

การพัฒนาชุดปฏิบัติการวิชาออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี ตามหลักสูตร
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พ.ศ. 2546

DEVELOPMENT OF LABORATORY SET ON OP-AMP AND LINEAR IC
FOR HIGHER VOCATIONAL CERTIFICATE CURRICULUM B.E. 2546



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของงานศึกษาตามหลักสูตรปริญญาตรี สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2554

KMITL-2011-ED-M-231-148

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การพัฒนาชุดปฏิบัติการวิชาออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี ตามหลักสูตร
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พ.ศ. 2546

DEVELOPMENT OF LABORATORY SET ON OP-AMP AND LINEAR IC
FOR HIGHER VOCATIONAL CERTIFICATE CURRICULUM B.E. 2546



T120502

พัชรินทร์ สุวรรณบุตร
PATCHARIN SUWANNABUT

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....120502
วัน, เดือน, ปี.....2...สิ.ค. 2555

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

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร

คณะครุศาสตรบัณฑิต

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2554

KMITL- 2011-ED-M-231-148

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**DEVELOPMENT OF LABORATORY SET ON OP-AMP AND LINEAR IC FOR
HIGHER VOCATIONAL CERTIFICATE CURRICULUM B.E. 2546**



PATCHARIN SUWANNABUT

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

2011

KMITL- 2011-ED-M-231-148

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ใบรับรองวิทยานิพนธ์

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การพัฒนาชุดปฏิบัติการวิชาอปแอมป์และลิเนียร์ไอซี ตามหลักสูตรประกาศนียบัตร
วิชาชีพชั้นสูง พ.ศ.2546

Development of Laboratory Set on Op-Amp and Linear IC for Higher Vocational
Certificate Curriculum B.E.2546

นักศึกษา นางสาวพัชรินทร์ สุวรรณบุตร

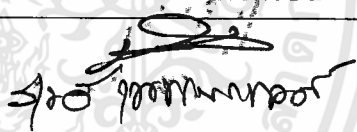
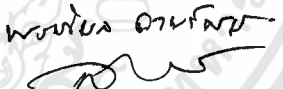
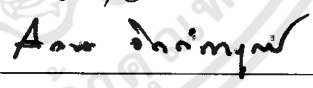
รหัสประจำตัว 49063511

ปริญญา ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต

สาขาวิชา วิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รศ.วิสุทธิ์ สุนทรกนกพงศ์

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ผศ.ดร.พรพิมล ฉายรัมย์

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์		ลายมือชื่อ
รศ.พีระวุฒิ	สุวรรณจันทร์	  
รศ.วิสุทธิ์	สุนทรกนกพงศ์	
ผศ.ดร.พรพิมล	ฉายรัมย์	
ดร.สมชาย	หมั่นสายญาติ	
รศ.ดร.กัลยาณี	จิตต์การุณย์	

วัน / เดือน / ปี ที่สอบ 9 พฤษภาคม 2554 เวลา 13.00 น. เป็นต้นไป

สถานที่สอบ ณ ห้องสมาคมศิษย์เก่าบัณฑิตศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมรับรองแล้ว



(รองศาสตราจารย์ พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์)

คณบดี คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

วันที่...๕.7...เดือน...พฤษภาคม...พ.ศ. 2554

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์

การพัฒนาชุดปฏิบัติการวิชาอปแอมป์และลิเนียร์ไอซี
ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พ.ศ. 2546

นักศึกษา

นางสาวพัชรินทร์ สุวรรณบุตร

รหัสประจำตัว

49063511

ปริญญา

ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต

สาขาวิชา

วิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร

พ.ศ.

2554

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

รศ. วิสุทธิ์ สุนทรกนกพงศ์

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

ผศ. ดร.พรพิมล ฉายรัมย์

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนา หาคูณภาพและประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการวิชาอปแอมป์และลิเนียร์ไอซี ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พ.ศ. 2546 กลุ่มตัวอย่างคือ นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2553 ช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคสระบุรี จำนวน 20 คน เครื่องที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย แผงทดลอง ใบงาน แบบประเมินความสามารถทางการเรียนระหว่างเรียน และแบบประเมินความสามารถทางการเรียนใบงานรวม สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่าประสิทธิภาพ E_1 / E_2

ผลการวิจัย พบว่า คุณภาพของชุดปฏิบัติการ ($\bar{X} = 4.86$, S.D. = 0.27) และใบงาน ($\bar{X} = 4.88$, S.D. = 0.28) วิชาอปแอมป์และลิเนียร์ไอซี ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พ.ศ. 2546 จัดอยู่ในระดับดีมาก ส่วนประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการวิชาอปแอมป์และลิเนียร์ไอซี ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พ.ศ. 2546 พบว่า ค่าคะแนนเฉลี่ยร้อยละของคะแนนจากแบบประเมินความสามารถทางการเรียนระหว่างเรียนใบงาน 12 ใบงาน (E_1) เท่ากับ 82.95% และค่าคะแนนเฉลี่ยร้อยละของคะแนนแบบประเมินความสามารถทางการเรียนใบงานรวมหลังเรียนครบ 12 ใบงานแล้ว (E_2) เท่ากับ 83.35% ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ คือ E_1 / E_2 ไม่ต่ำกว่า 80/80

Thesis Title	Development of Laboratory Set on Op-Amp and Linear IC for Higher Vocational Certificate Curriculum B.E. 2546
Student	Miss. Patcharin Suwannabut
Student ID	49063511
Degree	Master of Science in Industrial Education
Programme	Electrical Communications Engineering
Year	2011
Thesis Advisor	Assoc. Prof. Wisuit Sunthonkanokpong
Thesis Co-Adviser	Assist. Prof. Dr. Pomnimol Chairussamee

ABSTRACT

The purposes of this research were to develop and to find the quality and the efficiency of the laboratory set on op-amp and linear IC course. The sample group of this study were 20 diploma students of the Electronics Department at Saraburi Technical College. The research tools consisted of a laboratory set, 12 lab sheets, a quality evaluation on learning abilities (a formative test), and a quality evaluation on learning abilities (a posttest of all lab sheets). The statistics used for data analysis were percentage (%), mean ($\bar{X}$), standard deviation, and E_1 / E_2 efficiency index.

The results of this research showed that the quality of laboratory set ($\bar{X} = 4.86$, S.D. = 0.27) and the lab sheets ($\bar{X} = 4.88$, S.D. = 0.28) on op-amp and linear IC course had a very good quality. Additionally, the efficiency of the laboratory set on op-amp and linear IC course was that the average scores of a efficiency evaluation on learning abilities (a formative test) (E_1) was 82.95% and the average scores of a efficiency evaluation on learning abilities (a posttest of all lab sheets) (E_2) was 83.35%, which was higher than the setting criteria that E_1 / E_2 would be 80/80.



กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยความอนุเคราะห์จาก รศ.วิสุทธิ์ สุนทรกนกพงศ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ผศ.ดร.พรพิมล ฉายรัศมี อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ได้ให้ความกรุณาแนะนำ ให้ความช่วยเหลือ ให้กำลังใจ ตรวจสอบและแก้ไขเครื่องมือ ตลอดจน การปรับปรุง ข้อบกพร่องต่างๆ จนวิทยานิพนธ์สำเร็จลุล่วงได้อย่างสมบูรณ์ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณา และขอขอบพระคุณอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ทุกท่าน ที่ให้คำแนะนำในการแก้ไข ข้อบกพร่อง จนทำให้วิทยานิพนธ์สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณ ผู้ทรงคุณวุฒิด้านแพ่งทดลองและด้านเนื้อหาและใบงาน ได้แก่ ผศ.ปิยะ สุภวราสุวัฒน์ ผศ.โกศล ตราชู รศ.อาจินต์ น่วมสำราญ อาจารย์สมบูรณ์ เนียมกล้า และอาจารย์สำเร็จ เต็มราม ที่ได้กรุณาสละเวลาในการประเมินคุณภาพชุดปฏิบัติการและใบงาน และให้คำแนะนำอันเป็นประโยชน์เพื่อแก้ไขเครื่องมือในการวิจัยจนสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่าน ที่ได้ให้ความรู้ ความเข้าใจด้านการศึกษาเทคโนโลยี ตลอดจนข้อคิดต่างๆ อันก่อให้เกิดประโยชน์ต่อการค้นคว้า และเป็นแนวทางในการทำวิทยานิพนธ์ จนประสบความสำเร็จ

ขอขอบพระคุณ คุณแม่ คุณพ่อ ผู้เป็นที่เคารพรักยิ่ง ตลอดจนญาติพี่น้อง ที่ให้การสนับสนุนส่งเสริมในการศึกษาตลอดมาและเป็นกำลังใจแก่ผู้วิจัยเป็นอย่างดี

ขอขอบพระคุณเพื่อนๆ และบุคคลที่ผู้วิจัยไม่ได้กล่าวถึง ที่ให้การสนับสนุน ตลอดจน ให้ความช่วยเหลือในด้านต่างๆ

คุณค่า และประโยชน์อันใดพึงมีจากการทำวิทยานิพนธ์ ผู้วิจัยมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

พัชรินทร์ สุวรรณบุตร

สารบัญ

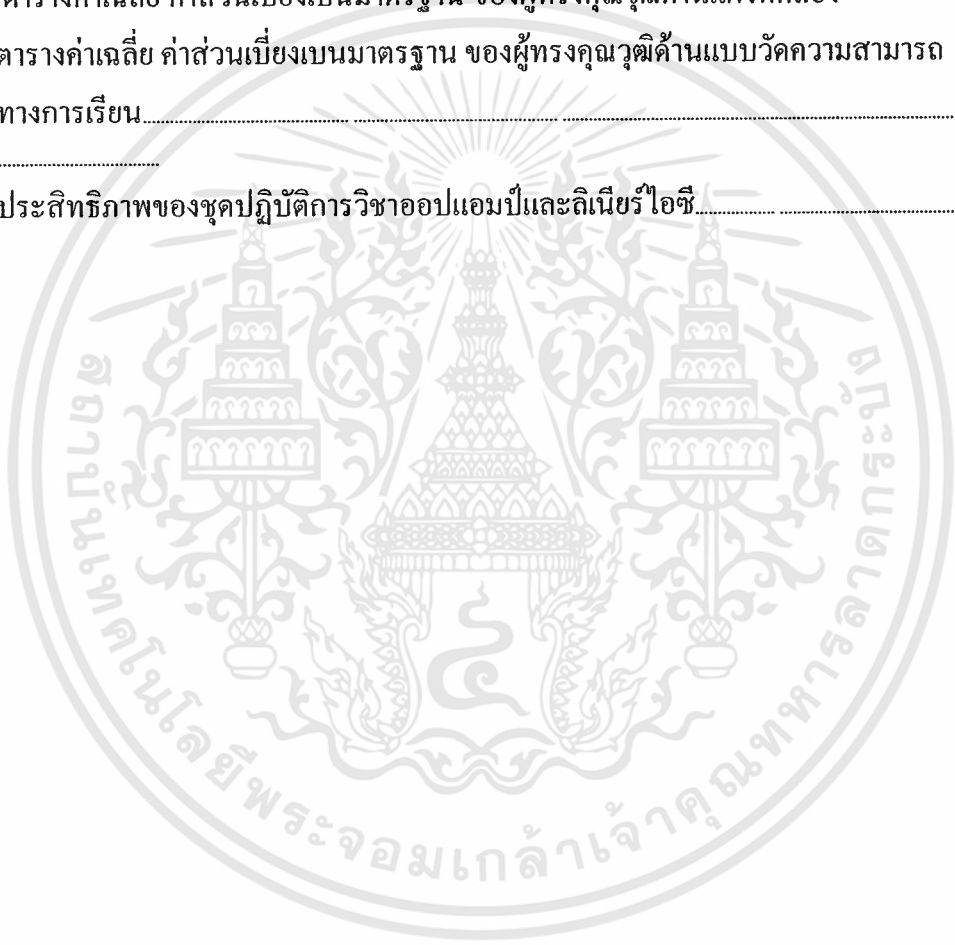
	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VII
สารบัญรูป	VIII
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	2
1.3 สมมติฐานของการวิจัย.....	2
1.4 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย.....	2
1.5 ขอบเขตของการวิจัย.....	3
1.6 นิยามคำศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย.....	4
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	6
2.1 วิชาออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี.....	6
2.2 การสอนแบบปฏิบัติทดลอง.....	8
2.3 หลักการออกแบบและสร้างชุดปฏิบัติการ.....	10
2.4 การหาประสิทธิภาพ.....	11
2.5 ทฤษฎีออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี.....	13
2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	23
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย.....	25
3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	25
3.2 การเตรียมการวิจัย.....	26
3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	26
3.4 ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือ.....	27

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.5 วิธีดำเนินการวิจัยและการเก็บรวบรวมข้อมูล.....	36
3.6 สถิติที่ใช้ในการวิจัย.....	37
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	39
4.1 การวิเคราะห์คุณภาพของชุดปฏิบัติการ.....	39
4.2 การวิเคราะห์คุณภาพของแบบประเมินความสามารถทางการเรียน.....	42
4.3 การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการ.....	44
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	46
5.1 สรุปผลการวิจัย.....	46
5.2 อภิปรายผลการวิจัย.....	50
5.3 ข้อเสนอแนะ.....	51
บรรณานุกรม.....	52
ภาคผนวก.....	55
ภาคผนวก ก หนังสือราชการ.....	56
ภาคผนวก ข รายละเอียดชุดปฏิบัติการออปปแอมป์และลิเนียร์ไอซี.....	64
ภาคผนวก ค การวิเคราะห์ข้อมูล.....	69
ประวัติผู้เขียน.....	102

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 แผนการสอนรายสัปดาห์.....	7
2.2 เปรียบเทียบคุณสมบัติของออปแอมป์ทางอุดมคติและทางปฏิบัติ.....	14
4.1 ตารางค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาและใบงาน	40
4.2 ตารางค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของผู้ทรงคุณวุฒิด้านแฟงทคลอง	41
4.3 ตารางค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของผู้ทรงคุณวุฒิด้านแบบวัดความสามารถ ทางการเรียน.....	43
4.4 ประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการวิชาออปแอมป์และอิเล็กทรอนิกส์.....	45



สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 บล็อกไดอะแกรมของออปแอมป์.....	14
2.2 สัญลักษณ์ของออปแอมป์.....	15
2.3 โครงสร้างออปแอมป์เบอร์ $\mu A 741$	16
2.4 ภาวะที่บรรจุออปแอมป์.....	17
2.5 สัญลักษณ์ และขั้วต่อของออปแอมป์.....	18
2.6 การต่อออปแอมป์เข้ากับแหล่งจ่ายไฟ ± 15 โวลต์.....	19
2.7 การต่อโหลดเข้ากับวงจรออปแอมป์.....	19
2.8 การปรับแรงดันออฟเซต.....	20
2.9 การผิดเพี้ยนเนื่องจากอัตราสัณฐาน.....	22
3.1 ขั้นตอนการสร้างใบงาน.....	29
3.2 ขั้นตอนการสร้างชุดปฏิบัติการ.....	31
3.3 ขั้นตอนการสร้างแบบประเมินคุณภาพของใบงานและแผนทดลอง.....	32
3.4 ขั้นตอนการสร้างแบบประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์เชิง พฤติกรรม.....	33
3.5 ขั้นตอนการสร้างแบบประเมินความสามารถทางการเรียน.....	35

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

วิชาออกแบบและลิเนียร์ไอซี เป็นวิชาหนึ่งในหลักสูตรระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) โดยเนื้อหาเป็นพื้นฐานสำคัญในการศึกษาวิชาอื่นๆ ได้กำหนดให้มีการเรียนภาคทฤษฎีและปฏิบัติจำนวน 3 ชั่วโมง/สัปดาห์ รวม 2 หน่วยกิต ดังนั้นการเรียนวิชานี้ให้เกิดประสิทธิผล มีความเหมาะสมกับหลักสูตรและเพิ่มประสิทธิภาพที่ดีมากขึ้นจึงต้องมีใบงาน ชุดปฏิบัติการมาประกอบการปฏิบัติเพื่อให้ผู้เรียนได้ทดลอง และได้ใช้ประสบการณ์ตรงในการค้นคว้าหาข้อเท็จจริงจากการลงมือปฏิบัติเอง นอกจากนี้ยังมุ่งให้ผู้เรียนได้คุ้นเคยกับเครื่องมือ อุปกรณ์ต่างๆ และสามารถใช้งานได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม และวางรากฐานที่ดีให้กับผู้เรียน โดยสนองตอบความแตกต่างของผู้เรียนเป็นรายบุคคล

อย่างไรก็ตามการจัดหาชุดปฏิบัติการในสภาพปัจจุบันนั้นได้ประสบปัญหาที่สำคัญหลายประการ คือ การขาดแคลนชุดปฏิบัติการ และชุดปฏิบัติการจากต่างประเทศมีราคาสูงซื้อได้จำนวนน้อยไม่เพียงพอต่อการฝึกปฏิบัติ และพบว่าใช้วิธีการประกอบวงจรลงบนบอร์ดพื้นฐาน ซึ่งเกิดความยุ่งยากในการต่อวงจร และต้องมีการจัดเตรียมอุปกรณ์เพิ่มเติม เช่น แหล่งจ่ายไฟ ซึ่งใช้เวลาการปฏิบัติค่อนข้างมากในเวลาที่จำกัด บางครั้งการต่อวงจร การวัดค่าต่างๆ มักผิดพลาดได้ง่าย ทำให้ตรวจสอบค่อนข้างยาก และสภาพการเรียนการสอนยังไม่เป็นตามวัตถุประสงค์ของหลักสูตร ทั้งนี้เพราะยังขาดสื่ออุปกรณ์ในการสอน และประสบปัญหาการเสียหายของเครื่องมือ อุปกรณ์ ดังนั้นในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพได้นั้นต้องใช้นวัตกรรมและเทคโนโลยีทางการศึกษามาใช้ในการจัดกระบวนการเรียนการสอน เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพมากขึ้นที่สุด นวัตกรรมและเทคโนโลยีทางการศึกษาที่กำลังเป็นที่สนใจของนักการศึกษา คือ การใช้สื่อการสอนที่เรียกว่าชุดปฏิบัติการที่คำนึงถึงประสิทธิภาพและความสอดคล้องตามหลักสูตรและระดับการศึกษาที่สามารถทำขึ้นเองได้ง่าย ราคาถูก เพื่อใช้ในการศึกษา อีกทั้งยังสามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนที่มีหลักสูตรที่คล้ายคลึงกันได้อีกด้วย

จากสภาพปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยจึงคิดพัฒนาชุดปฏิบัติการวิชานี้ขึ้นเพื่อช่วยแก้ปัญหาต่างๆ ทั้งนี้ได้คำนึงถึงประสิทธิภาพและความสอดคล้องตามวัตถุประสงค์หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ คณะวิชาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เป็นสำคัญ

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อพัฒนาชุดปฏิบัติการวิชาอปแอมป์และลิเนียร์ไอซี ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พ.ศ. 2546 ที่มีคุณภาพ

1.2.2 เพื่อหาประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการวิชาอปแอมป์และลิเนียร์ไอซี ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พ.ศ. 2546 ที่พัฒนาขึ้น

1.3 สมมติฐานของการวิจัย

1.3.1 ระดับคุณภาพของชุดปฏิบัติการวิชาอปแอมป์และลิเนียร์ไอซี ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พ.ศ. 2546 ที่พัฒนาขึ้นมีค่า ($\bar{X} \geq 3.5$)

1.3.2 ประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการวิชาอปแอมป์และลิเนียร์ไอซี ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พ.ศ. 2546 อยู่ในระดับตามเกณฑ์ที่กำหนด (E_1 / E_2) ไม่น้อยกว่า 80/80

1.4 กรอบแนวความคิดที่ใช้ในการวิจัย

การสอนแบบปฏิบัติเป็นการศึกษาหาความรู้ด้วยวิธีการทดลองในสาขาต่างๆ โดยเฉพาะสาขาวิชาช่างอุตสาหกรรม ซึ่งต้องอาศัยเครื่องมือและวัสดุมาใช้ในการวิเคราะห์เพื่อหาข้อเท็จจริงด้วยตนเอง (วัลลภ จันทร์ตระกูล, 2530 : 25-45) ผู้วิจัยได้นำแนวทางนี้มาดัดแปลงประยุกต์เป็นกรอบแนวความคิด เพื่อใช้ในการวิจัยการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดปฏิบัติการวิชาอปแอมป์และลิเนียร์ไอซี โดยมีลำดับขั้นตอน ดังนี้

- 1.4.1 กำหนดจุดมุ่งหมายในการนำชุดปฏิบัติการไปใช้ในการสอน
- 1.4.2 การวิเคราะห์และตัดสินใจเลือกชิ้นส่วนประกอบของอุปกรณ์
- 1.4.3 การสร้างต้นแบบและตรวจสอบการตัดสินใจเลือกอุปกรณ์
- 1.4.4 การเขียนแบบและสร้างชุดปฏิบัติการ
- 1.4.5 การเตรียมเอกสารประกอบหรือคู่มือการใช้งาน
- 1.4.6 การจัดทำใบงาน
- 1.4.7 การวิเคราะห์เนื้อหาวิชาปฏิบัติ
- 1.4.8 การทดลองใช้
- 1.4.9. การปรับปรุงข้อมูล

1.5 ขอบเขตของการวิจัย

1.5.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2553 สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคสระบุรี จำนวน 60 คน

1.5.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ

กลุ่มที่ 1 เป็นนักศึกษาจำนวน 6 คน ได้จากการคัดเลือกแบบเจาะจง เพื่อใช้ในการทดสอบหาข้อบกพร่องของใบงาน ชุดปฏิบัติการ และแบบประเมินความสามารถทางการเรียน

กลุ่มที่ 2 เป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2553 ช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคสระบุรี ที่คัดเลือกจากประชากร โดยวิธีการสุ่มตัวอย่างง่าย (Simple Random Sampling) แบบจับสลาก จำนวน 20 คน เพื่อใช้ในการหาประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการวิชาออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงพ.ศ. 2546

1.5.3 ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรที่ศึกษา คือ คุณภาพและประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการวิชาออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงพ.ศ. 2546

1.5.4 ใบงานวิชา 31052003 ออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี

ใบงานวิชา 31052003 ออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี ของหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พ.ศ. 2546 สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ คณะวิชาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ประกอบด้วย ใบงาน 12 ใบงาน ดังต่อไปนี้

ใบงานที่ 1 การวัดค่าพารามิเตอร์ของออปแอมป์ (1)

ใบงานที่ 2 การวัดค่าพารามิเตอร์ของออปแอมป์ (2)

ใบงานที่ 3 การออกแบบวงจรขยายออปแอมป์ไดเรกต์คัปปลิง แบบไม่กลับเฟส

ใบงานที่ 4 การออกแบบวงจรขยายออปแอมป์ไดเรกต์คัปปลิง แบบกลับเฟส

ใบงานที่ 5 การออกแบบวงจรขยายออปแอมป์คาปาซิเตอร์คัปปลิง แบบไม่กลับเฟส

ใบงานที่ 6 การออกแบบวงจรขยายออปแอมป์คาปาซิเตอร์คัปปลิง แบบกลับเฟส

ใบงานที่ 7 การออกแบบวงจรออปแอมป์ขยายผลรวมแรงดัน แบบกลับเฟส

ใบงานที่ 8 การออกแบบวงจรออปแอมป์ขยายผลรวมแรงดัน แบบไม่กลับเฟส

ใบงานที่ 9 การออกแบบวงจรออปแอมป์ขยายผลต่างแรงดัน

ใบงานที่ 10 การออกแบบวงจรออปแอมป์แอสเตเบิล มัลติไวเบเรเตอร์

ใบงานที่ 11 การออกแบบวงจรออปแอมป์เฟส-ชิฟท์ ออสซิลเลเตอร์

ใบงานที่ 12 การออกแบบวงจรออปแอมป์เวน-บริดจ์ ออสซิลเลเตอร์

ในการทำวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลจากการปฏิบัติในงานเพื่อทำการวิจัยทั้ง 12 ใบงาน องค์ประกอบของใบงานมีดังนี้ คือ

1. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง
3. เครื่องมืออุปกรณ์
4. ลำดับขั้นการทดลอง
5. สรุปผลการทดลอง
6. คำถามท้ายการทดลอง

1.5.5 ชุดปฏิบัติการวิชาออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงพ.ศ. 2546

ชุดปฏิบัติการวิชาออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี ประกอบด้วย แผงทดลอง คือ ส่วนที่ใช้ในการต่อวงจรในการปฏิบัติตามใบงาน

1.6 นิยามคำศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย

เพื่อความเข้าใจที่ถูกต้องตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย จึงกำหนดความหมายของคำต่างๆ ที่ใช้ในการวิจัย ดังนี้คือ

1.6.1 ชุดปฏิบัติการ หมายถึง ชุดปฏิบัติการที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อใช้ทดลองเกี่ยวกับวิชา 31052003 ออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ คณะวิชาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคสระบุรี โดยชุดปฏิบัติการจะประกอบด้วย ใบงาน แผงทดลอง และคู่มือการใช้งาน

1.6.2 แผงทดลอง หมายถึง ส่วนที่ใช้ในการต่อวงจรในการปฏิบัติตามใบงาน

1.6.3 ใบงาน หมายถึง ใบงาน 12 ใบงาน สำหรับนักศึกษาทำการทดลอง บันทึกผลสรุปผล และตอบคำถามหลังการทดลอง ที่ได้ปฏิบัติจากชุดปฏิบัติการที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

1.6.4 ใบงานรวม หมายถึง ใบงานที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เพื่อใช้ในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังจากที่ยื่นครบทั้ง 12 ใบงานแล้ว

1.6.5 แบบประเมินความสามารถทางการเรียน หมายถึง แบบประเมินความสามารถทางการเรียน มีลักษณะเป็นแบบตรวจสอบรายการที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เพื่อใช้วัดความสามารถทางการปฏิบัติใบงานของผู้เรียนที่เรียนด้วยชุดปฏิบัติการ ประกอบด้วย แบบประเมินความสามารถทางการเรียนระหว่างการปฏิบัติในใบงาน 12 ใบงาน และแบบประเมินความสามารถทางการเรียนระหว่างการปฏิบัติใบงานรวมหลังปฏิบัติครบ 12 ใบงานแล้ว

1.6.6 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คะแนนที่ได้จากแบบประเมินความสามารถทางการเรียนของนักศึกษา ประกอบด้วย การปฏิบัติในใบงาน 12 ใบงานระหว่างการเรียน และการปฏิบัติใบงานรวมหลังปฏิบัติครบ 12 ใบงานแล้ว โดยใช้ แบบประเมินความสามารถทางการเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

1.6.7 คู่มือการใช้งาน หมายถึง คู่มือการใช้งานประกอบการใช้แฟกทอลองวิชาอปแอมป์และลิเนียร์ไอซี

1.6.8 ผู้ทรงคุณวุฒิ หมายถึง ผู้ที่มีประสบการณ์ในการสอนในสาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ ไม่น้อยกว่า 5 ปี และมีวุฒิทางการศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสารหรือสาขาวิชาที่เกี่ยวข้อง

1.6.9 แบบประเมินคุณภาพ หมายถึง แบบประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการวิชาอปแอมป์และลิเนียร์ไอซี ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พ.ศ. 2546 ประกอบด้วย แบบประเมินคุณภาพด้านแฟกทอลอง และแบบประเมินคุณภาพด้านใบงาน โดยผู้วิจัยสร้างขึ้น รูปแบบการให้คะแนนในแต่ละรายการประเด็นมีค่าระดับคุณภาพตั้งแต่ 1 ถึง 5

1.6.10 คุณภาพของชุดปฏิบัติการ และผลการประเมินของผู้ทรงคุณวุฒิ มีค่าคะแนนเฉลี่ย 3.5 ขึ้นไป ($\bar{X} \geq 3.5$)

1.6.11 ประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการ หมายถึง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนด้วยชุดปฏิบัติการ วัดค่าคะแนนจากแบบประเมินความสามารถทางการเรียนในใบงานรวมหลังการปฏิบัติครบ 12 ใบงานแล้ว สูงกว่าเกณฑ์กำหนด 80/80 โดย

เกณฑ์กำหนด 80 ตัวแรก หมายถึง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ได้จากคะแนนของนักศึกษา กลุ่มตัวอย่าง จากแบบประเมินความสามารถทางการเรียนในใบงาน 12 ใบงานระหว่างการเรียนคิดเป็นร้อยละ 80 ขึ้นไป

เกณฑ์กำหนด 80 ตัวหลัง หมายถึง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ได้จากคะแนนของนักศึกษา กลุ่มตัวอย่าง จากแบบประเมินความสามารถทางการเรียนในใบงานรวมหลังปฏิบัติครบ 12 ใบงานแล้ว คิดเป็นร้อยละ 80 ขึ้นไป

1.6.12 นักศึกษา หมายถึง นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 2 ว่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคสระบุรีโดยวิธีการสุ่มตัวอย่างง่าย (Simple Random Sampling) จำนวน 20 คน

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาชุดปฏิบัติการวิชาออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี ตามหลักสูตร ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ คณะวิชาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ ผู้วิจัยจะนำเสนอเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ตามหัวข้อต่อไปนี้

- 2.1 วิชาออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี
- 2.2 การสอนแบบปฏิบัติทดลอง
- 2.3 หลักการออกแบบและสร้างชุดปฏิบัติการ
- 2.4 การหาประสิทธิภาพ
- 2.5 ทฤษฎีออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี
- 2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 วิชาออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี

ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ พ.ศ. 2546 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ วิชาออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี รหัสวิชา 31052003 สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ จำนวน 2 หน่วยกิต โดยในแต่ละสัปดาห์ใช้เวลาเรียนทฤษฎี และปฏิบัติ 3 ชั่วโมง เป็นเวลา 18 สัปดาห์

2.1.1 วัตถุประสงค์ของรายวิชา

1. เพื่อให้สามารถวิเคราะห์คุณสมบัติวงจรออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี
2. เพื่อให้ปฏิบัติงานออกแบบและทดสอบวงจรออปแอมป์ในงานอิเล็กทรอนิกส์
3. เพื่อให้มีกิจนิสัยในการทำงานด้วยความประณีต รอบคอบและปลอดภัย ตระหนักถึงคุณภาพและมีจริยธรรมในงานอาชีพ

2.1.2 มาตรฐานรายวิชา

1. ออกแบบวงจรใช้งานออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี
2. สร้างวงจรใช้งานออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี
3. วัดและทดสอบวงจรใช้งานออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี
4. ประยุกต์ใช้วงจรออปแอมป์และลิเนียร์ไอซีกับงานอุตสาหกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.3 คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาปฏิบัติ วงจรคิฟเฟอร์เรนเซียลแอมพลิไฟเออร์ ออกแบบวงจรกรองความถี่ วงจรขยายสัญญาณไฟฟ้า วงจรสมิตซ์ ชมิตทริกเกอร์ วงจรเกท วงจรขยายสัญญาณหลายช่อง วงจรกำเนิดสัญญาณรูปไซน์ รูปสแควร์ รูปแรมพ์ วงจรควบคุมแรงดันไฟฟ้าคงที่และวงจรควบคุมกระแสไฟฟ้าคงที่ วงจรแปลงรูปคลื่นสัญญาณ วงจรเฟสล็อกกลุ๊ป วงจรซินทิไซเซอร์ และวงจรเครื่องมือวัดทางไฟฟ้า

ตารางที่ 2.1 แผนการสอนรายสัปดาห์

หน่วยที่	ครั้งที่	เนื้อเรื่อง	จำนวนคาบ
1	1	ความรู้เบื้องต้นของออปแอมป์	3
2	2	การป้องกันและการเพิ่มเสถียรภาพวงจรออปแอมป์	3
3	3	การวิเคราะห์ทดสอบการทำงานของออปแอมป์	6
4	4	วงจรขยายแบบกลับเฟส	6
5	5	วงจรขยายแบบไม่กลับเฟส	6
6	6	วงจรขยายความแตกต่าง	6
7	7	วงจรกำเนิดสัญญาณ	6
8	8	วงจรเรกูเลเตอร์	6
9	9	วงจรกรองความถี่หรือวงจรฟิลเตอร์	6
10	10	การนำออปแอมป์ไปประยุกต์ใช้งาน	6
รวม			54

ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูล 12 ใบงาน เพื่อทำการวิจัย เพื่อให้ครอบคลุมวัตถุประสงค์ โดยการพัฒนาชุดฝึกวิชาออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี เพื่อนำไปใช้ในการเรียนการสอนวิชาออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี ซึ่งประกอบด้วยใบงานทั้งหมด 12 ใบงาน และวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของแต่ละใบงาน ดังต่อไปนี้

หน่วยที่ 1 ความรู้เบื้องต้นของออปแอมป์	3 ชั่วโมง
หน่วยที่ 2 การป้องกันและการเพิ่มเสถียรภาพวงจรออปแอมป์	3 ชั่วโมง
หน่วยที่ 3 การวิเคราะห์ทดสอบการทำงานของออปแอมป์	3 ชั่วโมง
ใบงานที่ 1 เรื่อง การวัดค่าพารามิเตอร์ของออปแอมป์ (1)	
ใบงานที่ 2 เรื่อง การวัดค่าพารามิเตอร์ของออปแอมป์ (2)	
หน่วยที่ 4 วงจรขยายแบบกลับเฟส	6 ชั่วโมง
หน่วยที่ 5 วงจรขยายแบบไม่กลับเฟส	6 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงานที่ 3 เรื่อง การออกแบบวงจรขยายออปแอมป์ไดเร็ก คัปปลิง แบบไม่กลับเฟส	
ใบงานที่ 4 เรื่อง การออกแบบวงจรขยายออปแอมป์ไดเร็ก คัปปลิง แบบกลับเฟส	
หน่วยที่ 6 วงจรขยายความแตกต่าง	6 ชั่วโมง
ใบงานที่ 7 เรื่อง การออกแบบวงจรออปแอมป์ขยายผลรวมแรงดัน แบบกลับเฟส	
ใบงานที่ 8 เรื่อง การออกแบบวงจรออปแอมป์ขยายผลรวมแรงดัน แบบไม่กลับเฟส	
ใบงานที่ 9 เรื่อง การออกแบบวงจรออปแอมป์ขยายผลต่างแรงดัน	
หน่วยที่ 7 วงจรกำเนิดสัญญาณ	6 ชั่วโมง
ใบงานที่ 10 เรื่อง การออกแบบวงจรออปแอมป์แอสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์	
ใบงานที่ 11 เรื่อง การออกแบบวงจรออปแอมป์เฟส-ชิฟท์ ออสซิลเลเตอร์	
ใบงานที่ 12 เรื่อง การออกแบบวงจรออปแอมป์เวน-บริดจ์ ออสซิลเลเตอร์	
หน่วยที่ 8 วงจรเรกูลเลเตอร์	6 ชั่วโมง
หน่วยที่ 9 วงจรกรองความถี่หรือวงจรฟิลเตอร์	6 ชั่วโมง
หน่วยที่ 10 การนำออปแอมป์ไปประยุกต์ใช้งาน	6 ชั่วโมง

2.2 การสอนแบบปฏิบัติทดลอง

การสอนแบบปฏิบัติทดลอง เป็นการสอนโดยวิธีสอนแบบปฏิบัติการทดลองที่ทำให้เกิดประสบการณ์ตรงเกี่ยวกับสิ่งที่ต้องนำไปปฏิบัติ หรือศึกษาข้อเท็จจริงจากภาคทฤษฎีที่ได้มีผู้ค้นพบมาแล้ว โดยผู้เรียนทำการทดลอง หรือโดยวิธีการสอบสวนค้นคว้าและปฏิบัติการทดลองตามเนื้อหาทฤษฎีที่ได้เรียนมาแล้วสรุปถึงข้อเท็จจริงตามทฤษฎี

2.2.1 ความหมายของการสอนแบบปฏิบัติทดลอง

การปฏิบัติการทดลองและขั้นตอนของการปฏิบัติการทดลอง เช่น ในการอภิปรายก่อนการทดลอง การทำการทดลองโดยอาศัยลักษณะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การอภิปราย หลังการทดลองเพื่อหาข้อสรุป เป็นต้น เหล่านี้เป็นสิ่งที่ทำให้นักวิทยาศาสตร์ได้ใช้การทดลองเป็นเครื่องมือในกระบวนการค้นพบ ตลอดจนสร้างสรรค์หรือประดิษฐ์คิดค้น ทำให้ความรู้ต่างๆ ก้าวหน้าไปอย่างรวดเร็ว (พวงทอง มีมันคง. 2537 : 90)

การสอนแบบปฏิบัติทดลอง (Laboratory Instruction) คือ กระบวนการที่ผู้สอนพยายามสร้างกิจกรรมหรือสถานการณ์เพื่อให้ผู้เรียนได้สัมผัสและได้ประสบการณ์จากการปฏิบัติทดลองรวมทั้งเพื่อให้ผู้เรียนแก้ปัญหา พิสูจน์ข้อเท็จจริงจากทฤษฎีที่ได้มีการค้นพบแล้วเกิดการเรียนรู้ เกิดประสบการณ์ตรงเกี่ยวกับสิ่งที่ต้องนำไปปฏิบัติสาม เระพัฒนาทักษะการใช้เครื่องมือ รวมทั้งสามารถประยุกต์หลักการที่ใช้ในห้องทดลองกับงานจริงในภาคสนามได้ ทั้งนี้เนื่องจากในการเรียนรู้ผู้เรียนจะทำการทดลองตามเนื้อหาทฤษฎีที่ได้เรียนมาโดยใช้วิธีการสอบสวนค้นคว้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และปฏิบัติการทดลองส่วนผู้สอนจะต้องเตรียมพร้อมในเรื่องของใบทดลอง ผลการทดลอง (Lab Sheet) ซึ่งประกอบด้วยวัตถุประสงค์ รายการเครื่องมืออุปกรณ์ ลำดับขั้นตอนการทดลอง ผลการทดลอง รวมทั้งปัญหาและสิ่งอื่นๆ ที่จะเกิดขึ้นในการทดลอง จากนั้นผู้สอนจะทำการควบคุมการทดลองจนกระทั่งผู้เรียนสามารถปฏิบัติได้ด้วยตัวเอง และจะทำการอภิปรายผลการทดลองร่วมกันระหว่างผู้เรียนและผู้สอน (รัชवाल มูลศรี. 2540 : 8)

โดยสรุปการสอนแบบปฏิบัติทดลอง (Laboratory Instruction) คือ กระบวนการที่ผู้สอนจัดกิจกรรมหรือสร้างสถานการณ์ เพื่อให้ผู้เรียนได้รู้จักสังเกต สามารถพิสูจน์กฎเกณฑ์ข้อเท็จจริงจากทฤษฎีที่มีการค้นพบมาแล้วรวมทั้งสามารถประยุกต์หลักการที่ใช้ในห้องทดลองแก้ปัญหาที่งานจริงในภาคสนามได้ ทั้งนี้โดยใช้วิธีการสอบสวนค้นคว้าและปฏิบัติการทดลองเพื่อให้เกิดการเรียนรู้เกิดประสบการณ์ตรงจากปฏิบัติการทดลอง

2.2.2 ประโยชน์และความสำคัญของการสอนแบบปฏิบัติทดลอง

ประโยชน์และความสำคัญของการสอนแบบทดลองมีดังนี้ คือ

2.2.2.1 เพื่อพิสูจน์เกี่ยวกับหลักการ กฎ สูตร และคุณสมบัติของอุปกรณ์

2.2.2.2 เพื่อพัฒนาทักษะทางสมองเช่น การวิเคราะห์ การสอบสวน และการแก้ปัญหา

2.2.2.3 เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง

2.2.2.4 เพื่อศึกษาเรื่องเกี่ยวกับพฤติกรรมภายในที่สำคัญของอุปกรณ์เครื่องมือ

2.2.2.5 เพื่อเป็นการฝึกหัดการทำงานเป็นขั้นสอน

2.2.2.6 เพื่อให้รู้จักคุ้นเคยกับกลไกของเครื่องมือและอุปกรณ์

2.2.2.7 เพื่อพัฒนาความสามารถในการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์

2.2.2.8 เพื่อพัฒนาความรอบคอบในการทำงาน

2.2.2.9 เพื่อเสริมสร้างจิตสำนึกในการรักษาความปลอดภัย

2.2.2.10 เพื่อประยุกต์หลักการที่ใช้ในห้องทดลองกับงานจริงในภาคสนามได้

2.2.2.11 เพื่อให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ตรง

2.2.2.12 เพื่อพัฒนาความสามารถของผู้เรียนในการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างความคิด หลักการความรู้ต่างๆ รวมทั้งเพื่อทำให้ผู้เรียนมองภาพรวมในเนื้อหาของวิชานั้นได้

สรุปประโยชน์และความสำคัญของการสอนแบบทดลอง เพื่อพิสูจน์เกี่ยวกับหลักการ กฎ สูตร คุณสมบัติของอุปกรณ์ มีความคุ้นเคยกับการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ การทำงานเป็นขั้นตอน มีความรอบคอบและความปลอดภัยในการทำงาน และนำเอาความรู้หลักการ ประสบการณ์ตรงที่ได้จากการทดลองไปประยุกต์ใช้กับงานจริงในภาคสนามได้ (รัชवाल มูลศรี. 2540 : 10-11)

การทดลองในห้องทดลองเป็นการฝึกปฏิบัติที่มุ่งให้นักศึกษาได้เรียนรู้หลักการและข้อเท็จจริงจากการที่คนอื่นๆ ได้ค้นพบแล้วเป็นการทบทวนและย้ำว่าข้อเท็จจริงนั้นเป็นไปตามที่ได้มีผู้ศึกษาไว้แล้วอย่างไรบ้างเป็นการพิสูจน์ทฤษฎีที่ได้ศึกษามาแล้วในชั้นเรียน นอกจากนั้นยังมุ่งหวังที่จะให้

นักศึกษาได้คุ้นเคยกับเครื่องมือและอุปกรณ์ต่างๆ อย่างถูกต้อง และเหมาะสมเป็นการเริ่มต้นแนวทางประดิษฐ์ และแนวคิดสิ่งใหม่ๆ อีกต่อไป (สุรพล ปิ่นตันทอง. 2536 : 10)

2.3 หลักการออกแบบและการสร้างชุดปฏิบัติการ

แนวทางในการออกแบบการสร้างมีลำดับขั้นตอนดังนี้ (วัลลภ จันทร์ตระกูล 2530 : 25-45)

2.3.1 กำหนดจุดมุ่งหมายในการนำชุดปฏิบัติการไปใช้ในการสอนจากการตัดสินใจที่จะใช้ชุดปฏิบัติการสำหรับการใช้ในการสอนเรื่องใดแล้วจะทำให้ทราบได้ว่าชุดปฏิบัติการนำไปใช้กับนักศึกษากลุ่มใด และต้องทราบรายการวัตถุประสงค์ของเรื่องนั้น เพราะข้อมูลดังกล่าวจะนำมาใช้เป็นข้อมูลในการดำเนินงานออกแบบเพื่อสร้างชุดปฏิบัติการ เพื่อกำหนดคุณลักษณะของอุปกรณ์ให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของเรื่อง ขั้นตอนนี้อาจกล่าวได้ว่าเป็นขั้นตอนการศึกษาข้อมูลต่างๆ เพื่อให้การออกแบบสร้างชุดปฏิบัติการเกิดความเป็นจริง สำเร็จผลตามเป้าหมายควรศึกษาสภาพในการเรียนการสอน ศึกษาข้อมูลด้านวิชาการในเรื่องนั้นด้วย ในบางครั้งถ้าหากได้มีการพัฒนามาแล้วโดยผู้อื่น ควรที่จะศึกษารายละเอียดต่างๆ ด้วย เมื่อศึกษาข้อมูลต่างๆ แล้วจึงนำมาใช้เขียนจุดประสงค์ของอุปกรณ์ และจะไม่ระบุรูปร่างทางเทคนิคเฉพาะเจาะจง สุดท้ายตรวจสอบความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของเรื่อง

2.3.2 การวิเคราะห์และตัดสินใจชิ้นส่วนประกอบของอุปกรณ์เป้าหมายที่สำคัญ คือ ต้องการหาผลลัพธ์ที่ดีที่สุดในการเลือกอุปกรณ์ ได้แก่ ประสิทธิภาพในการทำงาน ขนาด รูปร่าง การบำรุงรักษา ความคงทน ราคา เป็นต้น

2.3.3 การสร้างต้นแบบและตรวจสอบการตัดสินใจเลือกอุปกรณ์ และชิ้นส่วนแล้วนำมาร่างเป็นภาพประกอบคร่าวๆ หรือร่างเป็นแบบง่ายๆ ก่อน จากนั้นจึงทำการสร้างต้นแบบในขั้นตอนนี้อาจจะมีการประลอง หรือทดลองกลไกในหน้าที่หรือของอุปกรณ์บางอย่าง เพื่อให้การสร้างต้นแบบประสบผลสำเร็จ อุปกรณ์สามารถทำงานได้ตามต้องการ

2.3.4 การเขียนแบบ ในกรณีที่ออกแบบสร้างเพียงชิ้นเดียวก็ไม่จำเป็น แต่หากจะทำการผลิตหรือต้องการเก็บข้อมูลต่างๆ เพื่อเป็นประโยชน์ในการดำเนินการต่อไป งานเขียนแบบ นับว่ามีความสำคัญอย่างมาก แบบงานจะเป็นข้อมูลสำหรับดำเนินการผลิตหรือการสร้าง ดังนั้น แบบงานจะต้องเป็นแบบแยกชิ้นเดียวที่มีข้อมูลอย่างครบถ้วนสำหรับช่างที่ทำการผลิตได้ งานเขียนแบบจะต้องมีการกำหนดเป็น 4 กลุ่ม คือ แบบรวม แบบประกอบกลุ่มหลัก แบบประกอบกลุ่มย่อย และแบบชิ้นเดียว การเขียนแบบมีความสำคัญต่อการกำหนดราคา การวางแผนการผลิต และเก็บข้อมูลทางด้านชิ้นส่วนวัสดุของหน่วยงาน

2.3.5 การเตรียมเอกสารหรือคู่มือการใช้งาน อุปกรณ์ที่ออกแบบสร้างโดยทั่วไปต้องเตรียมเอกสารประกอบหรือคู่มือการใช้งาน เพื่อให้ผู้ใช้จะได้ใช้อุปกรณ์ได้อย่างถูกต้อง ปลอดภัยและสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ในการออกแบบสร้างอุปกรณ์นั้น โดยเฉพาะกลุ่มที่ออกแบบเพื่อใช้ในการเรียนการสอนต้องมีเอกสารประกอบสำหรับใช้ในการเรียนการสอน เอกสารที่ต้องเตรียมอาจจะมีลักษณะที่แตกต่างกันตามจุดมุ่งหมายของงาน เช่น คู่มือการใช้งานเอกสารประกอบการศึกษาคทดลอง ตำรา ใบงาน แบบฝึกหัด และแบบทดสอบ เป็นต้น

2.3.6 จัดทำใบงาน เป็นใบสั่งงานให้กับนักศึกษาเพื่อเป็นแนวทางในการปฏิบัติ ซึ่งจะบอกลำดับขั้นตอนในการทดลอง และแนวทางที่ใช้ในการค้นคว้าเพิ่มเติมในการปฏิบัติการนับเป็นสื่อชนิดหนึ่ง ดังนั้นจะพบว่าใบงานมีความสำคัญต่อการเรียนการสอนภาคปฏิบัติอย่างมาก และสิ่งที่จะต้องมิไว้ในใบงานมีดังนี้

2.3.6.1 วัตถุประสงค์ของการปฏิบัติที่ชัดเจน

2.3.6.2 มีรายการเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ต้องใช้ในการปฏิบัติ

2.3.6.3 มีลำดับขั้นตอนการปฏิบัติงานที่ถูกต้อง

2.3.6.4 มีวงจรที่ใช้ในการปฏิบัติ

2.3.6.5 มีข้อควรระวังในการปฏิบัติงาน

2.3.6.6 คำถามที่กระตุ้นความคิดของผู้เรียน

2.3.7 วิเคราะห์เนื้อหาวิชาปฏิบัติโดยศึกษาเพื่อวางโครงร่างลำดับความสัมพันธ์ และแบ่งลำดับความยาก-ง่ายของเนื้อหาวิชาที่จะทำการออกแบบสื่อการเรียนการสอน ซึ่งศึกษาจากตำรา เอกสารสัมมนา ปรึกษาอาจารย์ที่ปรึกษา

2.3.8 การทดลองใช้ การทดลองจะถูกนำไปใช้ในสถานศึกษา โดยผู้วิจัย เพื่อหาข้อบกพร่องต่างๆ เช่น ความถูกต้อง ความเที่ยงตรง ความยาก ความซับซ้อน ความทนทาน ความสะดวกในการลอกเลียนแบบขึ้นมาใหม่

2.3.9 การปรับปรุงข้อมูลและประสบการณ์ที่ได้จากการทดลองที่กล่าวมาข้างต้นจะถูกนำมาใช้ในการปรับปรุงชุดทดลอง และใบงานที่มีคุณภาพจนเป็นที่ยอมรับ

2.4 การหาประสิทธิภาพ

การเรียนการสอนในสาขาช่างอุตสาหกรรม จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการปฏิบัติเป็นสื่อเพื่อใช้ประกอบการเรียนภาคปฏิบัติ โดยผู้เรียนใช้ชุดปฏิบัติการทำการทดลองเพื่อหาผลเปรียบเทียบกับข้อมูลที่ได้เรียนจากภาคทฤษฎี ครูผู้สอนจะต้องเตรียมชุดฝึกหรือสร้างชุดฝึกเป็นสื่อการเรียนการสอน โดยเฉพาะในวิชาปฏิบัติ การมีชุดปฏิบัติการที่มีประสิทธิภาพสอดคล้องกับหลักสูตรของ

รายวิชา และครูผู้สอนนำไปใช้อย่างถูกต้องจะเป็นผลทำให้กระบวนการเรียนการสอนมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น

ประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการ หมายถึง คุณภาพของชุดปฏิบัติการที่สร้างขึ้น โดยวัดจากผล การปฏิบัติงานของนักศึกษาที่เรียนด้วยชุดปฏิบัติการ และประสิทธิภาพเป็นเครื่องมือที่สามารถทำ ให้ได้ข้อมูลที่ดีที่สุด เชื่อถือได้มากโดยใช้วิธีการที่สะดวก รวดเร็ว คล่องตัว แต่เสียเวลาน้อย และ ลงทุนน้อย และใช้แรงงานน้อย (ภัทรา นิคมานนท์. 2539 : 14)

การหาประสิทธิภาพของสื่อเพื่อให้รู้ว่าสื่อที่เลือกหรือสร้างขึ้นมาสามารถใช้สอนได้ตาม ต้องการหรือไม่ โดยจะต้องมีการประเมินคุณภาพสื่อ มีรายละเอียด ดังนี้

2.4.1 องค์ประกอบในการสื่อความหมาย

2.4.1.1 ด้านวัตถุประสงค์

1. สื่อครอบคลุมวัตถุประสงค์
2. สื่อเหมาะสมกับความยากง่ายของวัตถุประสงค์

2.4.1.2 เนื้อหาวิชาถูกต้องไม่มีจุดผิด

1. เนื้อหาวิชาถูกต้องไม่มีจุดผิด
2. เนื้อหาวิชาแยกย่อยได้
3. เนื้อหาวิชาเรียงลำดับเป็นตรรก

2.4.1.3 ประสิทธิภาพและประสิทธิผลในการสื่อความหมาย

1. บรรลุเป้าหมายตามวัตถุประสงค์
2. สามารถลดการให้เนื้อหาแบบเลื่อนลอยให้มีความหมาย และเป้าหมายมากขึ้น

2.4.2 องค์ประกอบที่เกี่ยวกับคน

2.4.2.1 ด้านผู้เรียน

1. สื่อที่ใช้เหมาะสมกับจำนวนผู้เรียน

2.4.2.2 ด้านผู้สอน

1. สื่อไม่จำเป็นอาศัยความสามารถพิเศษในการใช้สอน
2. สื่อที่ใช้เหมาะสมกับประสบการณ์ของผู้สอน

2.4.3 องค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับความพร้อมและการนำไปใช้งาน

2.4.3.1 ด้านวัสดุอุปกรณ์

1. วัสดุราคาพอสมควรกับความจำเป็น
2. วัสดุที่หาได้ในท้องถิ่น
3. อุปกรณ์ที่ใช้ประกอบส่วนใหญ่หาได้ตามวิทยาลัยต่างๆ ไป

2.4.3.2 ด้านเวลา

1. เวลาที่ใช้ในการผลิตไม่มากนัก
2. เวลาที่ใช้ในการแสดงสื่ออื่นไม่มากเกินไป

2.4.3.3 ด้านการใช้งาน

1. สามารถนำไปใช้ง่ายและสะดวก
2. ไม่ยุ่งยากในการเตรียมงาน
3. ไม่ต้องการอุปกรณ์ช่วยพิเศษอื่นๆ ขณะไปใช้งาน

การประเมินโดยอาศัยหลักเกณฑ์การประเมินประสิทธิภาพของชุดการสอนนั้น ใช้เกณฑ์มาตรฐาน 90/90 เป็นเกณฑ์ประเมินสำหรับเนื้อหาประเภทความรู้ความจำ และใช้เกณฑ์ 80/80 สำหรับเนื้อหาที่เป็นทักษะ (ไชยยศ. 2533 : 130)

2.5 ทฤษฎีออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี

2.5.1 ประวัติของออปแอมป์

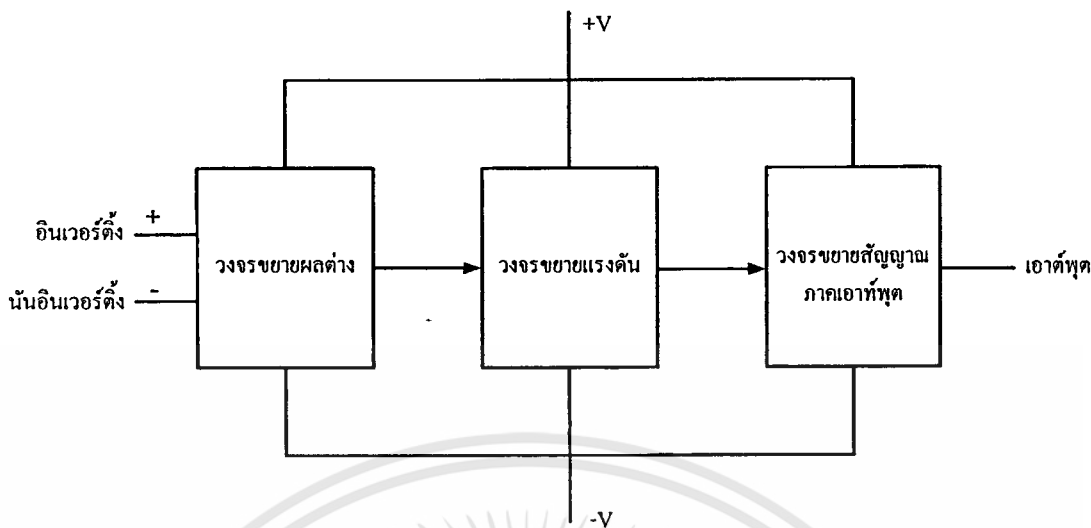
จอร์จ ฟิลบริค (George Philbrick) เป็นบุคคลที่ทำการพัฒนาและทำให้ออปแอมป์เป็นที่รู้จักกันอย่างกว้างขวางซึ่งได้ตั้งบริษัทชื่อ ฟิลบริค แอสโซซิเอท (Philbrick Associates) โดยได้ออกแบบ และผลิตออปแอมป์ในแบบสุญญากาศเดี่ยว (Single Vacuum Tube Op-Amp) ขึ้นมาทดลอง และได้้นำออกสู่ตลาดในปี พ.ศ. 2491 ต่อมาได้มีการพัฒนาออปแอมป์เพื่อใช้งานกับคอมพิวเตอร์ ซึ่งจะเป็นการใช้งานในเชิงคณิตศาสตร์เท่านั้น โดยใช้เป็นวงจร บวก ลบ คูณ หาร และแก้สมการดิฟเฟอเรนเชียล ออปแอมป์ถูกพัฒนาขึ้นในรูปแบบของไอซี (IC) ผลิตขึ้นโดยบริษัทแฟร์ไชลด์ (Fairchild) ในช่วงปี พ.ศ. 2507 - 2511 เช่น ออปแอมป์ เบอร์ 702, 709 และ 741 ขณะเดียวกันบริษัทเนชั่นแนลเซมิคอนดักเตอร์ (National Semiconductor) ได้ผลิตออปแอมป์ เบอร์ 101/103 ขึ้นมาเช่นกัน ต่อมาได้นำเทคโนโลยีการผลิตโดยการนำฟิลด์เอฟเฟกทรานซิสเตอร์ (Field Effect Transistor เรียกย่อๆ ว่า FET) มาใช้แทนไบโพลาร์ทรานซิสเตอร์ (Bipolar Transistor) โดยการนำ JFET มาเป็นส่วนอินพุตของออปแอมป์ ทำให้กระแสด้านอินพุตต่ำ เนื่องจากอินพุตอิมพีแดนซ์สูงมาก ส่วนทางด้านเอาต์พุตของออปแอมป์จะใช้ MOSFET ทำให้เอาต์พุตอิมพีแดนซ์มีค่าต่ำมาก ดังนั้นจึงสามารถนำออปแอมป์มาใช้งานได้ดี และมีประสิทธิภาพดีมาก

2.5.2 คุณสมบัติทั่วไปของออปแอมป์

ไอซีออปแอมป์จะประกอบด้วยวงจรภายในที่แบ่งเป็นภาคต่างๆ ดังนี้ คือ

1. วงจรขยายผลต่าง (Differential Amplifier) ที่มีอินพุตอิมพีแดนซ์สูงมาก
2. วงจรขยายแรงดัน (Voltage Amplifier) ที่มีอัตราขยายสูงมาก
3. วงจรขยายสัญญาณภาคเอาต์พุต (Output Amplifier) ที่มีเอาต์พุตอิมพีแดนซ์ต่ำมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.1 บล็อกไดอะแกรมของออปแอมป์

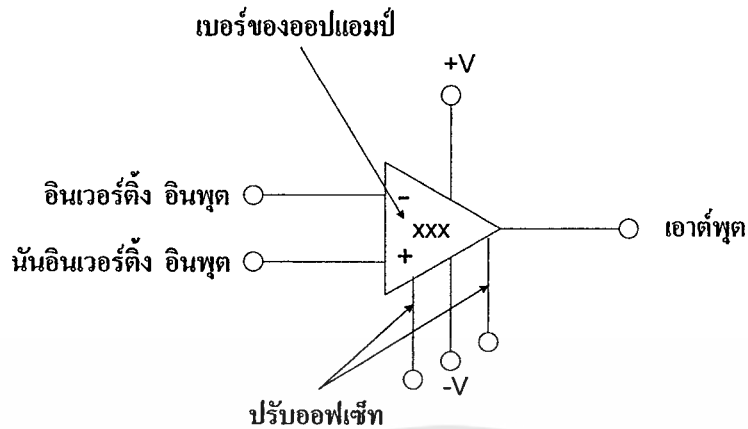
รูปที่ 2.1 แสดงบล็อกไดอะแกรมภาคต่างๆ ของออปแอมป์ และจากรูปจะสังเกตได้ว่าแรงดันไฟตรงที่จ่ายให้ออปแอมป์เป็นไฟบวกและไฟลบ เพื่อให้สัญญาณเอาต์พุตสามารถที่จะสวิงได้ทั้งซีกบวก และซีกลบเมื่อเทียบกับกราวด์

จากคุณสมบัติของออปแอมป์ที่กล่าวมา ทำให้สามารถสรุปคุณสมบัติที่สำคัญของออปแอมป์ในทางอุดมคติ (Ideal) ได้ดังนี้คือ

1. เนื่องจากอินพุตอิมพีแดนซ์ของออปแอมป์มีค่าสูงเป็นอนันต์ กระแสเข้าที่อินพุตจะมีค่าต่ำกว่าศูนย์หรือจะไม่มีกระแสไหลเข้าสู่อินพุตของออปแอมป์เลย
2. อัตราขยายเปิด-loop (A) (ขณะที่ยังไม่มี feedback) จะมีค่าสูงมาก ซึ่งหมายถึง แรงดันระหว่างขั้วอินพุตควรมีค่าใกล้เคียงศูนย์ (เนื่องจาก $\frac{V_{out}}{A} = V_{in}$)
3. เอาต์พุตอิมพีแดนซ์มีค่าต่ำมากจนไม่สามารถทำตัวเป็นโหลดต่อภาคเอาต์พุตของวงจรขยายออปแอมป์

ตารางที่ 2.2 เปรียบเทียบคุณสมบัติของออปแอมป์ทางอุดมคติและทางปฏิบัติ

คุณสมบัติของออปแอมป์	ทางอุดมคติ	ทางปฏิบัติ
Voltage Gain (A_v)	∞	$> 200,000$
Band Width (BW)	∞	1 MHz (ที่ $A_v = 1$)
Input Resistance (R_i)	∞	2 M Ω
Output Resistance (R_o)	0	50 Ω ถึง 75 Ω

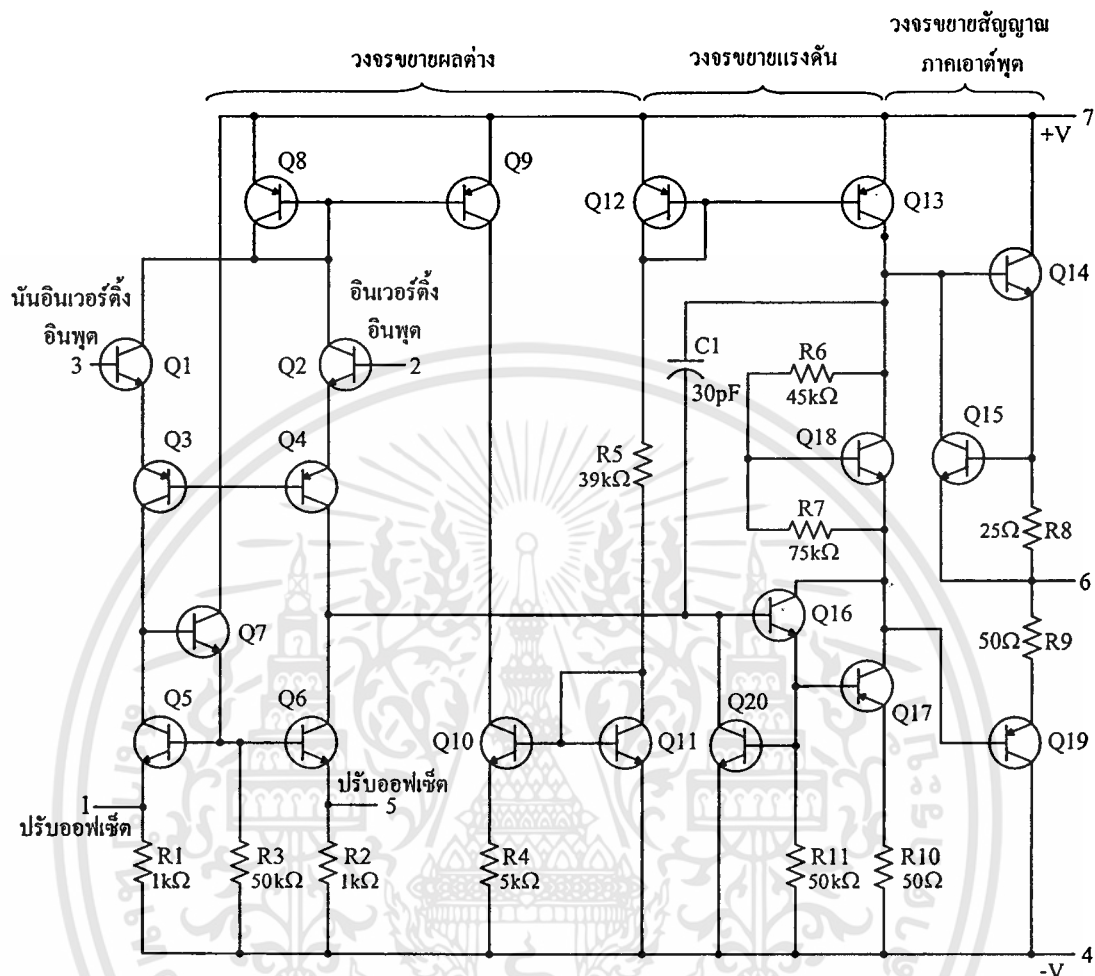


รูปที่ 2.2 สัญลักษณ์ของออปแอมป์

รูปที่ 2.2 แสดงสัญลักษณ์ทั่วไปของออปแอมป์ ซึ่งประกอบด้วย สามเหลี่ยมหมายถึง วงจรขยายทั้งหมด ขั้วอินพุต 2 ขั้ว ขั้วสำหรับจ่ายแรงดันไฟ 2 ขั้ว ขั้วเอาต์พุต 1 ขั้ว และขั้วสำหรับ ปรับออฟเซ็ท หรือการชดเชยความถี่อีก 2 ขั้ว

ขั้วอินพุตทั้งสองของออปแอมป์มีลักษณะต่างกันดังนี้ คือ สำหรับขั้วลบ เมื่อป้อนไฟตรงหรือ ไฟสลับเข้าไป สัญญาณที่ออกมาจะกลับเฟส 180 องศา ส่วนการป้อนสัญญาณที่ขั้วบวก เอาต์พุตที่มีเฟสตรงกับอินพุต ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่าเครื่องหมายที่อินพุต คือ การแสดงเฟสของเอาต์พุตเทียบกับ อินพุต ส่วนขั้วสำหรับปรับออฟเซ็ท หรือการชดเชยความถี่นั้น โดยมากมักจะไม่ได้ถูกแสดงในวงจร ทั่วไป

2.5.3 โครงสร้างของออปแอมป์

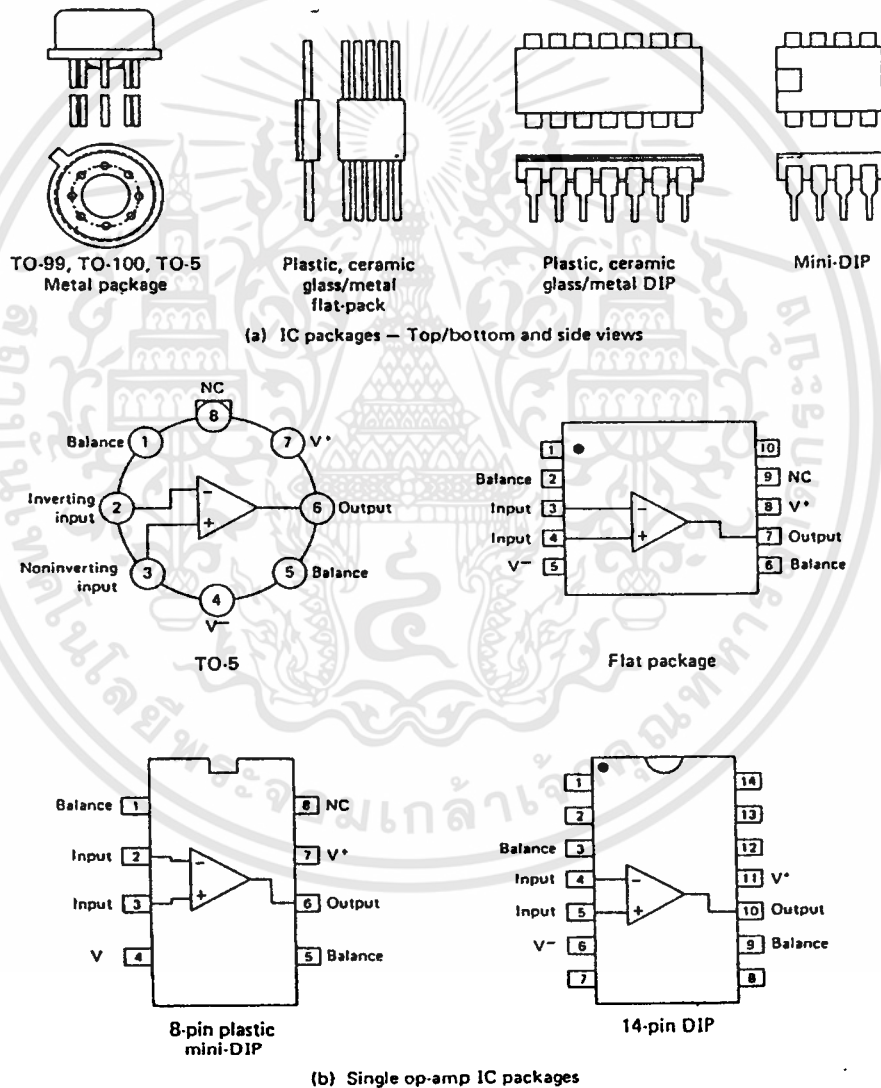


รูปที่ 2.3 โครงสร้างออปแอมป์เบอร์ μA 741

รูปที่ 2.3 ไอซีออปแอมป์จะประกอบด้วยทรานซิสเตอร์หลายตัวและมีตัวเก็บประจุน้อยมาก โดยมีเหตุผลที่ว่า ตัวเก็บประจุจะกินเนื้อที่ค่อนข้างมาก และยังกันไม่ให้สัญญาณไฟตรงผ่านได้อีกด้วย แต่ตัวเก็บประจุ 30 pF ที่ต่อในวงจรนั้น มีหน้าที่ในการช่วยชดเชยความถี่เท่านั้น

พิจารณาจากรูปที่ 2.3 ทรานซิสเตอร์ Q1, Q2, Q3 และ Q4 คือ วงจรขยายความแตกต่างภาคที่ 1 โดยเบสของ Q1 คือ อินพุต (+) และเบสของ Q2 คือ อินพุต (-) ของออปแอมป์ คือ ขาที่ 3 และ 2 และวงจรขยายความแตกต่างภาคที่ 2 คือทรานซิสเตอร์ Q16 และ Q17 สำหรับออปแอมป์เบอร์ 741 นี้สามารถปรับออฟเซตให้เป็นศูนย์ได้ โดยควบคุมกระแสที่อิมิตเตอร์ของทรานซิสเตอร์ Q5 และ Q6 ควบคุมด้วยตัวต้านทานปรับค่าได้ขนาด $10\text{ k}\Omega$ ที่ต่อภายนอกที่ขา 1 และ 5 ของวงจรรอปแอมป์ เรียกว่าขา Offset Null ที่คอลเล็กเตอร์ของ Q6 คือ เอาต์พุตของวงจรขยายความแตกต่างภาคที่ 1 ต่อเข้ากับเบสของ Q16 ซึ่งต่อแบบคู่คาร์ลิงตันกับ Q17 เพื่อเพิ่มอัตราขยายของสัญญาณเอาต์พุตของวงจรขยายภาคที่ 1 เอาต์พุตของวงจรคอลเล็กเตอร์ร่วมจาก Q16 และ R_9 ขั้ววงจรขยายอิมิตเตอร์ร่วม Q17 และ R_8 ต่อเป็นวงจรควบคุมกระแสที่ โดยเอาต์พุตของ Q17 ต่อไปแอสให้กับ Q18

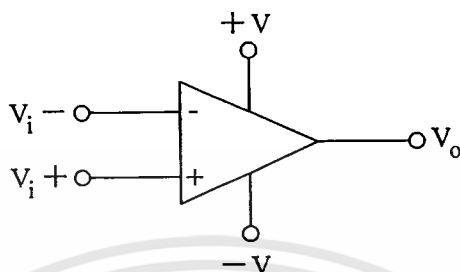
และ Q19 สำหรับทรานซิสเตอร์ Q18, Q19 และ R_{10} ต่อเพื่อกำหนดให้ระดับแรงดันของเอาต์พุต Q17 มีระดับไฟตรงที่คงที่ (ภาค Level Shifter) สำหรับทรานซิสเตอร์ Q15, Q21 และ Q23 ทำหน้าที่ป้องกันและจำกัดกระแสเอาต์พุต ในกรณีที่กระแสไหลเกินกว่าที่กำหนดให้มีค่าคงที่ สำหรับทรานซิสเตอร์ที่ภาคเอาต์พุตต่อแบบโทเทมโพล เช่นกันคือ Q14 และ Q20 สำหรับขา 7 คือขาไบแอสบวก (+V) และขา 4 คือ ขาไบแอสลบ (-V) สำหรับขา 7 ของวงจรรออปแอมป์ 741 เป็นขาไม่ต่อใช้งานหรือขา NC (No Connection) รูปที่ 1.4 แสดงรูปแบบภาชนะในการบรรจุออปแอมป์ในลักษณะต่างๆ



รูปที่ 2.4 ภาชนะที่บรรจุออปแอมป์

2.5.4 การต่อออปแอมป์เพื่อการนำไปใช้งาน

สัญลักษณ์และขั้วต่อตามลักษณะการใช้งาน ส่วนใหญ่จะมีเพียง 5 ขั้วที่สำคัญเท่านั้น ดังแสดงในรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5 สัญลักษณ์ และขั้วต่อของออปแอมป์

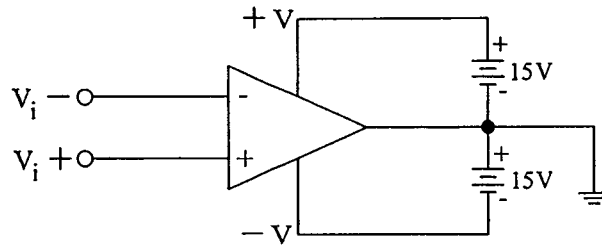
2.5.4.1 ขาอินเวอร์ตติ้งอินพุต (Inverting Input ; $V_i -$) คือ ขั้วอินพุตของออปแอมป์ มีไว้สำหรับป้อนสัญญาณต่างๆ ซึ่งสามารถป้อนได้ทั้งไฟกระแสดตรง และไฟกระแสกลับ สัญญาณต่างๆ ที่ถูกป้อนเข้ามายังขาอินเวอร์ตติ้งอินพุต จะได้สัญญาณกลับเฟสที่เอาต์พุต (V_o)

2.5.4.2 ขานอนอินเวอร์ตติ้งอินพุต (Noninverting Input ; $V_i +$) คือ ขั้วอินพุตของออปแอมป์ที่มีคุณสมบัติการทำงานคล้ายกับขาอินเวอร์ตติ้งอินพุต คือ สามารถป้อนสัญญาณต่างๆ และป้อนไฟกระแสดตรง และไฟกระแสกลับ แต่สัญญาณที่ออกเอาต์พุต (V_o) จะไม่กลับเฟสเหมือนกับขาอินเวอร์ตติ้งอินพุต

2.5.4.3 ขาเอาต์พุต (Output ; V_o) คือ ตำแหน่งขาที่บอกให้ทราบสถานะการทำงานของออปแอมป์ ซึ่งเกิดจากการป้อนสัญญาณที่ขาอินพุตทั้งสอง

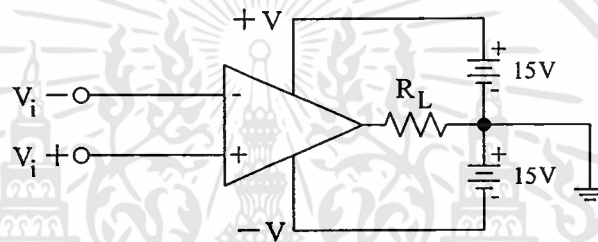
2.5.4.4 ขาไฟบวก (Positive Supply Voltage ; $+V$) คือ ขั้วที่ใช้สำหรับป้อนไฟบวก ซึ่งจะมีค่าอยู่ประมาณ 9 – 18 โวลต์ แต่โดยส่วนใหญ่แล้วจะใช้ไฟ 15 โวลต์ เนื่องจากป้องกันไม่ให้ออปแอมป์ได้รับความเสียหายกรณีที่ไฟตกหรือไฟกระชาก

2.5.4.5 ขาไฟลบ (Negative Supply Voltage ; $-V$) คือ ขั้วที่ใช้สำหรับป้อนไฟลบ ซึ่งจะมีค่าอยู่ประมาณ - 9 ถึง -18 โวลต์ แต่โดยส่วนใหญ่แล้วจะใช้ไฟ -15 โวลต์ เนื่องจากป้องกันไม่ให้ออปแอมป์ได้รับความเสียหายกรณีที่ไฟตกหรือไฟกระชาก (ขาไฟบวก และไฟลบจะต้องมีค่าเท่ากัน)



รูปที่ 2.6 การต่อออปแอมป์เข้ากับแหล่งจ่ายไฟ ± 15 โวลต์

สำหรับการต่อโหลดเข้ากับออปแอมป์สามารถทำได้โดยนำเอาโหลดไปต่อเข้ากับขั้วเอาต์พุตกับกราวด์ ดังแสดงในรูปที่ 2.7 ซึ่งแรงดันที่ตกคร่อมโหลด R_L จะเป็นแรงดันเอาต์พุต ซึ่งแรงดันที่ตกคร่อมเอาต์พุตจะขึ้นอยู่กับป้อนสัญญาณที่อินพุต



รูปที่ 2.7 การต่อโหลดเข้ากับวงจรออปแอมป์

2.5.5 คุณสมบัติและค่าพารามิเตอร์

2.5.5.1 คุณสมบัติทาง DC ของออปแอมป์

1. อินพุตอิมพีแดนซ์ (Input Impedance)

ในทางอุดมคติดีค่าเท่ากับอนันต์ แต่ในความเป็นจริงอินพุตอิมพีแดนซ์จะมีค่าประมาณ $1 \text{ M}\Omega$ ขึ้นไป ค่าอินพุตอิมพีแดนซ์นี้ยังมีค่ามากขึ้นเท่าใด ออปแอมป์ตัวนั้นก็สมารถที่จะทำงานได้ดียิ่งขึ้น นอกจากนี้เมื่อนำออปแอมป์ไปใช้งานจริงในย่านความถี่สูงควรระวังผลจากอินพุต คาปาซิแตนซ์ของวงจร ซึ่งมักมีค่าประมาณ 2 pF เมื่อขั้วอินพุตขั้วหนึ่งต่ออยู่กับกราวด์

2. เอาต์พุตอิมพีแดนซ์ (Output Impedance)

ออปแอมป์ในอุดมคติจะมีเอาต์พุตอิมพีแดนซ์เป็นศูนย์ แต่ในความเป็นจริง ค่านี้อาจมีได้ตั้งแต่ 25 ถึงหลายพันโอห์มขึ้นไป แต่อย่างไรก็ตามสมมุติให้เอาต์พุตอิมพีแดนซ์ในวงจรมีค่าเป็นศูนย์ เพื่อง่ายต่อการคำนวณ และวิเคราะห์

3. แรงดันออฟเซตที่เอาต์พุต (Output Offset Voltage)

แรงดันออฟเซตที่เอาต์พุตเกิดขึ้นจากกระแสไบอัสด้านอินพุต ซึ่งในทางอุดมคติ เมื่อแรงดันอินพุตระหว่างขั้วทั้งสองมีค่าเท่ากัน แรงดันที่เอาต์พุตควรเป็นศูนย์ แต่โดยทั่วไปมักไม่เป็นเช่นนั้น

คือ มักมีแรงดันค่าหนึ่งปรากฏที่เอาต์พุตขณะที่อินพุตเป็นศูนย์ ซึ่งสามารถแก้ไขได้โดยการป้อนแรงดัน หรือกระแสออฟเซตที่อินพุต แล้วปรับจนได้ $V_{out} = 0$ โวลต์

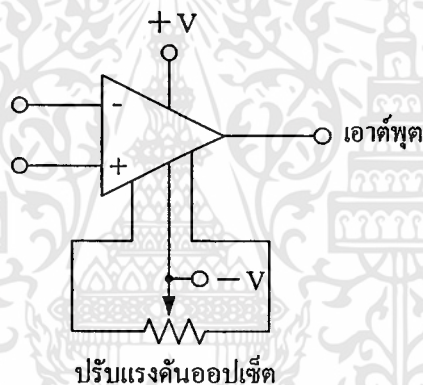
4. กระแสออฟเซตที่อินพุต (Input Offset Current)

ในการปรับแรงดันออฟเซตที่เอาต์พุตให้มีค่าเป็นศูนย์ กระแสอินพุตทั้งสองขั้วควรมีค่าเท่ากัน แต่ในทางปฏิบัติ จะพบว่าต้องจ่ายกระแสให้แก่อินพุตขั้วหนึ่งมากกว่าอีกขั้วหนึ่งเสมอเพื่อให้ค่าแรงดันเอาต์พุตมีค่าเป็นศูนย์ ซึ่งกระแสออฟเซตอาจจะมีค่าประมาณ 20 mA

5. แรงดันออฟเซตที่อินพุต (Input Offset Voltage)

ในอุดมคติ แรงดันเอาต์พุตจะมีค่าเท่ากับศูนย์ก็ต่อเมื่อแรงดันระหว่างขั้วอินพุตมีค่าเป็นศูนย์เช่นกัน แต่ในทางปฏิบัติ ความไม่สมดุลภายในวงจรเป็นสาเหตุที่ต้องป้อนแรงดันค่าหนึ่งแก่ขาปรับออฟเซต เพื่อให้แรงดันเอาต์พุตเป็นศูนย์

6. การปรับแรงดันออฟเซตให้เป็นศูนย์ (Offset Nulling)



รูปที่ 2.8 การปรับแรงดันออฟเซต

ในการปรับแรงดันเอาต์พุตให้เป็นศูนย์ หรือการปรับแรงดันออฟเซตที่อินพุตให้เป็นศูนย์นั้นสามารถใช้ขั้ว (Offset Nulling) ที่ผู้ผลิตได้เตรียมไว้ให้แล้ว โดยให้ศึกษาข้อมูลรายละเอียดของออปแอมป์เบอร์นั้นๆ รูปที่ 2.8 แสดงวงจรที่ใช้ในการปรับค่าศูนย์ให้แก่ออปแอมป์

7. ผลของอุณหภูมิ

อุณหภูมิมีผลต่ออุปกรณ์โซลิดสเตตทุกชนิดรวมทั้งออปแอมป์ ดังนั้นผลกระทบจากอุณหภูมิจะทำให้กระแส และแรงดันออฟเซตเปลี่ยนแปลงไปซึ่งเรียกว่า การเปลี่ยนแปลงอันเกิดจากอุณหภูมิว่า “คริฟท์ (Drift)” ดังนั้นควรตรวจสอบด้วยว่าออปแอมป์จะมีเปอร์เซ็นต์การผิดพลาดมากหรือน้อยเพียงใดหากอุณหภูมิเปลี่ยนแปลงไป

2.5.5.2 คุณสมบัติทาง AC ของออปแอมป์

1. การชดเชยความถี่ (Frequency Compensation)

ปัญหาที่เกิดขึ้นกับออปแอมป์ที่ใช้ในย่านความถี่สูง คือ การออสซิลเลท (Oscillation) ซึ่งเกิดจากอัตราขยายที่มีค่าค่อนข้างสูงของออปแอมป์เองและยังเกิดจากการเลื่อนเฟส (Phaseshift) ณ จุดต่างๆ ภายในวงจรเป็นผลให้ไม่สามารถควบคุมอัตราขยายของสัญญาณป้อนกลับได้ วิธีแก้ปัญหาก็คือ ต่อตัวเก็บประจุชดเชยให้แก่วงจร ซึ่งจะทำให้อัตราขยายของออปแอมป์มีขนาดลดลงเมื่อความถี่สูงขึ้น

2. อัตราสลัว (Slew Rate)

อัตราสลัว คือ อัตราการเปลี่ยนแปลงสูงสุดของแรงดันเอาต์พุตเทียบกับเวลา ดังสมการ

$$\begin{aligned} \text{อัตราสลัว} &= \frac{\text{การเปลี่ยนแปลงสูงสุดของแรงดันเอาต์พุต}}{\text{การเปลี่ยนแปลงเวลา}} \\ &= \frac{\Delta V(\text{max})}{\Delta t} \end{aligned} \quad (2.1)$$

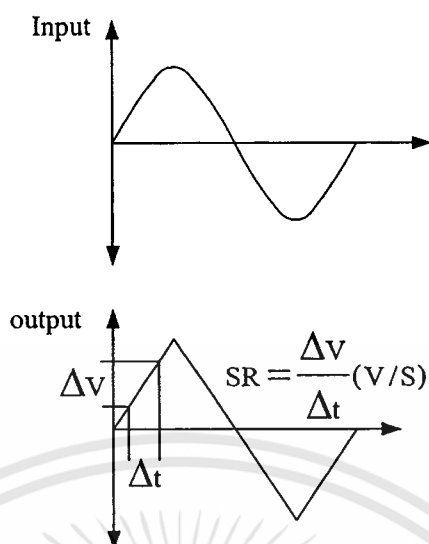
ในการใช้งานพิจารณาผลกระทบที่เกิดจากข้อจำกัดของอัตราสลัว ในกรณีที่นำออปแอมป์ไปใช้งานกับสัญญาณไซน์ (เอาต์พุตเป็นสัญญาณไซน์) การเปลี่ยนแปลงรูปคลื่นไซน์ที่ตัดผ่านจุดศูนย์และยังขึ้นอยู่กับความถี่และขนาดของสัญญาณ อัตราเปลี่ยนแปลงสูงสุด (Maximum Rate Of Change : R_{OCmax}) สามารถหาค่าได้โดยใช้สมการ

$$R_{OCmax} = 2\pi f V_p \quad \text{V/S} \quad (2.2)$$

เมื่อ f คือ ความถี่ของสัญญาณมีหน่วยเป็น Hertz และ V_p คือขนาดสูงสุดของสัญญาณซึ่งสมการสามารถเขียนให้อยู่ในอีกรูปแบบหนึ่ง

$$R_{OCmax} = \omega V_p \quad \text{V/S} \quad (2.3)$$

เมื่อ ω คือ ความถี่ในหน่วยเรเดียน (Radian Frequency) ของรูปคลื่นไซน์ การเขียนเนื่องจากอัตราสลัว แสดงในรูปที่ 2.9



รูปที่ 2.9 การผิดเพี้ยนเนื่องจากอัตราสั้ว

3. อัตราการลดสัญญาณชนิดคอมมอนโหมด (CMRR)

Common-Mode Rejection Ratio เป็นคุณสมบัติอย่างหนึ่งของออปแอมป์ ที่ได้มาจากภาคอินพุตที่เป็นดิฟเฟอเรนเชียลแอมป์ หมายความว่า หากสัญญาณที่เข้ามายังขั้วอินพุตทั้งสองมีเฟสตรงกัน และยังมีขนาดเท่ากัน (สัญญาณแบบนี้เรียกว่าอยู่ในแบบคอมมอนโหมด) สัญญาณทั้งสองนี้จะถูกกำจัดทิ้งลงไป ดังนั้นเอาต์พุตจะเป็นศูนย์ ส่วนสัญญาณที่มีขนาดต่างกัน และมีเฟสต่างกัน เรียกว่า อยู่ในแบบดิฟเฟอเรนเชียลโหมด จะมีสัญญาณปรากฏที่เอาต์พุต

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

พิพิธ ต้นเจริญ (2546 : 72-73) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาชุดฝึกโทรทัศน์สีวิชา ปฏิบัติโทรทัศน์ 2 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาอิเล็กทรอนิกส์ ผลการวิจัยพบว่า คุณภาพของชุดฝึกโทรทัศน์สี โดยผู้ทรงคุณวุฒิ มีความเห็นเกี่ยวกับชุดฝึกโทรทัศน์สีด้านเนื้อหาและใบงานที่สร้างขึ้นอยู่ในระดับดีมากได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.45 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.53 และคุณภาพของชุดฝึกโทรทัศน์สีโดยผู้ทรงคุณวุฒิ มีความเห็นเกี่ยวกับชุดฝึกโทรทัศน์สีด้านเทคนิคการผลิตสื่อที่พัฒนาขึ้นอยู่ในระดับดี ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.40 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.52

บุทรพิชัย กล้าหาญ (2547 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดปฏิบัติการวงจรกรองความถี่ วิชาออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พ.ศ.2546 ผลการวิจัยพบว่าชุดปฏิบัติการวงจรกรองความถี่ที่สร้างมีประสิทธิภาพ 84.85/85.60 สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 ที่ตั้งไว้ และเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัย

สุชาติ หัตถ์สุวรรณ (2547 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลองวิชาการออกแบบวงจรพัลส์และสวิตชิง หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สถาบันราชภัฏธนบุรี ผลการวิจัยพบว่า การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลองวิชาการออกแบบวงจรพัลส์และสวิตชิง หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สถาบันราชภัฏธนบุรี ที่ได้สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 83.81/82.34 สูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้

สุพงษ์ สิริพงศ์ดี (2546 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่องการออกแบบวงจรและสร้างโมดูลบอร์ดชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC 16F876 ผลการวิจัยพบว่าวงจรและโมดูลบอร์ดชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC 16F876 ที่ได้สร้างขึ้นมีคุณภาพทางด้านการศึกษาในเกณฑ์ดี โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.49 และค่าความแปรปรวนเท่ากับ 0.60 และมีคุณภาพทางด้านวิศวกรรมในเกณฑ์ดีมากโดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.52 และค่าความแปรปรวนเท่ากับ 0.58 ซึ่งคุณภาพของชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC 16F876 ที่ได้นี้เป็นไปตามสมมติฐานการวิจัย

จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่าการใช้ชุดฝึกในการเรียนการสอน สามารถส่งผลโดยตรงต่อการฝึกทักษะในด้านต่างๆ ช่วยให้ผู้เรียนมีความสามารถทางการเรียนในการแก้ปัญหาสูงขึ้นทำให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการคิดและการคิดอย่างมีเหตุผล นอกจากนี้ชุดฝึกยังใช้เวลาในการเรียนรู้้น้อยกว่าการปฏิบัติการทดลองแบบปกติ ทำให้ประหยัดเวลาและค่าใช้จ่าย ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ง่ายและเกิดความสนุกสนาน ผู้วิจัยจึงมีความคิดว่าการใช้ชุดฝึกในการเรียนการสอนทำให้นักศึกษาที่เรียนจะมีเจตคติต่อวิชาเรียน และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นหรือไม่แตกต่างจากการสอนของครูโดยวิธีปกติและถ้าใช้ชุดฝึกควบคู่กันไปกับการเรียนการสอนวิธีปกติ ก็จะทำให้สัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ศึกษาวิธีใดวิธีหนึ่งที่มีความเหมาะสมต่อการสอนปฏิบัติการทดลองเพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนการสอนให้ดียิ่งขึ้นเนื่องจากทำให้ผู้เรียน เรียนรู้ได้ง่าย โดยเรียนรู้จากการ

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยตามขั้นตอนดังนี้

- 3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
- 3.2 การเตรียมการวิจัย
- 3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
- 3.4 ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือ
- 3.5 วิธีดำเนินการวิจัยและการเก็บรวบรวมข้อมูล
- 3.6 สถิติที่ใช้ในการวิจัย

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.1.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2553 ช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคสระบุรี จำนวน 60 คน

3.1.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ

กลุ่มที่ 1 เป็นนักศึกษาจำนวน 6 คน ได้จากการคัดเลือกแบบเจาะจง เพื่อใช้ในการทดสอบหาข้อบกพร่องของใบงาน ชุดปฏิบัติการ และแบบประเมินความสามารถทางการเรียน

กลุ่มที่ 2 เป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2553 ช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคสระบุรี ที่คัดเลือกจากประชากร ได้มาโดยวิธีการสุ่มตัวอย่างง่าย (Simple Random Sampling) แบบจับสลาก จำนวน 20 คน เพื่อใช้ในการหาประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการวิชาอปแอมป์และลิเนียร์ไอซี ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงพ.ศ. 2546

3.2 การเตรียมการวิจัย

ผู้วิจัยได้ศึกษาเนื้อหาวิชาออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี จากตำรา เอกสารที่ใช้ในการสอนและลักษณะของชุดปฏิบัติการอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งระเบียบและวิธีการวิจัย จากวิทยานิพนธ์ และคู่มือต่างๆ การกำหนดเป้าหมาย ขอบเขตของการวิจัย โดยจะสร้างชุดปฏิบัติการวิชาออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี พร้อมใบงาน และแบบประเมินความสามารถทางการเรียน แยกแยะและกำหนดเป็นใบงานการทดลองไว้ทั้งหมด 12 เรื่อง

ใบงานที่ 1 การวัดค่าพารามิเตอร์ของออปแอมป์ (1)

ใบงานที่ 2 การวัดค่าพารามิเตอร์ของออปแอมป์ (2)

ใบงานที่ 3 การออกแบบวงจรขยายออปแอมป์ไดเร็กต์คัปปลิง แบบไม่กลับเฟส

ใบงานที่ 4 การออกแบบวงจรขยายออปแอมป์ไดเร็กต์คัปปลิง แบบกลับเฟส

ใบงานที่ 5 การออกแบบวงจรขยายออปแอมป์คาปาซิเตอร์คัปปลิง แบบไม่กลับเฟส

ใบงานที่ 6 การออกแบบวงจรขยายออปแอมป์คาปาซิเตอร์คัปปลิง แบบกลับเฟส

ใบงานที่ 7 การออกแบบวงจรออปแอมป์ขยายผลรวมแรงดัน แบบกลับเฟส

ใบงานที่ 8 การออกแบบวงจรออปแอมป์ขยายผลรวมแรงดัน แบบไม่กลับเฟส

ใบงานที่ 9 การออกแบบวงจรออปแอมป์ขยายผลต่างแรงดัน

ใบงานที่ 10 การออกแบบวงจรออปแอมป์แอสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์

ใบงานที่ 11 การออกแบบวงจรออปแอมป์เฟส-ชิฟท์ ออสซิลเลเตอร์

ใบงานที่ 12 การออกแบบวงจรออปแอมป์เวน-บริดจ์ ออสซิลเลเตอร์

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการสร้างขึ้นเองประกอบด้วย

3.3.1 ชุดปฏิบัติการวิชาออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี

1. ใบงาน 12 ใบงาน

2. แผงทดลอง

3.3.2 แบบประเมินคุณภาพ

1. แบบประเมินคุณภาพด้านใบงาน

2. แบบประเมินด้านแผงทดลอง

3. แบบประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

4. แบบประเมินความสามารถทางการเรียน

3.4 ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือ

3.4.1 ใบงาน

1. ศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง
 2. ศึกษาหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พ.ศ. 2546 จากตำราเอกสารต่างๆ คำอธิบายรายวิชาออปแอมป์และอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อวางแผนวางรายละเอียดของหัวข้อ เนื้อหาต่างๆ
 3. ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับหลักการสร้างสื่อการเรียนการสอน
 4. ศึกษาเอกสารและตำราที่เกี่ยวกับการสร้างใบงาน นำทฤษฎีเหล่านั้นมากำหนดวัตถุประสงค์และเนื้อหาใบงาน
 5. ออกแบบใบงานและแบบประเมินความสามารถทางการเรียนแล้วนำแบบใบงานและแบบประเมินความสามารถทางการเรียนที่ผู้วิจัยออกแบบไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบ หากมีข้อบกพร่องต้องทำการแก้ไขและปรับปรุงต่อไป
 6. เมื่อผ่านการตรวจสอบจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์แล้วจึงทำการสร้างใบงาน
 7. หลังจากสร้างใบงานเสร็จเรียบร้อยแล้ว ส่งให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และตรวจสอบแก้ไข ให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 5 ท่าน ประเมิน ดังนี้
 1. รศ.อาจินต์ น่วมสำราญ รองศาสตราจารย์ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมการวัดคุม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
 2. ผศ.โกศล ทรายู ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประจำสาขาวิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
 3. ผศ.ปิยะ ศุภวราสุวัฒน์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประจำสาขาวิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
 4. อาจารย์สมบูรณ์ เนียมกล้า ภาควิชาเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์ สถาบันพัฒนาครู อาชีวศึกษา
 5. อาจารย์สำเริง เต็มราม ภาควิชาเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์ สถาบันพัฒนาครูอาชีวศึกษา
- โดยใช้แบบประเมินคุณภาพของใบงาน ผู้วิจัยแบ่งระดับความคิดเห็นออกเป็น 5 ระดับ ดังนี้

ระดับ	5	หมายถึง	ระดับคุณภาพดีมาก
ระดับ	4	หมายถึง	ระดับคุณภาพดี
ระดับ	3	หมายถึง	ระดับคุณภาพปานกลาง
ระดับ	2	หมายถึง	ระดับคุณภาพพอใช้
ระดับ	1	หมายถึง	ระดับคุณภาพควรปรับปรุง

ในเกณฑ์การประเมินคุณภาพของใบงาน กำหนดเกณฑ์ ($\bar{X}$) ต้องอยู่ในระดับค่าเฉลี่ยไม่ต่ำกว่า 3.5 ขึ้นไป จึงจะถือว่าใบงานนั้นมีคุณภาพ (บุญเลียง อบแสงทอง. 2544 : 46)

ผลจากการประเมินคุณภาพของใบงาน โดยผู้ทรงคุณวุฒิ 5 ท่าน จากการประเมิน 12 รายการ เป็นดังนี้ ค่าเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 4.88 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน มีค่าเท่ากับ 0.28 แสดงว่าชุดปฏิบัติการ มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก (รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ค.)

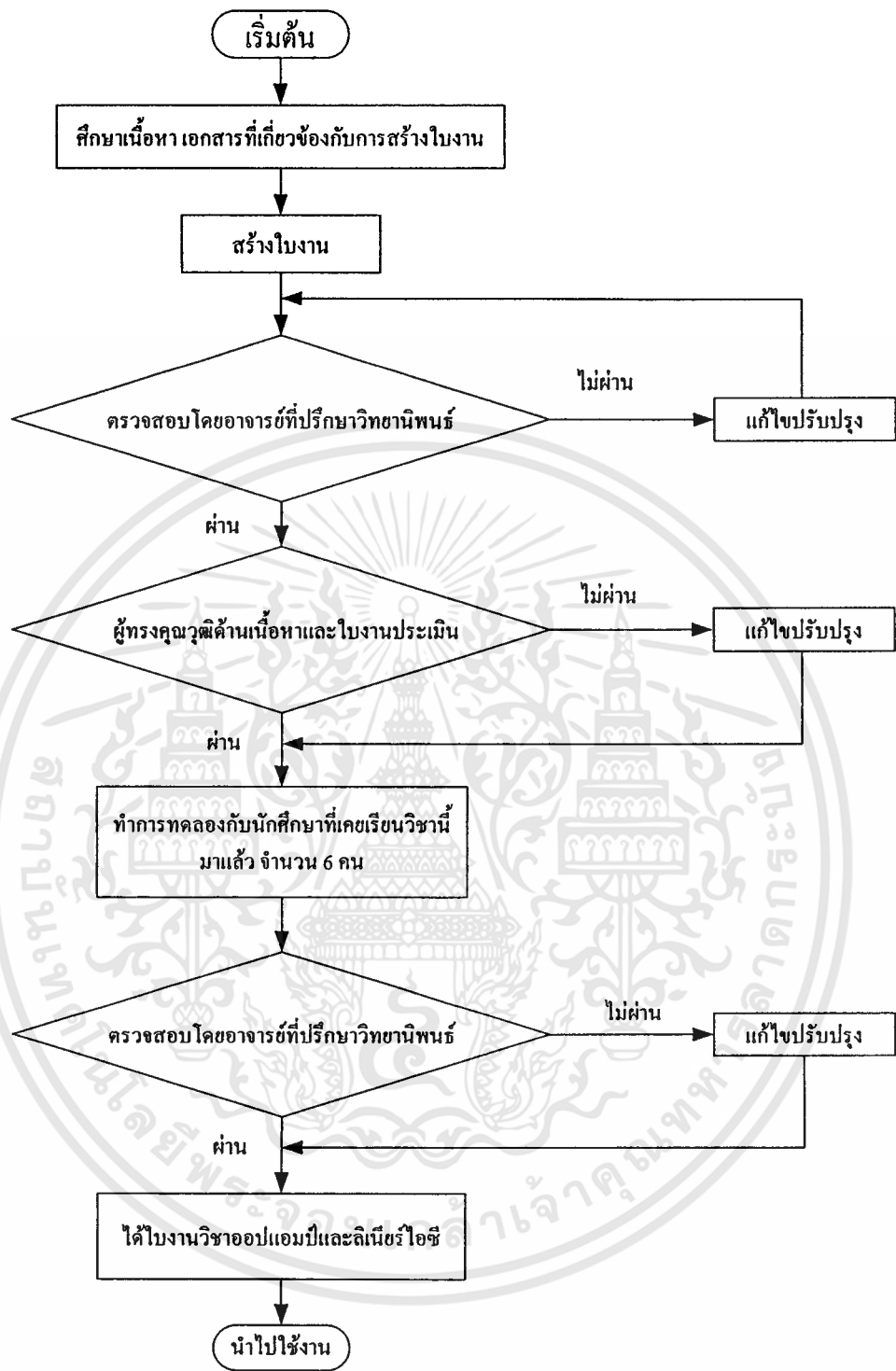
8. นำมาปรับปรุงแก้ไขจนถูกต้องเหมาะสม

9. นำใบงานที่สร้างขึ้นไปทำการทดลองใช้กับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นสูง ชั้นปีที่ 2 ช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคสระบุรี ที่เคยเรียนวิชานี้ผ่านมาแล้ว จำนวน 6 คน แต่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง โดยการคัดเลือกนักศึกษา เพื่อหาข้อบกพร่องของใบงานแล้วนำผลมาแก้ไขปรับปรุง

ผลปรากฏว่า ใบงานยังมีข้อบกพร่องในเรื่องของค่าต่างๆ ที่อยู่ในใบงานมีการผิดพลาด โดยผู้วิจัยได้ทำการปรับปรุงแก้ไขเพื่อให้ใบงานสมบูรณ์

10. ให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ตรวจสอบแก้ไขอีกครั้ง แล้วนำผลมาแก้ไขปรับปรุงเป็นครั้งสุดท้าย

11. ได้ใบงานที่พร้อมจะนำไปใช้เพื่อทำการวิจัยต่อไป

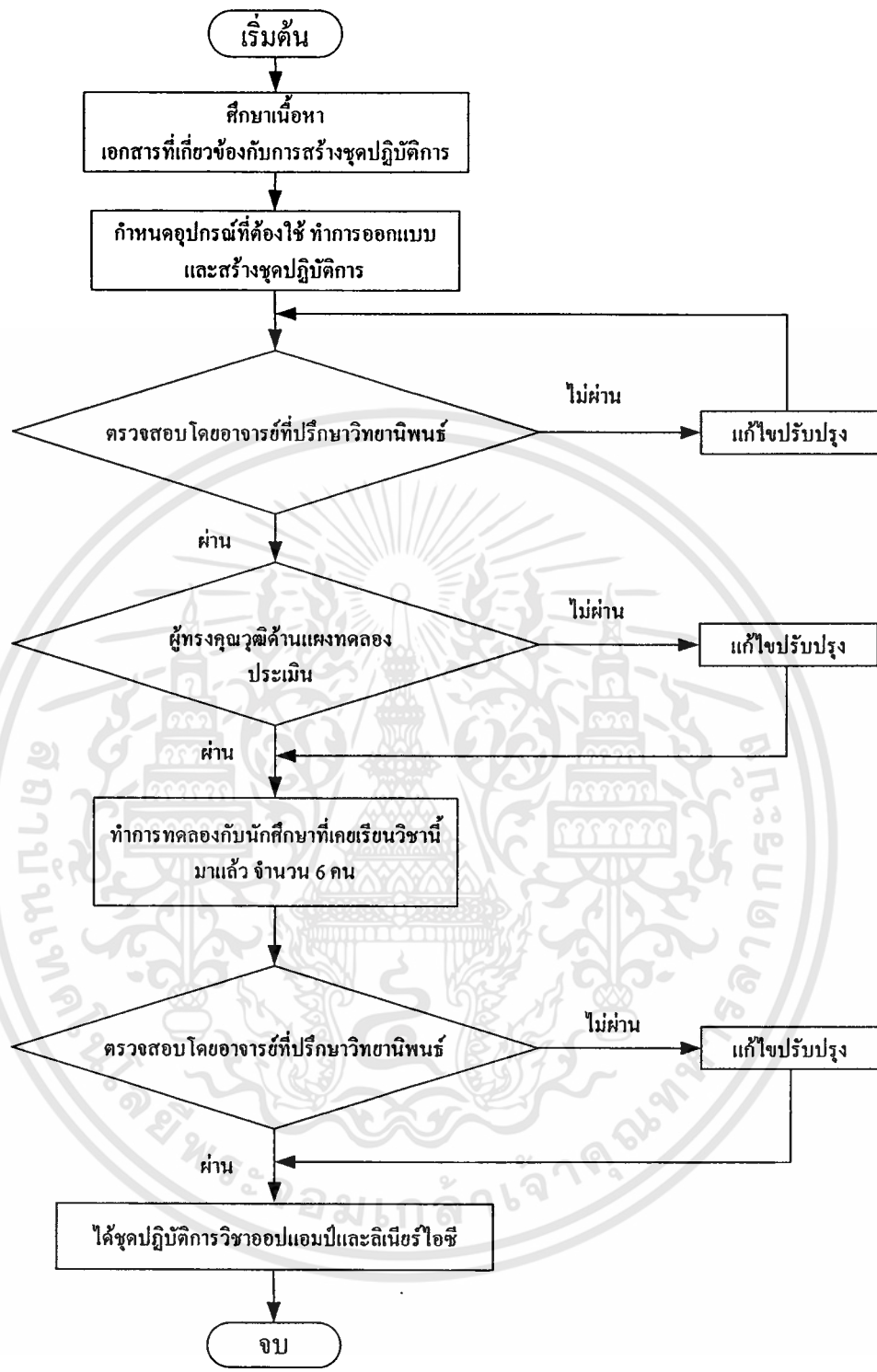


รูปที่ 3.1 ขั้นตอนการสร้างใบงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.2 ชุดปฏิบัติการวิชาอปแอมป์และลิเนียร์ไอซี

1. ศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง รูปแบบและการสร้างสื่อการเรียนการสอนประเภทชุดปฏิบัติการ หลักการสร้างวงจร และรายละเอียดต่างๆ จากใบงานที่สร้างขึ้น
 2. นำส่วนต่างๆ เหล่านี้มาทำการกำหนดอุปกรณ์ที่ต้องใช้ คัดเลือกอุปกรณ์ที่มีคุณภาพดี หาได้ง่ายในท้องตลาด เลือกเฉพาะอุปกรณ์ที่มีค่าผิดพลาดต่ำ โดยเลือกให้สอดคล้องกับวงจรที่ได้ออกแบบไว้ ซึ่งได้ศึกษาและคำนวณค่าไว้แล้ว
 3. ทำการทดลองวงจรต่างๆ เพื่อหาข้อผิดพลาดจากการประกอบวงจรจริงเทียบกับค่าที่คำนวณออกแบบไว้ และแก้ไขค่าอุปกรณ์และวงจรให้สามารถทำงานได้อย่างถูกต้อง
 4. ออกแบบสร้างชุดปฏิบัติการที่ผู้วิจัยออกแบบส่งให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ตรวจสอบแก้ไข
 5. นำมาปรับปรุงแก้ไขจนถูกต้องเหมาะสม
 6. นำไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 5 คนประเมิน ซึ่งทั้ง 5 คน เป็นผู้ทรงคุณวุฒิชุดเดียวกันกับที่ประเมินคุณภาพด้านใบงาน
- ผลจากการประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการ โดยผู้ทรงคุณวุฒิ 5 ท่าน จากการประเมิน 12 รายการ เป็นดังนี้ ค่าเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 4.86 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน มีค่าเท่ากับ 0.27 แสดงว่าชุดปฏิบัติการ มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก (รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ก.)
7. นำมาปรับปรุงแก้ไข
 8. นำไปทำการทดลองใช้กับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 2 ช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคสระบุรี ที่เคยเรียนวิชานี้ผ่านมาแล้ว จำนวน 6 คน แต่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง โดยการคัดเลือกนักศึกษา เพื่อหาข้อบกพร่องชุดปฏิบัติการวิชาอปแอมป์และลิเนียร์ไอซี
- ผลปรากฏว่า ชุดปฏิบัติการ มีบางจุดบกพร่องยังไม่ดีทำให้วงจรต่อไม่ถึงกัน และสายที่ใช้ในการต่อวงจรมีเพียงสีเดียว โดยผู้วิจัยได้ทำการแก้ไขปรับปรุงเพื่อให้ชุดปฏิบัติการมีความสมบูรณ์
9. ส่งให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ตรวจสอบแก้ไขอีกครั้ง
 10. เมื่อผ่านการตรวจสอบและแก้ไขเรียบร้อยแล้ว ได้ชุดปฏิบัติการนำไปใช้วิจัยกับกลุ่มตัวอย่าง เพื่อหาประสิทธิภาพต่อไป



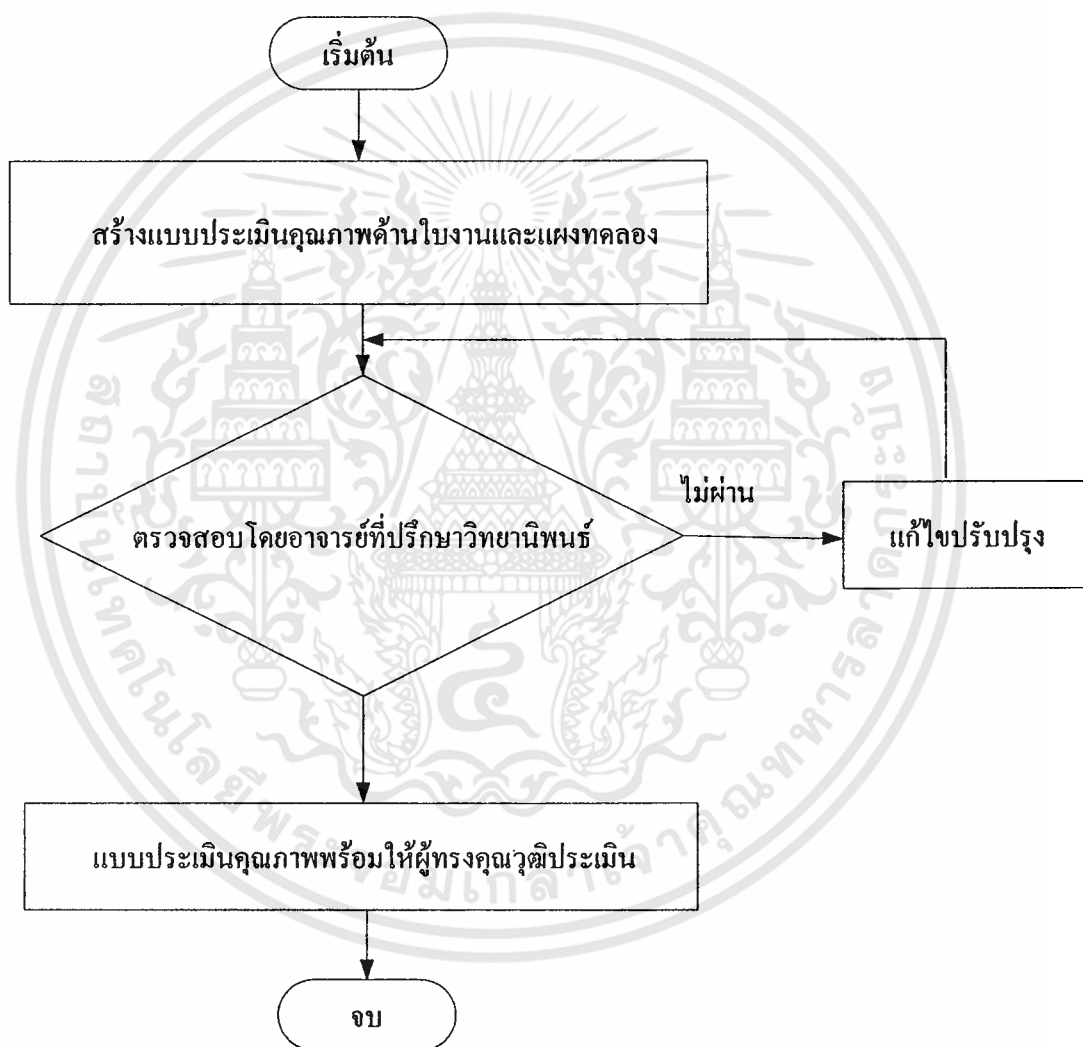
รูปที่ 3.2 ขั้นตอนการสร้างชุดปฏิบัติการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.3 แบบประเมินคุณภาพด้านใงาน และด้านแพทคลองวิชาอปแอมป์และลิเนียร์ไอซี
ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างแบบประเมินคุณภาพด้านใงาน และด้านแพทคลอง ตามขั้นตอน
ดังนี้

1. สร้างแบบประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการและใงาน
2. ให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบและทำการปรับปรุงแก้ไข
3. ได้แบบประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการ และแบบประเมินใงานพร้อมที่จะ

นำไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิประเมิน



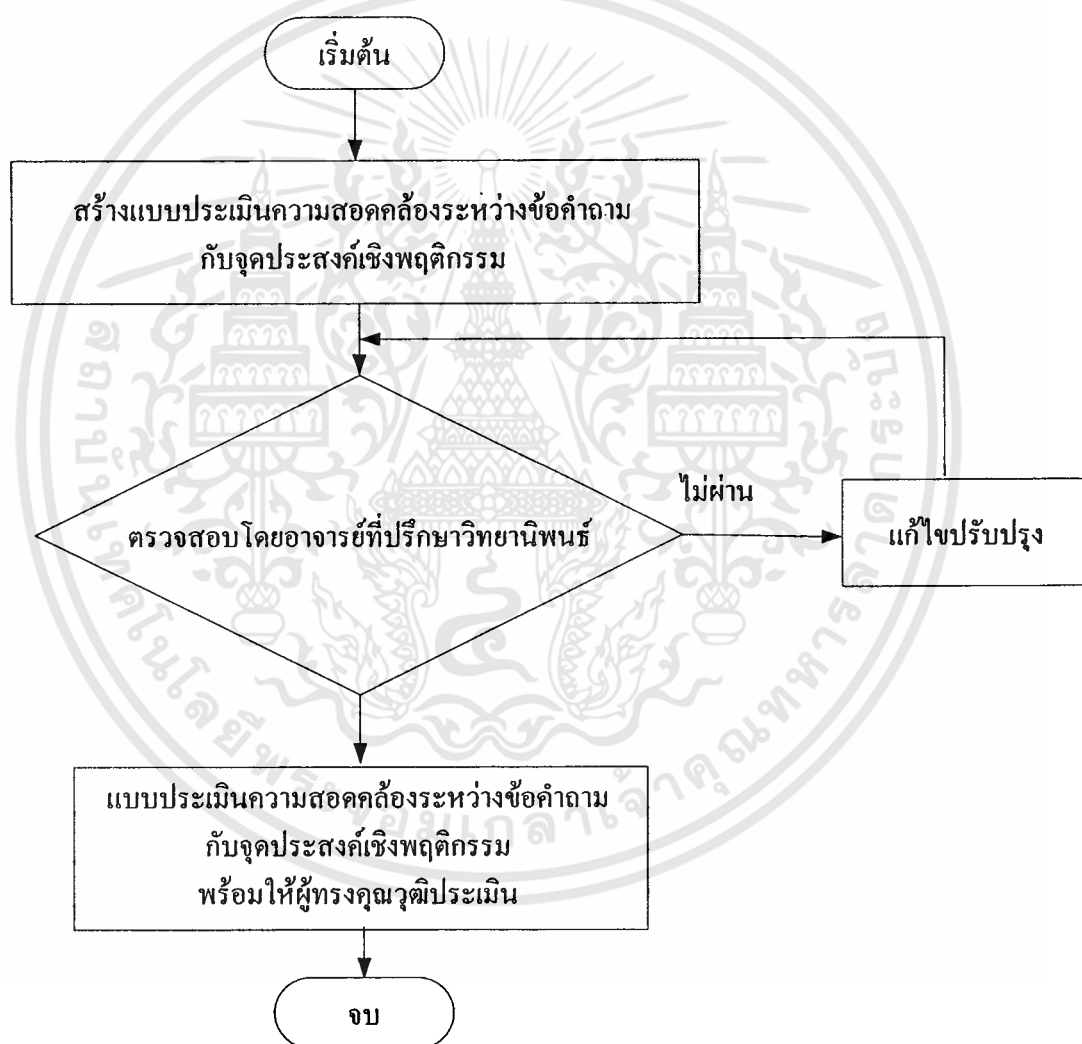
รูปที่ 3.3 ขั้นตอนการสร้างแบบประเมินคุณภาพใงานและแพทคลองของผู้ทรงคุณวุฒิ

3.3.4 การสร้างแบบประเมินความสอดคล้องระหว่างแบบข้อคำถามกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างแบบประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ตามขั้นตอนดังนี้

1. สร้างแบบประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
2. ให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบและทำการปรับปรุงแก้ไข
3. ได้แบบประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

พร้อมที่จะนำไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิประเมิน



รูปที่ 3.4 ขั้นตอนการสร้างแบบประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

3.4.5 แบบประเมินความสามารถทางการเรียน

1. ศึกษาวิธีการสร้างแบบประเมินความสามารถทางการเรียนจากตำรา เอกสารที่เกี่ยวข้องกับขั้นตอนและวิธีการสร้างแบบประเมินความสามารถทางการเรียน จากนั้นวิเคราะห์หลักสูตรและกำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

2. ศึกษาเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ วิชาอปอแปมปีและลิเนียร์ไอซี

3. สร้างแบบประเมินความสามารถทางการเรียนชนิดแบบตรวจสอบรายการ

4. นำแบบประเมินความสามารถทางการเรียนให้ผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบและเสนอแนะ

ผลปรากฏว่า แบบประเมินความสามารถ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.86 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 4.40 แสดงว่า แบบประเมินความสามารถทางการเรียน อยู่ในระดับดีมาก (รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ค.)

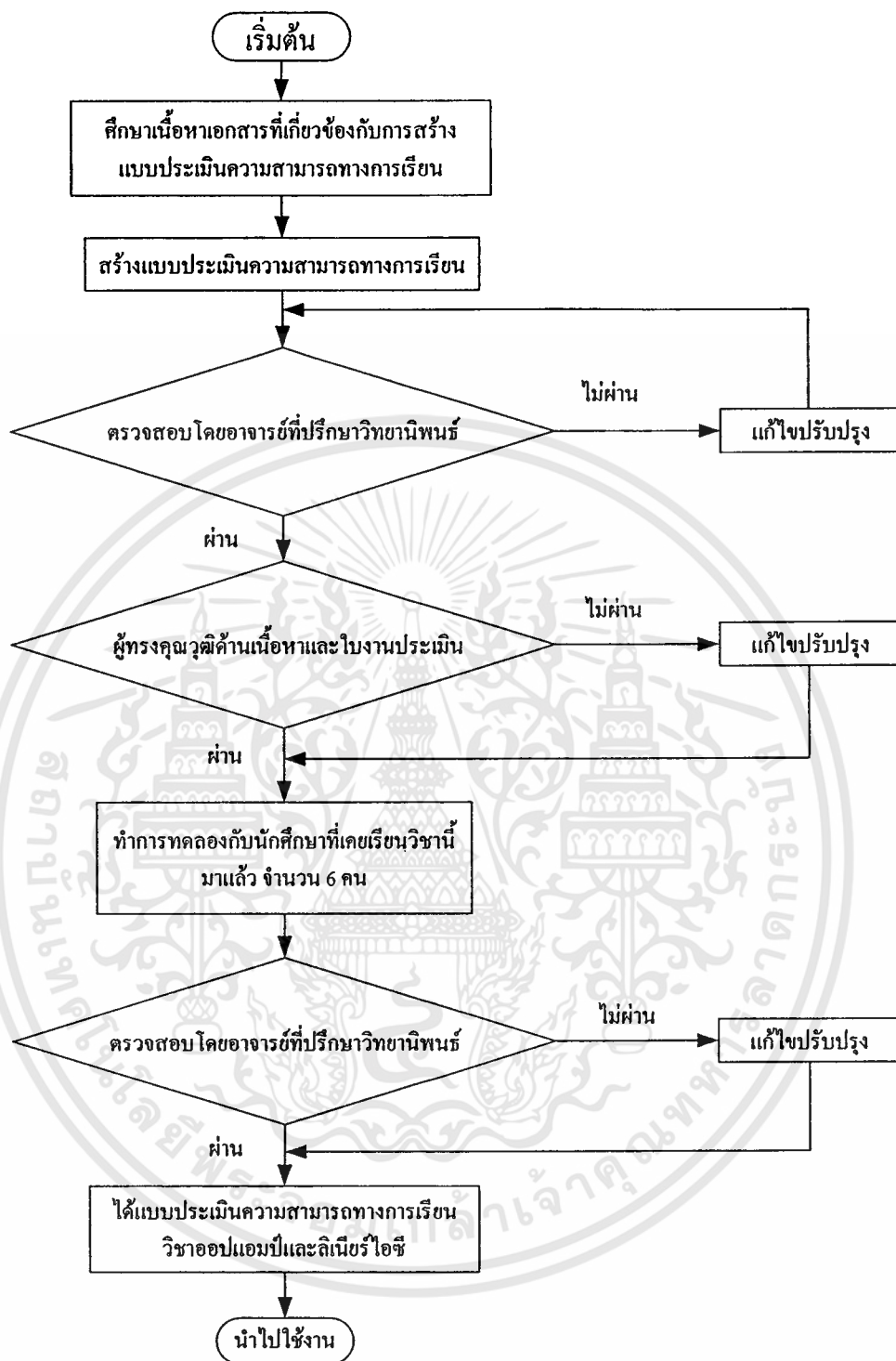
5. นำมาปรับปรุงแก้ไขจนถูกต้องเหมาะสม

6. นำแบบประเมินความสามารถทางการเรียนที่สร้างขึ้นไปทำการทดลองใช้กับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงชั้นปีที่ 2 ช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคสระบุรี ที่เคยเรียนวิชานี้ผ่านมาแล้ว จำนวน 6 คน แต่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ซึ่งได้โดยการคัดเลือกนักศึกษา เพื่อหาข้อบกพร่องของแบบประเมินความสามารถทางการเรียนแล้วนำผลมาแก้ไขปรับปรุง

ผลปรากฏว่า แบบประเมินความสามารถ มีบางคำถามยังไม่ชัดเจน โดยผู้วิจัยได้ทำการแก้ไขปรับปรุงเพื่อให้แบบประเมินความสามารถมีความสมบูรณ์

7. ให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ตรวจสอบแก้ไขอีกครั้ง แล้วนำผลมาแก้ไขปรับปรุงเป็นครั้งสุดท้าย

8. ได้แบบประเมินความสามารถทางการเรียนที่พร้อมจะนำไปใช้เพื่อทำการวิจัยต่อไป



รูปที่ 3.5 ขั้นตอนการสร้างแบบประเมินความสามารถทางการเรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในขั้นตอนการทดลองใช้ชุดปฏิบัติการที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นได้ดำเนินการทดลองและเก็บข้อมูลต่างๆ มีลำดับขั้นตอนการดำเนินการ ดังนี้ กับกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2553 สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคสระบุรี จำนวน 20 คน โดยทำการทดลองดังนี้

1. ผู้วิจัยทำหนังสือขอความร่วมมือในการทำวิจัยจากคณะกรรมการสถานศึกษา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ถึงผู้ทรงคุณวุฒิ 5 ท่าน เพื่อขอความร่วมมือในการวิจัยและเข้าชี้แจงรายละเอียดต่างๆ กับผู้ทรงคุณวุฒิด้วยตัวเอง เพื่อขอคำยืนยันยินดีตอบรับในการประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการวิชาออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี

2. นำชุดปฏิบัติการวิชาออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี ไปงาน และแบบประเมินความสามารถทางการเรียน ส่งมอบให้ผู้ทรงคุณวุฒิประเมินคุณภาพ

3. ผู้วิจัยทำหนังสือขอความร่วมมือในการทำวิจัยจากคณะกรรมการสถานศึกษา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ถึงผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคสระบุรี เพื่อขออนุญาตและประสานงานในการนำเอาชุดปฏิบัติการวิชาออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อทำการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยใช้ห้องเรียนของแผนกวิชาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคสระบุรี

4. นำชุดปฏิบัติการวิชาออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี มาดำเนินการทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง เป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงชั้นปีที่ 2 สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคสระบุรี โดยทำการนัดหมายกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 20 คน จากจำนวนนักศึกษา 60 คน โดยวิธีการสุ่มตัวอย่างง่ายแบบจับสลาก โดยมีการทดลอง 12 ใบงาน ในแต่ละการทดลองจะมีการประเมินระหว่างปฏิบัติตามแบบประเมินความสามารถทางการเรียน และเมื่อทดลองครบ 12 ใบงานแล้ว ทำการประเมินความสามารถทางการเรียนใบงานรวม ผู้ประเมิน คือ ผู้วิจัยซึ่งเป็นอาจารย์ประจำวิชา นำผลการทดลองมาวิเคราะห์ตามวิธีการสถิติ เพื่อหาประสิทธิภาพชุดปฏิบัติการวิชาออปแอมป์และลิเนียร์ไอซีที่สร้างขึ้น

3.6 สถิติที่ใช้ในการวิจัย

3.6.1 การหาดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับจุดประสงค์ (บุญเชิด ภิญโญนันต์ พงษ์ 2538 : 88-89) ใช้สูตรดังนี้

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

เมื่อ IOC คือ ดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

$\sum R$ คือ ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิทั้งหมด

N คือ จำนวนผู้ทรงคุณวุฒิ

จากนั้นจึงเลือกข้อสอบที่มีดัชนีความสอดคล้องกับจุดประสงค์ที่มีค่า (IOC) ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป นำไปใช้งาน

3.6.2 การประเมินความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ โดยหาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากแบบประเมินคุณภาพสื่อการเรียนการสอน

3.6.2.1 หาค่าเฉลี่ย $\bar{X}$ ใช้สูตรดังนี้ (รวิวรรณ ชินตระกูล. 2538 : 151)

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

เมื่อ $\bar{X}$ คือ ค่าเฉลี่ยของคะแนน

$\sum X$ คือ ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

N คือ จำนวนของผู้ทรงคุณวุฒิ

3.6.2.2 หาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน S.D. ใช้สูตรดังนี้ (รวิวรรณ ชินตระกูล. 2538 : 162)

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

เมื่อ S.D. คือ ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

X คือ คะแนนแต่ละจำนวน

$\sum X$ คือ ผลรวมของคะแนนแต่ละจำนวน

N คือ จำนวนข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6.3 การหาประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการวิชาอปแอมป์และลิเนียร์ไอซีตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ ผู้วิจัยได้นำผลการทดลองมาวิเคราะห์ข้อมูล โดยแยกเป็นคะแนนของแบบประเมินความสามารถทางการเรียนท้ายใบงานแต่ละใบงาน และคะแนนของแบบประเมินความสามารถทางการเรียนหลังจากเรียนครบทุกใบงาน เพื่อนำมาหาประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการตามเกณฑ์กำหนด 80/80 จากการประเมินผลของคะแนนแบบประเมินความสามารถทางการเรียนท้ายใบงานกับคะแนนแบบประเมินความสามารถทางการเรียนหลังเรียนครบทุกใบงานแล้วโดยใช้สูตร E_1 / E_2 (สวทศ. 2528 : 295)

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

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

เมื่อ E_1	คือ	ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของผลการเรียนรู้ของนักศึกษาที่ได้จากการทำแบบประเมินความสามารถทางการเรียนท้ายใบงานแต่ละใบงานระหว่างทำการทดลองชุดปฏิบัติการวิชาอปแอมป์และลิเนียร์ไอซี
E_2	คือ	ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของผลการเรียนรู้ของนักศึกษาที่ได้จากการทำแบบประเมินความสามารถทางการเรียนหลังจากทำการทดลองกับชุดปฏิบัติการวิชาอปแอมป์และลิเนียร์ไอซี ครบทุกใบงาน
$\sum X$	คือ	คะแนนรวมของผู้เรียนจากการทำแบบประเมินความสามารถทางการเรียนท้ายใบงานแต่ละใบงาน
$\sum F$	คือ	คะแนนรวมของผู้เรียนจากการทำแบบประเมินความสามารถทางการเรียนหลังทำใบงานครบทุกใบงาน
N	คือ	จำนวนผู้เรียนทั้งหมด
A	คือ	คะแนนเต็มของแบบประเมินความสามารถทางการเรียนท้ายใบงานแต่ละใบงาน
B	คือ	คะแนนเต็มของแบบประเมินความสามารถทางการเรียนหลังทำใบงานครบทุกใบงาน

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัย เรื่อง การพัฒนาชุดปฏิบัติการวิชาออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พ.ศ. 2546 เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและหาคุณภาพของชุดปฏิบัติการวิชาออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พ.ศ. 2546 ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการประเมินหาคุณภาพ 2 คือ ด้านเนื้อหาและใบงาน และด้านแฟงทดลอง ผลการวิเคราะห์ข้อมูลได้จากแบบแสดงความคิดเห็นที่ผู้วิจัยทำขึ้น ผู้วิจัยจึงนำเสนอตามลำดับ ดังนี้

4.1 การวิเคราะห์คุณภาพของชุดปฏิบัติการวิชาออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พ.ศ. 2546

4.1.1 การวิเคราะห์คุณภาพด้านเนื้อหาและใบงาน

4.1.2 การวิเคราะห์คุณภาพของด้านแฟงทดลอง

4.2 การวิเคราะห์คุณภาพแบบประเมินความสามารถทางการเรียนของชุดปฏิบัติการวิชาออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พ.ศ. 2546

4.3 การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการวิชาออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พ.ศ. 2546

4.1 การวิเคราะห์คุณภาพของชุดปฏิบัติการวิชาออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พ.ศ. 2546

การวิเคราะห์คุณภาพของชุดปฏิบัติการแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ การวิเคราะห์คุณภาพของใบงาน และการวิเคราะห์คุณภาพของแฟงทดลอง ซึ่งได้จากแบบประเมินคุณภาพ ทำการประเมินโดยผู้ทรงคุณวุฒิ มีดังนี้

4.1.1 การวิเคราะห์คุณภาพด้านเนื้อหาและใบงาน

ผลการประเมินหาคุณภาพของใบงาน 12 ใบงาน ทำการประเมินโดยผู้ทรงคุณวุฒิ 5 ท่าน มีรายละเอียด ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับคุณภาพของใบงาน

หัวข้อที่	รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับ คุณภาพ
1.	ใบงานครอบคลุมจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	4.95	0.11	ดีมาก
2.	มีความถูกต้องของเนื้อหา	4.97	0.07	ดีมาก
3.	มีการเรียงลำดับเนื้อหาวิชาก่อนหลัง	4.98	0.04	ดีมาก
4.	มีความง่ายของเนื้อหา	4.83	0.37	ดีมาก
5.	มีความเหมาะสมของลำดับขั้นความรู้	4.82	0.40	ดีมาก
6.	เหมาะสมกับผู้เรียน	4.82	0.40	ดีมาก
7.	เหมาะสมกับลำดับขั้นความรู้	4.83	0.37	ดีมาก
8.	มีความชัดเจนในการอธิบายแต่ละขั้นตอน	4.93	0.15	ดีมาก
9.	มีคำอธิบายลำดับขั้นการปฏิบัติเข้าใจง่าย	4.97	0.15	ดีมาก
10.	มีรูปวงจร ตาราง กราฟ ถูกต้อง	4.80	0.44	ดีมาก
11.	มีเนื้อหาก่อให้เกิดแรงจูงใจต่อการเรียน	4.82	0.40	ดีมาก
12.	มีความสะดวกในการบันทึกค่าต่างๆ	4.80	0.44	ดีมาก
รวม		4.88	0.28	ดีมาก

จากตารางที่ 4.1 เป็นตารางแสดงผลการวิเคราะห์หาคุณภาพของใบงาน โดยผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 5 ท่าน สามารถสรุปผลค่าเฉลี่ยรวม ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานรวม และระดับคุณภาพของใบงานการทดลองแต่ละใบงานดังนี้

หัวข้อการประเมินที่ได้ระดับคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.98 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.04 ได้แก่หัวข้อรายการประเมินที่ (3) รองลงมาคือ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.97 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.07 ได้แก่หัวข้อรายการประเมินที่ (2) มีความถูกต้องของเนื้อหา (9) มีคำอธิบายลำดับขั้นการปฏิบัติเข้าใจง่าย มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.97 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.15 (1) ใบงานครอบคลุมจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.95 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.11 (8) มีความชัดเจนในการอธิบายแต่ละขั้นตอน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.93 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.15 (4) มีความง่ายของเนื้อหา มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.83 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.37 (5) มีความเหมาะสมของลำดับขั้นความรู้ (6) เหมาะสมกับผู้เรียน (11) มีเนื้อหาก่อให้เกิดแรงจูงใจต่อการเรียน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.82 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.40 (10) มีรูปวงจร ตาราง กราฟ ถูกต้อง (12) มีความสะดวกในการบันทึกค่าต่างๆ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.80 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.44

สรุปผลการวิเคราะห์หาคุณภาพของใบงาน โดยภาพรวมทั้ง 12 ใบงาน พบว่ามีความคิดเห็นอยู่ในระดับดีมาก ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.88 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.28

4.1.2 การวิเคราะห์คุณภาพด้านแผนทดลอง

ผลการประเมินหาคุณภาพของแผนทดลอง ทำการประเมินโดยผู้ทรงคุณวุฒิ 5 ท่าน มีรายละเอียด ดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับคุณภาพของแผนทดลอง

หัวข้อที่	รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับคุณภาพ
1.	เหมาะกับระดับผู้เรียน	4.80	0.44	ดีมาก
2.	มีความสะดวกในการเตรียมการปฏิบัติ	5.00	0.00	ดีมาก
3.	มีการเรียงลำดับเนื้อหาวิชาก่อนหลัง	4.80	0.44	ดีมาก
4.	นักเรียนมีส่วนร่วมในการใช้อุปกรณ์	4.60	0.54	ดีมาก
5.	มีความเหมาะสมในการจัดตำแหน่งอุปกรณ์	4.80	0.44	ดีมาก
6.	มีความสัมพันธ์ของชุดปฏิบัติการต่อกันกับใบงาน	5.00	0.00	ดีมาก
7.	มีความปลอดภัยในขณะที่ทำการทดลอง	4.80	0.44	ดีมาก
8.	สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียน	4.80	0.44	ดีมาก
9.	มีรูปร่าง ขนาด เหมาะสม	4.80	0.44	ดีมาก
10.	มีวิธีการใช้ไม่ยุ่งยาก ไม่ซับซ้อน	4.80	0.44	ดีมาก
11.	มีความสะดวกในการดูแลรักษา	5.00	0.00	ดีมาก
12.	มีความคงทน แข็งแรง	5.00	0.00	ดีมาก
13.	วัสดุที่นำมาใช้มีความเหมาะสม	5.00	0.00	ดีมาก
รวม		4.86	0.27	ดีมาก

จากตารางที่ 4.2 เป็นตารางแสดงผลการประเมินคุณภาพของแผนทดลอง โดยผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 5 ท่านมีความเห็นว่า

หัวข้อการประเมินที่ได้ระดับคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.00 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.00 ได้แก่หัวข้อรายการประเมินที่ (2) มีความสะดวกในการเตรียมการปฏิบัติ (6) มีความสัมพันธ์ของชุดปฏิบัติการต่อกันกับใบงาน (11) มีความสะดวกในการดูแลรักษา (12) มีความคงทน แข็งแรง (13) วัสดุที่นำมาใช้มีความเหมาะสม รองลงมาคือ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.80 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.44 ได้แก่หัวข้อรายการประเมินที่ (1) เหมาะกับระดับผู้เรียน (3) มีการเรียงลำดับเนื้อหาวิชาก่อนหลัง (4) นักเรียนมีส่วนร่วมในการใช้อุปกรณ์ (5) มีความเหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการจัดตำแหน่งอุปกรณ์ (8) สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียน (9) มีรูปร่าง ขนาด เหมาะสม (10) มีวิธีการใช้ไม่ยุ่งยาก ซับซ้อน

สรุปผลการวิเคราะห์หาคุณภาพของแพคเกจ โดยภาพรวมของชุดปฏิบัติการ พบว่ามีความคิดเห็นว่าอยู่ในระดับดีมาก ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.86 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.27

4.2 การวิเคราะห์คุณภาพแบบประเมินความสามารถทางการเรียนของชุดปฏิบัติการวิชาออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พ.ศ. 2546

ผลการประเมินหาคุณภาพของแบบประเมินความสามารถทางการเรียน ทำการประเมินโดยผู้ทรงคุณวุฒิ 5 ท่าน มีรายละเอียดดังตารางที่ 4.3



ตารางที่ 4.3 ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับคุณภาพของแบบประเมินความสามารถทางการเรียน

ใบงาน ที่	เรื่อง	$\bar{X}$	S.D.	ระดับ คุณภาพ
1.	การวัดค่าพารามิเตอร์ของออปแอมป์ (1)	4.82	0.35	ดีมาก
2.	การวัดค่าพารามิเตอร์ของออปแอมป์ (2)	4.82	0.40	ดีมาก
3.	การออกแบบวงจรขยายออปแอมป์ไครเร็กคัปปลิงแบบไม่กลับเฟส	4.88	0.45	ดีมาก
4.	การออกแบบวงจรขยายออปแอมป์ไครเร็กคัปปลิงแบบกลับเฟส	4.88	0.45	ดีมาก
5.	การออกแบบวงจรขยายออปแอมป์คาปาซิเตอร์คัปปลิงแบบไม่กลับเฟส	4.88	0.45	ดีมาก
6.	การออกแบบวงจรขยายออปแอมป์คาปาซิเตอร์คัปปลิงแบบกลับเฟส	4.88	0.45	ดีมาก
7.	การออกแบบวงจรออปแอมป์ขยายผลรวมแรงดันแบบกลับเฟส	4.84	0.55	ดีมาก
8.	การออกแบบวงจรออปแอมป์ขยายผลรวมแรงดันแบบไม่กลับเฟส	4.84	0.55	ดีมาก
9.	การออกแบบวงจรออปแอมป์ขยายผลต่างแรงดัน	4.84	0.55	ดีมาก
10.	การออกแบบวงจรออปแอมป์แอสเตเบิล มัลติไวเบรเตอร์	4.88	0.20	ดีมาก
11.	การออกแบบวงจรออปแอมป์เฟลตชิฟท์ออสซิลเลเตอร์	4.88	0.20	ดีมาก
12.	การออกแบบวงจรออปแอมป์เวนบริจ์ออสซิลเลเตอร์	4.88	0.20	ดีมาก
รวม		4.86	0.40	ดีมาก

จากตารางที่ 4.3 เป็นตารางแสดงผลการประเมินคุณภาพแบบประเมินความสามารถทางการเรียน โดยผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 5 ท่านมีความเห็นว่า

หัวข้อในใบงานที่ได้ระดับคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.88 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.45 ได้แก่ใบงานที่ (3) การออกแบบวงจรขยายออปแอมป์ไครเร็กคัปปลิงแบบไม่กลับเฟส ใบงานที่ (4) การออกแบบวงจรขยายออปแอมป์ไครเร็กคัปปลิงแบบกลับเฟส ใบงานที่ (5)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การออกแบบวงจรขยายออปแอมป์คาปาซิเตอร์คัปปลิง แบบไม่กลับเฟส ใบงานที่ (6) การออกแบบวงจรขยายออปแอมป์คาปาซิเตอร์คัปปลิงแบบกลับเฟส ใบงานที่ (10) การออกแบบวงจรออปแอมป์แอสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์ ใบงานที่ (11) การออกแบบวงจรออปแอมป์เฟสชิฟท์ออสซิลเลเตอร์ ใบงานที่(12) การออกแบบวงจรออปแอมป์เวนบริดจ์ออสซิลเลเตอร์ รองลงมา คือ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.84 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.55 ได้แก่ใบงานที่ (7) การออกแบบวงจรออปแอมป์ขยายผลรวมแรงดัน แบบกลับเฟส ใบงานที่ (8) การออกแบบวงจรออปแอมป์ขยายผลรวมแรงดัน แบบไม่กลับเฟส ใบงานที่ (9) การออกแบบวงจรออปแอมป์ขยายผลต่างแรงดัน ใบงานที่ (2) การวัดค่าพารามิเตอร์ของออปแอมป์ (2) และใบงานที่ (1) การวัดค่าพารามิเตอร์ของออปแอมป์ (1)

สรุปผลการวิเคราะห์หาคุณภาพแบบประเมินความสามารถทางการเรียนของชุดปฏิบัติวิชาออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พ.ศ.2546 โดยภาพรวมพบว่ามีความคิดเห็นว่าอยู่ในระดับดีมาก ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.86 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.40

4.3 การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการวิชาออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พ.ศ.2546

การทดลองใช้ชุดปฏิบัติการวิชาออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พ.ศ.2546 ตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 กับกลุ่มตัวอย่าง เป็นการทดลองที่มีจุดมุ่งหมายเพื่อหาประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการวิชาออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พ.ศ.2546 โดยทดลองกับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2553 ช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคสระบุรี จำนวน 20 คน ได้ผลตามตารางดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4.4 ประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการวิชาอปแอมป์และลิเนียร์ไอซี ตามหลักสูตร
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พ.ศ.2546 ใช้กับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 20 คน

รายการ	จำนวน ผู้เรียน	คะแนน เต็ม	คะแนน เฉลี่ยที่ได้	ร้อยละ	เกณฑ์ ร้อยละ
คะแนนจากแบบประเมิน ความสามารถทางการเรียนระหว่าง ปฏิบัติ 12 ใบงาน	20	600	497.70	82.95	80
คะแนนจากแบบประเมิน ความสามารถทางการเรียนระหว่าง ปฏิบัติใบงานรวม	20	200	166.7	83.35	80

จากตารางที่ 4.4 ผลปรากฏว่า ชุดปฏิบัติการวิชาอปแอมป์และลิเนียร์ไอซี ตามหลักสูตร
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พ.ศ.2546 ที่พัฒนาขึ้น นักศึกษาปฏิบัติใบงาน 12 ใบงานระหว่างเรียน
การทดลองได้คะแนนเฉลี่ย คือ 497.70 คิดเป็นร้อยละ 82.95 และทำใบงานรวมหลังจากเรียนครบ
12 ใบงานแล้วได้คะแนนเฉลี่ย 166.7 คิดเป็นร้อยละ 83.35 ดังนั้นชุดปฏิบัติการวิชาอปแอมป์และ
ลิเนียร์ไอซีหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พ.ศ.2546 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 82.95/83.35 ซึ่ง
สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80/80

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) เรื่อง การพัฒนาชุดปฏิบัติการวิชาอปแอมป์และลิเนียร์ไอซี ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พ.ศ. 2546 สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ ครอบคลุมเนื้อหาในรายวิชาอปแอมป์และลิเนียร์ไอซี รหัสวิชา 31052003 ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พ.ศ. 2546 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะดังนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.1.1 วัตถุประสงค์การวิจัย

5.1.2 สมมติฐานของการวิจัย

5.1.3 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

5.1.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

5.1.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล

5.1.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

5.1.7 สรุปผลการวิจัย

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

5.3.2 ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.1.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาชุดปฏิบัติการวิชาอปแอมป์และลิเนียร์ไอซี ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พ.ศ. 2546 ที่มีคุณภาพ

2. เพื่อหาประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการวิชาอปแอมป์และลิเนียร์ไอซี ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พ.ศ. 2546

5.1.2 สมมติฐานการวิจัย

1. ชุดปฏิบัติการวิชาออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พ.ศ. 2546 ที่สร้างขึ้นมีคุณภาพระดับดีขึ้นไป ($\bar{X} \geq 3.5$)
2. ประสิทธิภาพอยู่ในระดับตามเกณฑ์กำหนด E_1/E_2 สูงกว่าเกณฑ์ 80/80

5.1.3 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักศึกษาวิทยาลัยเทคนิคสระบุรี ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2553 ช่างอิเล็กทรอนิกส์ จำนวน 60 คน

2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ

กลุ่มที่ 1 เป็นนักศึกษาจำนวน 6 คน ได้จากการคัดเลือกแบบเจาะจง เพื่อใช้ในการทดสอบหาข้อบกพร่องของใบงาน ชุดปฏิบัติการ และแบบประเมินความสามารถทางการเรียน

กลุ่มที่ 2 เป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2553 ช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคสระบุรี ที่คัดเลือกจากประชากร ได้มาโดยวิธีการสุ่มตัวอย่างง่าย (Simple Random Sampling) แบบจับสลาก จำนวน 20 คน เพื่อใช้ในการหาประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการวิชาออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พ.ศ. 2546

5.1.4 เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ ชุดปฏิบัติการวิชาออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พ.ศ. 2546 แบบประเมินคุณภาพชุดปฏิบัติการ และแบบประเมินความสามารถทางการเรียน โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. ชุดปฏิบัติการวิชาออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พ.ศ. 2546 ประกอบด้วย

- 1.1 แผงทดลอง พร้อมคู่มือการใช้งาน

- 1.2 ใบงาน มีทั้งหมด 12 ใบงานพร้อมคำถามท้ายใบงาน

2. แบบประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการวิชาออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พ.ศ. 2546 ด้านเนื้อหาและใบงาน

3. แบบประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการวิชาออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พ.ศ. 2546 ด้านแผงทดลอง

4. แบบประเมินความสามารถทางการเรียน ประกอบด้วยการปฏิบัติในใบงาน 12 ใบงาน ระหว่างการเรียน และแบบประเมินความสามารถทางการเรียนใบงานรวมหลังปฏิบัติครบ 12 ใบงานแล้ว โดยมีค่า IOC เท่ากับ 1.00 ทุกข้อ

5.1.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การทดลองกับกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นนักศึกษาประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2553 ช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคสระบุรี จำนวน 20 คน โดยดำเนินการทดลองดังนี้

1. อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผู้ทรงคุณวุฒิทั้งทางด้านเนื้อหาและใบงาน และทางด้านแผนทดลองทำการตรวจสอบเครื่องมือที่จะนำไปใช้
2. กำหนดกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง
3. ทำหนังสือขอความร่วมมือในการทำวิจัยจากคณะกรรมการอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เพื่อขอความร่วมมือในการเก็บข้อมูลกับผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคสระบุรี โดยใช้ห้องเรียนของแผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคสระบุรี
4. แนะนำกลุ่มตัวอย่างเกี่ยวกับการใช้ชุดปฏิบัติการวิชาออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พ.ศ. 2546 ขอบข่ายเนื้อหา วัตถุประสงค์และชี้แจงรายละเอียดต่างๆ ในการปฏิบัติใบงานและการประเมินให้กับกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย
5. นำชุดปฏิบัติการมาดำเนินการทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง เป็นนักศึกษาประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2553 ช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคสระบุรี จำนวน 20 คน โดยมีการทดลอง 12 ใบงาน ในแต่ละใบงานจะมีการประเมินระหว่างการทดลอง โดยแบบประเมินความสามารถทางการเรียน เมื่อทดลองครบ 12 ใบงาน จะมีแบบประเมินความสามารถทางการเรียนใบงานรวม ในการนี้ผู้ประเมิน คือ ผู้วิจัยผู้ซึ่งเป็นอาจารย์ประจำวิชา โดยใช้แบบประเมินความสามารถทางการเรียน นำผลการทดลองมาวิเคราะห์ตามวิธีการสถิติเพื่อหาประสิทธิภาพชุดปฏิบัติการที่สร้างขึ้น

5.1.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลต่างๆ ของชุดปฏิบัติการ ดังนี้

1. การวิเคราะห์คุณภาพของชุดปฏิบัติการด้านเนื้อหาและใบงาน
การประเมินคุณภาพของใบงานแต่ละใบงาน โดยผู้ทรงคุณวุฒิ 5 ท่าน พบว่าใบงานที่สร้างขึ้นมีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.88 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.28
2. การวิเคราะห์คุณภาพของชุดปฏิบัติการด้านแผนทดลอง
การประเมินคุณภาพของแผนทดลองโดยผู้ทรงคุณวุฒิ 5 ท่าน พบว่าใบงานที่สร้างขึ้นมีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.86 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.27 .
3. การวิเคราะห์คุณภาพของแบบประเมินความสามารถทางการเรียน

3.1 การวิเคราะห์หาความสอดคล้องของข้อคำถามกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

4. การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการ

การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพพบว่าชุดปฏิบัติการวิชาออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี มีประสิทธิภาพเท่ากับ 82.95/83.35 สูงกว่าเกณฑ์กำหนด 80/80 และเป็นไปตามสมมุติที่ตั้งไว้

5.1.7 สรุปผลการวิจัย

จากการดำเนินการวิจัยตามขั้นตอนดังกล่าว สามารถนำมาสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

1. ทำการวิจัยเรื่องการพัฒนาชุดปฏิบัติการวิชาออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พ.ศ. 2546 สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคสระบุรี

2. คุณภาพของใบงาน โดยผู้ทรงคุณวุฒิ 5 ท่าน มีความคิดเห็นเกี่ยวกับชุดปฏิบัติการวิชาออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พ.ศ. 2546 ด้านเนื้อหาและใบงานที่สร้างขึ้น มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.88 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.28

3. คุณภาพของชุดปฏิบัติการ โดยผู้ทรงคุณวุฒิ 5 ท่าน มีความคิดเห็นเกี่ยวกับชุดปฏิบัติการวิชาออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พ.ศ. 2546 ด้านแหล่งทดลองที่สร้างขึ้นมีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.86 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.27

4. คุณภาพของแบบประเมินความสามารถทางการเรียน โดยผู้ทรงคุณวุฒิ 5 ท่าน มีความคิดเห็นเกี่ยวกับแบบประเมินความสามารถทางการเรียนของชุดปฏิบัติการวิชาออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พ.ศ. 2546 ที่สร้างขึ้นมีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.86 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.40

5. ทดสอบหาประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการกับกลุ่มตัวอย่าง 20 คน ผลการวิจัยได้จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลปรากฏว่า ชุดปฏิบัติการวิชาออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พ.ศ. 2546 ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 82.95/83.35 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์กำหนด 80/80 และเป็นไปตามสมมุติที่ตั้งไว้ โดยมีประสิทธิภาพของกระบวนการวัดผลที่ได้จากคะแนนที่นักศึกษาทำคะแนนตามแบบประเมินความสามารถทางการเรียนระหว่างปฏิบัติแต่ละใบงาน ได้เท่ากับ 82.95 และมีประสิทธิภาพที่ได้จากคะแนนตามแบบประเมินความสามารถทางการเรียนใบงานรวมได้เท่ากับ 83.35

6. ผลจากการทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง พบว่านักศึกษาที่ทดลองกับชุดปฏิบัติการวิชาออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พ.ศ. 2546 มีความสนใจในแต่ละใบงาน และมีความตั้งใจในการเรียนรู้ ซึ่งผู้วิจัยได้สังเกตเห็นว่า นักศึกษาดังใจปฏิบัติการทดลองการประกอบวงจร การใช้เครื่องมือ อุปกรณ์วัดและทดสอบในแต่ละใบงาน บันทึกผลการทดลองและสรุปผลการทดลองตามที่ใบงานกำหนดในทุกๆ ขั้นตอน ซึ่งสาเหตุส่วนหนึ่งน่าจะมาจากการที่นักศึกษาทำงานเอง และอีกสาเหตุหนึ่งที่ได้สอบถามกับนักศึกษาหลังทำการทดลองแล้ว พบว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นักศึกษาไม่เคยได้ทดลองกับชุดปฏิบัติการที่มีอุปกรณ์ครบ เช่น แผงเลียบอุปกรณ์ แหล่งจ่ายไฟ ตัวต้านทาน ตัวต้านทานปรับค่าได้ ตัวเก็บประจุ อยู่ในชุดเดียวกัน จึงทำให้นักศึกษาเกิดความสนใจ

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการวิจัยการพัฒนาชุดปฏิบัติการวิชาออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พ.ศ. 2546 ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นพบว่า ประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัย โดยค่าประสิทธิภาพตัวแรก (E_1) ได้จากคะแนนจากแบบประเมินความสามารถทางการเรียนระหว่างปฏิบัติใบงาน 12 ใบงาน มีคะแนนคิดเป็นร้อยละ 82.95 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดร้อยละ 80 และค่าประสิทธิภาพตัวหลัง (E_2) ได้จากแบบประเมินความสามารถทางการเรียนระหว่างการปฏิบัติใบงานรวม มีคะแนนคิดเป็นร้อยละ 83.35 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดร้อยละ 80 และยอมรับว่ามีประสิทธิภาพ

จากผลการวิจัยค่าประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการวิชาออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พ.ศ. 2546 ที่ได้จากการทดลองในครั้งนี้มีค่าเป็นตามเกณฑ์ที่กำหนด ทั้งนี้สืบเนื่องมาจากองค์ประกอบที่สำคัญหลายประการ ดังต่อไปนี้

1. การทดลองในห้องทดลองเป็นการฝึกปฏิบัติที่มุ่งให้นักศึกษาได้เรียนรู้หลักการ และข้อเท็จจริงจากการที่คนอื่น ๆ ได้ค้นพบ เป็นการทบทวนและย้ำว่าข้อเท็จจริงนั้นเป็นไปตามที่ได้มีผู้ศึกษาไว้แล้วอย่างไรบ้าง เป็นการพิสูจน์ทฤษฎีที่ได้ศึกษามาแล้วในชั้นเรียน นอกจากนั้นยังมุ่งหวังที่จะให้นักศึกษาได้คุ้นเคยกับเครื่องมือและอุปกรณ์ต่างๆ อย่างถูกต้องและเหมาะสม เป็นการเริ่มต้นแนวทางประดิษฐ์ และการคิดค้นสิ่งใหม่ๆ อีกต่อไป (สุรพล ปิ่นทอง, 2536 : 10)

2. ผลการวิเคราะห์จากแบบประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการวิชาออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พ.ศ. 2546 โดยผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 5 ท่าน ด้านเนื้อหาและใบงาน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.88 จัดอยู่ในระดับดีมาก ด้านแผงทดลอง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.86 จัดอยู่ในระดับดีมาก และแบบประเมินวัดความสามารถทางการเรียน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.86 จัดอยู่ในระดับดีมาก สอดคล้องกับงานวิจัยของสุรพงษ์ สิริพงษ์ดี ที่ทำการวิจัยเรื่องการออกแบบวงจรและสร้างโมดูลบอร์ดชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ พบว่าคุณภาพของชุดปฏิบัติการดังกล่าวมีค่าเฉลี่ย 4.88 อยู่ในระดับดีมาก แสดงว่าชุดปฏิบัติการวิชาออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พ.ศ. 2546 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งประกอบด้วยชุดปฏิบัติการ ใบงาน มีคุณภาพเป็นที่ยอมรับของผู้ทรงคุณวุฒิ โดยสามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3. การทดลองหาประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการวิชาออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พ.ศ. 2546 กับกลุ่มตัวอย่าง 20 คน เมื่อพิจารณาแล้วปรากฏ

ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาทำคะแนนจากแบบประเมินความสามารถทางการเรียน ระหว่างการปฏิบัติใบงาน 12 ใบงาน และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ได้จากแบบประเมินความสามารถทางการเรียนระหว่างการปฏิบัติใบงานรวม คิดเป็นร้อยละ 82.95/83.35 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 สอดคล้องกับ พิพัฒน์ สมใจ ที่ได้ทำการวิจัยเรื่อง“การสร้างและหาประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการวงจรไอซี 555” พบว่าชุดปฏิบัติการที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 82.60/83.50 สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 ที่ตั้งไว้ และเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ การทดลองครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้ชุดปฏิบัติการวิชาอปแอมป์และลิเนียร์ไอซี ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นสูง พ.ศ. 2546 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมาใช้ในการเรียนการสอนวิชาอปแอมป์และลิเนียร์ไอซี โดยชุดปฏิบัติการจะเป็นการกระตุ้นให้นักศึกษามีความสนใจในการทดลองใบงาน 12 ใบงานและนักศึกษาก็จะเกิดการเรียนรู้จากการทดลองด้วยตัวเองจึงทำให้ผลการเรียนรู้ของการทดลองครั้งนี้สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

ก่อนนำชุดปฏิบัติการไปใช้กับนักศึกษาควรมีการแนะนำรายละเอียดและอธิบายส่วนต่างๆ ของชุดปฏิบัติการตลอดจนข้อควรระมัดระวังในการปฏิบัติเพื่อให้นักศึกษามีความรู้ก่อนการปฏิบัติ และช่วยให้นักศึกษาปฏิบัติงานได้อย่างถูกต้องไม่เกิดปัญหาและอุปสรรค

5.3.2 ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการวิจัยหาความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อชุดปฏิบัติการเพื่อหาผลกระทบด้านต่างๆ จากการใช้ชุดปฏิบัติการ
2. ควรมีการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาชุดปฏิบัติการที่เน้นเรื่องลิเนียร์ไอซี

บรรณานุกรม

- กรมวิชาการ. 2542. พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542. กรุงเทพฯ : กรมวิชาการ.
- กลุ่ม CNC. พ.ศ.2535. ออปแอมป์. กรุงเทพฯ : ฟิสิกส์เซ็นเตอร์.
- จงเจริญ คุ่มบุญ. 2550. “การพัฒนาชุดปฏิบัติการเสมือนวิชาดิจิทัล.”วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์
อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร บัณฑิตวิทยาลัย,
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- ชัชวาล มุลศรี. “การพัฒนาชุดทดลองสำหรับการสอนภาคปฏิบัติแบบจำลองเรื่องวงจร
ทรานซิสเตอร์โดยใช้โปรแกรม Pspice Version 6.1 for Windows 3.11.”วิทยานิพนธ์
ปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอม
เกล้าพระนครเหนือ.
- ไชยยศ เรืองสุวรรณ. 2533. เทคโนโลยีการสอน : การออกแบบและพัฒนา. กรุงเทพฯ :
โอเคเอ็นสโตร์.
- นภัทร วัจนเทพินทร์. 2550. การประมวลผลสัญญาณด้วยออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี. ปทุมธานี :
สกายบุ๊กส์.
- บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์. 2538. การประเมินผลการศึกษา. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครี
นทรวิโรจน์ ประสานมิตร.
- บุญเลียง อบแสงทอง. 2544. “บทเรียน โมดูล เรื่องการติดตั้งสายอากาศโทรทัศน์.”วิทยานิพนธ์
ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวศึกษาและ
เทคนิคศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- บุทร ไกรวรรณ. 2546. สถิติเพื่อการวิจัย. กรุงเทพฯ : พิมพ์ดี
- โยธิน เปรมปราชญ์. 2522. คู่มือการใช้งานลิเนียร์ไอซีเล่ม 1. กรุงเทพฯ. : โครงการตำรา
ภาษาไทยของคณะวิศวกรรมศาสตร์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร
ลาดกระบัง พิมพ์ครั้งที่ 2
- บุทรพิชัย กล้าหาญ. 2547. “การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดปฏิบัติการวงจรองความถี่
ออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พ.ศ. 2546. ”
วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร
บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- พวงทอง มีมันคง. 2537. การสอนวิทยาศาสตร์ ระดับประถมศึกษา. กรุงเทพฯ : พัฒนาศึกษา.

พิพิธ ดันเจริญ. 2546. “การพัฒนาชุดฝึกโทรทัศน์สี วิชาปฏิบัติโทรทัศน์2 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาช่างอิเล็กทรอนิกส์”วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

พิพัฒน์ สมใจ. 2546. “การพัฒนาชุดปฏิบัติการวงจรออปแอมป์วิชาปฏิบัติอิเล็กทรอนิกส์ 1 โปรแกรมวิชาอิเล็กทรอนิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรอนุปริญญา สถาบันราชภัฏกระทรวงศึกษาธิการ.”วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชา วิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

ภัทรา นิคมานนท์. 2539. การวัดและการประเมินผลและการสร้างแบบทดสอบ. กรุงเทพฯ : อักษรบัณฑิต.

รวิวรรณ ชินตระกูล. 2538. วิธีวิจัยการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ

วิมล จันทร์ตระกูล. 2530 : แนวทางการออกแบบอุปกรณ์ช่วยสอนประเภทอุปกรณ์สาธิต.

วารสารอาชีวศึกษา. 25-45

สุชาติ หัตถ์สุวรรณ. 2547. “การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลองวิชาการออกแบบวงจรพัลส์และสวิตซ์หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิตสถาบันราชภัฏธนบุรี.”วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

สุวัชชัย เลิศสถาพรสุข. 2547. “การพัฒนาชุดทดลองการประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51. ”วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เสาวนีย์ สิกขาบัณฑิต. 2528. เทคโนโลยีทางการศึกษา. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

สมศักดิ์ กระดาษศรี. 2541. “ปัญหาการจัดวัสดุฝึกงานของวิทยาลัยเทคนิคภาคตะวันออกเฉียงเหนือ” วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาการบริหารงานอาชีวศึกษา, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

สุชาติ วงศ์พิพันธ์. 2542. “ปัญหาการเรียนการสอนภาคปฏิบัติ สาขาวิชาช่างอุตสาหกรรมของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ตามความคิดเห็นของครูผู้สอนโรงเรียนเอกชนอาชีวศึกษา เขตการศึกษา 12” วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาการบริหารงานอาชีวศึกษา, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

- สุรพงษ์ สิริพงษ์ดี. 2546. “การออกแบบวงจรและสร้างไมโครบอร์ดชุดปฏิบัติการ ไมโครคอนโทรลเลอร์.” วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- สุรพล ปิ่นตันทอง. 2536. “การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดประลองการปฏิบัติการเครื่องมือวัด ดิจิตอลอิเล็กทรอนิกส์.” วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต คณะครุศาสตร์ อุตสาหกรรม, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- พจน์ อนุกุลเวช. “ออปแอมป์(Op-Amp).” [Online]. เข้าถึงได้จาก : <http://learning.chontech.ac.th/~ebook/index.php>



ภาคผนวก

ภาคผนวก ก หนังสือราชการ

ภาคผนวก ข รายละเอียดของชุดปฏิบัติการวิชาอปแอมป์และอิเล็กทรอนิกส์

ภาคผนวก ค การวิเคราะห์ข้อมูล



ภาคผนวก ก

หนังสือราชการ

- ผลการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์
- หนังสือเชิญผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย
- หนังสือขอความอนุเคราะห์ให้นักศึกษาทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อใช้วิจัย



ประกาศสำนักบริหารวิชาการ
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
เรื่อง ผลการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์

สำนักบริหารวิชาการ โดยความเห็นชอบของคณะกรรมการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ขอประกาศรายชื่อหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาลัทธิ สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร ซึ่งได้รับอนุมัติเมื่อวันที่ 11 สิงหาคม 2551 ให้ดำเนินการดังนี้

นางสาวพัชรินทร์ สุวรรณบุตร รหัสประจำตัว 49063511 ให้ทำวิทยานิพนธ์เรื่อง “การพัฒนา ชุดฝึกวิชาออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พ.ศ.2546 (Development of Laboratory Set on Op-Amp and Linear Ic for Curriculum of Certificate of Higher Vocational B.E.2546)” โดยมี รศ.วิสูตร สุนทรกนกพงศ์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ผศ.ดร.พรพิมล ฉายรัตน์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

ทั้งนี้ให้นักศึกษาค้นคว้าและเขียนวิทยานิพนธ์ โดยปรึกษากับอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ให้เสร็จสิ้น ภายในเวลาที่กำหนด

ประกาศ ณ วันที่ 30 สิงหาคม พ.ศ. 2551

(รศ.ดร.รวีวรรณ ชินะตระกูล)

ผู้อำนวยการสำนักบริหารวิชาการ



บันทึกข้อความ

หน่วยงาน คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล. ส่วนบริหารงานทั่วไป โทร.3692

ที่ ศธ 0524.04 / 0507

วันที่ 18 กุมภาพันธ์ 2553

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินคุณภาพชุดฝึกฯ ด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคผลิตสื่อเพื่อการวิจัย

เรียน ผศ.อาจินต์ น่วมสำราญ

ด้วย นางสาวพัชรินทร์ สุวรรณบุตร นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาชุดฝึกวิชาออปแอมป์และลิเนียร์ไอซีตามหลักสูตรประกาศนียบัตร
วิชาชีพชั้นสูง พ.ศ.2546” โดยมี รศ.วิสุทธิ์ สุนทรกนกพงศ์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ
ผศ.ดร.พรพิมล ฉายรัมย์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณา
แล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิ
ตรวจและประเมินคุณภาพชุดฝึกฯ นี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและ
ประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัยของ นางสาวพัชรินทร์ สุวรรณบุตร มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น พร้อมกันนี้
ได้แนบบทแบบประเมินด้านเนื้อหาและแบบประเมินด้านเทคนิคผลิตสื่อเพื่อการวิจัย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์จรัสเสกข์ ตรีเมธสุนทร)

รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติกรแทนคณบดี



บันทึกข้อความ

หน่วยงาน คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล. ส่วนบริหารงานทั่วไป โทร.3692

ที่ ศธ 0524.04 / 0507

วันที่ 18 กุมภาพันธ์ 2553

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินคุณภาพชุดฝึกฯ ด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคผลิตสื่อเพื่อการวิจัย

เรียน ผศ.ปิยะ ศุภวราสุวัฒน์

ด้วย นางสาวพัชรินทร์ สุวรรณบุตร นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาชุดฝึกวิชาอปแอมป์และลิเนียร์ไอซีตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พ.ศ.2546” โดยมี รศ.วิสุทธิ์ สุนทรกนกพงศ์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ผศ.ดร.พรพิมล ฉายรัศมี เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินคุณภาพชุดฝึกฯ นี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัยของ นางสาวพัชรินทร์ สุวรรณบุตร มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น พร้อมกันนี้ได้แนบบทประเมินด้านเนื้อหาและแบบประเมินด้านเทคนิคผลิตสื่อเพื่อการวิจัย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์จระเสกข์ ตริเมธสุนทร)

รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติการแทนคณบดี



บันทึกข้อความ

หน่วยงาน คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล. ส่วนบริหารงานทั่วไป โทร.3692

ที่ ศธ 0524.04 / 0507

วันที่ 18 กุมภาพันธ์ 2553

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินคุณภาพชุดฝึกฯ ด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคผลิตสื่อเพื่อการวิจัย

เรียน ผศ.โกศล ตราชู

ด้วย นางสาวพัชรินทร์ สุวรรณบุตร นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาชุดฝึกวิชาอปแอมป์และลิเนียร์ไอซีตามหลักสูตรประกาศนียบัตร
วิชาชีพชั้นสูง พ.ศ.2546” โดยมี รศ.วิสุทธิ์ สุนทรกนกพงศ์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ
ผศ.ดร.พรพิมล ฉายรัมย์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณา
แล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิ
ตรวจและประเมินคุณภาพชุดฝึกฯ นี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและ
ประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัยของ นางสาวพัชรินทร์ สุวรรณบุตร มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น พร้อมกันนี้
ได้แนบบแบบประเมินด้านเนื้อหาและแบบประเมินด้านเทคนิคผลิตสื่อเพื่อการวิจัย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์จรัสเสกข์ ตรีเมธสุนทร)

รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติการแทนคณบดี

ที่ ศธ 0524.04/ 0507



คณะกรรมการอุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

๙ กุมภาพันธ์ 2553

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินคุณภาพชุดฝึกฯ ด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคผลิตสื่อ
เพื่อการวิจัย

เรียน อาจารย์สมบูรณ์ เนียมกล้า

- สิ่งที่ส่งมาด้วย
1. แบบประเมินด้านเนื้อหาเพื่อการวิจัย
 2. แบบประเมินด้านเทคนิคผลิตสื่อเพื่อการวิจัย

ด้วย นางสาวพัชรินทร์ สุวรรณบุตร นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตรอุตสาหกรรม
มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาชุดฝึกวิชาอปแอมป์และลิเนียร์ไอซีตามหลักสูตรประกาศนียบัตร
วิชาชีพชั้นสูง พ.ศ.2546” โดยมี รศ.วิสุทธิ์ สุนทรกนกพงศ์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ
ผศ.ดร.พรพิมล ฉายรัศมี เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะกรรมการอุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่อง
ดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินคุณภาพชุดฝึกฯ นี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้อง
และเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัยของ
นางสาวพัชรินทร์ สุวรรณบุตร มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็น
อย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์จรูญเสกข์ ตรีเมธสุนทร)

รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติการแทนคณบดี

ส่วนบริหารงานทั่วไป

โทร. 02-737-3000 ต่อ 3692

โทรสาร. 02- 326-4325

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ ศธ 0524.04/ 0507



คณะกรรมการอุดมศึกษา

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

18 กุมภาพันธ์ 2553

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบและประเมินคุณภาพชุดฝึกฯ ด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคผลิตสื่อ
เพื่อการวิจัย

เรียน อาจารย์สำเร็จ เต็มราม

- สิ่งที่ส่งมาด้วย
1. แบบประเมินด้านเนื้อหาเพื่อการวิจัย
 2. แบบประเมินด้านเทคนิคผลิตสื่อเพื่อการวิจัย

ด้วย นางสาวพัชรินทร์ สุวรรณบุตร นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาชุดฝึกวิชาออปแอมป์และทีเนียร์ไอซีตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พ.ศ.2546” โดยมี รศ.วิสุทธิ์ สุนทรกนกพงศ์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ผศ.ดร.พรพิมล ฉายรัมย์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะกรรมการอุดมศึกษา พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบและประเมินคุณภาพชุดฝึกฯ นี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจสอบและประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัยของ นางสาวพัชรินทร์ สุวรรณบุตร มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์จระเสกข์ ตรีเมธสุนทร)

รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติการแทนคณบดี

ส่วนบริหารงานทั่วไป

โทร. 02-737-3000 ต่อ 3692

โทรสาร. 02- 326-4325

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ส่งมอบไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ที่ ศธ 0524.04/ 0605

คณะกรรมการอุดมศึกษา

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

2 มีนาคม 2553

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ให้นักศึกษาทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคสระบุรี

สิ่งที่ส่งมาด้วย ประกาศผลการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ จำนวน 1 ฉบับ

ด้วย นางสาวพัชรินทร์ สุวรรณบุตร นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาชุดฝึกวิชาออปแอมป์และนิเียร์ไอซี ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พ.ศ.2546” โดยมี รศ.วิสุทธิ์ สุนทรกนกพงศ์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ผศ.ดร.พรพิมล ฉายรัมย์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม และได้รับอนุมัติหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์แล้ว เมื่อวันที่ 11 สิงหาคม 2551 คณะกรรมการอุดมศึกษา จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดอนุญาตให้ นางสาวพัชรินทร์ สุวรรณบุตร ทดลองใช้ชุดฝึกวิชาออปแอมป์และนิเียร์ไอซี กับนักศึกษาระดับ ปวส. แผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ และเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัยภายในสถานศึกษาของท่านได้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุญาตและขอขอบคุณในความอนุเคราะห์ของท่านมา ณ โอกาสนี้

นี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์จรูญ เสกข์ ตรีเมธสุนทร)

รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติการแทนคณบดี

ส่วนบริหารงานทั่วไป

โทร. 02-737-3000 ต่อ 3692

โทรสาร. 02- 326-4325

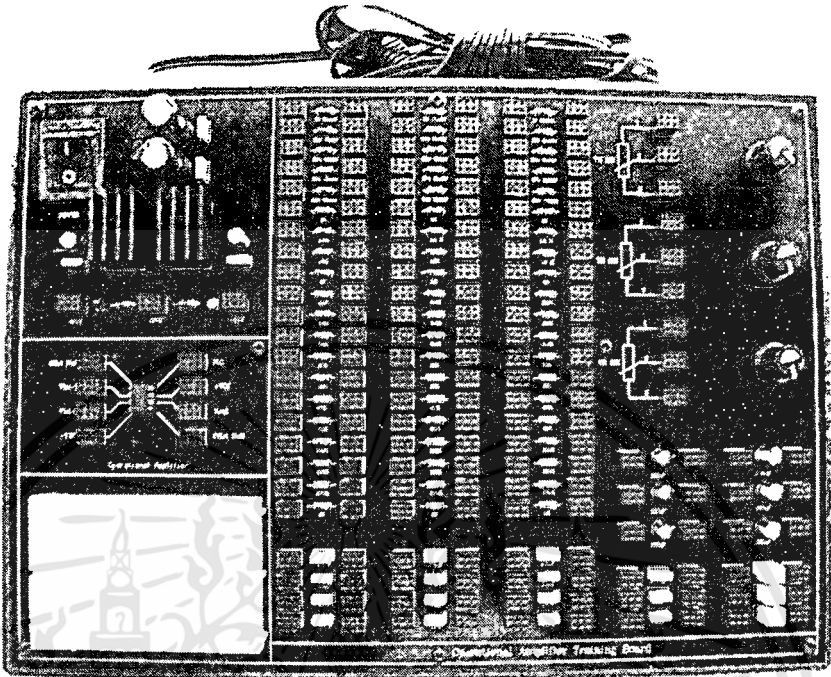
ติดต่อนักศึกษา โทร.086-504-6665

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกรใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

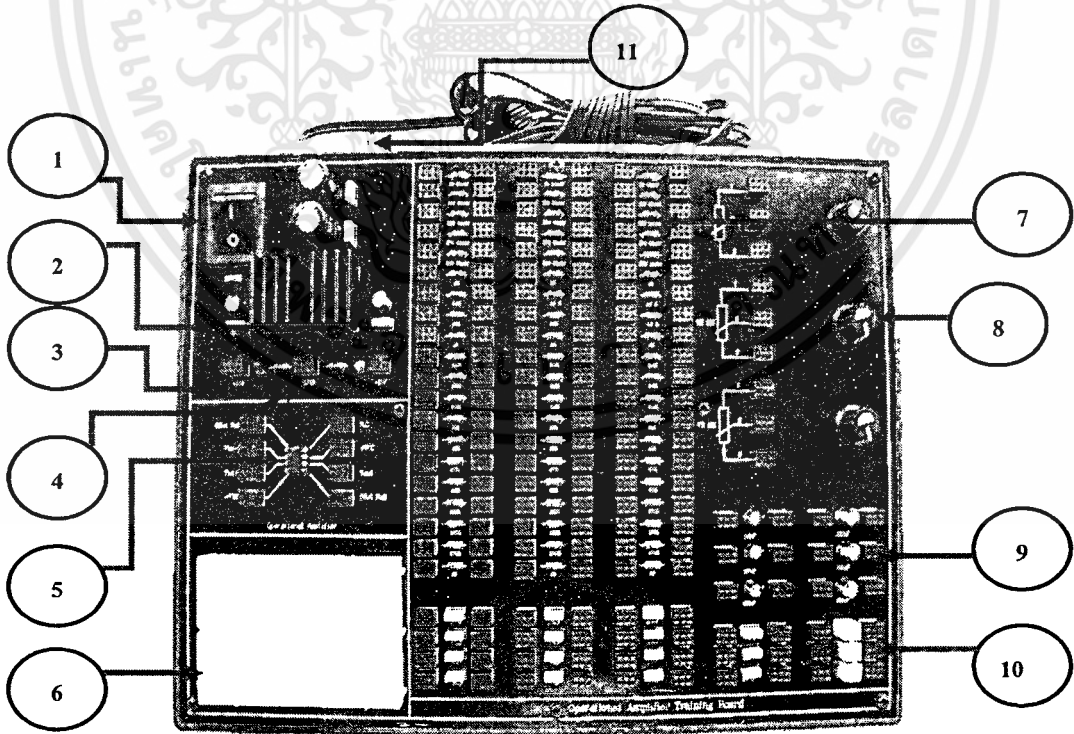


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชุดปฏิบัติการวิชาอปแอมป์และลิเนียร์ไอซี



รูปที่ ข.1 ชุดปฏิบัติการวิชาอปแอมป์และลิเนียร์ไอซี



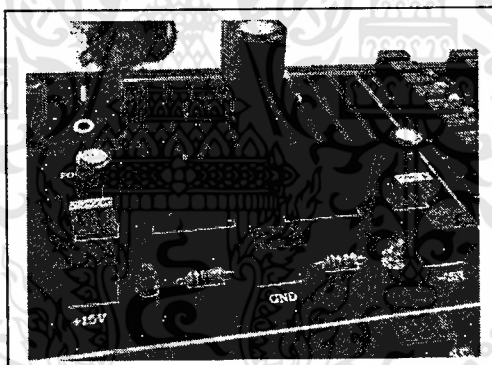
รูปที่ ข.2 ส่วนประกอบภาคต่างๆ ของชุดปฏิบัติการวิชาอปแอมป์และลิเนียร์ไอซี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมายเลข 1	สวิตช์เปิด-ปิด
หมายเลข 2	แหล่งจ่ายไฟ SUPPLY (-15V)
หมายเลข 3	แหล่งจ่ายไฟ SUPPLY (+15V)
หมายเลข 4	กราวด์ (GND)
หมายเลข 5	ออปแอมป์ (Operational Amplifier)
หมายเลข 6	แผงต่อวงจร (Pro-ject Board)
หมายเลข 7	ตัวต้านทานชนิดค่าคงที่
หมายเลข 8	ตัวต้านทานชนิดปรับค่าได้
หมายเลข 9	ตัวคาปาซิเตอร์แบบมีขั้ว
หมายเลข 10	ตัวคาปาซิเตอร์แบบไม่มีขั้ว
หมายเลข 11	ฟิวส์

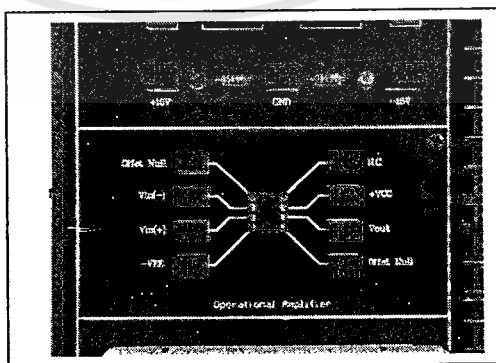
ส่วนต่างๆ บนชุดปฏิบัติการวิชาออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี

1. ชุด SUPPLY ประกอบด้วย แหล่งจ่ายไฟ +15V, -15V และ GND



รูปที่ ข.3 ชุด Supply

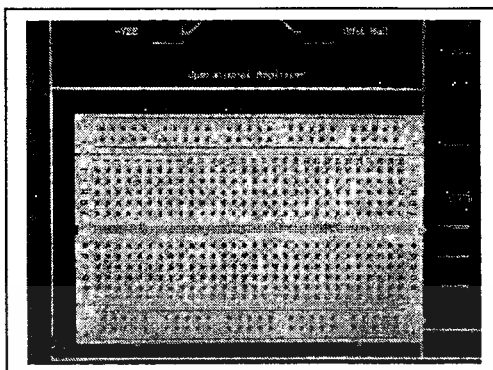
2. ชุด Operational Amplifier



รูปที่ ข.4 ชุด Operational Amplifier

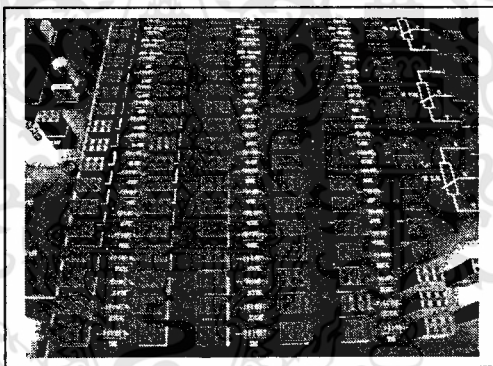
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ชุด Project Board



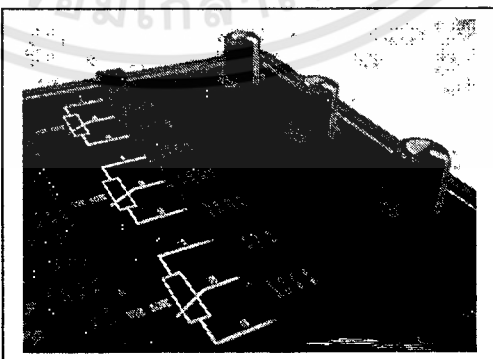
รูปที่ ข.5 ชุด Project Board

4. ชุดตัวต้านทานชนิดค่าคงที่ ประกอบด้วย R $10\Omega, 100\Omega, 250\Omega, 270\Omega, 560\Omega, 1k\Omega, 1.5k\Omega, 1.8k\Omega, 2k\Omega, 2.2k\Omega, 2k\Omega, 5.6k\Omega, 8.2k\Omega, 8.2k\Omega, 10k\Omega, 18k\Omega, 47k\Omega, 68k\Omega, 68k\Omega, 100k\Omega, 100k\Omega, 120k\Omega, 270k\Omega$



รูปที่ ข.6 ชุดตัวต้านทานชนิดค่าคงที่

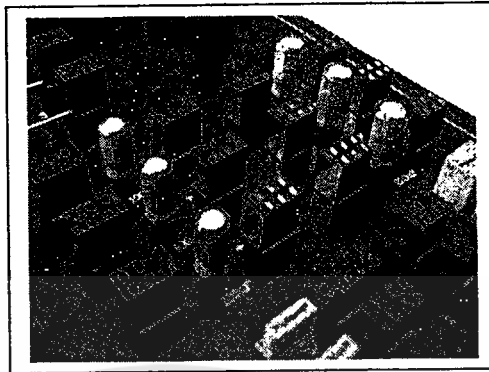
5. ชุดตัวต้านทานปรับค่าได้ ประกอบด้วย VR $10k\Omega$



รูปที่ ข.7 ชุดตัวต้านทานปรับค่าได้

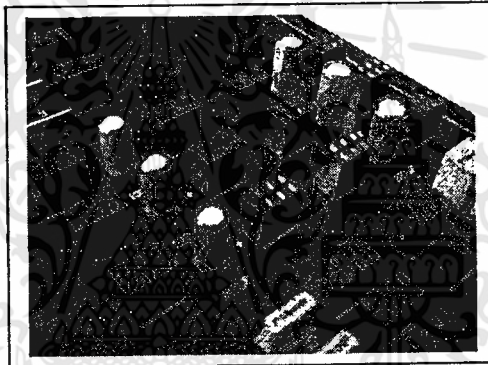
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. ชุดตัวคาปาซิเตอร์แบบไม่มีขั้ว ประกอบด้วย $0.12\ \mu\text{F}$, $0.68\ \mu\text{F}$, $2.2\ \text{nF}$, $3.3\ \text{nF}$, $10\ \text{nF}$



รูปที่ ข.8 ชุดตัวคาปาซิเตอร์แบบไม่มีขั้ว

7. ชุดตัวคาปาซิเตอร์แบบมีขั้ว ประกอบด้วย $100\ \mu\text{F}$, $120\ \mu\text{F}$



รูปที่ ข.9 ชุดตัวคาปาซิเตอร์แบบมีขั้ว

ตารางที่ ค.1 ตารางค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของผู้ทรงคุณวุฒิ ด้านเนื้อหาและใบงาน ใบงานที่ 1

หัวข้อที่	รายการประเมิน	ผู้ทรงคุณวุฒิ					คะแนนรวม	$\bar{X}$	S.D.	ระดับคุณภาพ
		1	2	3	4	5				
1.	ใบงานครอบคลุมจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	5	5	5	5	4	24	4.80	0.44	ดีมาก
2.	มีความถูกต้องของเนื้อหา	5	5	5	5	5	25	5.00	0.00	ดีมาก
3.	มีการเรียงลำดับเนื้อหาวิชาก่อนหลัง	5	5	5	5	5	25	5.00	0.00	ดีมาก
4.	มีความยากง่ายของเนื้อหา	5	5	5	5	4	24	4.80	0.44	ดีมาก
5.	มีความเหมาะสมของลำดับขั้นความรู้	5	5	5	5	4	24	4.80	0.44	ดีมาก
6.	เหมาะสมกับผู้เรียน	5	5	5	5	4	24	4.80	0.44	ดีมาก
7.	เหมาะสมกับลำดับขั้นความรู้	5	5	5	5	4	24	4.80	0.44	ดีมาก
8.	มีความชัดเจนในการอธิบายแต่ละขั้นตอน	5	5	5	5	4	24	4.80	0.44	ดีมาก
9.	มีคำอธิบายลำดับขั้นการปฏิบัติเข้าใจง่าย	5	5	5	5	4	24	4.80	0.44	ดีมาก
10.	มีรูปวงจร ตาราง กราฟ ถูกต้อง	5	5	4	5	5	24	4.80	0.44	ดีมาก
11.	มีเนื้อหาก่อให้เกิดแรงจูงใจต่อการเรียน	5	5	5	5	4	24	4.80	0.44	ดีมาก
12.	มีความสะดวกในการบันทึกค่าต่างๆ	5	5	5	5	4	24	4.80	0.44	ดีมาก
รวม		60	60	59	60	50	290	4.83	0.36	ดีมาก

ตารางที่ ค.2 ตารางค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของผู้ทรงคุณวุฒิ ด้านเนื้อหาและใบงาน ใบงานที่ 2

หัวข้อที่	รายการประเมิน	ผู้ทรงคุณวุฒิ					คะแนนรวม	$\bar{X}$	S.D.	ระดับคุณภาพ
		1	2	3	4	5				
1.	ใบงานครอบคลุมจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	5	5	5	5	4	24	4.80	0.44	ดีมาก
2.	มีความถูกต้องของเนื้อหา	5	5	5	5	5	25	5.00	0.00	ดีมาก
3.	มีการเรียงลำดับเนื้อหาวิชาก่อนหลัง	5	5	5	5	5	25	5.00	0.00	ดีมาก
4.	มีความยากง่ายของเนื้อหา	5	5	5	5	5	25	5.00	0.00	ดีมาก
5.	มีความเหมาะสมของลำดับขั้นความรู้	5	5	5	5	4	24	4.80	0.44	ดีมาก
6.	เหมาะสมกับผู้เรียน	5	5	5	5	4	24	4.80	0.44	ดีมาก
7.	เหมาะสมกับลำดับขั้นความรู้	5	5	5	5	4	24	4.80	0.44	ดีมาก
8.	มีความชัดเจนในการอธิบายแต่ละขั้นตอน	5	5	5	5	3	23	4.60	0.89	ดีมาก
9.	มีคำอธิบายลำดับขั้นการปฏิบัติเข้าใจง่าย	5	5	5	5	3	23	4.60	0.89	ดีมาก
10.	มีรูปวงจร ตาราง กราฟ ถูกต้อง	5	5	4	5	5	24	4.80	0.44	ดีมาก
11.	มีเนื้อหาก่อให้เกิดแรงจูงใจต่อการเรียน	5	5	5	5	4	24	4.80	0.44	ดีมาก
12.	มีความสะดวกในการบันทึกค่าต่างๆ	5	5	5	5	4	24	4.80	0.44	ดีมาก
	รวม	60	60	59	60	52	289	4.81	0.40	ดีมาก

ตารางที่ ค.3 ตารางค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของผู้ทรงคุณวุฒิ ด้านเนื้อหาและใบงาน ใบงานที่ 3

หัวข้อที่	รายการประเมิน	ผู้ทรงคุณวุฒิ					คะแนนรวม	$\bar{X}$	S.D.	ระดับคุณภาพ
		1	2	3	4	5				
1.	ใบงานครอบคลุมจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	5	5	5	5	4	24	4.80	0.44	ดีมาก
2.	มีความถูกต้องของเนื้อหา	5	5	5	5	4	24	4.80	0.44	ดีมาก
3.	มีการเรียงลำดับเนื้อหาวิชาก่อนหลัง	5	5	5	5	4	24	4.80	0.44	ดีมาก
4.	มีความยากง่ายของเนื้อหา	5	5	5	5	4	24	4.80	0.44	ดีมาก
5.	มีความเหมาะสมของลำดับขั้นความรู้	5	5	5	5	4	24	4.80	0.44	ดีมาก
6.	เหมาะสมกับผู้เรียน	5	5	5	5	4	24	4.80	0.44	ดีมาก
7.	เหมาะสมกับลำดับขั้นความรู้	5	5	5	5	4	24	4.80	0.44	ดีมาก
8.	มีความชัดเจนในการอธิบายแต่ละขั้นตอน	5	5	5	5	4	24	4.80	0.44	ดีมาก
9.	มีอธิบายลำดับขั้นการปฏิบัติเข้าใจง่าย	5	5	5	5	4	24	4.80	0.44	ดีมาก
10.	มีรูปวงจร ตาราง กราฟ ถูกต้อง	5	5	4	5	5	24	4.80	0.44	ดีมาก
11.	มีเนื้อหาก่อให้เกิดแรงจูงใจต่อการเรียน	5	5	5	5	5	25	5.00	0.00	ดีมาก
12.	มีความสะดวกในการบันทึกต่างๆ	5	5	5	5	4	24	4.80	0.44	ดีมาก
รวม		60	60	59	60	49	289	4.81	0.40	ดีมาก

ตารางที่ ด.4 ตารางค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของผู้ทรงคุณวุฒิ ด้านเนื้อหาและใบงาน ใบงานที่ 4

หัวข้อที่	รายการประเมิน	ผู้ทรงคุณวุฒิ					คะแนนรวม	$\bar{X}$	S.D.	ระดับคุณภาพ
		1	2	3	4	5				
1.	ใบงานครอบคลุมจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	5	5	5	5	5	25	5.00	0.00	ดีมาก
2.	มีความถูกต้องของเนื้อหา	5	5	5	5	4	24	4.80	0.44	ดีมาก
3.	มีการเรียงลำดับเนื้อหาวิชาจากอ่อนถึง	5	5	5	5	5	25	5.00	0.00	ดีมาก
4.	มีความยากง่ายของเนื้อหา	5	5	5	5	5	25	5.00	0.00	ดีมาก
5.	มีความเหมาะสมของลำดับขั้นความรู้	5	5	5	5	4	24	4.80	0.44	ดีมาก
6.	เหมาะสมกับผู้เรียน	5	5	5	5	4	24	4.80	0.44	ดีมาก
7.	เหมาะสมกับลำดับขั้นความรู้	5	5	5	5	4	24	4.80	0.44	ดีมาก
8.	มีความชัดเจนในการอธิบายแต่ละขั้นตอน	5	5	5	5	5	25	5.00	0.00	ดีมาก
9.	มีคำอธิบายลำดับขั้นการปฏิบัติเข้าใจง่าย	5	5	5	5	5	25	5.00	0.00	ดีมาก
10.	มีรูปร่าง ตาราง กราฟ ถูกต้อง	5	5	4	5	5	24	4.80	0.44	ดีมาก
11.	มีเนื้อหาก่อให้เกิดแรงจูงใจต่อการเรียน	5	5	5	5	4	24	4.80	0.44	ดีมาก
12.	มีความสะดวกในการบันทึกค่าต่างๆ	5	5	5	5	4	24	4.80	0.44	ดีมาก
รวม		60	60	59	60	54	293	4.88	0.25	ดีมาก

ตารางที่ ค.5 ตารางค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของผู้ทรงคุณวุฒิ ด้านเนื้อหาและใบงาน ใบงานที่ 5

หัวข้อที่	รายการประเมิน	ผู้ทรงคุณวุฒิ					คะแนนรวม	$\bar{X}$	S.D.	ระดับคุณภาพ
		1	2	3	4	5				
1.	ใบงานครอบคลุมจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	5	5	5	5	5	25	5.00	0.00	ดีมาก
2.	มีความถูกต้องของเนื้อหา	5	5	5	5	5	25	5.00	0.00	ดีมาก
3.	มีการเรียงลำดับเนื้อหาวิชาก่อนหลัง	5	5	5	5	5	25	5.00	0.00	ดีมาก
4.	มีความง่ายของเนื้อหา	5	5	5	5	4	24	4.80	0.44	ดีมาก
5.	มีความเหมาะสมของลำดับขั้นความรู้	5	5	5	5	5	25	5.00	0.00	ดีมาก
6.	เหมาะสมกับผู้เรียน	5	5	5	5	4	24	4.80	0.44	ดีมาก
7.	เหมาะสมกับลำดับขั้นความรู้	5	5	5	5	5	25	5.00	0.00	ดีมาก
8.	มีความชัดเจนในการอธิบายแต่ละขั้นตอน	5	5	5	5	5	25	5.00	0.00	ดีมาก
9.	มีคำอธิบายลำดับขั้นการปฏิบัติเข้าใจง่าย	5	5	5	5	5	25	5.00	0.00	ดีมาก
10.	มีรูปภาพ ตาราง กราฟ ถูกต้อง	5	5	4	5	5	24	4.80	0.44	ดีมาก
11.	มีเนื้อหาก่อให้เกิดแรงจูงใจต่อการเรียน	5	5	5	5	4	24	4.80	0.44	ดีมาก
12.	มีความสะดวกในการบันทึกค่าต่างๆ	5	5	5	5	4	24	4.80	0.44	ดีมาก
รวม		60	60	59	60	56	295	4.91	0.18	ดีมาก

ตารางที่ ค.6 ตารางค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของผู้ทรงคุณวุฒิ ด้านเนื้อหาและใบงาน ใบงานที่ 6

หัวข้อที่	รายการประเมิน	ผู้ทรงคุณวุฒิ					คะแนนรวม	$\bar{X}$	S.D.	ระดับคุณภาพ
		1	2	3	4	5				
1.	ใบงานครอบคลุมจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	5	5	5	5	5	25	5.00	0.00	ดีมาก
2.	มีความถูกต้องของเนื้อหา	5	5	5	5	5	25	5.00	0.00	ดีมาก
3.	มีการเรียงลำดับเนื้อหาวิชาก่อนหลัง	5	5	5	5	5	25	5.00	0.00	ดีมาก
4.	มีความง่ายของเนื้อหา	5	5	5	5	4	24	4.80	0.44	ดีมาก
5.	มีความเหมาะสมของลำดับขั้นความรู้	5	5	5	5	4	24	4.80	0.44	ดีมาก
6.	เหมาะสมกับผู้เรียน	5	5	5	5	5	25	5.00	0.00	ดีมาก
7.	เหมาะสมกับลำดับขั้นความรู้	5	5	5	5	5	25	5.00	0.00	ดีมาก
8.	มีความชัดเจนในการอธิบายแต่ละขั้นตอน	5	5	5	5	5	25	5.00	0.00	ดีมาก
9.	มีคำอธิบายลำดับขั้นการปฏิบัติเข้าใจง่าย	5	5	5	5	5	25	5.00	0.00	ดีมาก
10.	มีรูปวงจร ตาราง กราฟ ถูกต้อง	5	5	4	5	5	24	4.80	0.44	ดีมาก
11.	มีเนื้อหาก่อให้เกิดแรงจูงใจต่อการเรียน	5	5	5	5	4	24	4.80	0.44	ดีมาก
12.	มีความสะดวกในการบันทึกต่างๆ	5	5	5	5	4	24	4.80	0.44	ดีมาก
รวม		60	60	59	60	56	295	4.91	0.18	ดีมาก

ตารางที่ ค.7 ตารางค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของผู้ทรงคุณวุฒิ ด้านเนื้อหาและใบงาน ใบงานที่ 7

หัวข้อที่	รายการประเมิน	ผู้ทรงคุณวุฒิ					คะแนนรวม	$\bar{X}$	S.D.	ระดับคุณภาพ
		1	2	3	4	5				
1.	ใบงานครอบคลุมจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	5	5	5	5	5	25	5.00	0.00	ดีมาก
2.	มีความถูกต้องของเนื้อหา	5	5	5	5	5	25	5.00	0.00	ดีมาก
3.	มีการเรียงลำดับเนื้อหาวิชาจากง่ายไปยาก	5	5	5	5	5	25	5.00	0.00	ดีมาก
4.	มีความยากง่ายของเนื้อหา	5	5	5	5	4	24	4.80	0.44	ดีมาก
5.	มีความเหมาะสมของลำดับขั้นความรู้	5	5	5	5	4	24	4.80	0.44	ดีมาก
6.	เหมาะสมกับผู้เรียน	5	5	5	5	4	24	4.80	0.44	ดีมาก
7.	เหมาะสมกับลำดับขั้นความรู้	5	5	5	5	4	24	4.80	0.44	ดีมาก
8.	มีความชัดเจนในการอธิบายแต่ละขั้นตอน	5	5	5	5	5	25	5.00	0.00	ดีมาก
9.	มีคำอธิบายลำดับขั้นการปฏิบัติเข้าใจง่าย	5	5	5	5	5	25	5.00	0.00	ดีมาก
10.	มีรูปภาพ ตาราง กราฟ ถูกต้อง	5	5	4	5	5	24	4.80	0.44	ดีมาก
11.	มีเนื้อหาก่อให้เกิดแรงจูงใจต่อการเรียน	5	5	5	5	4	24	4.80	0.44	ดีมาก
12.	มีความสะดวกในการบันทึกค่าต่างๆ	5	5	5	5	4	24	4.80	0.44	ดีมาก
รวม		60	60	59	60	54	293	4.88	0.25	ดีมาก

ตารางที่ ค.8 ตารางค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของผู้ทรงคุณวุฒิ ด้านเนื้อหาและใบงาน ใบงานที่ 8

หัวข้อที่	รายการประเมิน	ผู้ทรงคุณวุฒิ					คะแนนรวม	$\bar{X}$	S.D.	ระดับคุณภาพ
		1	2	3	4	5				
1.	ใบงานครอบคลุมจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	5	5	5	5	5	25	5.00	0.00	ดีมาก
2.	มีความถูกต้องของเนื้อหา	5	5	5	5	5	25	5.00	0.00	ดีมาก
3.	มีการเรียงลำดับเนื้อหาวิชาก่อนหลัง	5	5	5	5	5	25	5.00	0.00	ดีมาก
4.	มีความยากง่ายของเนื้อหา	5	5	5	5	4	24	4.80	0.44	ดีมาก
5.	มีความเหมาะสมของลำดับขั้นความรู้	5	5	5	5	4	24	4.80	0.44	ดีมาก
6.	เหมาะสมกับผู้เรียน	5	5	5	5	4	24	4.80	0.44	ดีมาก
7.	เหมาะสมกับลำดับขั้นความรู้	5	5	5	5	4	24	4.80	0.44	ดีมาก
8.	มีความชัดเจนในการอธิบายแต่ละขั้นตอน	5	5	5	5	5	25	5.00	0.00	ดีมาก
9.	มีคำอธิบายลำดับขั้นการปฏิบัติเข้าใจง่าย	5	5	5	5	5	25	5.00	0.00	ดีมาก
10.	มีรูปภาพ ตาราง กราฟ ถูกต้อง	5	5	4	5	5	24	4.80	0.44	ดีมาก
11.	มีเนื้อหาก่อให้เกิดแรงจูงใจต่อการเรียน	5	5	5	5	4	24	4.80	0.44	ดีมาก
12.	มีความสะดวกในการบันทึกค่าต่างๆ	5	5	5	5	4	24	4.80	0.44	ดีมาก
รวม		60	60	59	60	54	293	4.88	0.25	ดีมาก

ตารางที่ ค.9 ตารางค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของผู้ทรงคุณวุฒิ ด้านเนื้อหาและใบงาน ใบงานที่ 9

หัวข้อที่	รายการประเมิน	ผู้ทรงคุณวุฒิ					คะแนนรวม	$\bar{x}$	S.D.	ระดับคุณภาพ
		1	2	3	4	5				
1.	ใบงานครอบคลุมจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	5	5	5	5	5	25	5.00	0.00	ดีมาก
2.	มีความถูกต้องของเนื้อหา	5	5	5	5	5	25	5.00	0.00	ดีมาก
3.	มีการเรียงลำดับเนื้อหาหรือหัวข้อก่อนหลัง	5	5	5	5	5	25	5.00	0.00	ดีมาก
4.	มีความง่ายของเนื้อหา	5	5	5	5	4	24	4.80	0.44	ดีมาก
5.	มีความเหมาะสมของลำดับขั้นความรู้	5	5	5	5	4	24	4.80	0.44	ดีมาก
6.	เหมาะสมกับผู้เรียน	5	5	5	5	4	24	4.80	0.44	ดีมาก
7.	เหมาะสมกับลำดับขั้นความรู้	5	5	5	5	4	24	4.80	0.44	ดีมาก
8.	มีความชัดเจนในการอธิบายแต่ละขั้นตอน	5	5	5	5	5	25	5.00	0.00	ดีมาก
9.	มีคำอธิบายลำดับขั้นการปฏิบัติเข้าใจง่าย	5	5	5	5	5	25	5.00	0.00	ดีมาก
10.	มีรูปภาพ ตาราง กราฟ ถูกต้อง	5	5	4	5	5	24	4.80	0.44	ดีมาก
11.	มีเนื้อหาก่อให้เกิดแรงจูงใจต่อการเรียน	5	5	5	5	4	24	4.80	0.44	ดีมาก
12.	มีความสะดวกในการบันทึกคำตอบต่างๆ	5	5	5	5	4	24	4.80	0.44	ดีมาก
	รวม	60	60	59	60	54	293	4.88	0.25	ดีมาก

ตารางที่ ค.10 ตารางค่าเฉลี่ยค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของผู้ทรงคุณวุฒิ ด้านเนื้อหาและในงาน ใบงานที่ 10

หัวข้อที่	รายการประเมิน	ผู้ทรงคุณวุฒิ					คะแนนรวม	$\bar{X}$	S.D.	ระดับคุณภาพ
		1	2	3	4	5				
1.	ใบงานครอบคลุมจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	5	5	5	5	5	25	5.00	0.00	ดีมาก
2.	มีความถูกต้องของเนื้อหา	5	5	5	5	5	25	5.00	0.00	ดีมาก
3.	มีการเรียงลำดับเนื้อหาวิชาก่อนหลัง	5	5	5	5	5	25	5.00	0.00	ดีมาก
4.	มีความยากง่ายของเนื้อหา	5	5	5	5	4	24	4.80	0.44	ดีมาก
5.	มีความเหมาะสมของลำดับขั้นความรู้	5	5	5	5	4	24	4.80	0.44	ดีมาก
6.	เหมาะสมกับผู้เรียน	5	5	5	5	4	24	4.80	0.44	ดีมาก
7.	เหมาะสมกับลำดับขั้นความรู้	5	5	5	5	4	24	4.80	0.44	ดีมาก
8.	มีความชัดเจนในการอธิบายแต่ละขั้นตอน	5	5	5	5	5	25	5.00	0.00	ดีมาก
9.	มีคำอธิบายลำดับขั้นการปฏิบัติเข้าใจง่าย	5	5	5	5	5	25	5.00	0.00	ดีมาก
10.	มีรูปวงจร ตาราง กราฟ ถูกต้อง	5	5	4	5	5	24	4.80	0.44	ดีมาก
11.	มีเนื้อหาก่อให้เกิดแรงจูงใจต่อการเรียน	5	5	5	5	4	24	4.80	0.44	ดีมาก
12.	มีความสะดวกในการบันทึกค่าต่างๆ	5	5	5	5	4	24	4.80	0.44	ดีมาก
รวม		60	60	59	60	54	293	4.88	0.25	ดีมาก

ตารางที่ ค.11 ตารางค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของผู้ทรงคุณวุฒิ ด้านเนื้อหาและใบงาน ใบงานที่ 11

หัวข้อที่	รายการประเมิน	ผู้ทรงคุณวุฒิ					คะแนนรวม	$\bar{X}$	S.D.	ระดับคุณภาพ
		1	2	3	4	5				
1.	ใบงานครอบคลุมจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	5	5	5	5	5	25	5.00	0.00	ดีมาก
2.	มีความถูกต้องของเนื้อหา	5	5	5	5	5	25	5.00	0.00	ดีมาก
3.	มีการเรียงลำดับเนื้อหาวิชาก่อนหลัง	5	5	5	5	5	25	5.00	0.00	ดีมาก
4.	มีความง่ายของเนื้อหา	5	5	5	5	4	24	4.80	0.44	ดีมาก
5.	มีความเหมาะสมของลำดับขั้นความรู้	5	5	5	5	4	24	4.80	0.44	ดีมาก
6.	เหมาะสมกับผู้เรียน	5	5	5	5	4	24	4.80	0.44	ดีมาก
7.	เหมาะสมกับลำดับขั้นความรู้	5	5	5	5	4	24	4.80	0.44	ดีมาก
8.	มีความชัดเจนในการอธิบายแต่ละขั้นตอน	5	5	5	5	5	25	5.00	0.00	ดีมาก
9.	มีคำอธิบายลำดับขั้นการปฏิบัติเข้าใจง่าย	5	5	5	5	5	25	5.00	0.00	ดีมาก
10.	มีรูปวงจร ตาราง กราฟ ถูกต้อง	5	5	4	5	5	24	4.80	0.44	ดีมาก
11.	มีเนื้อหาก่อให้เกิดแรงจูงใจต่อการเรียน	5	5	5	5	4	24	4.80	0.44	ดีมาก
12.	มีความสะดวกในการบันทึกค่าต่างๆ	5	5	5	5	4	24	4.80	0.44	ดีมาก
รวม		60	60	59	60	54	293	4.88	0.25	ดีมาก

ตารางที่ ค.12 ตารางค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของผู้ทรงคุณวุฒิ ด้านเนื้อหาและใบงาน ใบงานที่ 12

หัวข้อที่	รายการประเมิน	ผู้ทรงคุณวุฒิ					คะแนนรวม	$\bar{X}$	S.D.	ระดับคุณภาพ
		1	2	3	4	5				
1.	ใบงานครอบคลุมจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	5	5	5	5	5	25	5.00	0.00	ดีมาก
2.	มีความถูกต้องของเนื้อหา	5	5	5	5	5	25	5.00	0.00	ดีมาก
3.	มีการเรียงลำดับเนื้อหาวิชาก่อนหลัง	5	5	5	5	5	25	5.00	0.00	ดีมาก
4.	มีความยากง่ายของเนื้อหา	5	5	5	5	4	24	4.80	0.44	ดีมาก
5.	มีความเหมาะสมของลำดับขั้นความรู้	5	5	5	5	4	24	4.80	0.44	ดีมาก
6.	เหมาะสมกับผู้เรียน	5	5	5	5	4	24	4.80	0.44	ดีมาก
7.	เหมาะสมกับลำดับขั้นความรู้	5	5	5	5	4	24	4.80	0.44	ดีมาก
8.	มีความชัดเจนในการอธิบายแต่ละขั้นตอน	5	5	5	5	5	25	5.00	0.00	ดีมาก
9.	มีคำอธิบายลำดับขั้นการปฏิบัติเข้าใจง่าย	5	5	5	5	5	25	5.00	0.00	ดีมาก
10.	มีรูปวงจร ตาราง กราฟ ถูกต้อง	5	5	4	5	5	24	4.80	0.44	ดีมาก
11.	มีเนื้อหาก่อให้เกิดแรงจูงใจต่อการเรียน	5	5	5	5	4	24	4.80	0.44	ดีมาก
12.	มีความสะดวกในการบันทึกค่าต่างๆ	5	5	5	5	4	24	4.80	0.44	ดีมาก
รวม		60	60	59	60	54	293	4.88	0.25	ดีมาก

ตารางที่ ค.13 ตารางค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของผู้ทรงคุณวุฒิด้านแพ่งทดลอง

หัวข้อที่	รายการประเมิน	ผู้ทรงคุณวุฒิ					คะแนนรวม	$\bar{X}$	S.D.	ระดับคุณภาพ
		1	2	3	4	5				
1.	เหมาะสมกับระดับผู้เรียน	5	5	5	5	4	24	4.80	0.44	ดีมาก
2.	มีความสะดวกในการเตรียมการปฏิบัติ	5	5	5	5	5	25	5.00	0.00	ดีมาก
3.	มีการเรียงลำดับเนื้อหาวิชาก่อนหลัง	5	5	5	5	4	24	4.80	0.44	ดีมาก
4.	นักศึกษามีส่วนร่วมในการใช้อุปกรณ์	5	5	4	5	4	23	4.60	0.54	ดีมาก
5.	มีความเหมาะสมในการจัดตำแหน่งอุปกรณ์	5	5	4	5	5	24	4.80	0.44	ดีมาก
6.	มีความสัมพันธ์ของชุดฝึกคู่ทำงานกับใบงาน	5	5	5	5	5	25	5.0	0.00	ดีมาก
7.	มีความปลอดภัยในขณะทำการทดลอง	5	5	5	5	4	24	4.80	0.44	ดีมาก
8.	สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียน	5	5	5	5	4	24	4.80	0.44	ดีมาก
9.	มีรูปร่าง ขนาด เหมาะสม	4	5	5	5	5	24	4.80	0.44	ดีมาก
10.	วิธีการใช้ไม่ยุ่งยาก ซับซ้อน	5	5	4	5	5	24	4.80	0.44	ดีมาก
11.	มีความสะดวกในการดูแลรักษา	5	5	5	5	5	25	5.0	0.00	ดีมาก
12.	มีความคงทน แข็งแรง	5	5	5	5	5	25	5.0	0.00	ดีมาก
13.	วัสดุที่นำมาใช้มีความเหมาะสม	5	5	5	5	5	25	5.0	0.00	ดีมาก
รวม		64	65	62	65	60	239	4.86	0.27	ดีมาก

ตารางที่ ค.14 (ต่อ) ตารางแสดงค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถามใบงานกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมใบงานที่ 1-3

ใบงานที่	หัวข้อที่	ผู้ทรงคุณวุฒิ					ΣR	IOC	ความหมาย
		1	2	3	4	5			
1	1.	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
	2.	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
	3.	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
	4.	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
2	1.	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
	2.	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
	3.	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
	4.	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
3	1.	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
	2.	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
	3.	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
	4.	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง/ใช้ได้

ตารางที่ ค.14 (ต่อ) ตารางแสดงลำดับความสอดคล้องของข้อกำหนดกับชุดประสงค์เชิงพฤติกรรมในงานที่ 4-6

ใบงานที่	หัวข้อที่	ผู้ทรงคุณวุฒิ					ΣR	IOC	ความหมาย
		1	2	3	4	5			
4	1.	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
	2.	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
	3.	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
	4.	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
5	1.	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
	2.	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
	3.	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
	4.	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
6	1.	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
	2.	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
	3.	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
	4.	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง/ใช้ได้

ตารางที่ ค.14 (ต่อ) ตารางแสดงค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถามในงานกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมในงานที่ 7-9

ใบงานที่	หัวข้อที่	ผู้ทรงคุณวุฒิ					ΣR	IOC	ความหมาย
		1	2	3	4	5			
7	1.	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
	2.	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
	3.	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
	4.	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
8	1.	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
	2.	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
	3.	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
	4.	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
9	1.	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
	2.	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
	3.	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
	4.	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง/ใช้ได้

ตารางที่ ค.14 (ต่อ) ตารางแสดงค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถามในงานกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมในงานที่ 10-12

ใบงานที่	หัวข้อที่	ผู้ทรงคุณวุฒิ					ΣR	IOC	ความหมาย
		1	2	3	4	5			
10	1.	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
	2.	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
	3.	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
	4.	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
11	1.	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
	2.	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
	3.	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
	4.	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
12	1.	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
	2.	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
	3.	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
	4.	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง/ใช้ได้

ตารางที่ ค.15 ตารางค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของผู้ทรงคุณวุฒิด้านแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ใบงานที่ 1

หัวข้อที่	รายการประเมิน	ผู้ทรงคุณวุฒิ					คะแนนรวม	$\bar{X}$	S.D.	ระดับคุณภาพ
		1	2	3	4	5				
1.	การใช้เครื่องมือ อุปกรณ์ วัดและทดสอบการทำงาน	5	5	5	5	5	25	5	0	ดีมาก
2.	การประกอบวงจรตามที่กำหนด	5	5	5	4	5	24	4.8	0	ดีมาก
3.	การเปลี่ยนอุปกรณ์ในวงจรตามที่กำหนด	5	5	5	5	4	24	4.8	0.45	ดีมาก
4.	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	5	5	5	5	4	24	4.8	0.45	ดีมาก
5.	เวลาที่ใช้เครื่องมือ อุปกรณ์ วัดและทดสอบการทำงาน	5	5	5	5	4	24	4.8	0.45	ดีมาก
6.	ความถูกต้องในการใช้เครื่องมือวัดทดสอบ	5	5	5	5	4	24	4.8	0.45	ดีมาก
7.	การบันทึกขั้นตอนการปฏิบัติทดลอง	5	5	5	5	4	24	4.8	0.45	ดีมาก
8.	การบันทึกผลการทดลอง	5	5	5	5	4	24	4.8	0.45	ดีมาก
9.	การตอบคำถามท้ายการทดลอง	5	5	5	5	4	24	4.8	0.45	ดีมาก
รวม		45	45	45	44	38	217	4.82	0.35	ดีมาก

ตารางที่ ค.16 ตารางค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของผู้ทรงคุณวุฒิด้านแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ใบงานที่ 2

หัวข้อที่	รายการประเมิน	ผู้ทรงคุณวุฒิ					คะแนนรวม	$\bar{X}$	S.D.	ระดับคุณภาพ
		1	2	3	4	5				
1.	การใช้เครื่องมือ อุปกรณ์ วัดและทดสอบการทำงาน	5	5	5	5	5	24	5	0	ดีมาก
2.	การประกอบวงจรตามที่กำหนด	5	5	5	4	5	24	4.8	0.45	ดีมาก
3.	การเปลี่ยนอุปกรณ์ในวงจรตามที่กำหนด	5	5	5	5	4	25	4.8	0.45	ดีมาก
4.	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	5	5	5	5	4	24	4.8	0.45	ดีมาก
5.	เวลาที่ใช้เครื่องมือ อุปกรณ์ วัดและทดสอบการทำงาน	5	5	5	5	4	24	4.8	0.45	ดีมาก
6.	ความถูกต้องในการใช้เครื่องมือวัดทดสอบ	5	5	5	5	4	24	4.8	0.45	ดีมาก
7.	การบันทึกขั้นตอนการปฏิบัติทดลอง	5	5	5	5	4	24	4.8	0.45	ดีมาก
8.	การบันทึกผลการทดลอง	5	5	5	5	4	24	4.8	0.45	ดีมาก
9.	การตอบคำถามท้ายการทดลอง	5	5	5	5	4	24	4.8	0.45	ดีมาก
รวม		45	45	45	44	38	217	4.82	0.4	ดีมาก

ตารางที่ ค.17 ตารางค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของผู้ทรงคุณวุฒิด้านแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ใบงานที่ 3

หัวข้อที่	รายการประเมิน	ผู้ทรงคุณวุฒิ					คะแนนรวม	$\bar{X}$	S.D.	ระดับคุณภาพ
		1	2	3	4	5				
1.	การใช้เครื่องมือ อุปกรณ์ วัดและทดสอบการทำงาน	5	5	5	5	4	24	4.8	0.45	ดีมาก
2.	การประกอบวงจรตามที่กำหนด	5	5	5	5	4	24	4.8	0.45	ดีมาก
3.	การเปลี่ยนอุปกรณ์ในวงจรตามที่กำหนด	5	5	5	5	4	24	4.8	0.45	ดีมาก
4.	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	5	5	5	5	4	24	4.8	0.45	ดีมาก
5.	เวลาที่ใช้เครื่องมือ อุปกรณ์ วัดและทดสอบการทำงาน	5	5	5	5	4	24	4.8	0.45	ดีมาก
6.	ความถูกต้องในการใช้เครื่องมือวัดทดสอบ	5	5	5	5	4	24	4.8	0.45	ดีมาก
7.	การบันทึกขั้นตอนการปฏิบัติทดลอง	5	5	5	5	4	24	4.8	0.45	ดีมาก
8.	การบันทึกผลการทดลอง	5	5	5	5	4	24	4.8	0.45	ดีมาก
9.	การตอบคำถามท้ายการทดลอง	5	5	5	5	4	24	4.8	0.45	ดีมาก
รวม		45	45	45	45	36	216	4.88	0.45	ดีมาก

ตารางที่ ค.18 ตารางค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของผู้ทรงคุณวุฒิด้านแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ใบงานที่ 4

หัวข้อที่	รายการประเมิน	ผู้ทรงคุณวุฒิ					คะแนนรวม	$\bar{X}$	S.D.	ระดับคุณภาพ
		1	2	3	4	5				
1.	การใช้เครื่องมือ อุปกรณ์ วัดและทดสอบการทำงาน	5	5	5	5	4	24	4.8	0.45	ดีมาก
2.	การประกอบวงจรตามที่กำหนด	5	5	5	5	4	24	4.8	0.45	ดีมาก
3.	การเปลี่ยนอุปกรณ์ในวงจรตามที่กำหนด	5	5	5	5	4	24	4.8	0.45	ดีมาก
4.	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	5	5	5	5	4	24	4.8	0.45	ดีมาก
5.	เวลาที่ใช้เครื่องมือ อุปกรณ์ วัดและทดสอบการทำงาน	5	5	5	5	4	24	4.8	0.45	ดีมาก
6.	ความถูกต้องในการใช้เครื่องมือวัดทดสอบ	5	5	5	5	4	24	4.8	0.45	ดีมาก
7.	การบันทึกขั้นตอนการปฏิบัติทดลอง	5	5	5	5	4	24	4.8	0.45	ดีมาก
8.	การบันทึกผลการทดลอง	5	5	5	5	4	24	4.8	0.45	ดีมาก
9.	การตอบคำถามท้ายการทดลอง	5	5	5	5	4	24	4.8	0.45	ดีมาก
รวม		45	45	45	45	36	216	4.88	0.45	ดีมาก

ตารางที่ ค.19 ตารางค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของผู้ทรงคุณวุฒิด้านแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ใบงานที่ 5

หัวข้อที่	รายการประเมิน	ผู้ทรงคุณวุฒิ					คะแนนรวม	$\bar{X}$	S.D.	ระดับคุณภาพ
		1	2	3	4	5				
1.	การใช้เครื่องมือ อุปกรณ์ วัดและทดสอบการทำงาน	5	5	5	5	4	24	4.8	0.45	ดีมาก
2.	การประกอบวงจรตามที่กำหนด	5	5	5	5	4	24	4.8	0.45	ดีมาก
3.	การเปลี่ยนอุปกรณ์ในวงจรตามที่กำหนด	5	5	5	5	4	24	4.8	0.45	ดีมาก
4.	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	5	5	5	5	4	24	4.8	0.45	ดีมาก
5.	เวลาที่ใช้เครื่องมือ อุปกรณ์ วัดและทดสอบการทำงาน	5	5	5	5	4	24	4.8	0.45	ดีมาก
6.	ความถูกต้องในการใช้เครื่องมือวัดทดสอบ	5	5	5	5	4	24	4.8	0.45	ดีมาก
7.	การบันทึกขั้นตอนการปฏิบัติงานที่ชัดเจน	5	5	5	5	4	24	4.8	0.45	ดีมาก
8.	การบันทึกผลการทดลอง	5	5	5	5	4	24	4.8	0.45	ดีมาก
9.	การตอบคำถามท้ายการทดลอง	5	5	5	5	4	24	4.8	0.45	ดีมาก
	รวม	45	45	45	45	36	216	4.88	0.45	ดีมาก

ตารางที่ ค.20 ตารางค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของผู้ทรงคุณวุฒิด้านแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ใบงานที่ 6

หัวข้อที่	รายการประเมิน	ผู้ทรงคุณวุฒิ					คะแนนรวม	$\bar{X}$	S.D.	ระดับคุณภาพ
		1	2	3	4	5				
1.	การใช้เครื่องมือ อุปกรณ์ วัดและทดสอบการทำงาน	5	5	5	5	4	24	4.8	0.45	ดีมาก
2.	การประกอบวงจรตามที่กำหนด	5	5	5	5	4	24	4.8	0.45	ดีมาก
3.	การเปลี่ยนอุปกรณ์ในวงจรตามที่กำหนด	5	5	5	5	4	24	4.8	0.45	ดีมาก
4.	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	5	5	5	5	4	24	4.8	0.45	ดีมาก
5.	เวลาที่ใช้เครื่องมือ อุปกรณ์ วัดและทดสอบการทำงาน	5	5	5	5	4	24	4.8	0.45	ดีมาก
6.	ความถูกต้องในการใช้เครื่องมือวัดทดสอบ	5	5	5	5	4	24	4.8	0.45	ดีมาก
7.	การบันทึกขั้นตอนการปฏิบัติทดลอง	5	5	5	5	4	24	4.8	0.45	ดีมาก
8.	การบันทึกผลการทดลอง	5	5	5	5	4	24	4.8	0.45	ดีมาก
9.	การตอบคำถามท้ายการทดลอง	5	5	5	5	4	24	4.8	0.45	ดีมาก
	รวม	45	45	45	45	36	216	4.88	0.45	ดีมาก

ตารางที่ ค.21 ตารางค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของผู้ทรงคุณวุฒิด้านแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ใบงานที่ 7

หัวข้อที่	รายการประเมิน	ผู้ทรงคุณวุฒิ					คะแนนรวม	$\bar{X}$	S.D.	ระดับคุณภาพ
		1	2	3	4	5				
1.	การใช้เครื่องมือ อุปกรณ์ วัดและทดสอบการทำงาน	5	5	5	4	4	23	4.6	0.55	ดีมาก
2.	การประกอบวงจรตามที่กำหนด	5	5	5	4	4	23	4.6	0.55	ดีมาก
3.	การเปลี่ยนอุปกรณ์ในวงจรตามที่กำหนด	5	5	5	4	4	23	4.6	0.55	ดีมาก
4.	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	5	5	5	4	4	23	4.6	0.55	ดีมาก
5.	เวลาที่ใช้เครื่องมือ อุปกรณ์ วัดและทดสอบการทำงาน	5	5	5	4	4	23	4.6	0.55	ดีมาก
6.	ความถูกต้องในการใช้เครื่องมือวัดทดสอบ	5	5	5	4	4	23	4.6	0.55	ดีมาก
7.	การบันทึกขั้นตอนการปฏิบัติทดลอง	5	5	5	4	4	23	4.6	0.55	ดีมาก
8.	การบันทึกผลการทดลอง	5	5	5	4	4	23	4.6	0.55	ดีมาก
9.	การตอบคำถามท้ายการทดลอง	5	5	5	4	4	23	4.6	0.55	ดีมาก
รวม		45	45	45	36	36	207	4.84	0.55	ดีมาก

ตารางที่ ค.22 ตารางค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของผู้ทรงคุณวุฒิด้านแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ใบงานที่ 8

หัวข้อที่	รายการประเมิน	ผู้ทรงคุณวุฒิ					คะแนนรวม	$\bar{X}$	S.D.	ระดับคุณภาพ
		1	2	3	4	5				
1.	การใช้เครื่องมือ อุปกรณ์ วัดและทดสอบการทำงาน	5	5	5	4	4	23	4.6	0.55	ดีมาก
2.	การประกอบวงจรตามที่กำหนด	5	5	5	4	4	23	4.6	0.55	ดีมาก
3.	การเปลี่ยนอุปกรณ์ในวงจรตามที่กำหนด	5	5	5	4	4	23	4.6	0.55	ดีมาก
4.	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	5	5	5	4	4	23	4.6	0.55	ดีมาก
5.	เวลาที่ใช้เครื่องมือ อุปกรณ์ วัดและทดสอบการทำงาน	5	5	5	4	4	23	4.6	0.55	ดีมาก
6.	ความถูกต้องในการใช้เครื่องมือวัดทดสอบ	5	5	5	4	4	23	4.6	0.55	ดีมาก
7.	การบันทึกขั้นตอนการปฏิบัติทดลอง	5	5	5	4	4	23	4.6	0.55	ดีมาก
8.	การบันทึกผลการทดลอง	5	5	5	4	4	23	4.6	0.55	ดีมาก
9.	การตอบคำถามท้ายการทดลอง	5	5	5	4	4	23	4.6	0.55	ดีมาก
	รวม	45	45	45	36	36	207	4.84	0.55	ดีมาก

ตารางที่ ค.23 ตารางค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของผู้ทรงคุณวุฒิด้านแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ใบงานที่ 9

หัวข้อที่	รายการประเมิน	ผู้ทรงคุณวุฒิ					คะแนนรวม	$\bar{X}$	S.D.	ระดับคุณภาพ
		1	2	3	4	5				
1.	การใช้เครื่องมือ อุปกรณ์ วัดและทดสอบการทำงาน	5	5	5	4	4	23	4.6	0.55	ดีมาก
2.	การประกอบวงจรตามที่กำหนด	5	5	5	4	4	23	4.6	0.55	ดีมาก
3.	การเปลี่ยนอุปกรณ์ในวงจรตามที่กำหนด	5	5	5	4	4	23	4.6	0.55	ดีมาก
4.	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	5	5	5	4	4	23	4.6	0.55	ดีมาก
5.	เวลาที่ใช้เครื่องมือ อุปกรณ์ วัดและทดสอบการทำงาน	5	5	5	4	4	23	4.6	0.55	ดีมาก
6.	ความถูกต้องในการใช้เครื่องมือวัดทดสอบ	5	5	5	4	4	23	4.6	0.55	ดีมาก
7.	การบันทึกขั้นตอนการปฏิบัติทดลอง	5	5	5	4	4	23	4.6	0.55	ดีมาก
8.	การบันทึกผลการทดลอง	5	5	5	4	4	23	4.6	0.55	ดีมาก
9.	การตอบคำถามท้ายการทดลอง	5	5	5	4	4	23	4.6	0.55	ดีมาก
รวม		45	45	45	36	36	207	4.84	0.55	ดีมาก

ตารางที่ ค.24 ตารางค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของผู้ทรงคุณวุฒิด้านแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ใบบางที่ 10

หัวข้อที่	รายการประเมิน	ผู้ทรงคุณวุฒิ					คะแนนรวม	$\bar{X}$	S.D.	ระดับคุณภาพ
		1	2	3	4	5				
1.	การใช้เครื่องมือ อุปกรณ์ วัดและทดสอบการทำงาน	5	5	5	5	5	25	5	0	ดีมาก
2.	การประกอบวงจรตามที่กำหนด	5	5	5	4	5	24	4.8	0	ดีมาก
3.	การเปลี่ยนอุปกรณ์ในวงจรตามที่กำหนด	5	5	5	5	4	24	4.8	0.45	ดีมาก
4.	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	5	5	5	5	4	24	4.8	0.45	ดีมาก
5.	เวลาที่ใช้เครื่องมือ อุปกรณ์ วัดและทดสอบการทำงาน	5	5	5	5	4	24	4.8	0.45	ดีมาก
6.	ความถูกต้องในการใช้เครื่องมือวัดทดสอบ	5	5	5	5	4	24	4.8	0.45	ดีมาก
7.	การบันทึกขั้นตอนการปฏิบัติทดลอง	5	5	5	5	5	25	5	0	ดีมาก
8.	การบันทึกผลการทดลอง	5	5	5	5	5	25	5	0	ดีมาก
9.	การตอบคำถามท้ายการทดลอง	5	5	5	5	5	25	5	0	ดีมาก
รวม		45	45	45	44	41	220	4.88	0.2	ดีมาก

ตารางที่ ค.25 ตารางค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของผู้ทรงคุณวุฒิด้านแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ใบงานที่ 11

หัวข้อที่	รายการประเมิน	ผู้ทรงคุณวุฒิ					คะแนนรวม	$\bar{X}$	S.D.	ระดับคุณภาพ
		1	2	3	4	5				
1.	การใช้เครื่องมือ อุปกรณ์ วัดและทดสอบการทำงาน	5	5	5	5	5	25	5	0	ดีมาก
2.	การประกอบวงจรตามที่กำหนด	5	5	5	4	5	24	4.8	0	ดีมาก
3.	การเปลี่ยนอุปกรณ์ในวงจรตามที่กำหนด	5	5	5	5	4	24	4.8	0.45	ดีมาก
4.	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	5	5	5	5	4	24	4.8	0.45	ดีมาก
5.	เวลาที่ใช้เครื่องมือ อุปกรณ์ วัดและทดสอบการทำงาน	5	5	5	5	4	24	4.8	0.45	ดีมาก
6.	ความถูกต้องในการใช้เครื่องมือวัดทดสอบ	5	5	5	5	4	24	4.8	0.45	ดีมาก
7.	การบันทึกขั้นตอนการปฏิบัติทดลอง	5	5	5	5	5	25	5	0	ดีมาก
8.	การบันทึกผลการทดลอง	5	5	5	5	5	25	5	0	ดีมาก
9.	การตอบคำถามท้ายการทดลอง	5	5	5	5	5	25	5	0	ดีมาก
รวม		45	45	45	44	41	220	4.88	0.2	ดีมาก

ตารางที่ ค.26 ตารางค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของผู้ทรงคุณวุฒิด้านแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ใบงานที่ 12

หัวข้อที่	รายการประเมิน	ผู้ทรงคุณวุฒิ						คะแนนรวม	$\bar{X}$	S.D.	ระดับคุณภาพ
		1	2	3	4	5	5				
1.	การใช้เครื่องมือ อุปกรณ์ วัดและทดสอบการทำงาน	5	5	5	5	5	5	25	5	0	ดีมาก
2.	การประกอบวงจรตามที่กำหนด	5	5	5	4	5	5	24	4.8	0	ดีมาก
3.	การเปลี่ยนอุปกรณ์ในวงจรตามที่กำหนด	5	5	5	5	4	5	24	4.8	0.45	ดีมาก
4.	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	5	5	5	5	4	5	24	4.8	0.45	ดีมาก
5.	เวลาที่ใช้เครื่องมือ อุปกรณ์ วัดและทดสอบการทำงาน	5	5	5	5	4	5	24	4.8	0.45	ดีมาก
6.	ความถูกต้องในการใช้เครื่องมือวัดทดสอบ	5	5	5	5	4	5	24	4.8	0.45	ดีมาก
7.	การบันทึกขั้นตอนการปฏิบัติทดลอง	5	5	5	5	5	5	25	5	0	ดีมาก
8.	การบันทึกผลการทดลอง	5	5	5	5	5	5	25	5	0	ดีมาก
9.	การตอบคำถามท้ายการทดลอง	5	5	5	5	5	5	25	5	0	ดีมาก
รวม		45	45	45	44	41	41	220	4.88	0.2	ดีมาก

ตารางที่ ค.27 ตารางคะแนนเฉลี่ย จากแบบประเมินความสามารถทางการเรียนรู้ระหว่างปฏิบัติใบงาน 12 ใบงาน ระหว่างเรียนของกลุ่มตัวอย่างจำนวน 20 คน

คะแนนจากแบบประเมินความสามารถทางการเรียนรู้ระหว่างปฏิบัติใบงาน12 ใบงานระหว่างเรียน													
นักศึกษา	ใบงานที่												ร้อยละ E1 (600)
	1(50)	2(50)	3(50)	4(50)	5(50)	6(50)	7(50)	8(50)	9(50)	10(50)	11(50)	12(50)	
คนที่ 1	42	36	46	46	32	42	46	46	46	40	44	46	512
คนที่ 2	38	32	38	42	32	42	42	42	42	40	42	44	476
คนที่ 3	38	32	40	42	32	42	42	42	42	40	42	44	478
คนที่ 4	42	34	42	46	36	44	42	44	42	42	42	44	500
คนที่ 5	42	36	46	46	34	42	46	46	46	40	42	44	510
คนที่ 6	42	36	44	46	36	44	46	46	46	40	42	44	512
คนที่ 7	42	40	46	46	36	44	46	46	46	42	42	46	522
คนที่ 8	40	40	42	46	36	44	46	46	46	42	42	46	516
คนที่ 9	40	40	42	46	34	44	46	46	46	40	42	44	510
คนที่ 10	40	40	40	46	34	42	46	46	46	42	42	44	508

ตารางที่ ค.27 (ต่อ) ตารางคะแนนเฉลี่ย จากแบบประเมินความสามารถทางการเรียนระหว่างปฏิบัติในงาน 12 ใบงาน ระหว่างเรียนของกลุ่มตัวอย่างจำนวน 20 คน

คะแนนจากแบบประเมินความสามารถทางการเรียนระหว่างปฏิบัติใบงาน12 ใบงานระหว่างเรียน															ร้อยละ E1 (600)
นักศึกษา	ใบงานที่												คะแนนรวม		
	1(50)	2(50)	3(50)	4(50)	5(50)	6(50)	7(50)	8(50)	9(50)	10(50)	11(50)	12(50)			
คนที่ 11	40	40	40	46	34	42	46	46	46	42	42	44	508		
คนที่ 12	42	38	46	46	32	42	46	46	46	42	42	44	512		
คนที่ 13	42	36	46	46	32	42	46	46	46	42	42	44	510		
คนที่ 14	40	32	40	46	34	42	46	46	46	42	42	44	500		
คนที่ 15	42	32	38	46	36	44	46	46	46	42	42	44	504		
คนที่ 16	34	32	38	44	34	42	42	42	42	42	40	40	472		
คนที่ 17	32	32	38	42	34	42	42	42	42	42	40	40	468		
คนที่ 18	36	32	40	42	34	42	44	44	44	42	42	40	482		
คนที่ 19	36	32	42	46	34	44	46	46	44	42	42	40	494		
คนที่ 20	34	34	42	44	34	38	38	38	38	40	40	40	460		
คะแนนรวม	784	706	836	900	680	850	890	892	888	826	836	866	9954	497.7	
														82.95	

ตารางที่ ค.27 คะแนนจากแบบประเมินความสามารถทางการเรียนระหว่างปฏิบัติใบงาน 12 ใบงานระหว่างเรียน และคะแนนจากแบบประเมินความสามารถทางการเรียนระหว่างปฏิบัติใบงานรวมหลังจากเรียนครบ 12 ใบงาน

คะแนนจากแบบประเมินความสามารถทางการเรียนระหว่างปฏิบัติใบงาน รวมหลังจากเรียนครบ 12 ใบงานแล้ว		
นักศึกษา	คะแนนรวม	ร้อยละ E2 (200)
คนที่ 1	176	
คนที่ 2	144	
คนที่ 3	156	
คนที่ 4	172	
คนที่ 5	170	
คนที่ 6	174	
คนที่ 7	176	
คนที่ 8	174	
คนที่ 9	172	
คนที่ 10	172	
คนที่ 11	172	
คนที่ 12	176	
คนที่ 13	170	
คนที่ 14	172	
คนที่ 15	172	
คนที่ 16	156	
คนที่ 17	162	
คนที่ 18	156	
คนที่ 19	156	
คนที่ 20	156	
คะแนนรวม	3334	
	166.7	83.35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ – สกุล	นางสาวพัชรินทร์ สุวรรณบุตร
วัน เดือน ปี เกิด	11 พฤศจิกายน 2525
สถานที่เกิด	โรงพยาบาลราชวิถี ถ.พญาไท เขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร 10400
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	75-55 ถ. พหลโยธินสายใหม่ ต. หนองแค อ. หนองแค จ. สระบุรี 18140
สถานที่ทำงาน	วิทยาลัยเทคนิคสระบุรี
ประวัติการศึกษา	ปีการศึกษา 2547 สำเร็จการศึกษา ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นสูง สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ จากสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตพระนครเหนือ ปีการศึกษา 2549 สำเร็จการศึกษา ครุศาสตร์อุตสาหกรรม บัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม จากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ปีการศึกษา 2554 สำเร็จการศึกษา ครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร จากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง