

การพัฒนาชุดทดลองการเขียนโปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์

เบอร์ PIC16F877/16F84

Development of a Test Program for Microcontroller Programming

PIC16F877/16F84

กิตติศักดิ์ อังคะนาวิน

Kittisak Ungkanawin

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Thailand.

Email: kittisak.un@kmitl.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ เบอร์ PIC16F877/16F84 วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ ที่มีคุณภาพ และเพื่อศึกษาประสิทธิภาพชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ เบอร์ PIC16F877/16F84 วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ที่พัฒนาขึ้น โดยมีสมมติฐานการวิจัยว่าคุณภาพของชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ เบอร์ PIC16F877/16F84 วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ และใบงานทดลองที่สร้างขึ้นมีคุณภาพระดับดีมาก โดยการประเมินระดับคุณภาพของ ชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ เบอร์ PIC16F877/16F84 วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยการหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทำให้ผลคะแนนสอบเฉลี่ยหลังเรียนของผู้เรียนมีค่าเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 44.12 คิดเป็นร้อยละ 88.25 สูงกว่าผลคะแนนสอบเฉลี่ยก่อนเรียนของผู้เรียนมีค่าเฉลี่ย 24.62 คิดเป็นร้อยละ 49.24 ของผู้เรียนที่เรียน ด้วยชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ เบอร์ PIC16F877/16F84 วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยการหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยทดสอบค่าทางสถิติ t-test โดยทำการเปรียบเทียบจากคะแนนที่ได้จากก่อนเรียน และ การทดสอบหลังเรียน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และผลของคะแนนการทดสอบที่เรียนใช้ใบงานร่วมกับชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ เบอร์ PIC16F877/16F84 วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ E1/E2 เท่ากับ 89.74/88.25 สูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 80/80

คำสำคัญ: การพัฒนาชุดทดลอง; ไมโครคอนโทรลเลอร์; เบอร์ PIC16F877/16F84

Abstract

This research is an experimental research aimed to develop a microcontroller PIC16F877/16F84 microcontroller experiment kit and to study the efficiency of a microcontroller experiment kit. PIC16F877/ 16F84 Microcontroller subjects developed with the assumption that the quality of the microcontroller experiment kit PIC16F877/16F84 Microcontroller subjects and experimental work created with very good quality by evaluating the quality level of the microcontroller experiment kit PIC16F877/16F84 Microcontroller Subject by finding the achievement, resulting in the average test score after study of The students had an average value of 44.12, equivalent to 88.25 percent, higher than the average score of the students before the study, with an average of 24.62, representing 49.24 percent. The students learn with the microcontroller experiment kit PIC16F877/16F84 Microcontroller subject by finding the learning achievement by testing the t-test statistic by comparing from the scores obtained from before the study and post-test tests are significantly different. Statistical significance at 0.01 level and the results of the test scores learned using the work with the microcontroller PIC16F877/16F84 microcontroller experiment which has efficiency E1/E2 equal to 89.74/88.25, higher than the set criteria 80/80

Keywords: Development of Experimental Sets; Microcontroller; PIC16F877/16F84 number

บทนำ

การศึกษาถือว่าเป็นสิ่งที่สำคัญในชีวิตอย่างมากเพราะช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้นดังนั้นการจัดการศึกษาต้องดำเนินไปอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้นักศึกษาสามารถที่จะปรับปรุงตัวเองให้ทันการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมและเทคโนโลยีถ้าหากนักศึกษาได้รับการส่งเสริมให้มีระบบ การเรียนรู้ที่ดีจะส่งผลต่อความสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาได้เป็นอย่างดีจาก พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติและที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่2) พุทธศักราช 2545 มาตรา 24 ได้กล่าวถึงการจัดการเรียนการสอนหรือกระบวนการเรียนรู้ โดยให้สถานศึกษาและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องดำเนินการโดยปัจจุบันเทคโนโลยีทางการศึกษามีความเจริญก้าวหน้าและได้มีการพัฒนาไปอย่างรวดเร็วการเรียนการสอนที่ใช้เทคโนโลยีทางการศึกษาได้มีบทบาทสำคัญอย่างสูง (กระทรวงศึกษาธิการ, 2545) โดยในสังคมการศึกษาทั้งในระบบการศึกษาและนอกระบบการศึกษา ทุกประเทศต่างก็มีการพัฒนาสื่อการศึกษาของตนเองให้มีความหลากหลายและทันสมัยอยู่เสมอ (Woowong, 2017) ความเจริญก้าวหน้าของเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ส่งผลให้ครูผู้สอนต้องผลิตสื่อการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพ สามารถประยุกต์สื่อประเภทต่างๆ มาใช้ร่วมกันได้บนระบบคอมพิวเตอร์ ตัวอย่างสื่อเหล่านี้ ได้แก่ เสียง วีดิทัศน์ กราฟิก ภาพนิ่ง และภาพเคลื่อนไหวต่างๆ การนำสื่อ

เหล่านี้มาใช้ร่วมกันเพื่อให้ให้นักศึกษาได้รับรู้และเข้าใจในเนื้อหาวิชาของครูผู้สอนได้เป็นอย่างดีที่สุดในการเรียนการสอนจะบรรลุเป้าหมายได้อย่างมีประสิทธิภาพขึ้นอยู่กับองค์ประกอบหลายประการ เช่น ผู้สอนเนื้อหา นักศึกษา ซึ่งการมีสื่อการเรียนการสอนที่น่าสนใจนั้นจะช่วยดึงดูดความสนใจของนักศึกษาในการค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติม อีกทั้งยังช่วยให้นักศึกษาเข้าใจในเนื้อหาวิชานั้นดีขึ้น (สุชาติ วงศ์พิพันธุ์, 2542)

การจัดการเรียนการสอนด้านวิศวกรรมก็เป็นสาขาความรู้และวิชาชีพเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้ประยุกต์เทคโนโลยีและความรู้ทางคณิตศาสตร์เพื่อการใช้ประโยชน์จากกฎทางธรรมชาติและทรัพยากรทางกายภาพให้เกิดประโยชน์สูงสุดเพื่อช่วยในการออกแบบและประยุกต์ใช้ วัสดุ, โครงสร้าง, เครื่องจักร, เครื่องมือ, ระบบ และ กระบวนการ เพื่อการตอบสนองต่อจุดประสงค์ที่ต้องการได้อย่างปลอดภัยและเชื่อถือได้ ให้เกิดมีประสิทธิภาพ ต่อการเรียนการสอนและมุ่งเน้นภาคปฏิบัติ และการนำเทคโนโลยีทางด้านไมโครคอนโทรลเลอร์ มาใช้กับกระบวนการเรียนการสอนในภาคปฏิบัติก็เป็นอีกวิธีหนึ่งที่จะช่วยทำให้เกิดความเข้าใจเนื้อหาด้านทฤษฎีที่ได้เรียนมา โดยมีการฝึกปฏิบัติเพื่อให้เกิดทักษะและความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ดังนั้นทุกสาขาวิชาทางด้านวิศวกรรมจึงจำเป็นต้องมีการฝึกปฏิบัติอย่างเหมาะสม นอกจากนี้ในการจัดหลักสูตรจะต้องจัดให้สอดคล้องกับความจริงก้าวหน้าทันต่อสถานการณ์และเทคโนโลยีในปัจจุบัน และจากผลการประเมินคุณภาพการสอนย้อนหลัง 5 ปี ของภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต ตั้งแต่ปีการศึกษา 2555 –2560 รายงานผลการประเมินตนเองประจำปีของสถานศึกษา (SAR,2560) พบว่า เนื้อหาวิชาซับซ้อนเข้าใจยาก และปริมาณของเนื้อหามีมาก สื่อการสอนไม่หลากหลาย มีจำนวนไม่เพียงพอต่อนักศึกษา และไม่สะดวกต่อการใช้งาน ทำให้นักศึกษาขาดทักษะการปฏิบัติ

วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัสวิชา CT.550 เป็นวิชาที่มีการจัดการเรียนการสอนในระดับนักศึกษา ระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 3 สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต ซึ่งจากการศึกษาหลักสูตรและคำอธิบายรายวิชา ได้พบปัญหาว่ามีการอธิบายไว้อย่างกว้างๆ ว่า “เพื่อให้นักศึกษาเกิดการเรียนรู้ด้าน การประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์มาใช้ควบคุมงานทางด้านอิเล็กทรอนิกส์ ได้อย่างเหมาะสม อีกทั้งนักศึกษามีความสามารถนำเทคโนโลยีด้านคอมพิวเตอร์ทั้งด้าน hardware และsoftware”หลักสำคัญที่เด่นชัดของวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ คือการพัฒนาทางด้านการออกแบบวงจร (Hardware) และการพัฒนาทางด้านการเขียนโปรแกรม (Software) ซึ่งไม่ได้บอกรายละเอียดอื่นๆ (สำนักงานส่งเสริมวิชาการและงานทะเบียน, 2560) จึงเป็นหน้าที่ของครูผู้สอนที่จะเลือกเนื้อหาที่นำมาถ่ายทอดความรู้ให้กับนักศึกษา โดยการศึกษาในรายวิชาต่างๆ นักศึกษาจำเป็นต้องมีจินตนาการ ในการทำความเข้าใจในเนื้อหา รวมถึงวิธีการเรียนการสอนเขียนโปรแกรมควบคุมฮาร์ดแวร์ ซึ่งเป็นเรื่องที่ต้องใช้ความรู้และทักษะมากในการเรียน แต่เนื่องด้วยปัญหาที่พบของการศึกษาในวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ของนักศึกษา คือ นักศึกษามีทักษะด้านการเขียนโปรแกรมควบคุมไม่ดีเท่าที่ควร อีกทั้งสื่อการเรียนการสอนยังไม่ครอบคลุมเนื้อหาในบางส่วน ผู้ทำการวิจัย

จึงมีแนวคิดควรแก้ไขปัญหาดังกล่าว เพื่อพัฒนาให้นักศึกษาเกิดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด (สุวิทย์ อัฐกุลชัย, 2559)

จากปัญหาที่กล่าวมาคือเครื่องมืออุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับการชุดการสอนปฏิบัติวิชา ไมโครคอนโทรลเลอร์ พบว่ายังขาดชุดทดลองรวมทั้งใบงานและเอกสารประกอบการสอนต่างๆที่จำเป็นซึ่งเมื่อพิจารณาชุดทดลองที่มีขายในปัจจุบันนี้ราคาแพงอีกทั้งในการเรียนการสอนในทางปฏิบัติในวิชา ไมโครคอนโทรลเลอร์ในการเชื่อมวงจรมักใช้การสื่อสารระหว่างชุดทดลองเป็นแบบพอร์ตอนุกรมแล้ววงจรที่ใช้ในการทดลองก็จะใช้สายสายเชื่อมโยงวงจรการทดลองทำให้เพื่อต่ออุปกรณ์เป็นวงจร ในการทดลองตามใบงานที่ผู้สอนกำหนดให้จึงไม่มีเวลาพอเพียงบางที่การเชื่อมต่อวงจรกับอุปกรณ์การทดลองนั้นไม่อยู่ในเซตเดียวกันทั้งหมด อาจทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยเฉลี่ยต่ำ ดังนั้นผู้วิจัยจึงขอเสนอแนวคิดของการออกแบบสร้างชุดทดลองโดยใช้ไอซีตระกูล เบอร์ PIC16F877/16F84 ให้ชุดทดลองอยู่ในเซตเดียวกันในแต่การทดลอง และการเชื่อมต่อสื่อสารเป็นแบบ USB พอร์ตครอบคลุมกับหลักสูตรวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์โดยจากเหตุผลดังกล่าว ทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะศึกษาเพื่อแสวงหาแนวทางในการแก้ไขปัญหาของการพัฒนาความสามารถในการเขียนโปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ เบอร์ PIC16F877/16F84 เพื่อช่วยให้นักศึกษาเกิดการเรียนรู้ได้มากขึ้นและประสิทธิภาพสูงสุดต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ เบอร์ PIC16F877/16F84 วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ ที่มีคุณภาพ
2. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ เบอร์ PIC16F877/16F84 วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ที่พัฒนาขึ้น

สมมติฐานการวิจัย

1. คุณภาพของชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ เบอร์ PIC16F877/16F84 วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ และใบงานทดลองที่สร้างขึ้นมีคุณภาพระดับดีมาก ($X \geq 3.50$)
2. ชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ PIC16F877/16F84 ที่ได้เรียนโดยใช้ชุดการสอนปฏิบัติวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพมีค่าสูงกว่าหรือเท่ากับเกณฑ์ที่กำหนด E1/E2 ไม่น้อยกว่า 80/80

กรอบแนวคิดการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้หลักสำคัญคือการพัฒนาชุดทดลองการเขียนโปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ เบอร์ PIC16F877/16F84 วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ ให้มีทักษะเพิ่มมากขึ้นอย่างมีประสิทธิภาพ พัฒนาชุด

ทดลองให้ครอบครัวหัดทำได้อย่างครบถ้วน และหาประสิทธิภาพของชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ PIC16F877/16F84 ที่ศึกษาในวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัสวิชา CT.550 โดยสามารถกำหนดปัญหาและความต้องการเกี่ยวกับรายวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อหาประเด็นปัญหา รวมทั้งแนวทางและวิธีการแก้ปัญหา ศึกษาและวิเคราะห์หลักสูตรรายวิชา เพื่อทราบจุดมุ่งหมายของหลักสูตร โครงสร้างของหลักสูตร เนื้อหาสาระของรายวิชา แล้วนำข้อมูลที่ได้กำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมเพื่อใช้เป็นข้อมูลการสร้างเครื่องมือการวิจัย จากนั้นนำเครื่องมือที่สร้างขึ้นไปประเมินความเหมาะสม ทำการปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ และนำเครื่องมือไปทดลองหาประสิทธิภาพจากกลุ่มที่มีใช้กลุ่มตัวอย่าง เพื่อหาคุณภาพของชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ หลังจากนั้นนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างเพื่อทดสอบสมมติฐาน รวบรวมข้อมูลที่ได้จากการนำไปใช้เพื่อวิเคราะห์ข้อมูล (วัลลภ จันทร์ตระกูล, 2529) ผู้วิจัยจึงได้กำหนดกรอบแนวคิด ดังภาพที่ 1



รูปที่ 1 กรอบแนวคิดในการสร้างและการหาคุณภาพชุดทดลอง

วิธีการดำเนินการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรในการวิจัย ได้แก่ นักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 3 สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ ภาควิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต ที่เรียนวิชา ไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัสวิชา CT.550 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 80 คนที่ลงทะเบียน รายวิชาวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัสวิชา CT.550

กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย นักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 3 สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ ภาควิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต ที่เรียนวิชา ไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัสวิชา CT.550 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 40 คนที่ลงทะเบียน รายวิชาวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัสวิชา CT.550 ซึ่งได้มาโดยการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster or Area Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยในการสุ่ม ซึ่งมีการจัดห้องเรียนโดยความสามารถของนักศึกษา

ตัวแปรที่ศึกษา

คุณภาพและประสิทธิภาพของ ชุดทดลอง ไมโครคอนโทรลเลอร์ เบอร์ PIC16F877/16F84 วิชา ไมโครคอนโทรลเลอร์

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ออกแบบเครื่องมือเก็บรวบรวมข้อมูล ให้เหมาะสมกับกลุ่มตัวอย่าง โดย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย

- 1) ชุดทดลองการเขียนโปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877/16F84 ด้วยโปรแกรม Proteus 8.6 Professional วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์
- 2) สื่อการสอน PowerPoint การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877/16F84 ด้วยโปรแกรม Proteus 8.6 Professional วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์
- 3) ใบงานปฏิบัติการเขียนโปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ 10 ใบงาน
- 4) เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูลคือ แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาซึ่งเป็นแบบปรนัย 5 ตัวเลือก
- 5) แบบประเมินคุณภาพของชุดทดลองการเขียนโปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877/16F84 วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์
- 6) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนปฏิบัติ

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ขั้นตอนการทดลองใช้ชุดทดลองกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 40 คน ผู้วิจัยวางแผนและดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

- 1) กำหนดเป้าหมายการเรียนการสอน หมายถึงความต้องการที่ต้องการที่จะให้ผู้เรียนปฏิบัติได้เมื่อผ่านกระบวนการเรียนการสอน
- 2) กำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมนั้นวิเคราะห์จาก เป้าหมายการเรียนการสอน และเนื้อหาและชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ในกระบวนการเรียนการสอน
- 3) ออกข้อสอบที่ใช้ในการเรียนการสอนวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ ได้แก่แบบทดสอบก่อนเรียน แบบฝึกหัด แบบทดสอบหลังบทเรียน ใบงานทดลองที่ใช้ชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877/16F84 โดยวัดตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม
- 4) นำชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877/16F84 ใบงาน และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนส่งมอบให้ผู้ทรงคุณวุฒิประเมินคุณภาพ
- 5) หาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยดูคะแนนที่รวบรวมได้จากแบบทดสอบก่อนเรียน แบบฝึกหัด แบบทดสอบหลังบทเรียนจากใบงานทดลองที่ใช้ชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877/16F84 ประกอบไปด้วย 10 ใบงาน
 - ใบงานที่ 1 การเขียนโปรแกรมควบคุมหลอดแสดงผล LED
 - ใบงานที่ 2 การเขียนโปรแกรมควบคุมหลอดแสดงผล 7 Segment
 - ใบงานที่ 3 การเขียนโปรแกรมควบคุม LCD
 - ใบงานที่ 4 การเขียนโปรแกรมควบคุมสวิตช์
 - ใบงานที่ 5 การเขียนโปรแกรมการควบคุมจอแสดงผล LCD
 - ใบงานที่ 6 การเขียนโปรแกรมควบคุมมอเตอร์ DC
 - ใบงานที่ 7 การเขียนโปรแกรมควบคุม RELAY และ DC MOTOR
 - ใบงานที่ 8 การเขียนโปรแกรมควบคุม STEPPING MOTOR
 - ใบงานที่ 9 การเขียนโปรแกรมรับค่าอินพุตแบบ A TO D
 - ใบงานที่ 10 การเขียนโปรแกรมสื่อสารแบบ I2C
- 6) หาประสิทธิภาพชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877/16F84 โดยวัดจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่เรียนด้วยชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877/16F84

การวิเคราะห์ข้อมูล

วิธีการดำเนินการวิจัยเริ่มจากการทดสอบ

ตารางที่ 1 แสดงแบบแผนการวิจัยแบบ One-Group Pretest-Posttest Design

กลุ่ม	ทดสอบก่อน	เรียนด้วยชุดทดลอง	ทดสอบหลังเรียน
กลุ่ม	T1	X	T2

ตัวอย่าง

ในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน T1 = กลุ่มตัวอย่างก่อนที่จะทำการเรียนด้วยชุดทดลอง

X = ให้ผู้เรียนได้เรียนจากชุดทดลองในแต่ละใบทดลองพร้อมทำแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้หลังจบการเรียนทดลองในใบงานนั้นหลังจากผู้เรียนทำการเรียนทดลองครบทุกใบงานแล้วทำการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภายหลังการเรียนทดลอง

T2 = โดยใช้แบบทดสอบรวมวัดผลชุดเดียวกับการวัดผลก่อนเรียน โดยเว้นระยะ ทำการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนใบงานรวม ในการนี้ผู้ประเมิน คือผู้วิจัยซึ่งเป็นอาจารย์ประจำวิชานำผลการทดลองมาวิเคราะห์ตามวิธีการสถิติเพื่อหาประสิทธิภาพชุดทดลองที่สร้างขึ้น

ผลการวิจัย

1. การวิเคราะห์คุณภาพของชุดทดลองการเขียนโปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ เบอร์ PIC16F877/16F84 วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ การวิเคราะห์คุณภาพของการประเมิน ชุดทดลองการเขียนโปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ เบอร์ PIC16F877/16F84 วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ ที่ได้จากการประเมินโดยผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 5 ท่าน การประเมินคุณภาพพบว่าได้ระดับดีมากมีค่าเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 4.70 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับอยู่ระหว่าง 0.45 แสดงดังมีรายละเอียดดังนี้ ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ระดับคุณภาพของชุดทดลองการเขียนโปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ เบอร์ PIC16F877/16F84 วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์

ข้อ ที่	รายการประเมิน	\bar{x}	S.D	ระดับคุณภาพ
1	เหมาะสมกับระดับผู้เรียน	4.50	0.45	ดีมาก
2	สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียน	4.70	0.45	ดีมาก
3	มีความสะดวกในการต่ออุปกรณ์เพิ่มเติม	4.50	0.55	ดีมาก
4	อุปกรณ์การสอนทำให้บรรลุตามวัตถุประสงค์	5.00	0.01	ดีมาก
5	อุปกรณ์การสอนให้ประสบการณ์ในการเรียนรู้	4.70	0.45	ดีมาก
6	นักศึกษามีส่วนร่วมในการใช้อุปกรณ์	4.50	0.55	ดีมาก

7	ความเหมาะสมในการจัดตำแหน่งในการติดตั้งอุปกรณ์	4.00	0.71	ดีมาก
8	มีความสัมพันธ์การใช้ร่วมกับใบงาน	5.00	0.01	ดีมาก
9	มีความสะดวกในการดำเนินการสอน	4.50	0.55	ดีมาก
10	มีความปลอดภัยในขณะที่ทำการสอน	4.50	0.55	ดีมาก
11	รูปร่างขนาดเหมาะสม	4.30	0.45	ดี
12	มีวิธีการใช้ไม่ยุ่งยากซับซ้อน	4.40	0.55	ดี
13	มีความสะดวกในการบำรุงรักษา	4.40	0.55	ดี
14	มีความคงทนแข็งแรง	4.70	0.45	ดีมาก
15	ต้นทุนการผลิตคุ้มค่างับประโยชน์ที่ได้รับ	4.60	0.55	ดีมาก
ค่าเฉลี่ยรวม		4.70	0.45	ดีมาก

2. การวิเคราะห์คุณภาพของใบงาน การวิเคราะห์คุณภาพของการประเมิน ชุดทดลองการเขียนโปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ เบอร์ PIC16F877/16F84 วิชามีโครคอนโทรลเลอร์ ทางด้านใบงานการทดลอง ได้จากการประเมินโดยผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 5 ท่าน การประเมินคุณภาพพบว่าได้ ระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 4.57 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.47 แสดงดังมีรายละเอียดดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ระดับคุณภาพของใบงานการทดลอง

ข้อ ที่	รายการประเมิน	\bar{x}	S.D	ระดับคุณภาพ
1	ใบงานครอบคลุมวัตถุประสงค์	4.44	0.47	ดี
2	ใบงานมีความเหมาะสมกับวัตถุประสงค์	4.65	0.47	ดีมาก
3	ใบงานมีเนื้อหาถูกต้อง	4.83	0.37	ดีมาก
4	ใบงานมีความเหมาะสมของระดับชั้นความรู้	4.57	0.47	ดีมาก
5	ใบงานมีเนื้อหาเหมาะสมกับผู้เรียน	4.73	0.37	ดีมาก
6	เนื้อหาก่อให้เกิดแรงจูงใจต่อการเรียน	4.34	0.47	ดี
7	ความชัดเจนในการอธิบายลำดับขั้นตอนการทดลอง	4.55	0.50	ดีมาก
8	คำอธิบายลำดับขั้นตอนการทดลองเข้าใจง่าย	4.50	0.47	ดีมาก
9	มีความสะดวกในการบันทึกการทดลอง	4.65	0.37	ดีมาก
10	สามารถลดเวลาในการสื่อความหมายให้เข้าใจได้ดี	5.00	0.01	ดีมาก
ค่าเฉลี่ยรวม		4.57	0.47	ดีมาก

3. การหาค่าประสิทธิภาพของชุดทดลองการเขียนโปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ เบอร์ PIC16F877/16F84 วิชามีโครคอนโทรลเลอร์ เกณฑ์ที่กำหนดไว้ 80/80 ที่ได้ผลตามตารางที่ 4 จากทำแบบทดสอบ ดังนี้

ตารางที่ 4 ประสิทธิภาพของชุดทดลองการเขียนโปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ เบอร์ PIC16F877/16F84 วิชามีโครคอนโทรลเลอร์

ชุดแบบทดสอบ ระหว่างเรียน	จำนวนผู้ทำ แบบทดสอบ	คะแนนเต็ม	คะแนนรวม	คะแนน เฉลี่ย	ร้อยละ
1	40	10	184	4.60	46.00
2	40	10	172	4.30	43.00
3	40	10	179	4.47	44.75
4	40	10	181	4.52	45.25
5	40	10	188	4.70	47.00
6	40	10	175	4.37	43.75
7	40	10	189	4.72	47.25
8	40	10	165	4.12	41.25
9	40	10	187	4.67	46.75
10	40	10	175	4.37	43.75
รวม	40	100	1795	44.87	89.74
แบบทดสอบก่อน เรียน	40	100	985	24.62	49.25
แบบทดสอบหลัง เรียน	40	100	1765	44.12	88.25

จากตารางที่ 4 ประสิทธิภาพของชุดทดลองการเขียนโปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ เบอร์ PIC16F877/16F84 วิชามีโครคอนโทรลเลอร์ กลุ่มตัวอย่างคะแนนจากแบบทดสอบ ในระหว่างใช้ชุดทดลองระหว่างเรียนแล้วทำแบบทดสอบได้คะแนนรวมเฉลี่ย 41.09 คิดเป็นร้อยละ 82.18 และทำแบบทดสอบหลังเรียนเมื่อเรียนครบทุกการทดลอง โดยเว้นระยะทำแบบทดสอบรวมหลังใช้ชุดทดลองได้คะแนนรวมเฉลี่ย 40.68 คิดเป็นร้อยละ 81.36 ดังนั้น ประสิทธิภาพของชุดทดลองการเขียนโปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ เบอร์ PIC16F877/16F84 วิชามีโครคอนโทรลเลอร์ เท่ากับ 82.18/81.36 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 80/80

ตารางที่ 5 แสดงประสิทธิภาพของชุดทดลองการเขียนโปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ เบอร์ PIC16F877/16F84 วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์

รายการ	N	\bar{x}	ร้อยละ	เกณฑ์การประเมิน
คะแนนจากการทำแบบทดสอบระหว่างการทำทดลอง (E1)	40	44.87	89.74	80
คะแนนจากการทำแบบทดสอบรวม (E2)	40	44.12	88.25	80

4. ผลการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนข้อมูลที่ได้คือคะแนนการทดสอบรวมก่อนเรียนและคะแนนการทดสอบหลังเรียนจากการทดลองทั้งชุดทดลอง 10 การทดลองของนักศึกษากลุ่มตัวอย่างจำนวน 40 คน

ตารางที่ 6 ตารางเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ด้วยชุดทดลองการเขียนโปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ เบอร์ PIC16F877/16F84 วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์

การทดลอง	N	\bar{x}	S.D.	t
ก่อนใช้ชุดการสอนปฏิบัติ	40	24.62	4.05	
หลังใช้ชุดการสอนปฏิบัติ	40	44.12	2.98	11.85*

**P<0.01

จากตารางที่ 6 จากค่า t คำนวณเท่ากับ 11.85 มากกว่าค่า t จากตารางที่ df=20, = 0.01 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 2.687 แสดงว่าผลของคะแนนสอบก่อนเรียน และหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่างมีความแตกต่างกันผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 0.01 เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยรวมปรากฏว่าผลคะแนนสอบเฉลี่ยหลังเรียนของผู้เรียนมีค่าเฉลี่ย 44.12 คิดเป็นร้อยละ 88.25 สูงกว่าผลคะแนนสอบเฉลี่ยก่อนเรียนของผู้เรียนมีค่าเฉลี่ย 24.62 คิดเป็นร้อยละ 49.25 ของผู้เรียนที่เรียนด้วยชุดทดลองการเขียนโปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์

สรุป

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ เบอร์ PIC16F877/16F84 วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ ที่มีคุณภาพ และเพื่อศึกษาประสิทธิภาพชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ เบอร์ PIC16F877/16F84 วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ ที่พัฒนาขึ้นโดยมีสมมติฐานการ

วิจัยว่า คุณภาพของชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ เบอร์ PIC16F877/16F84 วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ และใบงานทดลองที่สร้างขึ้นมีคุณภาพระดับดีมาก ($\bar{x} \geq 3.50$) และชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ เบอร์ PIC16F877/16F84 ที่ได้เรียนโดยใช้ชุดการสอนปฏิบัติ วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพมีค่าสูงกว่าหรือเท่ากับเกณฑ์ที่กำหนด E1/E2 ไม่น้อยกว่า 80/80 จากกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ได้แก่ นักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 3 ที่เรียนวิชา ไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัสวิชา CT.550 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 40 คนที่ลงทะเบียนรายวิชาวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัสวิชา CT.550 ซึ่งได้มาโดยการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster or Area Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยในการสุ่ม ซึ่งมีการจัดห้องเรียนโดยคณะกรรมการของนักศึกษา ทำการศึกษาและทดลองโดยใช้ชุดทดลองที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น หลังจากนั้นนักศึกษาทำการศึกษาทดลองในแต่ละครั้งจะมีใบงาน และแบบทดสอบเพื่อเก็บคะแนนครบทั้ง 10 เรื่อง รวม 10 ใบงาน หลังจากนั้นให้นักศึกษาทำแบบทดสอบรวมเพื่อหาประสิทธิภาพ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

ในการประเมินระดับคุณภาพของ ชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ เบอร์ PIC16F877/16F84 วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ และใบงานอยู่ในระดับดีมาก โดยการหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยทดสอบค่าทางสถิติ t-test โดยทำการเปรียบเทียบจากคะแนนที่ได้จากก่อนเรียน และการทดสอบหลังเรียน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และ ผลของคะแนนการทดสอบที่เรียนใช้ใบงานร่วมกับชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ เบอร์ PIC16F877/16F84 วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ เมื่อพิจารณาทางด้านประสิทธิภาพ สูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งสมมุติฐานไว้ 80/80

อภิปรายผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเพื่อพัฒนาชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ เบอร์ PIC16F877/16F84 และหาประสิทธิภาพชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ เบอร์ PIC16F877/16F84 วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์

1. ผลการศึกษาประเมินคุณภาพของชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ เบอร์ PIC16F877/16F84 วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ รวมใบงานทดลองโดยผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 5 ท่านมีความคิดเห็นว่าการประเมินคุณภาพ พบว่าได้ระดับดีมากมีค่าเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 4.70 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับอยู่ระหว่าง 0.45 กับการวิเคราะห์คุณภาพของใบงาน การวิเคราะห์คุณภาพของการประเมิน ชุดทดลองการเขียนโปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ เบอร์ PIC16F877/16F84 วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ ทางด้านใบงาน การทดลอง ได้จากการประเมินโดยผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 5 ท่าน การประเมินคุณภาพพบว่าได้ ระดับดีมากมีค่าเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 4.57 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.47 สามารถออกแบบใบงานทดลองได้เหมาะสมกับการใช้ในการปฏิบัติการทดลอง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ เทพินทร์ บัวอินทร์, 2554 ได้ทำการวิจัย “การพัฒนาชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ PSoC CY8C27443” พบว่าชุดทดลองด้านบอร์ด

ทดลอง อยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.78 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.3 และคุณภาพด้านใบงาน อยู่ในระดับดีมากมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.45 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.65

2. ผลการวิจัยหาประสิทธิภาพชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ เบอร์ PIC16F877/16F84 วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ E1/E2 เท่ากับ 89.74/88.25 สูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 80/80 ที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ เบอร์ PIC16F877/16F84 วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ มีการสร้างอย่างเป็นระบบตามแนวการพัฒนาชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ เบอร์ PIC16F877/16F84 วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ ด้วย กระบวนการ 7 ขั้นตอนตามแนวความคิด วัลลภ จันทรตระกูล, 2529 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ยุทธพิชัย กล้าหาญ, 2547 ทำการวิจัยเรื่อง “การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดปฏิบัติการวงจรองความถี่วิชาออปแอมป์ และลิเนียร์ไอซีหลัก สูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พ.ศ. 2546” ชุดทดลองที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ E1/E2 เท่ากับ 84.85/85.60 สูงกว่า เกณฑ์ที่ตั้งไว้ 80/80

3. การหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทำให้ผลคะแนนสอบเฉลี่ยหลังเรียนของผู้เรียนมีค่าเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 44.12 คิดเป็นร้อยละ 88.25 สูงกว่าผลคะแนนสอบเฉลี่ยก่อนเรียนของผู้เรียนมีค่าเฉลี่ย 24.62 คิดเป็นร้อยละ 49.24 ของผู้เรียนที่เรียน ด้วยชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ เบอร์ PIC16F877/16F84 วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ เมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้สถิติ t-test มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ปิติภาคย์ ปันรอด, 2555 ทำการวิจัยเรื่อง การหาประสิทธิภาพหนังสือรายวิชาออปแอมป์ และลิเนียร์ไอซี พบว่านักศึกษาที่มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนคิดเป็นร้อยละ 89.57 สูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนซึ่งคิดเป็นร้อยละ 42.36 เมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้สถิติ t-test พบว่าคะแนนทดสอบหลังเรียนสูงกว่าคะแนนทดสอบก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

1. ต้องมีการอธิบายใบงาน และการใช้ชุดทดลองก่อนที่จะให้นักศึกษาปฏิบัติตามใบงาน และให้ความรู้ข้อควรระวัง และความปลอดภัยของการใช้ชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์
2. ในการปฏิบัติการทดลองตามใบงานเพื่อได้ผลการทดลองที่ดีควรใช้ชุดทดลอง 1 คนต่อชุดการทดลอง

ข้อเสนอแนะจากวิจัยในการพัฒนา

1. ควรมีการวิจัยเพื่อสร้าง และหาประสิทธิภาพชุดฝึกปฏิบัติไมโครคอนโทรลเลอร์ ตามหลักสูตรในรายวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ ด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ ตระกูล AVR เป็นที่ได้รับความนิยมในขณะนี้

เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2545). *พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2545*. กรุงเทพฯ: พริกหวาน กราฟฟิก.
- เทพินทร์ บัวอินทร์. (2554). การพัฒนาชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ PSoC CY8C2744. *วารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม*, 10(3), 20–27.
- ยุทธพิชัย กล้าหาญ. (2547). *การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดปฏิบัติการวงจรองความถี่วิชาออปแอมป์ และลิเนียร์ไอซี หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พ.ศ. 2546* (วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์ อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า). บัณฑิตวิทยาลัย. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าคุณทหาร ลาดกระบัง.
- วัลลภ จันทร์ตระกูล. (2529). สร้างชุดสาธิตโดยคำนึงถึงหลักในการออกแบบชุดสาธิต. *วารสารครุศาสตร์และเทคโนโลยี*, 4, 40–49.
- สำนักงานส่งเสริมวิชาการและงานทะเบียน. (2560). *เอกสารประกอบการประชุมกรรมการบริหารวิชาการ มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต.
- สุชาติ วงศ์พิพันธ์. (2542). *ปัญหาการเรียนการสอนภาคปฏิบัติ สาขาวิชาช่างอุตสาหกรรมของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ตามความคิดเห็นของครูผู้สอนโรงเรียน เอกชนอาชีวศึกษาเขตการศึกษา 12* (วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต). บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- สุวิทย์ อัฐกุลชัย. (2559). *ชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ARM Cortex MO โปรแกรมโดย MATLAB Simulink* (วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต). บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- Woowong, O. (2017). The Integration of learning and teaching in the subject of Population Education and Development Mission of University, *วารสารนวัตกรรมการศึกษาและการวิจัย*, 1(2), 87–92