

บทที่ 5 สรุปอภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) เพื่อสร้างและศึกษาผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียน ก่อนและหลังทางการเรียนชุดทดลองเครื่องเสียงร่วมกับใบงานการทดลอง (2) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาเกี่ยวกับความเหมาะสมของชุดทดลองการแปลงผันไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น

ผู้วิจัยได้สร้างชุดทดลองการแปลงผันไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับ โดยได้นำเนื้อหาที่สอดคล้องกับคำอธิบายรายวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม 2 รหัส 2104 – 2224 ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) พุทธศักราช 2546 สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

ซึ่งกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ เป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ชั้นปีที่ 2 สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคอุดรธานี สถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 1 ที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556 โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาที่เลือกแบบเจาะจง 1 ห้อง จากจำนวนนักศึกษาทั้งหมด 4 ห้อง คือนักศึกษา ปวช. 2 กลุ่ม 1 จำนวน 20 คน เนื่องมาจากเป็นกลุ่มที่ง่ายต่อการทดลองและผู้วิจัยได้ทำการสอนนักศึกษาห้องนี้ ซึ่งนักศึกษามีความรู้ความสามารถพื้นฐานในด้านการใช้เครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

เครื่องมือที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นและนำมาใช้ในการทดลอง ประกอบด้วย (1) ชุดทดลองร่วมกับใบงานองค์ประกอบพื้นฐานของวงจร DC to AC จำนวน 2 ใบงาน การทดลองประกอบด้วยใบงานการทดลองที่ 1 เรื่อง วงจร DC to AC Inverter โดยใช้ Power Transistor ใบงานการทดลองที่ 2 เรื่อง วงจร DC to AC Inverter โดยใช้ Power Thyristor (2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (3) แบบสอบถามความพึงพอใจเกี่ยวกับชุดทดลอง ใบงานการทดลองและวิธีการเรียนด้วยชุดทดลองการแปลงผันไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับ

5.1 สรุปผลการวิจัย

ผลการสร้างใบงานการทดลองร่วมกับชุดทดลอง ประกอบด้วย สารสำคัญก่อนทำการทดลอง เครื่องมือและอุปกรณ์ ลำดับขั้นการทดลอง คำถามระหว่างการทดลอง คำถามท้ายการทดลอง สรุป

การทดลอง ใบงานการทดลองที่สร้าง มีจำนวน 2 ใบงาน ได้แก่ 1) เรื่อง วงจร DC to AC Inverter โดยใช้ Power Transistor 2) เรื่อง วงจร DC to AC Inverter โดยใช้ Power Thyristor

ผลการทดสอบพบว่าชุดทดลองการแปลงผันไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับที่ได้ออกแบบสามารถใช้ปฏิบัติทดลองร่วมกับใบงานการทดลองได้ครบทุกใบงาน

ผลการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มตัวอย่างที่เรียน โดยเปรียบเทียบคะแนนจากการทดสอบก่อนเรียน (Pretest) และคะแนนจากการทดสอบหลังเรียน (Posttest) ด้วยการทดสอบค่าที (t – test dependent) ผลการวิเคราะห์พบว่า ความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยรวมปรากฏว่า ผลคะแนนสอบเฉลี่ยหลังเรียนของผู้เรียนมีค่าเฉลี่ย 28.90 สูงกว่าผลคะแนนสอบเฉลี่ยก่อนเรียนของผู้เรียนมีค่าเฉลี่ย 14.45 แสดงว่าผู้เรียนที่เรียนด้วยชุดทดลองการแปลงผันไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ

ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาเกี่ยวกับชุดทดลองที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ดังนี้

ด้านความเหมาะสมของชุดทดลอง ผลการศึกษาคความเหมาะสมของชุดทดลอง พบว่า ผู้เรียนมีความคิดเห็นในด้านความเหมาะสมของรูปแบบชุดทดลองตามรายการทุกประเด็น มีค่าความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด โดยมีคุณค่าและความคุ้มค่าของชุดทดลองเป็นอันดับแรก (ค่า \bar{X} = 5.00, S.D = 0.00) และตามลำดับ คือ การสร้างแรงจูงใจให้เกิดความสนใจในการเรียน ชุดทดลองมีความเหมาะสมต่อการใช้งาน การออกแบบมีความเหมาะสมและความสวยงาม วัสดุที่ใช้มีความเหมาะสมต่อการเรียนทดลอง ตำแหน่งของจุดต่ออินพุตเอาต์พุตสะดวกและง่ายต่อการทดลอง โดยมีค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ตั้งแต่ 4.52 ถึง 5.00 ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D) มีค่าตั้งแต่ 0.00 ถึง 0.62 แสดงว่าผู้เรียนมีความคิดเห็นสอดคล้องกัน

ด้านความเหมาะสมของใบงานการทดลอง ผลการศึกษาพบว่าผู้เรียนมีความคิดเห็นในด้านความเหมาะสมของข้อมูลในใบงานการทดลองในระดับมากที่สุด ในประเด็นมีความครอบคลุมเพียงพอทำให้สามารถดำเนินการปฏิบัติการทดลองได้ มีความเห็นในระดับมากที่สุดตามลำดับในประเด็นรายละเอียดของเนื้อหาเป็นหลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องในการทดลอง, คำถามท้าทายการทดลองช่วยตรวจสอบความรู้ความเข้าใจในเรื่องที่ทำการเรียนทดลอง, ความสำคัญในการเรียนรู้ ข้อมูลแสดงประเด็นสาระสำคัญของความรู้ในเรื่องที่ทดลอง, เครื่องมือและอุปกรณ์การทดลองแสดงรายการได้ชัดเจน

และเหมาะสมต่อการปฏิบัติงาน, รูปวงจรและตารางบันทึกผลที่ใช้ในการทดลองสามารถสื่อความหมายช่วยให้การทดลองได้, ความเหมาะสมของการวางลำดับขั้นการทดลอง, การอธิบายรายละเอียดของข้อมูลที่ใช้ในการทดลองมีความชัดเจน โดยมีค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ตั้งแต่ 4.29 ถึง 4.52 ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D) มีค่าตั้งแต่ 0.49 ถึง 0.77 แสดงว่าผู้เรียนมีความคิดเห็นสอดคล้องกัน

ด้านความพึงพอใจการเรียนรู้ด้วยสื่อชุดทดลอง พบว่าผู้เรียนมีความพึงพอใจในระดับมากที่สุดตามลำดับแรก คือ ความพอใจโดยภาพรวมในการเรียนรู้ด้วยชุดทดลอง เปิดโอกาสให้ลงมือปฏิบัติการทดลองด้วยตนเอง เป็นสื่อการสอนทางเทคโนโลยีที่สามารถนำความรู้ไปใช้ได้ และมีความพึงพอใจในระดับมากที่สุดตามลำดับ คือ กิจกรรมในการเรียนรู้ทำให้เกิดความสามัคคีมีส่วนร่วมในการทำงานกลุ่ม การเรียนรู้มีความสัมพันธ์กับทฤษฎีเพิ่มความเข้าใจในวิชานี้ โดยมีค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ตั้งแต่ 4.29 ถึง 4.94 ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D) มีค่าตั้งแต่ 0.24 ถึง 0.71 แสดงว่าผู้เรียนมีความคิดเห็นสอดคล้องกัน

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

ผลการศึกษาผลการใช้ชุดทดลองการแปลงผันไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับ พบว่านักศึกษามีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน เนื่องจากการสร้างเครื่องมือมีกระบวนการที่วางแผนเป็นอย่างดี ได้แก่ การวิเคราะห์เนื้อหาวิชาตามหลักสูตร มีการศึกษางานวิจัยและผลงานการสร้างจากเอกสารและข้อมูลอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องและได้ศึกษากับผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ได้ผ่านการตรวจสอบความถูกต้องและความเหมาะสมในการเรียนรู้ โดยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและด้านการเรียนการสอนในด้านการทดลอง มีการตรวจสอบและเลือกใช้อุปกรณ์ให้เหมาะสมกับการทดลอง ทำให้มีสาระการเรียนรู้ครอบคลุมการเรียนรู้และทดลองปฏิบัติที่สำคัญตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้ มีการตรวจสอบกระบวนการทดลองตามสภาพจริงและทำให้มีการเรียนรู้เป็นระบบ ชุดฝึกได้ออกแบบการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติมากที่สุด สอดคล้องกับ ชูศักดิ์ เบลียนภู [6] ได้ให้ความหมายของการสอนปฏิบัติการทดลอง (Laboratory Instruction) ไว้ว่าการทดลอง (Laboratory) เป็นการให้การศึกษาโดยให้ผู้เรียนได้มีโอกาสสัมผัส และได้รับประสบการณ์เกี่ยวกับการใช้เครื่องมือ และวัสดุด้วยการลงมือปฏิบัติ เป็นงานที่ฝึกการประสานงานระหว่างข้อมูลทางวิชาการในศาสตร์ความสามารถทางสมองหรือความคิดกับประสาทสัมผัสต่าง ๆ (Co-ordination between mental and perceptions) เป็นการให้ประสบการณ์หลายมิติที่พัฒนาความสามารถของมนุษย์หลายประการ และยังสอดคล้องกับแนวคิดของ พิสิฐและธีระพล [8] ได้ให้ความหมายของการสอนปฏิบัติการทดลองไว้ว่าการทดลอง เป็นการให้การศึกษาโดยให้ผู้เรียนได้มีโอกาสสัมผัส และได้รับประสบการณ์เกี่ยวกับการใช้เครื่องมือและวัสดุด้วยการลงมือปฏิบัติ ประสบการณ์ที่ได้รับ เริ่มจากการวางแผน การออกแบบ การต่อวงจรการใช้เครื่องมือสำหรับการทดลอง การสังเกต การบันทึกข้อมูลทางเทคนิค

การสรุปวิเคราะห์ผล ตลอดจนการทำงานที่เกี่ยวข้องกับบุคคลในลักษณะต่าง ๆ ตั้งแต่การปรึกษาหารือระหว่างผู้ร่วมงานจนถึงการติดต่อเพื่อหาข้อมูลจากผู้อื่น การจัดการเรียนการสอนในการปฏิบัติการทดลองให้บรรลุเป้าหมายได้ จึงต้องมีการกำหนดสิ่งต่าง ๆ ให้สอดคล้อง เช่น บทบาทผู้สอน ลำดับขั้นตอนของการสอน และกิจกรรมปฏิบัติการทดลอง

จึงทำให้ผู้เรียนนั้นมีความเข้าใจเกี่ยวกับการเรียนปฏิบัติทดลองได้รวดเร็วยิ่งขึ้น และเมื่อนำไปเปรียบเทียบกับงานวิจัยประเภทเดียวกัน เช่น เศรษฐา เจริญสุข และคณะ [30] ได้สร้างชุดทดลองการควบคุมวงจรไฟฟ้าด้วยวงจรดิจิทัลอิเล็กทรอนิกส์ แล้วนำไปทดลองหาประสิทธิภาพกับนักศึกษาวิทยาลัยเทคนิคฉะเชิงเทรา จำนวน 30 คน ผลการวิจัยพบว่าผู้เรียนที่เรียนด้วยชุดทดลองที่สร้างขึ้นมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ อังคณา อัคราพร [31] ได้พัฒนาชุดทดลองและศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง วงจรสร้างสัญญาณพัลส์ นำไปใช้กับนักศึกษาเทคนิคอุดรธานี จำนวน 32 คน ผลการวิจัยพบว่า ชุดทดลองที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ ผู้เรียนที่เรียนด้วยชุดทดลองที่สร้างขึ้นมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ และสอดคล้องกับงานวิจัยของ สุชิน ชินสิทธิ์ [32] ซึ่งได้ทำการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของผู้เรียนที่เรียนทดลองด้วยใบงานทดลอง ร่วมกับชุดทดลองการรับส่งข้อมูล กับอุปกรณ์เชื่อมต่อภายนอกของ PIC microcontroller มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ คะแนนที่เพิ่มขึ้นสูงมากคิดเป็นร้อยละ 65 ทั้งนี้ อาจเนื่องจากชุดทดลองพัฒนาขึ้นตามหลักการสร้างสื่อและตามหลักทฤษฎีการเรียนรู้ เนื่องจากนักศึกษาได้เรียนรู้ตามลำดับก่อนหลังที่ควรจะเรียนรู้และสร้างความสะดวกในการทดลอง ผู้เรียนได้ปฏิบัติจริงในสภาพที่เหมาะสมกับผู้เรียน เวลาและหลักสูตร สอดคล้องกับ วัลลภ จันทร์ตระกูล [13] ได้อธิบายขั้นตอนการสร้างสื่อการเรียนการสอนประเภทชุดทดลอง ดังนี้

1. กำหนดวัตถุประสงค์ในการนำชุดทดลองไปใช้ในการสอน ควรกำหนดให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการเรียน ซึ่งการออกแบบสร้างจะสำเร็จผลตามเป้าหมาย และใช้ได้จริงจะต้องศึกษาข้อมูลต่าง ๆ ประกอบ ได้แก่ สภาพภากรในการเรียนการสอน ศึกษาข้อมูลด้านวิชาการ และกลุ่มผู้เรียนจากนั้นก็นำไปใช้เขียนวัตถุประสงค์เป็นข้อ ๆ และกำหนดขอบเขตคุณลักษณะของชุดทดลองที่จะออกแบบสร้าง สุดท้ายจะต้องตรวจสอบความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของบทเรียนอีกครั้ง

2. กำหนดหน้าที่ (Function) ของชุดทดลองจากคำบรรยายคุณลักษณะของชุดทดลองที่กำหนดขึ้นในข้อที่ 1 นำมาวิเคราะห์เพื่อค้นหาคำพื้นฐาน (Basic Term) ซึ่งจะช่วยให้ทราบถึงรายการหน้าที่ต่าง ๆ ของชุดทดลอง ศึกษาพิจารณาปัจจัยที่จะทำให้อุปกรณ์ทำงานได้ตามรายการหน้าที่

3. การศึกษาปัจจัยที่จะทำให้ชุดทดลองทำงานได้ตามรายการหน้าที่ ในขั้นนี้เป็นการคิดค้นสิ่งที่ทำให้อุปกรณ์สามารถทำงานได้ตามที่กำหนด โดยทั่วไปจะอยู่ในรูปของวัสดุอุปกรณ์ พลังงานและสัญญาณ สิ่งที่ต้องกำหนดอาจเขียนเป็นคำสั้น ๆ เพื่อให้ได้ชิ้นส่วนประกอบของอุปกรณ์มากที่สุด ชิ้นส่วนที่คิดค้นขึ้นมาควรพิจารณาถึงการประกอบความยากง่ายในการผลิตและค่าใช้จ่าย

4. การวิเคราะห์และตัดสินใจเลือกชิ้นส่วนของอุปกรณ์ ที่จะนำมาสร้างชุดทดลองนำมาเลือกหาผลลัพธ์ที่ดีที่สุด โดยพิจารณาในเรื่องประสิทธิภาพในการทำงาน ขนาด รูปร่าง ความคงทน การบำรุงรักษาและราคา

5. การสร้างต้นแบบและตรวจสอบ เมื่อเลือกชิ้นส่วนได้แล้วจะต้องนำมาร่างเป็นภาพประกอบต้นแบบคร่าว ๆ หรือเป็นภาพงานชิ้นง่าย ๆ ก่อน จากนั้นจึงทำการสร้างต้นแบบ ในตอนนี้จะต้องมีการทดลองซึ่งต้องทดลองกลไกหน้าที่อุปกรณ์บางอย่าง การทำชุดทดลองต้นแบบจะต้องทำการตรวจสอบทางเทคนิค ค้นหาข้อมูลบางอย่างเพื่อให้แน่ใจว่าอุปกรณ์นั้นมีคุณลักษณะตรงตามความต้องการ

6. การเขียนแบบ เพื่อประโยชน์ในการผลิตครั้งต่อไปงานเขียนแบบนี้มีความสำคัญมากแบบงานจะเป็นข้อมูลสำหรับดำเนินการผลิต ดังนั้น แบบงานของชุดทดลองจะต้องมีแบบทั้งแบบภาพประกอบและการแยกชิ้น

7. การเตรียมเอกสารประกอบชุดฝึกที่ออกแบบ โดยทั่วไปควรต้องจัดเอกสารประกอบหรือคู่มือการใช้งาน เพื่อให้ผู้ใช้จะได้ใช้อุปกรณ์ได้อย่างถูกต้องสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ในการออกแบบและสร้างอุปกรณ์

ผลการศึกษาความเหมาะสมด้านกายภาพเกี่ยวกับชุดทดลอง พบว่าผู้เรียนชุดทดลองนี้ พอใจกับการเรียนชุดทดลองและพอใจด้านการสร้าง ทั้งนี้ เพราะชุดทดลองสามารถสร้างแรงจูงใจและดึงดูดความสนใจ โดยใช้วัสดุที่เสถียร สามารถทดลองที่โต๊ะทดลองได้และสามารถเคลื่อนย้ายสะดวกและง่ายต่อการใช้งาน การเรียนด้วยชุดทดลองที่สร้างขึ้นนี้ช่วยในการประหยัดเวลาในการจัดเตรียมอุปกรณ์ในการทดลองลดลง ใบบางที่สร้างขึ้นเพื่อใช้ประกอบกับชุดทดลองได้ให้ข้อมูลที่จำเป็นเกี่ยวกับสาระสำคัญรายการอุปกรณ์ ขั้นตอนการทดลอง รวมทั้งให้ผู้เรียนสามารถอภิปรายแลกเปลี่ยนความเห็นภายในกลุ่ม สร้างทักษะการสื่อสารและปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียน ช่วยให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น การเรียนปฏิบัติการทดลอง ทำให้ผู้เรียนสามารถขยายความรู้ที่ได้รับจากการเรียนในชั้นเรียน (ความรู้ในทฤษฎี และการทำงานของเครื่องมืออุปกรณ์) ได้เห็นความแตกต่างระหว่างทฤษฎีกับการปฏิบัติ (Theory Verification) ช่วยให้ผู้เรียนลดจินตนาการที่เรียน สร้างความเข้าใจในทฤษฎียิ่งขึ้น เนื่องจากลงมือปฏิบัติด้วยตนเองช่วยให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นและประสิทธิภาพทางการเรียนการสอนดีขึ้น

การเรียนด้วยชุดทดลองที่สร้างขึ้น ยังเป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติการทดลองด้วยตนเองในประเด็นของการเรียนด้วยชุดทดลอง เนื่องจากการลงมือปฏิบัติในชุดทดลองทำให้ความเข้าใจหลักการ / ทฤษฎี / ความคิดรวบยอดเพิ่มมากขึ้น

5.3 ข้อเสนอแนะ

จากการดำเนินการวิจัยเชิงทดลองทำให้ผู้วิจัยได้รับประสบการณ์จากเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในระหว่างการการเรียนการสอนปฏิบัติโดยใช้ชุดทดลองร่วมกับใบงานที่สร้างขึ้น และการศึกษาผลสัมฤทธิ์ของนักศึกษา ผู้วิจัยได้พบข้อเสนอแนะหลายประการและคาดว่าถ้าได้มีการปรับปรุงพัฒนาขึ้น จะทำให้การวิจัยครั้งต่อไปมีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยมีรายละเอียดของข้อเสนอแนะดังต่อไปนี้

5.3.1 ข้อเสนอแนะทั่วไป

1. ชุดทดลองที่สร้างขึ้นสามารถทำการทดลองบนโต๊ะและเคลื่อนย้ายได้ สามารถเรียนรู้ได้ง่าย แต่ถ้าต้องการให้ชุดทดลองมีน้ำหนักเบากว่านี้ การสร้างชุดทดลองควรออกแบบหาวัสดุที่มีน้ำหนักเบา มาทำเป็น โครงสร้างของกล่องชุดทดลอง หรือทำเป็นกระเป๋าชุดทดลองที่เป็นแบบหิ้วเพื่อเอามาใช้สำหรับพกพาและขนย้ายได้สะดวก

2. ควรนำชุดทดลองที่สร้างขึ้นนำไปเผยแพร่ และทดลองใช้กับนักศึกษาช่วงอุตสาหกรรม ของสถานศึกษาอาชีวศึกษาต่าง ๆ เพื่อเป็นการส่งเสริมให้มีการสร้างชุดทดลองที่มีประสิทธิภาพไว้ใช้เอง สำหรับการเรียนการสอน

5.3.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการพัฒนาสร้างชุดทดลองโดยใช้วงจรอินเวอร์เตอร์หลายๆ ขนาดที่สามารถใช้งานกับโหลดจริงได้ เพื่อที่จะได้ชุดทดลองที่หลากหลายในการวัดและทดสอบคุณสมบัติวงจรแปลงผันไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสตรง และชุดทดลองที่มีเนื้อหาอื่น ๆ ควรมีการวัดภาคปฏิบัติ เพื่อให้สามารถวัดได้ตรงตามวัตถุประสงค์มากขึ้น

2. ควรมีการนำชุดทดลองที่พัฒนาได้ ทำการหาประสิทธิภาพของชุดทดลองในกลุ่มตัวอย่างที่มีลักษณะเดียวกันเพื่อเป็นหลักการและนำไปใช้ทั่วไปมากขึ้น หรือกลุ่มตัวอย่างในการศึกษาวิจัยครั้งต่อไป ควรจะเป็นนักศึกษาที่เรียนต่างสถาบันกัน แต่มีศักยภาพด้านการศึกษาใกล้เคียงกัน

3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่เป็นแบบปรนัยอาจไม่ครอบคลุมเนื้อหาหรือไม่เหมาะสมในการวัดผลสัมฤทธิ์ในการเรียนทดลอง ควรส่งเสริมให้มีการพัฒนาชุดทดลองและใช้แบบทดสอบด้วยวิธีอื่น (Alternative test)