. อาจารย์สมบูรณ์ เนียมกล่ำ นักพัฒนาทรัพยากรบุคคล ระดับ 8ว สำนักพัฒนาสมรรถภาพครูและบุคลากรอาชีวศึกษา สังกัดสำนักงานการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ

ผลที่ได้จากผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 3 ท่าน คือ ระดับคะแนนเฉลี่ย 4.5 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.58 อยู่ในระดับดีมาก

ภายหลังผู้วิจัยได้สร้าง ใบงานเสร็จได้นำใบงานที่สร้างขึ้น และให้ผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านเทคนิคการผลิตสื่อตรวจสอบ เพื่อปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องก่อนนำใบงานไปใช้ โดยมีผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่าน เป็นผู้ตรวจสอบได้แก่

1. ผศ. สืบศักดิ์ พันธุ์ไพโรจน์ วิทยาลัยเทคโนโลยีอุสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

2. อาจารย์สมคิด สังข์สิน อาจาร์ 2 ระดับ 7 แผนกโทรคมนาคม วิทยาลัยเทคนิคฉะเชิงเทา

3. อาจารย์สมบูรณ์ เนียมกล่ำ นักพัฒนาทรัพยากรบุคคล ระดับ 8ว สำนักพัฒนาสมรรถภาพครูและบุคลากรอาชีวศึกษา สังกัดสำนักงานการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ พระนครศรีอยุธยา

ผลที่ได้จากผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 3 ท่าน คือ ระดับคะแนนเฉลี่ย 4.63 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.48 อยู่ในระดับดีมาก

3.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในขั้นตอนการทดลองใช้ใบงานและชุดทดลองที่สร้างขึ้น และการเก็บรวบรวมข้อมูลต่างๆ มีลำดับขั้นตอนในการดำเนินการดังนี้

1. บันทึกเสนอขอความอนุเคราะห์ให้งานบัณฑิตศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดการบัง ออกหนังสือขอความร่วมมือไปยังโรงเรียนเทคโนโลยีช่างอุตสาหกรรมกรุงเทพ ในการนำเอาชุดทดลองการที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่กำหนดไว้

2. นำชุดทดลองและใบงานที่สร้างขึ้น ไปดำเนินการวิจัยกับกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย ซึ่งเป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 2 สาขาวิชาช่างไฟฟ้า ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ โรงเรียนเทคโนโลยีช่างอุตสาหกรรมกรุงเทพ จำนวน 20 คน แนะนำชุดทดลองและใบงาน เรื่องอุปกรณ์ตรวจวัดแสง แก่นักศึกษากลุ่มตัวอย่างทั้งหมดก่อน โดยให้ทราบถึงขอบข่ายการใช้งาน หลักการในการทำงาน ส่วนประกอบที่เกี่ยวข้อง วิธีการปฏิบัติก่อนการทดลอง และอธิบายทฤษฎีพร้อมคำแนะนำในการทดลองทุกครั้ง

3. ทดลองใบงานแต่ละใบงานจนครบทั้ง 3 ใบงาน นำคะแนนที่ได้แต่ละใบงานมาหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา หลังจากเรียนจนครบทั้ง 3 ใบงาน แล้วทำแบบทดสอบรวม 3 ใบงาน นำข้อมูลที่ได้มาหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา นำคะแนนที่ได้มาคำนวณหาประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80

3.6 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

3.5.1 ผู้วิจัยได้ดำเนินการหาคุณภาพของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล โดยใช้สถิติดังนี้ (ล้วน และอังคณา. 2536)

1. การวิเคราะห์แบบทดสอบเพื่อหาค่าความยากง่าย (P) ค่าอำนาจแจกแจง (D) โดยใช้สูตรดังนี้

$$P = \frac{R_U + R_L}{N}$$

$$D = \frac{R_U - R_L}{N_U}$$

เมื่อ P หมายถึง ค่าความยากง่ายของคำถามแต่ละข้อ

D หมายถึง ค่าอำนาจแจกแจง

R_U หมายถึง จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มเก่ง

R_L หมายถึง จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มอ่อน

N หมายถึง จำนวนผู้เข้าสอบทั้งหมดในกลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อน

N_U หมายถึง จำนวนผู้ตอบทั้งหมดของกลุ่มเก่ง

ขอบเขตของค่า P และความหมาย

0.80-1.0 คือเป็นข้อสอบที่ง่ายมาก

0.60-0.79 คือเป็นข้อสอบที่ค่อนข้างง่าย(ใช้ได้)

0.60-0.79 คือเป็นข้อสอบที่ค่อนข้างง่าย(ใช้ได้)

0.40-0.59 คือเป็นข้อสอบที่ยากพอเหมาะ(ดี)

0.20-0.39 คือเป็นข้อสอบที่ค่อนข้างยาก(ใช้ได้)

0.00-0.19 คือเป็นข้อสอบที่ยากมาก

ขอบเขตของค่า D และความหมาย

0.40 ขึ้นไป อำนาจจำแนกสูง คุณภาพดี

0.30-0.39 อำนาจจำแนกปานกลาง คุณภาพดีพอสมควร

0.20-0.29 อำนาจจำแนกค่อนข้างต่ำ คุณภาพพอใช้ได้

0.00-0.19 อำนาจจำแนกต่ำ คุณภาพใช้ไม่ได้

2. การหาค่าความเชื่อมั่นแบบทดสอบ

$$r_{tt} = \frac{n}{n-1}\left[\frac{1-\bar{x}\left(n-\bar{x}\right)}{n\left(S.D.\right)_t^2}\right]$$

เมื่อ r_{tt} คือ ความเชื่อมั่นแบบทดสอบ

n คือ จำนวนข้อของแบบทดสอบ

$\bar{x}$ คือ คะแนนเฉลี่ยในการสอบ

3. การหาคะแนนเฉลี่ยในการสอบ ($\bar{x}$) ใช้สูตรดังนี้

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

เมื่อ $\bar{x}$ คือ ค่าเฉลี่ยของคะแนน

$\sum x$ คือ ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

N คือ จำนวนผู้สอบทั้งหมด

4. หาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (ล้วน และอังคณา สายยศ. 2540 :103)

$$S.D. = \sqrt{\frac{N\sum x^2 - \left(\sum x\right)^2}{N\left(N-1\right)}}$$

เมื่อ $S.D.$ คือ ค่าความแปรปรวนของกลุ่มตัวอย่าง

N คือ จำนวนผู้สอบทั้งหมด

$\sum x$ คือ ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

$\sum x^2$ คือ ผลรวมของคะแนนยกกำลังสอง

5. การหาดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ (บุญเชิด ภิญโญอนันต์พงษ์. 2538 : 88-89)

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

เมื่อ IOC คือ ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์

$\sum R$ คือ ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิทั้งหมด

N คือ จำนวนผู้ทรงคุณวุฒิทั้งหมด

6. การหาประสิทธิภาพของชุดทดลอง

$$E_1 = \frac{\left(\frac{\sum x}{N}\right)}{A} \times 100$$

$$E_2 = \frac{\left(\frac{\sum y}{N}\right)}{B} \times 100$$

เมื่อ E_1 คือ ประสิทธิภาพของแบบทดสอบท้ายการทดลอง

E_2 คือ ประสิทธิภาพของแบบทดสอบรวม

$\sum x$ คือ คะแนนรวมของแบบทดสอบท้ายการทดลอง

$\sum Y$ คือ คะแนนรวมของแบบทดสอบรวม

A คือ คะแนนเต็มของแบบทดสอบท้ายการทดลอง

B คือ คะแนนเต็มของแบบทดสอบรวม

N คือ จำนวนผู้สอบทั้งหมด

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของชุดอุปกรณ์ตรวจวัดแสง เซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์สาขาช่างไฟฟ้ากำลังโรงเรียนเทคโนโลยีช่างอุตสาหกรรมกรุงเทพ สังกัดกรมอาชีวศึกษาเอกชน โดยแบ่งเนื้อหาในเรื่องอุปกรณ์ตรวจวัดแสงไว้ 3 หัวข้อดังนี้

1. การทดลองเรื่อง ความต้านทานปรับเปลี่ยนตามแสง
2. การทดลองเรื่องโซล่าเซลล์
3. การทดลองเรื่องโฟโตไดโอด

นำเนื้อหาทั้งหมดมาสร้างเป็นชุดทดลองอุปกรณ์ตรวจวัดแสงเมื่อทำการสร้างเสร็จแล้วได้ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงปีที่ 2 โรงเรียนเทคโนโลยีช่างอุตสาหกรรมกรุงเทพสังกัดกรมอาชีวศึกษาเอกชน เพื่อหาประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 โดยวิเคราะห์ด้วยหลักการทางสถิติและทำการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับดังนี้

4.1 การวิเคราะห์คุณภาพของชุดทดลองอุปกรณ์ตรวจวัดแสงด้านเนื้อหาและใบงาน

4.2 การวิเคราะห์คุณภาพของชุดทดลองอุปกรณ์ตรวจวัดแสงด้านเครื่องมือและอุปกรณ์

4.3 การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพ

4.1 การวิเคราะห์คุณภาพของชุดทดลองอุปกรณ์ตรวจวัดแสงด้านเนื้อหาและใบงาน

การประเมินคุณภาพของชุดทดลองอุปกรณ์ตรวจวัดแสงด้านเนื้อหาและใบงาน วิชาเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ ทำการประเมินโดยผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่าน ซึ่งผลการประเมินมีรายละเอียดดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาวิชา และใบงาน

รายการประเมิน	$\bar{x}$	S.D.	ระดับคุณภาพ
เนื้อหาวิชา			
1. ใบงานครอบคลุมวัตถุประสงค์	4.33	0.58	ดี
2. ความถูกต้องของเนื้อหา	5.00	0.00	ดีมาก
3. การเรียงลำดับเนื้อหาวิชาก่อนหลัง	4.66	0.58	ดีมาก

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับคุณภาพ
4. ความเหมาะสมของลำดับขั้นความรู้	4.33	0.58	ดี
5. ความยากง่ายของเนื้อหา	4.66	0.58	ดีมาก
6. ความเหมาะสมกับผู้เรียน	4.66	0.58	ดีมาก
ใบงาน			
7. ความเหมาะสมกับลำดับขั้นความรู้	4.66	0.58	ดีมาก
8. ความชัดเจนในการอธิบายลำดับขั้นการทดลองของแต่ละขั้น	4.66	0.58	ดีมาก
9. คำอธิบายลำดับขั้นการปฏิบัติเข้าใจง่าย	4.33	0.58	ดี
10. รูปวงจรตารางกราฟถูกต้อง	4.66	0.58	ดีมาก
11. เนื้อหาก่อให้เกิดแรงจูงใจต่อการเรียน	4.66	0.58	ดีมาก
12. ความสะดวกในการบันทึกค่าต่าง ๆ ที่ได้จากการทดลอง	5.00	0.00	ดีมาก
รวม	4.63	0.48	ดีมาก

จากตารางที่ 4.1 ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาและใบงานความคิดเห็น โดยแบ่งตามหัวข้อ 5 รายการประเมินดังนี้ ด้านเนื้อหา (2) ความถูกต้องของเนื้อหา โดยมีความคิดเห็นอยู่ในระดับดีมาก ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.00 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.00 รองลงมาคือ (3) การเรียงลำดับวิชาก่อนหลัง (5) ตามยากง่ายของเนื้อหา (6) ความเหมาะสมกับผู้เรียน มีความคิดเห็นอยู่ในระดับดีมาก ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.66 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.58 รองลงมาคือ (1) ใบงานครอบคลุมวัตถุประสงค์ (4) ความเหมาะสมของลำดับขั้นความรู้ ใด ๆ มี ความคิดเห็นในระดับดี ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.33 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.58 ด้านใบงาน (12) ความเหมาะสมในการบันทึกค่าต่าง ๆ มีได้จากการทดลอง โดยมีความคิดเห็นในระดับดีมาก ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.00 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.00 รองลงมา (7) ความเหมาะสมกับลำดับขั้นความรู้ (8) ความชัดเจนในการอธิบายลำดับขั้นการทดลองของแต่ละขั้น (10) รูปวงจรตารางกราฟถูกต้อง (11) เนื้อหาก่อให้เกิดแรงจูงใจต่อการเรียนโดยมีความคิดเห็นระดับดีมาก รองลงมาคือ (9) คำอธิบายลำดับขั้นการปฏิบัติเข้าใจง่าย โดยมีความคิดเห็นอยู่ในระดับดี ค่าเฉลี่ย 4.33 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.58

ดังนั้นเมื่อสรุปโดยรวมแสดงว่าผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาและใบงานจำนวน 3 ท่านมีความคิดเห็นว่า คุณภาพของชุดทดลองอุปกรณ์ตรวจวัดแสง วิชาเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ ที่สร้างขึ้นอยู่ในระดับดีมาก ได้ค่าเฉลี่ย 4.63 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.48

4.2 ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเครื่องมือและอุปกรณ์

การประเมินคุณภาพของชุดทดลองอุปกรณ์ตรวจวัดแสงวิชาเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ ทำการประเมินโดยผู้ทรงคุณวุฒิ 2 ท่าน ซึ่งผลการประเมินมีรายละเอียดดังนี้ ตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเครื่องมือและอุปกรณ์

รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับคุณภาพ
เครื่องมือและอุปกรณ์			
1. เหมาะสมกับระดับผู้เรียน	4.33	0.58	ดี
2. มีความสะดวกในการเตรียมอุปกรณ์	4.66	0.58	ดีมาก
3. อุปกรณ์การสอนทำให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้	4.66	0.58	ดีมาก
4. อุปกรณ์การสอนให้ประสบการณ์ในการเรียนรู้	4.33	0.58	ดี
5. นักเรียนมีส่วนร่วมในการใช้อุปกรณ์	4.66	0.58	ดีมาก
6. ความเหมาะสมในการจัดตำแหน่งติดตั้งอุปกรณ์	4.66	0.58	ดีมาก
7. มีความสัมพันธ์การใช้งานร่วมกับใบงาน	4.66	0.58	ดีมาก
8. มีความสะดวกในการดำเนินการสอน	4.33	0.58	ดี
9. ความปลอดภัยในขณะทำการทดลอง	4.33	0.58	ดี
10. สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียน	4.33	0.58	ดี
11. ขนาดมีความเหมาะสม	4.33	0.58	ดี
12.. วิธีการใช้ไม่ยุ่งยากซับซ้อน	4.66	0.58	ดีมาก
13. ความสะดวกในการบำรุงรักษา	4.66	0.58	ดีมาก
รวม	4.50	0.58	ดีมาก

จากตารางที่ 4.2 ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเครื่องมือและอุปกรณ์มีความคิดเห็น โดยแบ่งตามหัวข้อรายการประเมินดังนี้ (2) มีความสะดวกในการเตรียมอุปกรณ์ (3) อุปกรณ์การสอนทำให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ (5) นักเรียนมีส่วนร่วมในการใช้อุปกรณ์ (6) ความเหมาะสมในการจัดตำแหน่งติดตั้งอุปกรณ์ (7) มีความสัมพันธ์การใช้งานร่วมกับใบงาน (12) วิธีการใช้ไม่ยุ่งยากซับซ้อน (13) ความสะดวกในการบำรุงรักษา โดยมีความคิดเห็นอยู่ในระดับดีมาก ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.66 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.58 รองลงมาคือ (1) เหมาะสมกับระดับผู้เรียน (4) อุปกรณ์

การสอนให้ประสบการณ์ในการเรียนรู้ (8) มีความสะดวกในการดำเนินการ (9) ความปลอดภัยในขณะทำการทดลอง (10) สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียน (11) ขนาดมีความเหมาะสม (14) ต้นทุนการผลิตคุ้มกับประโยชน์ที่ได้ดับ โดยมีความคิดเห็นอยู่ในระดับดี ค่าเฉลี่ย 4.33 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.58

ดังนั้น เมื่อสรุปโดยรวมแสดงว่าผู้ทรงคุณวุฒิด้านเครื่องมือและอุปกรณ์จำนวน 3 คน มีความคิดเห็นว่า คุณภาพของชุดทดลองอุปกรณ์ตรวจวัดแสงที่สร้างขึ้นอยู่ในระดับดี 4.50 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.58

4.3 การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดทดลองอุปกรณ์ตรวจวัดแสง

การทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างเป็นการทดลองมีจุดมุ่งหมายเพื่อหาประสิทธิภาพของชุดทดลองอุปกรณ์ตรวจวัดแสง ตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 โดยทดลองกับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ปีที่ 2 สาขาช่างไฟฟ้ากำลังโรงเรียนเทคโนโลยีช่างอุตสาหกรรมกรุงเทพ จำนวน 20 คน ได้ผลดังนี้

ตารางที่ 4.3 ประสิทธิภาพของชุดทดลองอุปกรณ์ตรวจวัดแสงใช้กับกลุ่มตัวอย่าง 20 คน

รายการ	จำนวนผู้เรียน	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้	ร้อยละ	เกณฑ์ร้อยละ
คะแนนแบบทดสอบท้ายการทดลองแต่ละใบงาน	20	15	13.25	88.33	80
คะแนนแบบทดสอบรวมหลังการทดลองครบ 3 ใบงาน	20	15	12.75	85.00	80

จากตารางที่ 4.3 ผลปรากฏว่าชุดทดลองอุปกรณ์ตรวจวัดแสงที่สร้างขึ้น นักเรียนทำแบบทดสอบท้ายการทดลองเฉลี่ยได้ 13.25 คะแนน จากคะแนนเต็มทั้งหมด 15 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 88.33 และทำแบบทดสอบหลังการทดลองครบ 3 ใบงานแล้วเฉลี่ยได้ 12.75 คะแนนเต็ม 15 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 85.00 ชุดทดลองอุปกรณ์ตรวจวัดแสงมีประสิทธิภาพเท่ากับ 88.33 /85.00 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ 80/80 ที่กำหนด

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง เรื่องการสร้างและหาประสิทธิภาพของชุดทดลองอุปกรณ์ตรวจวัดแสง วิชาเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ สาขาช่างไฟฟ้ากำลัง โรงเรียนเทคโนโลยีช่างอุตสาหกรรมกรุงเทพ โรงเรียนในสังกัดอาชีวศึกษาเอกชน ได้สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะดังนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.1.1 วัตถุประสงค์การวิจัย

5.1.2 สมมุติฐานของการวิจัย

5.1.3 ประชากร และกลุ่มตัวอย่าง

5.1.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

5.1.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล

5.1.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

5.1.7 สรุปผลการวิจัย

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

5.3.2 ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยต่อไป

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.1.1 วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อสร้างชุดทดลองเรื่องอุปกรณ์ตรวจวัดแสงวิชาเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง โรงเรียนในสังกัดการอาชีวเอกชน

2. หาประสิทธิภาพของชุดทดลองอุปกรณ์ตรวจวัดแสงวิชาเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาช่างไฟฟ้ากำลัง โรงเรียนในสังกัดการอาชีวศึกษาเอกชน

5.1.2 สมมุติฐานของการวิจัย

ชุดทดลองอุปกรณ์ตรวจวัดแสง วิชาเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ สามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนมีประสิทธิภาพไม่ต่ำกว่าเกณฑ์ 80/80

5.1.3 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาวิจัย คือ นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 1 ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ ภาคการศึกษาที่ 1 ปีการศึกษา 2548 สาขาวิชาไฟฟ้ากำลัง โรงเรียนเทคโนโลยีช่างอุตสาหกรรมกรุงเทพ จำนวน 50 คน

2. กลุ่มตัวอย่างในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ คือ นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 2 ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ ภาคการศึกษาที่ 1 ปีการศึกษา 2548 สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง โรงเรียนเทคโนโลยีช่างอุตสาหกรรมกรุงเทพ จำนวน 20 คน ได้มาโดยการสุ่มแบบเจาะจง

5.1.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลองอุปกรณ์ตรวจวัดแสง วิชาเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ ดังนั้นเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ส่วนต่างๆ ดังนี้

1. ชุดทดลองอุปกรณ์ตรวจวัดแสง วิชาเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์
2. ใบงาน เป็นใบงานที่ให้นักศึกษาปฏิบัติการทดลอง ในใบงานจะประกอบด้วย
   2.1 วัตถุประสงค์ในการทดลอง
   2.2 รายการอุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้
   2.3 ทฤษฎีและคำแนะนำที่เกี่ยวข้อง
   2.4 ลำดับขั้นในการทดลอง ซึ่งจะมีรายละเอียดในการทดลองเป็นลำดับขั้น วงจรที่ทำการทดลอง ตารางบันทึกค่า ตอนท้ายมีการสรุปผลการทดลอง และคำถามท้ายการทดลอง
3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
4. แบบประเมินคุณภาพของชุดทดลอง

5.1.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 2 วิชาเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ โรงเรียนเทคโนโลยีช่างอุตสาหกรรมกรุงเทพ จำนวน 20 คน โดยดำเนินการทดลองดังนี้

1. ให้อาจารย์ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเครื่องมือและอุปกรณ์ ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาและใบงาน ตรวจสอบเครื่องมือที่จะนำไปใช้

2. กำหนดกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง

3. แนะนำกลุ่มตัวอย่างเกี่ยวกับการใช้ชุดทดลองอุปกรณ์ตรวจวัดแสง ขอบข่ายเนื้อหา วัตถุประสงค์และคำชี้แจงในการทดลอง

4. ให้กลุ่มตัวอย่างดำเนินการทดลอง เรื่องอุปกรณ์ตรวจวัดแสง ตามใบงานกำหนดเมื่อผู้เรียนเรียนจบแต่ละใบงาน ให้ทำการทดสอบท้ายการทดลอง เมื่อกลุ่มตัวอย่างทดลองใบงานครบ 3 ใบงานแล้ว ให้ทำการทดสอบหลังการทดลอง ซึ่งมีจำนวน 15 ข้อ ที่เป็นข้อสอบแบบอัตนัย และนำผลที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติ

5.1.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

ชุดทดลองอุปกรณ์ตรวจวัดแสง วิชาเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลต่าง ๆ ดังนี้

1. วิเคราะห์คุณภาพแบบทดสอบ
2. วิเคราะห์คุณภาพของชุดทดลองอุปกรณ์ตรวจวัดแสงด้านเนื้อหาและใบงาน
3. วิเคราะห์คุณภาพของชุดทดลองอุปกรณ์ตรวจวัดแสงด้านเครื่องมือและอุปกรณ์
4. วิเคราะห์ประสิทธิภาพชุดทดลองอุปกรณ์ตรวจวัดแสงโดยใช้เกณฑ์ 80/80

5.1.7 สรุปผลการวิจัย

จากการดำเนินการวิจัยตามขั้นตอนดังกล่าว สรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

1. ทำการวิจัยเรื่องการสร้างและหาประสิทธิภาพของชุดทดลองอุปกรณ์ตรวจวัดแสง วิชาเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ สาขาไฟฟ้ากำลังระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 2 โรงเรียนเทคโนโลยีช่างอุตสาหกรรมกรุงเทพ กรมอาชีวศึกษาเอกชน

2. คุณภาพของแบบทดสอบที่ใช้ในการวิจัย โดยได้เลือกแบบทดสอบที่มีค่าความดัชนีความยากง่ายระหว่าง 0.5-0.8 และค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 0-0.7 และค่าความเชื่อมั่นที่ได้เฉลี่ย 0.67

3. คุณภาพของชุดทดลอง โดยผู้ทรงคุณวุฒิมีความคิดเห็นเกี่ยวกับชุดทดลองอุปกรณ์ตรวจวัดแสงด้านเนื้อหาและใบงาน ที่สร้างขึ้นอยู่ในระดับดีมาก ได้ค่าเฉลี่ย 4.63

4. คุณภาพของชุดทดลอง โดยผู้ทรงคุณวุฒิมีความคิดเห็นเกี่ยวกับชุดทดลองอุปกรณ์ตรวจวัดแสง ด้านเครื่องมือและอุปกรณ์ ที่สร้างขึ้นอยู่ในระดับดี ได้ค่าเฉลี่ย 4.50

5. ทดสอบหาประสิทธิภาพของชุดทดลองอุปกรณ์ตรวจวัดแสง กับกลุ่มตัวอย่าง 20 คน ผลการวิจัยซึ่งได้จากการวิเคราะห์ ผลการวิจัยซึ่งได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลปรากฏว่า ชุดทดลองอุปกรณ์ตรวจวัดแสง วิชาเซนเซอร์ทรานสดิวเซอร์ สาขาช่างไฟฟ้ากำลัง ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 2 โรงเรียนเทคโนโลยีช่างอุตสาหกรรมกรุงเทพ อาชีวศึกษาเอกชน ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 88.33/85.00 สูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดและเป็นไปตามสมมุติฐานที่ตั้งไว้ โดยมี

ประสิทธิภาพของกระบวนการวัดผล จากคะแนนสอบท้ายการทดลองเฉลี่ยได้เท่ากับ 88.33 และมีประสิทธิภาพของการทดสอบหลังการทดลองครบ 3 ใบงานได้เท่ากับ 85.00

6. จากการทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง พบว่านักเรียนที่ทดลองกับชุดทดลองอุปกรณ์ตรวจวัดแสงมีความสนใจแต่ละใบงาน มีความตั้งใจในการทดลอง จดบันทึกผลการทดลองในทุกขั้นตอน ซึ่งสาเหตุส่วนหนึ่งนำมาจากการที่นักเรียนไม่เคยได้ทดลองชุดทดลองแบบที่มีอุปกรณ์ตรวจวัดแสงมาก่อน

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

ผลการวิจัยการสร้างและหาประสิทธิภาพของชุดทดลองอุปกรณ์ตรวจวัดแสง วิชาเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ สาขาช่างไฟฟ้ากำลังระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 2 โรงเรียนเทคโนโลยีช่างอุตสาหกรรมกรุงเทพ สังกัดกรมอาชีวศึกษาเอกชน ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมาเป็นไปตามสมมุติฐานของการวิจัย โดยค่าประสิทธิภาพตัวแรกได้จากร้อยละ 88.33 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดร้อยละ 80 และค่าประสิทธิภาพตัวหลังซึ่งได้เป็นคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบหลังการทดลองครบ 3 ใบงานแล้ว มีค่าคะแนนคิดเป็นร้อยละ 85.00 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดและยอมรับว่ามีประสิทธิภาพจากผลการวิจัยค่าประสิทธิภาพของชุดทดลองอุปกรณ์ตรวจวัดแสงที่ได้จากการทดลอง ในครั้งนี้มีค่าเป็นตามเกณฑ์ที่กำหนดทั้งนี้เป็นผลสืบเนื่องมาจากองค์ประกอบที่สำคัญหลายประการดังต่อไปนี้

1. การทดลองเป็นการฝึกปฏิบัติที่มุ่งให้นักศึกษาได้เรียนรู้หลักการและข้อเท็จจริงจากที่คนอื่น ๆ ได้ค้นพบแล้ว เป็นการทบทวนและย้ำว่าข้อเท็จจริงนั้นเป็นไปตามที่ได้มีผู้ศึกษาไว้แล้วอย่างไรบ้างเป็นการพิสูจน์ทฤษฎีที่ได้ศึกษามาแล้วในชั้นเรียน (สุรพล ปุ้นตันทอง. 2536:10)

2. ผลการวิเคราะห์ จากแบบประเมินคุณภาพของชุดทดลองอุปกรณ์ตรวจวัดแสงด้านเนื้อหาและใบงาน จากผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน มีค่าเฉลี่ย 4.63 มีความหมายของระดับคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก และแบบประเมินคุณภาพของชุดทดลองอุปกรณ์ตรวจวัดแสง ด้านเครื่องมือและอุปกรณ์ จากผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน มีค่าเฉลี่ย 4.50 มีความหมายของระดับคุณภาพในระดับดี แสดงว่าชุดทดลองอุปกรณ์ตรวจวัดแสงที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งประกอบด้วย ชุดทดลอง ใบงาน เครื่องมือ และอุปกรณ์ มีคุณภาพเป็นที่ยอมรับของผู้ทรงคุณวุฒิ โดยสามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3. การทดลองประสิทธิภาพของชุดทดลองอุปกรณ์ตรวจวัดแสง กับกลุ่มตัวอย่าง 20 คน เมื่อพิจารณาแล้วปรากฏว่า ผลการเรียนรู้จากการทำแบบทดสอบท้ายการทดลอง และจากการทำแบบทดสอบหลังจากทำการทดลองครบ 3 ใบงานแล้วได้ โดยคิดเป็นร้อยละ 88.33/85.00 ซึ่งเป็นตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 การทดลองครั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำการสร้างชุดทดลองอุปกรณ์ตรวจวัดแสง

ขึ้นมาใช้ในการเรียนการสอนวิชาเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ โดยชุดทดลองเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนมีความสนใจในการทดลองแต่ละใบงาน และนักเรียนก็จะเกิดการเรียนรู้จากการทดลองด้วยตนเอง จึงทำให้ผลการเรียนรู้ของการทดลองครั้งนี้สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด

4. ผลของประสิทธิภาพของชุดทดลองอุปกรณ์ตรวจวัดแสง โดยวัดผลจากคะแนนการทดลองในใบงาน 3 ใบงานระหว่างการเรียนมีคะแนนคิดเป็นร้อยละ 88.33 สูงกว่าคะแนนจากการทำแบบทดสอบปฏิบัติใบงานรวมหลังทดลองครบ 3 ใบงานแล้ว ซึ่งมีค่าคะแนนคิดเป็นร้อยละ 85 .00 เนื่องมาจากการทดลองในใบงาน 3 ใบงานระหว่างการเรียนนั้น นักศึกษาทดลองใบงานทีละใบงาน และเนื้อหาในใบงานเป็นหัวข้อการฝึกเดียว ทำให้นักศึกษาปฏิบัติได้โดยไม่สับสน แต่พอมาทำแบบทดสอบใบงานรวมหลังปฏิบัติครบ 3 ใบงานแล้ว ซึ่งเป็นใบงานรวมหลายหัวข้อการฝึกเข้าด้วยกันส่งผลโดยตรงต่อการปฏิบัติใบงานของนักเรียน ทำให้เกิดความสับสนในรายละเอียดของหัวข้อการฝึกทดลอง จึงมีผลคะแนนของแบบทดสอบใบงานรวมน้อยลง แต่ผลจากการวิจัยพบว่าประสิทธิภาพของชุดทดลองอุปกรณ์การตรวจวัดแสง จากการเรียนรู้ของผู้เรียนด้วยการทดลองในใบงาน 3 ใบงานระหว่างการเรียน เป็นตามเกณฑ์ที่กำหนด สอดคล้องกับการวิจัยของสถาพร จำรัสเลิศลักษณ์ (2542 : 66-74) ทำการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดประลองประกอบการฝึกอบรมเรื่องวงจรชุดอุปกรณ์แฮนด์ฟรี ใช้เกณฑ์กำหนดาการวิจัยของการหาประสิทธิภาพไว้ที่ 80/80 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็น พนักงานฝ่ายช่างซ่อมบริการของบริษัท บลิสเทล จำกัด ที่สำเร็จการศึกษาระดับ ปวส. สาขาวิชาไฟฟ้า/อิเล็กทรอนิกส์ จำนวน 15 คน ผลการวิจัยพบว่าคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบท้ายการทดลองคิดเป็นร้อยละ 81.93 และผลคะแนนจากการทำแบบทดสอบรวมคิดเป็นร้อยละ 80.66 ซึ่งเป็นไปตามสมมุติฐานของการวิจัยและ เตือนใจ อาชีวพานิชย์ (2542 : บทคัดย่อ) ทำวิจัยเรื่องสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการสอนวิชาการวิเคราะห์โครงข่าย โดยนำไปทดลองใช้กับนักศึกษาภาควิชาอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม ของสถาบันเทคโนโลยีราชมงคลวิทยาเขตนนทบุรี ในภาคเรียนที่ 1 จำนวน 20 คน ผลปรากฏว่า ชุดการสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 82.02/80.32

ดังนั้นชุดทดลองอุปกรณ์ตรวจวัดแสงที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นสามารถนำไปใช้กับผู้เรียนวิชาอื่นที่มีเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับอุปกรณ์ตรวจวัดแสง หรือผู้สนใจเรื่องของอุปกรณ์ตรวจวัดแสงได้อย่างมีประสิทธิภาพ

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 จากการวิจัยจากผลการวิจัยชุดทดลองอุปกรณ์ตรวจวัดแสง วิชาเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ผู้วิจัยขอเสนอแนะดังนี้

1. ควรทำการศึกษาชุดทดลองต่าง ๆ เพื่อที่จะนำไปประยุกต์ในการสร้างชุด

ทดลอง แต่ไม่จำเป็นต้องนำไปใช้ทั้งหมด ควรเลือกเฉพาะที่จำเป็นต้องใช้เท่านั้น

2. ควรทำการศึกษารูปแบบของชุดทดลองที่ได้มีการสร้างขึ้นไว้แล้วหลาย ๆ ตัวอย่างเพื่อให้ได้มาซึ่งเทคนิควิธีการ

5.3.2 ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการส่งเสริมให้มีการวิจัยและพัฒนาชุดทดลองอุปกรณ์เซนเซอร์ และทรานสดิวเซอร์ให้ครบทุกเรื่อง

2. ควรทำการวิจัยเกี่ยวกับชุดทดลองอุปกรณ์ตรวจวัดแสงในเนื้อหาวิชาอื่น ๆ เพื่อพัฒนาการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพ

3. ควรศึกษาตัวแปรต่าง ๆ เช่น ความสามารถในการเรียนของนักเรียน เวลาที่ใช้ในการทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นต้น

บรรณานุกรม

ถนอมพร (ต้นพิพัฒน์) เลาหจรัสแสง. 2541. **คอมพิวเตอร์ช่วยสอน**. กรุงเทพมหานคร : บริษัท วง กมล โพรดักชั่น จำกัด.

เตือนใจ อาชีวพานิชย์. 2542. "ทำวิจัยเรื่องสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการสอนวิชาการวิเคราะห์โครงข่าย" วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต ภาควิชาครุศาสตร์ สาขาวิชาไฟฟ้า บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

บุญเชิด ภิญญโญอนันต์. 2538. **การประเมินผลการศึกษา**. กรุงเทพฯ : ภาควิชาพื้นฐานทางการศึกษา คณะศึกษาสตร์ มหาวิทยาลัยศรี.

พันธ์ศักดิ์ พุฒิมานิตพงศ์. 2540. "การสร้างและหาประสิทธิภาพ ชุดทดลองวิชา การออกแบบวงจรขยายเชิงเส้น." วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

พิพัฒน์ สมใจ. 2546. "ทำการวิจัยเรื่อง การสร้างและหาประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการวงจรออปแอมป์ วิชาปฏิบัติอิเล็กทรอนิกส์ 1 โปรแกรมวิชาอิเล็กทรอนิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรอนุปริญญา สถาบันราชภัฏ กระทรวงศึกษาธิการ" วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขา วิชา วิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

พิพิธ ตันเจริญ. 2546. "การพัฒนาชุดฝึกโทรทัศน์สี วิชาปฏิบัติโทรทัศน์ 2 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาช่างอิเล็กทรอนิกส์" วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขา วิชา วิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

พุธทอง โพธิปัญญา. 2540. "การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดประลองการติดต่อสื่อสารด้วยเส้นใยแก้วนำแสง" วิทยานิพนธ์ ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาไฟฟ้า บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2536. **หลักการวิจัยทางการศึกษา**. กรุงเทพฯ : บริษัทศึกษาพร จำกัด.

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2540. **สถิติวิทยาทางการวิจัย**. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์สุวีริยาสาส์นจำกัด.

ล้วน สายยศ. 2538. **เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา**. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ : สุริยาสาส์น

วัลลภ จันทร์ตระกูล. 2543. **สื่อการเรียนการสอน**. กรุงเทพฯ : ศูนย์ผลิตตำราเรียนสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

สถาพร จำรัสเลิศลักษณ์. 2542. "ทำการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดประลองประกอบการฝึกอบรมเรื่องวงจรชุดอุปกรณ์แฮนด์ฟรี" วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขา วิชา วิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

สมศักดิ์ กระจายศรี.2541. "ปัญหาการจัดวัสดุฝึกงานของวิทยาลัยเทคนิค ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ" วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาการบริหารงานอาชีวศึกษาบัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

สมศักดิ์ ธนพุทธิวิโรจน์. 2543. "ทำวิจัยเรื่องการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการสอนวิชาวงจรอิเล็กทรอนิกส์ 1 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล พุทธศักราช 2535" วิทยานิพนธ์ ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาไฟฟ้า บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา. 2540. **หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พ.ศ. 2540.** กรุงเทพฯ : กระทรวงศึกษาธิการศูนย์วิจัยกรมอาชีวศึกษา 2540.

สุชาติ วงศ์พิพันธ์. 2542. "ปัญหาการเรียนการสอนภาคปฏิบัติ สาขาวิชาช่างอุตสาหกรรมของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ตามความคิดเห็นของครูผู้สอนโรงเรียนเอกชนอาชีวศึกษา เขตการศึกษา 12" วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิตสาขาวิชาการบริหารงานอาชีวศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

สุรพล ปุ้นต้นทอง. 2536. "การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลอง การปฏิบัติการเครื่องมือวัดดิจิตอลอิเล็กทรอนิกส์" วิทยานิพนธ์ ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาไฟฟ้า บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

อรพันธ์ ประสิทธิรัตน์. 2530. **คอมพิวเตอร์เพื่อการเรียนการสอน.** พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : คราฟแมนเพรส.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

- คำสั่งแต่งตั้งคณะกรรมการควบคุมและกรรมการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์
- ผลการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์
- ขอความอนุเคราะห์ให้นักศึกษาทดลองใช้เครื่องมือและเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย
- ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิศวกรรมเพื่อการวิจัย

คำสั่งคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ที่ 198 /2546
เรื่อง แต่งตั้งคณะกรรมการควบคุมและคณะกรรมการพิจารณาหัวข้อและ
เค้าโครงวิทยานิพนธ์ ของ นายพิเชษฐ ฉิมพรัตน์

เพื่อให้การเรียบเรียงวิทยานิพนธ์ ของ นายพิเชษฐ ฉิมพรัตน์ เป็นไปด้วยความเรียบร้อยและมีประสิทธิภาพจึงแต่งตั้งคณะกรรมการเพื่อควบคุมและพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ ดังต่อไปนี้

1. คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

ผศ.วิสุทธิ์	อธิพรธรรม	ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์
ดร.สมชาย	หมื่นสายญาติ	ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม

2. คณะกรรมการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์

ผศ.ดร.ธีระพล	เทพหัสดิน ณ อยุธยา	ประธานกรรมการ
ผศ.วิสุทธิ์	อธิพรธรรม	กรรมการ
ดร.สมชาย	หมื่นสายญาติ	กรรมการ
ดร.สุรสิทธิ์	ราตรี	กรรมการ
ผศ.สุวัฒน์	อัจฉริยนนท์	กรรมการ

ทั้งนี้ ตั้งแต่บัดนี้เป็นต้นไป

สั่ง ณ วันที่ 3 กรกฎาคม พ.ศ. 2546

(รองศาสตราจารย์ รวีวรรณ ชินะตระกูล)
คณบดี

ที่ ศธ 0524.04/ 4445

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

๗ ตุลาคม 2548

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ให้นักศึกษาทดลองใช้เครื่องมือและเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนเทคโนโลยีช่างอุตสาหกรรมกรุงเทพ

สิ่งที่ส่งมาด้วย ประกาศผลการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ จำนวน 1 ฉบับ

ด้วย นายพิเชษฐ ฉิมพรัตน์ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลอง เรื่อง อุปกรณ์ตรวจวัดแสงวิชาเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง โรงเรียนในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการ การอาชีวศึกษาเอกชน" โดยมี รศ.วิสุทธิ์ อธิพรธรรม เป็นอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ และ ดร.สมชาย หมื่นสายญาติ เป็นอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม และได้รับอนุมัติหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์แล้ว เมื่อวันที่ 8 กรกฎาคม 2548 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดอนุญาตให้ นายพิเชษฐ ฉิมพรัตน์ ทดลองใช้เครื่องมือซึ่งเป็นอุปกรณ์ตรวจวัดแสงกับนักศึกษา ชั้น ปวส. ปีที่ 1 และเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย ภายในสถานศึกษาท่านได้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุญาตและขอขอบคุณในความอนุเคราะห์ของท่านมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม)
รองคณบดี กำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา
โทร. 02-737-3000 ต่อ 3692
โทรสาร.02- 326-4325

ที่ ศธ 0524.04/ 4031

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

9 กันยายน 2548

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิศวกรรมเพื่อการวิจัย

เรียน อาจารย์เรืองวิทย์ จันทร์ชีลอง

ด้วย นายพิเชษฐ ฉิมพรัตน์ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลอง เรื่อง อุปกรณ์ตรวจวัดแสง วิชาเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง โรงเรียนในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการ การอาชีวศึกษาเอกชน" โดยมี รศ.วิสุทธิ์ อธิพรธรรม เป็นอาจารย์ผู้ควบวิทยานิพนธ์ และ ดร.สมชาย หมื่นสายญาติ เป็นอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิศวกรรม เพื่อให้ความรู้ในด้านดังกล่าวเพื่อการวิจัย ของนายพิเชษฐ ฉิมพรัตน์

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่ง มา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม)
รองคณบดี กำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา
โทร. 02-737-3000 ต่อ 3692
โทรสาร. 02-326-4325

ประกาศบัณฑิตวิทยาลัย
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
เรื่อง ผลการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์

.....

บัณฑิตวิทยาลัย โดยความเห็นชอบของคณะกรรมการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ขอประกาศรายชื่อหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการดังนี้

นายพิเชษฐ ฉิมพรัตน์ รหัสประจำตัว 43064631 ให้ทำวิทยานิพนธ์เรื่อง "การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลองเรื่องอุปกรณ์ตรวจวัดแสงวิชาเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง โรงเรียนในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการ การอาชีวศึกษาเอกชน (CONSTRUCTION AND EFFICIENCY EVALUATION OF KIT FOR SENSORS AND TRANSDUCERS OF ELECTRIC POWER SECTION OF PRIVATE VOCATIONAL SCHOOLS)" โดยมี รศ.วิสุทธิ์ อธิพรธรรม เป็นอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ และ ดร.สมชาย หมื่นสายญาติ เป็นอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม

ซึ่งได้รับอนุมัติเมื่อวันที่ 8 กรกฎาคม 2548

ทั้งนี้ให้นักศึกษาค้นคว้าและเขียนวิทยานิพนธ์ โดยปรึกษากับอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ให้เสร็จสิ้นภายในเวลาที่กำหนดในระเบียบของบัณฑิตวิทยาลัย

ประกาศ ณ วันที่ 20 กันยายน พ.ศ.2548

(รศ.ดร.อิทธิพล แจ้งชัด)
รองคณบดีฝ่ายวิชาการ
ปฏิบัติราชการแทนคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ที่ ศธ 0524.04/ 4031

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

9 กันยายน 2548

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิศวกรรมเพื่อการวิจัย

เรียน อาจารย์สมคิด สังข์สิน

ด้วย นายพิเชษฐ ฉิมพรัตน์ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลอง เรื่อง อุปกรณ์ตรวจวัดแสง วิชาเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง โรงเรียนในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการ การอาชีวศึกษาเอกชน" โดยมี รศ.วิสุทธิ์ อธิพรธรรม เป็นอาจารย์ผู้ควบวิทยานิพนธ์ และ ดร.สมชาย หมื่นสายญาติ เป็นอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิศวกรรม เพื่อให้ความรู้ในด้านดังกล่าวเพื่อการวิจัย ของนายพิเชษฐ ฉิมพรัตน์

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่ง มา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม)
รองคณบดี กำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา
โทร. 02-737-3000 ต่อ 3692
โทรสาร. 02-326-4325

ที่ ศธ 0524.04/ 4031

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

9 กันยายน 2548

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิศวกรรมเพื่อการวิจัย

เรียน ผศ. สืบศักดิ์ พันธุ์ไพโรจน์

ด้วย นายพิเชษฐ ฉิมพรัตน์ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลอง เรื่อง อุปกรณ์ตรวจวัดแสง วิชาเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง โรงเรียนในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการ การอาชีวศึกษาเอกชน" โดยมี รศ.วิสุทธิ์ อธิพรธรรม เป็นอาจารย์ผู้ควบวิทยานิพนธ์ และ ดร.สมชาย หมื่นสายญาติ เป็นอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิศวกรรม เพื่อให้ความรู้ในด้านดังกล่าวเพื่อการวิจัย ของนายพิเชษฐ ฉิมพรัตน์

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่ง มา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม)
รองคณบดี กำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา
โทร. 02-737-3000 ต่อ 3692
โทรสาร. 02-326-4325

ที่ ศธ 0524.04/ 4031

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

9 กันยายน 2548

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิศวกรรมเพื่อการวิจัย

เรียน อาจารย์สมบูรณ์ เนียมกล่ำ

ด้วย นายพิเชษฐ ฉิมพรัตน์ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลอง เรื่อง อุปกรณ์ตรวจวัดแสง วิชาเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง โรงเรียนในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการ การอาชีวศึกษาเอกชน" โดยมี รศ.วิสุทธิ์ อธิพรธรรม เป็นอาจารย์ผู้ควบวิทยานิพนธ์ และ ดร.สมชาย หมื่นสายญาติ เป็นอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิศวกรรม เพื่อให้ความรู้ในด้านดังกล่าวเพื่อการวิจัย ของนายพิเชษฐ ฉิมพรัตน์

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่ง มา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม)
รองคณบดี กำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา
โทร. 02-737-3000 ต่อ 3692
โทรสาร. 02-326-4325

ที่ ศธ 0524.04/ 4031

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

9 กันยายน 2548

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิศวกรรมเพื่อการวิจัย

เรียน อาจารย์เจริญ ต้นแทน

ด้วย นายพิเชษฐ ฉิมพรัตน์ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลอง เรื่อง อุปกรณ์ตรวจวัดแสง วิชาเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง โรงเรียนในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการ การอาชีวศึกษาเอกชน" โดยมี รศ.วิสุทธิ์ อธิพรธรรม เป็นอาจารย์ผู้ควบวิทยานิพนธ์ และ ดร.สมชาย หมื่นสายญาติ เป็นอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิศวกรรม เพื่อให้ความรู้ในด้านดังกล่าวเพื่อการวิจัย ของนายพิเชษฐ ฉิมพรัตน์

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่ง มา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม)
รองคณบดี กำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา
โทร. 02-737-3000 ต่อ 3692
โทรสาร. 02-326-4325

ภาคผนวก ข.

- ตารางค่าความยากง่าย P ค่าอำนาจจำแนก D
- ตารางคะแนนเพื่อหาความเชื่อมั่น
- ตารางการหาค่า IOC
- ตารางคะแนนของแบบทดสอบท้ายการทดลองและคะแนนจากแบบทดสอบรวมใช้กับนักศึกษา 20 คน

ตาราง 6.1 ค่าความยากง่าย P ค่าอำนาจจำแนก D

ข้อสอบ	R_U	R_L	P	D
1	8	5	0.65	0.3
2	7	4	0.55	0.3
3	9	2	0.55	0.7
4	8	5	0.65	0.3
5	6	4	0.5	0.2
6	9	3	0.6	0.6
7	7	2	0.5	0.4
8	8	4	0.6	0.4
9	9	3	0.6	0.6
10	10	8	0.9	0.2
11	8	8	0.8	0
12	8	3	0.65	0.3
13	9	4	0.65	0.5
14	6	5	0.55	0.1
15	8	5	0.65	0.3

ตารางที่ 6.2 คะแนนเพื่อหาความเชื่อมั่น

คนที่	คะแนนเก็บ(15 คะแนน)	$\sum x^2$
1	13	169
2	12	144
3	9	81
4	8	64
5	7	49
6	10	100
7	12	144
8	14	196
9	5	25
10	10	100
11	14	196
12	10	100
13	13	169
14	5	25
15	10	100
16	14	196
17	13	169
18	10	100
19	6	36
20	11	121
	$\sum x$	$\sum x^2$

หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

$$r_{tt} = \frac{n}{n-1}\left[1 - \frac{\bar{x}\left(n - \bar{x}\right)}{nS^2_t}\right]$$

r_{tt} คือ ความเชื่อมั่นแบบทดสอบ

n คือ จำนวนข้อของแบบทดสอบ

$\bar{x}$ คือ คะแนนเฉลี่ยในการสอบ

$S.D.$ คือ หาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$$S.D. = \sqrt{\frac{N\sum x^2 - \left(\sum x\right)^2}{N(N-1)}}$$

$$= \sqrt{\frac{20(2{,}284) - (206)^2}{20(20-1)}}$$

$$= 2.921$$

$$r_{tt} = \frac{n}{n-1}\left[1 - \frac{\bar{x}\left(n - \bar{x}\right)}{nS^2_t}\right]$$

$$= \frac{15}{15-1}\left[1 - \frac{10.3(15 - 10.3)}{15 \times 8.536}\right]$$

$$= 0.67$$

ตารางที่ 6.3 การหาค่า IOC

ข้อที่	ผู้ทรงคุณวุฒิ				
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	$\sum R$	*IOC*
1	1	1	1	3	1
2	1	1	1	3	1
3	1	0	1	2	0.7
4	1	1	1	3	1
5	1	1	0	2	0.7
6	0	1	1	2	0.7
7	1	1	1	3	1
8	1	1	1	3	1
9	1	0	1	2	0.7
10	1	1	1	3	1
11	0	1	1	2	0.7
12	1	1	1	3	1
13	1	1	1	3	1
14	1	1	0	2	0.7
15	1	1	1	3	1

จากสมการ $IOC = \frac{\sum R}{N}$

เมื่อ IOC หมายถึง ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์

$\sum R$ หมายถึง ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิทั้งหมด

N หมายถึง จำนวนผู้ทรงคุณวุฒิ

ตารางที่ 6.4 คะแนนของแบบทดสอบท้ายการทดลองและคะแนนจากแบบทดสอบรวมใช้กับนักศึกษา 20 คน

คนที่	คะแนนแบบทดสอบท้ายการทดลอง (เก็บ 15 คะแนน)	คะแนนแบบทดสอบรวม เก็บ 15 คะแนน
1	14	14
2	13	13
3	12	14
4	10	10
5	12	10
6	12	14
7	13	15
8	14	14
9	10	12
10	14	13
11	14	14
12	12	13
13	13	14
14	13	10
15	13	13
16	14	14
17	14	14
18	12	11
19	10	10
20	13	13
รวม	$\sum X$ =265	$\sum Y$ =255

ประสิทธิภาพของแบบทดสอบหลังการทดลอง

$$E_1 = \left[\frac{\frac{265}{20}}{15}\right] \times 100 = 88.33$$

ประสิทธิภาพของแบบทดสอบรวม

$$E_2 = \left[\frac{\frac{255}{20}}{15}\right] \times 100 = 85$$

ภาคผนวก ค

- แบบแสดงความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิที่มีต่อเนื้อหาและใบงาน
- แบบแสดงความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิที่มีต่อเครื่องมือและอุปกรณ์
- แบบแสดงความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิที่มีต่อแบบทดสอบ

แบบแสดงความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิที่มีต่อเนื้อหาและใบงาน

คำชี้แจง ใบประเมินชุดนี้แบ่งออกเป็น 2 ตอน

ตอนที่ 1 ถามความคิดเห็น เกี่ยวกับเนื้อหาและใบงานที่สร้างขึ้น

ตอนที่ 2 ถามความคิดเห็นและข้อเสนอแนะอื่น ๆ

การประเมิน

ตอนที่ 1 กรุณาใส่เครื่องหมาย √ลงในช่องระดับการประเมินเพียงช่องเดียว โดยระดับคะแนนจะแสดงความหมายดังนี้

5	มีค่าเท่ากับ	เห็นด้วยในระดับที่มากที่สุด
4	มีค่าเท่ากับ	เห็นด้วยในระดับที่มาก
3	มีค่าเท่ากับ	เห็นด้วยในระดับปานกลาง
2	มีค่าเท่ากับ	เห็นด้วยในระดับที่น้อย
1	มีค่าเท่ากับ	เห็นด้วยในระดับที่น้อยที่สุด

ตอนที่ 2 โปรดเขียนแสดงความคิดเห็นและข้อเสนอแนะ

ลงนามชื่อ .....

(.....)

ผู้ทรงคุณวุฒิ

ตอนที่ 1 ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิที่มีต่อเนื้อหาและใบงานที่สร้างขึ้น

คำชี้แจง :- กรุณาใส่เครื่องหมาย √ ลงในช่องว่างที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน

ข้อที่	ข้อความ	ระดับคะแนน				
		5	4	3	2	1
	เนื้อหาวิชา					
1	ใบงานครอบคลุมวัตถุประสงค์.....	...	...	...	...	...
2	ความถูกต้องของเนื้อหา.....	...	...	...	...	...
3	การเรียงลำดับเนื้อหาวิชาก่อนหลัง.....	...	...	...	...	...
4	ความยากง่ายของเนื้อหา.....	...	...	...	...	...
5	ความเหมาะสมของลำดับขั้นความรู้.....	...	...	...	...	...
6	เหมาะสมกับผู้เรียน.....	...	...	...	...	...
	ใบงาน	...	...	...	...	...
7	ความเหมาะสมกับลำดับขั้นความรู้.....	...	...	...	...	...
8	ความชัดเจนในการอธิบายลำดับขั้น	...	...	...	...	...
	การทดลองของแต่ละขั้น.....	...	...	...	...	...
9	คำอธิบายลำดับขั้นการปฏิบัติเข้าใจง่าย.....	...	...	...	...	...
10	รูปวงจร ตารางกราฟ ถูกต้อง	...	...	...	...	...
11	เนื้อหาก่อให้เกิดแรงจูงใจต่อการเรียน.....	...	...	...	...	...
12	ความสะดวกในการบันทึกค่าต่าง ๆ ที่ได้จากการ	...	...	...	...	...
	ทดลอง.....	...	...	...	...	...

ตอนที่ 2 ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม โปรดเขียนแสดงความคิดเห็นและข้อเสนอแนะอื่น ๆ

1. ความคิดเห็นอื่น ๆ เกี่ยวกับเนื้อหาวิชา

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. ความคิดเห็นอื่น ๆ เกี่ยวกับใบงาน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. ความคิดเห็นอื่น ๆ และข้อเสนอแนะโดยทั่วไป

.....

.....

.....

.....

.....

.....

แบบแสดงความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิที่มีต่อเครื่องมือและอุปกรณ์

คำชี้แจง ใบประเมินชุดนี้แบ่งออกเป็น 2 ตอน

ตอนที่ 1 ถามความคิดเห็น เกี่ยวกับเครื่องมือและอุปกรณ์

ตอนที่ 2 ถามความคิดเห็นและข้อเสนอแนะอื่น ๆ

<u>การประเมิน</u>

<u>ตอนที่ 1</u> กรุณาใส่เครื่องหมาย √ลงในช่องระดับการประเมินเพียงช่องเดียว โดยระดับคะแนนจะแสดงความหมายดังนี้

5	มีค่าเท่ากับ	เห็นด้วยในระดับที่มากที่สุด
4	มีค่าเท่ากับ	เห็นด้วยในระดับที่มาก
3	มีค่าเท่ากับ	เห็นด้วยในระดับปานกลาง
2	มีค่าเท่ากับ	เห็นด้วยในระดับที่น้อย
1	มีค่าเท่ากับ	เห็นด้วยในระดับที่น้อยที่สุด

ตอนที่ 2 โปรดเขียนแสดงความคิดเห็นและข้อเสนอแนะ

ลงนามชื่อ .....

(.....)

ผู้ทรงคุณวุฒิ

ตอนที่ 1 ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิที่มีต่อเครื่องมือและอุปกรณ์

คำชี้แจง :- กรุณาใส่เครื่องหมาย √ ลงในช่องว่างที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน

ข้อที่	ข้อความ	ระดับคะแนน				
		5	4	3	2	1
	เครื่องมือและอุปกรณ์					
1	เหมาะสมกับระดับผู้เรียน.....	...	...	...	...	...
2	มีความสะดวกในการเตรียมอุปกรณ์.....	...	...	...	...	...
3	อุปกรณ์การสอนทำให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ที่	...	...	...	...	...
	กำหนดไว้.....ยย.....	...	...	...	...	...
4	อุปกรณ์การสอนให้ประสบการณ์ในการเรียนรู้.....	...	...	...	...	...
5	นักเรียนมีส่วนร่วมในการใช้อุปกรณ์.....	...	...	...	...	...
6	ความเหมาะสมในการจัดตำแหน่งติดตั้งอุปกรณ์.....	...	...	...	...	...
7	มีความสัมพันธ์การใช้งานร่วมกับใบงาน.....	...	...	...	...	...
8	มีความสะดวกในการดำเนินการสอน.....	...	...	...	...	...
9	ความปลอดภัยในขณะทำการทดลอง.....	...	...	...	...	...
10	สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียน.....	...	...	...	...	...
11	ขนาดมีความเหมาะสม.....	...	...	...	...	...
12	วิธีการใช้ไม่ยุ่งยากซับซ้อน.....	...	...	...	...	...
13	ความสะดวกในการบำรุงรักษา.....	...	...	...	...	...
		...	...	...	...	...

ตอนที่ 2 ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

โปรดเขียนแสดงความคิดเห็นและข้อเสนอแนะอื่น ๆ

1. ความคิดเห็นอื่น ๆ เกี่ยวกับเนื้อหาวิชา

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. ความคิดเห็นอื่น ๆ เกี่ยวกับเครื่องมือและอุปกรณ์

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. ความคิดเห็นอื่น ๆ และข้อเสนอแนะโดยทั่วไป

.....

.....

.....

.....

.....

.....

แบบแสดงความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิที่มีต่อแบบทดสอบ

<u>การประเมิน</u>

กรุณาใส่เครื่องหมาย √ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่านว่า แบบทดสอบแต่ละข้อสามารถวัดความรู้ความเข้าใจได้ถูกต้อง โดยพิจารณาดังนี้

+1 ท่านคิดว่าแบบทดสอบข้อนั้นมีความสอดคล้องกับเนื้อหาและใบงาน

0 ท่านไม่แน่ใจว่าข้อสอบข้อนั้นมีความสอดคล้องกับเนื้อหาและใบงาน

-1 ท่านคิดว่าแบบทดสอบข้อนั้นไม่สอดคล้องกับเนื้อหาในใบงาน

หมายเหตุ

หากท่านใส่เครื่องหมาย √ ในช่อง –1 ขอความกรุณาท่านช่วยให้ข้อเสนอแนะเป็นข้อมูลในการปรับปรุงต่อไป

ลงนามชื่อ .....

(.....)

ผู้ทรงคุณวุฒิ

แบบประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
กับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม (แบบทดสอบท้ายใบงาน)

ให้ท่านกาเครื่องหมาย √ ที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน

ใบงานที่ 1				
จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	ข้อสอบที่	เกณฑ์การพิจารณา		
		1	0	-1
เรื่อง แอลดีอาร์ 1. อธิบายหลักการทำงานของ แอล ดี อาร์ ได้ 2. สามารถต่อวงจรการทดลองได้ 3. วัดค่าต่าง ๆ ในวงจรได้ 4. สามารถวาดกราฟคุณลักษณะการทำงานของ แอล ดี อาร์ ได้	1			
	2			
	3			
	4			
	5			

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

แบบประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
กับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม (แบบทดสอบท้ายใบงาน)

ให้ท่านกาเครื่องหมาย √ ที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน

ใบงานที่ 2				
จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	ข้อสอบที่	เกณฑ์การพิจารณา		
		1	0	-1
เรื่อง โซล่าเซลล์ 1. อธิบายหลักการทำงานของ โซล่าเซลล์ ได้ 2. สามารถต่อวงจรการทดลองได้ 3. วัดค่าต่าง ๆ ในวงจรได้ 4. สามารถวาดกราฟคุณลักษณะการทำงานของ โซล่าเซลล์ ได้	1			
	2			
	3			
	4			
	5			

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

แบบประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
กับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม (แบบทดสอบท้ายใบงาน)

ให้ท่านกาเครื่องหมาย √ ที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน

ใบงานที่ 3				
จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	ข้อสอบที่	เกณฑ์การพิจารณา		
		1	0	-1
เรื่อง โฟโตไดโอด 1. อธิบายหลักการทำงานของ โฟโตไดโอด ได้ 2. สามารถต่อวงจรการทดลองได้ 3. วัดค่าต่าง ๆ ในวงจรได้ 4. สามารถวาดกราฟคุณลักษณะการทำงานของ โฟโตไดโอด ได้	1			
	2			
	3			
	4			
	5			

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ภาคผนวก ง

- ตัวอย่างใบงาน
- ตัวอย่างแบบทดสอบ
- รูปแบบชิ้นงาน

ใบงานที่ 1
แอล ดี อาร์

วัตถุประสงค์การทดลอง

1. อธิบายหลักการทำงานของ แอล ดี อาร์ ได้
2. สามารถต่อวงจรการทดลองได้
3. วัดค่าต่าง ๆ ในวงจรได้
4. สามารถวาดกราฟคุณลักษณะการทำงานของ แอล ดี อาร์ ได้

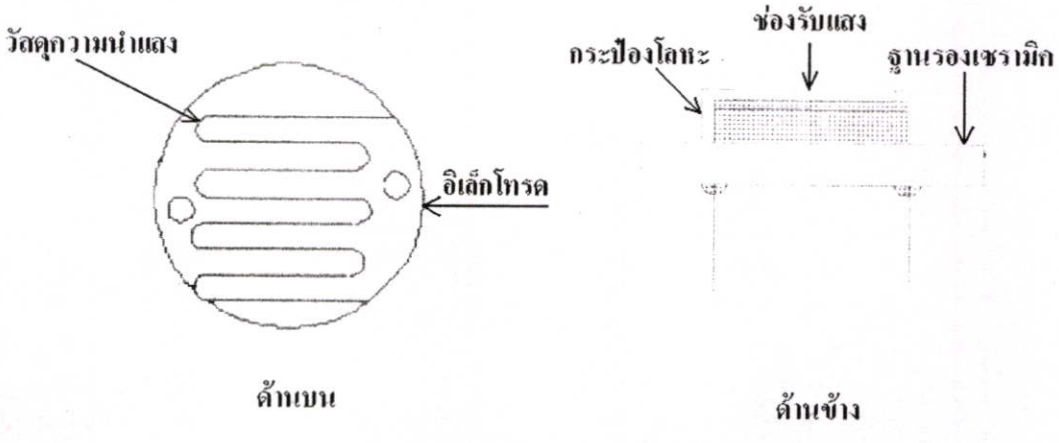
เครื่องมือและอุปกรณ์

1.	กล่องให้พลังงานแสง	1	เครื่อง
2.	แผ่นวงจรโมดูล Lab 1	1	แผ่น
3.	ดิจิตอลโวลท์มิเตอร์	1	เครื่อง
4.	สายต่อต่างๆ		

ทฤษฎีเบื้องต้น

แอล ดี อาร์ (Light Dependent Resistor)

แอล ดี อาร์ หรือ เรียกอีกอย่างว่า "ตัวต้านทานพลังแสง" ซึ่งจะมีค่าความต้านทานที่ขึ้นอยู่กับความเข้มแสง กล่าวคือ สภาพความนำทางไฟฟ้า สามารถเปลี่ยนแปลงได้เมื่อมีแสงมาตกกระทบที่ตัวมัน ตัวต้านทานพลังงานแสงจะจัดเป็นตัวกลาง แบบเฉื่อยงาน จึงจำเป็นต้องมีการจ่ายพลังงานจากภายนอก



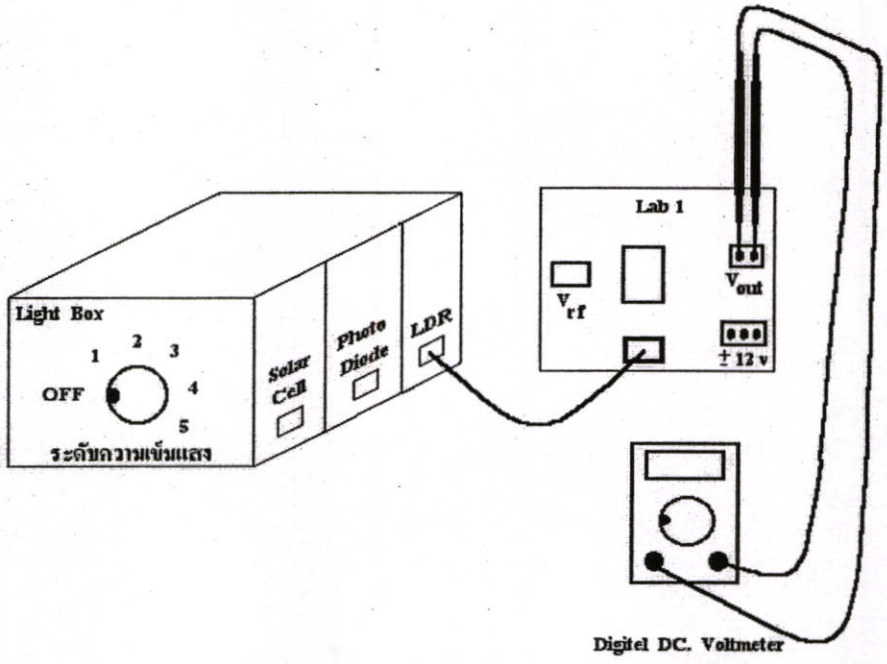
รูปที่ ง1 แสดงภาพด้านบน และ ด้านข้างของ แอลดีอาร์

แอลดีอาร์ หรือ ตัวต้านทานพลังแสง ส่วนใหญ่มักทำจากสารกึ่งตัวนำชนิดแคดเมี่ยมซัลไฟด์ (CdS) หรือ แคดเมี่ยมซีลีไนต์ (CdSe) โดยการนำเอา สารกึ่งตัวนำดังกล่าวมาฉาบลงบนเซรามิคที่ใช้เป็นฐานรองแล้วทำการบัดกรีตัวถังไม่ให้มีอากาศเข้าไป ซึ่งจะมีขาต่ออกมาใช้งาน 2 ขา และมีช่องสำหรับแสง ทำด้วยพลาสติกหรือกระจก

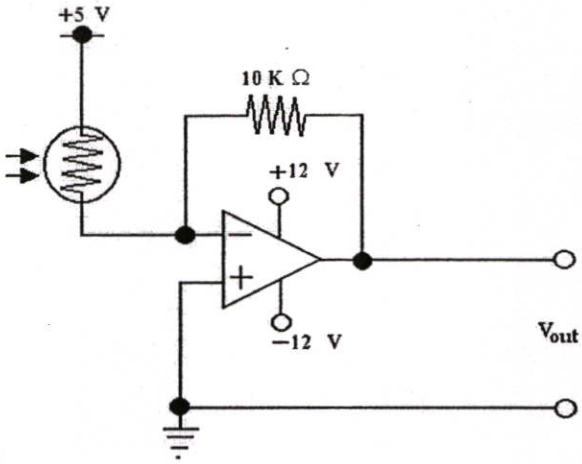
ขณะเมื่อมีแสงมาตกกระทบที่วัสดุความต้านทานไวแสงของ แอลดีอาร์ อันจะทำให้เกิดอิเล็กตรอนอิสระ ซึ่งมีผลให้กระแสไหลได้ค่าความต้านทานของ แอลดีอาร์ จะลดลง และถ้ามีแสงมาตกกระทบตัว แอล ดี อาร์ มากขึ้นจะมีผลทำให้ค่าความต้านทานของ แอลดีอาร์ คือ ถ้าเป็นแคดเมียมซัลไฟด์ (Cds) จะอยู่ในช่องประมาณ 5,000 ถึง 7,000 กว่าอังสตรอม ซึ่งจะใกล้เคียงกับช่องการตอบสนองของสายตามนุษย์ ที่อยู่ในช่อง 5,000 ถึง 7,000 กว่าอังสตรอม และถ้าเป็นแคดเมียมซิลีไนด์ (CdSe) จะมีผลตอบสนองต่อแสงในช่องประมาณ 6,000 ถึง 8,000 กว่าอังสตรอม โดยค่อนไปทางอินฟาเรด

อัตราส่วนระหว่างค่าความต้านทานของ แอลดีอาร์ ในขณะที่ไม่มีแสงกับขณะที่ได้รับแสง ซึ่งจะมีพิสัยกรใช้งาน ตั้งแต่ 100:1 ถึง 10,000:1 เท่า โดยทั่วไปค่าความต้านทาน แอลดีอาร์ ขณะไม่มีแสงจะมีค่าประมาณ 0.5 เมกะโอห์มขึ้นไป และ ขณะในที่มืดสนิทจะมีค่ามากกว่า 2 เมกะโอห์มขึ้นไป

การต่ออุปกรณ์การทดลอง



รูปที่ ง2 แสดงการเชื่อมต่อระหว่างกล่องให้พลังงานแสง และโมดูล Lab1



รูปที่ ง3 แสดงวงจรของโมดูลที่ Lab1

ขั้นตอนการทดลอง

1. ต่อวงจรตามรูปที่ ข.2 โดยใช้โมดูลที่ Lab1
2. ปรับความเข้มของแสงตามตารางที่ ข.3
3. บันทึกผลการทดลอง

ตารางที่ 6.5 แสดงผลการทดลองการวัดค่าแรงดันเอาต์พุต

ระดับของความเข้มของแสง	V_{out} (volt)
1	3.00
2	2.45
3	2.25
4	2.25
5	2.25

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามท้ายการทดลอง

1. แอลดีอาร์ ส่วนใหญ่มักทำจากสารกึ่งตัวนำชนิดใด

.....

.....

.....

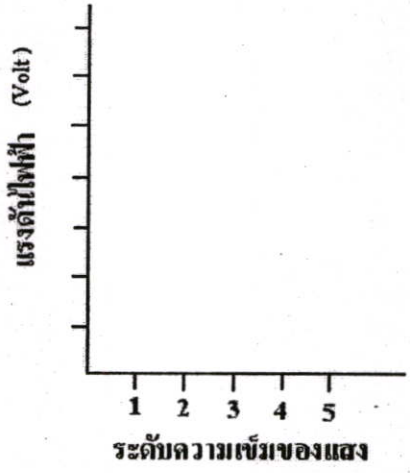
2. แอลดีอาร์ จะเปลี่ยนค่าความต้านทานของตัวเมื่อได้รับพลังงานชนิดใด

.....

.....

.....

3. จงวาดกราฟความสัมพันธ์ของความเปลี่ยนแปลงค่าแรงดันไฟฟ้ากับความเข้มของแสง ที่ได้จากตารางการทดลองที่ 6.5



รูปที่ ง4 แสดงกราฟความสัมพันธ์ของความเปลี่ยนแปลงค่าแรงดันไฟฟ้ากับความเข้มของแสง

4. จากกราฟที่ได้จงอธิบายการทำงานของ แอลดีอาร์

.....

.....

.....

.....

5.จงยกตัวอย่างการนำแอลดีอาร์ไปใช้งาน

.....

.....

ใบงานที่ 2
โซล่าเซลล์

วัตถุประสงค์การทดลอง

1. อธิบายหลักการทำงานของ โซล่าเซลล์ ได้
2. สามารถต่อวงจรการทดลองได้
3. วัดค่าต่าง ๆ ในวงจรได้
4. สามารถวาดกราฟคุณลักษณะการทำงานของ โซล่าเซลล์ ได้

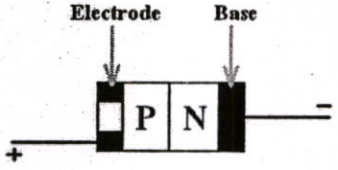
เครื่องมือและอุปกรณ์

1.	กล่องให้พลังงานแสง	1	เครื่อง
2.	แผ่นวงจรโมดูล Lab 2	1	แผ่น
3.	ดิจิตอลโวลท์มิเตอร์	1	เครื่อง
4.	สายต่อต่างๆ		

ทฤษฎีเบื้องต้น

เซลล์แสงอาทิตย์ (Solar Cell)

เซลล์แสงอาทิตย์เป็นอุปกรณ์ที่สามารถให้กำเนิดแรงดันไฟฟ้าได้ เมื่อมีแสงมาตกกระทบตัวมัน จัดอยู่ในตัวแปลงแบบไวงานอีกชนิดหนึ่ง ในการใช้งาน เพียงแต่ต่อโหลดเข้ากับเซลล์แสงอาทิตย์

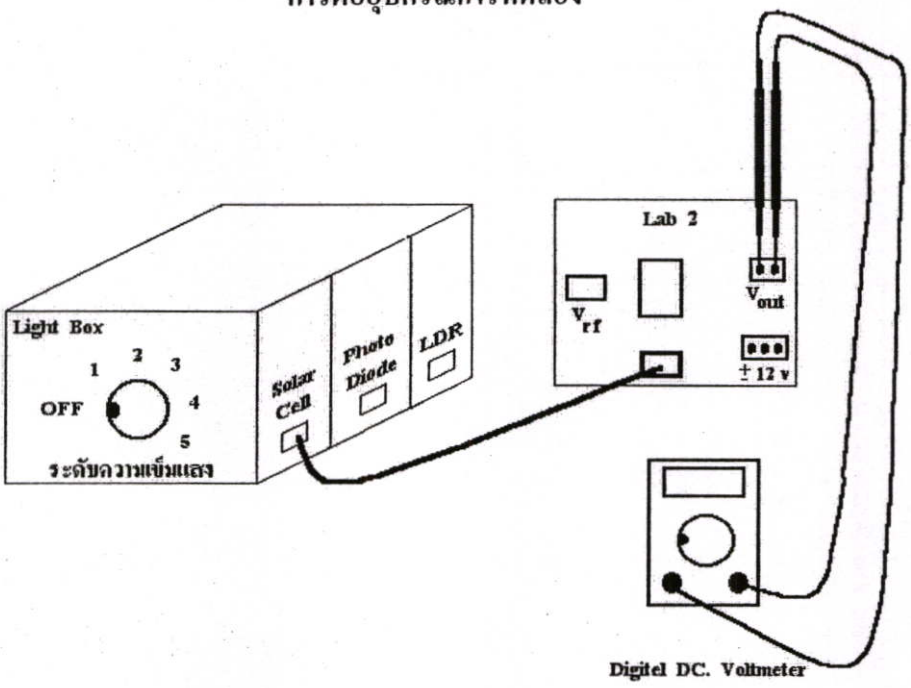


รูปที่ ง5 แสดงโครงสร้างเซลล์แสงอาทิตย์

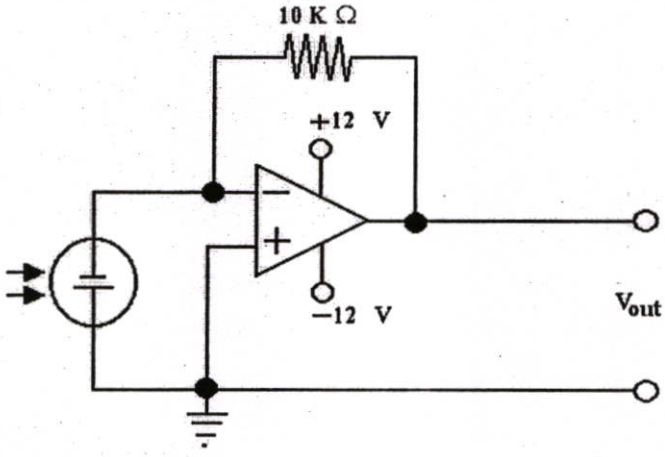
โครงสร้างของเซลล์แสงอาทิตย์ จะประกอบด้วยสารกึ่งตัวนำชนิด พี-เอ็น ที่ประกอบกันเป็นรอยต่อ ซึ่งสารที่นิยมนำมาใช้ทำเซลล์แสงอาทิตย์ ได้แก่ สารซิลิกอน (Si) หรือ สารซีลีเนียม (Se)

โดยปกติเซลล์แสงอาทิตย์ 1 เซลล์จะสามารถผลิตแรงดันไฟฟ้าได้ประมาณ 0.25 – 0.6 V กระแสที่ได้ถึง 50 mA

การต่ออุปกรณ์การทดลอง



รูปที่ ง6 แสดงการเชื่อมต่อระหว่างกล่องให้พลังงานแสง และโมดูล Lab 2



รูปที่ ง7 แสดงวงจรของโมดูลที่ Lab 2

ขั้นตอนการทดลอง

1. ต่อวงจรตามรูปที่ 6.7 โดยใช้โมดูลที่ Lab2
2. ปรับความเข้มของแสงตามตารางที่ 6.6
3. บันทึกผลการทดลอง

ตารางที่ 1 แสดงผลการทดลองการวัดค่าแรงดันเอาต์พุต

ระดับของความเข้มของแสง	V_{out} (volt)
1	0.50
2	0.75
3	1.25
4	1.65
5	2.00

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามท้ายการทดลอง

1. สารใดที่นิยมนำมาทำเซลล์แสงอาทิตย์

.....

.....

.....

.....

2. ถ้าต้องการได้ปริมาณกระแสมาก ๆ จากเซลล์แสงอาทิตย์จะมีวิธีต่ออย่างไร

.....

.....

.....

3. เซลล์แสงอาทิตย์เป็นตัวแปลงแบบใด จงอธิบาย

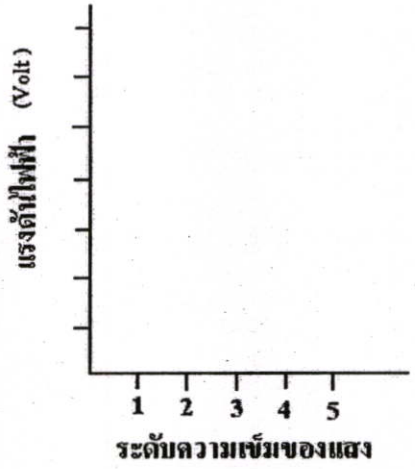
.....

.....

.....

.....

3. จงวาดกราฟความสัมพันธ์ของความเปลี่ยนแปลงค่าแรงดันไฟฟ้ากับความเข็มของแสง ที่ได้จากตารางการทดลองที่ 6.6



รูปที่ ง8 แสดงกราฟความสัมพันธ์ของความเปลี่ยนแปลงค่าแรงดันไฟฟ้ากับความเข็มของแสง

5. จากกราฟที่ได้จงอธิบายการทำงานของ เซลล์แสงอาทิตย์

.....

.....

.....

.....

ใบงานที่ 3
โฟโตไดโอด

วัตถุประสงค์การทดลอง

1. อธิบายหลักการทำงานของ โฟโตไดโอด ได้
2. สามารถต่อวงจรการทดลองได้
3. วัดค่าต่าง ๆ ในวงจรได้
4. สามารถวาดกราฟคุณลักษณะการทำงานของ โฟโตไดโอด ได้

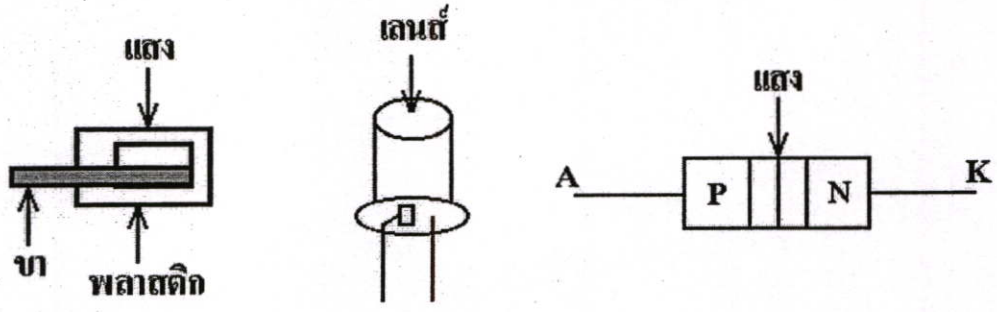
เครื่องมือและอุปกรณ์

1. กล่องให้พลังงานแสง	1	เครื่อง
2. แผ่นวงจรโมดูล Lab 3	1	แผ่น
3. ดิจิตอลโวลท์มิเตอร์	1	เครื่อง
4. สายต่อต่างๆ		

ทฤษฎีเบื้องต้น

ไดโอดพลังแสง (Photo Diode)

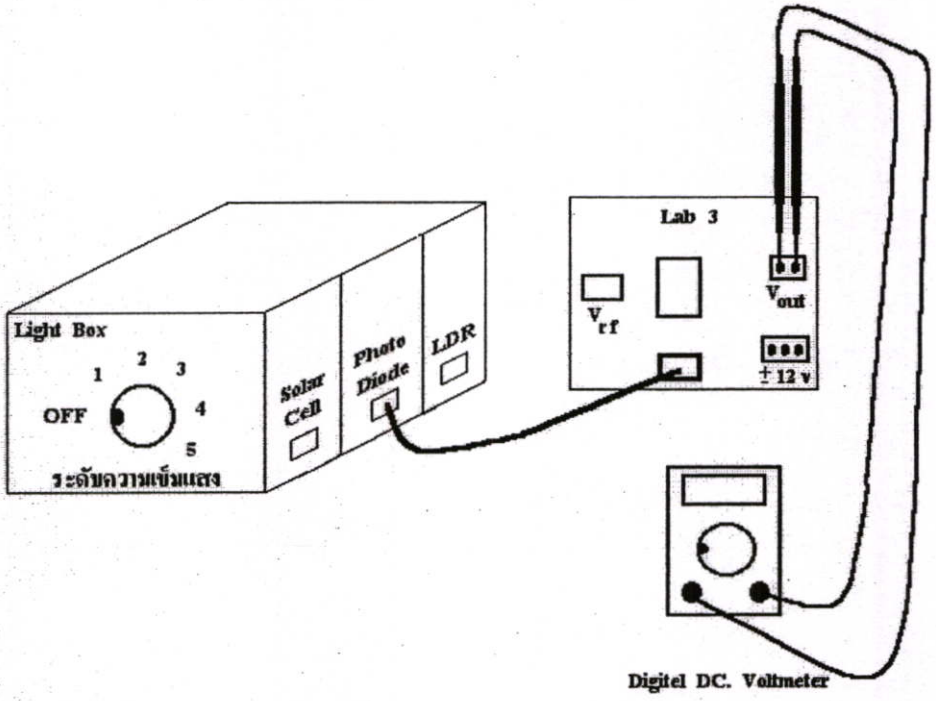
ไดโอดพลังแสงทำจากสารกึ่งตัวนำชนิดรอยต่อ P-N หนึ่งรอยต่อ แต่โฟโต้ไดโอดมีโครงสร้างที่แตกต่างกับไดโอดธรรมดาทั่วไปคือ มันจะมีช่องที่ทำด้วยกรอบแก้ว เพื่อเป็นช่องทางผ่านของแสงเข้าไปยังพื้นที่ไวแสง ของรอยต่อ P-N ได้



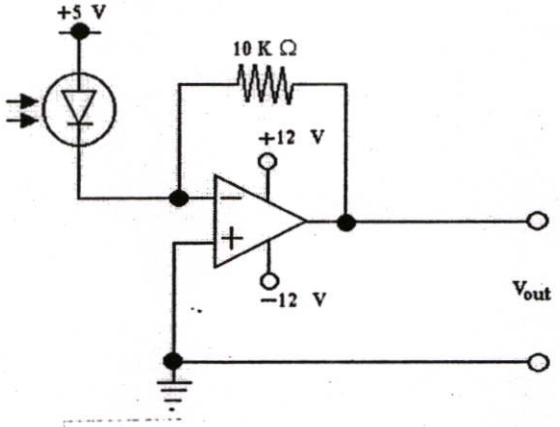
รูปที่ ง9 โครงสร้าง และ สัญลักษณ์ ของไดโอดพลังแสง

การนำเอาโฟโตไดโอดไปใช้งานจะต้องมีการต่อวงจรในลักษณะการไบแอสย้อนกลับ เพื่อทำให้บริเวณพาหะเพิ่มขึ้น และใช้พลังงานแสงไปทำให้บริเวณปลอดพาหะลดลง เมื่อพิจารณาการทำงานของโฟโตไดโอด ขณะที่ไม่มีแสงมาตกกระทบ รอยต่อของโฟโตไดโอดจะมีกระแสรั่วไหลผ่านไดโอดได้น้อยมาก ที่เรียกว่า "กระแสมืด" และเมื่อมีแสงส่องมากระทบตรงรอยต่อ พี-เอ็น อิเล็กตรอน ทั้งคู่จะถูกสร้างขึ้นมาเสริม ทำให้มีกระแสไหลผ่านตัวไดโอดได้ แต่เป็นทิศทางกลับกัน จะกล่าวได้ว่า โฟโตไดโอด เป็นสวิตซ์ ที่ควบคุมการทำงานได้ด้วยแสง

การต่ออุปกรณ์การทดลอง



รูปที่ ง10 แสดงการเชื่อมต่อระหว่างกล่องให้พลังงานแสง และโมดูล Lab 3



รูปที่ ง11 แสดงวงจรของโมดูลที Lab 3

ขั้นตอนการทดลอง

1. ต่อวงจรตามรูปที่ 6.10 โดยใช้โมดูลที่ Lab 3
2. ปรับความเข้มของแสงตามตารางที่ 6.7
3. บันทึกผลการทดลอง

ตารางที่ 6.7 แสดงผลการทดลองการวัดค่าแรงดันเอาต์พุต

ระดับของความเข้มของแสง	V_{out} (volt)
1	3.00
2	2.45
3	2.25
4	2.25
5	2.25

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามท้ายการทดลอง

1. จงอธิบายข้อแตกต่างระหว่างไดโอดธรรมดากับโฟโตไดโอด

.....

.....

.....

2. เลนส์ของโฟโตไดโอดมีหน้าที่อะไร

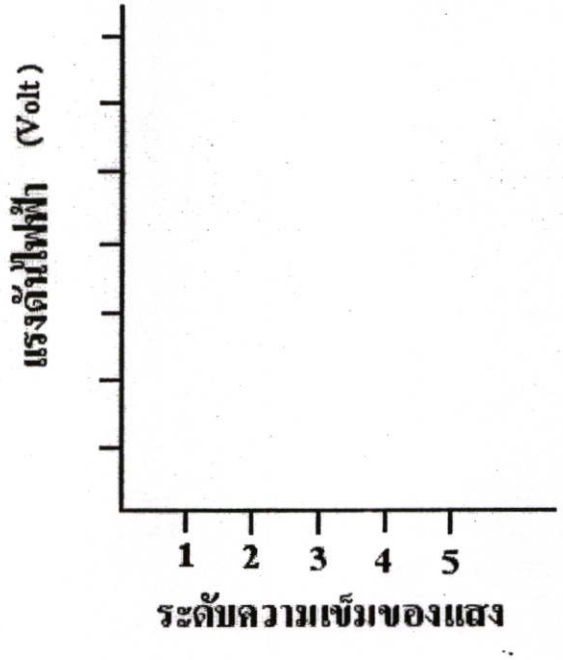
.....

.....

.....

.....

3. จงวาดกราฟความสัมพันธ์ของความเปลี่ยนแปลงค่าแรงดันไฟฟ้ากับความเข็มของแสง ที่ได้จากตารางการทดลองที่ 6.7



รูปที่ ง12 แสดงกราฟความสัมพันธ์ของความเปลี่ยนแปลงค่าแรงดันไฟฟ้ากับความเข็มของแสง

4. จากกราฟที่ได้จงอธิบายการทำงานของ โฟโตไดโอด

.....

.....

.....

.....

5. จงยกตัวอย่างการนำโฟโตไดโอดไปใช้งาน

.....

.....

ข้อสอบท้ายใบงานเมื่อทดลองครบทั้งสามใบงาน

ข้อสอบท้ายใบงานเมื่อทดลองครบทั้งสามใบงาน

1. จงอธิบายข้อแตกต่างระหว่างไดโอดธรรมดากับโฟโตไดโอด

.....

.....

.....

2. เซลล์แสงอาทิตย์เป็นตัวแปลงแบบใด จงอธิบาย

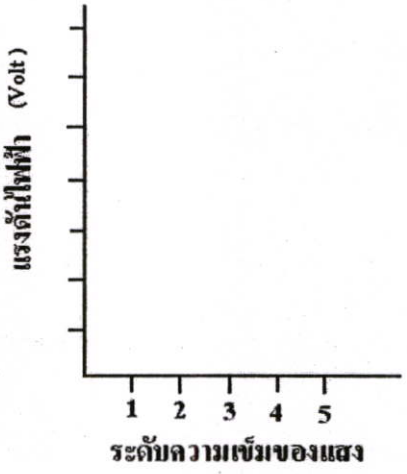
.....

.....

.....

.....

3. จงวาดกราฟความสัมพันธ์ของความเปลี่ยนแปลงค่าแรงดันไฟฟ้ากับความเข้มของแสง ของแอลดีอาร์



4. จากกราฟที่ได้จงอธิบายการทำงานของ แอลดีอาร์

.....

.....

.....

.....

5.จงยกตัวอย่างการนำแอลดีอาร์ไปใช้งาน

.....

.....

6. เลนส์ของโฟโตไดโอดมีหน้าที่อะไร

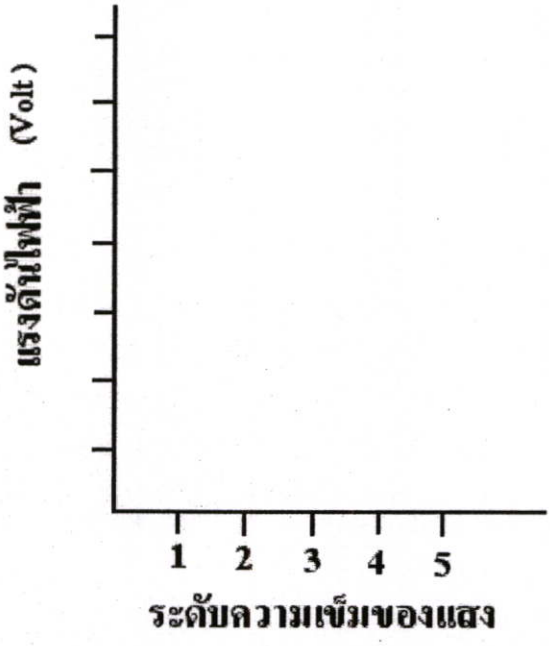
.....

.....

.....

.....

7. จงวาดกราฟความสัมพันธ์ของความเปลี่ยนแปลงค่าแรงดันไฟฟ้ากับความเข็มของแสง ของ โฟโตไดโอด



8. จากกราฟที่ได้จงอธิบายการทำงานชอง โฟโตไดโอด

.....

.....

.....

9. จงยกตัวอย่างการนำโฟโตไดโอดไปใช้งาน

.....

.....

10. สารใดที่นิยมนำมาทำเซลล์แสงอาทิตย์

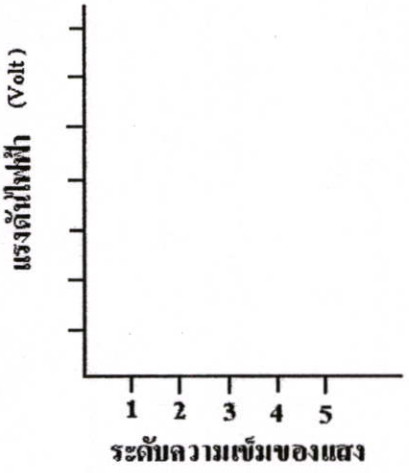
.....

.....

.....

.....

11. จงวาดกราฟความสัมพันธ์ของความเปลี่ยนแปลงค่าแรงดันไฟฟ้ากับความเข้มของแสง ของเซลล์แสงอาทิตย์



12. จากกราฟที่ได้จงอธิบายการทำงานของ เซลล์แสงอาทิตย์

.....

.....

.....

13. ถ้าต้องการได้ปริมาณกระแสมาก ๆ จากเซลล์แสงอาทิตย์จะมีวิธีต่ออย่างไร

.....

.....

.....

14. แอลดีอาร์ ส่วนใหญ่มักทำจากสารกึ่งตัวนำชนิดใด

.....

.....

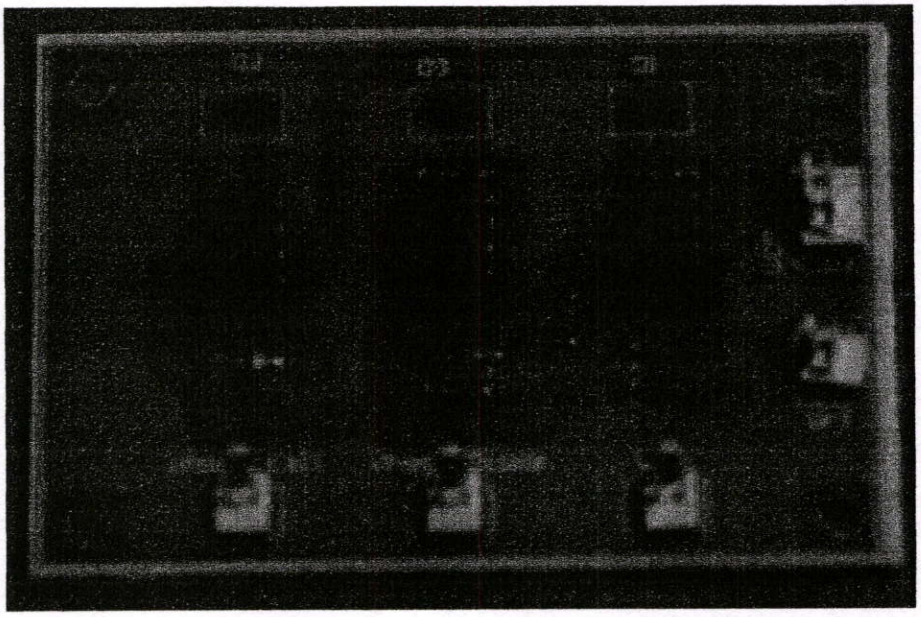
.....

15. แอลดีอาร์ จะเปลี่ยนค่าความต้านทานของตัวเมื่อได้รับพลังงานชนิดใด

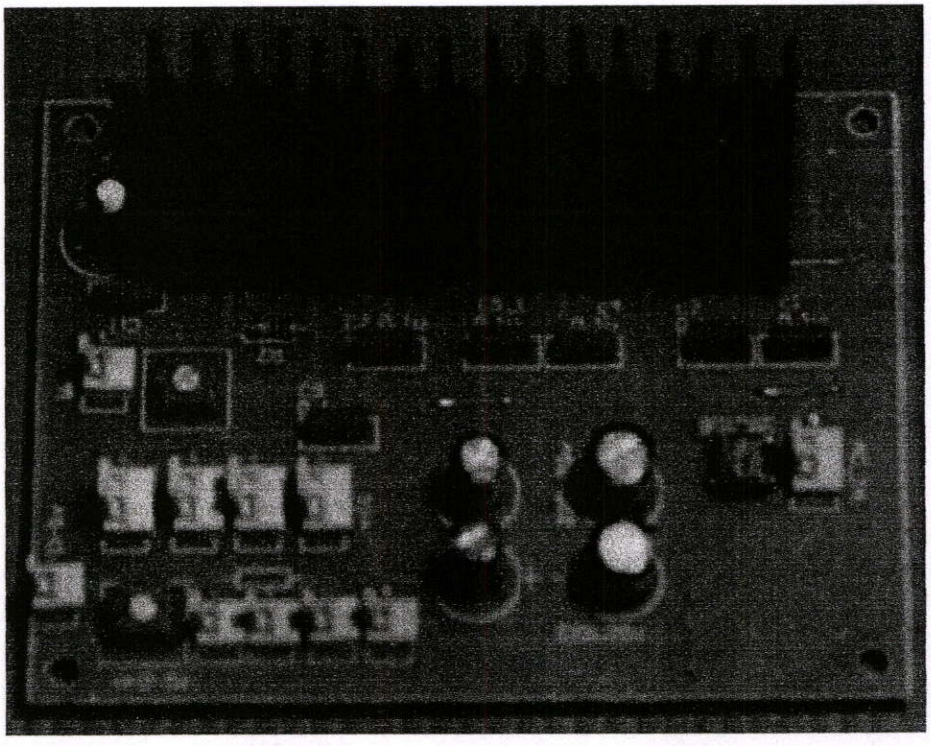
.....

.....

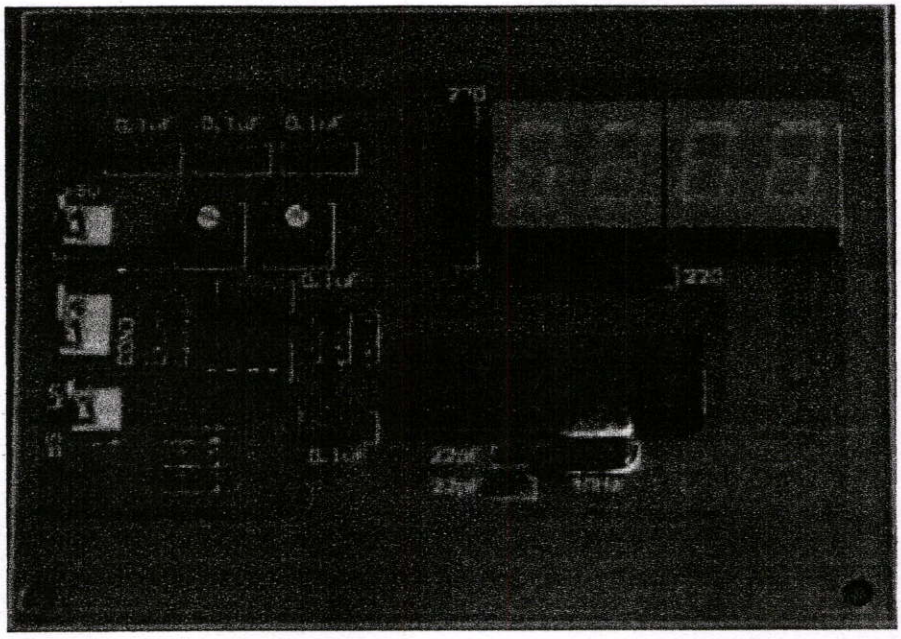
.....



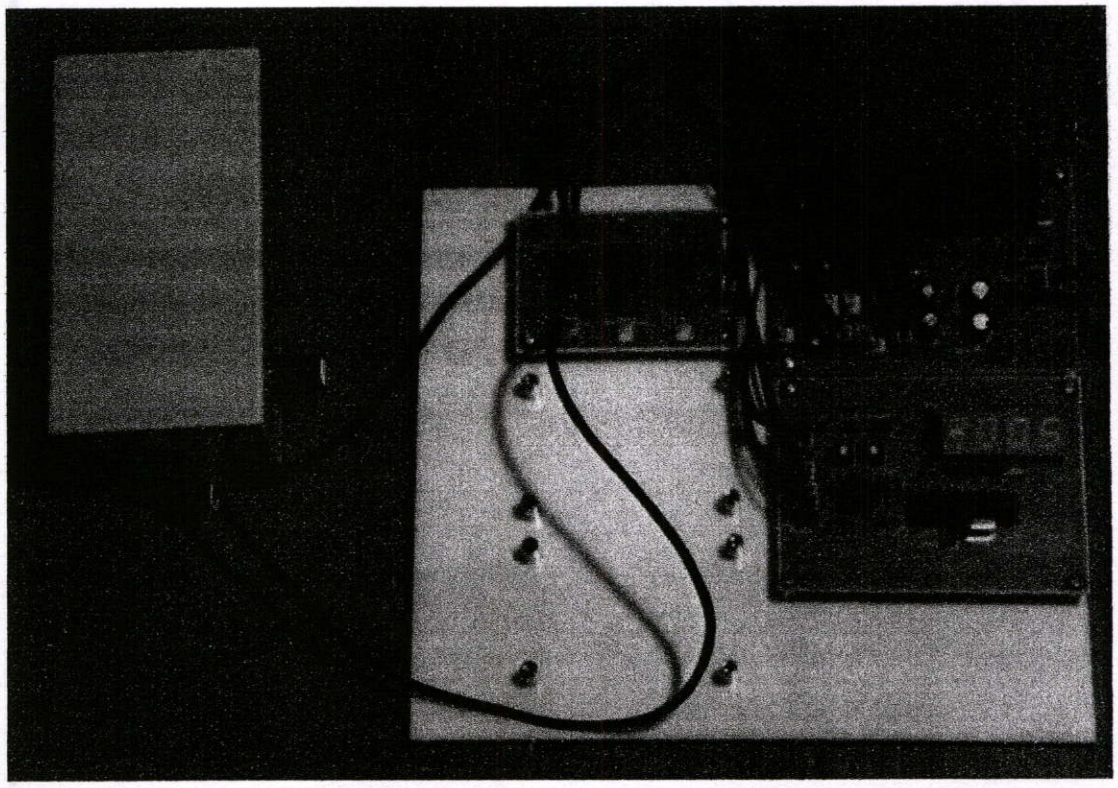
รูปที่ ง13 ชุดวงจรทดลอง แอลดีอาร์ เซลล์แสงอาทิตย์ และโฟโตไดโอด



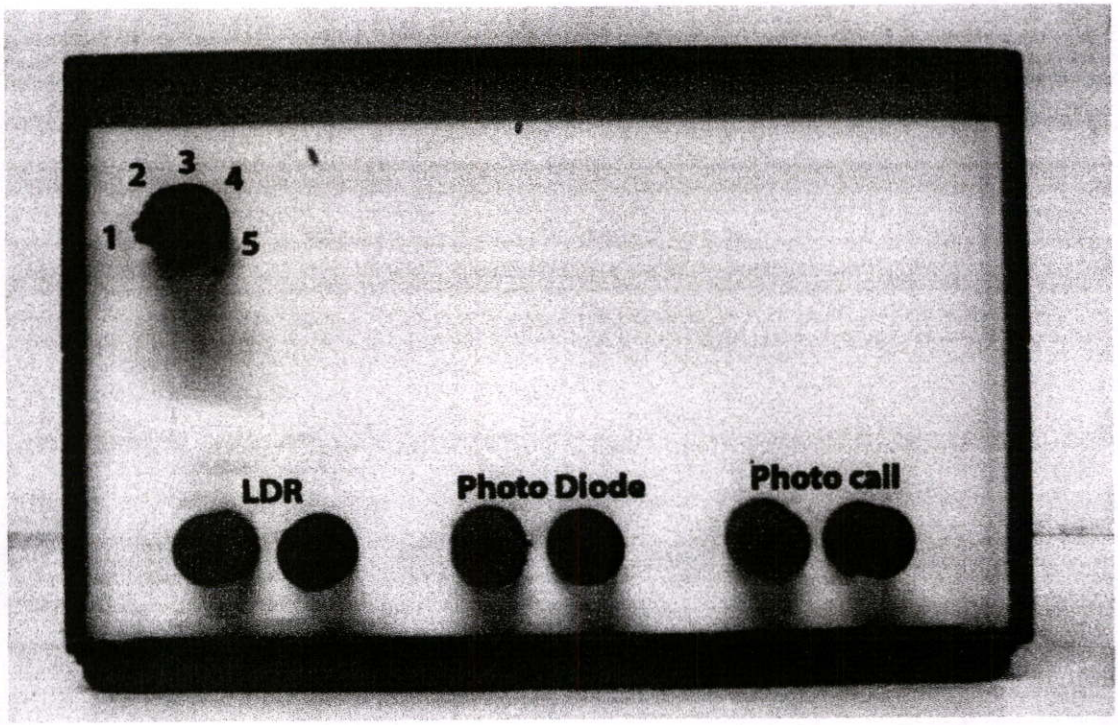
รูปที่ ง14 วงจรภาคจ่ายไฟ



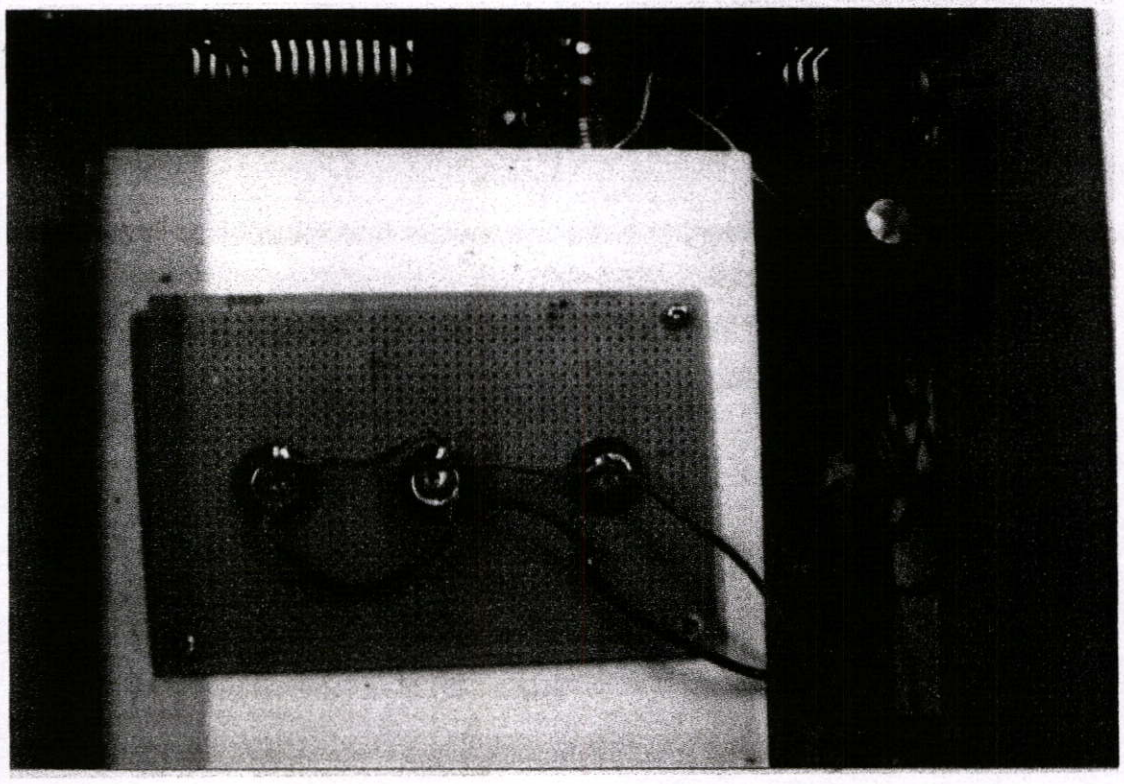
รูปที่ ง15 วงจรดิจิตอลโวลต์มิเตอร์



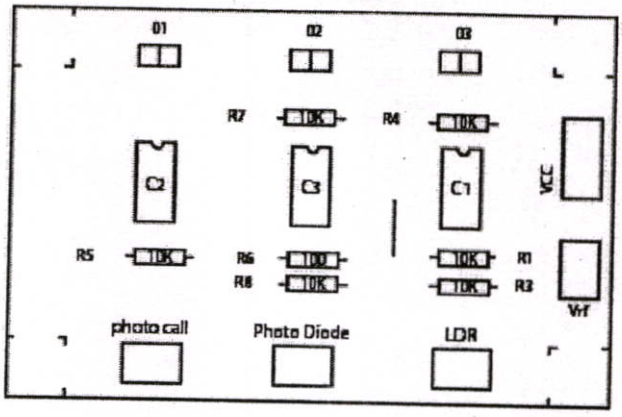
รูปที่ ง16 การทดลองเรื่อง แอลดีอาร์ เซลล์แสงอาทิตย์ และโฟโตไดโอด

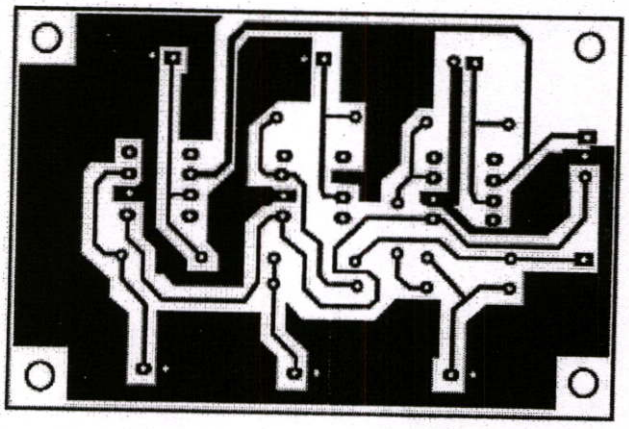


รูปที่ ง17 กล่องปรับความเข้มของแสง

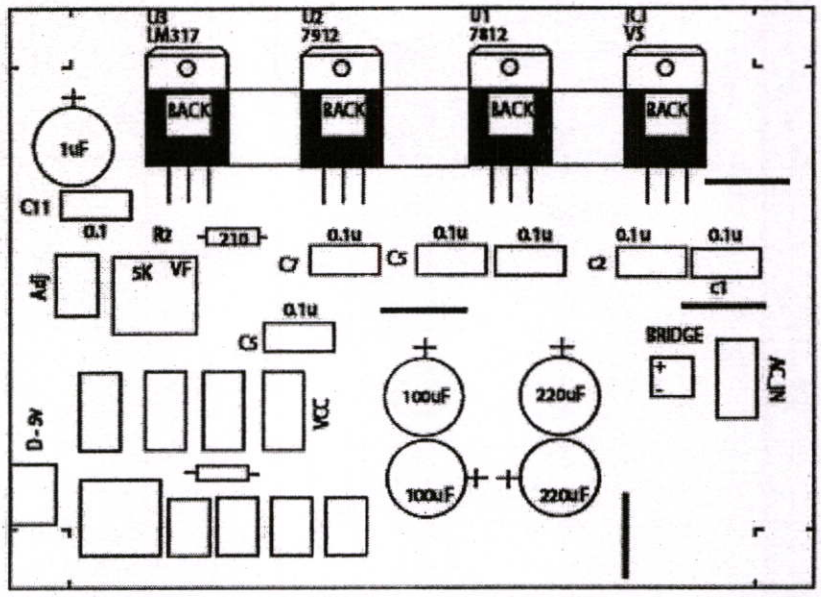


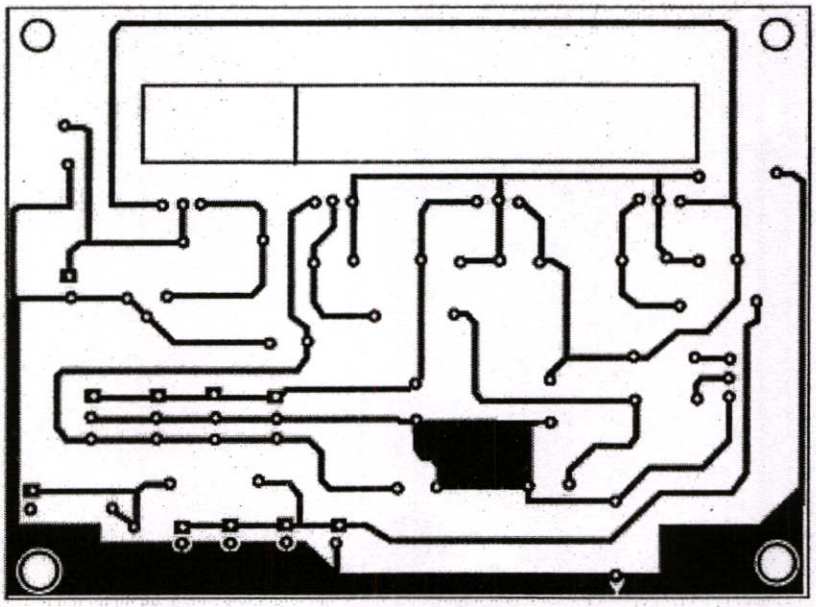
รูปที่ ง18 ด้านในกล่องปรับความเข้มแสง



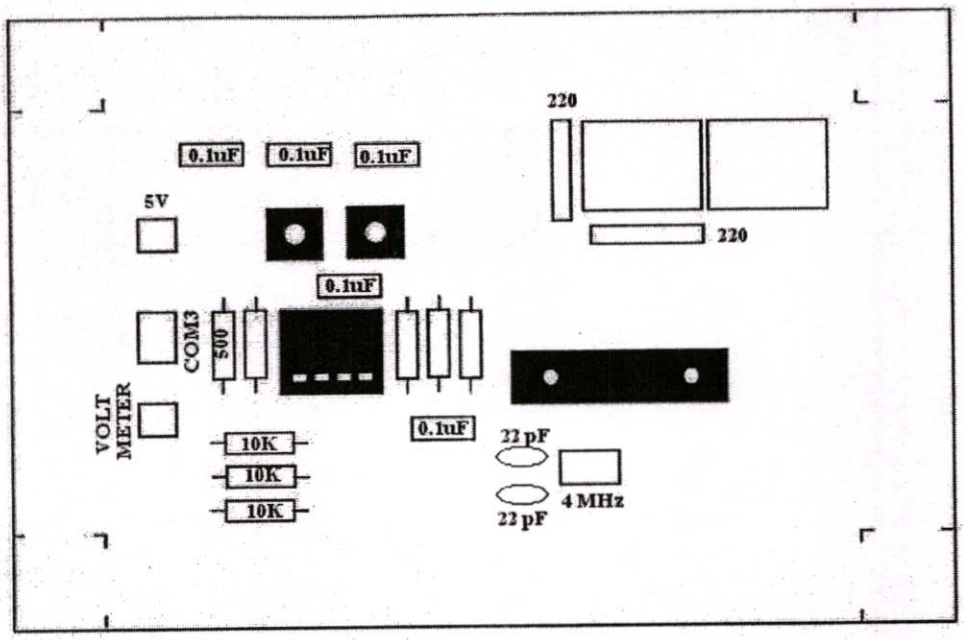


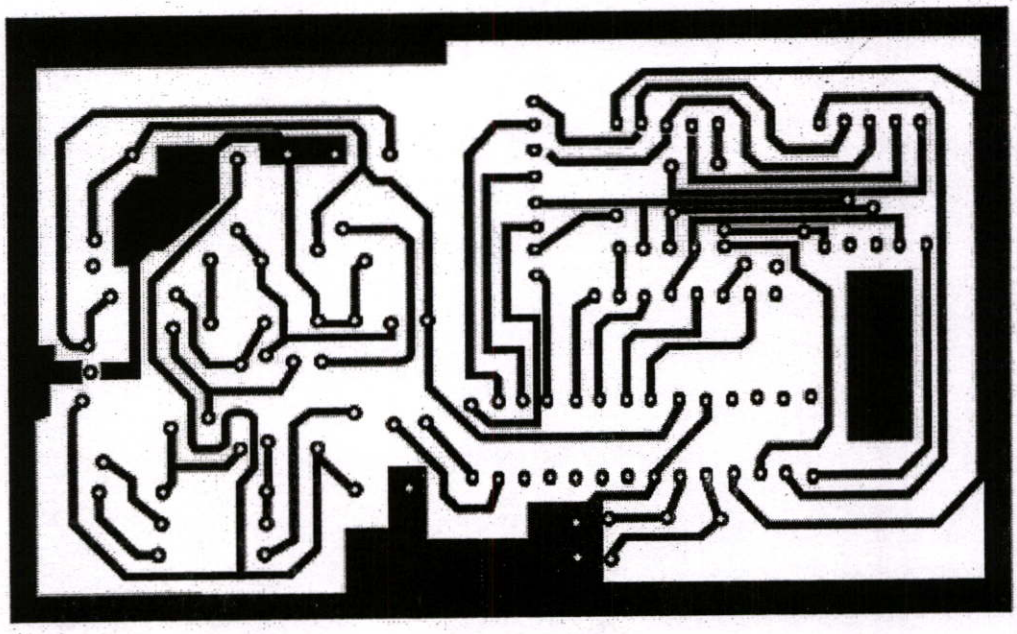
รูปที่ ง19 โมดูลแอลดีอาร์ เซลล์แสงอาทิตย์ และโฟโตไดโอด





รูปที่ ง20 โมดูลภาคจ่ายไฟ





รูปที่ ง21 โมดูลดิจิตอลโวลต์มิเตอร์

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	นายพิเชษฐ ฉิมพรัตน์
วัน เดือน ปี เกิด	19 มกราคม 2518
สถานที่เกิด	กรุงเทพมหานคร
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	บ้านเลขที่ 988/14 ซ.อุดมสุข 26 ถ.สุขุมวิท 103 เขต บางนา แขวง บางนา จ. กรุงเทพ 10260
สถานที่ทำงาน	บ้านเลขที่ 988/14 ซ.อุดมสุข 26 ถ.สุขุมวิท 103 เขต บางนา แขวง บางนา จ. กรุงเทพ 10260 (ประกอบกิจการส่วนตัว)
ประวัติการศึกษา	ปีการศึกษา 2542 สำเร็จการศึกษา วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต (วิศวกรรมไฟฟ้า) จากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร ปีการศึกษา 2548 สำเร็จการศึกษา ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร จากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง