

**การพัฒนาชุดปฏิบัติการออปแอมป์สำหรับการออกแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์  
วิทยาลัยเทคนิคสระบุรี**  
**Development of Op-amp Operating set for Electronics Circuit Design  
at Saraburi Technical College**

พัชรินทร์ สุวรรณบุตร\*

Phatcharin Suwannabut\*

\*สาขาเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคสระบุรี สถาบันการอาชีวศึกษาภาคกลาง 1 สระบุรี 18000

\*Department of Electronics Technology, Saraburi Technical College, Vocational Institute for  
Central Region 1, Saraburi 18000

Received : May 18, 2021

Revised : June 18, 2021

Accepted : June 19, 2021

**บทคัดย่อ**

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการออปแอมป์สำหรับการออกแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์ ชุดปฏิบัติการนี้ประกอบด้วยใบงานจำนวน 6 ใบงาน และคู่มือการใช้ชุดปฏิบัติการ กลุ่มตัวอย่าง คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 2 สาขาเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคสระบุรี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 20 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ ชุดปฏิบัติการ ใบงาน คู่มือ การใช้ชุดปฏิบัติการแบบประเมินคุณภาพชุดปฏิบัติการ แบบประเมินคุณภาพใบงาน แบบประเมินวัดผลสัมฤทธิ์ การวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การหาค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

ผลการวิจัยพบว่า การพัฒนาชุดปฏิบัติการออปแอมป์มีคุณภาพโดยเฉลี่ยอยู่ในระดับดีมาก ( $\bar{X} = 4.86$ , S.D. = 0.27) และการพัฒนาใบงานโดยเฉลี่ยอยู่ในระดับดีมาก ( $\bar{X} = 4.88$ , S.D. = 0.28) และประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการ  $E_1/E_2$  เท่ากับ 81.91/82.25 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้ และเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัย

**คำสำคัญ :** การพัฒนา, ชุดปฏิบัติการออปแอมป์, ประสิทธิภาพ, การออกแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์

**Abstract**

The purposes of this research were to develop and to find the efficiency of op-amp operating set for electronic design course. The laboratory set consisted of 6 lab sheets. The sample group were 20 students in bachelor's degree of the electronics department of Saraburi technical College.

The results of this research found that the laboratory set on op-amp 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 81.91/82.25, which was higher than the setting criteria of 80/80.

**Keywords :** Development, Op-amp Operating, Efficiency, Electronics Circuit Design

\*พัชรินทร์ สุวรรณบุตร

E-mail : phatcharin6650@gmail.com

## 1. บทนำ

การจัดการเรียนการสอนด้านอาชีวศึกษามีเป้าหมายสำคัญ คือ การฝึกทักษะวิชาชีพอย่างจริงจังและต่อเนื่อง เพื่อให้เกิดมีประสิทธิภาพ การเรียนการสอนภาคปฏิบัติ เป็นอีกวิธีหนึ่งที่จะช่วยให้เกิดความเข้าใจเนื้อหาด้านทฤษฎี ที่ได้เรียนมา โดยมีการฝึกปฏิบัติเพื่อให้เกิดทักษะและความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ การดำเนินการเรียนการสอนให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ของหลักสูตรมุ่งให้ผู้เรียนได้ฝึกปฏิบัติ และทดลองจริง จำเป็นต้องมีชุดปฏิบัติการใบงาน และสื่อการเรียนการสอนที่เหมาะสมตามรายวิชาอย่างเต็มประสิทธิภาพ แต่การลงทุนด้านอาชีวศึกษามีต้นทุนสูงมาก เครื่องมือ อุปกรณ์ต่างๆ มีราคาแพงและหายาก ทั้งยังต้องนำเทคโนโลยีมาใช้ให้ทันต่อการเปลี่ยนแปลงเพื่อให้ผู้เรียนเกิดทักษะในวิชาชีพ ประสบการณ์ และทักษะฝีมือให้เป็นที่ต้องการของตลาดแรงงาน (กรมวิชาการ, 2542)

วิชาการออกแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์ เป็นวิชาหนึ่งในหลักสูตรระดับปริญญาตรี สาขาเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคสระบุรี (ทล.บ เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์) โดยเนื้อหาเป็นวิชาชีพพื้นฐานและวิชาชีพเฉพาะที่สำคัญ ในการศึกษาวิชาอื่นๆได้กำหนดให้มีการเรียนภาคทฤษฎี และปฏิบัติจำนวน 3 ชั่วโมง/สัปดาห์ รวม 3 หน่วยกิต

ดังนั้นการจัดการเรียนการสอนนี้ให้เกิดประสิทธิผลเหมาะสมกับหลักสูตรและเพิ่มประสิทธิภาพที่ตีมากขึ้น จึงต้องมีใบงาน ชุดปฏิบัติการมาประกอบการปฏิบัติ เพื่อให้ผู้เรียนได้ทดลองและใช้ประสบการณ์ตรงในการค้นคว้าหาข้อเท็จจริงจากการลงมือปฏิบัติเอง (ชัชวาลย์ มูลศรี, 2540) นอกจากนี้ยังมุ่งให้เข้าใจการทำงานของเครื่องมือ อุปกรณ์และใช้งานได้ถูกต้องเหมาะสม วางรากฐานที่ดีให้กับผู้เรียน แต่การจัดหาชุดปฏิบัติการในปัจจุบันได้ประสบปัญหาสำคัญหลายประการ คือ การขาดแคลนชุดปฏิบัติการ และชุดปฏิบัติการจากต่างประเทศมีราคาสูงซื้อได้จำนวนน้อยไม่เพียงพอต่อการฝึกปฏิบัติ และพบว่าใช้วิธีการประกอบวงจรลงบนบอร์ดพื้นฐาน ซึ่งเกิดความยุ่งยากในการต่อวงจร และมีการจัดเตรียมอุปกรณ์เพิ่มเติม เช่น แหล่งจ่ายไฟ ซึ่งใช้เวลาปฏิบัติค่อนข้างมาก

ในเวลาจำกัด บางครั้งการต่อวงจร การวัดค่าต่าง ๆ มักผิดพลาดได้ง่าย และสภาพการเรียนการสอนยังไม่เป็นตามวัตถุประสงค์ของหลักสูตร ทั้งนี้เพราะยังขาดสื่ออุปกรณ์ในการสอนและประสบปัญหาการเสียหายของเครื่องมือ อุปกรณ์ ดังนั้นในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพได้นั้นต้องใช้นวัตกรรมและเทคโนโลยีทางการศึกษามาใช้ (ยุทธพิชัย กล้าหาญ, 2547) เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพมากขึ้นที่สุด นวัตกรรมและเทคโนโลยีทางการศึกษาที่กำลังเป็นที่สนใจของนักการศึกษา คือ การใช้สื่อการสอนที่เรียกว่าชุดทดลองที่คำนึงถึงประสิทธิภาพความสอดคล้องตามหลักสูตรและระดับการศึกษา อีกทั้งสามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนที่มีหลักสูตรคล้ายคลึงกันได้อีกด้วย จากสภาพปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยจึงเห็นควรพัฒนาชุดปฏิบัติการออปแอมป์สำหรับการวิเคราะห์วงจรอิเล็กทรอนิกส์วิทยาลัยเทคนิคสระบุรีขึ้น เพื่อช่วยแก้ปัญหาต่างๆ ทั้งนี้ ได้คำนึงถึงประสิทธิภาพและความสอดคล้องตามวัตถุประสงค์หลักสูตร

## 2. วัตถุประสงค์การวิจัย

2.1 เพื่อพัฒนาชุดปฏิบัติการออปแอมป์สำหรับการออกแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์

2.2 เพื่อหาประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการออปแอมป์สำหรับออกแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์

## 3. สมมติฐานของการวิจัย

3.1 คุณภาพของชุดปฏิบัติการที่พัฒนาขึ้นมีคุณภาพระดับดี ( $\bar{X} \geq 3.50$ )

3.2 ชุดปฏิบัติการที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด ( $E_1 / E_2$ ) 80/80

## 4. วิธีการดำเนินการวิจัย

### 4.1 ขอบเขตของการวิจัย

#### 4.1.1 ขอบเขตด้านประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 2 สาขาเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคสระบุรี จำนวน 40 คน

กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 2 สาขาเทคโนโลยี

อิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคสระบุรี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 20 คน ได้มาโดยการสุ่มตัวอย่างง่าย

#### 4.1.2 ขอบเขตด้านตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

4.1.2.1 ตัวแปรต้น ชุดปฏิบัติการออปแอมป์ร่วมกับใบงาน

4.1.2.2 ตัวแปรตาม คุณภาพของแผงทดลองคุณภาพของใบงาน และประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการ

#### 4.1.3 ขอบเขตด้านเนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

4.1.3.1 ขอบเขตของเนื้อหาวิชานี้เป็นการพัฒนาชุดปฏิบัติการ โดยได้นำเนื้อหาที่สอดคล้องกับคำอธิบายรายวิชาการออกแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์ตามหลักสูตรเทคโนโลยีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษาในการพัฒนาชุดปฏิบัติการพร้อมใบงาน

4.1.3.2 ขอบเขตของเนื้อหาวิชาการออกแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่นำมาสร้างใบงาน วงจรกำเนิดสัญญาณ วงจรขยายกำลัง วงจรขยายความแตกต่าง ออปแอมป์และวงจร วงจรกรองความถี่ชนิดแอกทีฟ ทรานซิสเตอร์แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงแบบเชิงเส้น

#### 4.2 วิธีดำเนินการวิจัย

##### 4.2.1 การเตรียมการวิจัย

ผู้วิจัยได้ศึกษาเนื้อหาวิชาต่าง ๆ สำหรับการออกแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์ จากตำรา เอกสารที่ใช้ในการสอนและลักษณะของชุดปฏิบัติการที่เกี่ยวข้องรวมทั้งระเบียบและวิธีการวิจัย จากวิทยานิพนธ์ และคู่มือกำหนดเป้าหมาย ขอบเขตของการวิจัย โดยนำชุดปฏิบัติการออปแอมป์ พร้อมใบงาน และแบบประเมินการฝึกปฏิบัติแยกแยะและกำหนดเป็นใบงานการทดลองไว้ทั้งหมด 6 ใบงาน ดังนี้

ใบงานที่ 1 เรื่อง การออกแบบวงจรขยายแบบกลับเฟสและแบบไม่กลับเฟส

ใบงานที่ 2 เรื่อง การออกแบบวงจรขยายผลรวมแรงดัน แบบกลับเฟส และแบบไม่กลับเฟส

ใบงานที่ 3 เรื่อง การออกแบบวงจรออปแอมป์ขยายผลต่างแรงดัน

ใบงานที่ 4 เรื่อง การออกแบบวงจรออปแอมป์แอสเตเบิล มัลติไวเบรเตอร์

ใบงานที่ 5 เรื่อง การออกแบบวงจรผลิตความถี่ ออสซิลเลเตอร์

ใบงานที่ 6 เรื่อง การประยุกต์ใช้งานอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

##### 4.2.2 เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย ประกอบด้วย

###### 4.2.2.1 เครื่องมือในการทดลอง

- 1) ชุดปฏิบัติการออปแอมป์
- 2) คู่มือการใช้ชุดปฏิบัติการ
- 3) ใบงานจำนวน 6 ใบงาน

4.2.2.2 เครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล

1) แบบประเมินคุณภาพชุดปฏิบัติการออปแอมป์ ด้านแผงทดลอง ด้านใบงานจากผู้เชี่ยวชาญ

2) แบบประเมินใบงานจำนวน 6 ใบงาน และแบบประเมินใบงานรวม

##### 4.2.3 ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือ

###### 4.2.3.1 ชุดปฏิบัติการออปแอมป์

1) ศึกษาทฤษฎี รูปแบบ การสร้างชุดปฏิบัติการ หลักการสร้างวงจร และรายละเอียดต่างๆ จากใบงานที่สร้างขึ้น

2) นำส่วนต่างๆ มากำหนดอุปกรณ์ คัดเลือกอุปกรณ์ ที่มีคุณภาพดี หาได้ง่ายในท้องตลาดเลือกเฉพาะอุปกรณ์ที่มีค่าผิดพลาดต่ำ โดยเลือกให้สอดคล้องกับวงจรที่ได้ออกแบบไว้ ซึ่งได้ศึกษาและคำนวณค่าไว้แล้ว

3) ทดลองวงจรต่างๆ เพื่อหาข้อผิดพลาดจากการประกอบวงจรจริงเทียบกับค่าที่คำนวณออกแบบไว้ และแก้ไขค่าอุปกรณ์และวงจรให้สามารถทำงานได้อย่างถูกต้อง

4) ออกแบบและพัฒนาชุดปฏิบัติการส่งให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบแก้ไข

5) นำมาปรับปรุงแก้ไข

6) นำไปให้ผู้เชี่ยวชาญ 5 คน ประเมิน ซึ่งทั้ง 5 คน เป็นผู้เชี่ยวชาญชุดเดียวกันกับที่ประเมินคุณภาพด้านใบงาน

7) นำมาปรับปรุงแก้ไข

8) นำไปทดลองใช้กับนักศึกษา ระดับปริญญาตรี ที่เคยเรียนวิชานี้มาแล้ว จำนวน 6 คน แต่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ซึ่งได้โดยการคัดเลือกนักศึกษา แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม คือ เก่ง ปานกลาง และอ่อน เพื่อหาข้อบกพร่องแล้วนำผลมาแก้ไขปรับปรุง

9) ส่งให้ตรวจสอบแก้ไขอีกครั้ง

10) เมื่อผ่านการตรวจสอบเรียบร้อยแล้วชุดปฏิบัติการ เพื่อหาประสิทธิภาพต่อไป

#### 4.2.3.2 คู่มือการใช้ชุดปฏิบัติการ

1) ศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2) วางแนวทางรายละเอียด

3) ออกแบบคู่มือแล้วให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ หากมีข้อบกพร่องต้องทำการแก้ไขและปรับปรุง

4) เมื่อผ่านการตรวจสอบจากเชี่ยวชาญแล้วจึงทำการสร้างคู่มือ

5) หลังสร้างคู่มือเสร็จเรียบร้อยแล้วส่งให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน ประเมินคุณภาพ

6) นำมาปรับปรุงแก้ไข

7) นำคู่มือที่สร้างขึ้นไปทดลองใช้กับนักศึกษา ที่เคยเรียนวิชานี้ผ่านมาแล้ว จำนวน 6 คน แต่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ซึ่งได้โดยการคัดเลือกนักศึกษา แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม คือ เก่ง ปานกลาง และอ่อน เพื่อหาข้อบกพร่องของใบงานแล้วนำผลมาแก้ไขปรับปรุง

8) ให้ผู้เชี่ยวชาญ ตรวจสอบแก้ไขอีกครั้ง แล้วนำผลมาแก้ไขปรับปรุงเป็นครั้งสุดท้าย

9) ได้คู่มือที่พร้อมจะนำไปใช้เพื่อทำการวิจัยต่อไป

4.2.3.3 ใบงาน ประกอบด้วย หัวเรื่องของการทดลอง วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ทฤษฎีรายการอุปกรณ์และเครื่องมือ ลำดับขั้นตอนการทดลอง ซึ่งมีรายละเอียดในการทดลองเป็นลำดับ วงจรที่ทำการทดลอง ตารางบันทึกค่า และกราฟสรุปผลการทดลอง พร้อมคำถามท้ายใบงาน

1) ศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2) ศึกษาหลักสูตรปริญญาตรี จากคำอธิบายรายวิชา เพื่อวางแนวทางรายละเอียดของหัวข้อ เนื้อหาต่างๆ

3) ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับหลักการสร้างสื่อการเรียนการสอน

4) ศึกษาเอกสารและตำราที่เกี่ยวกับการสร้างใบงาน นำทฤษฎีมากำหนดวัตถุประสงค์และเนื้อหาใบงาน

5) ออกแบบใบงานและแบบประเมิน แล้วนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ หากมีข้อบกพร่องต้องทำการแก้ไขและปรับปรุงต่อไป

6) เมื่อผ่านการตรวจสอบจากเชี่ยวชาญแล้วจึงทำการสร้างคู่มือ

7) หลังสร้างคู่มือเสร็จเรียบร้อยแล้วส่งให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน ประเมินคุณภาพ

8) นำมาปรับปรุงแก้ไข

9) นำคู่มือไปทดลองใช้กับนักศึกษาที่เคยเรียนวิชานี้ผ่านมาแล้ว จำนวน 6 คน แต่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ซึ่งได้โดยการคัดเลือกนักศึกษา แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม คือ เก่ง ปานกลาง และอ่อน เพื่อหาข้อบกพร่องของคู่มือแล้วนำผลมาแก้ไขปรับปรุง

10) ให้ผู้เชี่ยวชาญ ตรวจสอบแก้ไขอีกครั้ง แล้วนำผลมาแก้ไขปรับปรุง

11) ได้คู่มือเพื่อทำการวิจัยต่อไป

4.2.3.4 แบบประเมินคุณภาพชุดปฏิบัติการออกแบบป์ ด้านผังทดลอง ด้านใบงาน ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้าง ตามขั้นตอนดังนี้

1) ศึกษาทฤษฎีจากตำราเอกสารรายละเอียดต่างๆ จากใบงาน ชุดปฏิบัติการ นำส่วนต่างๆ เหล่านี้มากำหนดหัวข้อที่จะ ประเมินคุณภาพ แล้วออกแบบ แบบประเมินแต่ละด้านจะมีช่องให้ผู้เชี่ยวชาญเลือกประเมิน แสดงความคิดเห็น ซึ่งการประเมินแบ่งออกเป็น 5 ระดับ คือ ดีมาก ดี ปานกลาง พอใช้ และควรปรับปรุง

4.2.3.5 แบบประเมินใบงานจำนวน 6 ใบงาน

1) ศึกษาวิธีการสร้างจากตำราเอกสารที่เกี่ยวกับขั้นตอนและวิธีการสร้าง จากนั้นวิเคราะห์หลักสูตรและกำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

2) ศึกษาเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้

- 3) สร้างแบบประเมินชนิดแบบตรวจสอบรายการ
- 4) นำแบบประเมินให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบและเสนอแนะ
- 5) นำมาปรับปรุงแก้ไข
- 6) นำแบบประเมินที่สร้างขึ้นไปทดลองใช้กับนักศึกษา ที่เคยเรียนวิชานี้ผ่านมาแล้วจำนวน 6 คน แต่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง โดยการคัดเลือกนักศึกษาแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม คือ เก่ง ปานกลาง และอ่อน เพื่อหาข้อบกพร่องแล้วนำผลมาแก้ไขปรับปรุง
- 7) ให้ผู้เชี่ยวชาญ ตรวจสอบแก้ไขอีกครั้ง แล้วนำผลมาแก้ไขปรับปรุง
- 8) ได้แบบประเมินวัดผลสัมฤทธิ์ที่พร้อมจะนำไปใช้เพื่อเก็บข้อมูลต่อไป

#### 4.2.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บข้อมูลต่าง ๆ มีลำดับขั้นตอนกับกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 2 สาขาเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคสระบุรี จำนวน 20 คน โดยทำการทดลองดังนี้

4.2.4.1 ขอความร่วมมือผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ในการทำวิจัยและชี้แจงรายละเอียดต่างๆ เพื่อประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการออปแอมป์

4.2.4.2 นำชุดปฏิบัติการออปแอมป์ ใบงานคู่มือ และแบบประเมิน ส่งให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินคุณภาพ

4.2.4.3 ขออนุญาตผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคสระบุรี เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล โดยใช้ห้องเรียนของแผนกวิชาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคสระบุรี

4.2.4.4 นำชุดปฏิบัติการออปแอมป์ ทดลองกับกลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 2 ช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคสระบุรี จำนวน 20 ทดลองใบงานจำนวน 6 ใบงาน ทำการประเมินตามแบบประเมินผู้ประเมิน คือ ผู้วิจัยซึ่งเป็นอาจารย์

#### 4.2.5 สถิติที่ใช้ในการวิจัย

4.2.5.1 การหาดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับจุดประสงค์ สูตรดังนี้

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

เมื่อ IOC คือ ดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

$\sum R$  คือ ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

N คือ จำนวนผู้เชี่ยวชาญเลือกข้อคำถามที่มีดัชนีความสอดคล้องกับจุดประสงค์ที่มีค่า (IOC) ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไปนำไปใช้

4.2.5.2 การประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ โดยหาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจากแบบประเมินคุณภาพ

1) หาค่าเฉลี่ย  $\bar{X}$  ใช้สูตรดังนี้

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

เมื่อ  $\bar{X}$  คือ ค่าเฉลี่ยของคะแนน

$\sum X$  คือ ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

N คือ จำนวนของผู้เชี่ยวชาญ

2) หาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน S.D. ใช้สูตรดังนี้

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

เมื่อ S.D. คือ ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

X คือ คะแนนแต่ละจำนวน

$\sum X$  คือ ผลรวมของคะแนนแต่จำนวน

N คือ จำนวนข้อมูล

4.2.5.3 การหาประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการออปแอมป์ตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ ผู้วิจัยได้นำผลการทดลองมาวิเคราะห์ข้อมูล โดยแยกเป็นคะแนนของแบบประเมินท้ายใบงาน 6 ใบงาน และคะแนนของแบบประเมินใบงานรวม เพื่อนำมาหาประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการตามเกณฑ์กำหนด 80/80 จากการประเมินผลของคะแนนแบบประเมินท้ายใบงาน 6 ใบงานกับคะแนนแบบประเมินแบบประเมินการปฏิบัติใบงานรวม โดยใช้สูตร  $E_1 / E_2$

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

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

เมื่อ  $E_1$  คือ ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของผลการเรียนรู้ของนักศึกษาที่ได้จากการทำแบบประเมินท้ายใบงานแต่ละใบงาน จำนวน 6 ใบงาน

$E_2$  คือ ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของผลการเรียนรู้ของนักศึกษาที่ได้จากการทำแบบประเมินใบงานรวมหลังจากทำการทดลองครบทุกใบงาน

## 5. ผลการวิจัย

5.1 การวิเคราะห์คุณภาพของชุดปฏิบัติการออปแอมป์ ด้านแผงทดลอง ผลการประเมินหาคุณภาพ ประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ซึ่งได้จากแบบประเมินคุณภาพ รายละเอียดดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับคุณภาพด้านแผงทดลอง

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 พบว่าผลการวิเคราะห์หาคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญ ด้านแผงทดลอง จำนวน 5 ท่าน สามารถสรุปผลค่าเฉลี่ยรวม ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานรวม และระดับคุณภาพของแผงทดลองดังนี้ โดยภาพรวม

$\sum X$  คือ คะแนนรวมของผู้เรียนจากการทำแบบประเมินท้ายใบงานแต่ละใบงานจำนวน 6 ใบงาน

$\sum F$  คือ คะแนนรวมของผู้เรียนจากการทำแบบประเมินใบงานรวม หลังทำใบงานครบทุกใบงาน

N คือ จำนวนผู้เรียนทั้งหมด

A คือ คะแนนเต็มของแบบประเมินใบงานแต่ละใบงาน

B คือ คะแนนเต็มของแบบประเมินใบงานรวม

พบว่า มีความคิดเห็นอยู่ในระดับดีมาก ผลค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.86 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.27 และระดับคุณภาพของแผงทดลองหัวข้อการประเมินที่ได้ระดับคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.00

ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.00 ได้แก่ หัวข้อรายการประเมินที่ (2) มีความสะดวกในการเตรียมการปฏิบัติ (6) มีความสัมพันธ์ของชุดปฏิบัติการทำงานกับใบงาน (11) มีความสะดวกในการดูแลรักษา (12) มีความคงทน แข็งแรง (13) วัสดุที่นำมาใช้มีความเหมาะสม รองลงมาคือ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.80 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.44 ได้แก่ หัวข้อรายการประเมินที่ (1) เหมาะกับระดับผู้เรียน (3)

## 5.2 การวิเคราะห์คุณภาพของใบงาน

ผลการประเมินหาคุณภาพ ด้านใบงาน ประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน เป็นคุณภาพด้านใบงานของชุดปฏิบัติการออฟแอมป์ จำนวน 6 ใบงาน ซึ่งมีรายละเอียดดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับคุณภาพด้านใบงาน

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. มีความยากง่ายของเนื้อหา	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 ตารางกราฟ 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 พบว่าผลการวิเคราะห์หาคุณภาพ โดยผู้เชี่ยวชาญ ด้านใบงาน จำนวน 5 ท่าน สามารถสรุปผลค่าเฉลี่ยรวม ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานรวม และระดับคุณภาพของใบงานการทดลองแต่ละใบงานดังนี้ โดยภาพรวม พบว่ามีความคิดเห็นอยู่ในระดับดีมาก ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.88 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.28 ระดับ

มีการเรียงลำดับเนื้อหาวิชาก่อนหลัง (5) มีความเหมาะสมในการจัดตำแหน่งอุปกรณ์ (7) มีความปลอดภัยในขณะทำการทดลอง (8) สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียน (9) มีรูปร่าง ขนาด เหมาะสม (10) มีวิธีการใช้ไม่ยุ่งยาก ไม่ซับซ้อน ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.60 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.54 (4) นักศึกษามีส่วนร่วมในการใช้อุปกรณ์

คุณภาพของใบงานแต่ละใบงานหัวข้อการประเมินที่ได้ระดับคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.98 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.04 ได้แก่ หัวข้อรายการประเมินที่ (3) รองลงมาคือ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.97 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.15 ได้แก่ หัวข้อรายการประเมินที่ (9) มีคำอธิบายลำดับขั้นการปฏิบัติเข้าใจง่าย (2) มีความถูกต้องของเนื้อหา มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.97 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.07 (1) ใบงานครอบคลุมจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.95 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.11 (8) มีความชัดเจนในการอธิบายแต่ละขั้นตอน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.93 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.15 (4) มีความยากง่ายของเนื้อหา มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.83 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.37 (5) มีความเหมาะสมของลำดับชั้นความรู้ (6) เหมาะสมกับผู้เรียน (11) มีเนื้อหา

ก่อให้เกิดแรงจูงใจต่อการเรียน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.82 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.40 (10) มีรูปวงจรรายการ กราฟ ถูกต้อง (12) มีความสะดวกในการบันทึกค่าต่างๆ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.80 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.44

### 5.3 การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการออปแอมป์

ตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 กับกลุ่มตัวอย่าง เป็นการทดลองที่มีจุดมุ่งหมายเพื่อหาประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการออปแอมป์ โดยทดลองกับนักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 2 สาขาเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคสระบุรี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 20 คนได้ผลดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการออปแอมป์กับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 20 คน

รายการ	จำนวนผู้เรียน	คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ยที่ได้	ร้อยละ	เกณฑ์ร้อยละ
คะแนนจากใบงาน 6 ใบงาน	20	60	989	81.91	80
คะแนนจากใบงานรวม	20	200	3,290	82.25	80

จากตารางที่ 3 พบว่า ชุดปฏิบัติการออปแอมป์ ที่พัฒนาขึ้น นักศึกษาปฏิบัติใบงาน จำนวน 6 ใบงาน ได้คะแนนเฉลี่ย คือ 989 คิดเป็นร้อยละ 81.91 และทำใบงานรวมได้คะแนนเฉลี่ย 3,290 คิดเป็นร้อยละ 82.25 ดังนั้นชุดปฏิบัติการออปแอมป์ มีประสิทธิภาพเท่ากับ 81.91/82.25 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80/80

จากผลการวิจัยเรื่อง การพัฒนาชุดปฏิบัติการออปแอมป์สำหรับการออกแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์ ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นพบว่า ประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการ เป็นไปตามสมมติฐานการวิจัย โดยค่าประสิทธิภาพตัวแรก ( $E_1$ ) ได้คะแนนจากแบบประเมินใบงาน จำนวน 6 ใบงาน คิดเป็นร้อยละ 81.91 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด ร้อยละ 80 และค่าประสิทธิภาพตัวหลัง ( $E_2$ ) ได้จากแบบประเมินใบงานรวม คิดเป็นร้อยละ 82.25 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดร้อยละ 80 จึงยอมรับว่ามีประสิทธิภาพ จากผลการวิจัยค่าประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการที่ได้ในครั้งนี้มีค่าเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด ทั้งนี้สืบเนื่องมาจากองค์ประกอบที่สำคัญหลายประการดังต่อไปนี้

## 6. สรุปผลการวิจัย

6.1 คุณภาพของชุดปฏิบัติการออปแอมป์ ด้านแผนทดลอง ประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก คือ  $\bar{X} = 4.86$ , S.D. = 0.27

6.2 คุณภาพของชุดปฏิบัติการออปแอมป์ ด้านใบงานประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก คือ  $\bar{X} = 4.88$ , S.D. = 0.28

6.3 ประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการออปแอมป์ มีประสิทธิภาพ ( $E_1/E_2$ ) เท่ากับ 82.41/89.58 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80/80

7.1 การทดลองในห้องทดลองเป็นการฝึกปฏิบัติที่มุ่งให้ได้เรียนรู้หลักการ และข้อเท็จจริง ได้ค้นพบเป็นการทบทวนและย้ำว่าข้อเท็จจริงเป็นไปตามที่มีผู้ศึกษาและเป็นการพิสูจน์ทฤษฎีที่ได้ศึกษามา นอกจากนั้นยังมุ่งหวังให้คุ้นเคยกับเครื่องมืออุปกรณ์ต่างๆ อย่างถูกต้องและเหมาะสม เป็นการเริ่มต้นแนวทางประดิษฐ์และการคิดค้นสิ่งใหม่ ๆ ต่อไป (ชัชวาลย์ มุลศรี, 2540)

## 7. อภิปรายผลการวิจัย



7.2 ผลการวิเคราะห์จากแบบประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการออปแอมป์ ด้านแผงทดลอง โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน มีค่าเฉลี่ย 4.86 อยู่ในระดับดีมาก ด้านใบงาน มีค่าเฉลี่ย 4.88 อยู่ในระดับดีมาก สอดคล้องกับงานวิจัยของสุรพงษ์ สิริพงษ์ดี (2546) ที่ทำการวิจัยเรื่อง การออกแบบวงจรและสร้างโมดูลบอร์ดชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC 16F876 พบว่าคุณภาพของชุดปฏิบัติมีค่าเฉลี่ย 4.88 อยู่ในระดับดี แสดงว่าชุดปฏิบัติการที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีคุณภาพเป็นที่ยอมรับของผู้เชี่ยวชาญโดยนำไปใช้ในการจัดเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

7.3 การทดลองหาประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการออปแอมป์กับกลุ่มตัวอย่าง 20 คน ปรากฏว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาทำคะแนนจากประเมินใบงานจำนวน 6 ใบงาน และใบงานรวมโดยคิดเป็นร้อยละ 81.41/82.25 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 และสอดคล้องกับพิพัฒน์ สมใจ (2546) ที่วิจัยเรื่อง “การสร้างและหาประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการวงจรไอซี 555” พบว่าชุดทดลองที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 87.91/89.58 สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 ที่ตั้งไว้ และเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ โดยมีประสิทธิภาพของกระบวนการวัดผลจากคะแนนสอบท้ายการทดลองได้เท่ากับ 87.60 และมีประสิทธิภาพของการทดลองหลังการทดลองครบ 5 ใบงานได้เท่ากับ 83.50 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดและยอมรับว่ามีประสิทธิภาพการทดลองครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้ชุดปฏิบัติการในการเรียนการสอนวิชาการออกแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์ โดยชุดปฏิบัติการช่วยกระตุ้นให้นักศึกษามีความสนใจในการทดลองใบงานจำนวน 6 ใบงาน และนักศึกษาก็จะเกิดการเรียนรู้จากการทดลองด้วยตัวเอง จึงทำให้ผลการเรียนรู้ของการทดลองครั้งนี้สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด

## 8. ข้อเสนอแนะ

### 8.1 ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

ควรมีการต่อยอดการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับเทคโนโลยีชุดปฏิบัติการไปในรายวิชาอื่น ๆ

### 8.2 ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป

ควรมีขยายขอบเขตของประชากรในการวิจัยครั้งต่อไป เพื่อได้เปรียบเทียบข้อมูลที่กว้างขึ้น

## 9. เอกสารอ้างอิง

- กรมวิชาการ. (2542). **พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542**. กรุงเทพฯ: กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ.
- ชัชวาลย์ มูลศรี. (2540). **การพัฒนาชุดประลองสำหรับการสอนภาคปฏิบัติแบบจำลองเรื่องวงจรทรานซิสเตอร์โดยใช้โปรแกรม Pspice Version 6.1 for Windows 3.11**. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- พิพัฒน์ สมใจ. (2546). **การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดปฏิบัติการวงจรออปแอมป์ วิชาปฏิบัติอิเล็กทรอนิกส์ 1 โปรแกรมวิชาอิเล็กทรอนิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรอนุปริญญาสถาบันราชภัฏ กระทรวงศึกษาธิการ**. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- ยุทธพิชัย กล้าหาญ. (2547). **การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดปฏิบัติการวงจรรองความถี่ วิชาออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พ.ศ. 2546**. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- สุรพงษ์ สิริพงษ์ดี. (2546). **การออกแบบวงจรและสร้างโมดูลบอร์ดชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC 16F876**. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.