

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยวิจัยเรื่อง การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์ เรื่อง การวัดค่าความต้านทานด้วยมัลติมิเตอร์ เป็นการศึกษาวิจัยเชิงพัฒนา เพื่อพัฒนาสื่อการเรียนการสอนบทเรียนวิชางานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น ในเนื้อหาเรื่อง การวัดค่าความต้านทานด้วยมัลติมิเตอร์ โดยการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ประเภทสื่อประสม (Multimedia Computer) ในรูปแบบที่ผู้เรียนศึกษาเรียนรู้ด้วยตนเองในห้องปฏิบัติการ ซึ่งผู้วิจัยได้วางแผนและออกแบบขั้นตอนในการพัฒนาบทเรียนดังนี้

1. ขั้นตอนการวิเคราะห์
 - 1.1 วิเคราะห์ปัญหาในการเรียนการสอน
 - 1.2 วิเคราะห์ลักษณะของบทเรียน
 - 1.3 วิเคราะห์ลักษณะการนำเสนอบทเรียน
 - 1.4 วิเคราะห์เนื้อหาบทเรียน
2. ขั้นตอนการออกแบบ
 - 2.1 กำหนดลักษณะของบทเรียน
 - 2.2 กำหนดจุดมุ่งหมายของบทเรียน
 - 2.3 กำหนดเนื้อหาบทเรียน
 - 2.4 กำหนดลักษณะแบบทดสอบระหว่างเรียนและแบบทดสอบหลังเรียน
 - 2.5 กำหนดลักษณะการฝึกทักษะการวัด
 - 2.6 กำหนดเครื่องมือในการพัฒนาบทเรียน
3. ขั้นตอนการพัฒนา
 - 3.1 การสร้างบทเรียน
 - 3.2 การสร้างแบบทดสอบ
 - 3.3 การทดลองใช้เพื่อปรับปรุงบทเรียน
 - 3.4 การสร้างคู่มือการใช้งานบทเรียน
4. ขั้นตอนการนำไปใช้
5. ขั้นตอนการประเมิน
 - 5.1 กลุ่มตัวอย่าง
 - 5.2 แบบทดสอบระหว่างเรียน

5.3 แบบทดสอบหลังเรียน

5.4 สถิติที่ใช้ในการประเมิน

ขั้นการวิเคราะห์

ในขั้นการวิเคราะห์ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ส่วนต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องในการพัฒนาบทเรียน โดยดำเนินการวิเคราะห์ส่วนต่าง ๆ ดังนี้

1. วิเคราะห์ปัญหาในการเรียนการสอน

จากการศึกษาหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545 (ปรับปรุง 2546) ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรมสาขาวิชา และอิเล็กทรอนิกส์ พบว่าปัญหาของนักเรียนที่เข้าใจเรื่องการอ่านค่าแถบสีและการวัดค่าความต้านทานไฟฟ้าด้วยมัลติมิเตอร์ สาเหตุส่วนใหญ่ผู้เรียนจะขาดความเชื่อมั่นในทักษะการอ่านและการวัดจากมัลติมิเตอร์ ซึ่งมีกระบวนการในการวัดแตกต่างกันไปตามประเภทงานไฟฟ้า โดยเฉพาะอย่างยิ่งหากเกิดผลการวัดที่ผิดพลาด อาจทำให้มัลติมิเตอร์ได้รับความเสียหายก่อบริการราคาของมัลติมิเตอร์มีราคาค่อนข้างสูง อีกทั้งในสภาพปัจจุบันมีปริมาณน้อยไม่เพียงพอกับจำนวนนักเรียน รวมทั้งเนื้อหาวิชาที่เกี่ยวข้องกับไฟฟ้านั้น มักจะประกอบไปด้วยสิ่งที่มองเห็นได้และสิ่งที่มองไม่เห็น ดังนั้นจึงเป็นปัญหาสำคัญสำหรับครู-อาจารย์ที่สอนในวิชาที่เกี่ยวข้องกับไฟฟ้า ในการที่จะอธิบายในสิ่งที่มองไม่เห็นให้ผู้เรียนได้เห็นภาพ หรือทำสิ่งที่เป็นนามธรรมให้เป็นรูปธรรม เพื่อที่จะให้ผู้เรียนได้เข้าใจในเรื่องนั้นๆ ได้ดียิ่งขึ้น โดยเฉพาะวิชา 21001003 งานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น นับเป็นวิชาหนึ่งที่ทำให้ผู้เรียนศึกษาและสร้างความเข้าใจทั้งหลักการทางไฟฟ้าและทักษะการใช้เครื่องวัดไฟฟ้าเพื่อทดสอบ โดยมีจุดประสงค์เพื่อ

- 1.1 ให้มีความเข้าใจหลักการเกี่ยวกับงานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น ระบบความปลอดภัยในงานไฟฟ้า
- 1.2 ให้มีความสามารถในการใช้เครื่องมือทดสอบวงจรไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์
- 1.3 ให้สามารถประกอบ ทดสอบวงจรไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ เลือกเครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ได้เหมาะสม
- 1.4 ให้มีกิจนิสัยในการทำงานด้วยความเป็นระเบียบเรียบร้อย มีลำดับขั้นตอนในการทำงานอย่างถูกต้องและปลอดภัย

จากการสอบถามข้อมูลจากผู้วิจัยได้สนทนา ซักถาม นักเรียนที่ให้ข้อมูลพบว่า มีความเห็นแบ่งออกเป็นสองส่วน คือส่วนที่มีปัญหาและไม่มีปัญหาในการเรียนการสอน นักเรียนที่ไม่มีปัญหาในการเรียนการสอนจะเป็นนักเรียนที่นั่งด้านหน้าห้อง ใกล้ชิดกับครูผู้สอน สามารถฟัง

คำอธิบายและเห็นสื่อการสอนได้ชัดเจน ไม่กล้าที่จะคุยเล่นหรือหยอกล้อกันในเวลาเรียนทำให้นักเรียนมีความเข้าใจในเวลาเรียน ส่วนนักเรียนที่เกิดปัญหาในการเรียนจะเป็นกลุ่มนักเรียนที่นั่งเรียนในระยะที่ห่างจากครูผู้สอนในระดับหนึ่ง ทำให้ไม่สามารถเห็นสื่อได้ชัดเจน และไม่กล้าที่จะสอบถามครูผู้สอน เมื่อไม่เข้าใจ ประกอบกับมีการพูดคุย หยอกล้อเล่นกันในเวลาเรียน ทำให้เรียนไม่ทันและไม่รู้เรื่อง

จากข้อมูลดังกล่าวสามารถที่จะสรุปได้ว่า ระยะเวลาที่นักเรียนนั่งเรียน ความพร้อมของสื่อการสอน รวมถึงอุปกรณ์ประกอบการสอนมีส่วนที่ทำให้นักเรียนเกิดปัญหาในการเรียน ซึ่งจะส่งผลให้ผู้เรียนขาดความรู้ความเข้าใจในทักษะการใช้เครื่องมือวัดมัลติมิเตอร์ รวมถึงการอ่านค่าจากสเกลการวัดที่ถูกต้อง อาจเป็นผลกระทบต่อการเรียนเป็นช่วงอุตสาหกรรมที่ดี มีฝีมือ อีกทั้งตัวด้านทานไฟฟ้า ไม่มีส่วนที่เป็นพลังงานไฟฟ้ามาเกี่ยวข้อง มีความปลอดภัยลดอันตรายจากพลังผลของนักเรียนที่ทำการวัด ดังนั้นในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จะเป็นแนวทางที่สามารถแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในการเรียนการสอน และเป็นการสร้างเจตคติที่ดีแก่ผู้เรียน ในการเรียนรู้ต่อไป

2. วิเคราะห์ลักษณะบทเรียน

จากปัญหาที่เกิดขึ้นในการเรียนการสอนดังกล่าวทำให้ผู้วิจัยได้มีการวิเคราะห์ถึงลักษณะของบทเรียนที่จะพัฒนา เพื่อที่จะสนองต่อการเรียนรู้ของผู้เรียนดังนี้คือ

2.1 สร้างความสนใจในการเรียนรู้แก่ผู้เรียน ในการนำเสนอเนื้อหาหลักการและสร้างความชัดเจนในการวัดค่าความต้านทานด้วยมัลติมิเตอร์

2.2 สามารถโต้ตอบกับผู้เรียนในการเรียนรู้ มีการแสดงการช่วยเหลือแก่ผู้เรียน

2.3 ผู้เรียนสามารถเลือกบททวนความรู้ในหัวข้อต่าง ๆ ได้ตามที่ต้องการ

2.4 มีการแสดงลักษณะขั้นตอนการวัด และฝึกทักษะด้านการวัดค่าความต้านทานด้วยมัลติมิเตอร์

3. วิเคราะห์ลักษณะการนำเสนอบทเรียน

ผู้วิจัยได้ศึกษาลักษณะของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์จากเอกสาร ตำรา เพื่อให้สอดคล้องกับความต้องการที่จะนำเสนอให้ผู้เรียนเรียนรู้เกี่ยวกับเครื่องมือวัดจากมัลติมิเตอร์ เพื่อให้ผู้เรียนได้ศึกษาและฝึกทักษะเกี่ยวกับการเตรียมตัวด้านทาน (Resistor) การเลือกย่านวัด การปรับศูนย์โอห์ม การวัดค่าความต้านทาน การอ่านค่า การตรวจสอบตัวด้านทาน ทั้งนี้เพื่อให้ผู้เรียนเกิดทักษะของการนำไปใช้ที่ตรงตามความต้องการหรือสภาพความเป็นจริงที่สุด

4. วิเคราะห์เนื้อหาบทเรียน

ผู้วิจัยได้ใช้จุดประสงค์รายวิชา 2100-1003 งานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545 (ปรับปรุง 2546) ประเภทช่างอุตสาหกรรม สาขาวิชาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ สาขางานไฟฟ้า สาขางานอิเล็กทรอนิกส์ และสาขางานเมคคาทรอนิกส์ เป็นแนวทางในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์ เรื่องการวัดค่าความต้านทานด้วยมัลติมิเตอร์ ซึ่งสามารถวิเคราะห์เนื้อหาบทเรียนออกเป็น 6 เรื่อง ดังนี้คือ

- 4.1 เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ความจำในการเตรียมตัวต้านทานก่อนการวัด
- 4.2 เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเลือกย่านวัดได้
- 4.3 เพื่อให้ผู้เรียนมีทักษะการปรับศูนย์โอห์มได้
- 4.4 เพื่อให้ผู้เรียนมีทักษะการวัดค่าความต้านทานได้
- 4.5 เพื่อให้ผู้เรียนสามารถอ่านค่าการวัดจากสเกลการวัดได้
- 4.6 เพื่อให้ผู้เรียนสามารถบอกความบกพร่องที่เกิดกับตัวต้านทานได้

ขั้นการออกแบบ

ในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์ เรื่องการวัดค่าความต้านทานด้วยมัลติมิเตอร์ ผู้วิจัยได้ดำเนินการออกแบบส่วนต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย ดังนี้

1. กำหนดลักษณะของบทเรียน

ในการกำหนดลักษณะของบทเรียนที่จะพัฒนานั้น ผู้วิจัยได้กำหนดลักษณะของบทเรียน ดังนี้คือ

- 1.1 มีการชี้แจงจุดประสงค์การเรียนรู้ก่อนเสนอเนื้อหา
- 1.2 ในการนำเสนอบทเรียนคอมพิวเตอร์ มีการนำเอาภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว ข้อความ และเสียง เข้ามาช่วยในการอธิบายแนะนำในการเรียน และมีเมนูต่าง ๆ เพื่อให้ผู้เรียนเข้าสู่เนื้อหาได้ตามขั้นตอน
- 1.3 ในส่วนของเนื้อหา ผู้เรียนสามารถเลือกเรียนบทเรียนและสามารถออกจากบทเรียนได้ตามที่ผู้เรียนต้องการ
- 1.4 ในส่วนของทักษะ เป็นลักษณะกิจกรรมฝึกทักษะในการวัดใช้มัลติมิเตอร์ในด้านการวัด และอ่านค่าความต้านทานจากวัด โดยอาศัยแถบสีบนตัวต้านทานที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยการทบทวนเนื้อหา หรือสามารถฝึกทักษะควบคู่กันจากหน้าจอบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

1.5 ผู้เรียนสามารถโต้ตอบจำลองสถานการณ์กับบทเรียนได้โดยการใช้เมาส์แทนการหยิบจับด้วยมือ

2. กำหนดจุดมุ่งหมายของบทเรียน

ผู้วิจัยมีจุดมุ่งหมายเพื่อที่จะนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่พัฒนาขึ้นไปใช้เป็นสื่อการสอนการใช้งานการวัดค่าความต้านทานด้วยมัลติมิเตอร์ สำหรับผู้เรียนและผู้สนใจโดยการศึกษาเรียนรู้ด้วยตนเอง ในลักษณะของสื่ออิเล็กทรอนิกส์ที่มีการนำเสนอเสียง ภาพจำลองการเคลื่อนไหว ภาพนิ่ง มารวมกันไว้ในบทเรียนที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้น โดยที่ผู้วิจัยได้ใช้จุดประสงค์รายวิชา 2100-1003 งานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น ในหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545 (ปรับปรุง 2546) ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม สาขาวิชาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์มากำหนดเป็นวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมในบทเรียนของแต่ละหน่วยการเรียนรู้ โดยแบ่งออกเป็นการพัฒนาบทเรียน ดังนี้คือ

2.1 หน่วยที่ 1 เรื่อง การเตรียมตัวต้านทานก่อนการวัด

วัตถุประสงค์ คือ

- 2.1.1 รู้ขั้นตอนก่อนการนำตัวต้านทานจากวงจร ไปวัดค่าความต้านทานได้
- 2.1.2 อ่านค่าความต้านทานจากแถบสีตัวต้านทาน เพื่อใช้ในการเลือกย่านวัดได้
- 2.1.3 แทนค่าความต้านทานและค่าคาดเคลื่อนจากแถบสีตัวต้านทานได้

2.2 หน่วยที่ 2 เรื่อง การเลือกย่านการวัด

วัตถุประสงค์ คือ

- 2.2.1 รู้ตำแหน่งการตั้งย่านวัดโอห์มในการวัดได้
- 2.2.2 รู้ค่าการวัดสูงสุดจากสัญลักษณ์ของย่านวัดโอห์มได้
- 2.2.3 เลือกย่านวัดโอห์มได้ถูกต้อง

2.3 หน่วยที่ 3 เรื่อง การปรับศูนย์โอห์ม

วัตถุประสงค์ คือ

- 2.3.1 บอกเหตุผลของการปรับศูนย์โอห์มได้
- 2.3.2 บอกขั้นตอนการปรับศูนย์โอห์มได้

2.4 หน่วยที่ 4 เรื่อง การวัดค่าความต้านทาน

วัตถุประสงค์ คือ

- 2.4.1 บอกขั้นตอนการวัดค่าความต้านทานจากเครื่องวัดได้
- 2.4.2 บอกสาเหตุค่าคาดเคลื่อนขณะวัดจากมนุษย์ได้

2.5 หน่วยที่ 5 เรื่อง การอ่านค่าสเกลความต้านทาน

วัตถุประสงค์ คือ

2.5.1 รู้หลักการอ่านค่าเมื่อเลือกใช้ย่านวัดต่าง ๆ ได้

2.6 หน่วยที่ 6 เรื่อง การตรวจสอบตัวต้านทาน

วัตถุประสงค์ คือ

2.6.1 บอกความบกพร่องในแต่ละสาเหตุที่เกิดกับผลการวัดค่าตัวต้านทานได้

3. กำหนดเนื้อหาบทเรียน

ในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์ เรื่องการวัดค่าความต้านทานด้วยมัลติมิเตอร์นี้ ผู้วิจัยได้ศึกษารวบรวมเนื้อหาที่เกี่ยวกับการวัดค่าความต้านทานของตัวต้านทานไฟฟ้า และการใช้งานมัลติมิเตอร์จากหนังสือเรียน คู่มือการใช้งาน และเอกสารที่เกี่ยวข้องและรวมถึงเทคนิคต่าง ๆ ในการใช้งานจากผู้เชี่ยวชาญ มากำหนดเป็นเนื้อหาในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์ ซึ่งแบ่งเนื้อหาออกเป็นหน่วยการเรียนรู้ย่อย ดังนี้คือ

3.1 การเตรียมตัวต้านทานก่อนการวัด

3.2 การเลือกย่านการวัด

3.3 การปรับศูนย์โอห์ม

3.4 การวัดค่าความต้านทาน

3.5 การอ่านค่าสเกลความต้านทาน

3.6 การตรวจสอบตัวต้านทาน

4. กำหนดลักษณะแบบทดสอบ

ผู้วิจัยได้กำหนดแบบทดสอบระหว่างเรียน และแบบทดสอบหลังเรียนในการดำเนินการวิจัยดังนี้คือ

4.1 แบบทดสอบระหว่างเรียน ผู้วิจัยศึกษาเนื้อหาและวัตถุประสงค์ของบทเรียนเรื่องการวัดค่าความต้านทานด้วยมัลติมิเตอร์ จากหนังสือเรียนและเอกสารประกอบการเรียนวิชางานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น ในหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545 (ปรับปรุง 2546) ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม สาขาวิชาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ และค้นคว้าตามหนังสือและเอกสารทางด้านงานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เพิ่มเติม แล้ววิเคราะห์เนื้อหาและจุดประสงค์ เพื่อสร้างแบบทดสอบให้มีความเที่ยงตรงตามเนื้อหาและจุดประสงค์ของบทเรียน เพื่อสร้างแบบทดสอบระหว่างเรียน เรื่องการวัดค่าความต้านทานด้วยมัลติมิเตอร์ในด้านความจำ ความเข้าใจ ให้ครอบคลุมเนื้อหาวิชาในการเรียนการสอน โดยเป็นแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ

4.2 แบบทดสอบหลังเรียน เพื่อประเมินพฤติกรรมหลังจากจบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เป็นแบบทดสอบวัดความสามารถจริงในด้านทักษะการนำไปใช้ในห้องปฏิบัติการโดยการเตรียมตัวด้านทานไฟฟ้าแบบฟิล์มคาร์บอนที่ละค่ากัน จำนวน 30 ตัวในกล่อง แล้วให้นักเรียนหยิบสุ่มเลือกขึ้นมา 10 ตัว เพื่อให้นักเรียนอ่านและวัดค่าความต้านทานด้วยมัลติมิเตอร์ครั้งละ 1 ตัว โดยใช้เกณฑ์ดังนี้

1 คะแนน สำหรับนักเรียนที่ปฏิบัติถูกต้องและครบขั้นตอนการอ่านและวัดค่า

0 คะแนน สำหรับนักเรียนที่ปฏิบัติไม่ถูกต้อง หรือข้ามขั้นตอนการอ่านและวัดค่าขั้นตอนใดขั้นตอนหนึ่ง

4.2.1 อ่านค่าแถบสีได้ถูกต้อง

4.2.2 ตั้งย่านการวัดได้ถูกต้อง

4.2.3 ตั้งค่าศูนย์ของการวัด (Zero Scale) ได้ถูกต้อง

4.2.4 แสดงวิธีวัดค่าตัวต้านทานได้ถูกต้อง

4.2.5 อ่านค่าจากการวัดได้ถูกต้อง

5. กำหนดลักษณะการฝึกทักษะ

ผู้วิจัยได้ออกแบบภาพกราฟิกตัวความต้านทานประเภทค่าคงที่ ชนิดฟิล์มคาร์บอน จำนวน 10 ตัว มีแถบสีค่าความต้านทานแตกต่างกัน ขั้นตอนการฝึกทักษะนี้ ผู้วิจัยได้ออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ให้ผู้เรียนจะต้องอ่านค่าจากแถบสี เลือกย่านการวัด ปรับศูนย์โอห์ม วัดค่าความต้านทาน และอ่านค่าสเกลการวัด ด้วยปุ่มควบคุมเนื้อหาเพียงปุ่มเดียวแบบเรียงลำดับขั้นตอนการอ่านและวัดค่าความต้านทานด้วยมัลติมิเตอร์ ทั้งนี้ผู้เรียนสามารถทบทวนเนื้อหาการฝึกทักษะในหน้าจอบทเรียนคอมพิวเตอร์เข้าไปซ้ำมาได้ตามความต้องการ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความคุ้นเคยการใช้มัลติมิเตอร์ และเกิดทักษะการอ่านค่าสเกลวัดของมัลติมิเตอร์

6. กำหนดเครื่องมือในการพัฒนาบทเรียน

ผู้วิจัยได้กำหนดเครื่องมือที่ใช้พัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์ เรื่องการวัดค่าความต้านทานด้วยมัลติมิเตอร์ ดังนี้คือ

6.1 เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์สำหรับการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ซึ่งมีคุณสมบัติดังนี้

6.1.1 เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ที่มีหน่วยประมวลผลกลางเทียบเท่า Intel® CPU 1.69 GHz

6.1.2 หน่วยความจำหลัก (RAM) 256 เม็กกะไบต์

6.1.3 หน่วยความจำสำรอง (Hard Disk) ขนาดความจุ 14 กิกะไบต์

6.1.4 จอสีซูเปอร์วีจีเอ (SVGA) ที่มีความละเอียดอย่างน้อย 800 x 600 จุด (Pixel) สามารถแสดงสีอย่างน้อย 256 สีขึ้นไป

6.1.5 เครื่องซีดีรอม (CD ROM) ความเร็ว 24X

6.1.6 เมาส์ (Mouse) ชนิดมีปุ่มกดด้านหลัง

6.1.7 แป้นพิมพ์ (Keyboard) ชนิดที่มีตัวอักษรภาษาไทยและภาษาอังกฤษ

6.1.8 การ์ดเสียง (Sound Card) และอุปกรณ์ติดตั้งใช้เสียงได้

6.1.9 วีดีโอการ์ด (Video Card) และระบบบีบอัดข้อมูล (MPEG)

6.1.10 ไมโครโฟน (Microphone) สำหรับอัดเสียง

6.1.11 ลำโพง (Speaker)

6.1.12 เครื่องสแกนเนอร์ (Scanner) ชนิดตั้งโต๊ะ

6.1.13 ระบบปฏิบัติการวินโดวส์ (Windows) Millennium Edition ภาษาไทย

6.2. โปรแกรมที่ใช้ในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดีย ได้แก่

6.2.1 โปรแกรมมาโครมีเดียแฟลช (Macromedia Flash MX) เวอร์ชัน 6.0 สำหรับใช้ในการควบคุมการสร้างบทเรียน สร้างตัวอักษร ภาพเคลื่อนไหว เชื่อมโยงข้อมูลมัลติมีเดียในการนำเสนอเนื้อหาฝึกทักษะ

6.2.2 โปรแกรมอโดบีโฟโต้ชอป (Adobe Photoshop) เวอร์ชัน 7.0 สำหรับสร้างภาพกราฟิก ตัวอักษร ตัวเลข และสัญลักษณ์ต่างๆ

6.2.3 โปรแกรมฮิวเลตต์แพคการ์ด สแกนเจต สแกนเนอร์ 5300 ซีรีส์ สำหรับใช้ในการสแกนภาพ

6.2.4 โปรแกรมซาวด์ฟรอสต์ เวอร์ชัน 7.0 สำหรับใช้ในการสร้างเสียงประกอบตัดต่อเสียง และปรับแต่งเสียง

6.2.4 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545 (ปรับปรุง 2546) ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม สาขาวิชาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

ขั้นการพัฒนา

หลังจากออกแบบส่วนต่าง ๆ แล้วผู้วิจัยได้นำข้อมูลที่ได้จากการออกแบบไปพัฒนาเป็นบทเรียนดังนี้

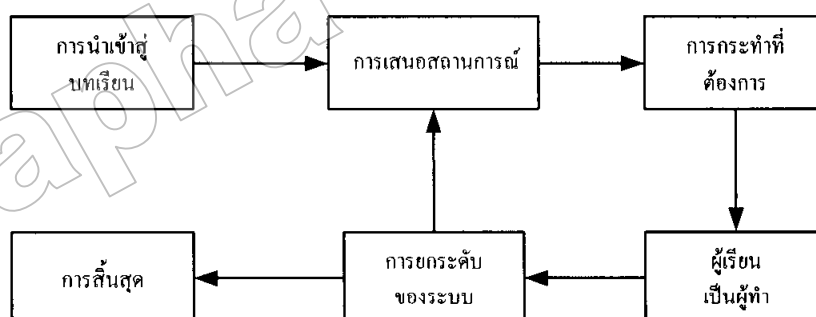
1. การสร้างบทเรียน

ในการสร้างบทเรียนผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างบทเรียนตามขั้นตอนดังนี้

1.1 นำเนื้อหาที่ได้รับการปรับปรุงแก้ไขมาออกแบบเป็นสตอรี่บอร์ด (Storyboard) ก่อนที่จะสร้างเป็น โปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

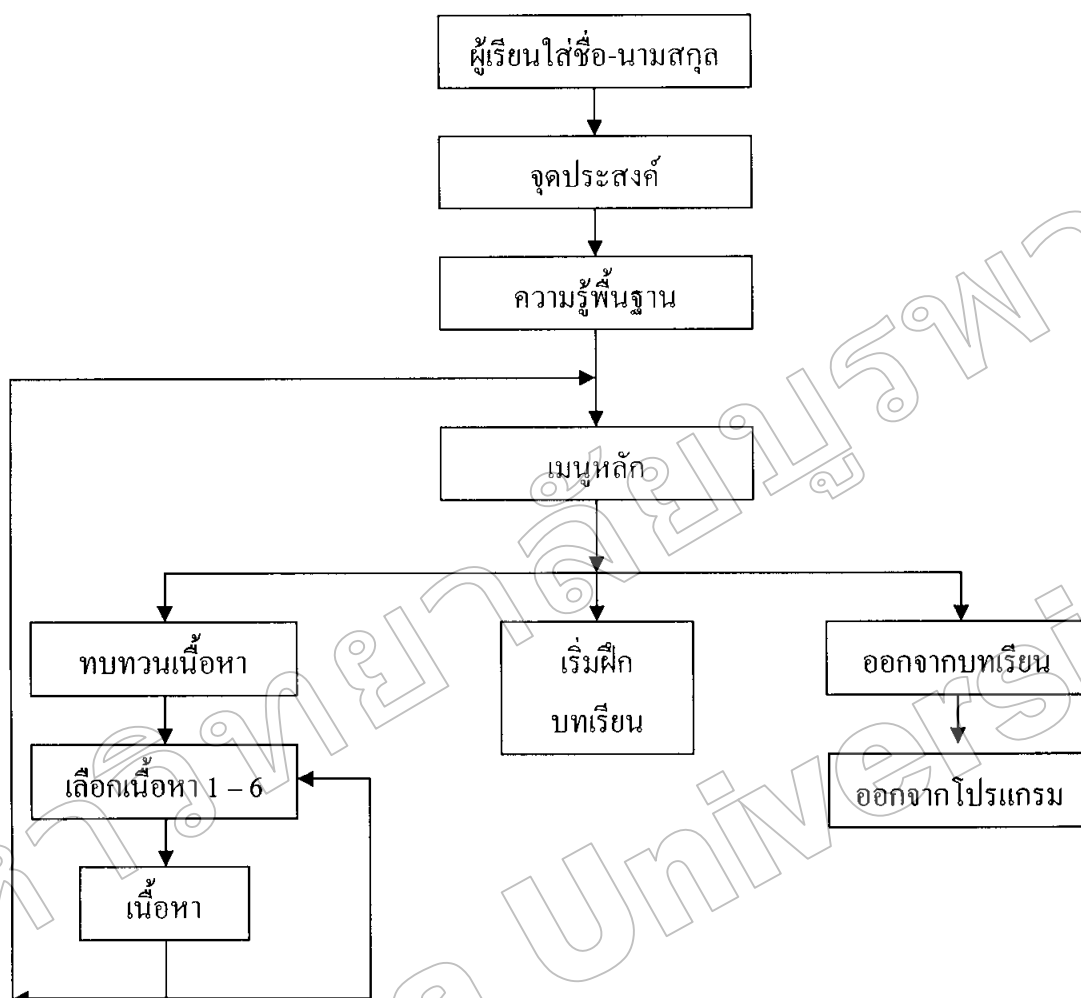
1.2 ศึกษาและเลือกโปรแกรมที่จะนำมาใช้ในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนซึ่งในปัจจุบันมีโปรแกรมที่จะช่วยในการสร้างและนำเสนออยู่หลายโปรแกรมด้วยกัน โดยในการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยได้เลือกใช้โปรแกรมมาโครมีเดียแฟลช (Macromedia Flash MX) ทั้งนี้เพราะความสามารถของโปรแกรมที่รองรับระบบของมัลติมีเดียได้เป็นอย่างดี และสร้างงานด้วยการใช้สัญลักษณ์ (Icon) แทนการเขียนคำสั่งโปรแกรมเป็นภาษาคอมพิวเตอร์ จึงทำให้ง่ายและสะดวกในหลายๆ ด้าน ทั้งในด้านการปรับแก้ไข การควบคุมการทำงาน การเคลื่อนย้ายความสัมพันธ์ของเนื้อหาในแต่ละกรอบ การประเมินผลจากคำตอบของผู้เรียน ตลอดจนการจัดทำเป็นโปรแกรมสำเร็จรูป (Package) เพื่อเผยแพร่หรือนำไปใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์อื่น ๆ ได้โดยง่าย

1.3 เขียนผังงาน (Flowchart) และออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชางานไฟฟ้าละออิเล็กทรอนิกส์ เรื่องการวัดค่าความต้านทานด้วยมัลติมิเตอร์ ให้มีความสัมพันธ์กันในลักษณะแตกกิ่ง (Branching) เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเลือกเรียนและฝึกทักษะได้ตามความสนใจ และในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ก็จะมีรายการให้เลือกเรียนที่สัมพันธ์กันในทุกเนื้อหาการเรียน โดยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีโครงสร้างขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมแต่ละขั้นตอนดังนี้

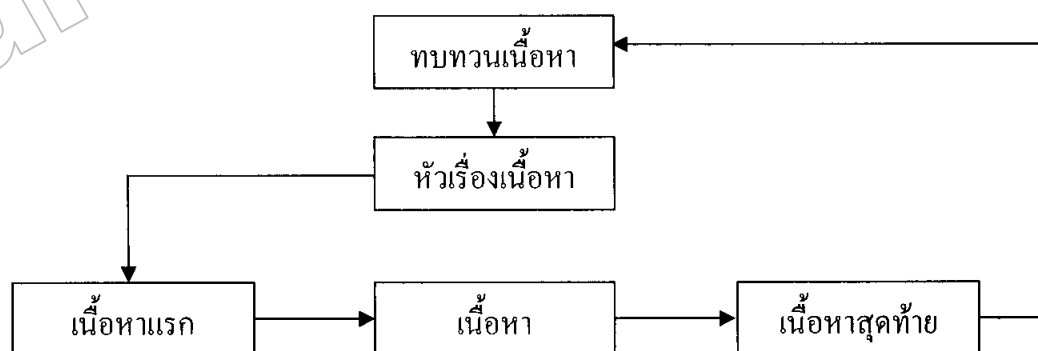


ภาพที่ 7 แสดงโครงสร้างหลักของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์ \

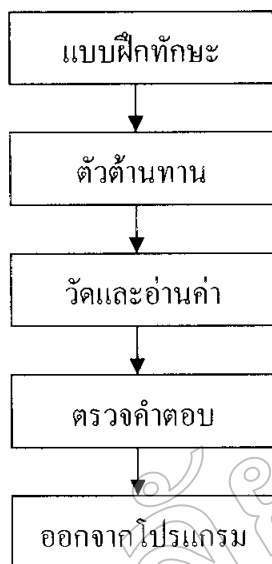
(Alessi & Trollip, 1991)



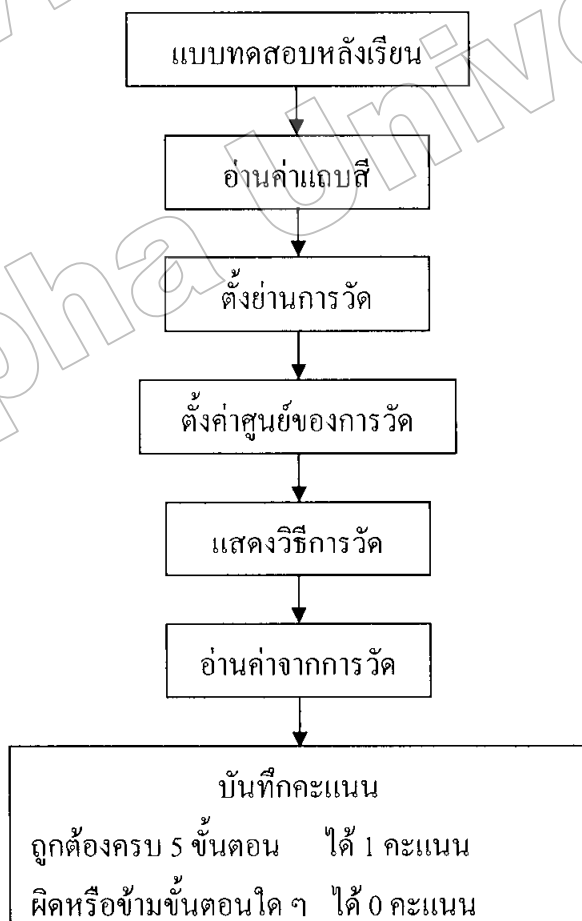
ภาพที่ 8 แสดงโครงสร้างรายละเอียดของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน



ภาพที่ 9 แสดงโครงสร้างขั้นตอนการนำเสนอเนื้อหาของบทเรียน



ภาพที่ 10 แสดงโครงสร้างขั้นตอนย่อยของการฝึกบทเรียน



ภาพที่ 11 แสดงขั้นตอนการทำแบบทดสอบหลังเรียน

1.4 พัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามผังงานที่กำหนดไว้ด้วยโปรแกรม มาโครมีเดียแฟลช และนำไปทดสอบการทำงานเบื้องต้น แล้วนำไปให้ประธานและคณะกรรมการ ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ตรวจ จากนั้นนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา และด้านการออกแบบบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนทำการตรวจสอบ โดยให้ประเมินตามแบบประเมินคุณภาพบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอน พิจารณาค่าเฉลี่ยตั้งแต่ระดับดีขึ้นไป ส่วนที่ไม่ถึงระดับดี นำไปปรับปรุง แก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญต่อไป (ตามตารางที่ 4 ในภาคผนวก ก.)

2. การสร้างแบบทดสอบ

ในช่วงของการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างแบบ ทดสอบไปพร้อมกับการสร้างบทเรียน ดังนี้

2.1 ผู้วิจัยได้สร้างแบบทดสอบระหว่างเรียน เป็นแบบเลือกตอบ ชนิด 4 ตัวเลือกรวม 40 ข้อ และผู้วิจัยได้สร้างแบบทดสอบหลังเรียน เพื่อวัดความสามารถจริง หลังจากจบ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ด้วยการประเมินพฤติกรรมการวัดค่าความต้านทานจริงจำนวน 10 ตัวด้วยมัลติมิเตอร์จริงในห้องปฏิบัติการรวม 2 ฉบับเสนอต่อคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ เพื่อหาข้อบกพร่อง และทำการแก้ไขตามข้อเสนอแนะของกรรมการ

2.2 นำแบบทดสอบระหว่างเรียน และแบบทดสอบหลังเรียนที่แก้ไขตามข้อเสนอแนะของกรรมการเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของภาษา ความสอดคล้องระหว่างคำถามกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม แต่เป็นการตรวจสอบเฉพาะแบบทดสอบระหว่างเรียน เพียงอย่างเดียว โดยใช้หลักเกณฑ์การประเมินดังนี้

- +1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อสอบวัดจุดประสงค์ข้อนั้น
- 0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อสอบวัดจุดประสงค์ข้อนั้น
- 1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อสอบไม่วัดจุดประสงค์ข้อนั้น

ซึ่งจากการหาดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม พบว่าข้อสอบมีคะแนนเฉลี่ยจากผู้เชี่ยวชาญอยู่ในช่วง 0.60 – 1.0 ซึ่งสามารถนำไปใช้เป็นแบบทดสอบได้ จากนั้นผู้วิจัยได้ทำการปรับปรุงข้อสอบตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ เพื่อให้มีความชัดเจนและสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

2.3 นำแบบทดสอบระหว่างเรียน และแบบทดสอบหลังเรียนที่ผ่านการปรับปรุงแก้ไขมาทำการหาคุณภาพ โดยให้นักเรียนแผนกช่างเทคนิคทอนิกส์ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ที่ผ่านการเรียนวิชา 21001003 งานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น โดยให้นักเรียนทำแบบทดสอบระหว่างเรียน และแบบทดสอบหลังเรียนวัดค่าความต้านทานด้วยมัลติมิเตอร์จริง

2.4 นำผลที่ได้มาหาค่าอำนาจจำแนกของข้อคำถามของแบบทดสอบระหว่างเรียน โดยการรวมคะแนนของทุกข้อในข้อสอบแต่ละฉบับ แล้วนำคะแนนรวมของแต่ละคนมาเรียงกัน และทำการเลือกข้อคำถามที่มีอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป

2.5 หาค่าความยากง่ายของข้อสอบทุกข้อ โดยใช้เกณฑ์ในการคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าอยู่ระหว่าง 0.20 – 0.80

2.6 นำข้อสอบจำนวน 40 ข้อของแบบทดสอบระหว่างเรียนมาหาค่าความเชื่อมั่น โดยใช้วิธีคูเดอร์ริชาร์ดสัน สูตรที่ 20 (Kuder Richardson 20) ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.86

3. การทดลองใช้เพื่อปรับปรุงบทเรียน

3.1 ผู้วิจัยได้นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างแบบ 1 ต่อ 1 โดยการสุ่มเลือกนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 ที่ไม่เคยเรียนวิชา 21001003 งานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น จำนวน 1 คน มาทำการทดลองเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์ เรื่อง การวัดค่าความต้านทานด้วยมัลติมิเตอร์ที่พัฒนาขึ้นในห้องปฏิบัติการที่จัดเตรียมไว้ เพื่อดูปฏิกิริยาของผู้เรียน ชักถามปัญหา และค้นหาข้อบกพร่องเพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไข ซึ่งก่อนเรียนผู้วิจัยได้ให้นักเรียนอ่านข้อมูลสำหรับนักเรียนเพื่อการวิจัย เพื่อทำความเข้าใจถึงจุดประสงค์ในการพัฒนางานวิจัย จากนั้นผู้วิจัยได้ชี้แจงรายละเอียดต่าง ๆ ในการเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และจัดเตรียมมัลติมิเตอร์กับตัวต้านทานไฟฟ้าประกอบการเรียนให้กับนักเรียน ซึ่งหลังจากเสร็จสิ้นการทดลองใช้สามารถสรุปได้ดังนี้คือ ในการสังเกตปฏิกิริยาและจากการซักถาม พบว่านักเรียนมีความตั้งใจที่เรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ และมีสมาธิในการเรียน มีความสนใจภาพเคลื่อนไหวที่เป็นส่วนนำในการเข้าสู่เนื้อหาบทเรียน นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กับบทเรียนเป็นอย่างดี

3.2 ผู้วิจัยได้นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่ได้ทำการแก้ไขปรับปรุงจากการทดลองครั้งแรก มาทำการทดลองกับกลุ่มเล็ก โดยการคัดเลือกนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 ที่ไม่เคยเรียนวิชา 21001003 งานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น จำนวน 3 คน ที่มีผลการเรียนอยู่ในช่วงระดับ 2.50 ขึ้นไป จำนวน 1 คน มีผลการเรียนอยู่ในช่วงระดับ 2.00 ขึ้นไป จำนวน 1 คน และมีผลการเรียนอยู่ในช่วงระดับ 1.50 ขึ้นไป จำนวน 1 คน มาทำการทดลองเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์ เรื่อง การวัดค่าความต้านทานด้วยมัลติมิเตอร์ เช่นเดียวกับการทดลองครั้งแรกในห้องปฏิบัติการที่จัดเตรียมไว้เพื่อดูปฏิกิริยาของนักเรียน ชักถามปัญหา ข้อบกพร่อง รวมถึงข้อเสนอแนะ เพื่อนำมาแก้ไขปรับปรุงก่อนนำไปใช้ในภาคสนาม ซึ่งสามารถสรุปผลการทดลองใช้ดังนี้คือ นักเรียนมีสมาธิในการเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนน้อยกว่าการทดลองครั้งแรก เนื่องจากนักเรียนหันเหความสนใจจากหน้าจอบทเรียนของตนเองไป

ยังเครื่องคอมพิวเตอร์อื่น ๆ มีการพูดคุย และหยุดพักการเรียนในบางครั้งมีนักเรียนบางคนไม่ชอบทบทวนบทเรียนเรื่องหน่วยการวัด เนื่องจากคิดว่าตนเองมีความรู้ในเรื่องหน่วยวัดเพียงพอ นักเรียนให้ความสนใจภาพเคลื่อนไหวที่เป็นส่วนนำในการเข้าสู่บทเรียนเป็นอย่างมาก นักเรียนส่วนหนึ่งสนใจที่จะอ่านเนื้อหาพร้อมทั้งดูภาพประกอบ เนื่องจากการอ่านในใจนั้นจะช่วยให้เกิดการคิดตาม และเมื่อดูภาพประกอบก็จะช่วยให้มีความเข้าใจ นักเรียนให้ความสนใจในภาพเคลื่อนไหวมากกว่าภาพนิ่ง นักเรียนสามารถใช้มัลติมีเตอร์ในการวัดค่าความต้านทานในการฝึกทักษะได้อย่างถูกต้อง

จากข้อมูลดังกล่าวสรุปได้ว่า นักเรียนมีความสนใจในบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่มีลักษณะภาพเคลื่อนไหว รวมถึงมีปฏิสัมพันธ์ที่คิดต่อการจำลองสถานการณ์ที่คล้ายกับการฝึกด้วยมัลติมีเตอร์จริง ในการฝึกทักษะการวัดและอ่านค่าความต้านทานกับการเรียนรู้ขั้นตอนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์ และจากข้อมูลที่ได้ทำให้ผู้วิจัยได้ทราบถึงข้อผิดพลาดและปรับแก้ตามข้อเสนอแนะ

4. การสร้างคู่มือการใช้งานบทเรียน

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างคู่มือการใช้งานบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์ หลังจากเสร็จสิ้นการทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่กลุ่มตัวอย่าง โดยมีส่วนประกอบของคู่มือการใช้งานบทเรียนดังนี้คือ

- 4.1 วัตถุประสงค์ของบทเรียน
- 4.2 ขั้นตอนการใช้โปรแกรม
- 4.3 การควบคุมส่วนต่าง ๆ ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
- 4.4 การออกจากโปรแกรม

ขั้นการนำไปใช้

หลังจากผ่านการทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างแบบ 1 ต่อ 1 และกลุ่มเล็ก ผู้วิจัยได้นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ปรับปรุงและแก้ไขจากการทดลองใช้ทั้งสองครั้งมาใช้กับกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งกำหนดเวลาที่ใช้ในการเรียนจำนวน 8 ชั่วโมง โดยให้ผู้เรียนได้เรียนแบบอิสระในห้องปฏิบัติการ ที่มีการจัดเตรียมชิ้นงาน และเครื่องมือวัดไว้สำหรับนักเรียนทุกคน โดยมีครูประจำห้องปฏิบัติการและผู้วิจัยให้คำแนะนำ และดูแลตลอดเวลา ซึ่งในช่วงระหว่างการเรียนนั้น ผู้เรียนได้ให้ความสนใจต่อการนำเสนอเนื้อหาจากบทเรียนเป็นอย่างมาก ผู้เรียนได้ฝึกจำลองทักษะการใช้มัลติมีเตอร์วัดค่าความต้านทาน ตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ในบททบทวนเนื้อหา และทำแบบทดสอบระหว่างเรียน ในขณะที่ผู้เรียนได้ทบทวนเนื้อหาในหน่วยการเรียนต่าง ๆ ระยะเวลาที่

ผู้เรียนใช้สำหรับการเรียนรู้จากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น ผู้เรียนจะใช้เวลาในการเรียนรู้โดยเฉลี่ย 3 ชั่วโมง โดยที่ผู้เรียนบางคนที่ใช้เวลา 12 ชั่วโมง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความสนใจและความพร้อมในการเรียนรู้ของผู้เรียน

ขั้นการประเมิน

ในการประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์แบบจำลองสถานการณ์ เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียน ผู้วิจัยได้นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ได้แก้ไขปรับปรุงจากการทดลองใช้ มาให้กลุ่มตัวอย่างได้ทดลองเรียนในห้องปฏิบัติการที่จัดเตรียมไว้ ซึ่งผู้วิจัยได้ใช้เครื่องมือในการประเมินดังนี้คือ

1. กลุ่มตัวอย่าง

การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 ดำเนินการดังนี้

1.1 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ปีที่ 1 วิทยาลัยเทคนิคชลบุรี ปีการศึกษา 2550 ที่เรียนวิชางานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น ที่ยังไม่เคยเรียนเนื้อหาวิชานี้มาก่อน จำนวน 30 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มอย่างง่ายจากจำนวนประชากรที่เป็นนักเรียนระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ปีที่ 1 วิทยาลัยเทคนิคชลบุรี ปีการศึกษา 2550 ที่เรียนวิชา 21001003 งานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น จำนวน 120 คน

1.2 นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง โดยให้ผู้เรียนได้ศึกษาเนื้อหาบทเรียนและฝึกทักษะจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และเก็บคะแนนจากแบบทดสอบระหว่างเรียนและแบบทดสอบหลังเรียนไปหาประสิทธิภาพ โดยการให้คะแนนแบบ 0-1 (Zero-One Method) ตรวจให้คะแนนข้อที่ตอบถูกให้ 1 คะแนน ข้อที่ตอบผิดให้ 0 คะแนน แล้วนำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียน

2. แบบทดสอบระหว่างบทเรียน

ผู้วิจัยทำแบบทดสอบระหว่างเรียน เรื่องการวัดค่าความต้านทานด้วยมัลติมิเตอร์ในด้านความจำ ความเข้าใจ ให้ครอบคลุมเนื้อหาวิชาในการเรียนการสอน โดยเป็นแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 40 คะแนนเพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ตามเกณฑ์มาตรฐาน 80 ตัวแรก

3. แบบทดสอบหลังเรียน

ผู้วิจัยได้เตรียมแบบทดสอบหลังเรียน เพื่อประเมินพฤติกรรมและวัดความสามารถจริงในทักษะการอ่านค่าและวัดค่าความต้านทานด้วยมัลติมิเตอร์ของจริงในห้องปฏิบัติการ โดยการ

เตรียมตัวด้านทานประเภทค่าคงที่ ชนิดฟิล์มคาร์บอนที่ค่าละค่ากัน จำนวน 30 ตัวในกล่อง เพื่อให้ นักเรียนหยิบครั้งละ 1 ตัว เพื่อขึ้นอ่านและวัดค่าความต้านทานด้วยมัลติมิเตอร์ของจริง โดยใช้เกณฑ์ ดังนี้

- 1 คะแนน สำหรับนักเรียนที่ปฏิบัติถูกต้องและครบขั้นตอนการอ่านและวัดค่า
 - 0 คะแนน สำหรับนักเรียนที่ปฏิบัติไม่ถูกต้อง หรือข้ามขั้นตอนการอ่านและวัดค่า
- ขั้นตอนใดขั้นตอนหนึ่ง

ขั้นตอนการอ่านและวัดค่า

1. อ่านค่าแถบสี
 2. ตั้งย่านการวัด
 3. ตั้งค่าศูนย์ของการวัด (Zero Scale)
 4. แสดงวิธีการวัดค่าความต้านทาน
 5. อ่านค่าจากการวัด
4. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

หลังจากที่ได้ทำการรวบรวมข้อมูลที่ได้จากงานวิจัยแล้วนั้น ผู้วิจัยใช้สถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้คือ

1. หาคความเที่ยงตรงตามเนื้อหา (บุญเชิด ภิญ โยอนันตพงษ์, 2527, หน้า 69) หลังจาก พิจารณาผลการตัดสินใจของผู้เชี่ยวชาญ ได้จากสูตร

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

- เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์
- $\sum R$ แทน ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ
- N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2. วิเคราะห์แบบทดสอบเพื่อหาค่าความง่าย (Difficulty) ของแบบทดสอบเป็นราย ข้อ โดยใช้สูตร (ภัทรา นิคมานนท์, 2538, หน้า 140 – 141)

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

- เมื่อ P แทน ดัชนีความง่ายของแบบทดสอบ
- R แทน จำนวนคนที่ทำข้อสอบถูก
- N แทน จำนวนคนที่ทำข้อสอบทั้งหมด

3. วิเคราะห์แบบทดสอบเพื่อหาค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) ของแบบทดสอบเป็น รายข้อ โดยใช้สูตร (ภัทรา นิคมานนท์, 2538, หน้า 140 – 141)

$$r = \frac{H - L}{N/2}$$

เมื่อ	r	แทน	ดัชนีอำนาจจำแนก
	H	แทน	จำนวนนักเรียนตอบข้อสอบถูกในกลุ่มสูง
	L	แทน	จำนวนนักเรียนตอบข้อสอบถูกในกลุ่มต่ำ
	N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำรวมกัน

4. หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ (Reliability) โดยวิธีคูเออร์ริชาร์ดสัน สูตรที่ 20 (Kuder Richardson 20) (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, หน้า 88)

$$r_{11} = \frac{k}{k-1} \left(1 - \frac{\sum pq}{S^2} \right)$$

เมื่อ	r_{11}	แทน	ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
	k	แทน	จำนวนข้อสอบ
	p	แทน	สัดส่วนของผู้ตอบถูกกับนักเรียนทั้งหมด
	q	แทน	แทน สัดส่วนของผู้ตอบผิดกับนักเรียนทั้งหมด
	S^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนน

5. แบบประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งผู้วิจัยได้สร้างขึ้นเป็นแบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับการประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ซึ่งครอบคลุมในด้านเนื้อหาและการดำเนินเรื่อง ภาพ เสียง ภาษา แบบทดสอบระหว่างเรียน และการจัดการบทเรียน โดยมีระดับค่าความคิดเห็นตามระดับประมาณค่าคุณภาพของบทเรียนและให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ ซึ่งแบ่งเป็นมาตราส่วนประมาณค่าออกเป็น 5 ระดับ โดยมีเกณฑ์ในการให้น้ำหนักดังนี้

- 5 หมายถึง มีคุณภาพดีมาก
- 4 หมายถึง มีคุณภาพดี
- 3 หมายถึง มีคุณภาพปานกลาง
- 2 หมายถึง มีคุณภาพพอใช้
- 1 หมายถึง ควรปรับปรุงแก้ไข

ในการแปลผลเพื่อตัดสินคุณภาพ ผู้วิจัยได้ใช้เกณฑ์การพิจารณาโดยตั้งเกณฑ์ระดับดีขึ้นไป จากคะแนนเฉลี่ยตามแนวคิดของบุญชม ศรีสะอาด (2545, หน้า 22-25) ดังนี้

- 4.51 – 5.00 หมายถึง มีคุณภาพระดับดีมาก
 3.51 – 4.50 หมายถึง มีคุณภาพระดับดี
 2.51 – 3.50 หมายถึง มีคุณภาพระดับปานกลาง
 1.51 – 2.50 หมายถึง มีคุณภาพระดับพอใช้
 1.00 – 1.50 หมายถึง ควรปรับปรุงแก้ไข

6. หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนใช้สูตร E_1/E_2 ของเสาวณีย์

ศึกษาบัณฑิต (2528, หน้า 294-295)

6.1 หาประสิทธิภาพของกระบวนการโดยใช้สูตร ดังนี้

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

เมื่อ E_1 แทน ประสิทธิภาพของกระบวนการ
 $\sum X$ แทน คะแนนรวมของการทดสอบระหว่างเรียน
 A แทน คะแนนเต็มของแบบทดสอบระหว่างเรียน
 N แทน จำนวนผู้เรียน

6.2 หาประสิทธิภาพของผลลัพธ์โดยใช้สูตรดังนี้

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

เมื่อ E_2 แทน ประสิทธิภาพของผลลัพธ์
 $\sum F$ แทน คะแนนรวมของแบบทดสอบหลังเรียน
 B แทน คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน
 N แทน จำนวนผู้เรียน