

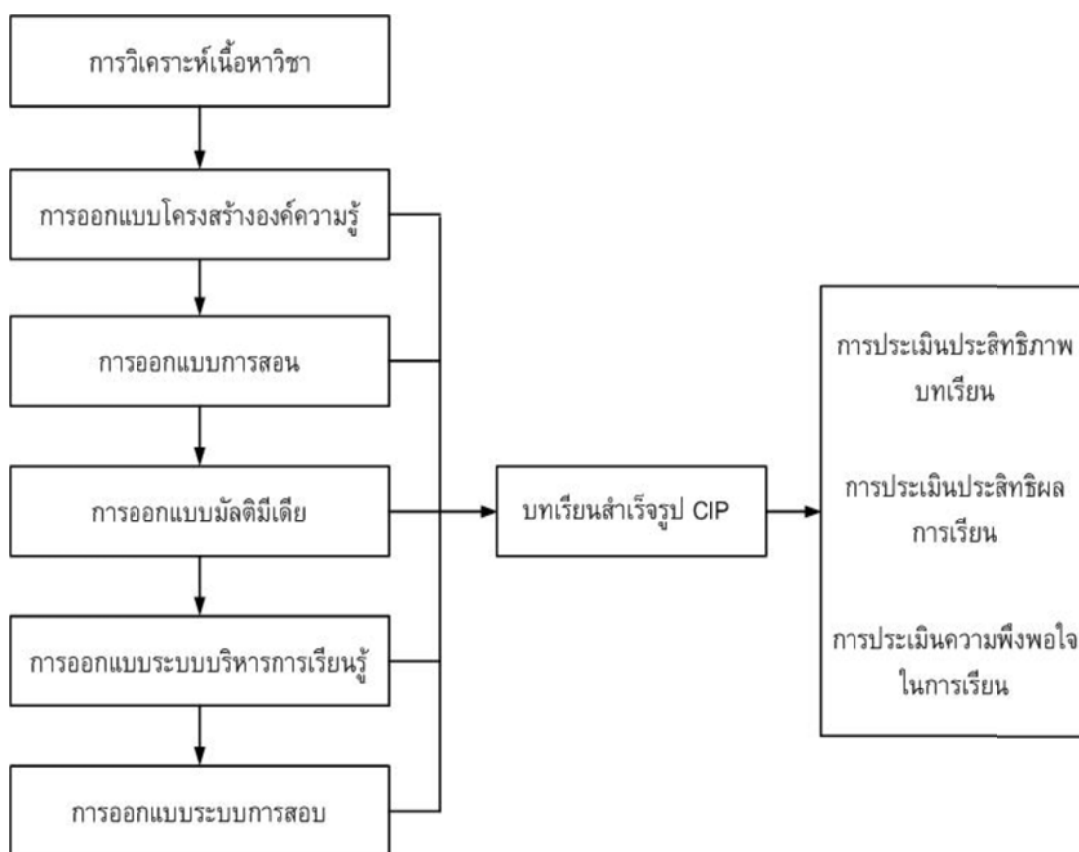
## บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัย การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ การสอน วิชา ออปแอมป์ และลิเนียร์ไอซี มีรายละเอียดวิธีการดำเนินการวิจัยดังต่อไปนี้

- 3.1 กรอบความคิดในการวิจัย
- 3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
- 3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
- 3.4 การทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพและประสิทธิผลของบทเรียนและความพึงพอใจของผู้เรียน
- 3.5 วิธีรวบรวมข้อมูล
- 3.6 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

### 3.1 กรอบความคิดในการวิจัย

การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ การสอน วิชา ออปแอมป์ และลิเนียร์ไอซี ในครั้งนี้ผู้วิจัยได้ยึดขั้นตอนในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ การสอนแบบ IMMCIP (Interactive Multimedia Computer Instruction Package) ตามแนวทางของคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ซึ่งอธิบายกรอบความคิดในการวิจัยได้จากรูปที่ 3.1 ดังนี้



**รูปที่ 3.1** กรอบความคิดในการวิจัยพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอน  
วิชาออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี

1. การวิเคราะห์เนื้อหา จะคำนึงถึงความรู้พื้นฐานของผู้เรียนเป็นหลัก และจะให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหาอีกครั้งหนึ่ง ขั้นตอนนี้จะได้หัวข้อเรื่องเนื้อหาและความสัมพันธ์ก่อนหลังของเนื้อหา

2. การออกแบบโครงสร้างองค์ความรู้ จะเป็นการพิจารณาเนื้อหาที่ได้ผ่านการวิเคราะห์แล้วมาจัดเรียงลำดับเพื่อหาว่าเนื้อหาใดควรเรียนก่อนเรียนหลัง หรือเลือกเรียนเนื้อหาใดก่อนก็ได้ตามความสัมพันธ์หรือที่เกี่ยวข้องกัน

3. การออกแบบการสอน อาศัยหลักการออกแบบบทเรียนของกาเย่น์ มาใช้ ซึ่งจะประกอบไปด้วย การทดสอบก่อนเรียน การนำเข้าสู่บทเรียน การนำเสนอเนื้อหา การเสริมความเข้าใจ การสรุปเนื้อหา และการทดสอบหลังการเรียน และคำนึงถึงโครงสร้างองค์ความรู้ที่ทำการวิเคราะห์มาแล้วด้วย

4. การออกแบบมัลติมีเดีย โดยวิเคราะห์เนื้อหาในแต่ละเรื่องว่าเหมาะสมจะใช้มัลติมีเดียอะไรบ้าง แล้วนำไปใช้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและมัลติมีเดียตรวจสอบอีกครั้ง

5. การออกแบบระบบบริหารการสอน เพื่อใช้ในการควบคุมกระบวนการเรียนของผู้เรียนแต่ละบุคคลจากบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอน

6. การออกแบบระบบการสอบ โดยการออกข้อสอบเพื่อหาคุณภาพของบทเรียน ซึ่งจะออกตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ผ่านการวิเคราะห์จากผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหามาแล้ว และออกข้อสอบไม่น้อยกว่า 3 เท่า จากที่กำหนดตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมแต่ละข้อ จากนั้นจะเก็บลงฐานข้อมูลของคลังข้อสอบ เมื่อต้องการใช้งานก็จะสุ่มออกมาตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมนั้น ๆ

7. บทเรียนสำเร็จรูป CIP เป็นการรวบรวมกรอบความคิดทั้งหมดมาพัฒนาเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอน โดยใช้ซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์ที่เลือกแล้ว

8. การประเมินผล ซึ่งในการประเมินผลจะเป็นการหาคุณภาพของบทเรียน โดยจะหาประสิทธิภาพบทเรียน ประสิทธิภาพการเรียนรู้และความพึงพอใจต่อบทเรียนของผู้เรียนที่มีต่อบทเรียน

## 3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

### 3.2.1 ประชากร

ประชากรในการศึกษาค้างนี้ คือ นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ปีที่ 1 สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคสมุทรสงคราม จำนวน 28 คน

### 3.2.2 กลุ่มตัวอย่าง สามารถแยกได้เป็น 2 ส่วนดังนี้

#### 3.2.2.1 กลุ่มตัวอย่างสำหรับหาคุณภาพเครื่องมือ

**กลุ่มที่ 1** คือ กลุ่มตัวอย่างสำหรับทดลองอ่านเนื้อหาจากเอกสาร บทเรียน เพื่อตรวจสอบสำนวนลักษณะทางภาษา การสื่อความหมาย คือ นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 2 สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคสมุทรสงคราม ที่เคยผ่านการเรียนวิชาออปแอมป์และลิเนียร์ไอซีมาแล้ว จำนวน 10 คน โดยการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบวิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling)

**กลุ่มที่ 2** คือ กลุ่มตัวอย่างสำหรับหาคุณภาพของแบบทดสอบ เพื่อหาค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนกและค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ คือ นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 2 สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคสมุทรสงคราม ที่เคยผ่านการเรียนวิชาออปแอมป์และลิเนียร์ไอซีมาแล้ว จำนวน 20 คน โดยการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบวิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling)

### 3.2.2.2 กลุ่มตัวอย่างสำหรับทดสอบหาประสิทธิภาพของบทเรียน ประสิทธิภาพทางการเรียนรู้และความพึงพอใจของผู้เรียน

**กลุ่มที่ 1** คือ กลุ่มตัวอย่าง สำหรับในการทดสอบกลุ่มย่อย เพื่อตรวจสอบปัญหา ข้อบกพร่องและอุปสรรคที่อาจเกิดขึ้นในการทดลองหาประสิทธิภาพจริง คือนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคสมุทรสงคราม ที่ไม่เคยผ่านการเรียนวิชาออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี จำนวน 10 คน โดยการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบวิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling)

**กลุ่มที่ 2** คือ กลุ่มตัวอย่าง สำหรับหาประสิทธิภาพของบทเรียน ประสิทธิภาพทางการเรียนรู้ของผู้เรียนและความพึงพอใจที่มีต่อการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอนวิชาออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี คือนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคสมุทรสงคราม ที่ไม่เคยผ่านการเรียนวิชาออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี จำนวน 28 คน โดยใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling)

## 3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

### 3.3.1 บทเรียนคอมพิวเตอร์การสอนวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร

การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอนวิชาออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี ได้ดำเนินการสร้างตามขั้นตอนของการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอนแบบ IMMCI : Interactive Multimedia Computer Instruction [2] ซึ่งเป็นรูปแบบการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอนที่เน้นการสอนมีปฏิสัมพันธ์กับบทเรียน เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์และการนำเสนอเนื้อหาสาระผ่านสื่อมัลติมีเดีย (Multimedia) โดยศึกษาปัจจัยต่าง ๆ ได้แก่ รายละเอียดเนื้อหา วัตถุประสงค์ กลุ่มเป้าหมาย วิธีการเรียนและวิธีการสอน สื่อที่ใช้ในการสอน เมื่อพิจารณาปัจจัยดังกล่าวแล้วเห็นว่ามีความเหมาะสมและคุ้มค่ากับการพัฒนาจึงตัดสินใจสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอนโดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

#### 3.3.1.1 การวิเคราะห์เนื้อหาวิชา (Analysis)

##### 1) สร้างแผนภูมิระดมสมอง (Brain Storm Chart)

กระบวนการเพื่อรวบรวมหัวข้อทั้งหมดที่เกี่ยวข้องสัมพันธ์กันขององค์ความรู้ในส่วนของวิชาออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี โดยยึดหลักการตามวิชา ออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี ในหลักสูตรของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการกำหนดไว้ และได้ศึกษาข้อมูลเพิ่มเติม

จากแหล่งความรู้ต่าง ๆ พร้อมทั้งได้สอบถามและสัมภาษณ์ข้อมูลจากผู้เชี่ยวชาญที่สอนในวิชาออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี จากสถานศึกษาที่มีการเรียนการสอนในสาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ จากนั้นจึงสร้างแผนภูมิมะดอมตามหลักสูตรและข้อมูลที่ได้ศึกษามาจึงได้เป็นแผนภูมิมะดอม (Brain Storm Chart) ที่แสดงถึงความคิดที่เป็นรูปธรรมเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในการวิเคราะห์ในขั้นตอนการสร้างแผนภูมิหัวเรื่องสัมพันธ์ขึ้นไป

### 2) สร้างแผนภูมิหัวเรื่องสัมพันธ์ (Concept Chart)

การสร้างแผนภูมิหัวเรื่องสัมพันธ์ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์หัวเรื่องโดยละเอียด เพื่อให้ตรงตามหลักสูตรที่กำหนดไว้และคัดเลือกเฉพาะหัวเรื่องที่เกี่ยวข้องต่อเนื่องกันที่จำเป็น และเหมาะสมสำหรับการนำเสนอบทเรียนวิชาออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี ในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง หลังจากที่ได้หัวเรื่องจากการสร้างแผนภูมิมะดอม (Brain Storm Chart) มาแล้ว ทำให้ทราบหัวข้อที่เป็นพื้นฐาน หัวเรื่องหลัก หัวเรื่องรอง หรือหัวเรื่องสนับสนุน และหัวเรื่องของการประยุกต์ ในการที่จะนำมาสร้างเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอนที่สมบูรณ์ที่สุด

### 3) สร้างแผนภูมิโครงข่ายเนื้อหา (Content Network Chart)

ภายหลังจากได้แผนภูมิหัวเรื่องสัมพันธ์แล้ว นำหัวข้อจากแผนภูมิหัวเรื่องสัมพันธ์มาวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของเนื้อหาแต่ละหัวเรื่องว่ามีลำดับความสัมพันธ์กันอย่างไร มาเขียนลงในแผนภูมิโครงข่ายเนื้อหา (Content Network Chart) เมื่อเขียนเสร็จแล้วผู้วิจัยได้วิเคราะห์ลำดับความสัมพันธ์ของเนื้อหาทั้งหมดอีกครั้งหนึ่งก่อน โดยนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญที่สอนในรายวิชาวิชาออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี ช่วยตรวจสอบแผนภูมิโครงข่ายเนื้อหาอีกครั้ง

#### 3.3.1.2 การออกแบบบทเรียนการสอน

##### 1) กำหนดวิธีการนำเสนอและวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของเนื้อหาแต่ละตอน (Strategic Presentation Plan Cs Behavior Objectives)

หลังจากที่ได้หัวข้อเนื้อหาที่สัมพันธ์ต่อเนื่องกันแล้ว ผู้วิจัยได้นำแผนภูมิโครงข่ายเนื้อหา นั้นมาแบ่งเป็นหน่วยการเรียนย่อย ๆ โดยพิจารณาข้อมูลที่เกี่ยวข้อง คือ พื้นฐานของกลุ่มผู้เรียน เป้าหมาย ลักษณะความยากง่ายของเนื้อหา และเวลาที่ใช้ในการสอนในชั้นเรียนปกติ เมื่อแบ่งเนื้อหาออกเป็นหน่วยการเรียนย่อย ๆ เสร็จแล้ว ได้หน่วยการเรียนจำนวน 6 หน่วยการเรียน ต่อมานำหน่วยการเรียนแต่ละหน่วยมากำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม และเขียนแผนการนำเสนอบทเรียนให้เป็นแผนภูมิลำดับการเรียน (Course Flow Chart)

##### 2) สร้างแผนภูมิการนำเสนอของบทเรียน (Module Presentation Chart)

ขั้นตอนนี้ถือเป็นหัวใจสำคัญของการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอนผู้ทำจะต้องมีการวางแผนการสอนอย่างดี เพื่อคิดแนวทางในการนำเสนอบทเรียนผ่านทางคอมพิวเตอร์โดยเน้นการสอนเนื้อหาสาระให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ของบทเรียนที่ได้ตั้งไว้ ขั้นนี้ผู้วิจัยได้

เขียนวิธีการ การนำเสนอบทเรียนลงในตารางนำเสนอของแต่ละหน่วย โดยมีโครงสร้างของการออกแบบการสอนเหมือนกันประกอบด้วย การนำเข้าสู่บทเรียน การนำเสนอเนื้อหาสาระ การสรุปเนื้อหาสาระ และการทดสอบ ในแต่ละขั้นตอนนั้นผู้วิจัยได้พิจารณาหัวข้อวิธีการนำเสนอ และการใช้สื่ออย่างสอดคล้องกันแล้ว จึงเขียนลงในตารางโดยเน้นการสอนเนื้อหาสาระ ให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ของบทเรียนที่ได้ตั้งไว้

### 3.3.1.3 การพัฒนากรอบเนื้อหาบทเรียน

#### 1) เขียนรายละเอียดเนื้อหาแต่ละกรอบ (Script Development)

ผู้วิจัยได้สร้างกรอบการสอนขึ้นมาใช้ในการเขียนเนื้อหาสาระ สำหรับเนื้อหาสาระที่นำมาพัฒนาเป็นบทเรียนเนื้อหาส่วนใหญ่อ้างอิงจากหนังสือ การออกแบบและผลิตบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอน สำหรับ e – Learning ของไพโรจน์ ติรณนากุล, ไพบุลย์ เกียรติโกมล และเสกสรรค์ เข้มพินิจ ภายในกรอบการสอนมีพื้นที่สำหรับเขียนเนื้อหาที่จะสอน พื้นที่สำหรับระบุเสียงบรรยาย การระบุการจัดเก็บสื่อต่าง ๆ และการนำเสนอหน้าจอ รายละเอียดกรอบการสอน ในการเขียนเนื้อหาลงบนกรอบการสอนจะต้องคำนึงถึงความถูกต้องของเนื้อหาสาระ วิธีการสอน สื่อที่ใช้รวมทั้งการปฏิสัมพันธ์ทางคอมพิวเตอร์สามารถทำได้ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยได้เขียนกรอบการสอนตามหลักการสอนที่ได้ทำไว้ในขั้นการออกแบบบทเรียน เป็นการเขียนรายละเอียดบทเรียนลงบนกรอบ (Frame) ตามแบบฟอร์มที่มีไปที่ละหน่วยจนครบ เพื่อเป็นการร่างแบบของการนำเสนอก่อนการสร้างจริงบนคอมพิวเตอร์ เพื่อทราบแนวทางการนำเสนอและสามารถแก้ไขปรับปรุงให้เหมาะสมได้เป็นกรอบ ๆ ไป ในแต่ละกรอบก็จะต้องมีการกำหนดภาพกราฟิก ภาพเคลื่อนไหว เสียงบรรยายเสียงประกอบ เป็นต้น โดยทำการกำหนดปฏิสัมพันธ์ (Interactive) ไว้ให้สมบูรณ์

#### 2) จัดทำลำดับเนื้อหา (Story Board Development)

ผู้วิจัยได้นำกรอบการสอน (Scripts) มาเรียงลำดับการนำเสนอตามที่ได้วางแผนไว้ โดยตรวจสอบลำดับกรอบการสอนว่ามีกรวางลำดับการเชื่อมโยงเนื้อหาแต่ละกรอบถูกต้อง และเป็นไปตามแผนภูมิโครงข่ายเนื้อหาที่กำหนดไว้หรือไม่

#### 3) เสนอผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาตรวจสอบความถูกต้องและความสมบูรณ์ของเนื้อหา

ผู้วิจัยได้ให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์ในการสอนวิชาอิเล็กทรอนิกส์ ไม่ต่ำกว่า 10 ปี ทำการตรวจสอบความถูกต้องและความสมบูรณ์ของเนื้อหา (Content Validity) รวมถึงความเหมาะสม และความถูกต้องของภาษาที่ใช้ในเนื้อหา โดยมีผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ และให้คำแนะนำจำนวน 3 ท่าน โดยผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบและให้คำแนะนำจำนวน 3 ท่าน ดังนี้

- |                              |                              |
|------------------------------|------------------------------|
| 1. นายอภิศักดิ์ มะกรวัฒนะ    | ครูวิทยาลัยเทคนิคสมุทรสงคราม |
| 2. นายเชษฐา คงพลปาน          | ครูวิทยาลัยเทคนิคสมุทรสงคราม |
| 3. นายวิชัย หงส์ศุภางค์พันธ์ | ครูวิทยาลัยเทคนิคสมุทรสงคราม |

ซึ่งผู้เชี่ยวชาญแต่ละท่านได้ชี้แจงข้อบกพร่องและให้คำแนะนำเพื่อนำมาแก้ไขปรับปรุงข้อบกพร่องของบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอนวิชาอปแอมป์และลิเนียร์ไอซีให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

#### 4) การสร้างแบบทดสอบสำหรับบทเรียนต่าง ๆ

ผู้วิจัยได้พัฒนาแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนรวมทั้งแบบทดสอบของแต่ละหน่วยการเรียนรู้โดยอาศัยหลักการของการสร้างแบบทดสอบในการวัดผล และนำมาวิเคราะห์หาค่าความยากง่ายค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ มีรายละเอียดขั้นตอนการพัฒนาแบบทดสอบดังนี้

##### 4.1 แบบทดสอบหาประสิทธิภาพและประสิทธิผล

แบบทดสอบผู้วิจัยได้ใช้แบบทดสอบที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือแบบทดสอบก่อนเรียน และแบบทดสอบหลังเรียน โดยแบบทดสอบที่สร้างขึ้นนี้เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือกเพื่อให้เหมาะสมกับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

##### 4.1.1 การสร้างแบบทดสอบแต่ละหน่วยเรียน

ผู้วิจัยได้นำวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม และตัวบทเรียน (กรอบการสอน) ไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา กำหนดค่าน้ำหนักเพื่อหาจำนวนข้อสอบ ผู้วิจัยได้ออกข้อสอบตามระดับพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย (Cognitive Domain) ให้สอดคล้องกับระดับของการเรียนรู้ด้านต่าง ๆ 6 ด้าน คือ ความรู้ ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า

(1) กำหนดรูปแบบของข้อคำถามและศึกษาวิธีการเขียนข้อสอบ ผู้วิจัยเลือกสร้างแบบทดสอบเป็นแบบเลือกตอบ ชนิด 4 ตัวเลือก หลักในการคิดคะแนน คือ ผู้เรียนตอบถูกได้ 1 คะแนน ถ้าตอบผิดได้ 0 คะแนน

(2) เขียนแบบทดสอบ ผู้วิจัยได้ดำเนินการเขียนแบบทดสอบตามจุดประสงค์ เชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้ ในการเขียนยึดหลักการเขียนแบบทดสอบประเภทเลือกตอบ ในขั้นนี้ผู้วิจัยได้สร้างแบบทดสอบจำนวน 40 ข้อเพื่อสำรองในกรณี นำไปหาคุณภาพแล้วข้อสอบส่วนหนึ่งอาจจะไม่ผ่านตามเกณฑ์

(3) ตรวจสอบข้อสอบ คือนำข้อสอบที่ได้เขียนไว้แล้วมาพิจารณาบททวนอีกครั้งหนึ่ง โดยพิจารณาความถูกต้องว่าสามารถวัดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ต้องการได้หรือไม่ ภาษาที่ใช้เข้าใจชัดเจนหรือไม่ ตัวถูก ตัวลวง เหมาะสมเข้าเกณฑ์หรือไม่ และทำการแก้ไขปรับปรุงให้

เหมาะสมยิ่งขึ้น

(4) นำแบบทดสอบให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา และด้านการวัดผลทางการศึกษา ตรวจสอบ ผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา และด้านการวัดผลทางการศึกษา ตรวจสอบ นำข้อเสนอแนะต่าง ๆ ของผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา และด้านการวัดผลทางการศึกษา ตรวจสอบ และนำข้อเสนอแนะต่าง ๆ ของผู้เชี่ยวชาญมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญเพื่อให้เกิดความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

(5) การพิจารณาความเที่ยงตรงตามเนื้อหาของแบบทดสอบ ผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาวิชา ซึ่งเป็นผู้ที่มีประสบการณ์ในการสอน และทำงานด้านงานวิเคราะห์ และออกแบบระบบเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจแบบทดสอบ

(6) การพิจารณาความเที่ยงตรงตามเนื้อหาของแบบทดสอบ ผู้วิจัยได้มีการพิจารณาความเที่ยงตรงตามเนื้อหาของแบบทดสอบตามวิธีของ โรวินेलลี (Rovinelli) และแฮมเบิลตัน (Hambleton) โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนความสอดคล้องของข้อสอบแต่ละข้อกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมไว้ดังนี้

คะแนน	+1	เมื่อมีความเที่ยงตรงตามเนื้อหาและตามโครงสร้าง
คะแนน	0	เมื่อไม่แน่ใจ
คะแนน	-1	เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามไม่ตรงตามเนื้อหาและโครงสร้าง

จากนั้นนำมาหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ถ้าได้ค่า IOC มากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 แสดงว่าข้อคำถามนั้นเป็นข้อคำถามที่มีความเที่ยงตรงตามเนื้อหา ถ้าได้ค่า IOC น้อยกว่า 0.5 ให้นำข้อคำถามนั้นไปปรับปรุงใหม่

(7) พิมพ์แบบทดสอบฉบับทดลอง ผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบทั้งหมดที่ผ่านเกณฑ์ หรือมีค่า IOC เท่ากับหรือมากกว่า 0.5 ขึ้นไป มาพิมพ์เป็นแบบทดสอบ โดยมีค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับแบบทดสอบ วิธีการตอบ จัดวางรูปแบบการพิมพ์ให้เหมาะสม

(8) นำแบบทดสอบหาคคุณภาพ หลังจากปรับปรุงแก้ไขแบบทดสอบตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญแล้ว จึงนำแบบทดสอบไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ปีที่ 2 สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคสมุทรสงคราม จำนวน 20 คน โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นผู้ที่เคยผ่านการเรียนวิชาออปแอมป์และลีนีเยร์ไอซีมาแล้ว จากนั้นจึงนำแบบทดสอบที่ผ่านกระบวนการทดสอบแล้วมาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (P) ค่าอำนาจจำแนก (D) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยมีวิธีการวิเคราะห์ดังนี้

- นำแบบทดสอบมาวิเคราะห์หาค่าดัชนีความง่ายของแบบทดสอบ โดยพิจารณาข้อสอบที่มีความง่ายในช่วงระหว่าง 0.20 - 0.80
- นำแบบทดสอบมาวิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนก โดยพิจารณาข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนกมากกว่า 0.20 และตัดแบบทดสอบที่ไม่ได้ตามเกณฑ์ออก
- วิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นโดยคำนวณหาค่าประสิทธิภาพความเชื่อมั่นที่อยู่ในเกณฑ์ที่ใช้ได้จะต้องมีค่าไม่ต่ำกว่า 0.70 ขั้นตอนนี้ผู้วิจัยได้เลือกสูตรของคูเคอร์ริชาร์ดสัน สูตรที่ 20 เนื่องจากมีค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นสูงกว่าสูตรคูเคอร์ริชาร์ดสัน สูตรที่ 21

(9) พิมพ์แบบทดสอบฉบับจริง นำข้อสอบที่มีคุณภาพเข้าเกณฑ์มาพิมพ์เป็นแบบทดสอบฉบับจริง โดยพิมพ์ไว้ในบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอนที่สร้างขึ้น โดยเน้นรูปแบบการพิมพ์ที่ประณีต และความถูกต้อง มีคำชี้แจงละเอียดชัดเจนเข้าใจง่าย โดยแบบทดสอบในคลังข้อสอบมีจำนวนข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์ 30 ข้อ โดยจัดเก็บไว้ในคลังข้อสอบ โดยแบบทดสอบดังกล่าวถือว่าเป็นแบบทดสอบคู่ขนานกัน

#### 4.1.2 จัดทำแบบทดสอบก่อนเรียนและแบบทดสอบหลังเรียน

จากการที่ผู้วิจัยได้มีการพิมพ์แบบทดสอบทั้งหมด 30 ข้อ ซึ่งเป็นแบบทดสอบของหน่วยการเรียนรู้ทั้ง 2 หน่วยการเรียนรู้ไว้ในลักษณะของคลังข้อสอบ ซึ่งการพิมพ์แบบทดสอบในคลังข้อสอบนี้จะมีการเก็บแยกตามหน่วยการเรียนรู้ และในแต่ละหน่วยการเรียนนั้นจะมีการแยกตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม เพื่อให้การสุ่มข้อสอบจากคลังข้อสอบนั้นไม่เกิดสุ่มจากหน่วยการเรียนรู้ใดหน่วยการเรียนรู้หนึ่งหรือจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมจุดใดจุดหนึ่งมากเกินไป ซึ่งในการจัดทำแบบทดสอบก่อนเรียนและแบบทดสอบหลังเรียนได้ใช้วิธีการสุ่มข้อสอบจากคลังข้อสอบที่จัดเก็บนี้ โดยมีการสุ่มจากหน่วยการเรียนรู้และในหน่วยการเรียนสุ่มตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้ ซึ่งจำนวนข้อสอบที่สุ่มขึ้นมาเป็นแบบทดสอบก่อนเรียนนั้นมีจำนวน 30 ข้อ และสุ่มขึ้นมาเป็นแบบทดสอบหลังเรียนจำนวน 30 ข้อเช่นกัน โดยแบบทดสอบดังกล่าวถือว่าเป็นแบบทดสอบคู่ขนานกัน

### 4.2 การสร้างแบบประเมินคุณภาพด้านมัลติมีเดียโดยผู้เชี่ยวชาญ มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

#### 4.2.1 รวบรวมข้อมูล และศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง

เพื่อกำหนดเป็นแนวทางในการสร้างแบบประเมินคุณภาพมัลติมีเดีย ผู้วิจัยได้ขอคำปรึกษาจากผู้เชี่ยวชาญ และศึกษาเกี่ยวกับหลักเกณฑ์ในการตรวจสอบคุณภาพมัลติมีเดียของบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอน ซึ่งได้เน้นการตรวจสอบตัวบทเรียนทางด้านคุณภาพของสื่อทำให้สามารถแบ่งเกณฑ์การประเมินออกเป็น 5 ด้าน หลัก ๆ คือ 1. ด้านองค์ประกอบหน้าจอ ได้แก่ ความเหมาะสมของการใช้สีพื้น การใช้ภาพพื้น การจัดวางรูปแบบบนหน้าจอ ความเหมาะสมของปุ่มที่ใช้ในการควบคุมบทเรียน 2. ด้านตัวอักษร ได้แก่ ความเหมาะสมของรูปแบบตัวอักษรขนาดตัวอักษร สีตัวอักษร และจำนวนอักษรที่ใช้ในแต่ละกรอบการเรียนของบทเรียนคอมพิวเตอร์การ

สอน 3. ด้านภาพประกอบเนื้อหาของแต่ละหน่วยการเรียนรู้ ได้แก่ ความเหมาะสมและความน่าสนใจของภาพที่ใช้ในการนำเสนอ ความเหมาะสมของการจัดวางตำแหน่งของภาพ จำนวนภาพ ขนาดของภาพ รวมถึงความเหมาะสมในการใช้ภาพเคลื่อนไหว 4. ด้านเสียงและภาษา ได้แก่ ความถูกต้อง ความชัดเจน ระดับความดังของเสียงที่ใช้บรรยาย และความเหมาะสมของเสียงดนตรีที่ใช้ประกอบในบทเรียน 5. ด้านเวลาและปฏิสัมพันธ์ ได้แก่ ความเหมาะสมของเวลาในการนำเสนอ บทเรียนในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ และความเหมาะสมของการให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับบทเรียน

### 3.3.1.4 การพัฒนาบทเรียน

1) เลือกซอฟต์แวร์เพื่อใช้ในการสร้างบทเรียนสำเร็จรูปคอมพิวเตอร์ การเลือกซอฟต์แวร์เพื่อใช้ในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอน ผู้วิจัยได้เลือกโปรแกรมที่ใช้ในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอน โดยพิจารณาโปรแกรมที่สามารถตอบสนอง ความต้องการของผู้วิจัยเพื่อเตรียมพัฒนาบทเรียนซึ่งได้แก่

1.1 Macromedia Author ware Version7 เป็นซอฟต์แวร์หลักในการสร้างบทเรียน

1.2 Adobe Photoshop CS2 และ Adobe Illustration 10 เป็นเครื่องมือช่วยในการสร้างภาพกราฟิก

1.3 Adobe Flash 8 ใช้ในการสร้างรูปแบบตัวอักษรและภาพเคลื่อนไหว

1.4 Adobe Audition 1.5 ใช้ในการบันทึกเสียง

1.5 Microsoft Word 2007 ใช้สร้างข้อความ

2) จัดเตรียมทรัพยากรต่าง ๆ ที่ต้องการใช้ ผู้วิจัยได้จัดเตรียมสื่อต่าง ๆ ที่จะนำมาใช้ในการผลิตบทเรียนเริ่มจากการแยกแยะสื่อแต่ละชนิด ได้แก่ ข้อความ ภาพนิ่ง ภาพวิดีโอ และเสียงออกจากรอบ การสอนเพื่อให้ทราบว่าจำเป็นต้องผลิตสื่ออะไรบ้าง และผลิตสื่อการสอนที่จัดไว้ ในขั้นตอนนี้ ผู้วิจัยได้ให้ผู้เชี่ยวชาญด้านมัลติมีเดียช่วยตรวจสอบคุณภาพของสื่อเป็นระยะ ๆ ก็จะได้สื่อพร้อมที่จะประกอบลงในโปรแกรม

3) สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ โดยการนำสื่อต่าง ๆ ที่เตรียมพร้อมไว้แล้วนำมาทำการสร้างเป็นบทเรียนสำเร็จรูปในคอมพิวเตอร์ตามกรอบการสอนที่ได้ออกแบบไว้

### 3.3.1.5 การประเมินผลการเรียน (Evaluation)

1) การตรวจสอบคุณภาพ (Quality Evaluation) โดยคณะผู้เชี่ยวชาญด้านเทคนิคการนำเสนอ เนื้อหาบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอนและมัลติมีเดีย เพื่อการดำเนินการแก้ไขให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น โดยจะดำเนินการตรวจสอบและประเมินผลคุณภาพด้านมัลติมีเดียของบทเรียน ได้แก่ คุณภาพตัวอักษร ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว เสียง การปฏิสัมพันธ์ และอื่นๆ โดยใช้แบบประเมินคุณภาพด้านมัลติมีเดียเป็นที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น เป็นเครื่องมือในการประเมินคุณภาพของบทเรียนหลังจากที่ผู้เชี่ยวชาญได้

ดำเนินการตรวจสอบเรียบร้อยแล้ว ก็จะนำข้อบกพร่องและข้อเสนอแนะมาแก้ไขปรับปรุงคุณภาพด้านมัลติมีเดียของบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอนวิชาอปแอมป์และลิเนียร์ไอซีให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

2) จัดทำคู่มือ (User Manual) การใช้บทเรียน จัดทำคู่มือการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์การสอนวิชาอปแอมป์และลิเนียร์ไอซี เพื่อเป็นแนวทางการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์การสอน

3) ประเมินคุณภาพของโปรแกรมด้านมัลติมีเดียและตรวจสอบความถูกต้องของคู่มือ ผู้วิจัยได้นำโปรแกรมที่สร้างขึ้นพร้อมคู่มือการใช้ไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีทางการศึกษาและผู้เชี่ยวชาญด้านกราฟิกและมัลติมีเดียทางคอมพิวเตอร์การสอน ตรวจสอบ และประเมินคุณภาพสำหรับบทเรียนโดยมีการพิจารณาด้านมัลติมีเดีย (Multimedia) ได้แก่ คุณภาพด้านข้อความ (text) รูปภาพ (Image) ภาพเคลื่อนไหว (Animation) เสียง (Audio) และการปฏิสัมพันธ์ (Interactive) ในส่วนของคู่มือพิจารณาความถูกต้องของวิธีการนำเสนอและการสื่อความหมาย จากนั้นนำข้อบกพร่องและข้อแนะนำมาแก้ไขปรับปรุงให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น โดยมีผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ จำนวน 3 ท่าน ดังนี้

1. นายปรเมศร์                      ผ่องศิริ                      ครูวิทยาลัยเทคนิคสมุทรสงคราม
2. นางสาวจันทร์เพ็ญ            งามพรม                      ครูวิทยาลัยเทคนิคสมุทรสงคราม
3. นายปีติกร                      จำอ่อน                      ครูวิทยาลัยเทคนิคสมุทรสงคราม

4) ทดสอบบทเรียนกับกลุ่มย่อยก่อนมีการทดสอบจริง ผู้วิจัยได้นำบทเรียนพร้อมคู่มือไปทดสอบกลุ่มย่อยกับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคสมุทรสงคราม จำนวน 10 คน เพื่อหาเวลาที่เหมาะสมตรวจสอบปัญหาข้อบกพร่องและอุปสรรคที่อาจเกิดขึ้นในการทดลองหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอนจริง ผู้วิจัยให้ผู้เรียนเริ่มทำแบบทดสอบก่อนเรียน หลังจากนั้นจึงให้เรียนเนื้อหาสาระแต่ละหน่วยเรียนภายใต้ความดูแลของผู้วิจัย เมื่อศึกษาจนจบหน่วยเรียนแล้วจึงให้ทำแบบทดสอบท้ายหน่วยเรียน ทำเช่นนี้ไปจนครบทั้ง 2 หน่วยการเรียน และทำการทดสอบหลังเรียนอีกครั้งหนึ่ง

5) ทดลองภาคสนาม การทดลองภาคสนามมีวัตถุประสงค์ เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอนที่สร้างขึ้นและหาประสิทธิผลของการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการโดยใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 2 สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคสมุทรสงคราม จำนวน 20 คน โดยเริ่มจากผู้วิจัยทำการติดตั้งบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอนลงบนเครื่องคอมพิวเตอร์ พร้อมแนะนำขั้นตอนการทดลองและวิธีการศึกษาแก่กลุ่มตัวอย่างแล้วจึงให้เริ่มทำแบบทดสอบก่อนเรียน หลังจากนั้นจึงให้เรียนเนื้อหาสาระแต่ละหน่วยใช้เวลาทดลองสัปดาห์ละ 1 หน่วยการเรียน พร้อมทั้งให้ทำแบบทดสอบท้ายหน่วยการเรียนแต่ละหน่วย เมื่อครบทั้ง 2 หน่วยแล้ว จึงให้กลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบหลังเรียน หลังจากนั้นนำผลการทดลองไปวิเคราะห์และสรุปผล

### 3.3.2 แบบทดสอบหาประสิทธิภาพและประสิทธิผล

การดำเนินการทดลองกระบวนการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอน เพื่อตรวจสอบปัญหาและอุปสรรคที่อาจเกิดขึ้นได้ในการทดลอง เพื่อหาประสิทธิภาพจริง โดยให้กลุ่มตัวอย่าง นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคสมุทรสงคราม จำนวน 10 คน ทดลองเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่สร้างขึ้น สังเกตและสอบถามปัญหาหรืออุปสรรคที่เกิดขึ้นในขณะทดลองเรียนบทเรียน ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลไว้เพื่อแก้ไขและปรับปรุงกระบวนการทดลองจริง ในขั้นตอนการทดลองจริงเพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนที่ได้จากบทเรียน

#### 3.3.2.1 แบบทดสอบหน่วยย่อยและแบบทดสอบท้ายหน่วย เพื่อหาประสิทธิภาพ $E_1/E_2$

การหาค่าประสิทธิภาพของ CIP (CIP Efficiency) ของบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอน วิชาออปแอมป์ และลิเนียร์ไอซี กำหนดได้จากสูตร  $E_1 / E_2$  โดยกำหนดเกณฑ์ไว้ที่ 80 / 80 โดยที่

**80** ตัวแรก เป็นค่าร้อยละเฉลี่ยของประสิทธิภาพกระบวนการเรียนของบทเรียนที่ได้จากคะแนนการ ทดสอบเมื่อเรียนจบแต่ละหน่วยเรียน

**80** ตัวหลัง เป็นค่าร้อยละเฉลี่ยของคะแนนจากการทดสอบหลังเรียนเมื่อเรียนครบทุกหน่วยเรียน หรือ เรียนจบบทเรียน ซึ่งมีสูตรในการหาค่าดังนี้

$$\text{สูตร } E_1 = \frac{\sum_{i=1}^m E_{li}}{M}$$

$$\text{สูตร } E_2 = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{\frac{n}{B}} \times 100$$

โดยที่

$E_1$  หมายถึง ประสิทธิภาพของบทเรียนระหว่างกระบวนการเป็นค่าเฉลี่ยของประสิทธิภาพหน่วยการเรียนย่อยทั้งหมด

$E_{li}$  หมายถึง ประสิทธิภาพจากการทดสอบระหว่างเรียนของหน่วยการเรียนย่อยที่ I คิดจากร้อยละของคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการทำแบบทดสอบหลังเรียนหน่วยย่อยที่ I ของนักเรียนทั้งหมด

$E_2$  หมายถึง ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์หลังการเรียนครบทั้งวิชาคิดจากร้อยละของคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการทำแบบทดสอบหลังเรียนครบทุกหน่วยการเรียนหรือการทดสอบหลังเรียน

$$\text{สูตร } E_{li} = \frac{\sum_{j=1}^n X_j}{nA_i} \times 100$$

โดยที่	$X_j$	หมายถึง	คะแนนรวมของนักเรียนคนที่ $j$ ระหว่างเรียนหน่วยเรียนที่ $i$
	$A_i$	หมายถึง	คะแนนเต็มของแบบทดสอบหน่วยเรียนที่ $i$
	$B$	หมายถึง	คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังบทเรียน หรือ Posttest
	$n$	หมายถึง	จำนวนนักเรียนทั้งหมด
	$M$	หมายถึง	จำนวนหน่วยการเรียนรู้ในวิชานั้น

3.2.2.2 แบบทดสอบก่อนเรียนและแบบทดสอบหลังเรียน เพื่อหาประสิทธิภาพการเรียนรู้จากบทเรียน การหาประสิทธิภาพการเรียนรู้ CIP (CIP Effectiveness) ของบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอนออนไลน์ และลิเนียร์ไอซี คำนวณได้จากสูตร ประสิทธิภาพทางการเรียนรู้ของผู้เรียน  $E_{post} - E_{pre} \geq 60$

โดยที่

$E_{post}$  เท่ากับ ระดับประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอนหลังการเรียนครบทั้ง วิชา คิดจากค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ที่ได้จากการทำแบบทดสอบหลังเรียนครบทุกหน่วยการเรียนรู้หรือการทดสอบหลังเรียน ( $E_2$ )

$E_{pre}$  เท่ากับ ระดับประสิทธิภาพของผู้เรียนก่อนการเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอน คิดจากค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ที่ได้จากการทำแบบทดสอบก่อนเรียน

$$\text{สูตร } E_{post} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{nB} \times 100$$

โดยที่	$x_i$	หมายถึง	คะแนนสอบหลังเรียนของผู้เรียนคนที่ $i$
	$n$	หมายถึง	จำนวนนักเรียนทั้งหมด
	$B$	หมายถึง	คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน

$$\text{สูตร } E_{post} = \frac{\sum_{k=1}^n x_k}{nC} \times 100$$

โดยที่	$X_k$	หมายถึง	คะแนนก่อนเรียนของผู้เรียนคนที่ $k$
	$n$	หมายถึง	จำนวนนักเรียนทั้งหมด
	$C$	หมายถึง	คะแนนเต็มของแบบทดสอบก่อนเรียน

เมื่อหาค่า  $E_{post}$  และ  $E_{pre}$  แล้วจะต้องหาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ของทั้งสองด้วย เพื่อที่ใช้ตรวจสอบความใกล้เคียงกันทั้งสองค่า ซึ่งไม่น่าจะมีความใกล้เคียงกัน หากบทเรียนนั้นพัฒนาอย่างมีประสิทธิภาพผลของการเรียนมากกว่า 60 ขึ้นไป

### 3.4 การทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพและประสิทธิผลของบทเรียน และความพึงพอใจของผู้เรียน

#### 3.4.1 วิธีทำการทดสอบกระบวนการหาประสิทธิภาพของบทเรียน

วิธีการดำเนินการทดลองกระบวนการหาประสิทธิภาพของบทเรียนเพื่อตรวจสอบปัญหาและอุปสรรคที่อาจเกิดขึ้นได้ ในการทดสอบเพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนจริง โดยได้ให้กลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคสมุทรสงคราม ที่ไม่เคยผ่านการเรียน ออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี จำนวน 10 คน เป็นผู้ทดลองเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่สร้างขึ้นก่อน พร้อมทั้งผู้วิจัยได้สังเกตและสอบถามปัญหาหรืออุปสรรคที่เกิดขึ้นในขณะทดลองเรียนบทเรียน ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลไว้เพื่อนำไปแก้ไขและปรับปรุงกระบวนการทดลองในขั้นตอนการทดลองจริง เพื่อจะได้้นำผลที่ได้ไปหาประสิทธิภาพของบทเรียนและประสิทธิผลทางการเรียนที่ได้จากบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอน

#### 3.4.2 วิธีดำเนินการทดสอบเพื่อหาประสิทธิผลทางการเรียน

วิธีการดำเนินการทดสอบเพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอนที่สร้างขึ้น และประสิทธิผลทางการเรียนของผู้เรียนที่ใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์การสอน โดยนำบทเรียนไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่างที่เลือกไว้ คือ นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคสมุทรสงคราม ที่ไม่เคยผ่านการเรียนวิชาออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี จำนวน 28 คน มีขั้นตอน ดังนี้

**ขั้นที่ 1** ผู้วิจัยแนะนำความรู้และวิธีการใช้บทเรียน เพื่อสร้างทักษะในการใช้คอมพิวเตอร์ให้แก่กลุ่มตัวอย่าง หลังจากนั้นแนะนำวิธีการเริ่มเรียนบทเรียน วิธีการเรียน การควบคุมบทเรียน ลักษณะของการปฏิสัมพันธ์กับบทเรียนการปรับระดับเสียงของคอมพิวเตอร์ในขณะที่เรียนบทเรียน การนำเข้าสู่เนื้อหาย่อ วิธีการทำแบบทดสอบแต่ละหน่วยการเรียนรู้ และการเลิกเรียนบทเรียน

**ขั้นที่ 2** ทดสอบก่อนเรียน (Pretest) ผู้วิจัยให้กลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบก่อนเรียนด้วยแบบทดสอบแบบตัวเลือกตอบ จำนวน 30 ข้อ เพื่อรวบรวมคะแนนสอบก่อนเรียน (Pretest) โดยกำหนดเวลาทำแบบทดสอบทั้งหมด 30 นาที เมื่อทำแบบทดสอบเสร็จแล้ว ผู้วิจัยได้เก็บคะแนนสอบก่อนเรียน (Pretest) ของแต่ละคนไว้ เพื่อนำข้อมูลและคะแนนที่ได้ไปวิเคราะห์หาประสิทธิภาพทางการเรียนของผู้เรียนต่อไป

**ขั้นที่ 3** ให้กลุ่มตัวอย่างทดลองเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ ครั้งละ 1 หน่วยการเรียนรู้ จบครบทั้ง 2 หน่วยการเรียนรู้ โดยใช้เวลาเรียนหน่วยที่ 1-2 หน่วยการเรียนรู้ละ 30 นาทีตามลำดับ เมื่อเรียนจบบทเรียนแต่ละหน่วยการเรียนรู้แล้ว ให้กลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบท้ายหน่วยการเรียนรู้ โดยใช้เวลาในการทดสอบ 30 นาที และความถี่ในการทดลองวันละ 1 หน่วยการเรียนรู้ ทดลองจนครบ 2 หน่วยการเรียนรู้ หลังจากนั้นผู้วิจัยนำผลการทดสอบมาจัดเก็บ โดยแยกเป็นคะแนนสอบแต่ละหน่วยการเรียนรู้ของผู้เรียนแต่ละคนไว้ เพื่อนำข้อมูลไปวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนต่อไป

**ขั้นที่ 4** ทดสอบหลังเรียน (Posttest) เมื่อเรียนจบทุกหน่วยการเรียนรู้แล้ว ให้กลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบหลังเรียน (Posttest) จำนวน 30 ข้อ แบบทดสอบที่ใช้เป็นแบบทดสอบคู่ขนานกับแบบทดสอบก่อนเรียน เมื่อทำแบบทดสอบเสร็จแล้ว เก็บคะแนนสอบหลังเรียน (Posttest) ของแต่ละคนไว้ เพื่อนำข้อมูลคะแนนที่ได้ไปวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของการเรียนรู้จากบทเรียนต่อไป

### 3.4.3 วิธีดำเนินการเพื่อหาความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอน

1. วิธีดำเนินการเก็บข้อมูลความพึงพอใจของผู้เรียนต่อการใช้บทเรียน โดยการแจกแบบประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอน วิชาอปแอมป์และลิเนียร์ไอซี ให้กลุ่มตัวอย่างตอบหลังจากที่ได้ศึกษาบทเรียนครบทุกหน่วยการเรียนรู้แล้ว
2. การสรุปผลความคิดเห็นของผู้เรียนต่อการใช้บทเรียน นำแบบประเมินความพึงพอใจของผู้เรียน ที่กลุ่มตัวอย่างตอบมาทำการสรุปผลความพึงพอใจที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอนวิชา วิชาอปแอมป์และลิเนียร์ไอซี โดยการหาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

## 3.5 วิธีรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัย ได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล ตามขั้นตอน ดังนี้

1. ดำเนินการหาคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยการประเมินตามแบบประเมินของผู้ทรงคุณวุฒิ

- 1.1 นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ให้ผู้ทรงคุณวุฒิทดลองใช้และตอบแบบประเมิน
- 1.2 นำผลที่ได้ไปวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ
2. การดำเนินการวัดประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
  - 2.1 ผู้รายงานอธิบายวิธีการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอน
  - 2.2 ให้ผู้เรียน เรียนรู้ตามกิจกรรมการเรียนการสอนที่กำหนดด้วยตนเองตามลำดับขั้นตอนของบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอน เมื่อเสร็จสิ้นการเรียนให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบย่อย ( $E_1$ )
  - 2.3 เมื่อเสร็จสิ้นการเรียน ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังจากเรียนจบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ( $E_2$ )
  - 2.4 นำผลที่ได้ไปวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ ( $E_1 : E_2$ )
3. การดำเนินการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้
  - 3.1 ผู้รายงานอธิบายวิธีการทำแบบทดสอบก่อนเรียน
  - 3.2 ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบ เพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียน (Pre – Test)
  - 3.3 หลังจากนั้นผู้รายงานอธิบายวิธีการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
  - 3.4 ให้ผู้เรียน เรียนรู้ด้วยตนเองตามลำดับขั้นตอนของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
  - 3.5 ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์หลังจากเรียนจบบทเรียน (Post – Test) และทำแบบประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
  - 3.6 นำข้อมูลก่อน และหลังเรียนมาหาค่าทางสถิติ

### 3.6 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

#### 3.6.1 การวิเคราะห์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การวิเคราะห์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของบทเรียน ใช้การวิเคราะห์ หาค่าความเที่ยงตรงของแบบทดสอบ หาค่าระดับความยากของแบบทดสอบ หาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ และหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยผู้วิจัยให้กลุ่มทดสอบเครื่องมือซึ่งคือนักศึกษาระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 2 สาขาวิชา อิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคสมุทรสงคราม ที่เคยผ่านการเรียนวิชาออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี มาแล้วจำนวน 20 คน ทำแบบทดสอบ ซึ่งใช้สถิติในการวิเคราะห์ดังนี้

##### 3.6.1.1 หาค่าความเที่ยงตรงของแบบทดสอบ

ค่าความเที่ยงตรง (Index of Consistency-IOC) เป็นคุณภาพของแบบทดสอบที่สามารถวัดได้ตรงตามลักษณะหรือจุดประสงค์ที่จะวัด ซึ่งเป็นคุณสมบัติที่สำคัญมากของแบบทดสอบ ในขั้นตอนนี้จะให้

คณะกรรมการผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาวิชาพิจารณาว่า ข้อสอบแต่ละข้อนั้นสามารถวัดได้ตรงตามตารางวิเคราะห์รายละเอียดหรือไม่ ซึ่งเป็นการวิเคราะห์ดัชนีความเที่ยงตรง (Index of Consistency) โดยผู้เชี่ยวชาญพิจารณาความเที่ยงตรงตามเนื้อหา นำจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมและข้อสอบที่วัดแต่ละจุดประสงค์ เชิงพฤติกรรมไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดผลและด้านเนื้อหา พิจารณาแบบทดสอบแบบเลือกตอบ จำนวน 40 ข้อ ซึ่งผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดผลและด้านเนื้อหาจะพิจารณาว่าข้อสอบวัดได้ตรงตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมหรือไม่ ถ้าแน่ใจว่าตรงจะกาเครื่องหมายถูกในช่อง +1 ถ้าแน่ใจว่าไม่ตรงจะกาเครื่องหมายถูกในช่อง -1 และถ้าไม่แน่ใจว่าตรงหรือไม่จะกาเครื่องหมายถูกในช่อง 0 [32]โดยใช้สูตรทางสถิติดังนี้

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

เมื่อ	IOC	หมายถึง	ดัชนีความเที่ยงตรงระหว่างข้อคำถามกับ จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของเนื้อหา
	R	หมายถึง	ผลรวมของคะแนนความพึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญ
	N	หมายถึง	จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

หลังจากผู้เชี่ยวชาญพิจารณาเสร็จแล้ว นำมาหาค่าเฉลี่ยแล้วเทียบกับเกณฑ์ ดังนี้ ค่าเฉลี่ยมากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 หมายถึง เป็นข้อสอบที่มีความเที่ยงตรงตามเนื้อหา เพราะวัดตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ต้องการจริงค่าเฉลี่ยน้อยกว่า 0.5 หมายถึง เป็นข้อสอบที่ต้องตัดทิ้งหรือแก้ไข เพราะไม่ได้วัดตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ต้องการ

### 3.6.1.2 การหาค่าระดับความยาก (P) ของแบบทดสอบ

ค่าระดับความยาก (Difficulty) ของแบบทดสอบ เป็นค่าแสดงถึงร้อยละหรือสัดส่วนของผู้ที่ตอบข้อสอบนั้นถูกหรือที่เลือกตอบคำตอบนั้น เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ P ระดับความยาก มีค่าตั้งแต่ 0 ถึง 100 หรือ 0.00 หรือ 1.00 (กรณีใช้ระบบสัดส่วน) ค่าของความยาก ที่อยู่ในเกณฑ์เหมาะสมควรอยู่ระหว่าง 0.20-0.80 ซึ่งไม่ยากเกินไปหรือง่ายเกินไป สำหรับการหาค่าระดับความยากจะได้มาจากการนำข้อสอบที่ผ่านการตรวจสอบค่า IOC จากผู้เชี่ยวชาญ มาทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง จากนั้นนำข้อสอบมาวิเคราะห์ค่าระดับความยากคำนวณได้จากสูตรทางสถิติ ดังนี้

$$P = \frac{R}{N}$$

เมื่อ	P	หมายถึง	ค่าความยากง่ายของข้อสอบ
	R	หมายถึง	จำนวนคนที่ทำข้อมูลนั้นถูก
	N	หมายถึง	จำนวนคนที่ทำข้อนั้นทั้งหมด

การคัดเลือกข้อสอบควรพิจารณาค่า P จากคุณสมบัติต่อไปนี้

ตารางที่ 3.1 การแปลความหมายของค่าความยาก (P) ของข้อสอบ

ค่าความยาก (P)	ความหมาย	ข้อเสนอแนะ
0.81 - 1.00	ง่ายมาก	ควรตัดทิ้ง
0.61 - 0.80	ค่อนข้างง่าย	ดีพอใช้ นำไปไว้ใช้
0.41 - 0.60	ความยากง่ายพอเหมาะ	ดีมาก นำไปไว้ใช้
0.20 - 0.40	ค่อนข้างยาก	ดีพอใช้ นำไปไว้ใช้
0.00 - 0.19	ยากมาก	ควรตัดทิ้ง

การคัดเลือกข้อสอบมาใช้อาจพิจารณาจุดประสงค์ของการสอบในบางครั้ง โดยคัดเลือกแบบทดสอบที่ผ่านเกณฑ์ คือที่มีค่าความยาก อยู่ระหว่าง 0.20 - 0.80

### 3.6.1.3 หาค่าอำนาจจำแนก (D) ของแบบทดสอบ

ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) เป็นคุณลักษณะที่สำคัญของข้อสอบที่ดี เป็นดัชนีที่บ่งบอกถึงว่าข้อสอบนั้น สามารถจำแนกนักเรียนสองกลุ่ม คือ กลุ่มที่ได้คะแนนสูงหรือกลุ่มเก่ง กับกลุ่มที่ได้คะแนนน้อยหรือกลุ่มอ่อน ค่าอำนาจจำแนกจะได้มาจากการนำข้อสอบที่ผ่านการตรวจสอบค่า IOC จากผู้เชี่ยวชาญ มาทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง จากนั้นนำข้อสอบมาวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนก ใช้สูตรทางสถิติดังนี้ [33]

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

เมื่อ	D	หมายถึง	ค่าอำนาจจำแนก
	$R_U$	หมายถึง	จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มคะแนนสูง
	$R_L$	หมายถึง	จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มคะแนนต่ำ
	N	หมายถึง	จำนวนนักเรียนในกลุ่มคะแนนสูงและกลุ่มคะแนนต่ำ

ตารางที่ 3.2 การแปลความหมายของค่าอำนาจจำแนก (D) ของข้อสอบ

ค่าอำนาจจำแนก (D)	ความหมาย	ข้อเสนอแนะ
0.40 ขึ้นไป	ดีมาก	ใช้ได้ดี
0.30-0.39	ดี	ใช้ได้
0.20-0.29	พอใช้	ใช้ได้แต่อาจต้องปรับปรุง
ต่ำกว่า 0.20	ใช้ไม่ได้	ควรปรับปรุงหรือตัดทิ้ง

ข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป เป็นข้อสอบที่เข้าเกณฑ์ สามารถนำไปใช้ได้

#### 3.6.1.4 หาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบ

ค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของข้อสอบ หมายถึง ค่าคงที่ของคะแนนที่ได้จากการสอบนักเรียนคนเดียวกันหลายครั้ง ในแบบทดสอบชุดเดิม ค่าความเชื่อมั่นจะมีค่าอยู่ระหว่าง -1 ถึง +1 และพิจารณาเฉพาะค่าที่เป็นบวกเท่านั้น ซึ่งควรมีค่ามากกว่า 0.70 จึงจะเป็นข้อสอบที่มีค่าความเชื่อมั่นเพียงพอ[16] ค่าความเชื่อมั่นของข้อสอบจะได้มาจากการนำข้อสอบที่ผ่านการตรวจสอบค่า IOC จากผู้เชี่ยวชาญ มาทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง จากนั้นนำผลสอบที่ได้มาหาค่าความเชื่อมั่น โดยใช้สูตรของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder-Richarson) สูตรที่ 20 (KR-20) ใช้สูตรทางสถิติดังนี้ [33]

$$\text{สูตร KR-20} \quad r_{tt} = \frac{k}{k-1} \left\{ 1 - \frac{\sum pq}{S^2} \right\}$$

เมื่อ  $r_{tt}$  หมายถึง ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

$k$  หมายถึง จำนวนข้อสอบในแบบทดสอบ

$p$  หมายถึง สัดส่วนของผู้ที่ตอบถูกในข้อหนึ่งๆ มีค่าเท่ากับ  $\frac{R}{N}$

เมื่อ  $R$  แทนจำนวนผู้ตอบถูกในข้อนั้น และ  $N$  แทน จำนวนผู้สอบ

$q$  หมายถึง สัดส่วนของผู้ที่ตอบผิดในข้อหนึ่งๆ  $= 1-p$

$S^2$  หมายถึง ความแปรปรวนของคะแนน

ความแปรปรวน (Variance) หาได้จาก

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

เมื่อ $S^2$	หมายถึง	ความแปรปรวน
$X$	หมายถึง	คะแนนแต่ละตัว
$N$	หมายถึง	จำนวนคะแนนในกลุ่ม
$\sum$	หมายถึง	ผลรวม

### 3.6.2 การวิเคราะห์และสถิติที่ใช้วิเคราะห์หาคุณภาพบทเรียนด้านมัลติมีเดีย

การวิเคราะห์หาคุณภาพด้านมัลติมีเดีย ได้มาจากการนำแบบประเมินคุณภาพด้านมัลติมีเดีย โดยผู้เชี่ยวชาญ ด้านบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอน วิชาออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี พร้อมกับบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอนวิชาวิชาออปแอมป์และลิเนียร์ไอซีที่สร้างขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านมัลติมีเดีย และผู้เชี่ยวชาญทางด้านเทคโนโลยีการศึกษา ทำการตอบคำถามลงในแบบประเมินคุณภาพด้านมัลติมีเดีย จากนั้นนำแบบประเมินมาทำการเฉลี่ยค่าน้ำหนักคะแนนคุณภาพของบทเรียนโดยใช้เกณฑ์การแปลผลค่าน้ำหนักคะแนนเฉลี่ยคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอนวิชาออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี ซึ่งใช้สถิติในการวิเคราะห์ดังนี้

#### 3.6.2.1 สถิติสำหรับการหาค่าคะแนนเฉลี่ย (Arithmetic Mean)

เมื่อได้นำแบบประเมินคุณภาพด้านมัลติมีเดีย โดยผู้เชี่ยวชาญ ของบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอน วิชาออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี ไปให้ผู้เชี่ยวชาญทางด้านมัลติมีเดีย และผู้เชี่ยวชาญทางด้านเทคโนโลยีการศึกษา ทำการประเมินแล้ว นำแบบประเมินมาทำการเฉลี่ยค่าน้ำหนัก ใช้สูตรทางสถิติดังนี้ [34]

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

เมื่อ $\bar{X}$	หมายถึง	ค่าเฉลี่ย
$\sum X$	หมายถึง	ผลคะแนนทั้งหมด
$N$	หมายถึง	จำนวนนักเรียน

#### 3.6.2.2 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

เมื่อได้นำแบบประเมินคุณภาพด้านมัลติมีเดีย โดยผู้เชี่ยวชาญ ของบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอน วิชาออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี ไปให้ผู้เชี่ยวชาญทางด้านมัลติมีเดีย และผู้เชี่ยวชาญทางด้านเทคโนโลยี

การศึกษา ทำการประเมินแล้ว นำแบบประเมินมาทำการหาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เพื่อวิเคราะห์การกระจายของข้อมูล ใช้สูตรทางสถิติดังนี้ [34]

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

เมื่อ	S.D.	หมายถึง	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	X	หมายถึง	คะแนนแต่ละตัว
	N	หมายถึง	จำนวนคะแนนในกลุ่ม
	$\sum$	หมายถึง	ผลรวม

### 3.6.2.3 เกณฑ์การแปลผลค่าน้ำหนักคะแนนเฉลี่ย (Rating Scales)

เมื่อได้นำแบบประเมินคุณภาพด้านมัลติมีเดีย โดยผู้เชี่ยวชาญ ของบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอน วิชาออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี ไปให้ผู้เชี่ยวชาญทางด้านมัลติมีเดีย และผู้เชี่ยวชาญทางด้านเทคโนโลยี การศึกษา ทำการเฉลี่ยและหาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานแล้ว นำค่าเฉลี่ยที่ได้มาแปลผลค่าน้ำหนักเฉลี่ย คะแนนคุณภาพของบทเรียน โดยใช้เกณฑ์การแปลผลค่าน้ำหนักคะแนนเฉลี่ยคุณภาพของบทเรียน คอมพิวเตอร์การสอนวิชาออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี ใช้เกณฑ์ดังนี้

ค่าเฉลี่ย	ระดับความพึงพอใจ
4.51 - 5.00	หมายถึง พึงพอใจมากที่สุด
3.51 - 4.50	หมายถึง พึงพอใจมาก
2.51 - 3.50	หมายถึง พึงพอใจปานกลาง
1.51 - 2.50	หมายถึง พึงพอใจน้อย
1.00 - 1.50	หมายถึง พึงพอใจน้อยที่สุด

### 3.6.3 การวิเคราะห์และสถิติที่ใช้วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนและประสิทธิผล การเรียนรู้

#### 3.6.3.1 การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอน

การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอน เป็นการหาประสิทธิภาพของผู้เรียนที่เกิดจากการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอน กระทำโดยการประเมินพฤติกรรมของผู้เรียน 2 ประเภท คือ พฤติกรรมต่อเนื่อง (กระบวนการ) และพฤติกรรมสุดท้าย (ผลลัพธ์) โดยกำหนดค่าประสิทธิภาพ

เป็น  $E_1$  (ประสิทธิภาพของบทเรียนระหว่างกระบวนการเรียนโดยเฉลี่ย) และ  $E_2$  (ประสิทธิภาพของบทเรียนหลังจากเรียนครบทุกหน่วยการเรียน) ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอนจะกำหนดเป็นเกณฑ์ที่ผู้สอนคาดหมายว่านักเรียนจะเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมเป็นที่พอใจ โดยกำหนดเป็นค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละของคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบหลังเรียน ของนักเรียนทั้งหมดนั้นคือ  $E_1/E_2$  หรือ ประสิทธิภาพของบทเรียนระหว่างกระบวนการเรียนโดยเฉลี่ย / ประสิทธิภาพของบทเรียนหลังจากเรียนครบทุกหน่วย การเรียน การที่กำหนดเกณฑ์  $E_1/E_2$  ให้มีค่าเท่าใดนั้นให้ผู้สอนเป็นผู้พิจารณาโดยปกติเนื้อหาที่เกี่ยวกับความรู้ความจำมักตั้งไว้ที่ 80/80 ในการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของผู้เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอน ผู้วิจัยให้กลุ่มตัวอย่าง คือ นักศึกษาระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคสมุทรสงคราม ที่ไม่เคยผ่านการเรียน วิชาวิชาออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี จำนวน 28 คน ทำแบบทดสอบเพื่อรวบรวมคะแนนสอบ เมื่อผู้เรียนได้เรียนจบแต่ละหน่วยการเรียน และให้กลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบหลังเรียน (Posttest) ของแต่ละคนไว้เพื่อนำข้อมูล คะแนนที่ได้ไปวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอน สถิติที่ใช้วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอน (CIP) คำนวณได้จากสูตร

$$E_1 = \frac{\sum_{i=1}^M E_{ii}}{M} \quad \text{เมื่อ} \quad E_{ii} = \frac{\sum_{j=1}^n X_j}{nA_i} \times 100$$

$$E_2 = \frac{\left( \sum_{i=1}^N X_i / n \right)}{B} \times 100$$

$E_1$	หมายถึง	ประสิทธิภาพของบทเรียนระหว่างกระบวนการเป็นค่าเฉลี่ยของประสิทธิภาพหน่วยการเรียนทั้งหมด
$E_{ii}$	หมายถึง	ประสิทธิภาพจากการทดสอบระหว่างเรียนของหน่วยการเรียน $i$ คิดจากร้อยละของคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการทำแบบทดสอบหลังเรียนหน่วย $i$ ของนักเรียนทั้งหมด
$E_2$	หมายถึง	ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์หลังจากเรียนครบทุกหน่วยการเรียนแล้ว คิดจากร้อยละของคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบหลังเรียนครบทุกหน่วยการเรียน หรือทดสอบหลังเรียน
$B$	หมายถึง	คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังบทเรียนหรือ Post Test
$n$	หมายถึง	จำนวนนักเรียนทั้งหมด
$M$	หมายถึง	จำนวนหน่วยการเรียนย่อยในวิชานั้น
$X_j$	หมายถึง	คะแนนรวมของนักเรียนคนที่ $j$ ระหว่างเรียนหน่วยการเรียนที่ $i$

- $A_i$  หมายถึง คะแนนเต็มของแบบทดสอบหน่วยเรียนที่  $i$   
 $E_1 / E_2$  หมายถึง ประสิทธิภาพของความคงทนในการเรียนรู้ โดยกำหนดไว้ที่ 80/80

โดยที่

- 80 ตัวแรก เป็นค่าเฉลี่ยของประสิทธิภาพกระบวนการเรียนของบทเรียนคิดเป็นร้อยละได้คะแนน การทดสอบเมื่อเรียนจบแต่ละหน่วยการเรียน  
 80 ตัวหลัง เป็นค่าเฉลี่ยของคะแนนจากการทดสอบหลังเรียนคิดเป็นร้อยละ เมื่อเรียนครบทุกหน่วยการเรียนหรือเรียนจบบทเรียน

### 3.6.3.2 การหาประสิทธิผลการเรียนรู้ของบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอน

ในการวิเคราะห์หาประสิทธิผลการเรียนรู้ของบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอน ผู้วิจัยให้กลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบเพื่อรวบรวมคะแนนสอบก่อนเรียน (Pretest) โดยกำหนดเวลาทำแบบทดสอบทั้งหมด 30 นาที เมื่อทำแบบทดสอบเสร็จแล้วผู้วิจัยได้เก็บคะแนนไปวิเคราะห์หาประสิทธิภาพทางการเรียนรู้ของผู้เรียน และเมื่อเรียนจนครบทุกหน่วยการเรียนแล้วให้กลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบหลังเรียน (Posttest) จากนั้นให้กลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบโดยกำหนดเวลาทำแบบทดสอบทั้งหมด 30 นาที ซึ่งแบบทดสอบที่ใช้เป็นแบบทดสอบคู่ขนานกับแบบทดสอบก่อนเรียน เมื่อทำแบบทดสอบเสร็จแล้วเก็บคะแนนสอบที่ได้ไปวิเคราะห์หาประสิทธิภาพทางการเรียนรู้จากบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอนโดยเปรียบเทียบกับคะแนนที่ได้จากการทดสอบก่อนเรียน สถิติที่ใช้วิเคราะห์หาประสิทธิผลการเรียนรู้ของบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอน (CIP) คำนวณได้จากสูตร

$$E_{post} - E_{pre} \geq 60$$

$$E_{post} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{nB} \times 100$$

- $E_{post}$  หมายถึง ประสิทธิภาพของผู้เรียนหลังการเรียนครบทั้งวิชา คิดจากร้อยละของคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการทำแบบทดสอบหลังเรียนครบทุกหน่วยการเรียนหรือทดสอบหลังเรียน =  $E_2$   
 $X_i$  หมายถึง คะแนนสอบหลังเรียนของนักเรียนคนที่  $i$   
 $n$  หมายถึง จำนวนนักเรียนทั้งหมด  
 $B$  หมายถึง คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน

$$E_{pre} = \frac{\sum_{k=1}^n X_k}{nC} \times 100$$

$E_{pre}$	หมายถึง	ประสิทธิผลของผู้เรียนก่อนการเรียนวิชา คณิตศาสตร์ของคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการทำแบบทดสอบก่อนเรียน
$X_k$	หมายถึง	คะแนนสอบก่อนเรียนของนักเรียนคนที่ k
N	หมายถึง	จำนวนนักเรียนทั้งหมด
C	หมายถึง	คะแนนเต็มของแบบทดสอบก่อนเรียน

เมื่อหาค่า  $E_{post}$  และ  $E_{pre}$  แล้ว จะต้องหาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของทั้งสอง เพื่อที่จะใช้ตรวจสอบความใกล้เคียงกันของทั้งสองค่า ซึ่งไม่น่าจะมีความใกล้เคียงกัน หากบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอนที่พัฒนาขึ้นมา มีประสิทธิผลทางการเรียนมากกว่า 60 ขึ้นไป

### 3.6.4 การวิเคราะห์ความพึงพอใจ

ในการวิเคราะห์ความพึงพอใจของผู้เรียน โดยให้กลุ่มตัวอย่างตอบแบบประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอน วิชาออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี เมื่อผู้เรียนได้เรียนจนครบทุกหน่วยการเรียนรู้แล้ว เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปหาค่าเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

#### 3.6.4.1 สถิติสำหรับการหาค่าคะแนนเฉลี่ย (Arithmetic Mean)

เมื่อผู้เรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง ได้เรียนจบครบทุกหน่วยการเรียนรู้แล้ว ให้ผู้เรียนตอบแบบสอบถามเกี่ยวกับความพึงพอใจที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอน วิชาออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปหาค่าเฉลี่ย ใช้สูตรทางสถิติดังนี้

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

เมื่อ $\bar{X}$	หมายถึง	ค่าเฉลี่ย
$\sum X$	หมายถึง	ผลคะแนนทั้งหมด
N	หมายถึง	จำนวนนักเรียน

#### 3.6.4.2 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

เมื่อผู้เรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง ได้เรียนจบครบทุกหน่วยการเรียนรู้แล้ว ให้ผู้เรียนตอบแบบสอบถาม

เกี่ยวกับความพึงพอใจที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอน วิชาอปแอมป์และลิเนียร์ไอซี เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปหาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ใช้สูตรทางสถิติดังนี้ [34]

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

เมื่อ	S.D.	หมายถึง	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	X	หมายถึง	คะแนนแต่ละตัว
	N	หมายถึง	จำนวนคะแนนในกลุ่ม
	$\sum$	หมายถึง	ผลรวม

### 3.6.4.3 เกณฑ์การแปลผลค่าน้ำหนักคะแนนเฉลี่ย (Rating Scales)

เมื่อทำการหาค่าเฉลี่ย และหาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานแล้ว นำค่าเฉลี่ยที่ได้มาแปลผลค่าน้ำหนักคะแนนความพึงพอใจที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอน วิชาอปแอมป์และลิเนียร์ไอซี โดยใช้เกณฑ์การแปลผลค่าน้ำหนักคะแนนเฉลี่ย (Rating Scales) ดังต่อไปนี้

ค่าเฉลี่ย		ระดับความพึงพอใจ
4.51 - 5.00	หมายถึง	พึงพอใจมากที่สุด
3.51 - 4.50	หมายถึง	พึงพอใจมาก
2.51 - 3.50	หมายถึง	พึงพอใจปานกลาง
1.51 - 2.50	หมายถึง	พึงพอใจน้อย
1.00 - 1.50	หมายถึง	พึงพอใจน้อยที่สุด