

การพัฒนาชุดทดลองวิชาออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี
ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง
DEVELOPMENT OF LABORATORY SET ON OP-AMP AND LINEAR IC
COURSE FOR CURRICULUM OF CERTIFICATE OF HIGHER
VOCATIONAL

นางสาวพัชรินทร์ สุวรรณบุตร¹

Phatcharin Suwannabut¹

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาชุดทดลองวิชาออปแอมป์และลิเนียร์ไอซีให้มีคุณภาพ และหาประสิทธิภาพของชุดทดลองวิชาออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงหลักสูตร พ.ศ.2563 (ปรับปรุงพ.ศ.2565) ชุดทดลองซึ่งประกอบด้วยแผงทดลองและใบงานจำนวน 12 ใบงาน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง แผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคสระบุรี จำนวน 1 กลุ่ม 20 คน เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ แบบประเมินเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า การวิเคราะห์ข้อมูลโดยคำนวณ \bar{X} และ SD

ผลการวิจัยพบว่า แผงทดลองของชุดทดลองวิชาออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงหลักสูตร พ.ศ.2563 (ปรับปรุงพ.ศ.2565) ที่สร้างขึ้นมีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X} = 4.86$, S.D. = 0.27) และคุณภาพของใบงานอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X} = 4.88$, S.D. = 0.28) และประสิทธิภาพของชุดทดลอง E_1/E_2 เท่ากับ 82.95/83.35 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้

คำสำคัญ : ชุดทดลอง ออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี คุณภาพ ประสิทธิภาพ

¹ วิทยาลัยเทคนิคสระบุรี

¹ Saraburi Technical Collage

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 laboratory set consisted of 12 lab sheets. The One group students in the certificate of higher vocational of the electronics department at Saraburi technical College.

The results of this research found that the laboratory set on op-amp and linear IC course had a very good quality in average ($\bar{X} = 4.86$, S.D. = 0.27) and the lab sheets also had a very good quality ($\bar{X} = 4.88$, S.D. = 0.28). In addition, the efficiency of the laboratory set in term of E_1/E_2 was equal to 82.95/83.35, which was higher than the setting criteria of 80/80.

Keywords : laboratory set, op-amp and linear IC, development, efficiency

บทนำ

การอาชีวศึกษามีความสำคัญต่อการพัฒนาประเทศทั้งในภาคอุตสาหกรรมและการบริการ โดยเฉพาะระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงในสาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ พบว่าปัจจุบันมีความต้องการแรงงานที่มีฝีมือ มีสมรรถนะที่ดี คือ มีความรู้ มีทักษะ และพฤติกรรมที่ดี และการอาชีวศึกษามีใช้เป็นการเรียนรู้ในเนื้อหาวิชาอย่างเดี่ยวแต่เป็นการเรียนรู้เพื่อให้เกิดความคิด ทักษะ จิตพิสัยที่ดีเพื่อแก้ปัญหาและเกิดความคิดสร้างสรรค์

การจัดการเรียนการสอนด้านอาชีวศึกษามีเป้าหมายสำคัญ คือ การฝึกทักษะวิชาชีพอย่างจริงจังและต่อเนื่องเพื่อให้เกิดมีประสิทธิภาพ การเรียนการสอนภาคปฏิบัติเป็นอีกวิธีหนึ่งที่จะช่วยให้เกิดความเข้าใจเนื้อหาด้านทฤษฎีที่ได้เรียนมา โดยมีการฝึกปฏิบัติเพื่อให้เกิดทักษะและความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ดังนั้น ทุกสาขาวิชาจึงจำเป็นต้องมีการฝึกปฏิบัติอย่างเหมาะสม นอกจากนั้นในการจัดหลักสูตรจะต้องจัดให้สอดคล้องกับความเจริญก้าวหน้าทันต่อสถานการณ์ และเทคโนโลยีในปัจจุบัน

การดำเนินการเรียนการสอนให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ของหลักสูตรที่มุ่งให้ผู้เรียนได้ฝึกปฏิบัติ และทดลองจริงจำเป็นต้องมีชุดทดลอง ใบบาง และสื่อการเรียนการสอนที่เหมาะสมตามรายวิชาอย่างเต็มประสิทธิภาพ แต่การลงทุนด้านอาชีวศึกษามีต้นทุนสูงมาก

เครื่องมือ อุปกรณ์ต่างๆ มีราคาแพงและหายาก ทั้งยังต้องนำเทคโนโลยีมาใช้ให้ทันต่อการเปลี่ยนแปลงเพื่อให้ผู้เรียนเกิดทักษะในวิชาชีพ ประสบการณ์ และทักษะฝีมือให้เป็นที่ต้องการของตลาดแรงงาน [1]

วิชาออปแอมป์และลิเนียร์ไอซีเป็นวิชาหนึ่งในหลักสูตรระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) โดยเนื้อหาเป็นพื้นฐานสำคัญในการศึกษาวิชาอื่นๆ ได้กำหนดให้มีการเรียนภาคทฤษฎีและปฏิบัติจำนวน 5 ชั่วโมง/สัปดาห์ รวม 3 หน่วยกิต ดังนั้น การเรียนวิชานี้ให้เกิดประสิทธิผล เหมาะสมกับหลักสูตรและเพิ่มประสิทธิภาพที่ดีมากขึ้นจึงต้องมีใบงาน ชุดทดลองมาประกอบการปฏิบัติ เพื่อให้ผู้เรียนได้ทดลองและใช้ประสบการณ์ตรงในการค้นคว้าหาข้อเท็จจริงจากการลงมือปฏิบัติเอง นอกจากนี้ยังมุ่งให้เข้าใจการทำงานของเครื่องมือ อุปกรณ์และใช้งานได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม วางรากฐานที่ดีให้กับผู้เรียน แต่การจัดหาชุดทดลองในสภาพปัจจุบันนั้นได้ประสบปัญหาสำคัญหลายประการ คือ การขาดแคลนชุดทดลอง และชุดทดลองจากต่างประเทศมีราคาสูงซื้อได้จำนวนน้อยไม่เพียงพอต่อการฝึกปฏิบัติ และพบว่าใช้วิธีการประกอบวงจรลงบนบอร์ดพื้นฐาน ซึ่งเกิดความยุ่งยากในการต่อวงจร และต้องมีการจัดเตรียมอุปกรณ์เพิ่มเติม เช่น แหล่งจ่ายไฟ ซึ่งใช้เวลาปฏิบัติค่อนข้างมากในเวลาจำกัด บางครั้งการต่อวงจร การวัดค่าต่างๆ มักผิดพลาดได้ง่าย และสภาพการเรียนการสอนยังไม่เป็นตามวัตถุประสงค์ของหลักสูตร ทั้งนี้เพราะยังขาดสื่ออุปกรณ์ในการสอนและประสบปัญหาการเสียหายของเครื่องมือ อุปกรณ์ ดังนั้น ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพได้นั้นต้องใช้นวัตกรรมและเทคโนโลยีทางการศึกษามาใช้ เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพมากที่สุด นวัตกรรมและเทคโนโลยีทางการศึกษาที่กำลังเป็นที่สนใจของนักการศึกษา คือ การใช้สื่อการสอนที่เรียกว่าชุดทดลองที่คำนึงถึงประสิทธิภาพ ความสอดคล้องตามหลักสูตรและระดับการศึกษา อีกทั้งสามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนที่มีหลักสูตรคล้ายคลึงกันได้อีกด้วย จากสภาพปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยจึงเห็นควรพัฒนาชุดทดลองวิชาออปแอมป์และลิเนียร์ไอซีขึ้นเพื่อช่วยแก้ปัญหาต่างๆ ทั้งนี้ได้คำนึงถึงประสิทธิภาพและความสอดคล้องตามวัตถุประสงค์หลักสูตร

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อพัฒนาชุดทดลองวิชาออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ที่มีคุณภาพ
2. เพื่อหาประสิทธิภาพของชุดทดลองวิชาออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ที่พัฒนาขึ้น

แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้นำแนวความคิดเกี่ยวกับการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลองของวัลลภ จันทร์ตระกูล [2] มาเป็นกรอบแนวความคิด เพื่อใช้ในการวิจัยการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลองในรายวิชาออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี โดยมีแนวทางในการออกแบบการสร้างมีลำดับขั้นตอน 8 ขั้นตอนดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายในการนำชุดฝึกไปใช้ในการสอน
2. วิเคราะห์และตัดสินใจเลือกชิ้นส่วนประกอบของอุปกรณ์
3. การสร้างต้นแบบและตรวจสอบการตัดสินใจเลือกอุปกรณ์
4. การเขียนแบบ
5. อุปกรณ์ที่ออกแบบสร้าง
6. ใบงานเป็นใบสั่งงานให้กับนักศึกษา
7. การทดลองจะถูกนำไปใช้ในสถานศึกษา
8. การปรับปรุงข้อมูล

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
 - 1.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 2 แผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคสระบุรี จำนวน 3 กลุ่ม
 - 1.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักศึกษาที่คัดเลือกจากประชากรจำนวน 1 กลุ่ม ได้มาโดยวิธีการสุ่มแบบเป็นกลุ่ม 1 กลุ่ม 20 คน
 - 1.3 ตัวแปรที่ศึกษา คือ คุณภาพและประสิทธิภาพของชุดทดลองวิชาออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี

2. การเตรียมการวิจัย

ผู้วิจัยได้ศึกษาเนื้อหาวิชาออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี จากตำรา เอกสารที่ใช้ในการสอนและลักษณะของชุดทดลองอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งระเบียบและวิธีการวิจัย จากและคู่มือต่างๆ การกำหนดเป้าหมาย ขอบเขตของการวิจัย โดยจะสร้างชุดทดลองในวิชาออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี พร้อมใบงาน และแบบทดสอบ แยกแยะและกำหนดเป็นใบงานไว้ทั้งหมด 12 ใบงาน

ใบงานที่ 1 การวัดค่าพารามิเตอร์ของออปแอมป์ (1)

ใบงานที่ 2 การวัดค่าพารามิเตอร์ของออปแอมป์ (2)

ใบงานที่ 3 วงจรขยายออปแอมป์ ไดเร็ก คัปปลิง แบบไม่กลับเฟส

ใบงานที่ 4 วงจรขยายออปแอมป์ ไดเร็ก คัปปลิง แบบกลับเฟส

ใบงานที่ 5 วงจรขยายออปแอมป์ คาปาซิเตอร์ คัปปลิง แบบไม่กลับเฟส

ใบงานที่ 6 วงจรขยายออปแอมป์ คาปาซิเตอร์ คัปปลิง แบบกลับเฟส

ใบงานที่ 7 วงจรออปแอมป์ขยายผลรวมแรงดัน แบบกลับเฟส

ใบงานที่ 8 วงจรออปแอมป์ขยายผลรวมแรงดัน แบบไม่กลับเฟส

ใบงานที่ 9 วงจรออปแอมป์ขยายผลต่างแรงดัน

ใบงานที่ 10 วงจรออปแอมป์ แอสเตเบิล มัลติไวเบรเตอร์

ใบงานที่ 11 วงจรออปแอมป์ เฟส-ชิฟท์ ออสซิลเลเตอร์

ใบงานที่ 12 วงจรออปแอมป์ เวน-บริดจ ออสซิลเลเตอร์

3. เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการสร้างขึ้นประกอบด้วย

1. ชุดทดลอง

2. ใบงาน 12 ใบงาน ที่ให้นักศึกษาทำการทดลอง

3. ใบงานรวม

4. แบบประเมินคุณภาพชุดทดลอง ด้านผังทดลอง

5. แบบประเมินคุณภาพชุดทดลอง ด้านเนื้อหาใบงาน

6. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยการสังเกต ระหว่างการปฏิบัติใน

12 ใบงาน และการปฏิบัติใบงานรวม

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ขั้นตอนการทดลองใช้ชุดทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 1 กลุ่ม ดังนี้

1. ผู้วิจัยทำหนังสือจากวิทยาลัยเทคนิคสระบุรี ถึงผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน เพื่อชี้แจงรายละเอียดต่างๆ พร้อมทั้งขอความร่วมมือในการวิจัยและตอบรับการเป็นผู้ประเมินคุณภาพของชุดทดลองวิชาออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี

2. นำชุดทดลอง ใบงาน และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ส่งมอบให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินคุณภาพ

3. จัดทำหนังสือถึงผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคสระบุรี เพื่อขออนุญาตนำชุดทดลองที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้ห้องเรียนแผนกวิชาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคสระบุรี

4. ทดลองใช้ใบงาน 12 ใบงานกับกลุ่มตัวอย่าง โดยนัดหมายกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 1 กลุ่ม ด้วยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม ในระหว่างการทดลองจะมีการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เมื่อทดลองครบ 12 ใบงาน ทำการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนใบงานรวม ในการนี้ผู้ประเมิน คือผู้วิจัยซึ่งเป็นครูประจำวิชา นำผลการทดลองมาวิเคราะห์ตามวิธีการสถิติเพื่อหาประสิทธิภาพชุดทดลองที่สร้างขึ้น

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

1. \bar{X}

2. SD

3. E_1/E_2

การแปลความหมายของค่าเฉลี่ยใช้เกณฑ์ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.51-5.00 หมายถึง มีคุณภาพพระดีดีมาก

ค่าเฉลี่ย 3.51-4.50 หมายถึง มีคุณภาพพระดีดี

ค่าเฉลี่ย 2.51-3.50 หมายถึง มีคุณภาพพระดีปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.51-2.50 หมายถึง มีคุณภาพพระดีพอใช้

ค่าเฉลี่ย 1.00-1.50 หมายถึง มีคุณภาพพระดีควรปรับปรุง

การแปลความหมายของค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานใช้เกณฑ์ดังนี้

ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานระหว่าง 0.00-0.99 หมายถึง ระดับคะแนนไม่แตกต่างกันมาก

ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานตั้งแต่ 1.00 ขึ้นไป หมายถึง ระดับคะแนนแตกต่างกันมาก

ผลการวิจัย

1. การพัฒนาชุดทดลองวิชาออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ชุดทดลองวิชาออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี

ชุดทดลองวิชาออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี แสดงดังภาพที่ 1 ประกอบด้วย แผงทดลองที่ใช้สำหรับต่อวงจรของใบงาน ตัวไอซีออปแอมป์จะมีขาต่างๆ ไว้ต่อกับอุปกรณ์อื่นๆ ชุดแหล่งจ่ายไฟคู่ $\pm 15V$ และกราวด์ ชุดตัวต้านทานปรับค่าได้และค่าคงที่ ชุดตัวเก็บประจุ ชนิดมีขั้วและไม่มีขั้ว ซึ่งมีค่าต่างๆ ไว้สำหรับต่อใช้งานอย่างละ 3 ตัว ตลอดจนสายต่อวงจร คู่มือการใช้งาน ใบงาน ใบงานรวมของชุดทดลองวิชาออปแอมป์และลิเนียร์ไอซีและอุปกรณ์อื่นๆ ที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้น

2. ผลการวิเคราะห์คุณภาพชุดทดลองวิชาออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี

2.1 ผลการวิเคราะห์คุณภาพแผงทดลองวิชาออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี โดยผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ใช้วิธีการหาค่าทางสถิติ ดังนี้ คือ ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับคุณภาพของแฟงทดลอง

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. นักศึกษามีส่วนร่วมในการใช้อุปกรณ์	4.60	0.54	ดีมาก
5. มีความเหมาะสมในการจัดตำแหน่งอุปกรณ์	4.80	0.44	ดีมาก
6. มีความสัมพันธ์ของชุดทดลองต่องานกับใบงาน	5.00	0.00	ดีมาก
7. มีความปลอดภัยในขณะที่ทำการทดลอง	4.80	0.44	ดีมาก
8. สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียน	4.80	0.44	ดีมาก
9. มีรูปร่าง และขนาดเหมาะสม	4.80	0.44	ดีมาก
10. มีวิธีการใช้ไม่ยุ่งยากไม่ซับซ้อน	4.80	0.44	ดีมาก
11. มีความสะดวกในการดูแลรักษา	5.00	0.00	ดีมาก
12. มีความคงทน และแข็งแรง	5.00	0.00	ดีมาก
13. วัสดุที่นำมาใช้มีความเหมาะสม	5.00	0.00	ดีมาก
รวม	4.86	0.27	ดีมาก

จากตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์หาคุณภาพทางด้านแฟงทดลองของชุดทดลองวิชา ออปแอมป์และลิเนียร์ไอซีหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง โดยภาพรวมของชุดทดลอง พบว่ามีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X} = 4.86$, S.D. = 0.27) ซึ่งมีรายการประเมินที่อยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X} = 5.00$, S.D. = 0.00) ได้แก่รายการประเมินที่ 2. มีความสะดวกในการเตรียมการปฏิบัติ รายการประเมินที่ 6. มีความสัมพันธ์ของชุดทดลองกับใบงาน รายการประเมินที่ 10. มีวิธีการใช้ไม่ยุ่งยาก ซับซ้อน และรายการประเมินที่ 13. วัสดุที่นำมาใช้มีความเหมาะสม ส่วนรายการประเมินที่มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุดคือได้ ($\bar{X} = 4.60$, S.D. = 0.54) ได้แก่รายการประเมินที่ 4. นักศึกษามีส่วนร่วมในการใช้อุปกรณ์

2.2 ผลการวิเคราะห์คุณภาพของใบงาน

การประเมินคุณภาพของใบงานแต่ละใบงานมีรายละเอียด ตามตารางที่ 2 ดังนี้

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับคุณภาพของใบงาน

รายการประเมิน	\bar{X}	S.D.	ระดับคุณภาพ
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. มีรูปภาพ 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 2 ผลการวิเคราะห์คุณภาพด้านใบงาน ที่มีต่อใบงานของชุดทดลองวิชา ออปแอมป์และลิเนียร์ไอซีหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พ.ศ.2563 โดยภาพรวมทั้ง 12 ใบงาน พบว่ามีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X} = 4.88$, S.D. = 0.28) ซึ่งมีรายการประเมิน ที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด ($\bar{X} = 4.98$, S.D. = 0.04) ได้แก่รายการประเมินที่ 3. มีการเรียงลำดับเนื้อหาวิชาก่อนหลัง รายการประเมินที่อยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X} = 4.97$, S.D. = 0.07) ได้แก่ รายการประเมินที่ 2. มีความถูกต้องของเนื้อหา และรายการประเมินที่ 9. มีคำอธิบายลำดับขั้นการปฏิบัติเข้าใจง่าย

2.3 ผลการหาประสิทธิภาพของชุดทดลองวิชาออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี

ประสิทธิภาพของชุดทดลองวิชาออปแอมป์และลิเนียร์ไอซีตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 ได้ผลตามตารางที่ 3 ดังนี้

ตารางที่ 3 ประสิทธิภาพของชุดทดลอง

รายการ	จำนวนผู้เรียน	คะแนนเต็ม	คะแนนรวมเฉลี่ย	ร้อยละ
คะแนนรวมจากแบบทดสอบแต่ละใบงาน	20	600	497.70	82.95
คะแนนจากแบบทดสอบใบงานรวม	20	200	166.70	83.35

จากตารางที่ 3 ผลปรากฏว่า ชุดทดลองวิชาออปแอมป์และลิเนียร์ไอซีหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พ.ศ.2563 ที่พัฒนาขึ้น นักศึกษาปฏิบัติใบงาน 12 ใบงาน ทำแบบทดสอบระหว่างเรียนได้คะแนนรวมเฉลี่ย คือ 497.70 คิดเป็นร้อยละ 82.95 และเมื่อนักศึกษาทำใบงานครบ 12 ใบงานแล้ว นักศึกษาทำแบบทดสอบใบงานรวมได้คะแนนเฉลี่ย 166.70 คิดเป็นร้อยละ 83.35 ดังนั้น ชุดทดลองวิชาออปแอมป์และลิเนียร์ไอซีหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง มีประสิทธิภาพเท่ากับ 82.95/83.35 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80/80

การอภิปรายผลการวิจัย

การทดลองในห้องทดลองเป็นการฝึกปฏิบัติที่มุ่งให้ได้เรียนรู้หลักการ และข้อเท็จจริงที่คนอื่น ๆ ได้ค้นพบ เป็นการทบทวนและย้ำว่าข้อเท็จจริงนั้นเป็นไปตามที่มีผู้ศึกษาไว้อย่างไรบ้าง เป็นการพิสูจน์ทฤษฎีที่ได้ศึกษามานอกจากนั้นยังมุ่งหวังให้คุ้นเคยกับเครื่องมืออุปกรณ์ต่างๆ อย่างถูกต้องและเหมาะสม เป็นการเริ่มต้นแนวทางประดิษฐ์ และการคิดค้นสิ่งใหม่ๆ ต่อไป [3]

1. ผลการวิเคราะห์จากแบบประเมินคุณภาพชุดทดลอง ด้านแผนทดลอง โดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.86 อยู่ในระดับดีมาก ด้านใบงาน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.88 อยู่ในระดับดีมาก ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากผู้วิจัยได้ศึกษาข้อมูลเกี่ยวต่างๆ กับชุดทดลอง และได้ผ่านการประเมินคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญ สอดคล้องกับงานวิจัยของสุรพงษ์

ศิริพงษ์ดี ที่ทำการวิจัยเรื่องการออกแบบวงจรและสร้างโมดูลบอร์ดชุดปฏิบัติการ ไมโครคอนโทรลเลอร์ พบว่าคุณภาพของชุดปฏิบัติการดังกล่าวมีค่าเฉลี่ย 4.88 อยู่ในระดับดี แสดงว่าชุดทดลองที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีคุณภาพเป็นที่ยอมรับของผู้ทรงคุณวุฒิ โดยนำไปใช้ในการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 5 ท่าน มีความเห็นว่าชุดทดลองมีความเหมาะสม มีความตรงและเชื่อถือได้

2. การทดลองหาประสิทธิภาพของชุดทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง 20 คน ปรากฏว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาทำคะแนนจากแบบประเมินวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยการสังเกตการปฏิบัติระหว่างใบงาน 12 ใบงาน และการปฏิบัติใบงานรวม โดยคิดเป็นร้อยละ 82.95/83.35 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 สอดคล้องกับ พิพัฒนา สมใจ[4] ที่ได้ทำการวิจัยเรื่อง “การสร้างและหาประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการวงจรไอซี 555” พบว่าชุดทดลองที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 82.60/83.50 สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 ที่ตั้งไว้ ทั้งนี้ อาจเนื่องมาจากชุดทดลองได้ช่วยเสริมสร้างความสนใจให้กับนักศึกษา โดยมีประสิทธิภาพของกระบวนการวัดผลจากคะแนนสอบท้ายการทดลองได้เท่ากับ 82.60 และมีประสิทธิภาพของการทดลองหลังการทดลองครบ 12 ใบงานได้เท่ากับ 83.50 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดและยอมรับว่ามีประสิทธิภาพการทดลองครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้ชุดทดลองที่สร้างขึ้นมาใช้ในการเรียนการสอนวิชาออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี โดยชุดทดลองช่วยกระตุ้นให้นักศึกษามีความสนใจในการทดลองใบงาน 12 ใบงาน และนักศึกษาก็จะเกิดการเรียนรู้จากการทดลองด้วยตัวเอง จึงทำให้ผลการเรียนรู้ของการทดลองครั้งนี้สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด

ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

1. ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

การนำชุดทดลองไปใช้กับนักศึกษาควรมีการแนะนำรายละเอียดและอธิบายส่วนต่างๆ ของชุดทดลอง ตลอดจนข้อควรระมัดระวังในการปฏิบัติเพื่อให้นักศึกษามีความรู้ก่อนการปฏิบัติ และช่วยให้นักศึกษาปฏิบัติงานได้อย่างถูกต้องไม่เกิดปัญหาและอุปสรรค

2. ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป

1. การนำชุดทดลองไปวิจัยหาความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อชุดทดลองเพื่อหาผลกระทบด้านต่างๆ จากการใช้ชุดทดลอง

2. ความยืดหยุ่นของชุดทดลองที่ค่อนข้างจำกัด

3. เรื่องของอุปกรณ์ ค่า และจำนวนของตัวเก็บประจุที่จำกัด

เอกสารอ้างอิง

ภาษาไทย

- [1] สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ. หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) พุทธศักราช 2563 ประเภทวิชาอุตสาหกรรม, 2563.
- [2] วัลลภ จันทร์ตระกูล. 2552. การออกแบบและการประเมินประสิทธิภาพการสอน. พัฒนาเทคนิคศึกษา 21(71), 21-71
- [3] ดิเรก มณีวรรณ, พินิจ เนื่องภิรมย์ และสมศักดิ์ อรรถธิมากุล. 2558. การพัฒนาชุดสื่อการสอน เรื่องวงจรช่องแคบในท่อนำคลื่น. กรุงเทพฯ: คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
- [4] พิพัฒน์ สมใจ. 2552. การสร้างและหาประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการวงจรไอซี 555. วารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม, 8(2), 68-75.