

ED-27

การพัฒนาบอร์ดชิพสมองกลฝังตัวเพื่อการเรียนรู้และการประยุกต์ใช้ในงาน  
สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์  
สาขางานอิเล็กทรอนิกส์การแพทย์ วิทยาลัยเทคนิคแพร่

The Development of an Embedded Microcontroller Board for Learning and Application  
Purposes Used in Projects for High Vocational Certificate in the Electronics Program,  
Specifically in the Field of Medical Electronics, at Phrae Technical College.

สมนึก วันละ

Somnerk Wanla

ภาควิชาเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์ คณะเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์ สถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ 2 วิทยาลัยเทคนิคแพร่

อีเมล: wsomnerk@gmail.com

#### บทคัดย่อ

การวิจัยในครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อ 1) พัฒนาบอร์ดชิพสมองกลฝังตัวสำหรับการเรียนรู้และประยุกต์ใช้งาน 2) หาประสิทธิภาพบอร์ดชุดฝึกสำหรับการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 และ 3) ศึกษาระดับความพึงพอใจของผู้เรียน กลุ่มตัวอย่างได้แก่นักศึกษาระดับ ปวส.2/1 สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์การแพทย์ จำนวน 25 คน ได้มาโดยการสุ่มตัวอย่างแบบง่ายด้วยวิธีการจับฉลาก เครื่องมือที่ใช้คือ ชุดฝึกบอร์ดชิพสมองกลฝังตัว ดำรา เอกสารประกอบการสอน แบบทดสอบชนิด 5 ตัวเลือก แบบสอบถามความพึงพอใจ วิเคราะห์ข้อมูลหาค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ร้อยละ ด้วยโปรแกรมที่พัฒนาโดย ดร.ปกรณ์ ประจัญบาน เพื่อหาค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเที่ยงของแบบทดสอบทั้งฉบับ ผลการวิจัยพบว่า บอร์ดชิพสมองกลฝังตัวมีประสิทธิภาพด้านคุณสมบัติโดยผ่านการวัดสอบเทียบได้ตามเกณฑ์กำหนด ผลของการนำชุดฝึกไปใช้ในกิจกรรมการสอน เปรียบเทียบค่า E1/E2 ตามเกณฑ์มาตรฐานที่ตั้งไว้ 80/80 มีค่า 82.96/84.00 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มตัวอย่างมีค่าคะแนน  $t$  จากการคำนวณสูงกว่าค่าวิกฤตของ  $t$  ที่ระดับนัยสำคัญ .05 ซึ่งเท่ากับ 35.60 ค่าของ  $t$  จากการคำนวณ สูงกว่าค่า  $t$  จากตารางที่  $df = 24$ ,  $\alpha = 0.05$  มีค่าเท่ากับ 1.712 แสดงถึงผลหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 และผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อชุดฝึกนี้ระดับมากที่สุด

**คำหลัก:** บอร์ดชิพสมองกลฝังตัว

#### Abstract

This research aimed to 1) design and build an embedded chip board for learning and for application in Teaching Activities. The development board that are used for a microcontroller course of Phrae Technical



College's students Diploma 1st year Group 1 electronics medical branch in the first term effectively according to the standards 80/80 and 2) to find the efficiency of the embedded chip board instruction set to compare the students' grades before and after studying by using embedded chip board instruction set and 3) to find the comment and student's satisfaction. This research is experimental the researchers use one group pretest posttest design experiment. The subjects were 25 students in Phrae Technical College's students Diploma 1st year of group 1 electronics medical branch in the first term these. They were selected by Simple Random Sampling. The instruments used in this research were learning achievement tests which are Multiple Choice Tests (each items have 5 choices) and Satisfaction levels questionnaires for the students from the data analysis for finding the learning achievement tests' Mean, Standard Deviation, Percentage, Difficult, Discrimination and Reliability and the diagnostic tests. The research found that 1) Testing for the performance comparison E1 and E2 of embedded chip board for learning and applications makes the students have learned during class activities and can do the Achievement Test after learning. According to the criteria set at 80/80, the results of the E1 / E2 are equal to 82.96 / 84.00 which was higher than the criteria set. 2) The achievement of the sample students T is calculated over the crisis t at the level of significance .05 which was equal to 35.60 over the tables of the t df = 24,  $\alpha = 0.05$ , that data is 1.762. Show that the after studying results were significantly higher than the previous level 0.5 3). The satisfaction of the students for the using embedded board was in the excellent level.

**Keywords:** embedded board

## บทนำ

ในกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ได้เต็มตามศักยภาพนั้น โดยทั่วไปมีหลากหลายรูปแบบ ส่วนการจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับบริบทของอาชีวศึกษานั้นย่อม แตกต่างกันไปส่วนการจัดการศึกษาในระบบอาชีวศึกษาที่มุ่งเน้นผู้เรียนให้ได้เกิดการเรียนรู้จาก กระบวนการทางทฤษฎีและการฝึกปฏิบัติควบคู่กันไป การจัดการศึกษาต้องมีการปรับเปลี่ยนให้ทันตามยุคสมัยอยู่เสมอการนำเอาเทคโนโลยีใหม่ ๆ เทคโนโลยีชีพสมองกลฝัง ตัวเป็นเทคโนโลยีที่มีประโยชน์และมีความสำคัญต่อการเรียนรู้ในระบบอาชีวศึกษาซึ่งมีความจำเป็นต่อพัฒนาประเทศเพราะเทคโนโลยีดังกล่าวเป็นกระบวนการสร้างสรรค์ผ่านกระบวนการความคิด อย่างเป็นระบบและนำไปสู่การประยุกต์ใช้งานอย่างหลากหลาย เช่น ด้านการแพทย์ อุตสาหกรรม อุตสาหกรรมเกษตร ระบบสมาร์ตฟาร์ม เทคโนโลยียานยนต์ เป็นต้น นอกจากนี้เทคโนโลยีชีพสมอง กลฝังตัวมักถูกฝังไว้กับอุปกรณ์เครื่องมือเครื่องใช้ต่าง ๆ และมีบทบาทต่อการดำรงชีพของมนุษย์ การจัดการศึกษาในหลักสูตรอาชีวศึกษาได้กำหนดรายวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ให้นักศึกษาได้เรียนรู้ เกี่ยวกับเทคโนโลยีชีพสมองกล ซึ่งมุ่งเน้นในสาขาช่างอิเล็กทรอนิกส์และสาขาช่างไฟฟ้า และผู้เรียนอีก หลายสาขาที่เกี่ยวข้องด้านเทคโนโลยีไมโครคอนโทรลเลอร์ ทั้งนี้จะเป็นไปตามบริบทของสาขางานที่มีการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงแบบเข้าสู่โลกแห่งเทคโนโลยี บทบาทของครูผู้สอนสายอาชีวศึกษานอกจากงานสอนในชั้นเรียนโดยใช้หนังสือตำรา หรือ คุ่มืออื่น ๆ ที่มีอยู่แล้วตามมาตรฐานสาขาที่กำหนดไว้ซึ่งเป็นสื่อที่มีการใช้งานค่อนข้างล้าสมัย ครูผู้สอนจึง

ควรสร้างหรือใช้ปัญญาประดิษฐ์ในสื่อนวัตกรรมใหม่ ๆ ที่ทันสมัยเพื่อประกอบกิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อเสริมสร้างให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ และก้าวทันต่อการเปลี่ยนแปลงของระบบการศึกษาในโลกยุคปัจจุบัน ก็จะส่งผลให้ผู้เรียนสายอาชีวศึกษาได้รับการจัดการศึกษาให้ก้าวทันกับโลกในยุคปัจจุบันซึ่งแต่ละประเทศมีการแข่งขันกันด้วยเทคโนโลยีอัจฉริยะ หากผู้เรียนได้ฝึกปฏิบัติด้วยการเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงาน ด้วยโค้ดที่พัฒนาขึ้น ซึ่งสามารถจำลองการทำงานในบอร์ดชิพสมองกล ก่อนนำไปใช้งานจริงก็จะทำให้ ลดการผิดพลาดในการทำงานลงได้ ด้วยปัญหาดังกล่าว ผู้ศึกษาจึงได้พัฒนาชุดฝึกบอร์ดชิพสมองกลฝังตัว ที่ สามารถพัฒนาโปรแกรมและเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ไมโครคอนโทรลเลอร์สำหรับผู้เรียนในสาขาวิชา อิเล็กทรอนิกส์ การแพทย์ และผู้เรียนภายใต้โครงการ เรียนร่วมหลักสูตรอาชีวศึกษาและมัธยมศึกษา ตอนปลายระบบทวิศึกษา เพื่อเสริมสร้างทักษะด้านการเรียนรู้ ด้านการพัฒนาโปรแกรม การเชื่อมต่อ วงจร และประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ด้วยเทคโนโลยีชิพสมองกลนี้ซึ่งจะส่งผลทำให้ผู้เรียน เกิดกระบวนการเรียนรู้ และสามารถสร้างสรรค์นวัตกรรม ประยุกต์ใช้งานอุปกรณ์ไมโครคอนโทรลเลอร์ในระบบควบคุมด้านต่าง ๆ ได้ นอกจากนี้ยังจะช่วยส่งเสริมกระบวนการเรียนรู้ ทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแก่ผู้เรียนให้ก้าวทันต่อการเปลี่ยนแปลงของโลกในยุคปัจจุบันได้

### วัตถุประสงค์

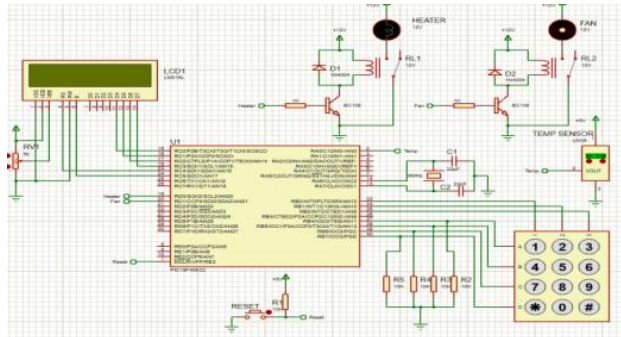
1. พัฒนาบอร์ดชิพสมองกลฝังตัวสำหรับการเรียนรู้และประยุกต์ใช้งาน
2. เพื่อหาประสิทธิภาพบอร์ดชิพสมองกลฝังตัวสำหรับการเรียนรู้และประยุกต์ใช้งาน
3. เพื่อศึกษาระดับความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อบอร์ดชิพสมองกลฝังตัว

### วิธีดำเนินการวิจัย

วิธีการดำเนินการวิจัยในการพัฒนาบอร์ดชิพสมองกลฝังตัวเพื่อการเรียนรู้และการประยุกต์ใช้งานและการศึกษาระดับความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อชุดฝึกกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 2 กลุ่มที่ 1 สาขางานอิเล็กทรอนิกส์การแพทย์วิทยาลัยเทคนิคแพร่ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 ในการดำเนินการวิจัยมี 7 ขั้นตอน ได้แก่ ศึกษาข้อมูลเบื้องต้น → กำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง → สร้างเครื่องมือวิจัยการเก็บข้อมูลและสถิติที่ใช้ในวิจัย → ส่งเครื่องมือให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบและลงความเห็น → ทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง → เก็บรวบรวมข้อมูล → การวิเคราะห์ข้อมูล → นำงานวิจัยไปใช้ประโยชน์และเผยแพร่ขยายผลซึ่งในการดำเนินการวิจัยมีภาพกิจกรรมประกอบดังแสดงในภาพที่ 1-3



ภาพที่ 1 กิจกรรมการเรียนการสอนที่ใช้บอร์ดชิพสมองกลฝังตัวกับผู้เรียน



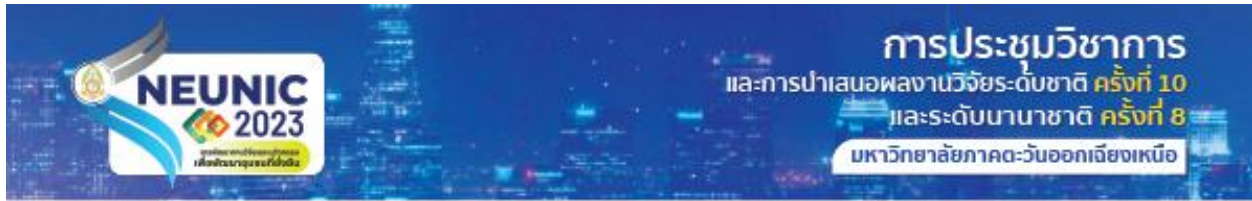
ภาพที่ 2 ผู้เรียนสร้างวงจรบอร์ดชิพสมองกลฝังตัวก่อนนำไปใช้งานในสิ่งประดิษฐ์



ภาพที่ 3 การจัดแสดงผลงานสิ่งประดิษฐ์ในนิทรรศการ Techno mart 2022

### ผลการวิจัย

ผลการวิจัยการพัฒนาบอร์ดชิพสมองกลฝังตัวเพื่อการเรียนรู้และประยุกต์ใช้งานในรายวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ ด้านประสิทธิภาพชุดฝึก ที่ใช้ในกิจกรรมการเรียนการสอนรายวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 2 สาขางานอิเล็กทรอนิกส์การแพทย์ วิทยาลัยเทคนิคแพร่ ผลของการพัฒนาชุดฝึกบอร์ดชิพสมองกลฝังตัวโดยการวัดสอบเทียบด้วยเครื่องมือวัดทางไฟฟ้าตามจุดที่กำหนดการทดสอบประสิทธิภาพในการทำงานของชุดวงจรที่ถูกรรจลงบนบอร์ดชุดฝึกบอร์ดชิพสมองกลฝังตัว ทุกจุดตามที่กำหนดไว้ จุดที่ไม่ถูกต้องได้ดำเนินการแก้ไขให้ถูกต้องซึ่งกำหนดการทดสอบวงจรในบอร์ดจำนวน 10 ครั้งโดยแต่ละครั้งถูกกำหนดจุดทดสอบ ไว้ 20 จุดทดสอบ ผลการทดสอบประสิทธิภาพในการทำงานตรงตามข้อกำหนดหมายถึงไม่มีวงจรส่วน หนึ่งส่วนใดทำงานผิดปกติหรือไม่ทำงาน โดยมีรายการประเมินที่ทำงานได้ตรงตามข้อกำหนดจำนวน 19 รายการคิดเป็นร้อยละ 100 พบ 1 รายการที่เกิดจากการประกอบ ไดโอดป้องกันแรงดันย้อนกลับผิดขั้ว เมื่อพบข้อบกพร่องการทำงานของวงจรจึง นำไปสู่การวางแผนปรับปรุงแก้ไขวงจรในแต่ละภาคส่วนให้สมบูรณ์ถูกต้องทั้งหมดอีกครั้ง ด้านประสิทธิภาพของชุดฝึกบอร์ดชิพสมองกลฝังตัวเพื่อการเรียนรู้และการประยุกต์ใช้งานต่อผู้เรียนผลการหาประสิทธิภาพ ประสิทธิภาพค่า E1 และ E2 ของบอร์ดชุดฝึกชิพสมองกลฝังตัวเพื่อการเรียนรู้และการประยุกต์ใช้งาน สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 2 กลุ่มที่ 1 สาขางานอิเล็กทรอนิกส์การแพทย์ วิทยาลัยเทคนิคแพร่ เมื่อนักศึกษาได้เรียนรู้ในระหว่างกิจกรรมการเรียนและได้ทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ระหว่างเรียนเทียบกับหลังเรียนตามเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ 80/80 พบว่าการทดสอบหลังเรียนของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 2 กลุ่ม 1 สาขางาน



อิเล็กทรอนิกส์การแพทย์ วิทยาลัยเทคนิคแพร่ มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 84.32 คะแนนเมื่อเปรียบเทียบกับคะแนนสอบหลังเรียนของนักเรียนพบว่าสูงกว่าเกณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

### ตารางที่ 1 คะแนนสอบหลังเรียน

ผลคะแนน	n	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	S.D.	% of Mean	t	Sig(1-tailed)
หลังเรียน	25	100	84.32	3.61	84.32	5.98 *	0.0000

ผลการทดสอบหลังเรียนของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 2 กลุ่ม 1 สาขางานอิเล็กทรอนิกส์การแพทย์ วิทยาลัยเทคนิคแพร่ มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 84.32 คิดเป็นร้อยละ 84.32 และเมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์กับ คะแนนสอบหลังเรียนของนักเรียนพบว่าคะแนนสอบของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 2 กลุ่มที่ 1 สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ สาขางานอิเล็กทรอนิกส์การแพทย์ วิทยาลัยเทคนิค แพร่สูงกว่าเกณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนข้อมูลของค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสถิติ การทดสอบ t และระดับนัยสำคัญทาง สถิติของการเปรียบเทียบผลคะแนนสอบก่อนและหลังเรียนของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 1 กลุ่ม1 สาขางานอิเล็กทรอนิกส์การแพทย์ จำนวน 25 คน (n=25) สรุปได้ดังนี้

### ตารางที่ 2 ข้อมูลของค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสถิติ การทดสอบ t และระดับนัยสำคัญทาง สถิติของการเปรียบเทียบผลคะแนนสอบก่อนและหลังเรียนของผู้เรียน

การทดสอบ	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{d}$	<i>S. D. d</i>	t	Sig(2-tailed)
ก่อนเรียน	24.64	5.11	50.56	8.66	29.21*	0.0000
หลังเรียน	75.20	6.44				

ผลการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของนักศึกษาอิเล็กทรอนิกส์การแพทย์มีค่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 24.64 และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 75.20 เมื่อเปรียบเทียบคะแนนก่อนและหลังเรียนพบว่าคะแนนสอบหลังเรียนของนักศึกษาสูงกว่า ก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

### สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

ผลการทดสอบการทำงานของบอร์ดชุดฝึกสมองกลฝังตัวเพื่อการเรียนรู้และการ ประยุกต์ใช้งานพบว่าทุกรายการที่ผ่านการทดสอบการทำงานได้ตรงข้อกำหนดทั้งหมดคิดเป็นร้อยละ 100 หลังจากผ่านการทดสอบด้านการทำงานแล้ว เพื่อทดสอบความทนของการทำงานแบบต่อเนื่อง โดยวิธีการจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับบอร์ดสมองกลฝังตัว แบบต่อเนื่องตามระยะเวลาที่กำหนด 60 ชั่วโมง แล้วทดสอบซ้ำอีกครั้งผลที่ได้ตรงตามข้อกำหนดทุกรายการผลของการนำชุดฝึกไปใช้ในกิจกรรมการสอน เปรียบเทียบค่า E1/E2 ตามเกณฑ์มาตรฐานที่ตั้งไว้ 80/80 มีค่า 82.96/84.00 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มตัวอย่างมีค่าคะแนน t จากการคำนวณสูงกว่าค่าวิกฤตของ t ที่ระดับนัยสำคัญ .05 ซึ่งเท่ากับ 35.60 ค่าของ t จากการคำนวณ ซึ่งสูงกว่าค่า t จากตาราง



ที่  $df = 24$ ,  $\alpha = 0.05$  มีค่าเท่ากับ 1.712 แสดงถึงผลหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 และด้านการใช้งาน บอร์ดชิพสมองผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อชุดฝึกนี้ระดับมากที่สุด

### ข้อเสนอแนะ

1. สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ควรมีการจัดอบรมขยายผลให้ความรู้ ด้านเทคโนโลยีชิพสมองกับครูผู้สอน ทุก ๆ สาขาที่มีความเกี่ยวข้องเนื่องจากระบบควบคุม ซึ่งจาก สภาพปัจจุบันเทคโนโลยีการพัฒนาด้านชิพสมองได้มีบทบาทอย่างมากถ้าหากมีจำนวนครูที่สามารถถ่ายทอดความรู้และเทคนิคของการพัฒนาโปรแกรมควบคุมเพิ่มขึ้นก็จะส่งผลดีต่อการพัฒนา ประเทศชาติ

2 ครูผู้สอนควรพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยวิธีการสอนแบบต่าง ๆ เช่น การสอนแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL: Problem Based Learning) เทคนิคการสอนแบบย้อนกลับ (Backward Design) หรือ เทคนิคการสอนเป็นโครงการ (Constructivism) เป็นต้น

### กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยศึกษาในครั้งนี้สำเร็จด้วยดีเนื่องจากได้รับความอนุเคราะห์จากท่าน รอง ศาสตราจารย์ ดร.มีชัย โลหะการ ผู้ช่วย ศาสตราจารย์ดร.เอกมล บุญยะผลานันท์ อาจารย์ภาควิชา ครุศาสตร์ไฟฟ้ามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ นักศึกษาสาขางานอิเล็กทรอนิกส์การแพทย์ ที่ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีมาโดยตลอดจนเสร็จสิ้นผู้วิจัยจึงขอขอบคุณ มา ณ โอกาสนี้

### เอกสารอ้างอิง

- กิดานันท์ มลิทอง. (2543). *เทคโนโลยีทางการศึกษาและนวัตกรรม*. (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่ง จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- กิตติศักดิ์ แสนประสิทธิ์. (2557). *การทดลองและการประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ PIC18F4550 ด้วยภาษาซี*. (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- กฤษดา ใจเย็น, ณัฐพล วงศ์สุนทรชัย และชัยวัฒน์ ลิ้มพจรจิตรวิไล. (ม.ป.ป.). *เรียนรู้และใช้งาน PICBASIC PRO คอมไพเลอร์เขียนโปรแกรมภาษาเบสิกควบคุม ไมโครคอนโทรลเลอร์*. กรุงเทพฯ: อินโนเวตีฟ เอ็กเพอริเม้นท์ จำกัด.
- จินตนา ไบกาชุย. (2542). *การเขียนสื่อการเรียนการสอน*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ สุวีริยสาส์น.
- ชูศักดิ์เปลี่ยนภู. (2545). *ประเภทของการสอนทดลอง, เอกสารประกอบการเรียนการสอนวิชา ETE 523 Workshop and Laboratory Instructional System*. ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี พระจอมเกล้าธนบุรี.
- สาโรช กล้ามอญ. (2558). *ไมโครคอนโทรลเลอร์*. (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ก.พล (1996) จำกัด.
- วิชัย วงษ์ใหญ่. (2525). *พัฒนาหลักสูตรและการสอน-มิติใหม่*. (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.