

การพัฒนาชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84
วิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม รหัสวิชา 2105-2111
หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556
สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา
THE DEVELOPMENT OF ELECTRONICES INDUSTRY
COMPETTENCY TRAUNING BOARD WD 81-84.
ELECTRONICES INDUSTRY COURSE, CODE 2105-2111
LOWER VOCATIONAL EDUCATION CERTIFICATE, 2556 B.E.

นายสัญญา โพธิ์วงษ์

(วิทยาลัยเทคนิคนครนายก)

Sanya Phowong

(Nakhonnayok technical college)

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อออกแบบสร้างและพัฒนาชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84 2) เพื่อหาประสิทธิภาพชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐานร้อยละ 80 3) เพื่อศึกษาระดับความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84 ที่ใช้ประกอบการเรียนการสอนรายวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม รหัสวิชา 2105-2111 ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ชั้นปีที่ 2 สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคนครนายก ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 การเปรียบเทียบผลการเรียนก่อนและหลังเรียน จากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน โดยทำการแบ่งกลุ่ม เป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลองจำนวน 15 คน และกลุ่มควบคุมจำนวน 15 คน ด้วยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบง่ายด้วยการจับฉลาก (Simple Random Sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบสอบถามระดับความพึงพอใจ วิเคราะห์ข้อมูลหา ค่าร้อยละ (Percentage) ค่าเฉลี่ย (Mean) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) และสถิติทดสอบค่า t

ผลการวิจัยพบว่า ผลการวิเคราะห์ระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84 มีค่า (\bar{X} = 4.55, S.D. = 0.59) แปลผลได้ว่าอยู่ในเกณฑ์มากที่สุด ผลการทดสอบประสิทธิภาพด้านการทำงาน ตรงตามข้อกำหนดโดยคิดเป็นร้อยละ 100 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลอง หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 และผลการเปรียบเทียบระหว่างเรียนและวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 80/80 นักเรียนที่ทดสอบสมรรถนะผ่านการทดสอบคิดเป็นร้อยละ 100 ผลการประเมินระดับความพึงพอใจต่อชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84 มีค่า (\bar{X} = 4.52, S.D. = 0.52) แปลผลได้ว่าอยู่ในเกณฑ์มากที่สุด

คำสำคัญ : ชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84, อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม, ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

Abstract

The objectives of this research aimed to 1) develop and design a competency training package for the electronics industry, Board WD 81-84. 2) investigate the effectiveness of this training package to meet the standard criteria at 80% 3) export the student's satisfaction to wards the use of this Training package in Electronics Industry, Board WD 81-84, in Electronics industry Course Code (2105-2111) for the second year students in the field of Electronics, Nakhon nayok Technical College.in 1/2560 through the requirement of standard criteria 80/80 and pre and post test score. Data were collected from 30 samples divided in to two groups; controlled and experimental groups by the use of an achievement test and a satisfactory questionnaire. The quantitative data were analyzed using descriptive statistics; percentage, mean and standard deviation, and inferential statistics; t-test.

The results were as follows; the quality of the training package for electronics industry through the experts' opinion in all aspects was at highest level. In terms of the effectiveness of the training package's validity as expected, it was at 100% in responding to the training package objectives. Meanwhile, the pre-test and post-test within and between the group were at the significant level of 0.05 and the student learning results between the semester and the final test met the requirement of 80/80. Finally, the result on the student's satisfaction towards the training package was at highest level ($\bar{X} = 4.52$, S.D. = 0.52)

Keywords : Electronic industry performance training series, WD 81-84, electronic industrial, achievement.

นายสัญญา โพธิ์วงษ์, E-mail : sanyasster@gmail.com โทร 081-2087308

บทนำ

การพัฒนาในด้านการศึกษาให้มีความเจริญก้าวหน้าทันกับเทคโนโลยีที่พัฒนาไปอย่างรวดเร็ว กล่าวได้ว่าการศึกษาด้านอิเล็กทรอนิกส์เป็นส่วนสำคัญ และจำเป็นอย่างยิ่งที่ควรให้มีการเรียน การสอนเพื่อสามารถพัฒนาบุคลากรให้มีความรู้ความสามารถก้าวหน้าทันเทคโนโลยี โดยเฉพาะเทคโนโลยีทางด้านอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม ในปัจจุบันได้มีการพัฒนาไปอย่างรวดเร็วตลอดจนระบบต่างๆ เช่น การซ่อมบำรุงรักษาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ อุตสาหกรรม ผู้ปฏิบัติงานต้องมีความเข้าใจในหลักการและขั้นตอนการทำงานของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ อุตสาหกรรมในส่วนต่าง ๆ เพื่อนำไปใช้ในการปฏิบัติงานหรือซ่อมอุปกรณ์ประกอบในการเรียนขั้นสูงต่อไป

วิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม เป็นวิชาชีพพื้นฐานของช่างอิเล็กทรอนิกส์ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 ของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา โดยจัดการเรียนการสอนในระดับประกาศนียบัตร วิชาชีพ (ปวช.) ใช้เวลาเรียน 5 คาบต่อสัปดาห์ วิชาดังกล่าวนี้ถือเป็นวิชาสำคัญ ของการศึกษาระดับอาชีวศึกษาช่างอิเล็กทรอนิกส์ เนื่องจากเป็นวิชาที่กล่าวถึงหลักการของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ เพื่อเป็นพื้นฐานให้เข้าใจส่วนประกอบหลัก ๆ ซึ่งรายละเอียดที่กล่าวมาล้วนใช้เป็นพื้นฐานสำคัญในการประกอบอาชีพและนำมาอ้างอิงในการศึกษา เนื้อหาวิชาที่สูงขึ้น

จากการสอบถามข้อมูล ในด้านสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอน และผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนหลังจาก การจัดการเรียนการสอน ที่ผ่านมา พบว่า 1) การเรียนการสอนภาคปฏิบัติ ขาดชุดฝึกที่มีลักษณะงานการฝึกที่ สอดคล้องกับเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรมในปัจจุบัน หรือที่มีอยู่ก็เป็นชุดฝึกอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรมที่ใช้ ประกอบการเรียนการสอนแบบเก่าที่ชำรุดตามสภาพแล้ว 2) การเรียนการสอนในภาคทฤษฎี และภาคปฏิบัติ ผู้ทำ

หน้าที่สอนยังคงใช้ชุดฝึกเป็นแบบเก่าและวิธีการสอนแบบครูเป็นศูนย์กลางในการเรียนรู้ 3) สถานศึกษาจำนวนมากที่ยังขาดแคลนชุดฝึกอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรมที่ทันสมัย เนื่องจากชุดทดลองจากต่างประเทศมีราคาสูง บางสถานศึกษาจึงไม่มีงบประมาณเพียงพอที่จะจัดซื้อ 4) ผลการเรียนรู้ในภาคปฏิบัติ ยังมีผลการปฏิบัติงานในระดับต่ำในส่วนของสถิติผลการเรียนในรายวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคนครนายก ในปีการศึกษา 2558 และ ปีการศึกษา 2559 พบว่านักเรียนมีผลการเรียนในระดับปานกลาง (เกรด 2) เป็นจำนวนมาก

จากเหตุผลและปัญหาดังที่กล่าวมาทำให้ผู้วิจัยสนใจสร้างชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84 เพื่อใช้แก้ปัญหาสมรรถนะของนักเรียนดังกล่าว

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

- 2.1 เพื่อออกแบบสร้างและพัฒนาชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84
- 2.2 เพื่อหาประสิทธิภาพของชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84
- 2.3 เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84

3. ระเบียบวิธีวิจัย

3.1 ศึกษาข้อมูลเบื้องต้น

3.1.1 รายละเอียดของหลักสูตรรายวิชา วิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม รหัส 2105-2111 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ได้แก่ จุดมุ่งหมายของหลักสูตร หลักเกณฑ์การใช้หลักสูตร โครงสร้างหลักสูตร จุดประสงค์รายวิชา สมรรถนะรายวิชา และคำอธิบายรายวิชา เพื่อเป็นแนวทางในการเขียนเนื้อหาสาระและการกำหนดกิจกรรมสำหรับผู้เรียน

3.1.2 ศึกษาหลักการพัฒนาสื่อการสอน ให้บทเรียนมีความน่าสนใจและชวนให้ติดตาม จากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ ได้แก่ ตำรา หนังสือเรียน สื่อออนไลน์และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

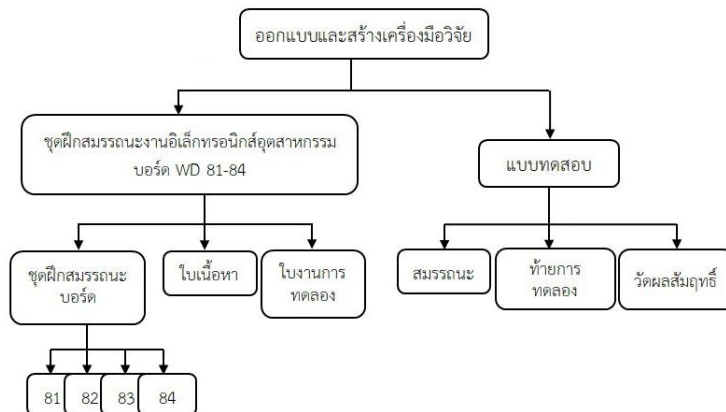
3.1.3 ศึกษาการสร้างแบบทดสอบ หาประสิทธิภาพและความรู้เกี่ยวกับสมรรถนะวิชา

3.1.4 ศึกษาแนวคิด ทฤษฎีหรืองานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.1.5 ศึกษาเกี่ยวอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม เพื่อนำมาเป็นแนวทางในการสร้างชุดฝึกสมรรถนะ

3.2 ออกแบบสร้างเครื่องมือวิจัย

เครื่องมือการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ออกแบบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 2 ส่วนคือ ชุดฝึกสมรรถนะ และแบบทดสอบ



รูปที่ 1 แสดงการออกแบบและสร้างเครื่องมือวิจัย

3.3 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

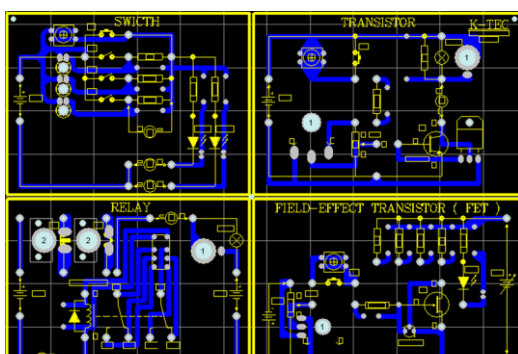
3.3.1 ประชากรของการวิจัยได้แก่ นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคนครนายก สังกัดคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม รหัสวิชา 2105-2111

3.3.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้มาโดยการเลือกสุ่มแบบเจาะจงนักเรียน ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ชั้นปีที่ 2 สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคนครนายก ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม รหัสวิชา 2105-2111 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 รวมจำนวน 30 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 15 คน และกลุ่มควบคุม 15 คน ด้วยการสุ่มแบบง่ายโดยวิธีการจับฉลาก (Sample Random Sampling) ประกอบด้วยนักเรียนที่คละความสามารถ โดยมีทั้งนักเรียนเก่ง ปานกลาง และอ่อน ซึ่งนักเรียนมีคุณสมบัติไม่แตกต่างกัน

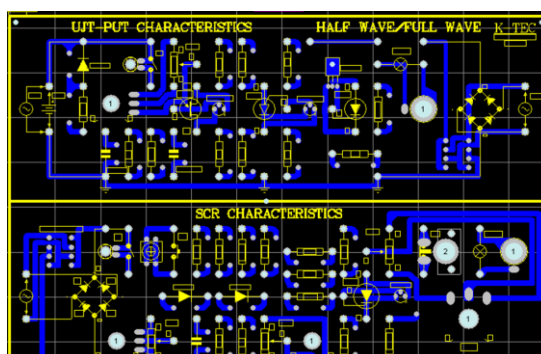
3.4. ออกแบบและสร้างชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84

3.4.1 ขั้นตอนในการออกแบบชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84 มีดังนี้

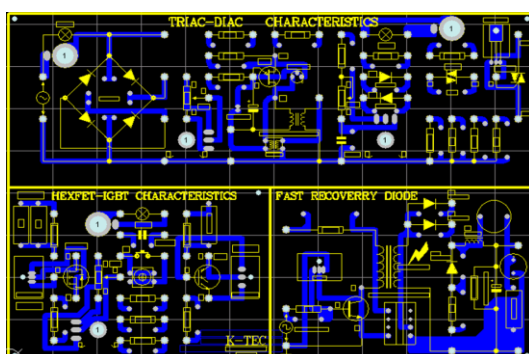
1. ออกแบบวงจรชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84
2. กำหนดขนาดของบอร์ดชุดฝึกสมรรถนะแต่ละแผง ซึ่งความกว้าง ความยาว และความสูง เท่ากันทุกบอร์ด คือ 21 x29.7x3.5 เซนติเมตร
3. ออกแบบตำแหน่งการวางอุปกรณ์ของแต่ละบอร์ด โดยใช้โปรแกรม Protel 99 SE
4. นำแบบไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ
5. เขียนวงจรด้วยโปรแกรม Protel 99 SE
6. กัดปริน PCB บอร์ด WD 81-84
7. เมื่อได้บอร์ดชุดฝึกสมรรถนะครบทั้ง 4 บอร์ด เรียบร้อยแล้ว ทำการประกอบวงจร และยึดอุปกรณ์ต่าง ๆ ลงบนบอร์ด
8. เมื่อประกอบเสร็จเรียบร้อยแล้ว จึงทำการทดสอบก่อนว่าสามารถใช้งานได้จริง ไม่เกิดการลัดวงจรช็อต โดยใช้มัลติมิเตอร์ทำการตรวจสอบแต่ละจุด จนครบทั้ง 4 บอร์ด
9. นำไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ



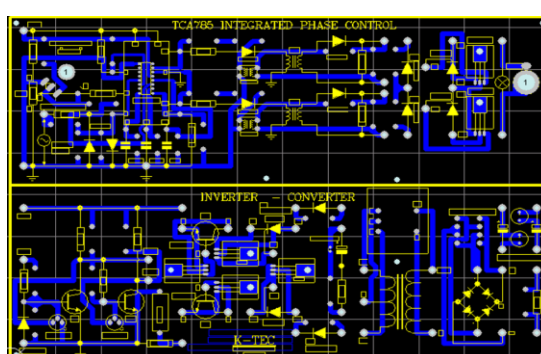
รูปที่ 2 ลายวงจร บอร์ด WD 81



รูปที่ 3 ลายวงจร บอร์ด WD 82



รูปที่ 4 ลายวงจร บอร์ด WD 83



รูปที่ 5 ลายวงจร บอร์ด WD 84

3.5 วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

3.5.1 ทดสอบนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน โดยใช้เวลาในการทดสอบจำนวน 1 ชั่วโมง

3.5.2 ให้นักเรียนกลุ่มควบคุม จำนวน 15 คน ใช้วิธีการเรียนการสอนแบบเก่าและนักเรียนกลุ่มทดลอง จำนวน 15 คน โดยใช้ชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84 จำนวน 29 เรื่อง โดยทั้ง 2 กลุ่มใช้ใบเนื้อหา ใบงานการทดลอง แบบทดสอบท้ายการทดลอง และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ในวิชา อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม รหัสวิชา 2105-2111 ที่ผู้เรียนพึงปฏิบัติตลอดหลักสูตรการศึกษา

3.5.3 เมื่อสิ้นสุดการเรียนรู้ออกจากการเรียนการสอนประกอบกับการฝึกปฏิบัติ ด้วยชุดฝึกสมรรถนะงาน อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84 ครบหมดทุกหน่วยการเรียนรู้แล้ว ผู้วิจัยให้กลุ่มตัวอย่างทำ แบบทดสอบหลังเรียน (Post test) โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน

2.5.4 นำผลที่ได้จากแบบทดสอบท้ายการทดลองของกลุ่มทดลอง และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม มาดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติเพื่อหาประสิทธิภาพ

3.5.5 นำผลที่ได้จากการทดสอบภาคปฏิบัติมาบันทึกผลลงตารางสมรรถนะที่ผู้วิจัยได้กำหนดไว้

3.6 ด้านประสิทธิภาพต่อการทำงานของชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84

การวัดเพื่อหาประสิทธิภาพของชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84 ผู้วิจัยมีวิธีการ หาประสิทธิภาพการทำงานของชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84 ทั้ง 4 ชุดฝึก สมรรถนะมีขั้นตอนการทดสอบจำนวน 2 ครั้ง ประกอบด้วย

ครั้งที่ 1 ประกอบวงจรเสร็จแล้วทดสอบบันทึกค่าที่ได้ว่าตรงตามสิ่งที่กำหนดหรือไม่ หากไม่ก็จะเขียนหมายเหตุไว้เพื่อช่วยเตือนความจำ เนื่องจากในสัปดาห์ประกอบในวงจรมีอุปกรณ์จำนวนมาก

ครั้งที่ 2 หลังจากการปรับปรุงแก้ไขวงจรแล้วใช้วิธีการวัดและทดสอบทบทวนกระบวนการเหมือนครั้งแรกอีก รอบแล้วบันทึกผลการทดสอบ

4. ผลการวิจัย

4.1 ผลการออกแบบและพัฒนาชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84

4.1.1 ผลการวิเคราะห์ระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

ผลจากการออกแบบสร้างและพัฒนาชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84 โดย เชิญผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ประเมินความคิดเห็นต่อชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84 โดยมีผลการวิเคราะห์ดังนี้

ตารางที่ 4-1 ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยรวมระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อชุดฝึกสมรรถนะงาน อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84

รายการ	\bar{X}	S.D.	แปลผล
ชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81	4.46	0.65	มาก
ชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 82	4.58	0.55	มากที่สุด
ชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 83	4.60	0.54	มากที่สุด
ชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 84	4.56	0.60	มากที่สุด
เฉลี่ยรวม	4.55	0.59	มากที่สุด

จากตารางที่ 4-1 ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยรวมระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อชุดฝึกสมรรถนะงาน อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84 มีค่าเท่ากับ ($\bar{X} = 4.55$, S.D. = 0.59) แปลผลได้ว่าอยู่ในเกณฑ์ระดับ มากที่สุด ซึ่งในแต่ละชุดฝึกสมรรถนะ ผู้เชี่ยวชาญได้ประเมินไว้ดังนี้ ชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81 มีค่าเท่ากับ ($\bar{X} = 4.46$, S.D. = 0.65) แปลผลได้ว่าอยู่ในเกณฑ์ระดับมาก ชุดฝึกสมรรถนะงาน

การประชุมทางวิชาการระดับชาติครั้งที่ 1 “นวัตกรรมและเทคโนโลยีอาชีวศึกษา”
สถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ 2

อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 82 มีค่าเท่ากับ ($\bar{X} = 4.58, S.D. = 0.55$) แปลผลได้ว่าอยู่ในเกณฑ์ระดับมากที่สุด ชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 83 มีค่าเท่ากับ ($\bar{X} = 4.60, S.D. = 0.54$) แปลผลได้ว่าอยู่ในเกณฑ์ระดับมากที่สุด และชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 84 มีค่าเท่ากับ ($\bar{X} = 4.56, S.D. = 0.60$) แปลผลได้ว่าอยู่ในเกณฑ์ระดับมากที่สุด

4.1.2 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพด้านการทำงานของชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84 ได้ดำเนินการทดสอบจำนวน 2 ครั้ง เป็นตามข้อกำหนด โดยการทดสอบบวกรจาก ทุกบอร์ด ทุกจุดที่กำหนดไว้ โดยเป็นคิดร้อยละของจุดที่ถูกและไม่ถูก มีผลการวิเคราะห์ดังนี้

ตารางที่ 4-2 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพด้านการทำงานของชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81

ลำดับ	รายการ	ตรงข้อกำหนด		ผลการประเมิน
		จำนวน	ร้อยละ	
1	การใช้สวิตซ์ในการปิด-เปิด โหลด (LED)	10	100	ผ่าน
2	การใช้สวิตซ์ควบคุมการเปลี่ยนตำแหน่งจุดต่อทางไฟฟ้า	8	100	ผ่าน
3	การตรวจวัดขาของรีเลย์	13	100	ผ่าน
4	วงจรรีเลย์ควบคุมโหลดแบบปกติเปิด (NO)	5	100	ผ่าน
5	การใช้รีเลย์ทำหน้าที่สวิตซ์	5	100	ผ่าน
6	วงจรทรานซิสเตอร์ที่ใช้สวิตซ์ควบคุมโหลด	5	100	ผ่าน
7	วงจรทรานซิสเตอร์ควบคุมโหลดใช้โพเทนชิโอมิเตอร์	20	100	ผ่าน
8	การหาคุณลักษณะทางเอาต์พุตของเฟต	21	100	ผ่าน
9	การใช้เฟตควบคุมการปิด-เปิดวงจรโหลด (LED)	5	100	ผ่าน

ตารางที่ 4-3 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพด้านการทำงานของชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 82

ลำดับ	รายการ	ตรงข้อกำหนด		ผลการประเมิน
		จำนวน	ร้อยละ	
1	การตรวจวัดขาเอสซีอาร์	12	100	ผ่าน
2	วงจรทดสอบคุณลักษณะทางไดนามิกของเอสซีอาร์	12	100	ผ่าน
3	การใช้งานเอสซีอาร์ในวงจรไฟฟ้ากระแสตรง	9	100	ผ่าน
4	การทดสอบการจุดชนวนเกต	10	100	ผ่าน
5	การทดลองหาค่ากระแสยึด	9	100	ผ่าน
6	วงจรเรียงกระแสโดยใช้เอสซีอาร์	5	100	ผ่าน
7	วงจรควบคุมเฟสแบบครึ่งคลื่นที่ใช้ตัวแบ่งแรงดัน	16	100	ผ่าน
8	วงจรควบคุมเฟสแบบครึ่งคลื่นที่ใช้ตัวเก็บประจุ	8	100	ผ่าน
9	วงจรควบคุมเฟสแบบเต็มคลื่น	12	100	ผ่าน
10	การตรวจวัดขายูเจที	6	100	ผ่าน
11	วงจรทดสอบคุณลักษณะทางไดนามิกของยูเจที	2	100	ผ่าน
12	วงจรกำเนิดสัญญาณฟันเลื่อยที่ใช้แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง	5	100	ผ่าน
13	วงจรกำเนิดสัญญาณฟันเลื่อยใช้แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับ	5	100	ผ่าน
14	การตรวจวัดขาพียูที	30	100	ผ่าน
15	วงจรกำเนิดสัญญาณฟันเลื่อยใช้แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง	5	100	ผ่าน
16	วงจรควบคุมเฟสที่ใช้เอสซีอาร์ และพียูทีแบบโหลดไฟฟ้ากระแสสลับ	5	100	ผ่าน
17	วงจรควบคุมเฟสที่ใช้เอสซีอาร์ และพียูทีแบบโหลดไฟฟ้ากระแสตรง	5	100	ผ่าน

การประชุมทางวิชาการระดับชาติครั้งที่ 1 “นวัตกรรมและเทคโนโลยีอาชีวศึกษา”
สถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ 2

ตารางที่ 4-4 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพด้านการทำงานของชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด บอร์ด WD 83

ลำดับ	รายการ	ตรงข้อกำหนด		ผลการประเมิน
		จำนวน	ร้อยละ	
1	วงจรทดสอบคุณลักษณะทางไดนามิกของไดแอก	1	100	ผ่าน
2	วงจรถูกเนตสัญญาณจุดชนวนที่ใช้ไดแอก	8	100	ผ่าน
3	การตรวจวัดขาไดแอก	10	100	ผ่าน
4	วงจรทดสอบคุณลักษณะทางไดนามิกของไดแอก	4	100	ผ่าน
5	วงจรถูกจุดชนวนไดแอก	12	100	ผ่าน
6	วงจรถูกควบคุมเฟสที่ใช้ไดแอกและไดแอก	8	100	ผ่าน
7	วงจรถูกควบคุมเฟสที่ใช้ไดแอกและ ยูเจที	7	100	ผ่าน
8	การตรวจสอบช่วง Reverse Recovery Time	12	100	ผ่าน
9	การวัดหาคอนสแตนต์ทางไฟฟ้าของเฮกเพด	10	100	ผ่าน
10	การวัดหาคอนสแตนต์ด้านขาออก	44	100	ผ่าน
11	การหาคอนสแตนต์ทางเอาต์พุตของไอจีบีที	36	100	ผ่าน
12	การใช้งานไอจีบีทีควบคุมการปิด-เปิดหลอดไฟ	4	100	ผ่าน

ตารางที่ 4-5 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพด้านการทำงานของชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 84

ลำดับ	รายการ	ตรงข้อกำหนด		ผลการประเมิน
		จำนวน	ร้อยละ	
1	การหาความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันควบคุมการทริกกับสัญญาณทริกเกอร์	3	100	ผ่าน
2	การใช้งานนำสัญญาณทริกเกอร์จาก TCA785 ไปควบคุมภาระทางไฟฟ้าชนิด DC และ AC	2	100	ผ่าน
3	วงจรถูกอินเวอร์เตอร์ที่ใช้เอสซีอาร์เป็นสวิตช์ควบคุม	5	100	ผ่าน
4	วงจรถูกอินเวอร์เตอร์ที่ใช้ทรานซิสเตอร์เป็นสวิตช์ควบคุม	9	100	ผ่าน

จากตารางที่ 4-2 ถึง 4-5 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพด้านการทำงานของชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84 มีผลการทดสอบ พบว่า ตรงตามข้อกำหนดทุกรายการ แสดงว่ามีประสิทธิภาพด้านการทำงานครบทั้งหมด คิดเป็นร้อยละ 100

4.2 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84

4.2.1 ผลวิเคราะห์การเปรียบเทียบคะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม โดยใช้โปรแกรมคำนวณสำเร็จรูป

ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนด้วย t-Dependent สมมติฐานงานวิจัยกลุ่มทดลองที่ได้รับการเรียนการสอนด้วยชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84 มีค่าเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 จากสมมติฐาน

$H_0 =$ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม ก่อนและหลังเรียนไม่แตกต่างกัน

$H_0 : \mu_1 = \mu_2$

$H_1 =$ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

$H_1 : \mu_2 > \mu_1$ กำหนดระดับนัยสำคัญที่ 0.05 ดังตารางที่ 4-10

การประชุมทางวิชาการระดับชาติครั้งที่ 1 “นวัตกรรมและเทคโนโลยีอาชีวศึกษา”
สถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ 2

ตารางที่ 4-6 ผลวิเคราะห์การเปรียบเทียบคะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ก่อนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง

การทดสอบ	จำนวน	\bar{X}	S.D.	t	df	Sig.(1-tailed)
ก่อนเรียน	15	21.73	1.67	45.73	14	0.000
หลังเรียน	15	49.20	1.52			

จากตารางที่ 4-6 พบว่า การทดสอบคะแนนของกลุ่มทดลองมีคะแนนก่อนเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 21.73 และมีคะแนนหลังเรียน เฉลี่ยเท่ากับ 49.20 เมื่อเปรียบเทียบระหว่างคะแนนสอบทั้งสองครั้ง พบว่า คะแนนสอบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ ค่า Sig.(1-tailed) = 0.00 < 0.05 Sig. แสดงว่าปฏิเสธสมมติฐาน H_0 ยอมรับสมมติฐาน H_1

ผลวิเคราะห์การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนและหลังเรียนของกลุ่มควบคุมด้วย t-Dependent ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนมากกว่าก่อนเรียน ดังตารางที่ 4-11

ตารางที่ 4-7 ผลวิเคราะห์การเปรียบเทียบคะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ก่อนและหลังเรียนของกลุ่มควบคุม

การทดสอบ	จำนวน	\bar{X}	S.D.	t	df	Sig.(1-tailed)
ก่อนเรียน	15	22	1.77	43.08	14	0.000
หลังเรียน	15	47.73	1.79			

จากตารางที่ 4-7 พบว่า การทดสอบคะแนนของกลุ่มควบคุม มีคะแนนก่อนเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 22 และมีคะแนนหลังเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 47.73 พบว่า คะแนนสอบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม ใช้สถิติทดสอบค่า t-Independent ผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 ดังตารางที่ 4-8

ตารางที่ 4-8 ผลวิเคราะห์การเปรียบเทียบคะแนนวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียนระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	จำนวน	\bar{X}	S.D.	ค่าเฉลี่ยของผลต่าง	t	df	Sig.(1-tailed)
กลุ่มทดลอง	15	49.20	1.52	1.47	2.45	28	0.011
กลุ่มควบคุม	15	47.73	1.79				

จากตารางที่ 4-8 พบว่า การเปรียบเทียบคะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 49.20 กลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 47.73 เมื่อเปรียบเทียบแล้ว มีความแตกต่างกันเท่ากับ 1.47 ดังนั้นจากการทดสอบสถิติ t พบว่า ค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม สูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

4.2.2 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84 โดยกลุ่มทดลอง ได้จากกระบวนการเรียนรู้ระหว่างเรียน และทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียนมี ประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 ดังตารางที่ 4-9

ตารางที่ 4-9 คะแนนจากระบวนการเรียนรู้ระหว่างเรียนและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียนของกลุ่มทดลอง

ที่มาของคะแนน	ประสิทธิภาพ (ร้อยละ)
กระบวนการเรียนรู้ระหว่างเรียน	85.27
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์	82

การประชุมทางวิชาการระดับชาติครั้งที่ 1 “นวัตกรรมและเทคโนโลยีอาชีวศึกษา”
สถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ 2

จากตารางที่ 4-9 เมื่อพิจารณาคะแนนที่ได้จากการเรียนรู้ระหว่างเรียน มีค่าเท่ากับ 85.27 และคะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ มีค่าเท่ากับ 82 สรุปได้ว่า ประสิทธิภาพของชุดฝึกสมรรถนะที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพที่ระดับ 85.27/82 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 และเป็นไปตามสมมติฐานที่ผู้วิจัยตั้งไว้

4.2.3 ผลการประเมินสมรรถนะของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84 ผลการประเมินสมรรถนะของกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84 ให้ผ่านเกณฑ์มาตรฐานร้อยละ 80 ดังตารางที่ 4-10

ตารางที่ 4-10 ผลการประเมินสมรรถนะของกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84

สมรรถนะ	จำนวนนักเรียน ที่ผ่านสมรรถนะ (คน)		ร้อยละ
	ความรู้	ทักษะและเจตคติ	
1. ใช้สวิตช์ควบคุมโหลดได้ถูกต้อง	15	15	100
2. ใช้รีเลย์ควบคุมโหลดได้ถูกต้อง	15	15	100
3. ใช้สวิตช์ทรานซิสเตอร์ควบคุมโหลดได้ถูกต้อง	15	15	100
4. เพดควบคุมโหลดได้ถูกต้อง	15	15	100
5. ต่อวงจรเรียงกระแสโดยใช้เอสซีอาร์ ได้ถูกต้อง	15	15	100
6. ต่อวงจรควบคุมเฟสที่ใช้เอสซีอาร์ ในวงจรครึ่งคลื่นได้ถูกต้อง	15	15	100
7. ต่อวงจรควบคุมเฟสที่ใช้เอสซีอาร์ในวงจรเต็มคลื่นได้ถูกต้อง	15	15	100
8. ต่อวงจรถักเหน็ดสัญญาณพื้นเลี้ยงที่ใช้ยูเจทีได้ถูกต้อง	15	15	100
9. ต่อวงจรถักเหน็ดสัญญาณพื้นเลี้ยงที่ใช้พียูทีได้ถูกต้อง	15	15	100
10. ควบคุมเฟสที่ใช้เอสซีอาร์และพียูทีได้ถูกต้อง	15	15	100
11. ต่อวงจรควบคุมเฟสที่ใช้ไตรแอกและไดแอกได้ถูกต้อง	15	15	100
12. ต่อวงจรควบคุมเฟสที่ใช้ไตรแอกและยูเจทีได้ถูกต้อง	15	15	100
13. ต่อวงจรควบคุมเฟสด้วยวงจรรวม TCA785 ได้ถูกต้อง	15	15	100
14. ต่อวงจรอินเวอร์เตอร์และคอนเวอร์เตอร์ได้ถูกต้อง	15	15	100
รวม			100

จากตารางที่ 4-10 ผลการประเมินสมรรถนะของกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84 พบว่านักเรียนที่ทดสอบผ่านด้านความรู้ ผ่านการทดสอบด้านทักษะและเจตคติคิดเป็นร้อยละ 100 ซึ่งผ่านเกณฑ์มาตรฐานร้อยละ 80

4.3 ผลการวิเคราะห์ระดับความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84

ตารางที่ 4-11 ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยรวมระดับความพึงพอใจของกลุ่มทดลองที่มีต่อชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84

รายการ	\bar{X}	S.D.	แปลผล
ชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81	4.56	0.56	มากที่สุด
ชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 82	4.48	0.51	มาก
ชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 83	4.51	0.50	มากที่สุด
ชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 84	4.54	0.51	มากที่สุด
เฉลี่ยรวม	4.52	0.52	มากที่สุด

จากตารางที่ 4-11 ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยรวมระดับความพึงพอใจของกลุ่มทดลองที่มีต่อชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84 มีค่า ($\bar{X} = 4.52$, S.D. = 0.52) แปลผลได้ว่า มีความพึงพอใจอยู่ในเกณฑ์ระดับมากที่สุด ซึ่งในแต่ละชุดฝึกสมรรถนะ กลุ่มทดลองได้ประเมินความพึงพอใจไว้ดังนี้ ชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81 มีค่ารวมเฉลี่ย ($\bar{X} = 4.56$, S.D. = 0.56) แปลผลได้ว่า มีความพึงพอใจอยู่ในเกณฑ์ระดับมากที่สุด ชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 82 มีค่ารวมเฉลี่ย ($\bar{X} = 4.48$, S.D. = 0.51) แปลผลได้ว่า มีความพึงพอใจอยู่ในเกณฑ์ระดับมากที่สุด ชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 83 มีค่ารวมเฉลี่ย ($\bar{X} = 4.51$, S.D. = 0.50) แปลผลได้ว่า มีความพึงพอใจอยู่ในเกณฑ์ระดับมากที่สุด และชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 84 มีค่ารวมเฉลี่ย ($\bar{X} = 4.54$, S.D. = 0.51) แปลผลได้ว่า มีความพึงพอใจอยู่ในเกณฑ์ระดับมากที่สุด

5. สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

5.1 สรุปผล

5.1.1 ด้านการออกแบบสร้างชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84 สำหรับใช้ประกอบในการเรียนการสอนรายวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม รหัสวิชา 2105-2111 ของนักเรียนระดับ ปวช. ชั้นปีที่ 2 สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคนครนายก ของภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 ดังนี้

ผลวิเคราะห์ระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญต่อชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84 วิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม รหัสวิชา 2105-2111 โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ดำเนินการตรวจสอบคุณภาพด้วยแบบประเมิน ชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84 โดยมีระดับความคิดเห็น มีค่า ($\bar{X} = 4.55$, S.D. = 0.59) ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ระดับคุณภาพมากที่สุด

ผลวิเคราะห์ข้อมูลการทดสอบประสิทธิภาพในการทำงานของชุดวงจรต่าง ๆ ที่ผู้วิจัยออกแบบสร้างประกอบลงในชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84 เพื่อให้การทำงานของชุดฝึกเป็นไปตามข้อกำหนดอย่างสมบูรณ์ โดยวิธีการวัดทดสอบเทียบด้วยเครื่องมือวัดทางไฟฟ้าในบอร์ดทุกจุดที่กำหนดไว้ โดยคิดเป็นร้อยละของจุดทดสอบที่ถูกต้อง ผลการทดสอบประสิทธิภาพในการทำงานของชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84 พบว่าทุกรายการที่ผ่านการทดสอบการทำงานได้ตรงข้อกำหนดทั้งหมดคิดเป็นร้อยละของจุดที่ถูกต้อง และจุดที่ไม่ถูกต้องซึ่งกำหนดการทดสอบวงจรในบอร์ด รวม 4 บอร์ด ต่อ 1 ชุด ได้แก่ บอร์ด WD 81-84 จำนวน 42 จุดทดสอบ ทำการทดสอบประสิทธิภาพในการทำงานตรงตามข้อกำหนดหมายถึง ไม่มีวงจรส่วนหนึ่งส่วนใดทำงานผิดปกติหรือไม่ทำงาน จากการทดสอบประสิทธิภาพต่อการทำงาน เมื่อพบข้อบกพร่องการทำงานของวงจรจึงนำไปสู่การปรับปรุงแก้ไขวงจรแต่ละภาคส่วนให้สมบูรณ์ถูกต้องทั้งหมดอีกครั้ง และในครั้งที่ 2 ของการทดสอบประสิทธิภาพต่อการทำงานตามข้อกำหนดหลังจากมีการแก้ไขปรับปรุงการทำงานของวงจรในบอร์ดให้สมบูรณ์ดีแล้วทุกจุด ผลการวิเคราะห์ทดสอบหาประสิทธิภาพการทำงาน ร้อยละ 100

5.1.2 ด้านการหาประสิทธิภาพของชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84

1. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียน วิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม รหัสวิชา 2105-2111 ของกลุ่มทดลอง สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคนครนายก ของภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 ที่เรียนโดยใช้ชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84 วิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม รหัสวิชา 2105-2111 ผลการเรียนก่อนเรียนมี ค่าเท่ากับ 21.73 และหลังเรียน มีค่าเท่ากับ 82 ซึ่งหลังเรียนมีคะแนนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติที่ระดับ 0.05

2. ผลการศึกษาวิจัยพบว่าการทดสอบหาประสิทธิภาพเปรียบเทียบระหว่าง การเรียนรู้ระหว่างเรียน และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียนตามในเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 มีค่าเท่ากับ 85.27/82 ซึ่งเป็นค่าที่สูงกว่าเกณฑ์กำหนด

3. ผลการประเมินสมรรถนะของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84 พบว่ากลุ่มทดลองที่ทดสอบสมรรถนะในด้านความรู้ ผ่านในครั้งเดียว คิดเป็นร้อยละ 85.24 และ

นักเรียนที่ผ่านการปรับปรุงคิดเป็นร้อยละ 14.76 ส่วนด้านทักษะและเจตคตินักเรียนทดสอบผ่านทั้งหมดคิดเป็นร้อยละ 100

5.1.3 ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84 มีค่า ($\bar{X} = 4.52$, S.D. = 0.52) ซึ่งอยู่ในเกณฑ์มากที่สุด

5.2 อภิปรายผล

5.2.1 ผลจากการศึกษาประสิทธิภาพในการทำงานของชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84 วิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม รหัสวิชา 2105-2111 ผลวิเคราะห์ข้อมูลการทดสอบประสิทธิภาพต่อการทำงานของวงจรต่าง ๆ ที่ผู้วิจัยออกแบบสร้างประกอบลงในชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84 เพื่อให้การทำงานของชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84 เป็นไปตามข้อกำหนดอย่างสมบูรณ์ โดยวิธีการวัดทดสอบเทียบด้วยเครื่องมือวัดทางไฟฟ้าแบบซ้ำ ๆ ผลการทดสอบประสิทธิภาพในการทำงานของชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84 พบว่า ทุกรายการผ่านการทดสอบการทำงานได้ตรงข้อกำหนดทั้งหมด คิดเป็นร้อยละ 100 หลังจากผ่านการทดสอบประสิทธิภาพต่อการทำงานแล้ว เพื่อทดสอบความคงทนของการทำงานอย่างต่อเนื่อง โดยวิธีการจ่ายไฟให้กับชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84 แบบต่อเนื่องตามระยะเวลาที่กำหนดแล้ว ทำการทดสอบซ้ำอีกครั้ง ผลที่ได้ตรงตามข้อกำหนดทุกรายการ สอดคล้องกับ สมนึก วันละ (2557) ด้านประสิทธิภาพการทำงานของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18Fx ส่วนรับข้อมูลและส่วนภาคแสดงผลจากการทดลองซ้ำตามลำดับทั้งหมด ผลการทดสอบประสิทธิภาพของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18Fx พบว่าทุกรายการที่วัดทดสอบทำงานได้ตรงตามข้อกำหนดโดยคิดเป็นร้อยละ 100 นำชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84 ให้ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่านทำการประเมินคุณภาพต่อชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84 ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น โดยระดับความคิดเห็น มีค่า ($\bar{X} = 4.55$, S.D. = 0.59) ซึ่งในเกณฑ์มีระดับคุณภาพมากที่สุด

5.2.2 ผลจากการหาประสิทธิภาพของชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84

1. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองพบว่า ก่อนเรียนมีค่าเท่ากับ 21.73 และหลังเรียนมีค่าเท่ากับ 82 ซึ่งหลังเรียนมีค่ามากกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05

2. เปรียบเทียบประสิทธิภาพของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้เรียนรู้ระหว่างการเรียนการสอน และทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียนตามในเกณฑ์มาตรฐานที่ตั้งไว้ 80/80 โดยมีค่าเท่ากับ 85.27/82 แสดงว่าชุดฝึกที่ออกแบบและสร้างขึ้นนี้มีประสิทธิภาพผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้

5.2.3 ผลจากการศึกษากลุ่มตัวอย่าง นักเรียนระดับ ปวช. ชั้นปีที่ 2 สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคนครนายก ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 นักเรียนกลุ่มทดลองมีระดับความพึงพอใจที่มีต่อชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84 มีค่า ($\bar{X} = 4.52$, S.D. = 0.52) อยู่ในเกณฑ์ระดับพอใจมากที่สุด

6. เอกสารอ้างอิง

สมนึก วันละ. (2557). การออกแบบสร้างและพัฒนาบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล PIC18Fx ส่วนรับข้อมูลและส่วนภาคแสดงผล สำหรับพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ของนักศึกษา ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 2 กลุ่ม 1 สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ สาขางานอิเล็กทรอนิกส์ อุตสาหกรรม วิทยาลัยเทคนิคแพร่ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557. วิทยาลัยเทคนิคแพร่.
สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา. หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556.