

ชุดการเรียนรู้การพัฒนาแอปพลิเคชันวิซวล ซีชาร์ป เพื่อเชื่อมต่อ  
ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550

DEVELOPMENT OF A LEARNING PACKAGE FOR A VISUAL C#  
APPLICATION TO INTERFACE WITH A PIC18F4550  
MICROCONTROLLER



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต

สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2558

KMITL-2015-ED-M-232-097

ชุดการเรียนรู้การพัฒนาแอปพลิเคชันวิซวล ซีชาร์ป เพื่อเชื่อมต่อ  
ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550

DEVELOPMENT OF A LEARNING PACKAGE FOR A VISUAL C#  
APPLICATION TO INTERFACE WITH A PIC18F4550  
MICRONROLLER



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาครุศาสตรบัณฑิต  
สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์  
คณะครุศาสตรบัณฑิต  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
พ.ศ. 2558  
KMITL-2015-ED-M-232-097

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DEVELOPMENT OF A LEARNING PACKAGE FOR A VISUAL C#  
APPLICATION TO INTERFACE WITH A PIC18F4550  
MICRONROLLER



A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT  
OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF  
MASTER OF SCIENCE IN INDUSTRIAL EDUCATION  
IN ELECTRONICS  
FACULTY OF INDUSTRIAL EDUCATION  
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG  
2015

KMITL-2015-ED-M-232-097

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



COPYRIGHT 2015

FACULTY OF INDUSTRIAL EDUCATION

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม**  
**สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง**  
**ใบรับรองวิทยานิพนธ์**

**หัวข้อวิทยานิพนธ์**

ชุดการเรียนรู้การพัฒนาแอปพลิเคชัน วิชาการ ซีชาร์ป  
 เพื่อการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550  
 Development of a Learning Package for a Visual C#  
 Application to Interface with a PIC18F4550 Microcontroller

**นักศึกษา**

นายสมเกียรติ ใจดี

**รหัสประจำตัว**

53631608

**ปริญญา**

ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต

**สาขาวิชา**


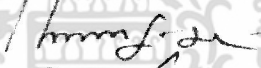


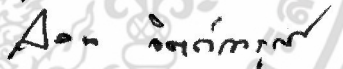
อิเล็กทรอนิกส์

**อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์**

รองศาสตราจารย์ กิติพงศ์ มะโน

**อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม**

รองศาสตราจารย์ ดร.วิสุทธิ์ สุนทรกนกพงศ์

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์		ลายมือชื่อ
รศ.ดร.พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์	สุวรรณจันทร์	
รศ.กิติพงศ์ มะโน	มะโน	
รศ.ดร.วิสุทธิ์ สุนทรกนกพงศ์	สุนทรกนกพงศ์	
ผศ.ดร.ธีระพล เทพหัสดิน ณ อยุธยา	เทพหัสดิน ณ อยุธยา	
รศ.ดร.กัลยาณี จิตต์การุณย์	จิตต์การุณย์	

**วัน / เดือน/ ปี ที่สอบ**

16 มิถุนายน 2558 เวลา 13.00 น. เป็นต้นไป

**สถานที่สอบ**

ณ ห้องเรียนสมาคมศิษย์เก่า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

**คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมรับรองแล้ว**

(รองศาสตราจารย์ ดร.พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์)

คณบดี คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

วันที่.....เดือน.....2558

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ชุดการเรียนรู้การพัฒนาแอปพลิเคชัน วิชวล ซีชาร์ป เพื่อการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550
นักศึกษา	นายสมเกียรติ ใจดี
รหัสประจำตัว	53631608
ปริญญา	ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	อิเล็กทรอนิกส์
พ.ศ.	2558
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	รศ.กิติพงษ์ มะโน
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม	รศ.ดร.วิสุทธิ สุนทรกนกพงศ์

### บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีจุดประสงค์เพื่อพัฒนา หาคุณภาพและประสิทธิภาพของชุดการเรียนรู้การพัฒนาแอปพลิเคชันวิชวล ซีชาร์ป เพื่อการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ นักศึกษาระดับปริญญาตรี หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาครุศาสตร์วิศวกรรม แขนงวิชา อิเล็กทรอนิกส์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จำนวน 15 คน โดยวิธีการเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือชุดการเรียนรู้การพัฒนาแอปพลิเคชัน วิชวล ซีชาร์ป เพื่อการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550 ไปงานการทดลอง แบบประเมินคุณภาพ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติได้แก่ ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ( $S.D.$ ) และการหาประสิทธิภาพ ( $E_1/E_2$ ) ผลการวิจัยพบว่า ชุดการเรียนรู้การพัฒนาแอปพลิเคชันวิชวล ซีชาร์ป เพื่อการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550 มีคุณภาพด้านบอร์ดทดลอง อยู่ในระดับดีมาก ( $\bar{X} = 4.60, S.D. = 0.40$ ) และด้านใบงานการทดลองอยู่ในระดับดี ( $\bar{X} = 4.47, S.D. = 0.63$ ) ประสิทธิภาพของชุดการเรียนรู้การพัฒนาแอปพลิเคชันวิชวล ซีชาร์ป เพื่อการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550 ( $E_1/E_2$ ) เท่ากับ 80.67/81.26 เป็นไปตามสมมติฐานที่กำหนดไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต่ออ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Development of a Learning Package for a Visual C# Application to Interface with a PIC18F4550 Microcontroller
Student	Mr.Somkiat Jaidee
Student ID.	53631608
Degree	Master of Science in Industrial Education
Program	Electronics
Year	2015
Thesis Advisor	Assoc. Prof. Kitipong Mano
Thesis Co-Advisor	Assoc.Prof.Dr.Wisuit Sunthonkanokpong

## ABSTRACT

The purpose of this research was to develop and evaluate the quality and efficiency of a learning package for a Visual C# application to interface with a PIC18F4550 microcontroller. The sample group consisted of 15 undergraduate students majoring in electronics at the Faculty of Industrial Education, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang. The tools used for data collection were a laboratory set of a learning package for the application, a qualitative evaluation form, and an achievement test. The statistics used for data analysis were mean, standard deviation and  $E_1/E_2$ . The results showed that the quality of laboratory set ( $\bar{X} = 4.60, S.D. = 0.40$ ) and the content of learning package for the development a Visual C# application to interface with a PIC18F4550 ( $\bar{X} = 4.47, S.D. = 0.63$ ) were at the good level. Overall, the efficiency of the learning package or  $E_1/E_2$  was 80.67/81.26, which was in accordance with the specified criteria of 80/80.

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความอนุเคราะห์จาก รศ.กิติพงศ์ มะโน อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และรศ.ดร.วิสุทธิ์ สุนทรกนกพงศ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำ ช่วยเหลือ และตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ จนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้อย่างสมบูรณ์ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาและขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ทุกท่าน ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำ ตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ในขั้นตอนสุดท้าย จนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความถูกต้องสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิ ผศ.พิชญ์สินี มะโน ผศ.สุชิน อางหาญ อาจารย์นรินทร ธรรมารักษ์วัฒน์ ที่ได้กรุณาช่วยเหลือให้คำแนะนำและตรวจสอบ แก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ของเครื่องมือวิจัยในครั้งนี้ เพื่อปรับปรุงให้มีคุณภาพและมีความเหมาะสมต่องานวิจัย

ขอขอบใจนักศึกษาระดับปริญญาตรี หลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาครุศาสตร์วิศวกรรม แขนงวิชาอิเล็กทรอนิกส์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ได้ให้ความร่วมมือในการเป็นกลุ่มตัวอย่าง ให้ผู้วิจัยได้เก็บข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้เป็นอย่างดี

คุณค่าและประโยชน์ใดๆ ที่เป็นผลจากวิทยานิพนธ์นี้ ผู้วิจัยขอมอบแต่ คุณพ่อ-คุณแม่ และครูอาจารย์ทุกท่าน ด้วยความเคารพยิ่ง

สมเกียรติ ใจดี

# สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	V
สารบัญรูป.....	VI
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	2
1.3 สมมติฐานการวิจัย.....	2
1.4 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย.....	3
1.5 ขอบเขตของการวิจัย.....	3
1.6 ข้อตกลงเบื้องต้น.....	4
1.7 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย.....	5
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	6
2.1 ความรู้เกี่ยวกับไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550 และพอร์ต USB.....	7
2.2 ความรู้เกี่ยวกับโปรแกรม CCS C Compiler และโปรแกรม Visual C#.....	12
2.3 การออกแบบสร้างชุดทดลอง.....	14
2.4 การหาประสิทธิภาพทางการเรียน.....	15
2.5 การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	17
2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	20
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	23
3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	23
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	23
3.3 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	24
3.4 การดำเนินการทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล.....	39
3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล.....	40
3.6 สถิติที่ใช้ในการวิจัย.....	40
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	42
4.1 คุณภาพชุดการเรียนรู้การพัฒนาแอปพลิเคชัน วิวอล ซีชาร์ป เพื่อเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550 .....	42
4.2 ประสิทธิภาพของชุดการเรียนรู้การพัฒนาแอปพลิเคชันวิวอล ซีชาร์ป เพื่อ	

เชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550.....	45
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	46
5.1 สรุปผลการวิจัย.....	46
5.2 อภิปรายผล.....	49
5.3 ข้อเสนอแนะ.....	50
บรรณานุกรม.....	52
ภาคผนวก.....	54
ภาคผนวก ก. หนังสือราชการ.....	55
ภาคผนวก ข. รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ.....	64
ภาคผนวก ค. แบบประเมินคุณภาพชุดการเรียนรู้การพัฒนาแอปพลิเคชันวิชา ซีชาร์ป เพื่อเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550.....	66
ภาคผนวก ง. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	76
ภาคผนวก จ. แบบบันทึกคะแนนการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภาคปฏิบัติ.....	95
ภาคผนวก ฉ. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ.....	99
ภาคผนวก ช. ชุดการเรียนรู้การพัฒนาแอปพลิเคชันวิชา ซีชาร์ป เพื่อการ เชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550.....	101
ภาคผนวก ซ. ตัวอย่างใบงานการทดลอง.....	111
ภาคผนวก ฌ. แผนการจัดอบรมการเรียนรู้.....	140
ภาคผนวก ฎ. ประมวลผลการอบรมการเรียนรู้.....	142
ประวัติผู้เขียน.....	147

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และตัดVอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
3.1 ขอบเขตของค่าความยากง่ายและความหมาย.....	35
3.2 ขอบเขตของค่าอำนาจจำแนกและความหมาย.....	36
4.1 ผลการประเมินคุณภาพของชุดการเรียนรู้การพัฒนาแอปพลิเคชัน วิชาล ซีชาร์ปเพื่อเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์PIC18F4550.....	42
4.2 ผลการประเมินคุณภาพบอร์ดทดลองของชุดการเรียนรู้การพัฒนาแอปพลิเคชัน วิชาล ซีชาร์ป เพื่อการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550.....	43
4.3 ผลการประเมินคุณภาพใบงานการทดลองของชุดการเรียนรู้การพัฒนาแอปพลิเคชันวิชาล ซีชาร์ป เพื่อเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550 จำนวน 6 ใบงาน.....	44
4.4 ผลประสิทธิภาพของชุดการเรียนรู้การพัฒนาแอปพลิเคชันวิชาล ซีชาร์ป เพื่อเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550.....	



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และตัดВИ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 การจัดขาต่างๆ ของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550 .....	8
2.2 ไดอะแกรมของ PIC18F4550 กับ USB Peripheral.....	10
2.3 การจัดขาต่างๆ ของพอร์ตUSB.....	11
2.4 หน้าต่างการใช้งานของโปรแกรม CCS C Compiler.....	12
2.5 หน้าต่างการใช้งานของโปรแกรม Visual C#.....	13
3.1 การจัดวางตำแหน่งอุปกรณ์ของบอร์ดชุดการเรียนรู้.....	25
3.2 เครื่องต้นแบบของบอร์ดชุดการเรียนรู้.....	26
3.3 บอร์ดทดลองของชุดการเรียนรู้ .....	27
3.4 ขั้นตอนการสร้างบอร์ดทดลองของชุดการเรียนรู้.....	29
3.5 ขั้นตอนการสร้างใบงานการทดลองชุดการเรียนรู้ .....	32
3.6 ขั้นตอนการสร้างแบบประเมินคุณภาพภาพของชุดการเรียนรู้ .....	34
3.7 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และตัดVIอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

เทคโนโลยีแบบฝังตัว (Embedded Technology) เป็นระบบที่มีความจำเป็นในชีวิตประจำวันในปัจจุบัน เช่นการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ในปัจจุบัน ส่วนใหญ่มีการทำงานด้วยระบบอัตโนมัติ เนื่องจากมีการนำไมโครคอนโทรลเลอร์ซึ่งมีส่วนประมวลผลหน่วยความจำภายในและอุปกรณ์เชื่อมต่อต่างๆ มาควบคุมการทำงานตามคำสั่งที่มีลำดับขั้นตอนหรือเรียกว่าโปรแกรม ดังเช่นในภาคอุตสาหกรรม เครื่องจักรกลหรือเครื่องใช้ไฟฟ้าต่างๆ ของโรงงานส่วนหนึ่งถูกควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นพื้นฐาน (สุเมธ มามาตย์. 2555 : 9) และมีการเชื่อมโยงการควบคุมไปยังไมโครคอมพิวเตอร์เพื่อให้เกิดความสะดวกในการติดต่อกับผู้ใช้ให้สามารถสั่งงานผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์ได้ นอกจากนั้นสามารถใช้ประโยชน์ของการประมวลผล การแสดงผลและการบันทึกผลในรูปแบบต่างๆ ได้ ซึ่งการเชื่อมโยงการควบคุมระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์ กับไมโครคอมพิวเตอร์สามารถใช้วิธีการเชื่อมโยงด้วยเทคโนโลยีการสื่อสารข้อมูลได้ทั้งแบบใช้สายและไร้สาย โดยการสื่อสารข้อมูลแบบใช้สายนั้น คอมพิวเตอร์สามารถเชื่อมต่อผ่านพอร์ตขนาน หรือพอร์ตอนุกรมได้ ซึ่งพอร์ตอนุกรมที่ได้รับความนิยมในอดีตคือพอร์ต RS232 แต่เนื่องจากมีข้อจำกัดในด้านความเร็วของการรับส่งข้อมูลจึงมีการพัฒนาการสื่อสารอนุกรมแบบใหม่คือพอร์ต USB (อาร์มภีย์ จันทรีโย. 2554 : 90) ซึ่งได้รับความนิยมอย่างรวดเร็ว ส่งผลให้ผู้ผลิตไมโครคอมพิวเตอร์โดยเฉพาะโน้ตบุคในปัจจุบัน ติดตั้งพอร์ต USB เป็นอุปกรณ์มาตรฐานและไม่ติดตั้งพอร์ต RS232 ไว้ในเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวส่งผลให้การเชื่อมต่ออุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้พอร์ต RS232 ถูกแทนด้วยพอร์ต USB และยังคงส่งผลให้ไม่จำเป็นต้องมีการแปลงพอร์ต USB เป็นพอร์ต RS232 การควบคุมและการแสดงผลด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ในรูปแบบ GUI ที่มีความสลับซับซ้อนในการทำงานและเกิดความยุ่งยากในการใช้ รวมทั้งเพิ่มต้นทุนในการผลิตและไม่ทันสมัย ไม่สามารถแข่งขันในเชิงธุรกิจได้

บริษัทไมโครชิพ (Microchip) เป็นหนึ่งในหลายๆ บริษัทที่เป็นผู้ผลิตไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล PIC เพื่อให้ให้นักพัฒนาซอฟต์แวร์และระบบฝังตัวนำไปประยุกต์ใช้งาน บริษัทไมโครชิพได้ผลิตไมโครคอนโทรลเลอร์ที่รองรับการสื่อสารอนุกรมด้วยพอร์ต USB หลายตระกูลแต่ที่ได้รับความนิยมมากคือเบอร์ PIC18F4550 (ประจัน พลังสันติกุล. 2553 : 353) ซึ่งรองรับพอร์ต USB ที่สามารถประยุกต์ใช้ในระบบควบคุมต่างๆ ได้อย่างสะดวกมากยิ่งขึ้น ทำให้นักพัฒนาซอฟต์แวร์สนใจไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูลนี้ ในการนำไปเรียนรู้และประยุกต์ใช้งานจำนวนมากขึ้นเป็นลำดับ การควบคุมผ่านระบบคอมพิวเตอร์ทั้งประเภทเครื่องคอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะ โน้ตบุค หรืออุปกรณ์สมาร์ตโฟน ในปัจจุบันก็มีความต้องการที่จะนำเอาเครื่องคอมพิวเตอร์เหล่านี้ไปควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าทั้งควบคุมโดยตรงและสั่งงานไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ให้ควบคุมอีกทอดหนึ่งเพื่อลดเวลาในการประมวลผล นอกจากนี้คอมพิวเตอร์ต้องอาศัยภาษาคอมพิวเตอร์ เพื่อควบคุมเครื่องคอมพิวเตอร์ โน้ตบุค หรืออุปกรณ์สมาร์ตโฟน ให้ทำงานตามตามความต้องการได้ เช่นภาษา C, C++ และ C# โดยแต่ละภาษาจะมีจุดเด่นและจุดอ่อนที่แตกต่างกัน ซึ่งปัจจุบันภาษาที่ได้รับความนิยมในการพัฒนา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แอปพลิเคชันอย่างมากคือภาษา C# ซึ่งภาษา C# เป็นภาษาที่มีความยืดหยุ่นสูง โดยมี Visual C# เป็นเครื่องมือที่ช่วยในการพัฒนา โปรแกรมยุคใหม่ที่ถูกสร้างขึ้นมาสำหรับการพัฒนาซอฟต์แวร์ตามแนวคิด .Net Framework ซึ่งเป็นแนวคิดที่รองรับการพัฒนาแอปพลิเคชันรูปแบบต่างๆ มากมาย (กิตินันท์ พลสวัสดิ์. 2554 : 2)

อย่างไรก็ตามในสถาบันการศึกษาส่วนใหญ่ที่มีการเรียนการสอนวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ เน้นการเรียนรู้เฉพาะในส่วนของไมโครคอนโทรลเลอร์เพียงอย่างเดียว และใช้ไมโครคอมพิวเตอร์เป็นเพียงเครื่องมือในการเขียนโปรแกรม แปลความหมายเป็นรหัสที่ใช้โปรแกรมบนไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยใช้ตัวแปลงสัญญาณ USB เป็นพอร์ต RS232 เท่านั้น ส่วนการเชื่อมโยงไมโครคอนโทรลเลอร์กับไมโครคอมพิวเตอร์เพื่อการสั่งงาน โดยตรงจากเครื่องคอมพิวเตอร์ ในรูปแบบที่สะดวก และมีความยืดหยุ่นสูงด้วยภาษา C# โดยการสื่อสารผ่านพอร์ต USB ยังไม่แพร่หลาย ดังนั้นนักศึกษาที่จบการศึกษาในระดับปริญญาตรี สาขาอิเล็กทรอนิกส์หรือคอมพิวเตอร์ขาดความรู้ และทักษะในเรื่องดังกล่าว ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อการทำงานหรือการพัฒนาตนเองเมื่อทำงานในภาคอุตสาหกรรม

จากความสำคัญและปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยจึงสนใจพัฒนาชุดการเรียนรู้การพัฒนาแอปพลิเคชัน วิชาล ซีชาร์ป เพื่อ การเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550 เพื่อเป็นประโยชน์ต่อการเรียนรู้การเขียนโปรแกรมเชื่อมต่อระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์กับไมโครคอนโทรลเลอร์ ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นและชุดการเรียนรู้การพัฒนาแอปพลิเคชัน วิชาล ซีชาร์ป เพื่อการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550 ที่สร้างขึ้น นอกจากนี้ยังมีประโยชน์ในการใช้เป็นสื่อการสอนทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในศตวรรษนี้ จะทำให้ผู้เรียนได้เห็นผลที่ได้จากการทดลองจริง และสัมผัสได้อย่างเป็นรูปธรรม ส่งเสริมให้ผู้ ที่ต้องการ เรียนรู้ สนใจ เรียนรู้มากยิ่งขึ้น ซึ่งจะช่วยส่งเสริมให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ในการพัฒนาเทคโนโลยีด้านต่างๆ ได้ตรงกับความต้องการของภาคอุตสาหกรรมต่อไป

## 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาชุดการเรียนรู้การพัฒนาแอปพลิเคชัน วิชาล ซีชาร์ป เพื่อการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550 ที่มีคุณภาพ
2. เพื่อหาประสิทธิภาพของชุดการเรียนรู้การพัฒนาแอปพลิเคชัน วิชาล ซีชาร์ป เพื่อการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550

## 1.3 สมมุติฐานการวิจัย

1. ชุดการเรียนรู้การพัฒนาแอปพลิเคชัน วิชาล ซีชาร์ปเพื่อการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550 ที่พัฒนาขึ้น มีคุณภาพระดับดีขึ้นไป ( $\bar{X} \geq 3.50$ )
2. ชุดการเรียนรู้การพัฒนาแอปพลิเคชัน วิชาล ซีชาร์ป เพื่อการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550 ที่พัฒนาขึ้นสามารถใช้เป็นสื่อการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ  $E_1 / E_2$  ไม่ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80/80

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 1.4 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้สร้างและหาประสิทธิภาพของชุดการเรียนรู้การพัฒนาแอปพลิเคชัน วิชาล ซีชาร์ป เพื่อการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550 โดยนำกรอบแนวคิดของ วิลลัม จันท์ตระกูล (2543: 110) มาใช้ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

1. กำหนดจุดประสงค์ในการนำอุปกรณ์ทดลองหรือสาธิตไปใช้ในการสอน
2. กำหนดหน้าที่ฟังก์ชันของอุปกรณ์
3. ศึกษาพิจารณาปัจจัยที่จะทำให้อุปกรณ์ทำงานได้ตามรายการหน้าที่
4. วิเคราะห์และตัดสินใจเลือกชิ้นส่วนประกอบของอุปกรณ์
5. สร้างต้นแบบและตรวจสอบ
6. เขียนแบบงาน
7. เตรียมเอกสารประกอบอุปกรณ์ที่ออกแบบสร้าง

## 1.5 ขอบเขตของการวิจัย

### 1.5.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี หลักสูตรครุศาสตร์ ศึกษาศาสตร์ สาขาวิชา ครุศาสตร์วิศวกรรม แขนงวิชา อิเล็กทรอนิกส์ คณะครุศาสตร์ ศึกษาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จำนวน 40 คน
2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี หลักสูตรครุศาสตร์ ศึกษาศาสตร์ สาขาวิชาครุศาสตร์วิศวกรรม แขนงวิชาอิเล็กทรอนิกส์ คณะครุศาสตร์ ศึกษาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จำนวน 15 คน โดยวิธีการเลือกแบบเจาะจง

### 1.5.2 ตัวแปรที่ศึกษา

1. คุณภาพของชุดการเรียนรู้การพัฒนาแอปพลิเคชัน วิชาล ซีชาร์ป เพื่อการเชื่อมต่อ ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550
2. ประสิทธิภาพของชุดการเรียนรู้การพัฒนาแอปพลิเคชัน วิชาล ซีชาร์ป เพื่อการเชื่อมต่อ ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550 หรือ  $E_1 / E_2$  เท่ากับ 80/80

### 1.5.3 ชุดการเรียนรู้

ชุดการเรียนรู้การพัฒนาแอปพลิเคชัน วิชาล ซีชาร์ป เพื่อการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550 ประกอบด้วยบอร์ดทดลอง และใบงานการทดลอง ดังนี้

#### 1.5.3.1 บอร์ดทดลอง มีวงจรสำหรับประยุกต์ใช้งานจำนวน 15 วงจร ประกอบด้วย

- (1) วงจรภาคจ่ายไฟด้วยไอซีเบอร์ 7805
- (2) วงจรโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์ด้วย PIC Programmer
- (3) วงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550
- (4) วงจรแสดงผล LCD
- (5) วงจรแสดงผล LED

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. วงจรแสดงผลตัวเลข 7 ส่วน (7 Segment)
7. วงจรรีเลย์ (Relay)
8. วงจรควบคุมสเต็ปเปอร์มอเตอร์ (Stepper Motor) ด้วย ULN2803
9. วงจรควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (DC Motor) ด้วย L293D
10. วงจรโพเทนซีโอมิเตอร์
11. วงจรสวิตช์อินพุต (Input Switch) ด้วย Tact Switch และ Dip

Switch

12. วงจรสวิตช์เมตริกซ์ (Matrix Switch) ขนาด 4 x 3
13. วงจรสื่อสารอนุกรม RS232
14. วงจรแปลงสัญญาณดิจิทัลเป็นอนาล็อก (DAC) ด้วย MCP4921
15. วงจรหน่วยความจำ I2C EEPROM ด้วย 24LC32A

### 1.5.3.2 ใบงานการทดลอง มีใบงานการทดลองจำนวน 7 ใบงาน ประกอบด้วย

1. การพัฒนาแอปพลิเคชัน วิชาล ซีชาร์ป เพื่อการเชื่อมต่อ ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550 จำลองพอร์ต USB เป็น USART
2. การพัฒนาแอปพลิเคชัน วิชาล ซีชาร์ป เพื่อการเชื่อมต่อ ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550 รับค่าจากสวิตช์อินพุตและควบคุมการแสดงผล LED
3. การพัฒนาแอปพลิเคชัน วิชาล ซีชาร์ป เพื่อการเชื่อมต่อ ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550 ควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง
4. การพัฒนาแอปพลิเคชัน วิชาล ซีชาร์ป เพื่อการเชื่อมต่อ ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550 ควบคุมการแสดงผลตัวเลข 7 ส่วน
5. การพัฒนาแอปพลิเคชัน วิชาล ซีชาร์ป เพื่อการเชื่อมต่อ ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550 ควบคุมจอแสดงผล LCD
6. การพัฒนาแอปพลิเคชัน วิชาล ซีชาร์ป เพื่อการเชื่อมต่อ ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550 รับค่าการแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิทัลด้วยโพเทนซีโอมิเตอร์
7. ใบงานรวม การพัฒนาแอปพลิเคชัน วิชาล ซีชาร์ป เพื่อการเชื่อมต่อ ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550 ควบคุมการรับค่าจากสวิตช์อินพุตควบคุมการแสดงผล LED การทำงานมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง การแสดงผลตัวเลข 7 ส่วน การแสดงผล LCD และรับค่าการแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิทัลด้วยโพเทนซีโอมิเตอร์

## 1.6 ข้อตกลงเบื้องต้น

1. โปรแกรมที่ใช้เขียนคำสั่งควบคุมส่วนของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550 ใช้โปรแกรม CCS C Compiler และโปรแกรมส่วนของการติดต่อกับผู้ใช้ ได้แก่โปรแกรม Microsoft Visual C# Express 2012
2. ผู้เรียนต้องผ่านการเรียนวิชาทางด้านไมโครคอนโทรลเลอร์ และการเขียนโปรแกรมภาษา C/C++

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 1.7 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย

1. **ชุดการเรียนรู้การพัฒนาแอปพลิเคชัน วิชาล ซีชาร์ป เพื่อการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550** หมายถึง ชุดการเรียนรู้ซึ่งประกอบด้วยบอร์ด ทดลอง ที่ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550 โดยภายในบอร์ดทดลอง มีวงจรสำหรับการประยุกต์ใช้งาน 15 วงจร ใบงานการทดลองจำนวน 7 ใบงาน แอปพลิเคชัน วิชาล ซีชาร์ป โปรแกรม CSS C Compiler และคู่มือการใช้งาน

2. **การพัฒนาแอปพลิเคชัน** หมายถึง การออกแบบโครงสร้างของแอปพลิเคชัน และ หน้าต่างโปรแกรม การเขียนโปรแกรมกำหนดการทำงาน และการทดสอบการทำงานของโปรแกรม โดยใช้โปรแกรม Microsoft Visual C# Express 2012

3. **ใบงานการทดลอง** หมายถึง ใบกำหนดขั้นตอนการปฏิบัติและสั่งงาน ประกอบด้วย ชื่อเรื่อง วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ทฤษฎีเบื้องต้น อุปกรณ์การทดลอง วงจรการทดลอง ลำดับขั้นตอนการทดลอง การบันทึกผลการทดลอง สรุปผลการทดลอง คำถามท้ายการทดลอง

4. **ใบงานรวม** หมายถึง ใบงานการทดลองที่สร้างขึ้นสำหรับวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

5. **คุณภาพ** หมายถึง คุณภาพของชุดการเรียนรู้การพัฒนาแอปพลิเคชัน วิชาล ซีชาร์ป เพื่อการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550 ที่ประเมินโดยผู้ทรงคุณวุฒิด้านบอร์ดทดลอง และ ด้านใบงานการทดลอง

6. **แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน** หมายถึง แบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นข้อสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก ที่ผ่านการหาคุณภาพข้อสอบ เพื่อใช้สำหรับหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มตัวอย่าง

7. **แบบทดสอบท้ายการทดลอง** หมายถึง แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยเลือกจากข้อที่สอดคล้องกับจุดประสงค์ของแต่ละใบงานการทดลอง

8. **แบบสังเกตการวัดความสามารถทางการเรียนภาคปฏิบัติ** หมายถึง แบบบันทึกคะแนนจากพฤติกรรมของผู้เรียนในระหว่างลงมือปฏิบัติการทดลองในแต่ละใบงานการทดลอง

9. **ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน** หมายถึง คะแนนที่ได้จาก แบบสังเกตการวัดความสามารถทางการเรียนภาคปฏิบัติร่วมกับคะแนนที่ผู้เรียนได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังจากที่ได้ลงมือปฏิบัติการทดลองตามใบงานการทดลองของชุด การเรียนรู้การพัฒนาแอปพลิเคชัน วิชาล ซีชาร์ป เพื่อการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550

10. **ประสิทธิภาพ** หมายถึง อัตราส่วนร้อยละของระดับคะแนนที่ได้จาก แบบสังเกตการวัดความสามารถทางการเรียนภาคปฏิบัติ ร่วมกับ แบบทดสอบท้ายการทดลอง ( $E_1$ ) และร้อยละของคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากแบบ สังเกตการวัดความสามารถทางการเรียนภาค ปฏิบัติใบงานรวม ร่วมกับแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ( $E_2$ ) ซึ่งกำหนดเกณฑ์ของ  $E_1 / E_2$  ไม่ต่ำกว่า 80/80 โดย

80 ตัวแรก  $E_1$  หมายถึง ประสิทธิภาพของกระบวนการ คำนวณได้จากร้อยละของค่าเฉลี่ยของคะแนนจากแบบสังเกตการวัดความสามารถทางการเรียนภาคปฏิบัติ ร่วมกับแบบทดสอบท้ายการทดลอง

80 ตัวหลัง  $E_2$  หมายถึง ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ คำนวณได้จากร้อยละของค่าเฉลี่ยของคะแนนจากแบบสังเกตการวัดความสามารถทางการเรียนภาคปฏิบัติ ร่วมกับแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังจากได้ปฏิบัติครบทั้ง 6 ใบงาน

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่อง ชุดการเรียนรู้การพัฒนาแอปพลิเคชัน วิชาล ซีชาร์ป เพื่อการเชื่อมต่อ ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550 ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำมาใช้เป็นแนวทางในการพัฒนา ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

- 2.1 ความรู้เกี่ยวกับไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550 และพอร์ต USB
- 2.2 ความรู้เกี่ยวกับโปรแกรม CCS C Compiler และโปรแกรม Visual C#
- 2.3 การออกแบบสร้างชุดทดลอง
- 2.4 การหาประสิทธิภาพทางการเรียน
- 2.5 การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- 2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### 2.1 ความรู้เกี่ยวกับไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550 และพอร์ต USB

##### 2.1.1 ความรู้เกี่ยวกับไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550

ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล PIC18F ที่นำมาใช้ในงานวิจัยนี้คือ ไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ PIC18F4550 ของบริษัทไมโครชิพ ภายในไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์นี้บรรจุส่วนเชื่อมต่อพอร์ต USB (Universal Serial Bus) ที่รองรับทั้ง USB1.0/1.1 และ 2.0 ซึ่งคุณสมบัติทางเทคนิคมีดังนี้

##### 2.1.1.1 คุณสมบัติของส่วนเชื่อมต่อพอร์ต USB

- (1) สามารถใช้ได้ทั้ง USB 1.0/1.1 และ 2.0
- (2) สามารถรับส่งข้อมูลความเร็วต่ำ 1.5 Mbps และความเร็วเต็มที่ 12 Mbps
- (3) สามารถรับส่งข้อมูลในแบบคอนโทรล (Control) อินเทอร์รัพท์(Interrupt) ไอโซโครนัส (Isochronous) และบัลค์ (Bulk)
- (4)สามารถเชื่อมต่อ อุปกรณ์ได้ 32 เอนด์พอยต์ และ 16 เอนด์พอยต์ ในกรณี 2 ทิศทาง)
- (5) มีหน่วยความจำแรม 1 Kbyte สำหรับเชื่อมต่อ USB เข้าถึงได้แบบคู่ (Dual Access)
- (6) ภายในบรรจุวงจรรับส่งข้อมูล USB และวงจรควบคุมแรงดันคงที่
- (7) สามารถนำไปใช้เป็นส่วนเชื่อมต่อพอร์ต USB ให้แก่อุปกรณ์ที่ไม่มีพอร์ต USB
- (8) สามารถจัดการข้อมูลพอร์ตขนาน เพื่อรับส่งในรูปแบบการจัดการข้อมูลของพอร์ต USB

##### 2.1.1.2 คุณสมบัติของวงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกา

(1) สามารถกำเนิดสัญญาณนาฬิกาได้ 4 โหมด และมีวงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกาด้วยคริสตัลแบบเฟสล็อกลูป (Phase Lock Loop : PLL) ความเที่ยงตรงสูงสำหรับส่วนเชื่อมต่อพอร์ต USB โดยเมื่อมีการใช้งานกับพอร์ต USB ต้องเลือกใช้โหมดสัญญาณนาฬิกาที่เหมาะสม

(2) กำหนดใช้ RC ภายนอกได้ 2 โหมด ความถี่สูงสุด 4 MHz

(3) สามารถเลือกใช้สัญญาณนาฬิกาภายนอกได้ 2 โหมด ความถี่สูงถึง 48 MHz

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ การคัดลอกหรือการนำข้อมูลไปใช้โดยไม่ได้รับอนุญาตถือว่าผิดกฎหมาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ การคัดลอกหรือการนำข้อมูลไปใช้โดยไม่ได้รับอนุญาตถือว่าผิดกฎหมาย

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- (4) เลือกความถี่ออสซิลเลเตอร์ภายในได้ 8 รูปแบบ จาก 31 kHz ถึง 8 MHz
- (5) สามารถใช้เฟสล็อกจูนปรับการความเร็วของสัญญาณนาฬิกาภายในได้ 31 kHz

ถึง 32 MHz

- (6) มีวงจรถ่ายสัญญาณนาฬิกาที่สองใช้ไทมเมอร์ 1 ความถี่ 32 kHz
- (7) ตรวจสอบความผิดพลาดของสัญญาณนาฬิกาได้
- (8) สามารถเลือกสัญญาณนาฬิกาของการทำงานปกติของไมโครคอนโทรลเลอร์กับ

โมดูล USB ให้มีความถี่แตกต่างกันได้

### 2.1.1.3 คุณสมบัติของอุปกรณ์ต่อพ่วง

- (1) กระแสซิงค์/กระแสซอร์สสูงสุด 25 มิลลิแอมป์
- (2) แหล่งสัญญาณอินเทอร์รัพท์จากภายนอกที่โปรแกรมได้ 3 แหล่งสัญญาณ
- (3) อินพุตอินเทอร์รัพท์จากการเปลี่ยนสัญญาณ 4 ช่อง
- (4) โมดูล Capture/Compare/PWM (CCP) 2 ช่อง

- Capture is 16-bit, Max. Resolution 6.25 ns (TCY/16)
- Compare is 16-bit, Max. Resolution 100 ns (TCY)
- PWM Output: PWM Resolution is 1 to 10 bit

- (5) โมดูล Enhanced Capture/Compare/PWM (ECCP)

- 1,2 หรือ 4 ช่องเอาต์พุต PWM
- เลือกขั้วสัญญาณได้ Selectable Polarity
- โปรแกรมช่วงเวลา Dead Time ได้
- ออโต้ชัตดาวน์และออโต้รีสตาร์ท

- (6) โมดูล Enhanced USART

- รองรับ LIN Bus
- โมดูลการสื่อสารอนุกรมแบบซิงโครนัส (MSSP) แบบ 3-Wire SPI (4

โหมด) และ I2C ทั้งโหมดมาสเตอร์และสเลฟ

- โมดูลแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิทัลความละเอียด 10 บิตเพิ่มเติม 13

บิต

- เก็บข้อมูลสำหรับการแปลงสัญญาณได้อัตโนมัติ
- แปลงสัญญาณได้เมื่ออยู่ในโหมดสลีป
- เปรียบเทียบแรงดันอนาล็อก 2 ช่อง พร้อมอินพุตแบบมัลติเพล็กซ์

### 2.1.1.4 คุณสมบัติของไมโครคอนโทรลเลอร์

- (1) สามารถเขียนคำสั่งด้วยภาษา C ได้
- (2) สามารถ ลบ เขียน หน่วยความจำได้ 100,000 ครั้ง
- (3) สามารถ ลบ เขียน หน่วยความจำชั่วคราวได้ 1,000,000 ครั้ง
- (4) หน่วยความจำและอีอีพรอมมีอายุการใช้งานมากกว่า 40 ปี
- (5) การโปรแกรมชิพทำได้โดยใช้ซอฟต์แวร์
- (6) กำหนดความสำคัญของการอินเทอร์รัพท์ได้
- (7) การคูณแบบ 8x8 ด้วยฮาร์ดแวร์เพียง 1 ไชเคิลสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(8) วอตช์ด็อกไทมเมอร์ (Extended Watchdog Timer : WDT) โปรแกรมคาบเวลาได้ตั้งแต่ 41 มิลลิวินาที ถึง 131 วินาที

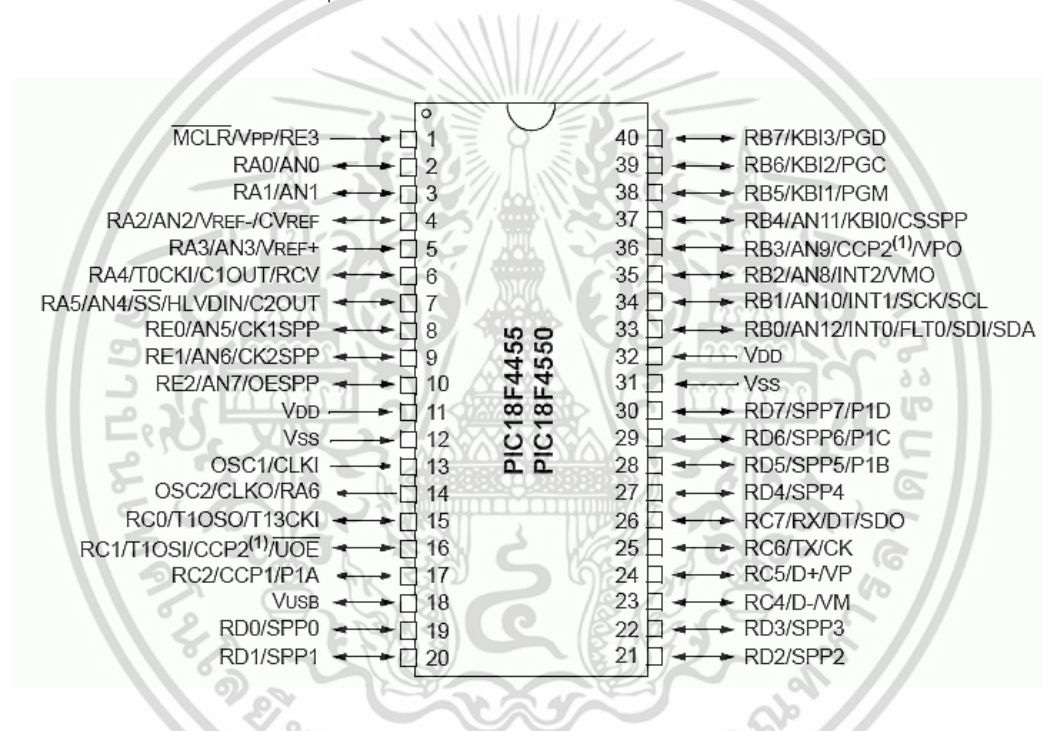
(9) ใช้แรงดันไฟ 5 โวลต์ ในการโปรแกรมชิพแบบอนุกรม ( In-Circuit Serial Programming : ICSP) ด้วยขาสัญญาณ 2 เส้น

(10) ดีบั๊กโปรแกรมภายในวงจร (In-Circuit Debug : ICD) ด้วยขาสัญญาณ 2 เส้น

(11) ทำงานในช่วงแรงดัน 2.0 โวลต์ ถึง 5.5 โวลต์

(12) โมดูลตรวจจับแรงดันสูง/ต่ำ ( HLVD) 16 ระดับ แบบกำหนดได้ รองรับอินเทอร์รัพท์ตรวจจับแรงดันสูง/ต่ำ

(13) กำหนดการรีเซตแบบบราวน์ (Brown Out Reset : BOR) ได้ แสดงการจัดขาต่างๆ ของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550 ดังภาพที่ 2.1



ภาพที่ 2.1 การจัดขาต่างๆ ของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550

### 2.1.1.5 การใช้งาน PIC18F4550 กับการเชื่อมต่อพอร์ต USB

ภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550 ได้เพิ่มโมดูล USB มาด้วย ซึ่งระบบบัส USB แบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ

(1) USB Host มีหน้าที่จัดการและควบคุมระบบบัส USB ควบคุมการรับส่งข้อมูลบนระบบบัส ตรวจสอบข้อผิดพลาด ตรวจสอบการเชื่อมต่ออุปกรณ์ที่ถูกต่อเพิ่มเข้ามาในระบบ ซึ่ง USB ประเภทนี้จะประกอบไปด้วยซอฟต์แวร์การจัดการที่มีความซับซ้อน เช่น USB ของเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล (Personal Computer)

(2) USB Peripheral หรืออุปกรณ์ต่อพ่วง USB มีหน้าที่ในการตอบสนองต่อ USB Host หรือการต่อพ่วงเข้ากับ USB Host ตรวจสอบการสื่อสารจาก Host การรับส่งแลกเปลี่ยนข้อมูลกับ Host ตอบสนองต่อการร้องขอจาก Host ตัวอย่างอุปกรณ์ต่อพ่วง USB เช่น เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

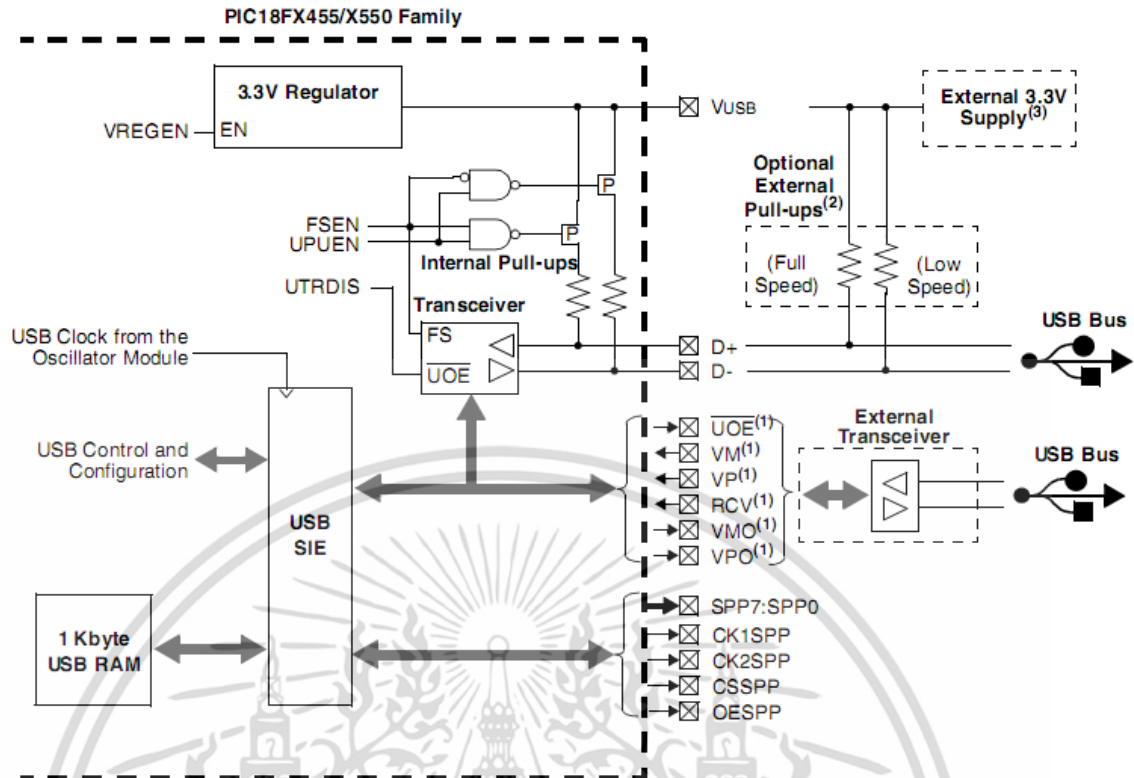
เม้าส์ คีย์บอร์ด ปริ้นเตอร์ ซึ่งไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550 จัดอยู่ใน USB ประเภทนี้ เช่นเดียวกัน

(3) USB OTG (USB On-The-Go) เป็น USB ที่สามารถทำงานได้ทั้งสองหน้าที่ คือ เป็นได้ทั้ง USB Host และ USB Peripheral หมายความว่า สามารถนำ USB OTG นี้มาต่อพ่วงเข้ากันได้ ซึ่งแตกต่างจาก USB Host และ USB Peripheral ที่ต้องต่อเข้าด้วยกันเพื่อทำงานร่วมกัน ตัวอย่าง USB OTG ได้แก่ Pocket PC Mobile Phone เป็นต้น

การใช้งานพอร์ต USB ใน PIC18F4550 จึงต้องต่อเข้ากับ USB Host หรือ USB OTG ซึ่งทางบริษัทไมโครชิพ ผู้ผลิตไมโครคอนโทรลเลอร์นี้ ได้พัฒนาซอฟต์แวร์ที่พร้อมใช้งานกับ USB ซึ่งเรียกว่า “Microchip USB Firmware Framework” โดยจะทำหน้าที่จัดการและให้บริการโพรโตคอล USB ระดับต่ำ (Lower-Level USB Protocol) ควบคุมการรับส่งข้อมูล จัดการอินเทอร์รัพท์ในระดับฮาร์ดแวร์ ออกแบบระบบเพื่อการเชื่อมต่อทาง USB รวมถึงคลาสไลบรารี USB ต่างๆ เช่น Human Interface Devices (HID) ได้แก่ เม้าส์ คีย์บอร์ด เป็นต้น คลาสไลบรารี Communication Device Class (CDC) ซึ่งเป็นคลาสเพื่อใช้สำหรับการสื่อสารระหว่างอุปกรณ์ USB ด้วยกัน และ คลาสไลบรารี Microchip General Purpose USB Device Class คือคลาสทั่วไปที่เกี่ยวข้องกับการใช้งานอุปกรณ์ USB

บริษัทไมโครชิพได้พัฒนาไดรเวอร์ไฟล์ “mchpusb.sys” สำหรับการทำงานร่วมกับ Microsoft Windows ที่เรียกว่า “Microchip General Purpose USB Windows Driver” เพื่อให้โปรแกรมที่ทำงานบนเครื่อง PC สามารถสื่อสารกับอุปกรณ์ USB จากทางไมโครชิพได้โดยตรง และพัฒนา “MPUSBAPI Library” เป็นไลบรารีที่ทำให้นักพัฒนาโปรแกรม ง่ายต่อการพัฒนาโปรแกรมสำหรับเชื่อมต่ออุปกรณ์ USB ได้ง่ายขึ้น

โมดูล USB ของไมโครคอนโทรลเลอร์ เบอร์ PIC18F4550 ประกอบด้วย USB Serial Interface Engine (SIE) ที่รองรับการสื่อสารข้อมูลความเร็วที่ 1.5 Mbit/s ถึง 12 Mbit/s เป็นความเร็วในการสื่อสารระหว่าง USB โฮส กับ PIC18F4550 โดยที่ SIE จะทำการเชื่อมต่อโดยตรงกับโมดูล USB เพื่อใช้เชื่อมต่อกับตัวรับ/ตัวส่งภายในหรือภายนอก และโมดูล USB ยังมีตัวควบคุมปรับแรงดันภายใน 3.3V ด้วย ภายในโมดูล USB จะมีหน่วยความจำข้อมูล 1 Kbyte USB RAM เพื่อการใช้งานของ USB SIE นอกจากนี้ยังประกอบไปด้วย Streaming Parallel Port เพื่อการรองรับการรับส่งข้อมูลขนาดใหญ่ที่เรียกว่า “Isochronous Data” เป็นการส่งข้อมูลแบบ USB Isochronous Transfer คือการส่งข้อมูลอย่างต่อเนื่องที่อัตราการส่งคงที่ในเวลาที่มีสัมพันธ์กับความสามารถของตัวรับข้อมูล แสดงไดอะแกรมการทำงานของ PIC18F4550 ดังภาพที่ 2.2



ภาพที่ 2.2 ไตอะแกรมของ PIC18F4550 กับ USB Peripheral

## 2.1.2 ความรู้เกี่ยวกับพอร์ต USB

พอร์ต USB คืออุปกรณ์ที่มีคุณสมบัติทางเทคนิคดังนี้

1. สามารถเชื่อมต่ออุปกรณ์หลายๆ ชนิดรวมเข้าสู่คอนเน็กเตอร์ ตัวเดียว สูงสุด 127 ตัว (ไม่รวมอุปกรณ์มาสเตอร์)
2. ไม่เกิดการขัดแย้งกันของการเข้าใช้ทรัพยากรของระบบ (IRQ)
3. ตรวจสอบการเชื่อมต่อและตั้งค่าการทำงานต่างๆ อัตโนมัติระหว่างที่เครื่องกำลังทำงานอยู่
4. ความเร็วในการถ่ายถอดข้อมูลจะขึ้นอยู่กับมาตรฐาน มีรายละเอียดดังนี้ มาตรฐาน USB 1.0/1.1 มีอัตราในการถ่ายถอดข้อมูลความเร็วต่ำ (Low Speed) เท่ากับ 1.5 Mbit/s และความเร็วเต็มที่ (Full Speed) เท่ากับ 12 Mbit/s มาตรฐาน USB 2.0 จะมีอัตราเร็วในการถ่ายถอดเพิ่มขึ้นอีก 1 ระดับคือ ความเร็วสูง (High Speed) ซึ่งมีความเร็วสูงถึง 48 Mbit/s
5. ที่ขาของพอร์ต USB มีแรงดันไฟตรง + 5V จ่ายออกมาด้วย ทำให้อุปกรณ์ต่อพ่วงที่ใช้พลังงานไม่มากนัก สามารถใช้แรงดันจากพอร์ต USB นี้เป็นไฟเลี้ยงเพื่อทำงานได้ โดยไม่ต้องอาศัยแหล่งจ่ายไฟจากภายนอกเพิ่มเติมอีก แต่กระแสไฟฟารวมต้องไม่เกิน 100 มิลลิแอมป์

### 2.1.2.1 การส่งข้อมูลภายในบัส USB

USB เป็นการส่งข้อมูลที่อุปกรณ์ทุกๆ ตัวจะต้องส่งสัญญาณรวมกันไปในสายสัญญาณเพียงคู่เดียว ดังนั้นอุปกรณ์ทุกๆ ตัวที่เชื่อมต่อกับบัสจะต้องส่งข้อมูลเรียงลำดับกันไปเพื่อไม่ให้เกิดการชนกันของข้อมูล ทำให้ในช่วงเวลาหนึ่งๆ จะมีข้อมูลวิ่งไปได้เพียงทิศทางเดียวเท่านั้น ไม่สามารถรับและส่งข้อมูลไปในเวลาเดียวกันได้จึงหวั่นการรับส่งข้อมูลของ USB จะถูกควบคุมจากโฮสต์ ซึ่งก็คือเครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษานี้ ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่ขึ้นต้นการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คอมพิวเตอร์ที่เป็นจุดรวมของอุปกรณ์ทุกตัวที่เชื่อมต่ออยู่นั้นเอง การรับส่งข้อมูลจะถูกกำหนดเป็นเฟรม โดยทุกๆ 1 มิลลิวินาที จะเกิดการรับส่งข้อมูลขึ้น 1 เฟรม ในแต่ละเฟรมจะแบ่งย่อยออกเป็นแพ็กเก็ต (Packet) เริ่มต้นการทำงานของแต่ละเฟรมโดยโฮสต์จะส่งสัญญาณเริ่มต้นเฟรมหรือ SOF (Start Of Frame) ออกไปเพื่อให้อุปกรณ์ทุกตัวรู้จังหวะการเริ่มเฟรม หลังจากนั้นโฮสต์ก็จะเริ่มส่งหรือรับข้อมูลต่างๆ ตามที่ได้จัดลำดับความสำคัญไว้ โดยอุปกรณ์ต่างๆ ที่อยู่ภายในบัสจะต้องทำงานตามจังหวะที่โฮสต์กำหนดไว้เท่านั้น การส่งข้อมูลกลับไปยังโฮสต์จะสามารถทำได้ก็ต่อเมื่อได้รับการถามหรือร้องขอจากโฮสต์ (อารัมภีร์ จันทริโย. 2554 : 90)

### 2.1.2.2 ซอฟต์แวร์และฮาร์ดแวร์ที่จำเป็นสำหรับระบบ USB มีดังนี้

#### ส่วนซอฟต์แวร์

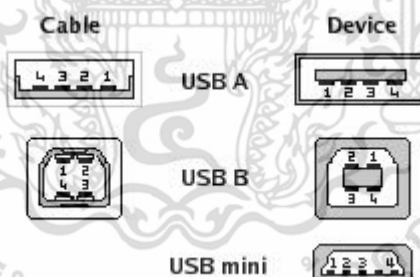
- (1) ไดรเวอร์อุปกรณ์ USB (USB Device Drivers)
- (2) ไดรเวอร์ USB (USB Driver)
- (3) ไดรเวอร์โฮสต์คอนโทรลเลอร์ (USB Host Controller Driver)

#### ส่วนฮาร์ดแวร์

(3.1) USB โฮสต์คอนโทรลเลอร์ (USB Host Controller)/รูตฮับ (Root Hub) หรือเครื่องคอมพิวเตอร์

(3.2) USB ฮับ (USB Hub) อาจไม่มีก็ได้ถ้าจำนวนช่องของพอร์ต USB ที่คอมพิวเตอร์มีมากเพียงพอ

(3.3) อุปกรณ์ USB (USB Device) เช่น ปริ้นเตอร์ สแกนเนอร์ ฮาร์ดดิสก์ โมเด็ม เม้าส์ คีย์บอร์ด และบอร์ดทดลองที่เชื่อมผ่านอุปกรณ์ USB แสดงการจัดขาต่างๆ ของพอร์ต USB ดังภาพที่ 2.3



Pin	Signal	Color	Description
1	VCC	Red	+5V
2	D-	White	Data -
3	D+	Green	Data +
4	GND	Black	Ground

ภาพที่ 2.3 การจัดขาต่างๆ ของพอร์ต USB

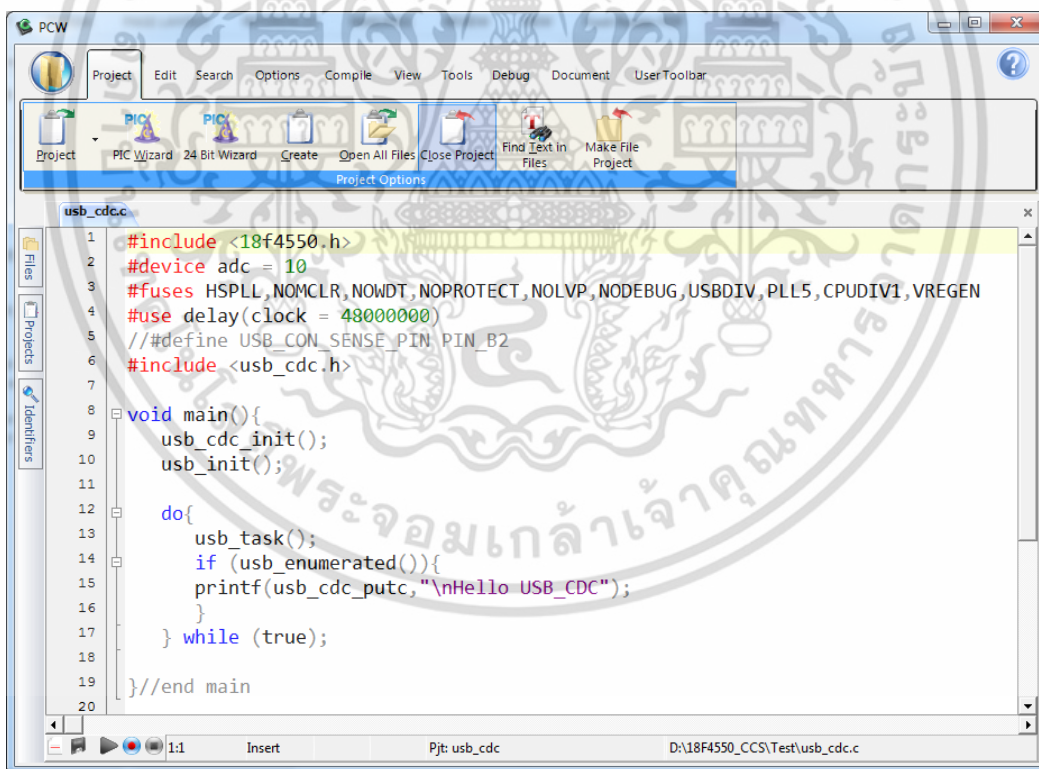
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.2 ความรู้เกี่ยวกับโปรแกรม CCS C Compiler และโปรแกรม Visual C#

### 2.2.1 ความรู้เกี่ยวกับโปรแกรม CCS C Compiler

CCS C Compiler เป็นคอมไพเลอร์สำหรับเขียนโปรแกรมภาษา C สำหรับไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล PIC ของบริษัท Custom Computer Service, Inc. (CCS Inc.) มีคุณสมบัติเบื้องต้นดังนี้

1. ตัวพัฒนาโปรแกรม IDE (Integrated Development Environment) มีเครื่องมืออยู่ภายในที่หลากหลายช่วยอำนวยความสะดวกต่อนักพัฒนาโปรแกรม
2. มีฟังก์ชันช่วยเหลือมาพร้อมกับคอมไพเลอร์หรือเรียกว่า Built-In Function ที่จำเป็นต่อการพัฒนาทางด้านไมโครคอนโทรลเลอร์จำนวนมาก ครอบคลุมงานเกือบทุกๆ ด้าน
3. มีตัวอย่างการเรียนรู้สำหรับผู้เริ่มต้น ในทุกๆ ฟังก์ชันการทำงาน
4. มีเมนูคำสั่งช่วยอธิบายฟังก์ชันการทำงาน ในส่วนของเมนู Help พร้อมอธิบาย ตัวอย่างและไฟล์ตัวอย่างที่เกี่ยวข้องกับฟังก์ชันนั้นๆ
5. สามารถเขียนโปรแกรมใช้งานกับไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC/dsPIC ได้
6. ทำงานร่วมกับ MPLAB ได้เพื่อการดีบั๊กโปรแกรมกับ Simulator ภายใน MPLAB แสดงหน้าต่างการใช้งานของโปรแกรม CCS C Compiler ดังภาพที่ 2.4 (<http://www.ccsinfo.com>)

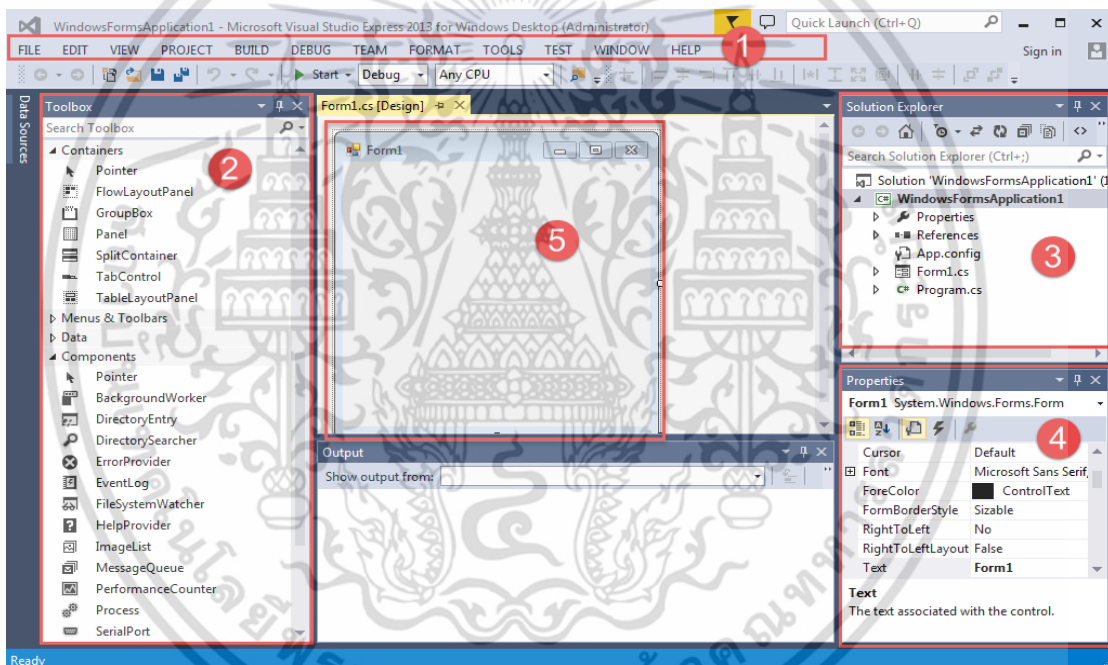


ภาพที่ 2.4 หน้าต่างการใช้งานของโปรแกรม CCS C Compiler

### 2.2.2 โปรแกรม Visual C#

Microsoft Visual C# เป็นภาษาคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาโดยบริษัทไมโครซอฟต์ โดยใช้รากฐานของภาษา C/C++ เป็นหลัก ดังนั้นรูปแบบโครงสร้างทางภาษาของ C# จึงคล้ายกับ C/C++ แต่ได้ลดเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สั้นกว่าและใช้ภาษาที่ง่ายกว่าเมื่อเทียบกับ C/C++ นอกจากนี้ยังมีความยืดหยุ่นในการใช้งานมากกว่า C/C++ ทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความซับซ้อนลง นอกจากนี้ยังได้แก้ไขปัญหาและข้อบกพร่องหลายประการที่มีอยู่ใน C++ ให้หมดไป จึงทำให้ภาษา C# กลายเป็นภาษาที่เรียนรู้ได้ง่ายและสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ภาษา C# เกิดขึ้นพร้อมกับเทคโนโลยี .NET ดังนั้นการทำงานของ C# จึงขึ้นกับ .NET Framework เป็นหลัก โดยมีชุดเครื่องมือที่ใช้พัฒนาแอปพลิเคชันด้วยภาษา C# เรียกว่า Visual C# ซึ่งสามารถใช้ในการพัฒนาแอปพลิเคชันต่างๆ ไปในระดับเดียวกับ Visual Basic เพื่อให้ นักพัฒนาโปรแกรมที่คุ้นเคยกับรูปแบบโครงสร้างในแบบ C/C++ สามารถเลือกใช้ Visual C# แทน Visual Basic ได้ ในปัจจุบัน ภาษา C# กำลังได้รับความนิยมมากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งนักพัฒนาโปรแกรมที่เคยเขียนด้วยภาษาอื่นๆ เช่น C++, Java, Delphi หรือแม้แต่ Visual Basic หันมาใช้ C# กันมากขึ้น เพราะโครงสร้างของ C# นั้น สั้น, กระชับ, และเข้าใจได้ง่าย ซึ่งไม่เพียงแต่ใช้สร้างแอปพลิเคชันบน Windows เท่านั้น แต่สามารถสร้างแอปพลิเคชันอื่นๆ ได้อีกหลากหลาย เช่น Web Application (ASP.NET), Smart Device, WPF, Silverlight (บัญชา ปะสีละเตสัง, 2552 : 17) แสดงหน้าต่างการใช้งานของโปรแกรม Visual C# ดังภาพที่ 2.5



ภาพที่ 2.5 หน้าต่างการใช้งานของโปรแกรม Visual C#

อธิบายหน้าต่างการใช้งานของโปรแกรม Visual C# ดังนี้

1. แถบเมนู (Menu) แสดงส่วนของกลุ่มคำสั่งการใช้งานต่างๆ
2. แถบเครื่องมือ Toolbox ทำหน้าที่เก็บคอนโทรลต่างๆ ที่ภาษา Visual C# สนับสนุน
3. แถบเครื่องมือ Solution Explorer ทำหน้าที่แสดงโครงสร้างรายการไฟล์ที่เกี่ยวข้องกับโปรเจกต์ปัจจุบัน เช่น ไฟล์รูปภาพ ไฟล์คลาสที่สร้างขึ้น ไฟล์ข้อมูล xml เป็นต้น ขึ้นอยู่กับว่าโปรเจกต์เรียกใช้อะไรบ้าง

4. แถบเครื่องมือคุณสมบัติ (Properties) และเหตุการณ์ (Events) จะทำหน้าที่แสดงคุณสมบัติ และเหตุการณ์ ของคอนโทรลหรือ ออบเจกต์ตัวนั้นๆ สนับสนุน ฟอर्मและคอนโทรลแต่ละเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวจะสนับสนุนเหตุการณ์แต่ละชนิดทั้งที่เหมือนและแตกต่างกัน เช่นเหตุการณ์ที่สำคัญของ Form คือ เหตุการณ์ Load เหตุการณ์ที่สำคัญของ Button คือเหตุการณ์ Click

5. พื้นที่ฟอร์ม (Form Area) แสดงส่วนของฟอร์ม ออกแบบการทำงาน

## 2.3 การออกแบบสร้างชุดทดลอง

วัลลภ จันทระตระกูล (2543 : 110) ได้อธิบายถึงแนวทางขั้นตอนในการออกแบบสร้างชุดทดลองว่า โดยทั่วไปแนวทางในการออกแบบสร้างจะมี 2 แบบ คือ การออกแบบตามแบบนิยม (Conventional Design) และแบบระเบียบวิธี (Methodical Design) ความแตกต่างของสองแนวทางนี้ คือ แนวทางแรกเป็นการออกแบบในลักษณะที่ปฏิบัติต่อๆ กันมาไม่มีรูปแบบหรือขั้นตอนการดำเนินงานที่เป็นแบบแผนที่แน่นอน แต่จะออกแบบกันตามความรู้ความเชี่ยวชาญแห่งตน ซึ่งต่างจากแนวทางที่สอง ที่จะต้องใช้วิชาการทางด้านวิทยาศาสตร์มาประยุกต์ คือมีขั้นตอนงานที่เด่นชัดแน่นอน เป็นตรรกะ และสามารถประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับงานออกแบบสร้างในสาขาต่างๆ ได้

ดังนั้น การออกแบบสร้างสื่อการเรียนการสอนประเภทอุปกรณ์ทดลองหรือสาธิตก็ได้้นำเอาหลักวิชาการทางการออกแบบสร้าง มาประยุกต์เป็นหลักการที่มีขั้นตอนในการออกแบบสร้างเป็นขั้นตอนดังนี้ (วัลลภ จันทระตระกูล. 2543 : 110)

### ขั้นตอนที่ 1 กำหนดจุดประสงค์ในการนำอุปกรณ์ทดลองหรือสาธิตไปใช้ในการสอน

การนำชุดการสอนไปใช้ในการสอน ควรกำหนดให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการเรียน ซึ่งการออกแบบสร้างจะสำเร็จผลตามเป้าหมายและใช้ได้จริงต้องศึกษาข้อมูลต่างๆ ประกอบ ได้แก่ สภาพการณ์ในการเรียนการสอน ศึกษาข้อมูลด้านวิชาการ และกลุ่มผู้เรียน จากนั้นก็นำไปใช้เขียนวัตถุประสงค์เป็นข้อๆ และกำหนดขอบเขตคุณลักษณะของชุดทดลองที่จะออกแบบสร้าง สุดท้ายต้องตรวจสอบความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของบทเรียนอีกครั้ง

### ขั้นตอนที่ 2 กำหนดหน้าที่ฟังก์ชันของอุปกรณ์

จากคำบรรยายคุณลักษณะของชุดทดลองในขั้นตอนที่ 1 นำมาวิเคราะห์เพื่อค้นหาคำพื้นฐาน (Basic Term) ซึ่งจะทำให้ทราบถึงรายการหน้าที่ต่างๆ ของชุดทดลอง ศึกษาพิจารณาปัจจัยที่จะทำให้อุปกรณ์ทำงานได้ตามรายการหน้าที่

### ขั้นตอนที่ 3 ศึกษาพิจารณาปัจจัยที่จะทำให้ชุดทดลองทำงานได้ตามรายการหน้าที่

ในขั้นตอนนี้ เป็นการคิดค้นสิ่งๆ ที่ทำให้อุปกรณ์สามารถทำงานได้ตามรายการหน้าที่ ที่กำหนด โดยทั่วไปจะอยู่ในรูปของวัสดุ พลังงานและสัญญาณ สิ่งที่ต้องกำหนดอาจเขียนเป็นคำสั้นๆ หรือภาพสเก็ตต่างๆ เพื่อให้ได้ชิ้นส่วนประกอบของอุปกรณ์มากที่สุด ชิ้นส่วนที่คิดค้นขึ้นมาควรจะพิจารณาตามการประกอบ ความยากง่ายในการผลิตและค่าใช้จ่าย

### ขั้นตอนที่ 4 วิเคราะห์และตัดสินใจเลือกชิ้นส่วนประกอบของอุปกรณ์

จากในขั้นตอนที่ 3 นำมาเลือกหาผลลัพธ์ที่ดีที่สุด โดยพิจารณาเกณฑ์กำหนดเรื่องประสิทธิภาพในการทำงาน ขนาดรูปร่าง ความคงทน การบำรุงรักษาและราคา

### ขั้นตอนที่ 5 สร้างต้นแบบและตรวจสอบ

เมื่อเลือกชิ้นส่วนได้แล้วจะต้องนำมาร่างเป็นภาพประกอบต้นแบบคร่าวๆ หรือเป็นภาพงานชิ้นง่ายๆ ก่อน จากนั้นจึงทำการสร้างต้นแบบ ในตอนนี้จะต้องมีการทดลองซึ่งต้องทดลองกลไกการทำ

หน้าที่อุปกรณ์บางอย่าง การทำชุดทดลองต้นแบบจะต้องทำการตรวจสอบทางเทคนิค ค้นหาข้อมูล บางอย่างเพื่อให้แน่ใจ ว่าอุปกรณ์นั้นมีคุณลักษณะตรงตามความต้องการ

#### ขั้นตอนที่ 6 เขียนแบบงาน

เพื่อประโยชน์ในการผลิตครั้งต่อไปงานเขียนแบบนี้ว่ามีความสำคัญมาก แบบงานเป็นข้อมูล สำหรับดำเนินการผลิต ดังนั้นแบบงานของชุดทดลองจะต้องมีแบบทั้งแบบภาพประกอบและแยกชิ้น

#### ขั้นตอนที่ 7 การเตรียมเอกสารประกอบอุปกรณ์ที่ออกแบบสร้าง

โดยทั่วไปควรจะต้องจัดการเอกสารประกอบพร้อมคู่มือใช้งาน เพื่อให้ผู้ใช้จะได้ใช้อุปกรณ์ ได้อย่างถูกต้องสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ในการออกแบบและสร้างอุปกรณ์

## 2.4 การหาประสิทธิภาพทางการเรียน

ชุดการเรียนรู้การพัฒนาแอปพลิเคชัน วิชาพล ศีขาร์ป เพื่อการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550 ก่อนที่จะนำไปใช้ในการสอนจริง ควรนำชุดการเรียนรู้ไปทดลองใช้ก่อน หลังจากนั้น นำมาปรับปรุงแก้ไขให้ได้มาตรฐานก่อน เพื่อจะได้ทราบว่าชุดการเรียนรู้นั้นมีประสิทธิภาพเพียงใด ไม่มีสิ่งใดบกพร่องอยู่ โดยนำไปใช้ทดลองกับกลุ่มตัวอย่างจากประชากรที่จะใช้จริง (สุโขทัยธรรมาธิราช. 2527 : 84)

### 2.4.1 การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ

เกณฑ์ประสิทธิภาพ หมายถึง ระดับประสิทธิภาพทางการเรียน ที่จะช่วยให้นักศึกษาเรียนรู้ ในระดับที่ผู้ผลิตจะพึงพอใจ ว่าหากชุดการเรียนรู้ มีประสิทธิภาพ มีคุณค่าที่จะนำไปสอนนักศึกษาได้ การที่จะกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพทางการเรียนนั้น จะกระทำโดยการประเมินพฤติกรรม ของผู้เรียน 2 ประเภท คือ พฤติกรรมต่อเนื่อง(กระบวนการ) และพฤติกรรมสุดท้าย(ผลลัพธ์) โดย กำหนดค่าประสิทธิภาพเป็น  $E_1$  (ประสิทธิภาพของกระบวนการ) และ  $E_2$  (ประสิทธิภาพของผลลัพธ์) ประสิทธิภาพทางการเรียน จะกำหนดเป็นเกณฑ์ที่ผู้สอนคาดหวังว่าผู้เรียนจะเปลี่ยนแปลง พฤติกรรมเป็นที่พึงพอใจ โดยกำหนดเป็นค่าเฉลี่ย คิดเป็นร้อยละของคะแนนที่ได้จากการทำ แบบทดสอบหลังเรียนของผู้เรียนทั้งหมด คือ  $E_1 / E_2$  ให้มีค่าเท่าใดนั้น ให้ผู้สอนเป็นผู้พิจารณา โดย ปกติเนื้อหาเกี่ยวกับความรู้ความจำมักตั้งไว้ที่ 80/80, 85/85 หรือ 90/90 ส่วนเนื้อหาที่เป็นทักษะ หรือเจตคติอาจตั้งไว้ 70/70, 75/75 (เสาวนีย์ สิกขาบัณฑิต. 2527:284)

การกำหนดประสิทธิภาพทางการเรียน เป็น 80/80 สำหรับเนื้อหาเกี่ยวกับความรู้ความจำ โดยมีค่าความคลาดเคลื่อน  $\pm 2.5$  (ชัยยงค์ พรหมวงศ์. 2543: 491)

ในการวิจัยเกณฑ์ในการยอมรับ 80/80 และมีระดับความผิดพลาดไว้ร้อยละ  $\pm 2.5$  โดยแบ่ง ออกเป็น 3 ระดับ

1. สูงกว่าเกณฑ์ เมื่อชุดการเรียนรู้ มีประสิทธิภาพตั้งแต่ 82.5/82.5
2. เท่าเกณฑ์ เมื่อชุดการเรียนรู้ มีประสิทธิภาพตั้งแต่ 80/80
3. ต่ำกว่าเกณฑ์ เมื่อชุดการเรียนรู้ มีประสิทธิภาพตั้งแต่ 77.5/77.5

เกณฑ์ประสิทธิภาพคิดจาก

80 ตัวแรก หมายถึง ค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละของจำนวนคำตอบที่ผู้เรียนทั้งหมดตอบถูกจาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์การใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

80 ตัวหลัง หมายถึง ค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละของจำนวนคำตอบที่ผู้เรียนตอบถูกแต่ละข้อ จากการทำแบบทดสอบท้ายบทเรียน

#### 2.4.2 วิธีการคำนวณหาประสิทธิภาพทางการเรียน

การหาประสิทธิภาพทางการเรียน โดยใช้สูตร  $E_1/E_2$  เมื่อ  $E_1$  เป็นประสิทธิภาพของ กระบวนการ และ  $E_2$  เป็นประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (ชัยยงค์ พรหมวงศ์. 2543 : 491)

$$E_1 = \left[ \frac{\sum x}{N} \right] \times 100 \qquad E_2 = \left[ \frac{\sum F}{B} \right] \times 100$$

เมื่อ	$E_1$	หมายถึง ประสิทธิภาพกระบวนการ คิดเป็นร้อยละจากการตอบคำถามใน ทุกกรอบ (แบบฝึกหัด) ของบทเรียนได้ถูกต้อง
	$E_2$	หมายถึง ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ คิดเป็นร้อยละจากการทำแบบทดสอบ หลังเรียนได้ถูกต้อง
	$\sum x$	หมายถึง คะแนนรวมของผู้เรียนทุกคนที่ได้จากการทำแบบฝึกหัดท้ายบท
	$\sum F$	หมายถึง คะแนนรวมของผู้เรียนทุกคนที่ได้จากการทำแบบทดสอบหลัง เรียน
	$A$	หมายถึง คะแนนเต็มของแบบฝึกหัด
	$B$	หมายถึง คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน
	$N$	หมายถึง จำนวนผู้เรียนทั้งหมด

การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ หมายถึง ระดับประสิทธิภาพทางการเรียน ที่จะช่วยให้  
ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ในระดับที่ผู้พัฒนาชุดการเรียนรู้จะพึงพอใจ ซึ่งประเมินได้จากพฤติกรรม  
ต่อเนื่องและพฤติกรรมสุดท้าย

#### 2.4.3 ขั้นตอนการหาประสิทธิภาพทางการเรียน

เมื่อสร้างชุดการเรียนรู้แล้ว จะต้องนำไปหาประสิทธิภาพ 3 ขั้นตอน ดังนี้

1. ทดสอบภาคสนามเบื้องต้นแบบ หนึ่งต่อหนึ่ง โดยนำชุดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นไปทดลองกับ  
นักศึกษาจำนวน 3 คน โดยเลือกนักศึกษาที่กล้าวิจารณ์และแสดงความคิดเห็น ซึ่งมีระดับผลการเรียน  
สูง ปานกลางและต่ำ ระดับละ 1 คน เพื่อสำรวจว่าชุดการเรียนรู้ มีความเหมาะสมกับนักศึกษาและมี  
ข้อบกพร่องอย่างไร เพื่อจะได้นำมาปรับปรุงแก้ไข
2. ทดสอบภาคสนามครั้งใหญ่ ชุดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไข จากการทดลองแบบหนึ่งต่อ  
หนึ่งไปทดลองกับนักศึกษา โดยเลือกระดับผลการเรียนสูง ปานกลาง และต่ำ ระดับละ 2 คน รวม  
เป็น 6 คน หลังจากนั้นนำข้อบกพร่องมาปรับปรุงแก้ไขอีกครั้ง
3. ทดสอบเชิงปฏิบัติการกับกลุ่มเล็ก เมื่อปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดสอบใช้กับนักศึกษาที่สุ่ม  
ตัวอย่างมาจำนวน 20 คน นำผลที่ได้ไปหาประสิทธิภาพเพื่อตรวจสอบหาประสิทธิภาพทางการเรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.5 การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

### 2.5.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ไพศาล หวังพานิช (2538 : 6) ได้ให้ความหมาย ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Academic Achievement) ว่าหมายถึง คุณลักษณะและประสบการณ์ของบุคคลอันเกิดจากการเรียนการสอน เป็นการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมและประสบการณ์การเรียนรู้ ที่เกิดจากการฝึกอบรม จึงเป็นการตรวจสอบระดับความสามารถหรือความสัมฤทธิ์ผลของบุคคลว่าเรียนรู้แล้วเท่าไร ความสามารถชนิดใด ซึ่งสามารถวัดได้ 2 แบบ ตามจุดมุ่งหมายและลักษณะวิชาที่สอน คือ

1. การวัดด้านปฏิบัติ เป็นการตรวจสอบวัดระดับความสามารถในการปฏิบัติหรือทักษะของผู้เรียน โดยมุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้แสดงความสามารถดังกล่าว ในรูปการกระทำจริงให้ออกมาเป็นผลงาน การวัดแบบนี้ต้องวัดโดยใช้ข้อสอบภาคปฏิบัติ (Performance Test)
2. การวัดด้านเนื้อหา เป็นการสอบความสามารถเกี่ยวกับเนื้อหาวิชา (Content) อันเป็นประสบการณ์การเรียนรู้ของผู้เรียน รวมถึงพฤติกรรมความสามารถในด้านต่างๆ สามารถวัดโดยข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ (Achievement Test)

### 2.5.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ภัทรา นิคมานนท์ (2535 : 7) กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้วัดปริมาณความรู้ ความสามารถ ทักษะเกี่ยวกับด้านวิชาการได้เรียนรู้มาในอดีตว่ารับรู้ไว้ได้มากน้อยเพียงใด โดยทั่วไปแล้วมักใช้วัดหลังจากทำกิจกรรมเรียบร้อยแล้ว เพื่อประเมินการเรียนการสอนว่าได้ผลเพียงไร

### 2.5.3 ลักษณะของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่ดี

ภัทรา นิคมานนท์ (2535 : 8) ได้กล่าวถึงลักษณะแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่ดีดังนี้

1. ความเที่ยงตรง (Validity) เป็นลักษณะสำคัญที่สุดที่ทำให้เครื่องมือวัดผลนั้นมีคุณภาพดี เพราะเป็นการแสดงให้เห็นว่าเครื่องมือวัดนั้นสามารถวัดได้อย่างมีประสิทธิภาพ วัดได้ตรงและครบถ้วนตามเนื้อหาที่ต้องการวัด ตรงตามจุดมุ่งหมาย ตรงตามสภาพความเป็นจริงและวัดแล้วสามารถนำผลการวัดไปพยากรณ์หรือคาดคะเนอนาคตได้
2. มีความเชื่อมั่นสูง (Reliability) เครื่องมือวัดผลที่ดี วัดสิ่งเดียวกันหลายๆ ครั้ง ผลที่ได้จากการวัดจะเหมือนกันหรือแตกต่างกันน้อยมาก
3. ความเป็นปรนัย (Objectivity) เครื่องมือที่มีความเป็นปรนัยจะมีความชัดเจนในตัวเอง เช่น ข้อสอบที่มีความเป็นปรนัยจะมีความชัดเจนอยู่ 3 ประการ คือ คำถามชัดเจนอ่านแล้วเข้าใจ ตรงกันกับคำตอบแน่นอน ใครตรวจก็ให้คะแนนตรงกัน ประกอบสุดท้ายคือ แปลความหมายคะแนนได้ตรงกัน
4. มีความยากง่ายเหมาะสม (Difficulty) ไม่ยากเกินไปและไม่ง่ายเกินไป ข้อสอบข้อใดที่มีคนตอบถูกมากแสดงว่าง่าย ข้อที่มีคนตอบถูกน้อยแสดงว่ายาก ค่าความยากง่ายของข้อสอบ ( $P$ ) มีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1.00 โดยข้อสอบที่ดีควรมีค่า  $P$  อยู่ระหว่าง 0.20 ถึง 0.80 ซึ่งหมายถึงข้อสอบที่ค่อนข้างยากปานกลางและค่อนข้างง่าย

5. มีอำนาจจำแนก (Discrimination) สามารถแบ่งแยกผู้สอบได้ถูกต้อง ข้อสอบที่ดี อำนาจจำแนก หมายถึง ข้อสอบที่คนเก่งตอบถูก คนอ่อนตอบผิด ข้อสอบที่จำแนกกลับ กันคือคนเก่งจะตอบเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผิดแต่ละคนอ่อนตอบถูกและข้อสอบที่จำแนกไม่ได้ คือ คนเก่งและคนอ่อนตอบถูกและผิดเท่าๆ กัน  
อำนาจจำแนกของข้อสอบ มีค่าระหว่าง  $-1.00$  ถึง  $+1.00$  ค่า  $r$  เป็นเครื่องหมายลบ หมายความว่า  
จำแนกจำนวนคนในกลุ่มเก่งตอบถูกน้อยกว่าคนอ่อน  $r$  มีเครื่องหมายบวกหมายความว่าจำแนก  
จำนวนคนในกลุ่มเก่ง ตอบถูกมากกว่าคนอ่อน ข้อสอบที่มีค่า  $r$  ใกล้ศูนย์ เป็นข้อสอบที่จำแนกไม่ได้  
เพราะคนเก่งตอบถูกพอๆ กันคนอ่อน ข้อสอบที่ดีควรมีค่า  $r$  อยู่ระหว่าง  $0.20$  ถึง  $1.00$

6. ประสิทธิภาพ (Efficiency) คือเครื่องมือที่สามารถทำให้ได้ข้อมูลที่ดีที่สุด เชื่อถือได้ โดยใช้  
วิธีการที่สะดวก รวดเร็ว คล่องตัว แต่เสียเวลาน้อยลงทุนน้อยและใช้แรงงานน้อย

7. มีความยุติธรรม (Fair) ไม่เปิดโอกาสให้มีการได้เปรียบเสียเปรียบกันระหว่างผู้ถูกวัด  
ด้วยกัน

8. ให้คำถามลึก (Searching) ข้อสอบที่ดีถูกต้องถามให้ผู้ตอบใช้ความสามารถในการคิดค้น  
ก่อนที่จะตอบ

9. ใช้คำถามยั่ว (Exemplary) มีลักษณะที่ทำให้ผู้สอบอยากคิด อยากตอบและทำด้วย  
ความเต็มใจ

10. คำถามจำเพาะเจาะจง (Define) ไม่ถามกว้างเกินไปหรือถามคลุมเครือให้คิดได้หลายแง่  
หลายมุม

#### 2.5.4 การตั้งคำถามแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

จากการศึกษาเอกสารเกี่ยวกับหลักการตั้งคำถามตามแนวคิด บลูมและคณะสามารถจำแนก  
ได้เป็น 6 ระดับ ดังนี้ (ภัทรา นิคมานนท์, 2532 : 101)

1. ความรู้ ความจำ หมายถึง ความสามารถทางสมองในการจดจำหรือระลึกถึงเรื่องราวต่างๆ  
ตามเนื้อหาที่ได้เรียนหรือได้มีประสบการณ์มาแล้ว จากการเรียนการสอนหรือโดยวิธีใดๆ ก็ตาม อาจ  
ถามตามตำราหรือตามประสบการณ์ที่ได้รับการสอนซึ่งการแสดงออกถึงความรู้ความจำนั้น อาจ  
แสดงออกได้ด้วยการเขียนหรือพูด เช่น การที่ผู้เรียนคนหนึ่งได้รับสอนว่า คุณภาพของเครื่องมือที่ใช้  
ในการวัดที่สำคัญที่สุด คือ ความเที่ยงตรง แสดงว่าผู้เรียนคนนั้นมีพฤติกรรมเรียนรู้ด้านความรู้  
ความจำ พฤติกรรมด้านความรู้ ความจำสามารถจำแนกได้ดังนี้

1.1 ความรู้ในเรื่องเฉพาะ มีอยู่ 2 ประเภทคือ

1.1.1 ความรู้เกี่ยวกับศัพท์ หรือนิยามเฉพาะคำเทคนิคของวิชานั้นๆ เป็นความรู้เกี่ยวกับ  
ความหมายของคำ กลุ่มคำเครื่องหมาย รูปภาพ อักษรย่อต่างๆ รวมทั้งลักษณะที่ใช้เฉพาะเรื่องใดเรื่อง  
หนึ่ง

1.1.2 ความรู้เกี่ยวกับกฎและความจริงเฉพาะเรื่อง เป็นความรู้เกี่ยวกับความจริงเฉพาะอย่าง  
ที่ปรากฏในเนื้อเรื่องหรือตามกฎเกณฑ์ที่กำหนดขึ้น เช่น การถามสูตร กฎ ความจริง ข้อเท็จจริง  
เรื่องราว วัน เวลา สถานที่ ฯลฯ เช่น น้ำเดือดที่อุณหภูมิห้องศาเซลเซียส ค่าอำนาจจำแนกของ  
แบบทดสอบที่ใช้ได้ค่าเท่าไร

1.2 ความรู้เกี่ยวกับแนวทางและวิธีดำเนินการ ประกอบด้วย 5 ประเภท คือ

1.2.1 ความรู้เกี่ยวกับระเบียบแบบแผน หมายถึง ความรู้เกี่ยวกับระเบียบแบบแผน ธรรมเนียม  
นิยมประเพณี ความนิยมที่ปฏิบัติกันมาจนเป็นที่ยอมรับของสังคม

1.2.2 ความรู้เกี่ยวกับลำดับขั้นตอนหรือแนวโน้ม หมายถึง ความรู้เกี่ยวกับลำดับขั้นตอนของ  
การปฏิบัติ ลำดับการเกิดเหตุการณ์ก่อนหลัง มองเห็นความจริงที่เกิดขึ้นในอดีต ปัจจุบันและแนวโน้ม  
ในอนาคต เช่น การเรียงลำดับจากมากไปหาน้อย, น้อยไปมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการเรียนการสอน ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2.3 ความรู้เกี่ยวกับการจำแนกประเภท หมายถึง ความรู้เกี่ยวกับการจัดประเภท จัดหมวดหมู่ เรื่องราว เหตุการณ์ลักษณะเด่นของสิ่งต่างๆ ตามความมุ่งหมายหรือปัญหาที่กำหนด เช่น ข้อใดเป็นสัตว์ที่จัดอยู่ในประเภทเดียวกันกับม้า

1.2.4 ความรู้เกี่ยวกับเกณฑ์ หมายถึง ความรู้เกี่ยวกับเกณฑ์หรือคุณสมบัติของสิ่งต่างๆ ที่ใช้ในการตรวจสอบ วิจัย เปรียบเทียบหรือตัดสินสิ่งต่างๆ เช่น คุณลักษณะใดไม่จำเป็นสำหรับเครื่องมือที่ใช้ในการวัดผล

1.2.5 ความรู้เกี่ยวกับวิธีการปฏิบัติ หมายถึง ความรู้เกี่ยวกับระเบียบวิธีการปฏิบัติและกระบวนการที่นำมาใช้เพื่อได้ผลในการกระทำสิ่งนั้นๆ เช่น ในการวางแผนออกข้อสอบต้องทำอะไรเป็นลำดับแรก

1.3 ความรู้เกี่ยวกับความรู้รวบยอดในเนื้อเรื่อง ประกอบด้วยความรู้ 2 ประเภท คือ

1.3.1 ความรู้เกี่ยวกับหลักวิชาและการขยายหลักวิชา เป็นความสามารถในการสรุปเป็นคติหรือหัวใจของเรื่องราวพร้อมทั้งสามารถขยายคติหรือหัวใจของเรื่องนั้นๆ ไปยังสถานการณ์อื่นๆ หรือไปสัมพันธ์กับเรื่องอื่นๆ

1.3.2 ความรู้เกี่ยวกับทฤษฎีและโครงสร้าง เป็นความสามารถในการผสมผสานความรู้ยอมเข้าเป็นความรู้ที่โครงสร้างใหญ่เดียวกัน

2. ความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถทางสมองในการอธิบายหรือถ่ายทอดตัวความรู้ออกมาในรูปแบบใหม่ที่มีเค้าเหมือนเดิม หรือเป็นการผสมผสานความรู้ความจำออกไปให้กว้างไกลจากความรู้เดิมอย่างสมเหตุสมผล ซึ่งที่จะมีความเข้าใจเรื่องใดๆ นั้น ในการแสดงออกว่าเป็นผู้ที่มีความเข้าใจเรื่องราวต่างๆ กัน ทำได้โดยการแสดงพฤติกรรมออกมาใน 3 ลักษณะ คือ

2.1 การแปรความ หมายถึง ความสามารถในการสื่อความหมาย เรื่องราว เหตุการณ์ต่างๆ โดยใช้ภาษาหรือวิธีการใหม่ที่ยังคงให้เรื่องราวหรือเหตุการณ์นั้นมีความหมายเช่นเดิม อาจทำจากง่ายไปยาก ยากไปง่าย จากข้อความยาวๆ ให้เป็นคำสั้นๆ เป็นต้น

2.2 การตีความ หมายถึง ความสามารถในการสื่อความหมายด้วยการอธิบายความหมายหรือสรุปเรื่องราวต่างๆ แล้วนำมาผสมผสาน เรียบเรียงใหม่ หรือนำมากล่าวอีกนัยหนึ่ง ภายใต้ขอบเขตเนื้อหาหรือเรื่องราวที่ตีความนั้น

2.3 การขยายความ หมายถึง ความสามารถในการขยายเนื้อหาหรือแนวคิดให้กว้างไกลกว่าขอบเขตของข้อมูลเดิมที่มีอยู่ รวมไปถึงความสามารถในการพยากรณ์หรือคาดคะเนเหตุการณ์อย่างสมเหตุสมผล ซึ่งต้องอาศัยความสามารถด้านการแปลความและการตีความมาประกอบกัน จึงสามารถขยายเรื่องราวหรือ เหตุการณ์นั้นๆ ได้

3. การนำไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้และความเข้าใจในเรื่องราวใดๆ ที่ผู้เรียนได้เรียนรู้มาแล้วไปแก้ปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นในสถานการณ์ใหม่ ซึ่งจะสามารถแก้ปัญหาใหม่ในทำนองนั้นได้ ต้องสามารถจำความรู้ชนิดต่างๆ โดยเฉพาะความรู้ในวิธีดำเนินการและความรู้รวบยอดมาผสมผสานกับความเข้าใจด้านการแปลความ ตีความ และขยายความตัวความรู้นั้นๆ ให้มาเกี่ยวข้องกับสิ่งที่แก้ปัญหานั้นได้ จึงจะสามารถแก้ปัญหาใหม่ได้

4. การวิเคราะห์ หมายถึง ความสามารถในการแยกเรื่องราว เหตุการณ์ต่างๆ ที่อยู่รอบตัวเรา ออกเป็นส่วยย่อยๆ ได้ว่าประกอบด้วยส่วนย่อยอะไรบ้าง โดยอาศัยหลักการหรือกฎเกณฑ์อย่างใดอย่างหนึ่งมาวิเคราะห์ จนทำให้สามารถมองเห็นถึงลำดับขั้น หรือความสัมพันธ์กันระหว่าง

ส่วนประกอบย่อยๆ ได้อย่างชัดเจน พฤติกรรมด้านการวิเคราะห์แบ่งได้ 3 ลักษณะคือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 4.1 การวิเคราะห์ความสำคัญหรือวิเคราะห์องค์ประกอบ หมายถึง ความสามารถในการแยกแยะความสำคัญหรือองค์ประกอบย่อยของเรื่องราวที่สำคัญ
- 4.2 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ หมายถึง ความสามารถในการพิจารณาค้นหาความสัมพันธ์ขององค์ประกอบย่อยที่รวมกันอยู่ในเรื่องราวนั้นๆ ว่าเป็นองค์ประกอบย่อยอะไร หรือเกี่ยวกับอะไร
- 4.3 การวิเคราะห์หลักการ หมายถึง ความสามารถในการค้นหาหลักการ ยึดกฎเกณฑ์อย่างใดอย่างหนึ่งที่ทำให้เรื่องราวหรือโครงสร้างของสิ่งต่างๆ สามารถรวมกันอยู่ได้
5. การสังเคราะห์ หมายถึง ความสามารถในการรวบรวมหรือประกอบส่วนย่อยของสิ่งต่างๆ เข้าด้วยกัน เพื่อให้กลายเป็นเรื่องราวหรือเหตุการณ์หรือปรากฏการณ์หรือแนวคิดที่มีรูปแบบ โครงสร้างใหม่ชัดเจน มีลักษณะแตกต่างไปจากส่วนประกอบย่อยๆ จากของเดิมทั้งรูปร่าง สมบัติ หน้าที่ ประโยชน์ เป็นต้น ส่วนย่อยๆ นั้นอาจจะเป็นข้อความหรือแผนงานพฤติกรรมด้านการสังเคราะห์
6. การประเมินค่า หมายถึง ความสามารถในการตัดสินคุณค่าของเรื่องราวหรือสิ่งต่างๆ ว่ามีคุณค่า ดี เลว หรือ เหมาะสมหรือไม่อย่างไร โดยพิจารณาจากเกณฑ์ที่กำหนดเองไว้เพื่อให้เป็นมาตรฐานในการเปรียบเทียบ พฤติกรรมด้านการประเมินค่าต้องอาศัยเกณฑ์ประกอบการตัดสิน ซึ่งมี 2 ลักษณะ
- 6.1 การประเมินค่าโดยเกณฑ์ภายใน หมายถึง การตัดสินคุณค่าหรือประเมินค่าของเรื่องราวหรือสิ่งต่างๆ โดยใช้เกณฑ์ภายในมาจากเนื้อหาหรือข้อมูลที่ ปรากฏอยู่ในเนื้อเรื่อง มาใช้เป็นเหตุผลหรือหลักในการตัดสินคุณค่าหรือลงข้อสรุป
- 6.2 การประเมินค่าโดยใช้เกณฑ์ภายนอก หมายถึง การตัดสินคุณค่าหรือประเมินค่าของเรื่องราวหรือสิ่งต่างๆ โดยใช้เกณฑ์ภายนอกที่ไม่ได้ปรากฏอยู่ในเนื้อเรื่องนั้นๆ แต่ในเกณฑ์ที่กำหนดขึ้นมาใหม่มาใช้เป็นเหตุผลหรือหลักการในตัดสินคุณค่าหรือลงข้อสรุป

## 2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

กิตติ หอมลำดวน (2556 : บทคัดย่อ) การวิจัยเรื่อง ชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมสายพานลำเลียงและแขนกลลำเลียงวัตถุ วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้าง หาคุณภาพและประสิทธิภาพ ชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมสายพานลำเลียงและแขนกลลำเลียงวัตถุ วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขางานอิเล็กทรอนิกส์ ชั้นปีที่ 2 จำนวน 24 คน โดยใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย ชุดทดลอง ใบงานการทดลอง แบบประเมินคุณภาพ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลได้แก่ ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และประสิทธิภาพ ผลการวิจัยสามารถสรุปได้ดังนี้คือ ชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมสายพานลำเลียงและแขนกลลำเลียงวัตถุ มีคุณภาพด้านเนื้อหาใบงานอยู่ในระดับดี ( $\bar{X} = 4.39, S.D. = 0.16$ ) และคุณภาพด้านชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ควบคุมสายพานลำเลียงและแขนกลลำเลียงวัตถุอยู่ในระดับดี ( $\bar{X} = 4.46, S.D. = 0.61$ ) และประสิทธิภาพของชุดทดลอง เท่ากับ 80.21/81.46 ซึ่งมีประสิทธิภาพเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด คือ 80/80

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปฏิภาณ สำเนียง (2556 : บทคัดย่อ) การวิจัยเรื่อง ชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อควบคุมหุ่นยนต์ ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2546 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้าง หาคคุณภาพ และประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อควบคุมหุ่นยนต์ ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2546 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กลุ่มตัวอย่างได้แก่ นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) สาขางานอิเล็กทรอนิกส์ ชั้นปีที่ 2 จำนวน 20 คน จากการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง เครื่องมือการวิจัยประกอบด้วย ชุดปฏิบัติการ ใบงานการทดลอง แบบประเมินคุณภาพ แบบทดสอบ สถิติที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัยพบว่าคุณภาพด้านเนื้อหาของใบงานการทดลอง อยู่ในระดับดีมาก ( $\bar{X} = 4.55, S.D. = 0.31$ ) ด้านชุดปฏิบัติการ อยู่ในระดับดีมาก ( $\bar{X} = 4.60, S.D. = 0.43$ ) และประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการ หรือ  $E_1 / E_2$  เท่ากับ 81.82/82.15 ซึ่งมีประสิทธิภาพเป็นไปตามเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนด และเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัย

วีระศักดิ์ วัตฤ (2554 : บทคัดย่อ) การวิจัยเรื่อง การพัฒนาชุดทดลอง MCS-51 ผ่านพอร์ต USB วัตถุประสงค์ของการวิจัย เพื่อสร้าง หาคคุณภาพ และหาประสิทธิภาพของชุดทดลอง MCS-51 ผ่านพอร์ต USB กลุ่มตัวอย่างคือนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง แผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคปทุมธานี จำนวน 20 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย บอร์ดทดลอง ใบงาน และแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลคือ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ( $S.D.$ ) และค่าประสิทธิภาพ ( $E_1 / E_2$ ) ผลการวิจัยพบว่าคุณภาพของชุดทดลอง MCS-51 ผ่านพอร์ต USB ( $\bar{X} = 4.69, S.D. = 0.41$ ) และใบงาน ( $\bar{X} = 4.53, S.D. = 0.48$ ) จัดอยู่ในระดับดีมาก ส่วนประสิทธิภาพของชุดทดลอง MCS-51 ผ่านพอร์ต USB พบว่าค่าคะแนนเฉลี่ยร้อยละของคะแนนแบบทดสอบท้ายใบงาน จำนวน 5 ใบงาน ( $E_1 = 85.30\%$ ) และค่าคะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ( $E_2 = 87.50\%$ ) ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้คือ  $E_1 / E_2$  ไม่ต่ำกว่า 80/80

เทพินทร์ บัวอินทร์ (2554 : บทคัดย่อ) การวิจัยเรื่องการพัฒนาชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ PSoc CY8C27443 วัตถุประสงค์ของการวิจัย เพื่อพัฒนา หาคคุณภาพ และประสิทธิภาพของชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ PSoc CY8C27443 กับกลุ่มตัวอย่างคือนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงสาขางานอิเล็กทรอนิกส์ จำนวน 20 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วยชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ PSoc CY8C27443 ใบงานจำนวน 13 ใบงาน และใบงานรวม แบบประเมินคุณภาพชุดทดลองและใบงาน รวมทั้งแบบทดสอบท้ายใบงาน สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัยพบว่าคุณภาพของบอร์ดทดลอง ( $\bar{X} = 4.78, S.D. = 0.30$ ) และใบงาน ( $\bar{X} = 4.62, S.D. = 0.54$ ) จัดอยู่ในระดับดีมาก ส่วนประสิทธิภาพของชุดทดลอง พบว่าค่าคะแนนเฉลี่ยร้อยละของคะแนนแบบทดสอบท้ายใบงาน จำนวน 13 ใบงาน ( $E_1 = 83.69\%$ ) และค่าคะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ( $E_2 = 82.55\%$ ) ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้คือ  $E_1 / E_2$  ไม่ต่ำกว่า 80/80

กิตติพร พาวังราช (2553 : บทคัดย่อ) การวิจัยเรื่อง การพัฒนาระบบควบคุม PWM ด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ สำหรับวงจรดีซี - ดีซีคอนเวอร์เตอร์ เป็นการพัฒนาระบบควบคุมแบบ PWM โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ สำหรับวงจรสวิตชิ่งดีซี - ดีซีคอนเวอร์เตอร์ เนื่องจากการควบคุมแบบอนาล็อกแบบเดิมมีความยุ่งยากในการออกแบบ โดยเลือกวงจรกำลังเป็นวงจรดีซี - ดีซีบูสท์คอนเวอร์เตอร์ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนำมาใช้เพื่อประโยชน์ทางการค้า ไม่สามารถใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เตอร์ ขนาดกำลังขับ 50 วัตต์ โดยแรงดันขาเข้า 12 โวลต์ ควบคุมแรงดันขาออกที่ 24 โวลต์ ที่ความถี่ 40 kHz

สุชิน ชินสีห์ (2548 : บทคัดย่อ) การวิจัยเรื่อง การสร้างและศึกษาประสิทธิภาพชุดทดลอง ไมโครคอนโทรลเลอร์ เรื่องการรับส่งข้อมูลกับอุปกรณ์เชื่อมต่อภายนอกของ PIC Microcontroller มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและศึกษาประสิทธิภาพชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ เรื่องการรับส่งข้อมูลกับอุปกรณ์เชื่อมต่อภายนอกของ PIC Microcontroller ศึกษาความคิดเห็นของนักศึกษาเกี่ยวกับชุดทดลอง ใบงานการทดลอง และการเรียนด้วยสื่อการสอนชุดทดลอง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย ชุดทดลอง ใบงานการทดลอง แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบสอบถาม ความพึงพอใจเกี่ยวกับชุดทดลอง ใบงาน การทดลองและการเรียนด้วยชุดทดลอง ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC Microcontroller กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นสูง ชั้นปีที่ 2 (ปวส.2) แผนกช่างอิเล็กทรอนิกส์และแผนกช่างไฟฟ้า จำนวน 30 คน ผลการวิจัย พบว่านักศึกษาที่เรียนด้วยชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ เรื่องการรับส่งข้อมูลกับอุปกรณ์เชื่อมต่อ ภายนอกของ PIC Microcontroller คะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ 0.01 ค่าประสิทธิภาพของชุดทดลองที่สร้างขึ้นมีค่าร้อยละ 87.33/82.92 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ร้อยละ 80/80

สุขสรรค์ พรธิอัว (2548 : บทคัดย่อ) การวิจัยเรื่อง การสร้างและศึกษาประสิทธิภาพชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ เรื่องการประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 มีวัตถุประสงค์ เพื่อการพัฒนาชุดทดลองเรื่องการประยุกต์ใช้งาน ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 เพื่อศึกษา ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย ชุดทดลองเรื่องการประยุกต์ใช้งาน ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ใบงานประกอบการทดลอง แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 2 (ปวส.2) แผนกช่าง อิเล็กทรอนิกส์ จำนวน 20 คน ผลการวิจัยพบว่า ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ 0.01 การหาประสิทธิภาพทำโดยการหา  $E_1 / E_2$  ซึ่งผลการวิเคราะห์พบว่าชุดทดลองที่สร้างขึ้นมี ประสิทธิภาพที่ 82.25/80.75 สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่ 80/80

วัลลภ จันทรตระกูล (2547 : บทคัดย่อ) การวิจัยเรื่อง การพัฒนาชุดการสอน เรื่อง ไมโครคอนโทรลเลอร์ มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของชุดการสอนวิชา ไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งประกอบด้วยเอกสารการสอน และชุดแผงวงจร สำหรับประลองภาคปฏิบัติ สามารถใช้สอนนักศึกษาสาขาช่างเครื่องกล ซึ่งไม่จำเป็นต้องมีความรู้พื้นฐานทางด้าน อิเล็กทรอนิกส์ กลุ่มตัวอย่างจำนวน 17 คน เป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 4 ปีการศึกษา 1/2547 สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ วิจัยดำเนินการวิจัยได้ศึกษาข้อมูลเบื้องต้น เพื่อจะได้ สร้างชุดการสอนที่มีเนื้อหาสาระตรงกับกลุ่มเป้าหมาย ข้อมูลนำมากำหนดหัวข้อหลัก หัวข้อย่อย ให้ ผู้เชี่ยวชาญแสดงความคิดเห็นได้รายการที่ต้องการแล้ว นำมาร่าง และวิเคราะห์รายการวัตถุประสงค์ การสอน ทำแบบทดสอบให้กลุ่มทดลองทำ แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข เพื่อใช้เป็นแบบทดสอบผู้เรียน กลุ่มตัวอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 3

# วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่อง ชุดการเรียนรู้การพัฒนาแอปพลิเคชัน วิชาล ซีชาร์ปเพื่อการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550 ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยตามขั้นตอน ต่อไปนี้

- 3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
- 3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
- 3.3 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
- 3.4 การดำเนินการทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล
- 3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล
- 3.6 สถิติที่ใช้ในวิจัย

### 3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.1.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชา ครุศาสตร์วิศวกรรม แขนงวิชา อิเล็กทรอนิกส์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จำนวน 40 คน

3.1.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชา ครุศาสตร์วิศวกรรม แขนงวิชา อิเล็กทรอนิกส์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จำนวน 15 คน โดยวิธีการเลือกแบบเจาะจง

### 3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ ประกอบด้วย

3.2.1 ชุดการเรียนรู้การพัฒนาแอปพลิเคชัน วิชาล ซีชาร์ปเพื่อการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550 ซึ่งประกอบด้วย

1. บอร์ดทดลอง ซึ่งมีวงจรสำหรับประยุกต์ใช้งานจำนวน 15 วงจร โปรแกรม Microsoft Visual C# Express 2012 และโปรแกรม CCS C Compiler
2. ใบงานการทดลองจำนวน 7 ใบงาน

3.2.2 แบบประเมินคุณภาพของชุดการเรียนรู้การพัฒนาแอปพลิเคชัน วิชาล ซีชาร์ป เพื่อการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550 ประกอบด้วย

1. แบบประเมินคุณภาพบอร์ดทดลองของชุดการเรียนรู้การพัฒนาแอปพลิเคชัน วิชาล ซีชาร์ป เพื่อการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550
2. แบบประเมินคุณภาพใบงานการทดลองของชุดการเรียนรู้การพัฒนาแอปพลิเคชัน วิชาล ซีชาร์ป เพื่อการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.2.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ประกอบด้วย

1. แบบทดสอบท้ายการทดลอง
2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

### 3.2.4 แบบสังเกตการวัดความสามารถทางการเรียนภาคปฏิบัติ

## 3.3 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

### 3.3.1 การสร้างบอร์ดทดลองชุดการเรียนรู้การพัฒนาแอปพลิเคชัน วิวอล ซีชาร์ป เพื่อการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550

ผู้วิจัยสร้างเครื่องมือขึ้นโดยอาศัยกรอบแนวความคิดที่ใช้ในการวิจัยของ วัลลภ จันทรตระกูล ที่ได้กล่าวไว้ข้างต้น มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

1. ศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องจากตำราและเอกสารต่างๆ เพื่อนำข้อมูลมาใช้ในการออกแบบและสร้างวงจรต่างๆ ที่ประกอบเป็นบอร์ดทดลองของชุดการเรียนรู้การพัฒนาแอปพลิเคชัน วิวอล ซีชาร์ป เพื่อการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550

2. กำหนดหัวข้อการทดลอง และวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างชุดการเรียนรู้การพัฒนาแอปพลิเคชัน วิวอล ซีชาร์ป เพื่อการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550 โดยมีใบงานการทดลองจำนวน 7 ใบงาน ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

ใบงานที่ 1 การพัฒนาแอปพลิเคชัน วิวอล ซีชาร์ป เพื่อการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550 จำลองพอร์ต USB เป็น USART

ใบงานที่ 2 การพัฒนาแอปพลิเคชัน วิวอล ซีชาร์ป เพื่อการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550 รับค่าจากสวิตช์อินพุตและควบคุมการแสดงผล LED

ใบงานที่ 3 การพัฒนาแอปพลิเคชัน วิวอล ซีชาร์ป เพื่อการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550 ควบคุมการทำงานมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

ใบงานที่ 4 การพัฒนาแอปพลิเคชัน วิวอล ซีชาร์ป เพื่อการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550 ควบคุมการแสดงผลตัวเลข 7 ส่วน

ใบงานที่ 5 การพัฒนาแอปพลิเคชัน วิวอล ซีชาร์ป เพื่อการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550 ควบคุมการแสดงผล LCD

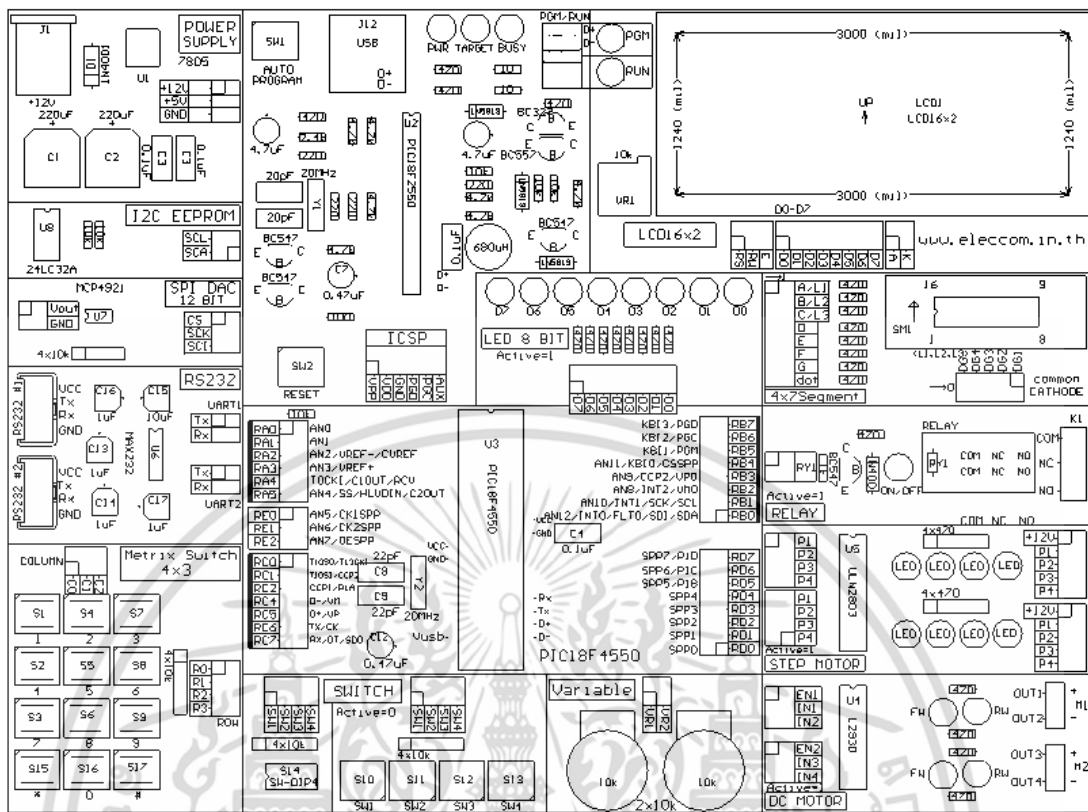
ใบงานที่ 6 การพัฒนาแอปพลิเคชัน วิวอล ซีชาร์ป เพื่อการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550 รับค่าการแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิทัล ด้วยโพเทนซีโอมิเตอร์

ใบงานที่ 7 ใบงานรวม การพัฒนาแอปพลิเคชัน วิวอล ซีชาร์ป เพื่อการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550 ควบคุมการรับค่าจากสวิตช์อินพุตควบคุมการแสดงผล LED การทำงานมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง การแสดงผลตัวเลข 7 ส่วน การแสดงผล LCD และรับค่าการแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิทัลด้วยโพเทนซีโอมิเตอร์

3. ออกแบบและสร้างวงจรต่างๆ โดยการกำหนดหน้าที่ของอุปกรณ์ ภายในบอร์ดทดลอง ที่ทำให้อุปกรณ์ทำงานได้ตามใบงานการทดลอง โดยพิจารณาเลือกอุปกรณ์ที่เหมาะสมและสามารถนำมาประยุกต์ใช้งานได้ หลังจากออกแบบวงจรและลายวงจรพิมพ์ โดยกำหนดการจัดวางตำแหน่ง

อุปกรณ์ของบอร์ดทดลอง ดังภาพที่ 3.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารทรัพย์สินทางปัญญาของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

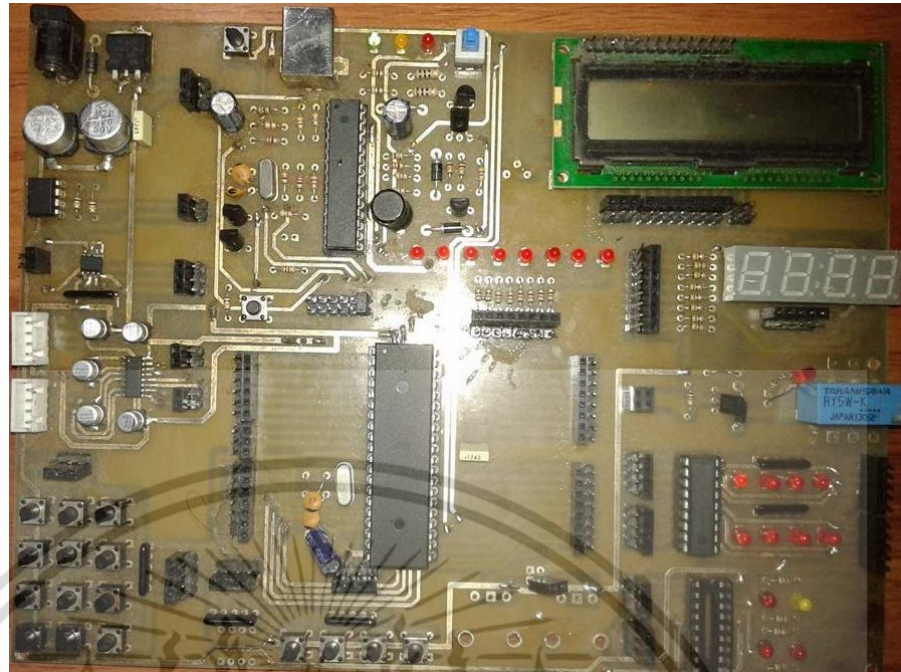


ภาพที่ 3.1 การจัดวางตำแหน่งอุปกรณ์ของบอร์ดทดลอง

4. วิเคราะห์และตัดสินใจเลือกชิ้นส่วนประกอบบอร์ดทดลอง โดยเลือกอุปกรณ์ที่มีจำหน่ายในประเทศ และเหมาะสมกับการวิจัย

5. สร้างต้นแบบบอร์ดทดลอง ให้สามารถใช้ทดลองการทำงานของชุดการเรียนรู้การพัฒนาแอปพลิเคชัน วิวอล ซีชาร์ป เพื่อการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550 ซึ่งผลการเครื่องต้นแบบบอร์ดทดลอง แสดงดังภาพที่ 3.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.2 เครื่องต้นแบบของบอร์ดทดลอง

6. ทดสอบ ชุดการเรียนรู้การพัฒนาแอปพลิเคชัน วิชวล ซีชาร์ป เพื่อการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550 โดยทดสอบการทำงานแต่ละวงจรการทำงานตามใบงานการทดลอง บันทึกข้อบกพร่องต่างๆ ได้แก่ วงจรโปรแกรมเมอร์ไม่ทำงานเกิดจากการบักกรีอุปกรณ์ทรานซิสเตอร์ไม่แน่น วงจรควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงไม่ทำงานเกิดจากการเชื่อมต่อไฟเลี้ยงไม่ครบสมบูรณ์จากการบักกรีที่ผิดพลาด และระยะห่างของการเชื่อมต่อขาคอนเน็คเตอร์ที่ไม่สะดวกต่อการใช้งาน ซึ่งผู้วิจัยได้นำมาปรับปรุงแก้ไขให้วงจรทำงานที่ถูกต้อง

7. การเตรียมเอกสารประกอบชุดการเรียนรู้การพัฒนาแอปพลิเคชัน วิชวล ซีชาร์ป เพื่อการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550

8. นำชุดการเรียนรู้การพัฒนาแอปพลิเคชัน วิชวล ซีชาร์ป เพื่อการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550 ที่สร้างเสร็จเรียบร้อยแล้วเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม เพื่อพิจารณาความถูกต้องและความเหมาะสม แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข

9. นำชุดการเรียนรู้ที่ได้มาทดลองกับผู้เรียนจำนวน 3 คน ที่ผ่านการศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์มาแล้ว เพื่อหาข้อบกพร่องของชุดการเรียนรู้ แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข

ผลจากการนำไปทดลองใช้กับกลุ่มทดลอง จำนวน 3 คน ในระหว่างการทดลองผู้วิจัยสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนแต่ละคน แยกเป็นประเด็น ได้ดังนี้

1. บอร์ดทดลองรุ่นแรก que ผู้วิจัยได้ออกแบบให้มีพอร์ต USB จำนวน 2 พอร์ต แยกการทำงานระหว่างวงจรโปรแกรมเมอร์กับวงจรเชื่อมต่อตรงจาก USB ไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งผู้วิจัยพบปัญหา ได้แก่ ผู้เรียนส่วนใหญ่ลืมถอดสาย USB เข้าออกเมื่อต้องการเปลี่ยนจากโหมดการโปรแกรมเป็นโหมดการเชื่อมต่อตรงไปยัง PIC18F4550 เพื่อสั่งงานจากเครื่องคอมพิวเตอร์ด้วย Visual C#

2. ผู้เรียนมีข้อซักถามในวงจรการทำงานที่ตัวบอร์ดทดลอง ซึ่งไม่มีสัญลักษณ์ของอุปกรณ์วงจรระบุที่บอร์ดทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การทำงานของวงจรแสดงผลตัวเลข 7 ส่วน มีการทำงานที่ผิดพลาด โดยหลักของตัวเลข แสดงผลสลับตำแหน่งกัน

4. ผู้เรียนเกิดความสับสนในการทำงานของวงจรโพเทนซิโอมิเตอร์ที่ปกติหมุนตามเข็มนาฬิกา แล้วค่าความต้านทานจะเพิ่มขึ้น และหมุนทวนเข็มนาฬิกาความต้านทานจะลด ซึ่งวงจรการทำงานของโพเทนซิโอมิเตอร์ ทำงานตรงกันข้าม

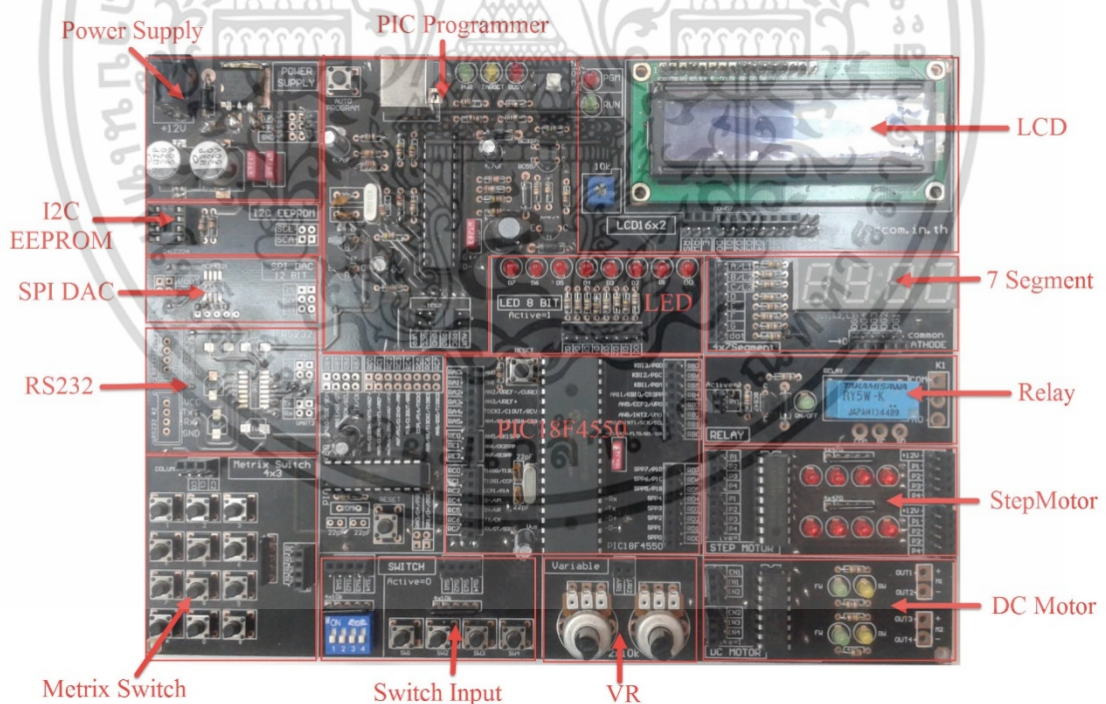
ผู้วิจัยทำการจดบันทึกพฤติกรรมต่างๆ ของผู้เรียนเพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไข โดยมีการแก้ไขตามประเด็นต่างๆ ดังนี้

1. ออกแบบใหม่ให้มีพอร์ต USB เพียง 1 พอร์ต และใช้สวิตช์สำหรับเลือกระหว่างโหมดการโปรแกรม และโหมดการเชื่อมต่อตรงไปยัง PIC18F4550 เพื่อสั่งงานจากเครื่องคอมพิวเตอร์ด้วย Visual C# โดยมีหลอด LED แสดงสถานะการเลือกว่าต่อผ่านวงจรโปรแกรมเมอร์ หรือต่อตรงไปยังพอร์ต USB ของไมโครคอนโทรลเลอร์

2. ส่วนของสัญลักษณ์ในวงจรผู้วิจัยแก้ปัญหาโดยการออกแบบโดยสกรีนตัวหนังสือและสัญลักษณ์ต่างๆ ลงไปที่บอร์ดทดลอง

3. ออกแบบลายวงจรปรับของแสดงผลตัวเลข 7 ส่วน ใหม่ให้ถูกต้อง

4. ออกแบบลายปรับของวงจรโพเทนซิโอมิเตอร์ใหม่ ให้ทำงานถูกต้องโดยหมุนตามเข็มนาฬิกา ค่าความต้านทานจะเพิ่ม และหมุนทวนเข็มนาฬิกา ค่าความต้านทานจะลดลง โดยบอร์ดทดลองที่ผ่านการปรับปรุงแก้ไขแล้ว แสดงดังภาพที่ 3.3



ภาพที่ 3.3 บอร์ดทดลองของชุดการเรียนรู้การพัฒนาแอปพลิเคชัน วิชาการ ซีชาร์ป เพื่อการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10. นำเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ร่วม ตรวจสอบความเหมาะสมอีกครั้ง

11. นำชุดการเรียนรู้การพัฒนาแอปพลิเคชัน วิววล ซีชาร์ป เพื่อการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550 ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอต่อผู้ทรงคุณวุฒิประเมินคุณภาพ  
รายนามผู้ทรงคุณวุฒิที่ประเมินชุดการเรียนรู้การพัฒนาแอปพลิเคชัน วิววล ซีชาร์ป เพื่อการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550 ได้แก่

1. ผศ. สุชิน อัจหาญ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประจำสาขาวิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

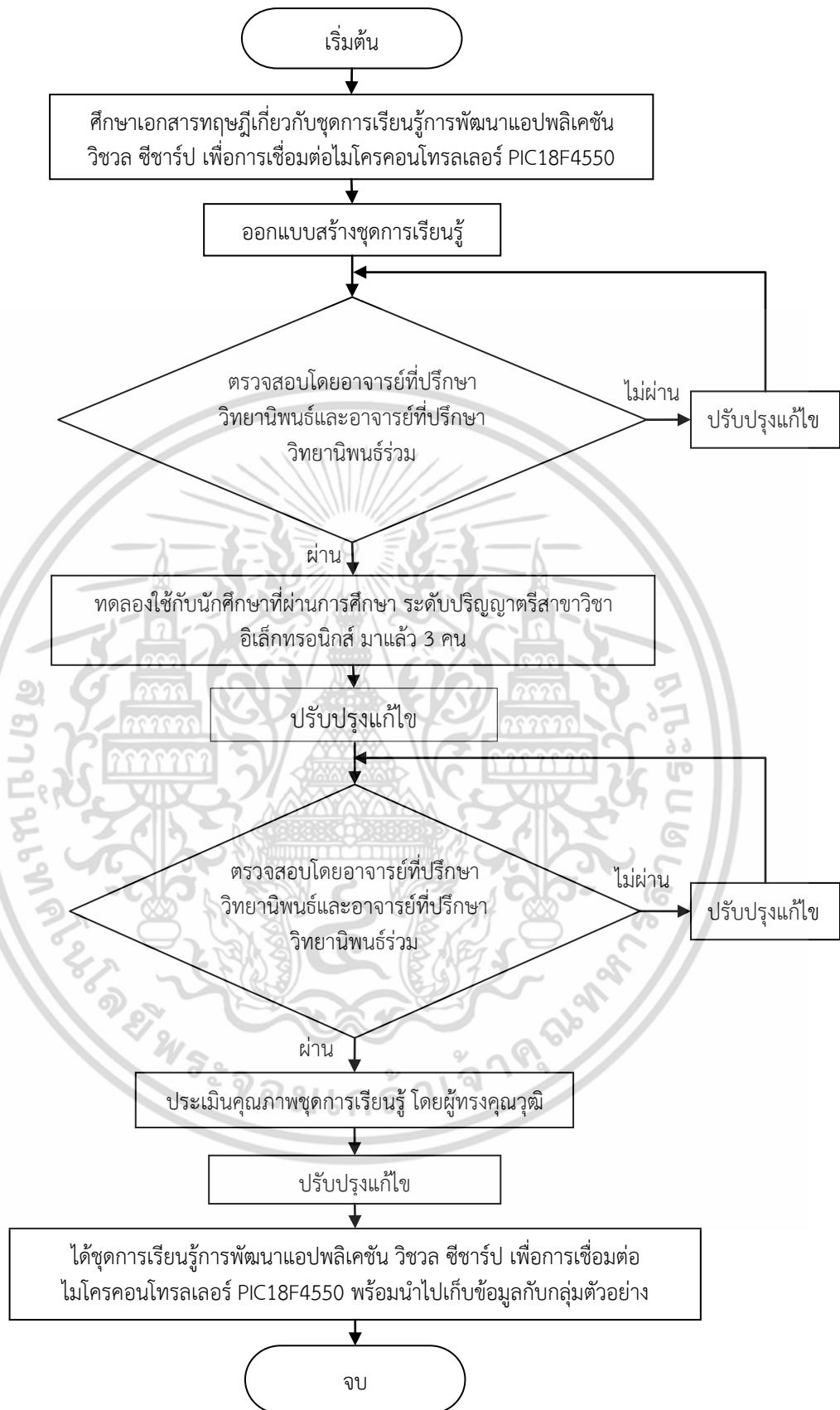
2. ผศ. พิชญ์สินี มะโน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประจำสาขาวิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

3. อาจารย์ นรินทร์ ธรรมารักษ์วัฒน์ อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมวัดคุม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

จากผลจากการประเมินคุณภาพชุดการเรียนรู้การพัฒนาแอปพลิเคชัน วิววล ซีชาร์ป เพื่อการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550 มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก และมีข้อเสนอแนะเพื่อการปรับปรุงแก้ไขบางประการได้แก่ เรื่องหน้าสัมผัสของวงจรโพเทนซิโอมิเตอร์ควรมีการต่อคาปาซิเตอร์ เพื่อให้การหมุนปรับค่าไม่ให้เกิดการรบกวนของสัญญาณ และควรมีวงจร Buffer กันระหว่างไฟเลี้ยงจากภาคจ่ายไฟด้วยไอซี 7805 กับไฟเลี้ยงจากพอร์ต USB ของเครื่องคอมพิวเตอร์ ซึ่งผู้วิจัยได้ปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะก่อนนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

12. ได้ชุดการเรียนรู้การพัฒนาแอปพลิเคชัน วิววล ซีชาร์ป เพื่อการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550 ที่มีคุณภาพเพื่อสำหรับนำไปใช้เก็บข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่าง

จากขั้นตอนการสร้างชุดการเรียนรู้การพัฒนาแอปพลิเคชัน วิววล ซีชาร์ป เพื่อการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550 สรุปได้ตามภาพที่ 3.4



ภาพที่ 3.4 ขั้นตอนการสร้างบอร์ดทดลองของชุดการเรียนรู้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.3.2 การสร้างใบงานการทดลองของชุดการเรียนรู้การพัฒนาแอปพลิเคชัน วิชาล ซีชาร์ป เพื่อการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550

ลำดับขั้นตอนการสร้างใบงานการทดลอง มีดังนี้

1. ศึกษาค้นคว้าเอกสาร ตำราที่เกี่ยวข้อง เพื่อใช้สร้างใบงานการทดลองที่สอดคล้องกับ ชุดการเรียนรู้การพัฒนาแอปพลิเคชัน วิชาล ซีชาร์ป เพื่อการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

2. สร้างใบงานการทดลอง ซึ่งประกอบด้วยหัวข้อต่างๆ ดังต่อไปนี้

2.1. หัวข้อใบงานการทดลอง

2.2. วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

2.3. ทฤษฎีเบื้องต้น

2.4. อุปกรณ์การทดลอง

2.5. วงจรการทดลอง

2.6. การลำดับขั้นตอนการทดลอง

2.7. การบันทึกผลการทดลอง

2.8. การสรุปผลการทดลอง

2.9. คำถามท้ายการทดลอง

3. นำใบงานการทดลองเสนอต่อ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ตรวจสอบ

ข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม มีดังนี้

3.1. ปรับปรุงแก้ไขหัวข้อและรูปแบบของการสร้างใบงานการทดลอง

3.2. ปรับปรุงแก้ไขการเขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของแต่ละใบงานการทดลอง

3.3. ปรับปรุงแก้ไขลำดับขั้นตอนและเนื้อหาของใบงานการทดลอง

3.4. ปรับปรุงแก้ไขส่วนของช่องว่างในการบันทึกผล หรือตอบคำถามการทดลอง ควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีการแก้ไขข้อมูล เกิดการเรียนรู้จากการแก้ไขโปรแกรมเพิ่มเติม

ผู้วิจัยได้ปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะทั้ง 4 รายการ ก่อนนำไปใช้กับกลุ่มทดลอง

4. นำใบงานการทดลองที่ได้มาทดลองร่วมกับบอร์ดทดลอง โดยใช้นักศึกษาที่ผ่านการศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์มาแล้ว 3 คน เพื่อหาข้อบกพร่องของใบงานการทดลองแล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข

ผลจากการสังเกตพบว่า มีข้อบกพร่องของซอสโค้ดในใบงานการทดลองที่ 2 เรื่อง การพัฒนาแอปพลิเคชัน วิชาล ซีชาร์ป เพื่อการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550 รับค่าจากสวิตช์อินพุต และควบคุมการแสดงผล LED และใบงานการทดลองที่ 6 เรื่อง การพัฒนาแอปพลิเคชัน วิชาล ซีชาร์ป เพื่อการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550 รับค่าการแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิทัล ด้วยโพเทนซิโอมิเตอร์ ซึ่งมีความบกพร่องคือรับค่า ADC จากไมโครคอนโทรลเลอร์แล้วไม่แสดงผลที่โปรแกรม Visual C# ได้ และผู้วิจัยได้ปรับปรุงแก้ไข ตามข้อบกพร่องที่สังเกตได้

5. นำใบงานการทดลองที่เสนอให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ตรวจสอบและแก้ไขปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ

6. นำไปงานการทดลองชุดการเรียนรู้การพัฒนาแอปพลิเคชัน วิชาวล ซีชาร์ป เพื่อการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550 ที่สร้างขึ้นเสนอให้ผู้ทรงคุณวุฒิ ประเมินคุณภาพ โดยมีข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิให้แก้ไขปรับปรุง ดังนี้

- 6.1. ปรับปรุงแก้ไขรูปภาพของวงจรการทดลองให้มีความชัดเจน
- 6.2. ปรับปรุงแก้ไขลำดับขั้นตอนการทดลอง ให้มีความต่อเนื่องกันสอดคล้องกับวัตถุประสงค์
- 6.3. ปรับปรุงแก้ไขภาษาที่ใช้เขียนให้เป็นภาษาทางวิชาการ และคำศัพท์ทางเทคนิคที่ใช้ทาง

สาขาวิชาคอมพิวเตอร์

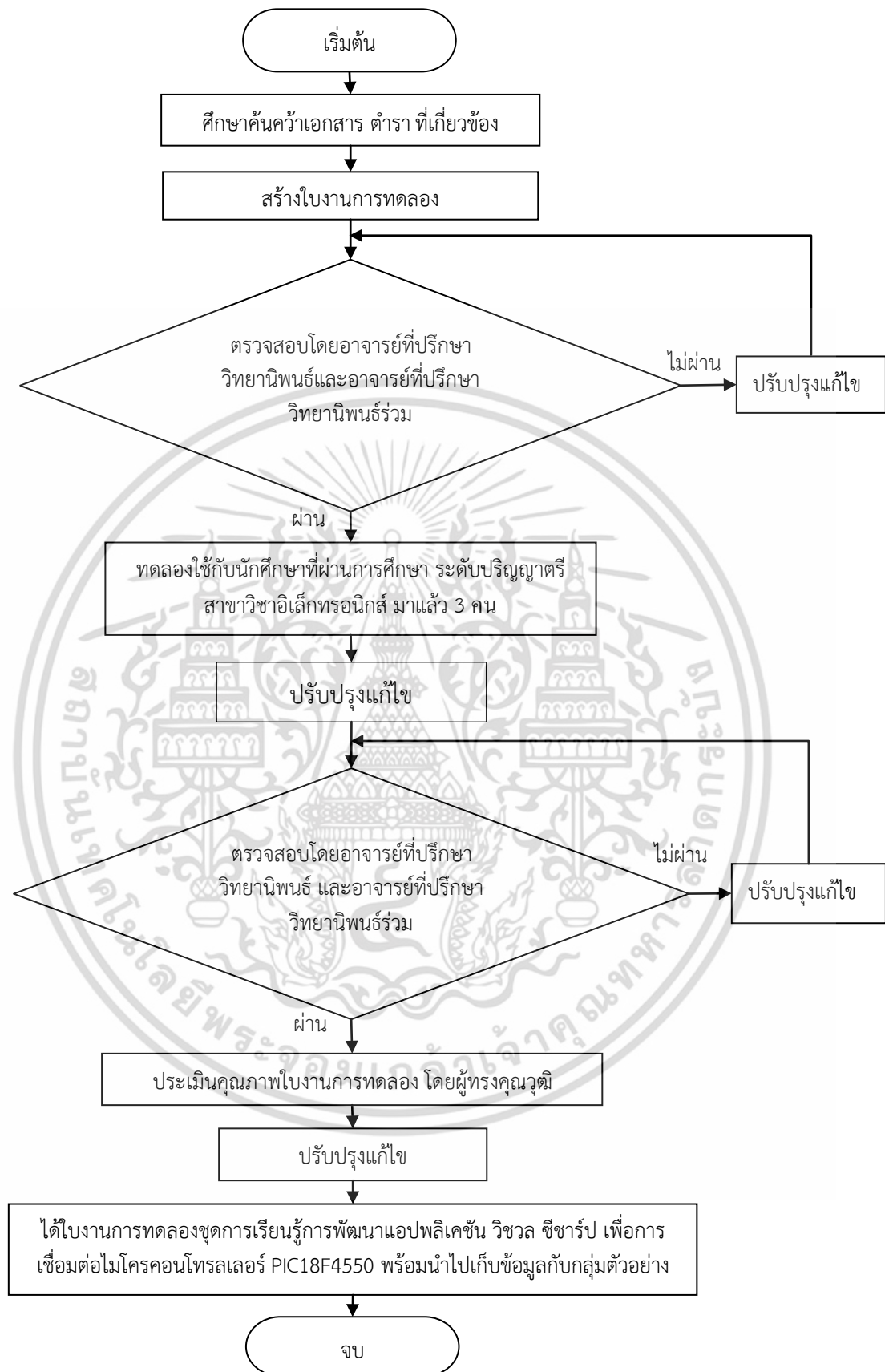
ผู้วิจัยได้ปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะทั้ง 3 รายการ

7. ได้ไปงานการทดลองชุดการเรียนรู้การพัฒนาแอปพลิเคชัน วิชาวล ซีชาร์ป เพื่อการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550 พร้อมนำไปใช้เก็บข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่าง

จากขั้นตอนการสร้างไปงานการทดลองชุดการเรียนรู้การพัฒนาแอปพลิเคชัน วิชาวล ซีชาร์ป เพื่อการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550 สรุปได้ตามภาพที่ 3.5



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.5 ขั้นตอนการสร้างใบงานการทดลองของชุดการเรียนรู้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.3.3 การสร้างแบบประเมินคุณภาพของชุดการเรียนรู้การพัฒนาแอปพลิเคชัน วิชาพลศึกษา ซีอาร์ป เพื่อการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550

แบบประเมินคุณภาพที่สร้างขึ้นเพื่อใช้ในการวิจัยครั้งนี้แบ่งออกเป็น 2 ด้าน ได้แก่ด้านบอร์ดทดลองกับด้านใบงานการทดลอง ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

1. กำหนดจุดประสงค์และหัวข้อที่ต้องการจะประเมินชุดการเรียนรู้การพัฒนาแอปพลิเคชัน วิชาพลศึกษา ซีอาร์ป เพื่อการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550

2. สร้างแบบประเมินคุณภาพชุดการเรียนรู้การพัฒนาแอปพลิเคชัน วิชาพลศึกษา ซีอาร์ป เพื่อการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550 โดยใช้มาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) โดยแบ่งเป็น 5 ระดับ โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้ (Best. 1970 : 179)

- 5 หมายถึง ระดับดีมาก
- 4 หมายถึง ระดับดี
- 3 หมายถึง ระดับปานกลาง
- 2 หมายถึง ระดับพอใช้
- 1 หมายถึง ระดับควรปรับปรุง

เกณฑ์การประเมิน คุณภาพชุดการเรียนรู้การพัฒนาแอปพลิเคชัน วิชาพลศึกษา ซีอาร์ป เพื่อการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550 จัดระดับค่าเฉลี่ยเป็น 5 ระดับ (Best. 1970 : 179-187) ดังนี้

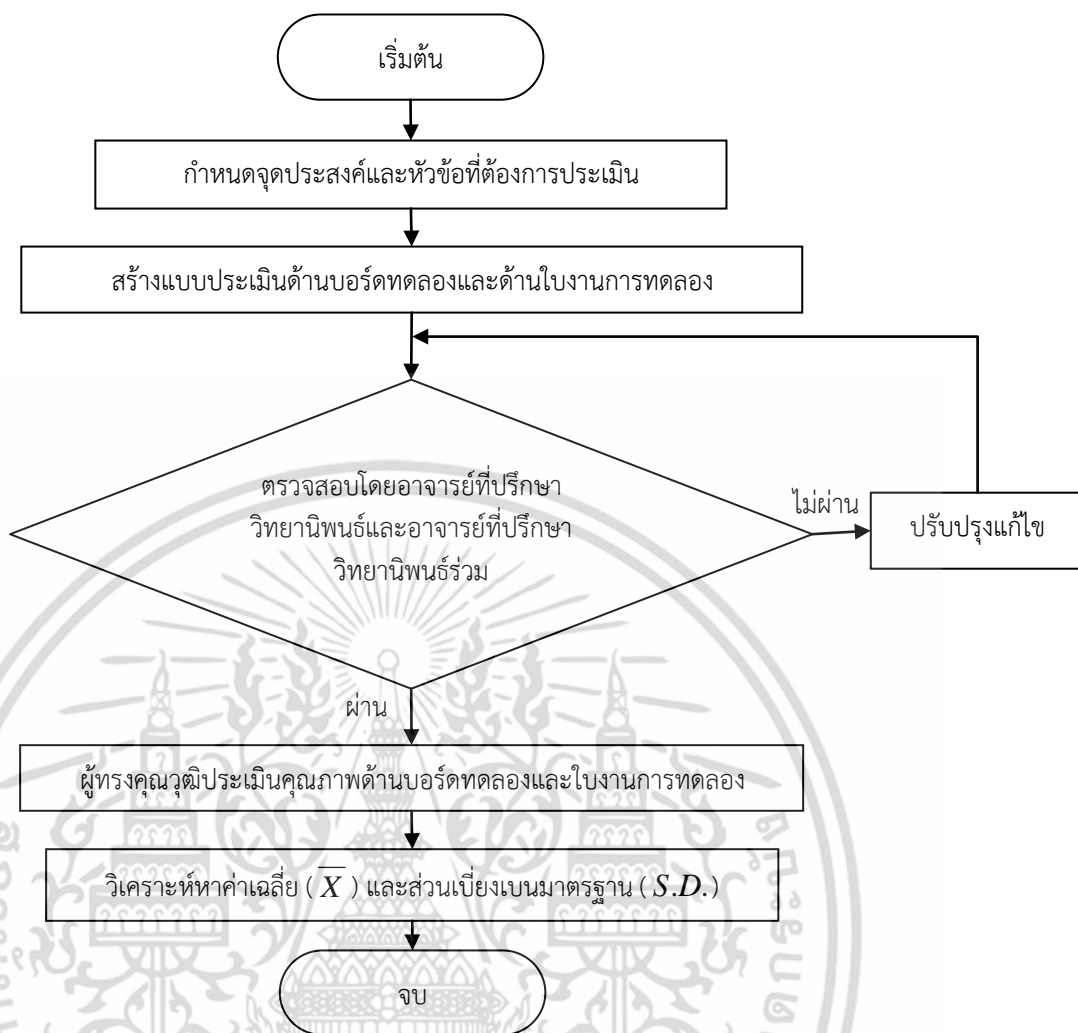
- 4.50-5.00 หมายถึง ดีมาก
- 3.50-4.49 หมายถึง ดี
- 2.50-3.49 หมายถึง ปานกลาง
- 1.50-2.49 หมายถึง พอใช้
- 1.00-1.49 หมายถึง ควรปรับปรุง

3. นำแบบประเมินที่ได้ เสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ตรวจสอบเพื่อนำแก้ไขปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ

4. นำแบบประเมินคุณภาพชุดการเรียนรู้การพัฒนาแอปพลิเคชัน วิชาพลศึกษา ซีอาร์ป เพื่อการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550 ที่ผ่านการตรวจสอบแก้ไขเรียบร้อยแล้วไปใช้ในการประเมินคุณภาพโดยผู้ทรงคุณวุฒิ

5. นำแบบประเมินคุณภาพที่ได้ประเมินแล้ว แต่ละด้านมาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ( $S.D.$ )

จากขั้นตอนการสร้างแบบประเมินชุดการเรียนรู้การพัฒนาแอปพลิเคชัน วิชาพลศึกษา ซีอาร์ป เพื่อการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550 สรุปได้ตามภาพที่ 3.6



ภาพที่ 3.6 ขั้นตอนการสร้างแบบประเมินคุณภาพของชุดการเรียนรู้

### 3.3.4 การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีลำดับการสร้างดังนี้

1. ศึกษาเนื้อหาและวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของแต่ละใบงานการทดลอง
2. สร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ให้สอดคล้องกับเนื้อหาและวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของแต่ละใบงานการทดลอง ได้แบบทดสอบจำนวน 70 ข้อ
3. นำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ที่สร้างขึ้นให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ตรวจสอบเพื่อหาข้อบกพร่องและปรับปรุงแก้ไขนำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเสนอให้ผู้ทรงคุณวุฒิทำการตรวจสอบความสอดคล้องของแบบทดสอบกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมแต่ละใบงานการทดลองโดยใช้หลักเกณฑ์ดังนี้

คะแนน +1 แบบทดสอบที่มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

คะแนน 0 แบบทดสอบที่ไม่แน่ใจว่ามีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิง

พฤติกรรม

คะแนน -1 แบบทดสอบที่ไม่มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บันทึกผลการพิจารณาของผู้ทรงคุณวุฒิแต่ละข้อ นำไปหาดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม (*IOC*)

การหาดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบ กับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยใช้สูตร (บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์. 2528 : 88)

$$IOC = \frac{\sum R}{N} \quad (3.1)$$

เมื่อ *IOC* หมายถึง ดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบทฤษฎี กับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม  
 $\sum R$  หมายถึง ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา  
 $N$  หมายถึง จำนวนผู้ทรงคุณวุฒิ

โดยค่า *IOC* ที่ยอมรับอยู่ในช่วง 0.50 ขึ้นไป

ผลที่ได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีความสอดคล้อง (*IOC* : Index of item-Objective Congruence) อยู่ระหว่าง 0.67 - 1.00 จำนวน 65 ข้อ ที่สามารถนำไปใช้เพื่อเก็บข้อมูลการวิจัย (รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ง.)

1. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 65 ข้อ ไปทดลองใช้กับผู้ผ่านการศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์มาแล้ว จำนวน 6 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง แบ่งเป็นกลุ่มเก่ง 3 คน และกลุ่มอ่อน 3 คน เพื่อนำมาหาค่าความยากง่าย (*P*) อำนาจจำแนก (*D*) และความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ ( $r_{tt}$ )

หาค่าความยากง่าย (*Difficulty*) โดยใช้สูตร (สุมาลี จันทรชลอ. 2543:135)

$$P = \frac{R}{N} \quad (3.2)$$

เมื่อ *P* หมายถึง ค่าความยากง่ายของคำถามแต่ละข้อ  
*R* หมายถึง จำนวนคนที่ตอบข้อนั้นถูก  
*N* หมายถึง จำนวนคนที่ทำข้อสอบนั้นทั้งหมด

ตารางที่ 3.1 ขอบเขตของค่าความยากง่ายและความหมาย

ค่าความยากง่าย	ความหมาย
0.80 - 1.00	เป็นข้อสอบที่ง่ายมาก (ไม่ควรใช้)
0.60 - 0.79	เป็นข้อสอบที่ค่อนข้างง่าย (ใช้ได้)
0.40 - 0.59	เป็นข้อสอบที่มีความยากง่ายพอเหมาะ (ใช้ได้ดีมาก)
0.20 - 0.39	เป็นข้อสอบที่ค่อนข้างยาก (ใช้ได้)
0.00 - 0.19	เป็นข้อสอบที่ยากมาก (ไม่ควรใช้)

ขอบเขตค่าความยากง่ายของแบบทดสอบที่ยอมรับคือ 0.20-0.80 (สุมาลี จันทรชลอ. 2542:135-136)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หาค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) โดยใช้สูตร (ลัวน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538:135-136)

$$D = \frac{R_u - R_L}{\frac{N}{2}} \quad (3.3)$$

เมื่อ  $D$  หมายถึง ค่าอำนาจจำแนก  
 $R_u$  หมายถึง จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มเก่ง  
 $R_L$  หมายถึง จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มอ่อน  
 $N$  หมายถึง จำนวนคนที่ทำข้อสอบทั้งหมด

ตารางที่ 3.2 ขอบเขตของค่าอำนาจจำแนกและความหมาย

ค่าอำนาจจำแนก	ความหมาย
0.40 ขึ้นไป	อำนาจการจำแนกสูง (คุณภาพของข้อสอบดีมาก)
0.30 - 0.39	อำนาจจำแนกปานกลาง (คุณภาพข้อสอบดีพอสมควร)
0.20 - 0.29	อำนาจจำแนกค่อนข้างต่ำ (คุณภาพข้อสอบพอใช้ได้)
ต่ำกว่า 0.19	อำนาจจำแนกต่ำ (คุณภาพของข้อสอบใช้ไม่ได้)

ขอบเขตค่าอำนาจจำแนกที่ยอมรับคือ 0.20 ขึ้นไป (ลัวน สายยศ และ อังคณา สายยศ. 2542 : 135)

หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบภาคทฤษฎีทั้งฉบับ โดยใช้สูตร  $KR - 20$  ของ Kuder Richardson (ลัวน สายยศ และ อังคณา สายยศ. 2538:199)

$$r_{tt} = \frac{n}{n-1} \left\{ 1 - \frac{\sum pq}{S_t^2} \right\} \quad (3.4)$$

เมื่อ  $r_{tt}$  หมายถึง ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ  
 $n$  หมายถึง จำนวนข้อสอบทั้งหมด  
 $p$  หมายถึง สัดส่วนของผู้เรียนที่ตอบถูกแต่ละข้อ  
 $q$  หมายถึง  $1 - p$   
 $S_t^2$  หมายถึง ความแปรปรวนของข้อสอบทั้งหมด

นำผลคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนก โดยคัดเลือกข้อที่มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.20 - 0.80 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 - 1.00

ผลการวิเคราะห์ได้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่มีค่าดัชนีความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.27 - 0.73 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.25 - 0.75 ซึ่งแบบทดสอบที่ได้คุณภาพจำนวน 65 ข้อ ที่มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.96 และเลือกมาใช้จำนวน 60 ข้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

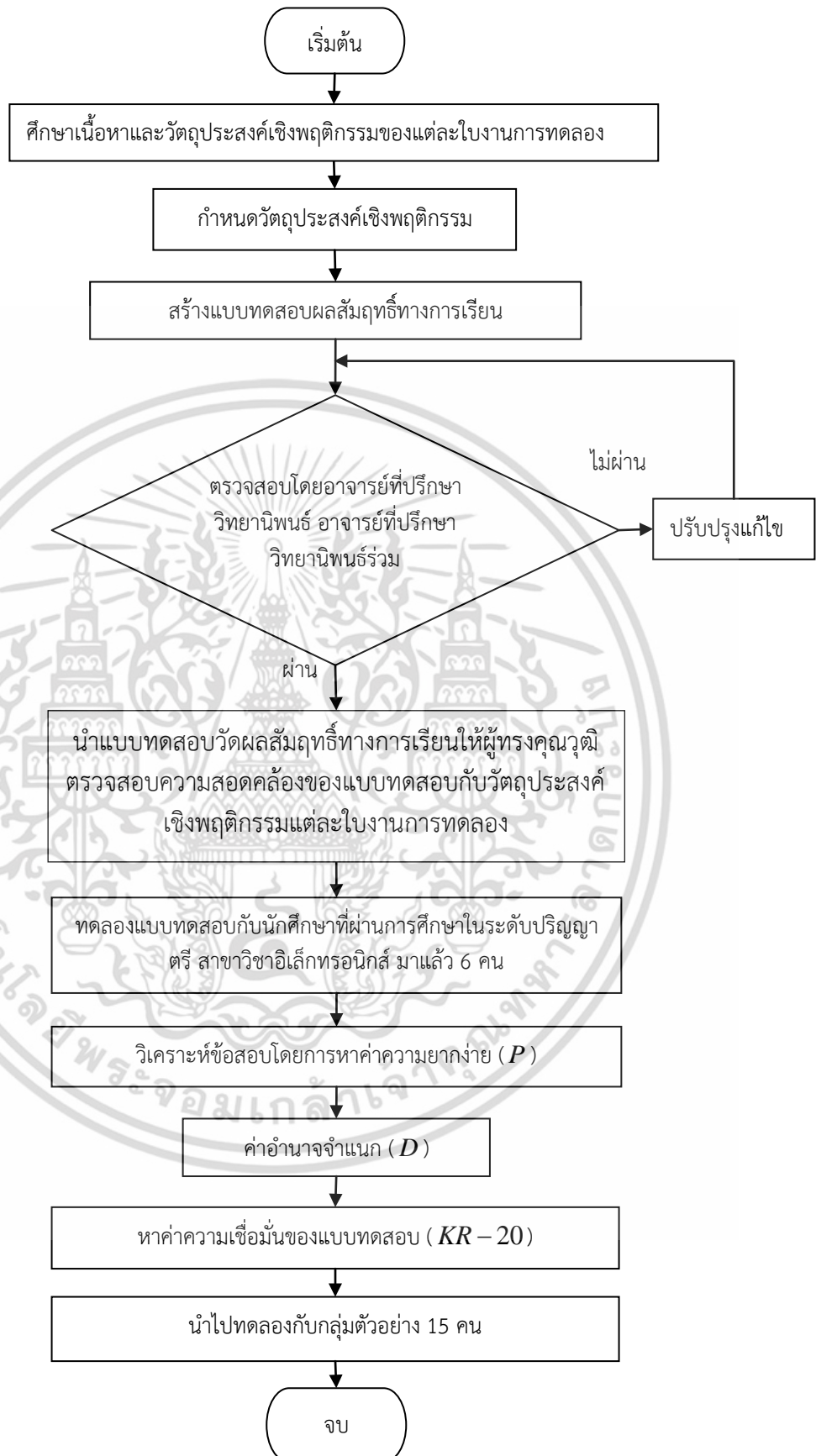
6. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ได้ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นตามเกณฑ์ จำนวน 60 ข้อ เพื่อนำไปใช้เป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของกลุ่มตัวอย่างต่อไป

7. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจำนวน 60 ข้อ ไปใช้ทดสอบระหว่างเรียนปฏิบัติ แต่ละใบงานการทดลอง โดยเลือกข้อที่ตรงกับจุดประสงค์แต่ละใบงานการทดลองมาสอบข้อและสลับตัวเลือกใบงานการทดลองละ 10 ข้อ

8. นำแบบทดสอบที่คัดเลือกไว้ นำไปใช้ในใบงานการทดลอง จากนั้นจึงนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 15 คน เพื่อหาประสิทธิภาพทางการเรียนต่อไปโดยรายละเอียดขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แสดงได้ดังรูปที่ 3.7



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.7 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.3.5 การสร้างแบบการปฏิบัติ

1. ศึกษาการสร้างแบบสังเกตการวัดความสามารถทางการเรียนภาคปฏิบัติจากเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการวัดและประเมินผลการศึกษา
2. สร้างแบบสังเกตการวัดความสามารถทางการเรียนภาคปฏิบัติที่สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของใบงาน การทดลอง โดยกำหนดเกณฑ์และน้ำหนักการให้คะแนนแต่ละขั้นตอนการปฏิบัติของแต่ละใบงานการทดลอง
3. นำแบบสังเกตการวัดความสามารถทางการเรียนภาคปฏิบัติ เสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และอาจารย์ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ตรวจสอบความถูกต้อง ความสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมและปรับปรุงแก้ไข
4. นำแบบสังเกตการวัดความสามารถทางการเรียนภาคปฏิบัติและเกณฑ์การให้คะแนน ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปใช้บันทึกผลการปฏิบัติทดลองของกลุ่มตัวอย่างต่อไป

### 3.4 การดำเนินการทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อหาประสิทธิภาพของ ชุดการเรียนรู้การพัฒนาแอปพลิเคชัน วิชวล ซีชาร์ป เพื่อการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550 มีขั้นตอนดังนี้

- 3.4.1 ยื่นคำร้องต่อ ส่วนสนับสนุนวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เพื่อออกหนังสือขอความอนุเคราะห์ในการทำวิจัย แก่ผู้ทรงคุณวุฒิและกลุ่มตัวอย่าง
- 3.4.2 ผู้วิจัยนำหนังสือขอความอนุเคราะห์ในการทำวิจัยจากคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมไปติดต่อกลุ่มผู้ทรงคุณวุฒิและกลุ่มตัวอย่าง เพื่อขอความอนุเคราะห์และนัดหมายในการทำวิจัย
- 3.4.3 นำชุดการเรียนรู้การพัฒนาแอปพลิเคชัน วิชวล ซีชาร์ป เพื่อการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550 ที่สร้างเสร็จแล้วเสนอผู้ทรงคุณวุฒิประเมินคุณภาพ
- 3.4.4 นำชุดการเรียนรู้การพัฒนาแอปพลิเคชัน วิชวล ซีชาร์ป เพื่อการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550 และใบงานการทดลองไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่างโดยให้กลุ่มตัวอย่างปฏิบัติตามใบงานการทดลองที่กำหนดร่วมกับชุดการเรียนรู้การพัฒนาแอปพลิเคชัน วิชวล ซีชาร์ป เพื่อการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550 แต่ละใบงาน การทดลอง ผู้วิจัยทำการบันทึกคะแนนการปฏิบัติใบงาน การทดลอง ของกลุ่มตัวอย่างลงในแบบสังเกตการวัดความสามารถทางการเรียนภาคปฏิบัติ เมื่อกลุ่มตัวอย่างปฏิบัติแต่ละใบงานการทดลองเสร็จเรียบร้อยแล้ว ให้กลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบท้ายการทดลองและบันทึกคะแนน และหลังจาก กลุ่มตัวอย่างปฏิบัติครบทั้ง 6 ใบงานแล้ว ให้กลุ่มตัวอย่างปฏิบัติใบงาน รวมที่ประยุกต์จากใบงาน การทดลองทั้งหมด พร้อมบันทึกคะแนนปฏิบัติในแบบสังเกตการวัดความสามารถทางการเรียนภาคปฏิบัติ หลังจากสิ้นสุดปฏิบัติใบงานรวม ให้กลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และบันทึกคะแนน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.5.1 หากคุณภาพของชุดการเรียนรู้การพัฒนาแอปพลิเคชัน วิชาล ซีชาร์ป เพื่อการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550 โดยนำแบบประเมินคุณภาพที่ผู้ทรงคุณวุฒิประเมินแล้วมาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ( $S.D.$ ) ซึ่งการวิจัยครั้งนี้ผลการประเมินคุณภาพจากผู้ทรงคุณวุฒิต้องมีค่าเฉลี่ย 3.50 ขึ้นไปจึงถือว่ามีความคุณภาพ

3.5.2. หาประสิทธิภาพชุดการเรียนรู้การพัฒนาแอปพลิเคชัน วิชาล ซีชาร์ป เพื่อการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550 โดยใช้สูตร  $E_1 / E_2$

### 3.6 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัย โดยมีสถิติที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

3.6.1 วิเคราะห์หาคุณภาพของแบบประเมินด้านบอร์ดทดลองและด้านใบงานการทดลองจากผู้ทรงคุณวุฒิโดยการหาค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ( $S.D.$ )

1. สูตรการหาค่าเฉลี่ย (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. 2538 : 73)

$$\bar{X} = \frac{\sum fx}{n} \quad (3.5)$$

เมื่อ  $\bar{X}$  หมายถึง ค่าเฉลี่ย  
 $f$  หมายถึง ค่าความถี่ของคะแนน  
 $fx$  หมายถึง ผลคูณของคะแนนกับค่าความถี่ของคะแนน  
 $\sum fx$  หมายถึง ผลรวมทั้งหมดของ  $fx$   
 $n$  หมายถึง จำนวนกลุ่มตัวอย่าง

2. สูตรการหาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ( $S.D.$ ) (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. 2538 : 73)

$$S.D. = \sqrt{\frac{n \sum x^2 - (\sum x)^2}{n^2}} \quad (3.6)$$

เมื่อ  $S.D.$  หมายถึง ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน  
 $x$  หมายถึง คะแนน  
 $\sum x$  หมายถึง ผลรวมของคะแนน  
 $n$  หมายถึง จำนวนของข้อมูลทั้งหมด

3.6.2 วิเคราะห์หาประสิทธิภาพชุดการเรียนรู้ ( $E_1 / E_2$ )

1. สูตรหาประสิทธิภาพของชุดการเรียนรู้ (ชัยยงค์ พรหมวงศ์. 2543 : 491)

$$E_1 = \frac{\sum x}{N} \times 100 \quad E_2 = \frac{\sum F}{B} \times 100 \quad (3.7)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อ	$E_1$	หมายถึง คะแนนเฉลี่ยของผู้เรียนที่ตอบถูกจากการทำแบบทดสอบระหว่างเรียนคิดเป็นร้อยละ
	$E_2$	หมายถึง คะแนนเฉลี่ยของผู้เรียนที่ตอบถูกจากการทำแบบทดสอบหลังเรียนคิดเป็นร้อยละ
	$\sum x$	หมายถึง คะแนนรวมของผู้เรียนจากทำแบบทดสอบระหว่างเรียน
	$\sum F$	หมายถึง คะแนนรวมของผู้เรียนจากทำแบบทดสอบหลังเรียน
	$A$	หมายถึง คะแนนเต็มของแบบทดสอบระหว่างเรียน
	$B$	หมายถึง คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน
	$N$	หมายถึง จำนวนผู้เรียน

โดยการหาประสิทธิภาพของชุด การเรียนรู้การพัฒนาแอปพลิเคชัน วิชวล ซีชาร์ป เพื่อการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550 ได้จากการประยุกต์ใช้สมการที่ 3.7 โดย  $E_1$  ได้จากคะแนนจากแบบทดสอบท้ายการทดลอง ร่วมกับคะแนนจากแบบสังเกตการวัดความสามารถทางการเรียนภาคปฏิบัติของแต่ละใบงานการทดลอง และ  $E_2$  คะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ร่วมกับคะแนนจากแบบสังเกตการวัดความสามารถทางการเรียนภาคปฏิบัติของ ใบงานรวม รายละเอียดดังที่นิยามไว้ในนิยามศัพท์เฉพาะของการวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 4

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อหาคุณภาพและประสิทธิภาพของชุดการเรียนรู้การพัฒนาแอปพลิเคชัน วิชาล ซีชาร์ป เพื่อการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550 โดยทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 15 คน ซึ่งผู้วิจัยได้รวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์โดยหลักการทางสถิติ ซึ่งผลการวิเคราะห์มีรายละเอียด ดังนี้

4.1 คุณภาพของชุดการเรียนรู้การพัฒนาแอปพลิเคชัน วิชาล ซีชาร์ป เพื่อการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550

4.1.1 คุณภาพบอร์ดทดลองของชุดการเรียนรู้การพัฒนาแอปพลิเคชัน วิชาล ซีชาร์ป เพื่อการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550

4.1.2 คุณภาพใบงานการทดลอง ของชุดการเรียนรู้การพัฒนาแอปพลิเคชัน วิชาล ซีชาร์ป เพื่อการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550

4.2 ประสิทธิภาพของชุดการเรียนรู้การพัฒนาแอปพลิเคชัน วิชาล ซีชาร์ป เพื่อการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550

#### 4.1 คุณภาพชุดการเรียนรู้การพัฒนาแอปพลิเคชัน วิชาล ซีชาร์ป เพื่อการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550

การวิเคราะห์คุณภาพของชุดการเรียนรู้การพัฒนาแอปพลิเคชัน วิชาล ซีชาร์ป เพื่อการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550 ผู้วิจัยได้ดำเนินการโดยให้ผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่าน เป็นผู้ประเมิน คุณภาพอยู่ในระดับดีมาก ดังรายละเอียดในตารางที่ 4.1 ดังนี้

ตารางที่ 4.1 ผลการประเมินคุณภาพของชุดการเรียนรู้การพัฒนาแอปพลิเคชัน วิชาล ซีชาร์ป เพื่อการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550

ข้อที่	รายการประเมิน	n=3		ระดับคุณภาพ
		$\bar{X}$	S.D.	
1	คุณภาพบอร์ดทดลองของชุดการเรียนรู้	4.60	0.40	ดีมาก
2	คุณภาพใบงานการทดลองของชุดการเรียนรู้	4.47	0.63	ดี
	รวม	4.53	0.51	ดีมาก

จากตารางที่ 4.1 พบว่าคุณภาพในภาพรวมอยู่ในระดับดีมาก ( $\bar{X} = 4.53, S.D = 0.51$ ) โดยบอร์ดทดลองของ ชุดการเรียนรู้มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก ( $\bar{X} = 4.60, S.D = 0.40$ ) และใบงานการทดลองของชุดการเรียนรู้มีคุณภาพอยู่ในระดับดี ( $\bar{X} = 4.47, S.D = 0.63$ ) เมื่อแยกพิจารณาคุณภาพรายด้าน มีรายละเอียดดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4.1.1 คุณภาพบอร์ดทดลองของ ชุดการเรียนรู้การพัฒนาแอปพลิเคชัน วิชาล ซีชาร์ป เพื่อการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550

การวิเคราะห์คุณภาพ บอร์ดทดลองของ ชุดการเรียนรู้การพัฒนาแอปพลิเคชัน วิชาล ซีชาร์ป เพื่อการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550 ผู้วิจัยได้ดำเนินการโดยให้ผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่าน เป็นผู้ประเมิน คุณภาพของบอร์ดทดลอง ดังรายละเอียดในตารางที่ 4.2 ดังนี้

ตารางที่ 4.2 ผลการประเมินคุณภาพบอร์ดทดลองของชุดการเรียนรู้การพัฒนาแอปพลิเคชัน วิชาล ซีชาร์ป เพื่อการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550

ข้อที่	รายการประเมิน	n=3		ระดับ คุณภาพ
		$\bar{X}$	S.D.	
1	ขนาดความเหมาะสมของชุดการเรียนรู้	4.67	0.58	ดีมาก
2	รูปแบบของชุดทดลองก่อให้เกิดแรงจูงใจ	4.00	0.00	ดี
3	ความเหมาะสมของการวางตำแหน่งอุปกรณ์	4.67	0.58	ดีมาก
4	ความเหมาะสมของวัสดุที่นำมาใช้ทำชุดการเรียนรู้	5.00	0.00	ดีมาก
5	ความแข็งแรงทนทานของชุดการเรียนรู้	4.67	0.58	ดีมาก
6	ความสะดวกในการเตรียมการทดลองใช้งานง่าย	4.67	0.58	ดีมาก
7	ความสัมพันธ์ของชุดการเรียนรู้กับใบงานการทดลอง	5.00	0.00	ดีมาก
8	ความปลอดภัยขณะทำการทดลอง	4.33	0.58	ดี
9	ความสะดวกในการดูแลรักษาอุปกรณ์	4.67	0.58	ดีมาก
10	คุณค่าของชุดการเรียนรู้ทางวิชาการโดยภาพรวม	4.33	0.58	ดี
	รวม	4.60	0.40	ดีมาก

จากตารางที่ 4.2 คุณภาพบอร์ดทดลองของชุดการเรียนรู้การพัฒนาแอปพลิเคชัน วิชาล ซีชาร์ป เพื่อการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550 พบว่าภาพรวมมีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก ( $\bar{X} = 4.60, S.D = 0.40$ ) เมื่อพิจารณาแต่ละรายการพบว่า รายการที่มีคุณภาพในระดับดีมากมี 7 รายการ ซึ่งค่าเฉลี่ยสูงสุด ( $\bar{X} = 5.00, S.D. = 0.00$ ) มี 2 รายการได้แก่ ความเหมาะสมของวัสดุที่นำมาใช้ทำชุดการเรียนรู้ และความสัมพันธ์ของชุดการเรียนรู้กับใบงาน การทดลอง รองลงมาในระดับดีมาก ( $\bar{X} = 4.67, S.D. = 0.58$ ) มี 5 รายการได้แก่ ขนาดความเหมาะสมของชุดการเรียนรู้ ความเหมาะสมของการวางตำแหน่งอุปกรณ์ ความแข็งแรงทนทานของชุดการเรียนรู้ ความสะดวกในการเตรียมการทดลองใช้งานง่าย และความสะดวกในการดูแลรักษาอุปกรณ์ รายการที่คุณภาพในระดับดีมี 3 รายการมีดังนี้ ( $\bar{X} = 4.33, S.D. = 0.58$ ) ได้แก่ความปลอดภัยขณะทำการทดลอง และคุณค่าของชุดการเรียนรู้ทางวิชาการโดยภาพรวม และ ( $\bar{X} = 4.00, S.D. = 0.00$ ) ได้แก่รูปแบบของชุดทดลองก่อให้เกิดแรงจูงใจ

#### 4.1.2 คุณภาพใบงานการทดลองของชุดการเรียนรู้การพัฒนาแอปพลิเคชัน วิชาล ซีชาร์ป เพื่อการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์คุณภาพใบบางการทดลองของชุดการเรียนรู้การพัฒนาแอปพลิเคชัน วิชาล ซีชาร์ป เพื่อการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550 ผู้วิจัยได้ดำเนินการโดยให้ผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่าน เป็นผู้ประเมินคุณภาพของใบบางการทดลอง ดังรายละเอียดในตารางที่ 4.3 ตามลำดับดังนี้

**ตารางที่ 4.3** ผลการประเมินคุณภาพใบบางการทดลองของชุดการเรียนรู้การพัฒนาแอปพลิเคชัน วิชาล ซีชาร์ป เพื่อการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550 จำนวน 6 ใบบาง

ข้อที่	รายการประเมิน	n=3		ระดับคุณภาพ
		$\bar{X}$	S.D.	
1	ความสมบูรณ์ของวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	4.67	0.58	ดีมาก
2	ความสอดคล้องระหว่างเนื้อหากับวัตถุประสงค์	4.72	0.48	ดีมาก
3	ปริมาณทฤษฎีเบื้องต้นของแต่ละใบบางการทดลอง	4.22	0.38	ดี
4	ความถูกต้องของเนื้อหา	4.61	0.58	ดีมาก
5	ความเหมาะสมของลำดับขั้นตอนการปฏิบัติ	4.61	0.67	ดีมาก
6	ความชัดเจนในการอธิบายแต่ละขั้นตอน	4.22	0.74	ดี
7	ภาษาที่ใช้อ่านเข้าใจง่าย	4.44	0.96	ดี
8	การจัดรูปแบบใบบางการทดลองมีเนื้อหาเหมาะสม	4.28	0.65	ดี
9	ความถูกต้องและชัดเจนของตัวอักษรและรูปภาพ	4.67	0.58	ดีมาก
10	สร้างแรงจูงใจต่อการเรียนรู้	4.28	0.65	ดี
	<b>รวม</b>	<b>4.47</b>	<b>0.63</b>	<b>ดี</b>

จากตารางที่ 4.3 คุณภาพใบบางการทดลองของชุดการเรียนรู้การพัฒนาแอปพลิเคชัน วิชาล ซีชาร์ป เพื่อการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550 จำนวน 6 ใบบาง พบว่าภาพรวมมีคุณภาพอยู่ในระดับดี ( $\bar{X} = 4.47, S.D. = 0.63$ ) เมื่อพิจารณาแต่ละรายการพบว่า รายการที่มีคุณภาพในระดับดีมาก มี 5 รายการ ดังนี้ ( $\bar{X} = 4.72, S.D. = 0.48$ ) ได้แก่ ความสอดคล้องระหว่างเนื้อหากับวัตถุประสงค์ ( $\bar{X} = 4.67, S.D. = 0.58$ ) ได้แก่ ความสมบูรณ์ของวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ความถูกต้องและชัดเจนของตัวอักษรและรูปภาพ ( $\bar{X} = 4.61, S.D. = 0.67$ ) ได้แก่ ความถูกต้องของเนื้อหา ความเหมาะสมของลำดับขั้นตอนการปฏิบัติ รายการที่มีคุณภาพในระดับดี มี 5 รายการ ดังนี้ ( $\bar{X} = 4.44, S.D. = 0.96$ ) ได้แก่ ภาษาที่ใช้อ่านเข้าใจง่าย ( $\bar{X} = 4.28, S.D. = 0.65$ ) ได้แก่ การจัดรูปแบบใบบาง การทดลองมี เนื้อหาเหมาะสม สร้างแรงจูงใจต่อการเรียนรู้ ( $\bar{X} = 4.22, S.D. = 0.38$ ) ได้แก่ ปริมาณทฤษฎีเบื้องต้นของแต่ละใบบางการทดลอง ความชัดเจนในการอธิบายแต่ละขั้นตอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 4.2 ประสิทธิภาพของชุดการเรียนรู้การพัฒนาแอปพลิเคชัน วิชาล ซีชาร์ป เพื่อการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550

ผลการวิเคราะห์เพื่อหาประสิทธิภาพของชุดการเรียนรู้การพัฒนาแอปพลิเคชัน วิชาล ซีชาร์ป เพื่อการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550 โดยการนำผลคะแนน ของแบบทดสอบท้ายการทดลอง ร่วมกับคะแนนของแบบสังเกตการวัดความสามารถทางการเรียนภาคปฏิบัติแต่ละใบงานการทดลอง และผลคะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ร่วมกับคะแนนของแบบสังเกตการวัดความสามารถทางการเรียนภาคปฏิบัติของใบงานรวม ประสิทธิภาพ ( $E_1 / E_2$ ) โดยได้ผลดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ผลประสิทธิภาพของชุดการเรียนรู้การพัฒนาแอปพลิเคชัน วิชาล ซีชาร์ป เพื่อการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550

ประสิทธิภาพของบทเรียน	จำนวนผู้เรียน	คะแนนเต็ม	ร้อยละคะแนนเฉลี่ยที่ได้	เกณฑ์ร้อยละ
คะแนนจากแบบทดสอบท้ายการทดลอง ร่วมกับคะแนนจากแบบสังเกตการวัดความสามารถทางการเรียนภาคปฏิบัติของแต่ละใบงานการทดลอง ( $E_1$ )	15	240	80.67	80
คะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ร่วมกับคะแนนจากแบบสังเกตการวัดความสามารถทางการเรียนภาคปฏิบัติของ ใบงานรวม ( $E_2$ )	15	90	81.26	80

จากตารางที่ 4.4 ผลการทดลองประสิทธิภาพของชุดการเรียนรู้การพัฒนาแอปพลิเคชัน วิชาล ซีชาร์ป เพื่อการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550 พบว่า คะแนนที่ได้จากแบบทดสอบท้ายการทดลอง ร่วมกับคะแนนจากแบบสังเกตการวัดความสามารถทางการเรียนภาคปฏิบัติของแต่ละใบงานการทดลอง ( $E_1$ ) เท่ากับ 80.67 และ คะแนนที่ได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ร่วมกับคะแนนจากแบบสังเกตการวัดความสามารถทางการเรียนภาคปฏิบัติของใบงานรวม ( $E_2$ ) เท่ากับ 81.26 แสดงว่าชุดการเรียนรู้การพัฒนาแอปพลิเคชัน วิชาล ซีชาร์ป เพื่อการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550 มีประสิทธิภาพ ตามเกณฑ์ที่กำหนด เท่ากับ 80/80

## บทที่ 5

# สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง เรื่องชุดการเรียนรู้การพัฒนาแอปพลิเคชัน วิชวล ซีชาร์ป สำหรับการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550 ผู้วิจัยได้สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ ตามลำดับ ดังนี้

### 5.1 สรุปผลการวิจัย

#### 5.1.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาชุดการเรียนรู้การพัฒนาแอปพลิเคชัน วิชวล ซีชาร์ป สำหรับการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550 ที่มีคุณภาพ
2. เพื่อหาประสิทธิภาพของชุดการเรียนรู้การพัฒนาแอปพลิเคชัน วิชวล ซีชาร์ป สำหรับการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550

#### 5.1.2 สมมติฐานการวิจัย

1. ชุดการเรียนรู้การพัฒนาแอปพลิเคชัน วิชวล ซีชาร์ป สำหรับการเชื่อมต่อ ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550 ที่พัฒนาขึ้น มีคุณภาพระดับดีขึ้นไป ( $\bar{X} \geq 3.50$ )
2. ชุดการเรียนรู้การพัฒนาแอปพลิเคชัน วิชวล ซีชาร์ป สำหรับการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550 ที่พัฒนาขึ้นสามารถใช้เป็นสื่อการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพไม่ต่ำกว่าเกณฑ์ 80/80

#### 5.1.3 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี หลักสูตรครุศาสตร์ ศึกษาศาสตร์ สาขาวิชา ครุศาสตร์วิศวกรรม แขนงวิชา อิเล็กทรอนิกส์ คณะครุศาสตร์ ศึกษาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จำนวน 40 คน
2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี หลักสูตรครุศาสตร์ ศึกษาศาสตร์ สาขาวิชา ครุศาสตร์วิศวกรรม แขนงวิชา อิเล็กทรอนิกส์ คณะครุศาสตร์ ศึกษาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จำนวน 15 คน โดยวิธีการเลือกแบบเจาะจง

#### 5.1.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ ประกอบด้วย

1. บอร์ดทดลอง ชุดการเรียนรู้การพัฒนาแอปพลิเคชัน วิชวล ซีชาร์ป สำหรับการเชื่อมต่อ ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นประกอบด้วยชุดวงจรควบคุมซึ่งประกอบด้วย วงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550 วงจรภาคจ่ายไฟด้วยไอซีเบอร์ 7805 วงจรโปรแกรม ไมโครคอนโทรลเลอร์ด้วย PIC Programmer วงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550 วงจร แสดงผล LCD วงจรแสดงผล LED วงจรแสดงผลตัวเลข 7 ส่วน วงจรรีเลย์ วงจรควบคุมสแต็ปเปอร์ มอเตอร์ วงจรควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง วงจรโพเทนชิโอมิเตอร์ วงจรสวิตช์อินพุต วงจรสวิตช์

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์ของโรงเรียนเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้ใดเห็นใบนี้โดยไม่ได้รับอนุญาตให้นำไป  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมตริกซ์ วงจรสื่อสารอนุกรม RS232 วงจรแปลงสัญญาณดิจิทัลเป็นอนาลอก และวงจรหน่วยความจำ I2C EEPROM

2. ใบงานการทดลองเป็นเอกสารที่สร้างขึ้น เพื่อสั่งงานให้ผู้เข้าอบรมปฏิบัติการทดลองโดยใช้ชุดการเรียนรู้การพัฒนาแอปพลิเคชัน วิชาล ซีชาร์ป เพื่อการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550 จำนวน 6 ใบงาน ซึ่งแต่ละใบงานการทดลองประกอบด้วย หัวข้อต่างๆ ได้แก่ ชื่อใบงาน วัตถุประสงค์ ทฤษฎี วงจรที่ใช้ทดลอง ลำดับขั้นตอนการปฏิบัติการทดลอง สรุปผลการปฏิบัติการทดลอง คำถามท้ายการทดลอง และผู้วิจัยได้สร้างใบงานรวม ซึ่งเป็นใบงานที่บูรณาการ การทดลองหลายๆ ส่วน เพื่อใช้เป็นส่วนหนึ่งของการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3. แบบประเมินคุณภาพเพื่อหาคุณภาพของบอร์ดทดลองของชุดการเรียนรู้การพัฒนาแอปพลิเคชัน วิชาล ซีชาร์ป เพื่อการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550

4. แบบประเมินคุณภาพเพื่อหาคุณภาพของใบงานการทดลองของชุดการเรียนรู้การพัฒนาแอปพลิเคชัน วิชาล ซีชาร์ป เพื่อการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550

5. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เพื่อใช้สำหรับหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มตัวอย่าง เป็นแบบทดสอบรวมแบบปรนัย 4 ตัวเลือก ทั้งหมดจำนวน 60 ข้อ โดยมีความเที่ยงตรงทางด้านเนื้อหาเกี่ยวกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมมีค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.67 -1.00 ค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.27 - 0.73 อำนาจจำแนกมีค่าอยู่ระหว่าง 0.25 - 0.75 และความเชื่อมั่นมีค่าเท่ากับ 0.96

6. แบบสังเกตการวัดความสามารถทางการเรียนภาคปฏิบัติ เพื่อใช้บันทึกผลการปฏิบัติการทดลองตามเกณฑ์การให้คะแนนระหว่างการปฏิบัติการทดลองตามแต่ละใบงาน

7. คู่มือการใช้งานบอร์ดทดลองของชุดการเรียนรู้การพัฒนาแอปพลิเคชัน วิชาล ซีชาร์ป เพื่อการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550 (แสดงในภาคผนวก ข)

### 5.1.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี หลักสูตรครุศาสตร์ อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชา ครุศาสตร์วิศวกรรม แขนงวิชา อิเล็กทรอนิกส์ คณะครุศาสตร์ อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จำนวน 15 คน โดยวิธีการเลือกแบบเจาะจง จากผู้ที่สนใจลงทะเบียนเข้าอบรมหัวข้อเรื่อง การเรียนรู้การพัฒนาแอปพลิเคชัน วิชาล ซีชาร์ปเพื่อการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550 โดยดำเนินการทดลองดังนี้

1. ส่งหนังสือขอความอนุเคราะห์ให้สถานที่ให้นักศึกษาทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย ต่อส่วนสนับสนุนวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

2. เตรียมชุดการเรียนรู้อันประกอบไปด้วยบอร์ดทดลอง ใบงานการทดลอง คู่มือการอบรม และแผนการจัดอบรมการเรียนรู้ นำเสนออาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ และ อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม ตรวจสอบเครื่องมือก่อนนำไปใช้

3. ชี้แนะแผนการจัดอบรม ชุดการเรียนรู้การพัฒนาแอปพลิเคชัน วิชาล ซีชาร์ป เพื่อการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550 ต่อกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งมีรายละเอียดในภาคผนวก ฉ.

4. ให้กลุ่มตัวอย่างปฏิบัติตามใบงานการทดลองครั้งละ 1 ใบงาน และบันทึกคะแนน ลงในแบบสังเกตการวัดความสามารถการเรียน ภาคปฏิบัติ เมื่อ นักศึกษาปฏิบัติ เสร็จแต่ละใบงาน ผู้วิจัยให้นักศึกษาทำแบบทดสอบท้ายการทดลองและบันทึกคะแนน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการเรียนการสอน ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. หลังปฏิบัติตามใบงานการทดลองจนครบ 6 ใบงานแล้ว ผู้วิจัยให้กลุ่มตัวอย่างทั้งหมดทำใบงานรวม และบันทึกคะแนนลงในแบบสังเกตการวัดความสามารถการเรียนรู้ ภาคปฏิบัติของใบงานรวม เมื่อนักศึกษาปฏิบัติใบงานรวมเสร็จแล้ว ผู้วิจัยให้นักศึกษา ทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และบันทึกคะแนน

#### 5.1.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยนำข้อมูลที่จากการประเมินคุณภาพของผู้ทรงคุณวุฒิ และกลุ่มตัวอย่างมาวิเคราะห์เพื่อหาคุณภาพและประสิทธิภาพของชุดการเรียนรู้การพัฒนาแอปพลิเคชัน วิชาพลศึกษา ซีชาร์ป เพื่อการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550 ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. วิเคราะห์หาคุณภาพบอร์ดทดลองของชุดการเรียนรู้การพัฒนาแอปพลิเคชัน วิชาพลศึกษา ซีชาร์ป เพื่อการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550 โดยใช้ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
2. วิเคราะห์หาคุณภาพใบงานการทดลองของชุดการเรียนรู้การพัฒนาแอปพลิเคชัน วิชาพลศึกษา ซีชาร์ป เพื่อการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550 โดยใช้ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
3. วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดการเรียนรู้การพัฒนาแอปพลิเคชัน วิชาพลศึกษา ซีชาร์ป เพื่อการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550 ตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 โดยใช้สูตร  $E_1 / E_2$

#### 5.1.7 สรุปผลการวิจัย

จากการดำเนินการวิจัยตามขั้นตอนดังกล่าว สามารถสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

1. สร้างชุดการเรียนรู้การพัฒนาแอปพลิเคชัน วิชาพลศึกษา ซีชาร์ป เพื่อการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550 ที่มีคุณภาพ
2. คุณภาพของชุดการเรียนรู้การพัฒนาแอปพลิเคชัน วิชาพลศึกษา ซีชาร์ป เพื่อการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550 โดยผู้ทรงคุณวุฒิมีความเห็นต่อบอร์ดทดลอง ที่สร้างขึ้น ในภาพรวมมีคุณภาพในระดับดีมาก ( $\bar{X} = 4.53, S.D = 0.51$ ) สามารถสรุปผลเป็นรายด้านได้ดังนี้
  - 2.1 คุณภาพบอร์ดทดลองของชุดการเรียนรู้การพัฒนาแอปพลิเคชัน วิชาพลศึกษา ซีชาร์ป เพื่อการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550 โดยผู้ทรงคุณวุฒิมีความเห็นต่อบอร์ดทดลองที่สร้างขึ้นมีคุณภาพในระดับดีมาก ( $\bar{X} = 4.60, S.D = 0.40$ )
  - 2.2 คุณภาพใบงานการทดลองชุดการเรียนรู้การพัฒนาแอปพลิเคชัน วิชาพลศึกษา ซีชาร์ป เพื่อการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550 โดยผู้ทรงคุณวุฒิ มีความเห็นต่อใบงาน การทดลอง ที่สร้างขึ้นมีคุณภาพในระดับดี ( $\bar{X} = 4.47, S.D = 0.63$ )
3. ผลการทดลอง และหาประสิทธิภาพของชุดการเรียนรู้การพัฒนาแอปพลิเคชัน วิชาพลศึกษา ซีชาร์ป เพื่อการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550 กับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 15 คน ผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า ชุดการเรียนรู้การพัฒนาแอปพลิเคชัน วิชาพลศึกษา ซีชาร์ป เพื่อการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550 ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ  $E_1 / E_2 = 80.67 / 81.26$

## 5.2 อภิปรายผล

จากสรุปผลการวิจัย สามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

5.2.1 คุณภาพของ ชุดการเรียนรู้การพัฒนาแอปพลิเคชัน วิชาล ซีชาร์ป เพื่อการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550 พบว่าอยู่ในระดับดีมาก ( $\bar{X} = 4.53, S.D. = 0.51$ )

สามารถอภิปรายเป็นรายด้านได้ดังนี้

5.2.1.1 คุณภาพบอร์ดทดลองของ ชุดการเรียนรู้การพัฒนาแอปพลิเคชัน วิชาล ซีชาร์ป เพื่อการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550 พบว่าอยู่ในระดับดีมาก ( $\bar{X} = 4.60, S.D. = 0.40$ ) เนื่องจากชุดทดลองที่สร้างขึ้นมีขนาดเหมาะสม มีความแข็งแรงของชุดทดลอง มีความสัมพันธ์ของชุดทดลองกับใบงานการทดลอง และมีความปลอดภัยในขณะที่ทำการปฏิบัติงาน ผู้เรียนมองเห็นการทำงานของอุปกรณ์และผลลัพธ์ของระบบที่ชัดเจนขณะปฏิบัติ แสดงว่าชุดการเรียนรู้การพัฒนาแอปพลิเคชัน วิชาล ซีชาร์ป เพื่อการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550 สามารถใช้ในการเรียนการสอนได้ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ วีระศักดิ์ วัตถุ (2554 : บทคัดย่อ) การวิจัยเรื่อง การพัฒนาชุดทดลอง MCS-51 ผ่านพอร์ต USB ซึ่งมีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก ( $\bar{X} = 4.69, S.D. = 0.41$ ) เช่นเดียวกัน เมื่อพิจารณาจากตารางที่ 4.2 พบว่าคะแนนค่าเฉลี่ยสูงสุดมี 2 รายการ ได้แก่ ความเหมาะสมของวัสดุที่นำมาใช้ทำชุดการเรียนรู้ และความสัมพันธ์ของชุดการเรียนรู้กับใบงานทดลอง เนื่องจากผู้วิจัยได้คัดเลือกวัสดุที่มีความทนทานและสวยงาม ส่วนอุปกรณ์ผู้วิจัยได้เลือกไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ได้รับความนิยมนำมาออกแบบพัฒนาสร้างชิ้นงานต่างๆ อย่างแพร่หลาย ซึ่งผู้วิจัยได้ทดสอบการทำงานของวงจรกับใบงานการทดลองที่มีความสอดคล้องสัมพันธ์กัน ในส่วนของค่าคะแนนเฉลี่ยที่ต่ำสุดมี 1 รายการ คือ รูปแบบของชุดทดลองก่อให้เกิดแรงจูงใจ สาเหตุอาจมาจากผู้วิจัยได้ออกแบบบอร์ดทดลองให้วงจรอยู่ในบอร์ดทดลองเดียวกันและจัดวางอุปกรณ์ในลักษณะที่ชิดกันมากเกินไป อาจทำให้ไม่สะดวกในการเชื่อมต่อสายสัญญาณ ส่งผลให้มีคุณภาพ ของรูปแบบของชุดทดลองก่อให้เกิดแรงจูงใจ อยู่ในระดับดี

5.2.1.2 คุณภาพใบงานการทดลอง ของชุดการเรียนรู้การพัฒนาแอปพลิเคชัน วิชาล ซีชาร์ป เพื่อการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550 พบว่าคุณภาพโดยรวมอยู่ในระดับดี ( $\bar{X} = 4.47, S.D. = 0.63$ ) เมื่อพิจารณาจากตารางที่ 4.3 พบว่าคะแนนค่าเฉลี่ยสูงสุดมี 3 รายการ ได้แก่ ความสมบูรณ์ของวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ความสอดคล้องระหว่างเนื้อหาเกี่ยวกับวัตถุประสงค์ และความถูกต้องและชัดเจนของตัวอักษรและรูปภาพ เนื่องจากผู้วิจัยได้สร้างใบงานการทดลองเสร็จแล้วนำมาผ่านการปรึกษาจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม และนำไปปรับปรุงแก้ไขให้ได้คุณภาพใบงานการทดลองที่สามารถนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างได้ ในส่วนรายการที่มีค่าคะแนนเฉลี่ยต่ำสุดมี 2 รายการคือ ปริมาณทฤษฎีเบื้องต้นของแต่ละใบงาน และความชัดเจนในการอธิบายแต่ละขั้นตอน ทั้งนี้อาจเป็นเพราะ ทฤษฎีเนื้อหาเกี่ยวกับการควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์กับไมโครคอมพิวเตอร์ด้วย Visual C# ยังไม่แพร่หลาย รวมทั้งมีแหล่งค้นคว้าอ้างอิงไม่มาก ซึ่งทฤษฎีเนื้อหาที่ใช้ในใบงานการทดลองนั้นผู้วิจัยต้องทำการทดสอบการทำงานด้วยตนเอง โดยการนำความรู้ทั้งทางด้านการเขียนโปรแกรมสำหรับควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ และการเขียนโปรแกรมควบคุมในเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์มาประยุกต์ให้สอดคล้องกัน ซึ่งอาจจะไม่สามารถเขียนเป็นทฤษฎีที่สามารถเข้าใจได้ง่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2.2 ประสิทธิภาพของชุดการเรียนรู้การพัฒนาแอปพลิเคชัน วิชาล ซีชาร์ป เพื่อการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550 จากการเรียนปฏิบัติด้วยชุดการเรียนรู้การพัฒนาแอปพลิเคชัน วิชาล ซีชาร์ป เพื่อการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ระหว่างการทดลองแต่ละใบงานและหลังการทดลองทุกใบงานของผู้เรียนเท่ากับ 80. 67/81.26 ซึ่งมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 เนื่องจากชุดการเรียนรู้การพัฒนาแอปพลิเคชัน วิชาล ซีชาร์ป เพื่อการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550 ที่สร้างขึ้นโดยผ่านการออกแบบและการเสนอแนะจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วมและผู้ทรงคุณวุฒิ ทำให้มีเนื้อหาและขั้นตอนการปฏิบัติของใบงานการทดลอง สอดคล้องกับการปฏิบัติ โดยแต่ละใบงานการทดลอง สามารถเห็นการทำงานทุกขั้นตอน สร้างแรงจูงใจให้ผู้เรียนสนใจการปฏิบัติอย่างต่อเนื่อง จึงกระตุ้นให้นักศึกษามีความสนใจในการปฏิบัติแต่ละใบงานอย่างต่อเนื่อง นักศึกษาเกิดการเรียนรู้จากการทดลองโดยการเขียนโปรแกรม และแก้ไขโปรแกรมสำหรับการ ควบคุม สังเกตผลการทำงาน และบันทึกผลการทดลองด้วยตนเอง จึงทำให้ผล สัมฤทธิ์ การเรียนรู้ของ นักศึกษาเป็นไปตาม เกณฑ์ที่กำหนด สอดคล้องกับงานวิจัยของ กิตติ หอมลำดวน (2556 : บทคัดย่อ) การวิจัยเรื่อง ชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมสายพานลำเลียงและแขนกลลำเลียงวัตถุ วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ซึ่งมีประสิทธิภาพเท่ากับ 80.21/81.46 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 เช่นเดียวกัน ดังนั้นชุดการเรียนรู้การพัฒนาแอปพลิเคชัน วิชาล ซีชาร์ป เพื่อการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นสามารถนำไปใช้เรียนรู้ด้วยตนเองได้เป็นต้นแบบในการสร้างชุดการเรียนรู้การพัฒนาแอปพลิเคชัน วิชาล ซีชาร์ป เพื่อการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550 เพื่อแก้ปัญหาการขาดแคลนชุดทดลองสำหรับการเรียนรู้ภาคปฏิบัติ ซึ่งช่วยให้ผู้เรียนเกิดทักษะในการเขียนโปรแกรม Visual C# และการเชื่อมต่อวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์กับอุปกรณ์แสดงผล LED วงจรสวิตซ์อินพุต วงจรแสดงผลตัวเลข 7 ส่วน วงจรควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง วงจรแสดงผล LCD เป็นต้น เพื่อช่วยให้ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนรู้ของผู้เรียนสูงขึ้น และผู้เรียนมีความรู้ความสามารถในการประยุกต์เนื้อหาวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ให้สอดคล้องกับเทคโนโลยีและลักษณะการใช้งานในภาคอุตสาหกรรม นอกจากนี้ สามารถนำความรู้และทักษะที่ได้จากการปฏิบัติไปประยุกต์ใช้งานในการควบคุมอุปกรณ์ด้านอื่นๆ ได้ เช่น การควบคุมภายในบ้าน หุ่นยนต์ ยานยนต์งานอุตสาหกรรม การรักษาความปลอดภัย การเกษตรกรรม และการอนุรักษ์พลังงาน เป็นต้น

### 5.3 ข้อเสนอแนะ

#### 5.3.1 ข้อเสนอแนะเพื่อนำผลการวิจัยไปใช้

1. ในการนำชุดการเรียนรู้ไปใช้ ควรมีการอบรมการเขียนโปรแกรม Visual C# และการเขียนโปรแกรม CCS C Compiler สำหรับไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550
2. ควรมีการจัดเตรียมความพร้อมด้านอุปกรณ์และซอฟต์แวร์ให้เรียบร้อย ได้แก่ เครื่องคอมพิวเตอร์ที่ลงโปรแกรมสำหรับการใช้งานและบอร์ดทดลองของชุดการเรียนรู้
3. ควรมีการติดตั้งโปรแกรม Visual C# และ CCS C Compiler สำหรับการทดลองการเขียนโปรแกรมล่วงหน้าและทดลองใช้งาน

#### 5.3.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ออกแบบสร้างชุดการเรียนรู้ให้ครอบคลุม ไมโครคอนโทรลเลอร์ 16 บิต และ 32 บิต เช่น เบอร์ PIC24F ซึ่งเป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ 16 บิตและ PIC32F ที่เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ 32 บิต
2. ออกแบบโมดูลแปลง USB เป็น USART เพิ่มเข้าไปในบอร์ดทดลอง เพื่อใช้ศึกษาการเขียนโปรแกรมการส่งข้อมูลแบบ RS232 ซึ่งจะเป็นพื้นฐานก่อนการเขียนโปรแกรมใช้งาน USB ของบอร์ดทดลองการเรียนรู้การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บรรณานุกรม

- กิตินันท์ พลสวัสดิ์. 2554. **คู่มือเรียนและใช้งาน Visual C# 2010 ฉบับสมบูรณ์**. นนทบุรี : ไอดีซี พรีเมียร์.
- กิตติ หอมลำควน. 2556. “ชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมสายพานลำเลียงและแขนกลลำเลียงวัตถุ วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ”. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต . สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ . คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม . สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- กิตติพร พาวังราช. 2553. “การพัฒนาระบบควบคุม PWM ด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ สำหรับวงจรดีซี – ดีซีคอนเวอร์เตอร์ ”. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต . สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า . ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า. คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี . มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์ และคณะ. 2543. **ระบบสื่อการสอน**. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ทีมงานสมาร์ทเลิร์นนิ่ง. 2553. **Advance PIC Microcontroller in C ประยุกต์ใช้งาน PIC ขั้นสูง ด้วยภาษา C**. กรุงเทพฯ : สมาร์ทเลิร์นนิ่ง.
- เทพินทร์ บัวอินทร์ . 2554. “การพัฒนาชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ PSoc CY8C27443”. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต. สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร . คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- บัญชา ปะสีละเตสัง. 2552. **พัฒนาแอปพลิเคชันด้วย Visual C# 2008**. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดดูเคชั่น.
- บุญเชิด ภิญโญนนท์พงษ์. 2528. **การประเมินผลการศึกษา**. กรุงเทพฯ : ภาควิชาพื้นฐานการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- ประจัน พลังสันติกุล. 2553. **การเขียนโปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F ด้วยคอมไพเลอร์ MPLAB C18**. กรุงเทพฯ : บริษัท แอปซอพท์เทค จำกัด.
- ปฏิภาณ สำเนียง. 2556. “ชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อควบคุมหุ่นยนต์ ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2546 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ”. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต . สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ . คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- ไพศาล หวังพานิช. 2538. **การวัดผลการศึกษา**. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช.
- ภัทรา นิคมานนท์. 2532. **การประเมินผลและการสร้างแบบทดสอบ**. กรุงเทพฯ : อักษราพิพัฒน์.
- ภัทรา นิคมานนท์. 2535. **การประเมินผลและการสร้างแบบทดสอบ**. พิมพ์ครั้งที่ 5 กรุงเทพฯ : อักษราพิพัฒน์.

ลั้วน สายยศและอัครกณณ สายยศ. 2538. **เทคนิคการทางวิจัยทางการศึกษา**. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น มิใช่เพื่อเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต การนำเอกสารนี้ไปใช้โดยไม่ได้รับอนุญาต ถือว่าผิดกฎหมาย

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- วัลลภ จันทร์ตระกูล. 2543. **สื่อการเรียนการสอน Instructional Media**. กรุงเทพฯ : ศูนย์ผลิตตำราเรียนสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- วัลลภ จันทร์ตระกูล. 2547. “การพัฒนาชุดการสอน เรื่องไมโครคอนโทรลเลอร์”. ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล. คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- วีระศักดิ์ วัตถ. 2554. “การพัฒนาชุดทดลอง MCS-51 ผ่านพอร์ต USB”. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต. สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร. คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- ศุภชัย สมพานิช. 2556. **คู่มือเรียนและใช้งาน Visual C# ครอบคลุมเวอร์ชัน 2010/2012**. กรุงเทพฯ : บริษัท สวิสดีไอที จำกัด.
- สุโขทัยธรรมาธิราช, มหาวิทยาลัย. สาขาศึกษาศาสตร์. 2527. **เอกสารการสอนชุดวิชาสื่อการเรียนระดับประถมศึกษา หน่วยที่ 8-15**. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์สมมิตร.
- สุมาลี จันทรชลอ. 2543. **การวัดและการประเมินผล**. กรุงเทพฯ : สื่อเสริมกรุงเทพ.
- สุเมธ มามาตย์. 2555. **Embedded Microcontroller**. ปทุมธานี : สถาบันอิเล็กทรอนิกส์กรุงเทพ รังสิต.
- เสาวนีย์ สิกขาบัณฑิต. 2527. **เทคโนโลยีการศึกษา**. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- สุชิน ชินสีห์. 2548. “การสร้างและศึกษาประสิทธิภาพชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ เรื่องการรับส่งข้อมูลกับอุปกรณ์เชื่อมต่อภายนอกของ PIC Microcontroller”. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต. สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า. ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า. คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณบุรี.
- สุขสรรค์ พรธิอัว. 2548. “การสร้างและศึกษาประสิทธิภาพชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ เรื่องการประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51”. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต. สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า. ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า. คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณบุรี.
- อาร์มภีย์ จันทรไย. 2554. **ควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC ผ่านพอร์ต USB. วารสารเคมีคอนดักเตอร์อิเล็กทรอนิกส์**. ฉบับที่ 362, 90-97.

Best, J. W. 1970. **Research in Education**. Englewood Cliffs, NJ : Prentice Hall.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ภาคผนวก

ภาคผนวก ก หนังสือราชการ

ภาคผนวก ข รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ

ภาคผนวก ค แบบประเมินคุณภาพชุดการเรียนรู้การพัฒนาแอปพลิเคชันวิซวล ซีชาร์ป เพื่อเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550

ภาคผนวก ง แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ภาคผนวก จ แบบบันทึกคะแนนการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภาคปฏิบัติ

ภาคผนวก ฉ การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ภาคผนวก ช ชุดการเรียนรู้การพัฒนาแอปพลิเคชันวิซวล ซีชาร์ป เพื่อเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550

ภาคผนวก ซ ตัวอย่างใบงานการทดลอง

ภาคผนวก ฌ แผนการจัดอบรมการเรียนรู้การพัฒนาแอปพลิเคชันวิซวล ซีชาร์ป เพื่อเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550

ภาคผนวก ญ ประมวลผลการอบรมการเรียนรู้การพัฒนาแอปพลิเคชันวิซวล ซีชาร์ป เพื่อเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ภาคผนวก ก

### หนังสือราชการ

- หนังสือผลการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์
- หนังสือแต่งตั้งคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ คณะกรรมการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์และคณะกรรมการสำรอง
- หนังสือตอบรับเพื่อนำเสนอบทความในการประชุมวิชาการทางการศึกษาระดับชาติ ครั้งที่ 5
- หนังสือขอความอนุเคราะห์ให้นักศึกษาทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย
- หนังสือขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



คำสั่งคณะกรรมการอุตสาหกรรม  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ที่ 422 / 2555

เรื่อง แต่งตั้งคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ คณะกรรมการพิจารณาหัวข้อและ  
เค้าโครงวิทยานิพนธ์และคณะกรรมการสอบสำรอง ของ นายสมเกียรติ ใจดี

เพื่อให้การเรียบเรียงวิทยานิพนธ์ ของ นายสมเกียรติ ใจดี รหัสประจำตัว 53631608  
หลักสูตรครุศาสตรอุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ เป็นไปด้วยความเรียบร้อยและ  
ประสิทธิภาพจึงแต่งตั้งคณะกรรมการเพื่อปรึกษาและพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ ดังต่อไปนี้

1. คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

รศ.กิตติพงศ์	มะโน	อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์
รศ.ดร.วิสุทธิ	สุนทรกนกพงศ์	อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

2. คณะกรรมการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์

รศ.พีระวุฒิ	สุวรรณจันทร์	ประธานกรรมการ
รศ.กิตติพงศ์	มะโน	กรรมการ
รศ.ดร.วิสุทธิ	สุนทรกนกพงศ์	กรรมการ
ดร.ไพบุลย์	พวงวงศ์ตระกูล	กรรมการ
รศ.ดร.กัลยาณี	จิตต์การุณย์	กรรมการ (กรรมการภายนอก)

3. คณะกรรมการสอบสำรอง

นอ.ดร.วีระชัย	เชาว์กำเนิด	กรรมการ (อาจารย์บัณฑิตพิเศษ)
ผศ.ดร.ธีระพล	เทพหัสดิน ณ อยุธยา	กรรมการ (อาจารย์บัณฑิตประจำ)

ทั้งนี้ ตั้งแต่บัดนี้เป็นต้นไป

สั่ง ณ วันที่ 21 พฤศจิกายน พ.ศ. 2555

(รองศาสตราจารย์ พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์)  
คณบดี



ประกาศคณะกรรมการอุตสาหกรรม  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
เรื่อง ผลการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์

คณะกรรมการอุตสาหกรรม โดยความเห็นชอบของคณะกรรมการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ ขอประกาศรายชื่อหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งได้รับอนุมัติเมื่อวันที่ 11 ธันวาคม 2555 ให้ดำเนินการดังนี้

นายสมเกียรติ ใจดี รหัสประจำตัว 53631608 ให้ทำวิทยานิพนธ์เรื่อง "ชุดการเรียนรู้การพัฒนาแอปพลิเคชันวิชวล ซีชาร์ป เพื่อการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550 (Learning Package on Visual C# Application Development for Interfacing PIC18F4550)" โดยมี รศ.กิติพงษ์ มะโน เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ รศ.ดร.วิสุทธิ์ สุนทรกนกพงศ์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

ทั้งนี้ให้นักศึกษาค้นคว้าและเขียนวิทยานิพนธ์ โดยปรึกษากับอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ให้เสร็จสิ้นภายในเวลาที่กำหนดในระเบียบของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ประกาศ ณ วันที่ 26 ธันวาคม พ.ศ. 2555

(รองศาสตราจารย์ พระวุฒิ สุวรรณจันทร์)  
คณบดี



## บันทึกข้อความ

หน่วยงาน คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล. ส่วนสนับสนุนวิชาการ โทร.3692  
ที่ ศธ 0524.04 / 0851 วันที่ ๕ มีนาคม 2558

เรื่อง ขออนุมัติครุฑให้ให้นักศึกษาทดลองเครื่องมือและเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย

เรียน คณบดี คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

ด้วย นายสมเกียรติ ใจดี นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
มหาบัณฑิต สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “ชุดการเรียนรู้การพัฒนาแอปพลิเคชันวีซวล ซีชาร์ป เพื่อการเชื่อมต่อ  
ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC 18F4550” โดยมี รศ.กิตติพงศ์ มะโน อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์  
และ รศ.ดร.วิสุทธิ สุนทรกนกพงศ์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วมและได้รับอนุมัติหัวข้อและ  
เค้าโครงวิทยานิพนธ์แล้วเมื่อวันที่ 11 ธันวาคม 2555 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม จึงขอความ  
อนุเคราะห์จากท่านโปรดอนุญาตให้ นายสมเกียรติ ใจดี ทดลองเครื่องมือและเก็บรวบรวมข้อมูล  
โดยใช้ชุดการเรียนรู้การพัฒนาแอปพลิเคชันวีซวล ซีชาร์ป กับนักศึกษา ภายในสถานศึกษาของท่าน  
ได้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและ  
ขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

(รองศาสตราจารย์วิสุทธิ สุนทรกนกพงศ์)

รองคณบดี กำกับดูแลงานด้านวิชาการและบัณฑิตศึกษา  
ปฏิบัติการแทนคณบดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



## บันทึกข้อความ

หน่วยงาน คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล. ส่วนสนับสนุนวิชาการ โทร.3692

ที่ ศธ 0524.04 / 0511

วันที่ 3 กุมภาพันธ์ 2558

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบการเรียนรู้การพัฒนาแอปพลิเคชันวิชาการ ซีชาร์ป

เรียน ผศ.พิชญ์สินี มะโน

ด้วย นายสมเกียรติ ใจดี นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “ชุดการเรียนรู้การพัฒนาแอปพลิเคชันวิชาการ ซีชาร์ป เพื่อการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC 18F4550” โดยมี รศ.กิตติพงศ์ มะโน อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ รศ.ดร.วิสุทธิ สุนทรกนกพงศ์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่อง ดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบ บอร์ดทดลอง ใบงาน และแบบทดสอบนี้ว่ามีความเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจของท่านจะช่วยให้งานวิจัย ของ นายสมเกียรติ ใจดี มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น พร้อมกันนี้ได้แนบบอร์ดทดลอง ใบงาน แบบทดสอบ มาด้วย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

(รองศาสตราจารย์วิสุทธิ สุนทรกนกพงศ์)

รองคณบดี กำกับดูแลงานด้านวิชาการและบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติการแทนคณบดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



## บันทึกข้อความ

หน่วยงาน คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล. ส่วนสนับสนุนวิชาการ โทร.3692

ที่ ศธ 0524.04 / 0511

วันที่ 3 กุมภาพันธ์ 2558

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจชุดการเรียนรู้อุปกรณ์พัฒนาแอปพลิเคชันวิชาล ซีชาร์ป

เรียน อาจารย์นรินทร์ ธรรมารักษ์วัฒน์

ด้วย นายสมเกียรติ ใจดี นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “ชุดการเรียนรู้อุปกรณ์พัฒนาแอปพลิเคชันวิชาล ซีชาร์ป เพื่อการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC 18F4550” โดยมี รศ.กิตติพงศ์ มะโน อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ รศ.ดร.วิสุทธิ สุนทรกนกพงศ์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่อง ดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจ บอร์ดทดลอง ใบงาน และแบบทดสอบนี้ว่ามีความเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจของท่านจะช่วยให้งานวิจัย ของ นายสมเกียรติ ใจดี มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น พร้อมกันนี้ได้แนบบอร์ดทดลอง ใบงาน แบบทดสอบ มาด้วย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

(รองศาสตราจารย์วิสุทธิ สุนทรกนกพงศ์)

รองคณบดี กำกับดูแลงานด้านวิชาการและบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติการแทนคณบดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



## บันทึกข้อความ

หน่วยงาน คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล. ส่วนสนับสนุนวิชาการ โทร.3692  
ที่ ศธ 0524.04 / 0511 วันที่ 3 กุมภาพันธ์ 2558

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจชุดการเรียนรู้การพัฒนาแอปพลิเคชันวิชาล ซีชาร์ป

เรียน ผศ.สุชิน อางหาญ

ด้วย นายสมเกียรติ ใจดี นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “ชุดการเรียนรู้การพัฒนาแอปพลิเคชันวิชาล ซีชาร์ป เพื่อการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC 18F4550” โดยมี รศ.กิติพงษ์ มะโน อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ รศ.ดร.วิสุทธิ์ สุนทรกนกพงศ์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่อง ดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจ บอร์ดทดลอง ใบบาง และแบบทดสอบนี้ว่ามีความเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจของท่านจะช่วยให้งานวิจัย ของ นายสมเกียรติ ใจดี มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น พร้อมกันนี้ได้แนบบอร์ดทดลอง ใบบาง แบบทดสอบ มาด้วย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

(รองศาสตราจารย์วิสุทธิ์ สุนทรกนกพงศ์)

รองคณบดี กำกับดูแลงานด้านวิชาการและบัณฑิตศึกษา  
ปฏิบัติการแทนคณบดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ที่ ศธ 0524.04 / 1963

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า  
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง  
กรุงเทพฯ 10520

25 พฤษภาคม 2558

เรื่อง หนังสือตอบรับเพื่อนำเสนอบทความในการประชุมวิชาการทางการศึกษาระดับชาติ ครั้งที่ 5

เรียน คุณสมเกียรติ ใจดี

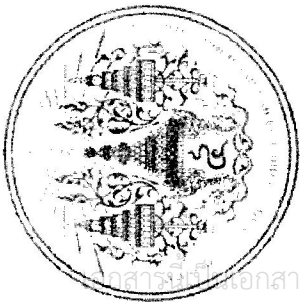
ด้วยคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง มีความยินดีเรียนเชิญท่านเพื่อนำเสนอบทความ เรื่อง “ชุดการเรียนรู้การพัฒนาแอปพลิเคชันวิชา คณิตศาสตร์ เพื่อการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550” ในการประชุมวิชาการทางการศึกษาระดับชาติ ครั้งที่ 5 “การพัฒนาประสบการณ์การเรียนรู้ในชีวิตจริง: ทักษะการเรียนรู้ตลอดชีวิตในศตวรรษที่ 21” ซึ่งจะจัดขึ้นในวันศุกร์ที่ 12 มิถุนายน 2558 ณ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์)

คณบดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



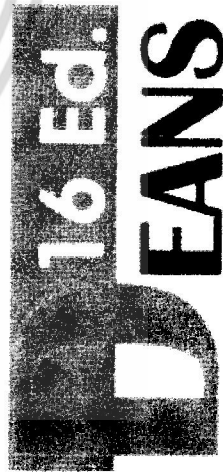
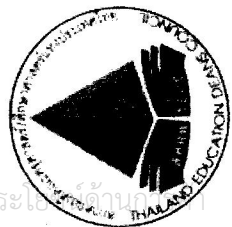
การประชุมวิชาการทางการศึกษาระดับชาติ ครั้งที่ ๕  
 การพัฒนาประสบการณ์การเรียนรู้ในชีวิตจริง :  
 “ทักษะการเรียนรู้ตลอดชีวิตในศตวรรษที่ 21”

ใบประกาศนียบัตรการนำเสนอผลงานวิจัย

สมเกียรติ ใจดี กิตติพงศ์ มะโน วิสุทธิ์ สุนทรกนกพงศ์ และ พิชญ์สินี มะโน

“ชุดการเรียนรู้การพัฒนาแอปพลิเคชันวิชาล ชีชาร์ป  
 เพื่อการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550”

ณ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
 วันศุกร์ที่ ๑๒ มิถุนายน พ.ศ. ๒๕๕๘



(รองศาสตราจารย์ ดร.พระวุฒิ สุวรรณจันทร์)

คณบดีคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

ประธานกรรมการประชุมวิชาการทางการศึกษาระดับชาติ ครั้งที่ ๕



ภาคผนวก ข

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ

### รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ

1. ผศ.สุชิน อางหาญ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประจำสาขาวิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
2. ผศ. พิชญ์สินี มะโน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประจำสาขาวิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
3. อาจารย์นรินทร์ ธรรมารักษ์วัฒนะ อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมวัดคุม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก ค  
แบบประเมินคุณภาพชุดการเรียนรู้การพัฒนาแอปพลิเคชันวิชา  
ซีชาร์ป เพื่อการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ภาคผนวก ค.1

### แบบประเมินความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ คุณภาพบอร์ดทดลองชุดการเรียนรู้การพัฒนาแอปพลิเคชันวิซวล ซีชาร์ป เพื่อการเชื่อมต่อ ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550

#### คำชี้แจง

แบบประเมินคุณภาพ บอร์ดทดลองชุดการเรียนรู้การพัฒนาแอปพลิเคชันวิซวล ซีชาร์ป เพื่อการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550 โดยผู้ทรงคุณวุฒิและผู้วิจัยได้จัดทำขึ้น โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อต้องการทราบความคิดเห็น และข้อเสนอแนะเกี่ยวกับชุดการเรียนรู้การพัฒนาแอปพลิเคชันวิซวล ซีชาร์ป เพื่อการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550 ซึ่งจะใช้เป็นชุดปฏิบัติการและอุปกรณ์ประกอบการฝึกอบรมแก่ผู้สนใจศึกษาการเขียนโปรแกรม Visual C# เพื่อการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550

นาย สมเกียรติ ใจดี  
ผู้วิจัย

#### ข้อแนะนำในการตอบแบบประเมิน

1. อ่านคำแนะนำในการตอบแบบประเมินอย่างละเอียด
2. ให้ท่านทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องระดับคุณภาพเพียงข้อเดียว ที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน โดยได้มีการกำหนดเกณฑ์การเลือกไว้ 5 ระดับ ดังนี้
 

ระดับ 5 หมายถึง	ระดับคุณภาพดีมาก
ระดับ 4 หมายถึง	ระดับคุณภาพดี
ระดับ 3 หมายถึง	ระดับคุณภาพปานกลาง
ระดับ 2 หมายถึง	ระดับคุณภาพพอใช้
ระดับ 1 หมายถึง	ระดับคุณภาพต้องปรับปรุง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินคุณภาพบอร์ดทดลองชุดการเรียนรู้การพัฒนาแอปพลิเคชัน วิชวล ซีชาร์ป เพื่อการ  
เชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550 โดยผู้ทรงคุณวุฒิ

ข้อที่	รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ				
		5	4	3	2	1
1	ขนาดความเหมาะสมของชุดการเรียนรู้					
2	รูปแบบของชุดทดลองก่อให้เกิดแรงจูงใจ					
3	ความเหมาะสมของการวางตำแหน่งอุปกรณ์					
4	ความเหมาะสมของวัสดุที่นำมาใช้ทำชุดการเรียนรู้					
5	ความแข็งแรงทนทานของชุดการเรียนรู้					
6	ความสะดวกในการเตรียมการทดลองใช้งานง่าย					
7	ความสัมพันธ์ของชุดการเรียนรู้กับใบงานทดลอง					
8	ความปลอดภัยขณะทำการทดลอง					
9	ความสะดวกในการดูแลรักษาอุปกรณ์					
10	คุณค่าของชุดการเรียนรู้ทางวิชาการโดยภาพรวม					

ข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะอื่นๆ

.....

.....

.....

.....

.....

ขอขอบพระคุณท่านผู้ทรงคุณวุฒิที่กรุณาให้ข้อมูล

ลงชื่อ.....

(

(ผู้ทรงคุณวุฒิ)

)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ภาคผนวก ค.2

### แบบประเมินความเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ

คุณภาพใบงานการทดลองชุดการเรียนรู้การพัฒนาแอปพลิเคชัน วิชวล ซีชาร์ป เพื่อการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550

#### คำชี้แจง

แบบประเมินคุณภาพใบงานการทดลองชุดการเรียนรู้การพัฒนาแอปพลิเคชัน วิชวล ซีชาร์ป เพื่อการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550 โดยผู้ทรงคุณวุฒิและผู้วิจัยได้จัดทำขึ้น โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อต้องการทราบความคิดเห็น และข้อเสนอแนะเกี่ยวกับชุดการเรียนรู้การพัฒนาแอปพลิเคชัน วิชวล ซีชาร์ป เพื่อการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550 ซึ่งจะใช้เป็นชุดปฏิบัติการและอุปกรณ์ประกอบการฝึกอบรมแก่ผู้สนใจศึกษาการเขียนโปรแกรม Visual C# เพื่อการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550

นาย สมเกียรติ ใจดี  
ผู้วิจัย

#### ข้อแนะนำในการตอบแบบประเมิน

1. อ่านคำแนะนำในการตอบแบบประเมินอย่างละเอียด
2. ให้ท่านทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องระดับคุณภาพเพียงข้อเดียว ที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน โดยได้มีการกำหนดเกณฑ์การเลือกไว้ 5 ระดับ ดังนี้
 

ระดับ 5 หมายถึง	ระดับคุณภาพดีมาก
ระดับ 4 หมายถึง	ระดับคุณภาพดี
ระดับ 3 หมายถึง	ระดับคุณภาพปานกลาง
ระดับ 2 หมายถึง	ระดับคุณภาพพอใช้
ระดับ 1 หมายถึง	ระดับคุณภาพต้องปรับปรุง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**แบบประเมินคุณภาพใบงานการทดลองชุดการเรียนรู้การพัฒนาแอปพลิเคชันวิซวล ซีชาร์ป**  
**เพื่อการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550**  
**ใบงานที่ 1** การพัฒนาแอปพลิเคชัน วิซวล ซีชาร์ป เพื่อการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์  
 PIC18F4550 จำลองพอร์ต USB เป็น USART

ข้อที่	รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ				
		5	4	3	2	1
1	ความสมบูรณ์ของวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม					
2	ความสอดคล้องระหว่างเนื้อหากับวัตถุประสงค์					
3	ปริมาณทฤษฎีเบื้องต้นของแต่ละใบงาน					
4	ความถูกต้องของเนื้อหา					
5	ความเหมาะสมของลำดับขั้นตอนการปฏิบัติ					
6	ความชัดเจนในการอธิบายแต่ละขั้นตอน					
7	ภาษาที่ใช้อ่านเข้าใจง่าย					
8	การจัดรูปแบบใบงานเนื้อหาเหมาะสม ง่ายต่อการใช้งาน					
9	ความถูกต้องและชัดเจนของตัวอักษรและรูปภาพ					
10	สร้างแรงจูงใจต่อการเรียนรู้					

ข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะอื่นๆ

.....

.....

.....

.....

.....

ขอขอบพระคุณท่านผู้ทรงคุณวุฒิที่กรุณาให้ข้อมูล

ลงชื่อ.....

(

)

(ผู้ทรงคุณวุฒิ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**แบบประเมินคุณภาพใบงานการทดลองชุดการเรียนรู้การพัฒนาแอปพลิเคชันวิซวล ซีชาร์ป**  
**เพื่อการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550**  
**ใบงานที่ 2** การพัฒนาแอปพลิเคชัน วิซวล ซีชาร์ป เพื่อการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์  
**PIC18F4550** รับค่าจากสวิตช์อินพุตและควบคุมการแสดงผล LED

ข้อที่	รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ				
		5	4	3	2	1
1	ความสมบูรณ์ของวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม					
2	ความสอดคล้องระหว่างเนื้อหากับวัตถุประสงค์					
3	ปริมาณทฤษฎีเบื้องต้นของแต่ละใบงาน					
4	ความถูกต้องของเนื้อหา					
5	ความเหมาะสมของลำดับขั้นตอนการปฏิบัติ					
6	ความชัดเจนในการอธิบายแต่ละขั้นตอน					
7	ภาษาที่ใช้อ่านเข้าใจง่าย					
8	การจัดรูปแบบใบงานเนื้อหาเหมาะสม ง่ายต่อการใช้งาน					
9	ความถูกต้องและชัดเจนของตัวอักษรและรูปภาพ					
10	สร้างแรงจูงใจต่อการเรียนรู้					

ข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะอื่นๆ

.....

.....

.....

.....

.....

ขอขอบพระคุณท่านผู้ทรงคุณวุฒิที่กรุณาให้ข้อมูล

ลงชื่อ.....

(  
 (ผู้ทรงคุณวุฒิ)

)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**แบบประเมินคุณภาพใบงานการทดลองชุดการเรียนรู้การพัฒนาแอปพลิเคชันวิซวล ซีชาร์ป**  
**เพื่อการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550**  
**ใบงานที่ 3** การพัฒนาแอปพลิเคชัน วิซวล ซีชาร์ป เพื่อการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์  
 PIC18F4550 ควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

ข้อที่	รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ				
		5	4	3	2	1
1	ความสมบูรณ์ของวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม					
2	ความสอดคล้องระหว่างเนื้อหากับวัตถุประสงค์					
3	ปริมาณทฤษฎีเบื้องต้นของแต่ละใบงาน					
4	ความถูกต้องของเนื้อหา					
5	ความเหมาะสมของลำดับขั้นตอนการปฏิบัติ					
6	ความชัดเจนในการอธิบายแต่ละขั้นตอน					
7	ภาษาที่ใช้อ่านเข้าใจง่าย					
8	การจัดรูปแบบใบงานเนื้อหาเหมาะสม ง่ายต่อการใช้งาน					
9	ความถูกต้องและชัดเจนของตัวอักษรและรูปภาพ					
10	สร้างแรงจูงใจต่อการเรียนรู้					

ข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะอื่นๆ

.....

.....

.....

.....

.....

ขอขอบพระคุณท่านผู้ทรงคุณวุฒิที่กรุณาให้ข้อมูล

ลงชื่อ.....

(  
 (ผู้ทรงคุณวุฒิ)

)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินคุณภาพใบงานการทดลองชุดการเรียนรู้การพัฒนาแอปพลิเคชันวิซวล ซีชาร์ป  
 เพื่อการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550  
 ใบงานที่ 4 การพัฒนาแอปพลิเคชัน วิซวล ซีชาร์ป เพื่อการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์  
 PIC18F4550 ควบคุมการแสดงผลตัวเลข 7 ส่วน

ข้อที่	รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ				
		5	4	3	2	1
1	ความสมบูรณ์ของวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม					
2	ความสอดคล้องระหว่างเนื้อหากับวัตถุประสงค์					
3	ปริมาณทฤษฎีเบื้องต้นของแต่ละใบงาน					
4	ความถูกต้องของเนื้อหา					
5	ความเหมาะสมของลำดับขั้นตอนการปฏิบัติ					
6	ความชัดเจนในการอธิบายแต่ละขั้นตอน					
7	ภาษาที่ใช้อ่านเข้าใจง่าย					
8	การจัดรูปแบบใบงานเนื้อหาเหมาะสม ง่ายต่อการใช้งาน					
9	ความถูกต้องและชัดเจนของตัวอักษรและรูปภาพ					
10	สร้างแรงจูงใจต่อการเรียนรู้					

ข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะอื่นๆ

.....

.....

.....

.....

.....

ขอขอบพระคุณท่านผู้ทรงคุณวุฒิที่กรุณาให้ข้อมูล

ลงชื่อ.....

(  
 (ผู้ทรงคุณวุฒิ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**แบบประเมินคุณภาพใบงานการทดลองชุดการเรียนรู้การพัฒนาแอปพลิเคชันวิซวล ซีชาร์ป**  
**เพื่อการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550**  
**ใบงานที่ 5 การพัฒนาแอปพลิเคชัน วิซวล ซีชาร์ป เพื่อการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์**  
**PIC18F4550 ควบคุมจอแสดงผล LCD**

ข้อที่	รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ				
		5	4	3	2	1
1	ความสมบูรณ์ของวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม					
2	ความสอดคล้องระหว่างเนื้อหากับวัตถุประสงค์					
3	ปริมาณทฤษฎีเบื้องต้นของแต่ละใบงาน					
4	ความถูกต้องของเนื้อหา					
5	ความเหมาะสมของลำดับขั้นตอนการปฏิบัติ					
6	ความชัดเจนในการอธิบายแต่ละขั้นตอน					
7	ภาษาที่ใช้อ่านเข้าใจง่าย					
8	การจัดรูปแบบใบงานเนื้อหาเหมาะสม ง่ายต่อการใช้งาน					
9	ความถูกต้องและชัดเจนของตัวอักษรและรูปภาพ					
10	สร้างแรงจูงใจต่อการเรียนรู้					

ข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะอื่นๆ

.....

.....

.....

.....

.....

ขอขอบพระคุณท่านผู้ทรงคุณวุฒิที่กรุณาให้ข้อมูล

ลงชื่อ.....

(  
ผู้ทรงคุณวุฒิ)

)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**แบบประเมินคุณภาพใบงานการทดลองชุดการเรียนรู้การพัฒนาแอปพลิเคชันวิซวล ซีชาร์ป**  
**เพื่อการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550**  
**ใบงานที่ 6** การพัฒนาแอปพลิเคชัน วิซวล ซีชาร์ป เพื่อการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์  
**PIC18F4550** รับค่าสัญญาณนาฬิกาแปลงเป็นสัญญาณดิจิทัลด้วยโพเทนซีโอมิเตอร์

ข้อที่	รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ				
		5	4	3	2	1
1	ความสมบูรณ์ของวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม					
2	ความสอดคล้องระหว่างเนื้อหากับวัตถุประสงค์					
3	ปริมาณทฤษฎีเบื้องต้นของแต่ละใบงาน					
4	ความถูกต้องของเนื้อหา					
5	ความเหมาะสมของลำดับขั้นตอนการปฏิบัติ					
6	ความชัดเจนในการอธิบายแต่ละขั้นตอน					
7	ภาษาที่ใช้อ่านเข้าใจง่าย					
8	การจัดรูปแบบใบงานเนื้อหาเหมาะสม ง่ายต่อการใช้งาน					
9	ความถูกต้องและชัดเจนของตัวอักษรและรูปภาพ					
10	สร้างแรงจูงใจต่อการเรียนรู้					

ข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะอื่นๆ

.....

.....

.....

.....

.....

ขอขอบพระคุณท่านผู้ทรงคุณวุฒิที่กรุณาให้ข้อมูล

ลงชื่อ.....

(

)

(ผู้ทรงคุณวุฒิ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง.1 วิเคราะห์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ข้อคำถาม	ดัชนีความ สอดคล้อง (IOC)	ความยาก ง่าย (P)	อำนาจ จำแนก (r)
	ผู้ทรงคุณวุฒิ	กลุ่มทดลอง 6 คน	
1. ในการเขียน Visual C# ติดต่อกับ Serial Port ต้องประกาศ คำสั่งใดมาก่อน <u>ก. using System.IO.Ports;</u> ข. usb_init(); ค. usb_task(); ง. #include <usb_cdc.h>	1	0.73	0.38
2. คำสั่งใดของ Visual C# ที่ใช้ในการเปิดใช้งาน Serial Port <u>ก. serialPort(x).Open();</u> ข. serialPort(x).Close(); ค. serialPort.GetPortNames(); ง. #include <usb_cdc.h>	1	0.40	0.25
3. คำสั่งใด ของ Visual C# ที่ใช้ในการปิดใช้งานพอร์ต SerialPort ก. serialPort(x).Open(); <u>ข. serialPort(x).Close();</u> ค. serialPort.GetPortNames(); ง. usb_init();	1	0.67	0.50
4. คำสั่งใด ของ Visual C# ที่ใช้เรียกชื่อ COM Port มาใช้งาน ก. serialPort(x).Open(); ข. serialPort(x).Close(); <u>ค. SerialPort.GetPortNames();</u> ง. usb_init();	1	0.53	0.50
5. ในการเขียนโปรแกรม CCS C Compiler ติดต่อกับ USB Port ต้องเรียกคำสั่งใดก่อน <u>ก. #include &lt;usb_cdc.h&gt;</u> ข. usb_init(); ค. usb_cdc(); ง. serialPort(x).Open();	1	0.40	0.50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ในนโยบายอื่น การค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ตารางที่ ง.1 (ต่อ)

ข้อคำถาม	ดัชนีความ สอดคล้อง (IOC)	ความยาก ง่าย (P)	อำนาจ จำแนก (r)
	ผู้ทรงคุณวุฒิ	กลุ่มทดลอง 6 คน	
6. คำสั่งใดที่ใช้กำหนดค่าเริ่มต้น ก่อนคำสั่งเชื่อมต่อระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์กับเครื่องคอมพิวเตอร์ผ่านพอร์ต USB ก. #include <usb_cdc.h> <b>ข. usb_init();</b> ค. usb_cdc(); ง. serialPort(x).Open();	1	0.60	0.38
7. ในการตรวจสอบ COM Port ในเครื่องคอมพิวเตอร์ ควรไปตรวจสอบที่ใดของหน้าต่างวินโดวส์ ก. Control Panel <b>ข. Device Manager</b> ค. Start Menu > Program ง. Desktop	0.67	0.73	0.38
8. โปรแกรมใดของวินโดวส์ ที่มีให้เพื่อใช้งานการรับ-ส่งค่าผ่าน Serial Port <b>ก. Hyper Terminal</b> ข. Notepad ค. Microsoft Word ง. Visual Studio	0.67	0.67	0.50
9. ในการรับค่า หรือส่งค่า จะต้องเขียนคำสั่งภายในฟังก์ชันใด <b>ก. usb_enumerated()</b> ข. usb_init() ค. usb_task() ง. printf()	1	0.53	0.50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ตารางที่ ง.1 (ต่อ)

ข้อคำถาม	ดัชนีความ สอดคล้อง (IOC)	ความยาก ง่าย (P)	อำนาจ จำแนก (r)
	ผู้ทรงคุณวุฒิ	กลุ่มทดลอง 6 คน	
10. จากโค้ดโปรแกรม ช่องว่างควรใส่คำสั่งใดลงไป if (usb_enumerated()){ printf(....., "\nHello USB_CDC");    } <b>ก. usb_cdc_putc</b> ข. usb_init ค. usb_cdc ง. usb_task	1	0.60	0.38
11. คำสั่งใดของ CCS C Compiler ที่ใช้ในการรับค่ามาจากการกดปุ่ม คีย์บอร์ดจากคอมพิวเตอร์ <b>ก. usb_cdc_getc()</b> ข. output_toggle() ค. usb_init() ง. output_b();	1	0.67	0.50
12. ข้อใดคือความหมายของคำสั่ง output_toggle() ของ CCS C Compiler <b>ก. แสดงผลแบบกลับค่าการทำงาน</b> ข. รับค่า ค. คำนวณ ง. จบการทำงาน	0.67	0.47	0.63
13. คำสั่งใดของ Visual C# ที่ใช้ในการส่งค่าไปแสดงที่ LED <b>ก. SerialPort1.Write(buff, 0, Value);</b> ข. serialPort1.ReadExisting(); ค. usb_cdc_kbhit(); ง. output_toggle()	1	0.60	0.63

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ตารางที่ ง.1 (ต่อ)

ข้อคำถาม	ดัชนีความ สอดคล้อง (IOC)	ความยาก ง่าย (P)	อำนาจ จำแนก (r)
	ผู้ทรงคุณวุฒิ กลุ่มทดลอง 6 คน		
14. คำสั่งใดของ Visual C# ที่ใช้ในการรับค่ามาจากสวิตช์ ก. SerialPort1.Write(buff, 0 , Value); <b>ข. serialPort1.ReadExisting();</b> ค. usb_cdc_kbhit(); ง. output_toggle()	1	0.67	0.25
15. คำสั่งใดของ Visual C# ที่ใช้ในการตรวจสอบการกดปุ่มคีย์บอร์ด จากคอมพิวเตอร์ ก. SerialPort1.Write(buff, 0 , Value); ข. serialPort1.ReadExisting(); <b>ค. usb_cdc_kbhit();</b> ง. output_toggle()	1	0.73	0.38
16. คำสั่ง output_b(0x00); คือคำสั่งอะไร <b>ก. ส่งค่า 0 ไปยังพอร์ต B</b> ข. เซตค่าเริ่มต้นให้พอร์ต B เป็นอินพุต ค. รับค่านำเข้าพอร์ต B เพื่อประมวลผล ง. ส่งค่า 1 ไปยังพอร์ต B	1	0.47	0.38
17. ในการรับค่าจากสวิตช์ นิยมใช้การรับค่าใดเข้ามาตรวจสอบ <b>ก. ค่า 0</b> ข. ค่า 1 ค. ค่าตัวอักษร ง. ค่าเลขฐานสิบ	1	0.60	0.38
18. ในการส่งค่าไปแสดงผลไปยัง LED นิยมส่งค่าใดออกไปควบคุม ก. ค่า 0 <b>ข. ค่า 1</b> ค. ค่าตัวอักษร ง. ค่าเลขฐานสิบ	0.67	0.40	0.50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้ใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่ไปใช้ประโยชน์อื่นใด

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ตารางที่ ง.1 (ต่อ)

ข้อคำถาม	ดัชนีความ สอดคล้อง (IOC)	ความยาก ง่าย (P)	อำนาจ จำแนก (r)
	ผู้ทรงคุณวุฒิ	กลุ่มทดลอง 6 คน	
19. คำสั่งใดของ Visual C# ที่ใช้ในการตัดคำของค่าในตัวแปร ก. <code>int.Parse(adc)</code> <b>ข. <code>Substring(0, 1)</code></b> ค. <code>Length</code> ง. <code>Write</code>	1	0.60	0.38
20. คำสั่งใดของ Visual C# ที่ใช้ในหาความยาวของค่าในตัวแปร ก. <code>int.Parse(adc)</code> ข. <code>Substring(0, 1)</code> <b>ค. <code>Length</code></b> ง. <code>Write</code>	1	0.47	0.38
จากโค้ดโปรแกรมต่อไปนี้ ใช้ตอบคำถามข้อ 21-23 <pre>/** Motor_Control */ void Motor ( ){     output_bit(ML,1);     output_bit(MR,0);     output_bit(EN,1); }</pre>			
21. การควบคุมให้ติชี่มอเตอร์หมุนตามเข็มนาฬิกา กำหนดเป็นอย่างไร <b>ก. (ML,0) (MR,1) (EN,1)</b> ข. (ML,1) (MR,0) (EN,1) ค. (ML,0) (MR,0) (EN,1) ง. (ML,0) (MR,0) (EN,0)	1	0.47	0.63
22. การควบคุมให้ติชี่มอเตอร์หมุนทวนเข็มนาฬิกา ควรกำหนดเป็น อย่างไร ก. (ML,0) (MR,1) (EN,1) <b>ข. (ML,1) (MR,0) (EN,1)</b> ค. (ML,0) (MR,0) (EN,1) ง. (ML,0) (MR,0) (EN,0)	1	0.60	0.63

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ทำซ้ำโดยไม่ได้รับอนุญาต

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ตารางที่ 1 (ต่อ)

ข้อคำถาม	ดัชนีความ สอดคล้อง (IOC)	ความยาก ง่าย (P)	อำนาจ จำแนก (r)
	ผู้ทรงคุณวุฒิ กลุ่มทดลอง 6 คน		
23. การควบคุมให้ดีซีมอเตอร์หยุดการทำงาน ควรกำหนดเป็นอย่างไร ก. (ML,0) (MR,1) (EN,1) ข. (ML,1) (MR,0) (EN,1) ค. (ML,0) (MR,0) (EN,1) <u>ง. (ML,0) (MR,0) (EN,0)</u>	1	0.60	0.38
จากโค้ดโปรแกรมต่อไปนี้ ใช้ตอบคำถามข้อ 24-26 โค้ดของ Visual C# <pre>private void btnFORWARD_Click(object sender, EventArgs e) {     if(serialPort1.IsOpen){         char[] buf = new char[1];         buf[0] = 'R';         serialPort1.Write(buf, 0, 1); } } โค้ดของ PIC18F4550 c=usb_cdc_getc(); if(c=='R') Motor_Forward(); if(c=='L') Motor_Backword(); if(c=='X') Motor_Stop();</pre>			
24. การควบคุมให้มอเตอร์หมุนตามเข็มนาฬิกา ควรส่งค่าใดออกจาก Visual C# ก. ค่า 0 ข. ค่า X <u>ค. ค่า R</u> ง. ค่า L	1	0.53	0.25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับโรงเรียนเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่หรือใช้ประโยชน์ที่นอกเหนือจาก

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ตารางที่ ง.1 (ต่อ)

ข้อคำถาม	ดัชนีความ สอดคล้อง (IOC)	ความยาก ง่าย (P)	อำนาจ จำแนก (r)
	ผู้ทรงคุณวุฒิ	กลุ่มทดลอง 6 คน	
25. การควบคุมให้มอเตอร์หมุนทวนเข็มนาฬิกา ควรสั่งค่าใดออกจาก Visual C# ก. ค่า 0 ข. ค่า X ค. ค่า R <b>ง. ค่า L</b>	1	0.53	0.50
26. การควบคุมให้มอเตอร์หยุดการทำงาน ควรสั่งค่าใดออกจาก Visual C# ก. ค่า 0 <b>ข. ค่า X</b> ค. ค่า R ง. ค่า L	1	0.73	0.38
27. ค่าคงที่ ML ถูกระบุใช้งานที่พอร์ตใด ก. RD4 <b>ข. RD5</b> ค. RD6 ง. RD7	1	0.53	0.25
28. ค่าคงที่ MR ถูกระบุใช้งานที่พอร์ตใด ก. RD4 ข. RD5 <b>ค. RD6</b> ง. RD7	1	0.47	0.38
29. ค่าคงที่ EN ถูกระบุใช้งานที่พอร์ตใด ก. RD4 ข. RD5 ค. RD6 <b>ง. RD7</b>	1	0.47	0.63

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับโรงเรียนเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้ผู้อื่นใช้หรือเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ตารางที่ ง.1 (ต่อ)

ข้อคำถาม	ดัชนีความ สอดคล้อง (IOC)	ความยาก ง่าย (P)	อำนาจ จำแนก (r)
	ผู้ทรงคุณวุฒิ	กลุ่มทดลอง 6 คน	
30. เมื่อมีการใช้พอร์ต RD เป็นเอาต์พุต จะต้องเขียนคำสั่งใดเพื่อให้พอร์ต RD เป็นเอาต์พุต <u>ก. set_tris_d(0x00);</u> ข. set_tris_d(0xFF); ค. output_d(0xFF); ง. output_d(0x00)	1	0.67	0.50
31. ในการนำตัวเลข 7 Segment มาแสดงผลจะเก็บค่าตัวเลขในรูปแบบตัวแปรแบบใด ก. ตัวแปรเดี่ยว <u>ข. ตัวแปร อะเรย์</u> ค. ตัวแปร Structure ง. ตัวแปร pointer	1	0.60	0.38
32. จากโค้ดต่อไปนี้ จะมีการส่งค่าใดไปที่ serialPort1 textBox1.Text = "5"; if (serialPort1.IsOpen){ serialPort1.WriteLine(textBox1.Text);} ก. 0 ข. 1 ค. 3 <u>ง. 5</u>	1	0.53	0.25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับโรงเรียนเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ที่นอกเหนือ

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ตารางที่ ง.1 (ต่อ)

ข้อความคำถาม	ดัชนีความ สอดคล้อง (IOC)	ความยาก ง่าย (P)	อำนาจ จำแนก (r)
	ผู้ทรงคุณวุฒิ	กลุ่มทดลอง 6 คน	
<p>จากโค้ดโปรแกรมต่อไปนี้ ใช้ตอบคำถามข้อ 33 – 36</p> <pre>char num_led[]={0x3F,0x06,0x5B,0x4F,0x66, //0,1 ,2 ,3 ,4                 0x6D,0x7D,0x07,0x7F,0x6F, //5,6 ,7 ,8 ,9                 0x77,0x7C,0x39,0x5E,0x79, //A,b ,C ,d ,E                 0x71,0x80}; //F , .</pre> <pre>char c; if(usb_cdc_kbhit()){     c=usb_cdc_getc();      if(c=='0'){         output_b(num_led[0]);         DS0=0; DS1=1; DS2=1;         delay_ms(500); }}</pre>			
<p>33. จากโค้ดต่อไปนี้ เมื่อต้องการแสดงผลเลข 8 ต้องส่งค่าใดไปที่ 7 Segment</p> <p>ก. 0x3F ข. 0x07 <b>ค. 0x7F</b> ง. 0x80</p>	1	0.47	0.38
<p>34. จากโค้ดตำแหน่ง <code>if(c=='0')</code> มีความหมายว่าอย่างไร</p> <p>ก. ตรวจสอบว่าค่าในตัวแปร c ตรงกับ 0 หรือไม่ <b>ข. เป็นการกำหนด ค่า 0 ไปไว้ในตัวแปร c</b> ค. ส่งค่า 0 ไปแสดงผลที่ 7 Segment ง. เลือกใช้หลักที่ 0 ของ 7 Segment</p>			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ตารางที่ ง.1 (ต่อ)

ข้อคำถาม	ดัชนีความ สอดคล้อง (IOC)	ความยาก ง่าย (P)	อำนาจ จำแนก (r)
	ผู้ทรงคุณวุฒิ	กลุ่มทดลอง 6 คน	
35. จากโค้ดบรรทัดที่ บ่งบอกว่าส่งค่าไปแสดงผลที่พอร์ต ก. <code>c=usb_cdc_getc();</code> <b>ข. <code>output_b(num_led[0]);</code></b> ค. <code>DS0=0; DS1=1; DS2=1;</code> ง. <code>usb_cdc_kbhit()</code>	1	0.60	0.63
36. เมื่อต้องการให้ LED หลีกที่สองติด ควรแก้ไขโค้ดอย่างไร ก. <code>DS0=0; DS1=0; DS2=0;</code> ข. <code>DS0=0; DS1=1; DS2=1;</code> <b>ค. <code>DS0=0; DS1=1; DS2=0;</code></b> ง. <code>DS0=1; DS1=0; DS2=1;</code>	1	0.60	0.38
37. LED 7 Segment ที่เป็นชนิด Common Cathode จะต้องส่งค่า ใดไปที่ขา Common ดังกล่าว <b>ก. ส่งค่า 0</b> ข. ส่งค่า 1 ค. ส่งค่าตัวอักษร ง. ไม่ต้องส่งค่าใด	1	0.60	0.38
38. LED 7 Segment ที่เป็นชนิด Common Anode จะต้องส่งค่าใดไป ที่ขา Common ดังกล่าว ก. ส่งค่า 0 <b>ข. ส่งค่า 1</b> ค. ส่งค่าตัวอักษร ง. ไม่ต้องส่งค่าใดๆ	1	0.73	0.38
39. การแสดงผล LED หลากหลายหลักให้ติดพร้อมกัน จะใช้ฟังก์ชันใดมา ช่วยในการกำหนดการแสดงผลให้ดูเหมือน LED ติดพร้อมๆกัน <b>ก. <code>delay_ms()</code></b> ข. <code>printf()</code> ค. <code>output_X()</code> ง. <code>puts()</code>	1	0.53	0.50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ตารางที่ ง.1 (ต่อ)

ข้อความ	ดัชนีความ สอดคล้อง (IOC)	ความยาก ง่าย (P)	อำนาจ จำแนก (r)
	ผู้ทรงคุณวุฒิ	กลุ่มทดลอง 6 คน	
<p>40. ในการส่งค่า ให้ LED 7 Segment ติดหลายๆหลัก จะใช้หลักการ ถอดรหัสเลขฐานสิบ จากโค้ดเป็นการกำหนดให้ LED 7 Segment จำนวนกี่หลัก</p> <pre> dvolt = volt * 10 ; d0 = dvolt%10; d1 = dvolt/10; </pre> <p>ก. จำนวน 1 หลัก  <b>ข. จำนวน 2 หลัก</b>  ค. จำนวน 3 หลัก  ง. จำนวน 4 หลัก</p>	1	0.67	0.25
<p>จากโค้ดโปรแกรมต่อไปนี้ ใช้กับคำถามข้อ 41 - 42</p> <pre> private void serialPort1_DataReceived(object sender, SerialDataReceivedEventArgs e) { String str; str = serialPort1.ReadLine(); this.Invoke(new EventHandler(display)); } </pre>			
<p>41.จากโค้ดโปรแกรม private void serialPort1_DataReceived(object sender, SerialDataReceivedEventArgs e) เป็นคำสั่งเกี่ยวกับอะไร</p> <p>ก. รับค่าข้อมูลมาที่ serialPort1  <b>ข. ส่งค่าข้อมูลไปที่ Hardware</b>  ค. เปิดการใช้งาน serialPort1  ง. ประกาศตัวแปร</p>	1	0.67	0.50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ตารางที่ ง.1 (ต่อ)

ข้อความคำถาม	ดัชนีความ สอดคล้อง (IOC)	ความยาก ง่าย (P)	อำนาจ จำแนก (r)
	ผู้ทรงคุณวุฒิ	กลุ่มทดลอง 6 คน	
42. คำสั่ง <code>str = serialPort1.ReadLine();</code> เป็นคำสั่งเกี่ยวกับอะไร ก. อ่านรับค่า serialPort1 มาเก็บที่ตัวแปร str ข. ส่งค่าข้อมูลจาก str ไปที่ serialPort1 ค. เปิดการใช้งาน serialPort1 <b>ง. ประกาศตัวแปร</b>	1	0.53	0.50
จากโค้ดโปรแกรมต่อไปนี้ ตอบคำถามข้อ 43 - 44 <pre>private void btnCLEAR_Click(object sender,EventArgs e){ txtLCD.Text = ""; if(serialPort1.IsOpen){ serialPort1.WriteLine(txtLCD.Text);}else{ MessageBox.Show("ผิดพลาด", "Warning");}}</pre>			
43. คำสั่ง <code>txtLCD.Text = "";</code> มีความหมายอย่างไร ก. เคลียร์ค่าใน TextBox ข. ส่งค่าจาก txtLCD.Text ไปยัง serialPort1 <b>ค. แสดงข้อความผิดพลาดหากไม่เชื่อมต่อ serialPort1</b> ง. เปิดการใช้งาน serialPort1	1	0.33	0.38
44. <code>serialPort1.WriteLine(txtLCD.Text);</code> จากคำสั่งมีความหมาย อย่างไร <b>ก. เคลียร์ค่าใน TextBox</b> ข. ส่งค่าจาก txtLCD.Text ไปยัง serialPort1 ค. แสดงข้อความผิดพลาดหากไม่เชื่อมต่อ serialPort1 ง. เปิดการใช้งาน serialPort1	1	0.67	0.50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ตารางที่ ง.1 (ต่อ)

ข้อความ	ดัชนีความ สอดคล้อง (IOC)	ความยาก ง่าย (P)	อำนาจ จำแนก (r)
	ผู้ทรงคุณวุฒิ	กลุ่มทดลอง 6 คน	
<p>45. จากโค้ดโปรแกรมต่อไปนี้ ในบรรทัด <code>if(serialPort1.IsOpen)</code> มีความหมายอย่างไร</p> <pre>private void btnSEND_Click(object sender, EventArgs e){     if(serialPort1.IsOpen){    serialPort1.WriteLine(txtLCD.Text);     }else{         MessageBox.Show("ผิดพลาด","Warning");}}</pre> <p>ก. ตรวจสอบ serialPort1 เปิดใช้งานหรือไม่  <u>ข. ส่งค่าใน txtLCD.Text ไปแสดงผลที่ อุปกรณ์</u>          ค. ปิดการใช้งาน serialPort1          ง. เคลียร์ค่าใน txtLCD.Text</p>	1	0.47	0.38
<p>46. จากโค้ด บรรทัดใดที่แสดงถึงการรับค่ามาจากพอร์ต USB</p> <pre>if(usb_enumerated()){ if(usb_cdc_kbhit()){     c=usb_cdc_getc();     printf(lcd_putc,"%c",c); }}</pre> <p>ก. <code>usb_cdc_kbhit()</code>          ข. <code>usb_cdc_getc()</code>          ค. <code>printf(lcd_putc,"%c",c);</code>  <u>ง. <code>usb_enumerated()</code></u></p>	1	0.60	0.38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับใช้เรียนเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่ไปใช้ประโยชน์อื่นใด

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ตารางที่ ง.1 (ต่อ)

ข้อความ	ดัชนีความ สอดคล้อง (IOC)	ความยาก ง่าย (P)	อำนาจ จำแนก (r)
	ผู้ทรงคุณวุฒิ	กลุ่มทดลอง 6 คน	
จากโค้ดโปรแกรมต่อไปนี้ ตอบคำถามข้อ 47 - 50 <pre> void main() {     char c;     usb_init();      lcd_init();     lcd_putc("\fLCD Ready...\n");     delay_ms(1000);      while (TRUE) {         if (usb_enumerated()){             if(usb_cdc_kbhit()){                 c=usb_cdc_getc();                 printf(lcd_putc,"%c",c);             }         } //end if     } //end while } //end main </pre>			
47. ฟังก์ชันใดที่ใช้กำหนดค่าเริ่มต้นการใช้งาน LCD <u>ก. lcd_init()</u> ข. lcd_putc() ค. printf(lcd_putc, "%c", var1) ง. usb_init()	1	0.47	0.38
48. เครื่องหมาย \f มีความหมายว่าอย่างไร <u>ก. เคลียร์หน้าจอ LCD</u> ข. กำหนดให้เว็บแท็บ ค. กำหนดให้ขึ้นบรรทัดใหม่ ง. แสดงผลที่ LCD	1	0.60	0.38
49. เครื่องหมาย \n มีความหมายว่าอย่างไร ก. เคลียร์หน้าจอ LCD ข. กำหนดให้เว็บแท็บ <u>ค. กำหนดให้ขึ้นบรรทัดใหม่</u> ง. แสดงผลที่ LCD	1	0.40	0.60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง.1 (ต่อ)

ข้อความ	ดัชนีความ	ความยาก	อำนาจ
	สอดคล้อง (IOC)	ง่าย (P)	จำแนก (r)
	ผู้ทรงคุณวุฒิ	กลุ่มทดลอง 6 คน	
50. เมื่อต้องการให้แสดงผลที่จอ LCD จะใช้ฟังก์ชันใด ก. lcd_init() ข. lcd_putc() ค. <u>printf(lcd_putc, "%c", var1)</u> ง. usb_init()	1	0.73	0.38
51. การใช้งานโมดูล ADC ของ PIC18F4550 ต้องเรียกคำสั่งใดมาใช้งานก่อน ก. <u>#device adc=10</u> ข. #use delay(clock=48000000) ค. #include <usb_cdc.h> ง. #include <18f4550.h>	1	0.60	0.38
52. คำสั่งใดเป็นการกำหนดช่องรับสัญญาณ ADC ที่จะใช้งาน ก. <u>setup_adc_ports(AN0_TO_AN3 VSS_VDD);</u> ข. setup_adc(adc_clock_internal); ค. set_adc_channel(0); ง. #device adc=10	1	0.73	0.38
53. จากโค้ด เป็นการกำหนดช่องรับอนุลอกเป็นดิจิทัล จำนวนกี่ช่อง <pre>setup_adc_ports(AN0_TO_AN3 VSS_VDD); setup_adc(adc_clock_internal); set_adc_channel(0); while(TRUE) {     if(usb_enumerated()){         delay_us(50);         read1=read_adc();     } }</pre> ก. 1 ช่อง คือ AN0 เท่านั้น ข. 2 ช่อง คือ AN0-AN1 ค. 3 ช่อง คือ AN0-AN2 ง. 4 ช่อง คือ AN0-AN3	1	0.53	0.25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ตารางที่ ง.1 (ต่อ)

ข้อความคำถาม	ดัชนีความ สอดคล้อง (IOC)	ความยาก ง่าย (P)	อำนาจ จำแนก (r)
	ผู้ทรงคุณวุฒิ	กลุ่มทดลอง 6 คน	
จากโค้ดโปรแกรม ตอบคำถามข้อ 54-56 <pre>private void display(object sender, EventArgs e){     String check = str.Substring(0,1); //(ตำแหน่ง, จำนวน)     String adc = str.Substring(1,(str.Length-1));     lblADC.Text = adc;     progressBar1.Value = int.Parse(adc);} </pre>			
54. คำสั่งใดใช้ที่เป็นการนำค่า ADC มาแสดงผลที่ Label ก. lblADC.Text = adc; <b>ข. progressBar1.Value = int.Parse(adc);</b> ค. String adc = str.Substring(1,(str.Length-1)); ง. String check = str.Substring(0,1);	1	0.60	0.38
55. คำสั่งใดใช้ที่เป็นการนำค่า ADC มาแสดงผลที่ progressBar <b>ก. lblADC.Text = adc;</b> ข. progressBar1.Value=int.Parse(adc); ค. String adc=str.Substring(1,(str.Length-1)); ง. String check=str.Substring(0,1);	1	0.27	0.50
56. คำสั่งใดเป็นการตัดค่าเอาค่าที่รับมาในตำแหน่งที่ 2 เป็นจำนวน 3 ค่า ก. str.Substring(2,3); <b>ข. str.Substring(1,2);</b> ค. str.Substring(0,1); ง. str.Substring(2,1);	1	0.40	0.25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับโรงเรียนเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ที่นอกเหนือ

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ตารางที่ ง.1 (ต่อ)

ข้อคำถาม	ดัชนีความ สอดคล้อง (IOC)	ความยาก ง่าย (P)	อำนาจ จำแนก (r)
	ผู้ทรงคุณวุฒิ	กลุ่มทดลอง 6 คน	
จากโค้ดใช้ตอบคำถามข้อ 57 - 60 <pre> if(usb_enumerated()){   set_adc_channel(0);   delay_us(50);   read1=read_adc();   convert1=(read1*5)/1023.0;   lcd_gotoxy(2,1); //Col,Row   printf(lcd_putc, "Volt1:%fv", convert1);   delay_ms(1);   if(++delay&gt;200){     delay=0;     printf(usb_cdc_putc, "Volt1:%f\t", convert1);     delay_ms(1);   } } </pre>			
57. จากโค้ด แสดงถึงการเลือกช่องอนาล็อกเป็นดิจิทัล ที่เท่าใด <u>ก. ช่อง 0</u> ข. ช่อง 1 ค. ช่อง 2 ง. ช่อง 3	1	0.53	0.50
58. ฟังก์ชันใดที่ถึงการอ่านค่าจากช่องอนาล็อกเป็นดิจิทัล <u>ก. read_adc()</u> ข. lcd_gotoxy() ค. set_adc_channel() ง. delay_ms()	1	0.60	0.38
59. สำหรับไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550 สามารถรับค่า ADC ได้กี่บิต <u>ข. 10 บิต</u> ก. 8 บิต ค. 12 บิต ง. 14 บิต	1	0.67	0.50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้กับโรงเรียนเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่ไปใช้ประโยชน์ที่นอกเหนือจากนี้

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ตารางที่ ง.1 (ต่อ)

ข้อคำถาม	ดัชนีความ สอดคล้อง (IOC)	ความยาก ง่าย (P)	อำนาจ จำแนก (r)
	ผู้ทรงคุณวุฒิ	กลุ่มทดลอง 6 คน	
60. จากบรรทัดคำสั่งด้านล่าง เป็นแปลงการหาค่าโวลต์มิเตอร์ เทียบ กับก็โวลต์ <pre>read1=read_adc(); convert1=(read1*5)/1023.0 ;</pre> ก. 3.3 โวลต์ <b>ข. 5 โวลต์</b> ค. 10 โวลต์ ง. 15 โวลต์	1	0.40	0.75

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### แบบสังเกตการวัดความสามารถทางการเรียนภาคปฏิบัติ

ชื่อ.....รหัสนักศึกษา.....ใบงานทดลองที่...17...

นักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชา ครุศาสตร์วิศวกรรม แขนงวิชา อิเล็กทรอนิกส์

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

**คำชี้แจง** ให้ใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในช่องคะแนนที่ตรงกับการสังเกตของท่าน โดย

เปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด

คุณลักษณะที่ต้องการวัด	น้ำหนัก คะแนน	คะแนน			
		3	2	1	0
1. การปฏิบัติ					
1.1 ต่อบางจรตามใบงาน	3	.....	.....	.....	.....
1.2 ปฏิบัติตามขั้นตอน	3	.....	.....	.....	.....
1.3 เขียนโปรแกรมของ ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550	3	.....	.....	.....	.....
1.4 ออกแบบหน้าจอโปรแกรม Visual C#	3	.....	.....	.....	.....
1.5 เวลาที่ใช้ในการปฏิบัติทดลอง	3	.....	.....	.....	.....
รวมคะแนน	15				
2. ผลงาน					
2.1 แสดงผลการทำงานได้ถูกต้อง	3	.....	.....	.....	.....
2.2 แก้ไขโปรแกรมตามแบบฝึกหัดของใบงาน	3	.....	.....	.....	.....
2.3 บันทึกผลการทดลองได้ถูกต้อง	3	.....	.....	.....	.....
2.4 ตอบคำถามในใบงานได้ถูกต้อง	3	.....	.....	.....	.....
2.5 สรุปผลการทดลองได้ถูกต้อง	3	.....	.....	.....	.....
รวมคะแนน	15				
คะแนนรวมทั้งการปฏิบัติงานและผลงาน	30				
คะแนนรวมทั้งหมด	30				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## เกณฑ์การให้คะแนนของแบบสังเกตการวัดความสามารถทางการเรียนภาคปฏิบัติ

1. การปฏิบัติงานของใบงานทดลองที่ 1-6
  - 1.1 ต่อวงจรถามใบงาน
    - 3 คะแนน เมื่อ ต่อวงจรถามใบงานได้ถูกต้องโดยไม่ถาม
    - 2 คะแนน เมื่อ ต่อวงจรถามใบงานได้ถูกต้องโดยถาม
    - 1 คะแนน เมื่อ ต่อวงจรถามใบงานได้ถูกต้องโดยถามมากกว่า 2 ครั้ง
    - 0 คะแนน เมื่อ ต่อวงจรถามใบงานไม่ถูกต้อง
  - 1.2 ปฏิบัติตามขั้นตอน
    - 3 คะแนน เมื่อ ปฏิบัติตามขั้นตอนได้ถูกต้องโดยไม่ถาม
    - 2 คะแนน เมื่อ ปฏิบัติตามขั้นตอนได้ถูกต้องโดยถาม
    - 1 คะแนน เมื่อ ปฏิบัติตามขั้นตอนได้ถูกต้องโดยถามมากกว่า 2 ครั้ง
    - 0 คะแนน เมื่อ ปฏิบัติตามขั้นตอนไม่ถูกต้อง
  - 1.3 เขียนโปรแกรมของ PIC18F4550
    - 3 คะแนน เมื่อ เขียนโปรแกรมของ PIC18F4550 ได้ถูกต้องโดยไม่ถาม
    - 2 คะแนน เมื่อ เขียนโปรแกรมของ PIC18F4550 ได้ถูกต้องโดยถาม
    - 1 คะแนน เมื่อ เขียนโปรแกรมของ PIC18F4550 โดยถามมากกว่า 2 ครั้ง
    - 0 คะแนน เมื่อ เขียนโปรแกรมของ PIC18F4550 ไม่ถูกต้อง
  - 1.4 ออกแบบหน้าจอโปรแกรม Visual C#
    - 3 คะแนน เมื่อ ออกแบบหน้าจอโปรแกรม Visual C# ได้ถูกต้องโดยไม่ถาม
    - 2 คะแนน เมื่อ ออกแบบหน้าจอโปรแกรม Visual C# ได้ถูกต้องโดยถาม
    - 1 คะแนน เมื่อ ออกแบบหน้าจอโปรแกรม Visual C# ได้ถูกต้องโดยถามมากกว่า 2 ครั้ง
    - 0 คะแนน เมื่อ ออกแบบหน้าจอโปรแกรม Visual C# ไม่ถูกต้อง
  - 1.5 เวลาที่ใช้ในการปฏิบัติการทดลอง
    - 3 คะแนน เมื่อ งานเสร็จก่อนเวลาที่กำหนด หรือภายในเวลาที่กำหนด
    - 2 คะแนน เมื่อ งานเสร็จหลังเวลาที่กำหนดไม่เกิน 5 นาที
    - 1 คะแนน เมื่อ งานเสร็จหลังเวลาที่กำหนดเกิน 5 นาที
    - 0 คะแนน เมื่อ การปฏิบัติทดลองไม่สำเร็จ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2. ผลงานของใบงานทดลองที่ 1-6

### 2.1 แสดงผลการทำงานได้ถูกต้อง

- 3 คะแนน เมื่อ แสดงผลการทำงานได้ถูกต้อง
- 2 คะแนน เมื่อ แสดงผลการทำงานได้ถูกต้องใกล้เคียง
- 1 คะแนน เมื่อ แสดงผลการทำงานได้ถูกต้อง โดยถามมากกว่า 2 ครั้ง
- 0 คะแนน เมื่อ แสดงผลการทำงานไม่ถูกต้อง

### 2.2 แก้ไขโปรแกรมตามแบบฝึกหัดของใบงาน

- 3 คะแนน เมื่อ แก้ไขโปรแกรมตามแบบฝึกหัดของใบงานได้ถูกต้อง
- 2 คะแนน เมื่อ แก้ไขโปรแกรมตามแบบฝึกหัดของใบงานได้ถูกต้องใกล้เคียง
- 1 คะแนน เมื่อ แก้ไขโปรแกรมตามแบบฝึกหัดของใบงาน โดยถามมากกว่า 2 ครั้ง
- 0 คะแนน เมื่อ แก้ไขโปรแกรมตามแบบฝึกหัดของใบงานไม่ถูกต้อง

### 2.3 บันทึกผลการทดลองได้ถูกต้อง

- 3 คะแนน เมื่อ บันทึกผลการทดลองได้ถูกต้อง
- 2 คะแนน เมื่อ บันทึกผลการทดลองได้ถูกต้องใกล้เคียง
- 1 คะแนน เมื่อ บันทึกผลการทดลองโดยถามมากกว่า 2 ครั้ง
- 0 คะแนน เมื่อ บันทึกผลการทดลองไม่ถูกต้อง

### 2.4 ตอบคำถามในใบงานได้ถูกต้อง

- 3 คะแนน เมื่อ ตอบคำถามในใบงานได้ถูกต้อง
- 2 คะแนน เมื่อ ตอบคำถามในใบงานได้ถูกต้องใกล้เคียง
- 1 คะแนน เมื่อ ตอบคำถามในใบงานโดยถามมากกว่า 2 ครั้ง
- 0 คะแนน เมื่อ ตอบคำถามไม่ถูกต้อง

### 2.5 สรุปผลการทดลองได้ถูกต้อง

- 3 คะแนน เมื่อ สรุปผลการทดลองได้ถูกต้อง
- 2 คะแนน เมื่อ สรุปผลการทดลองได้ใกล้เคียง
- 1 คะแนน เมื่อ สรุปผลการทดลองโดยถามมากกว่า 2 ครั้ง
- 0 คะแนน เมื่อ สรุปผลการทดลองไม่ได้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ๑.1 วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดการเรียนรู้การพัฒนาแอปพลิเคชันวิซวล ซีชาร์ป เพื่อเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550

คนที่	แบบทดสอบระหว่าง การทดลอง (ใบงานละ 10 ข้อ)						E1			E2		
	ใบงานที่ 1	ใบงานที่ 2	ใบงานที่ 3	ใบงานที่ 4	ใบงานที่ 5	ใบงานที่ 6	รวมคะแนนแบบทดสอบ ระหว่างทดลอง (60 คะแนน)	รวมคะแนนการวัดผล สัมฤทธิ์ทางการเรียน ภาคปฏิบัติ (180 คะแนน)	รวมคะแนน (240 คะแนน)	คะแนนการวัดผล สัมฤทธิ์ทางการเรียน (60 คะแนน)	คะแนนการวัดผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนภาคปฏิบัติ (30 คะแนน)	รวมคะแนน (90 คะแนน)
1	8	6	8	5	6	4	37	153	190	45	30	75
2	8	9	7	6	6	5	41	150	191	47	29	76
3	6	6	8	7	6	7	40	157	197	48	29	77
4	8	6	7	6	4	7	38	150	188	43	29	72
5	9	9	5	6	7	6	42	155	197	42	27	69
6	7	5	8	7	5	5	37	154	191	45	28	73
7	8	7	8	8	6	6	43	156	199	39	27	66
8	5	7	6	5	6	6	35	155	190	45	29	74
9	8	7	7	6	10	8	46	156	202	43	29	72
10	10	9	9	8	6	6	48	152	200	46	29	75
11	9	7	7	5	6	6	40	150	190	46	28	74
12	10	9	8	5	6	5	43	155	198	42	29	71
13	8	9	6	7	4	5	39	150	189	45	30	75
14	10	7	8	5	6	6	42	152	194	46	29	75
15	6	9	8	6	4	6	39	149	188	46	27	73
รวม							610	2,294	2,904	668	429	1,097
คะแนนเฉลี่ย							40.66	152.93	193.60	44.53	28.60	73.13
ร้อยละคะแนนเฉลี่ย							E1		80.67	E2		81.26

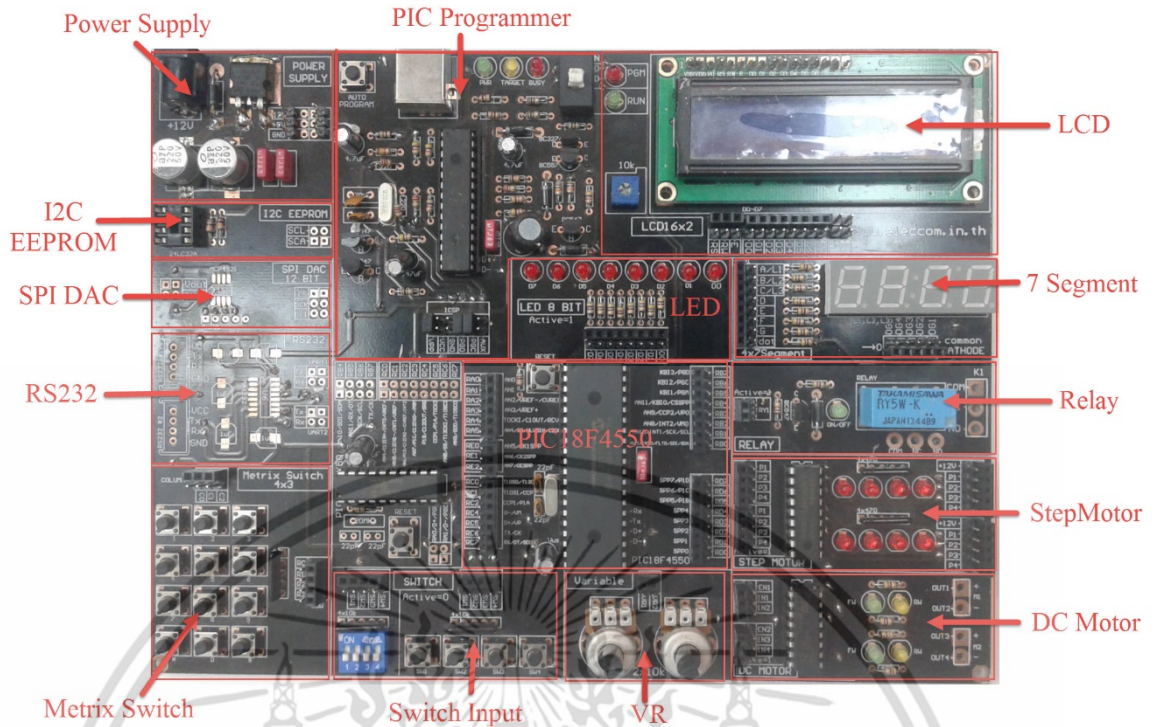
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก ข

ชุดการเรียนรู้การพัฒนาแอปพลิเคชันวิซวล ซีชาร์ป เพื่อเชื่อมต่อ  
ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



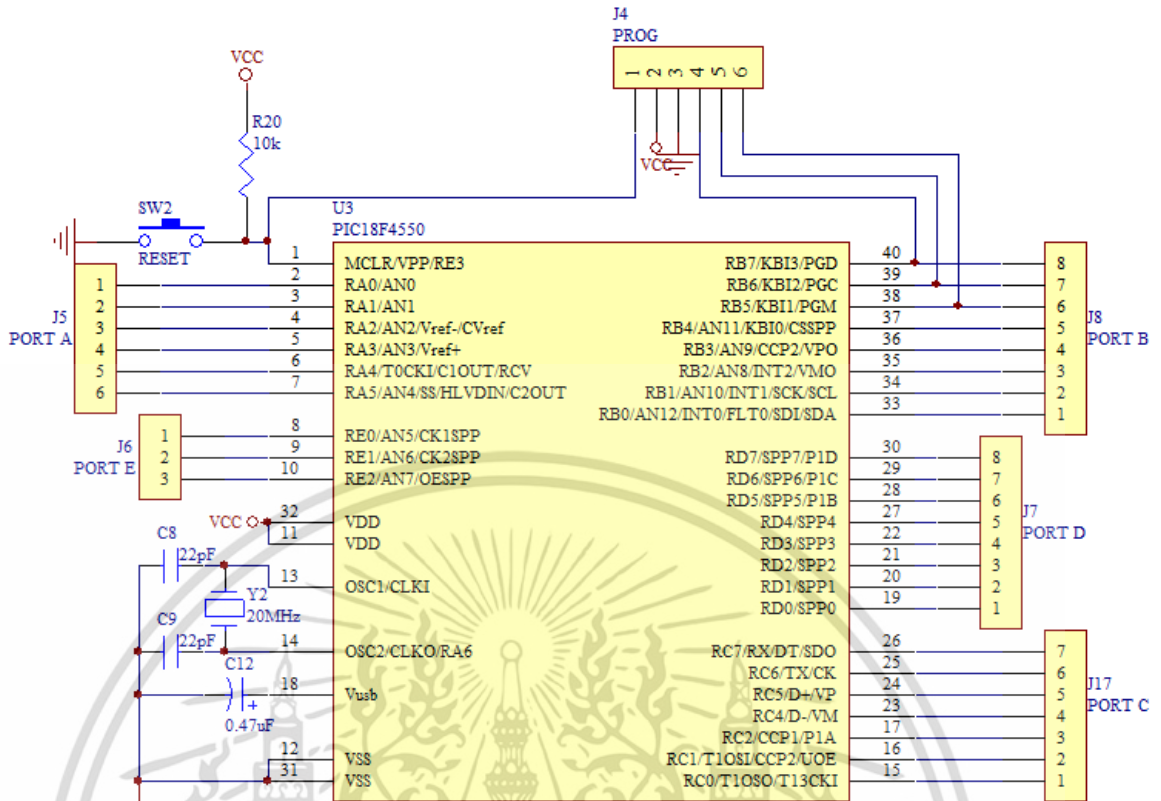
ภาพที่ ข.1 บอร์ดทดลองชุดการเรียนรู้การพัฒนาแอปพลิเคชันวิซวล ซีชาร์ป เพื่อเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550



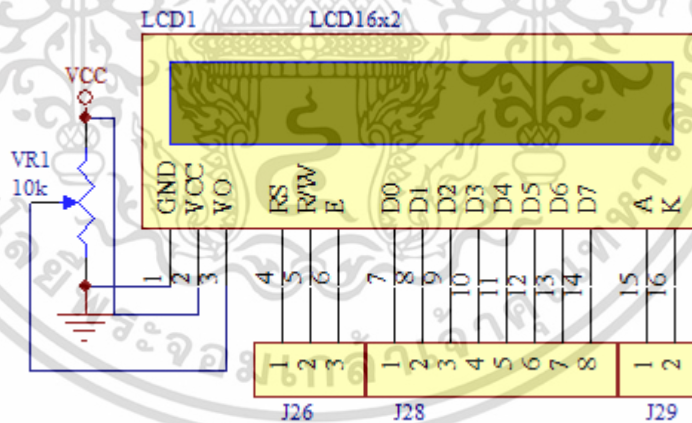
ภาพที่ ข.2 คู่มือการอบรม ใบงานการทดลอง และบอร์ดทดลองชุดการเรียนรู้การพัฒนาแอปพลิเคชันวิซวล ซีชาร์ป เพื่อเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



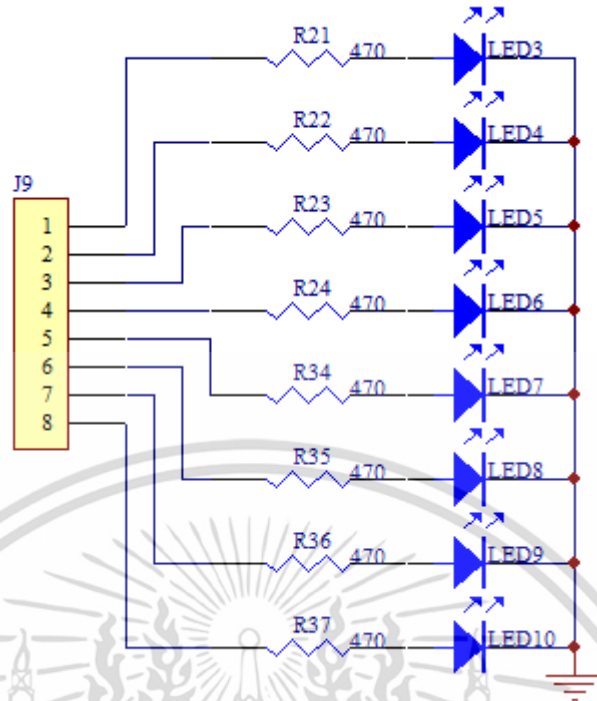


ภาพที่ ข.5 วงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550

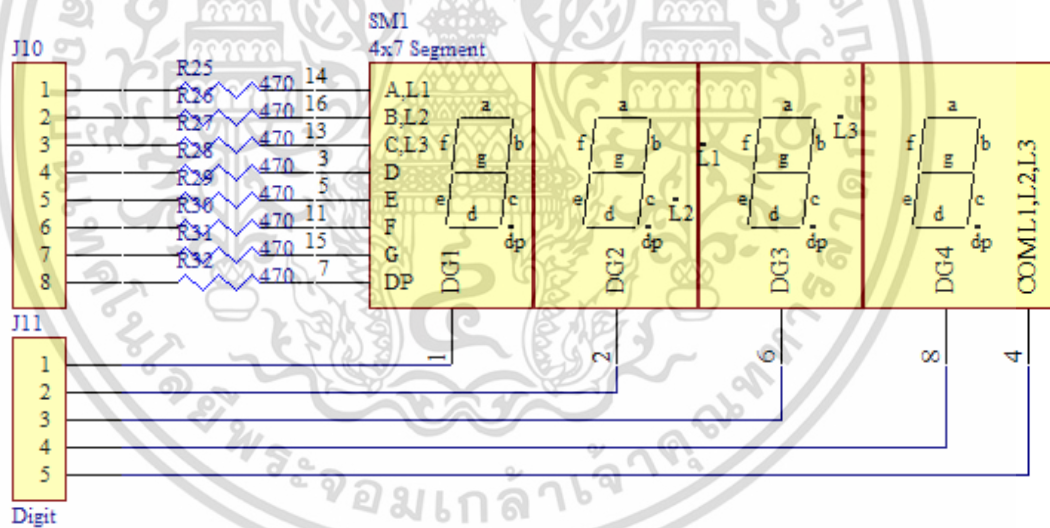


ภาพที่ ข.6 วงจรแสดงผล LCD

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

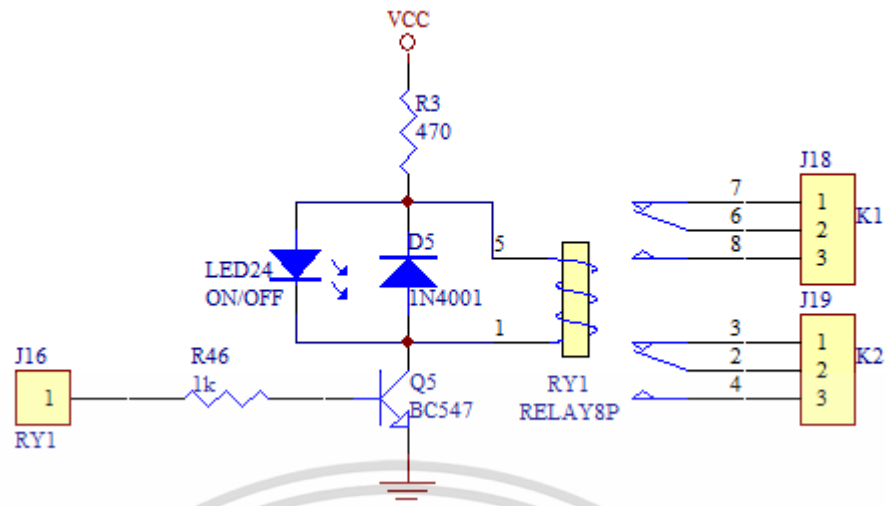


ภาพที่ ข.7 วงจรแสดงผล LED

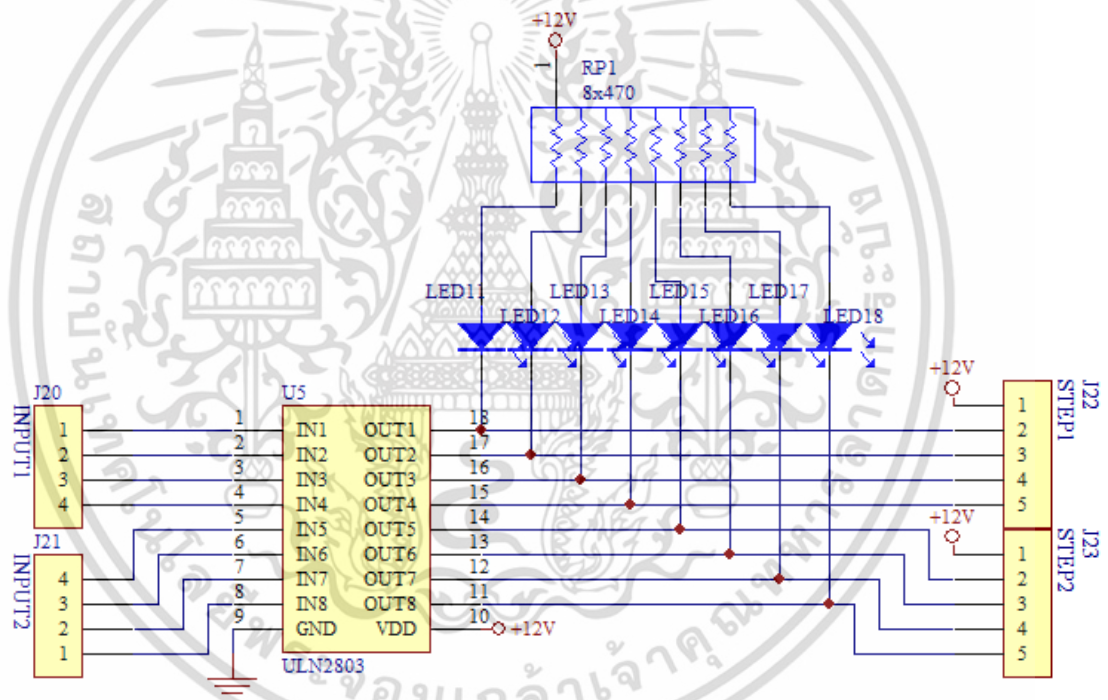


ภาพที่ ข.8 วงจรแสดงผลตัวเลข 7 ส่วน (7 Segment)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

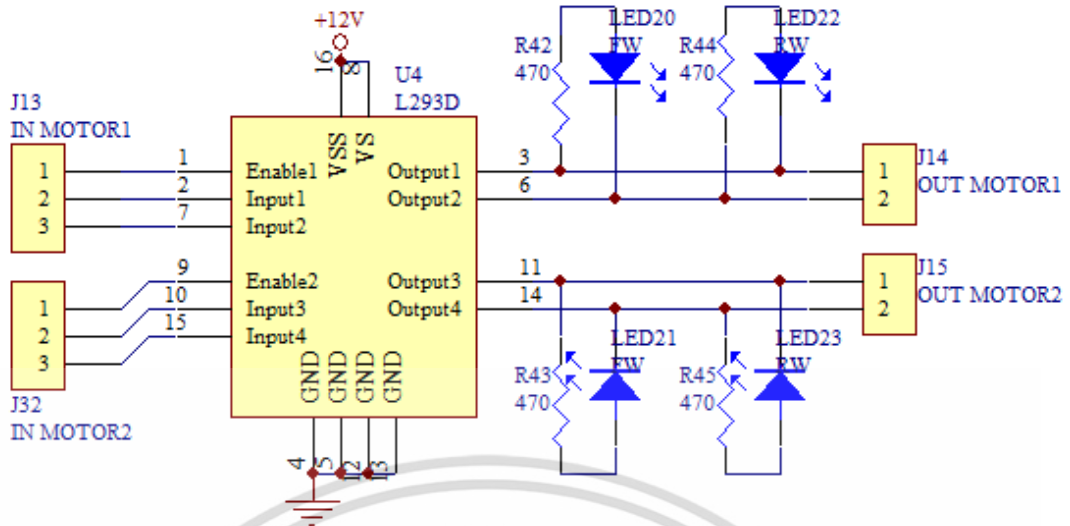


ภาพที่ ช.9 วงจรรีเลย์ (Relay)

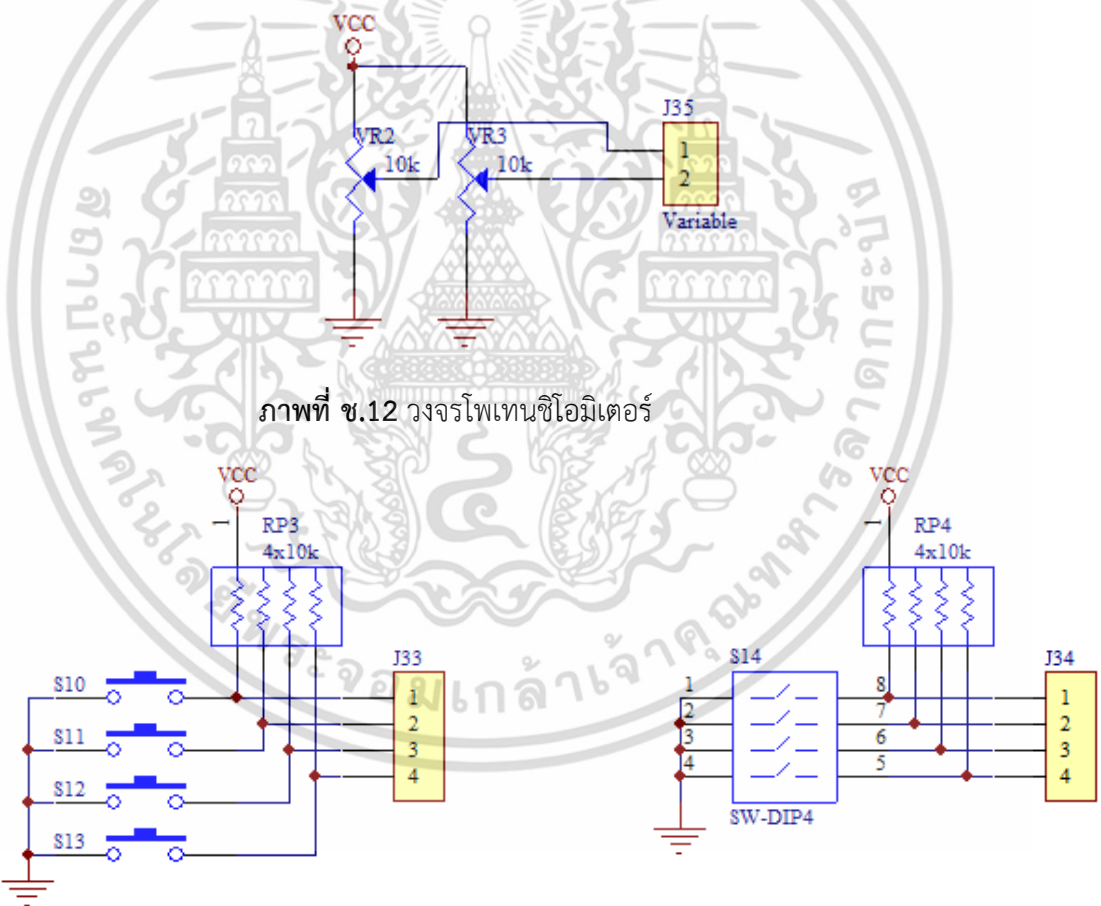


ภาพที่ ช.10 วงจรควบคุมสเต็ปเปอร์มอเตอร์ (Stepper Motor) ด้วย ULN2803

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

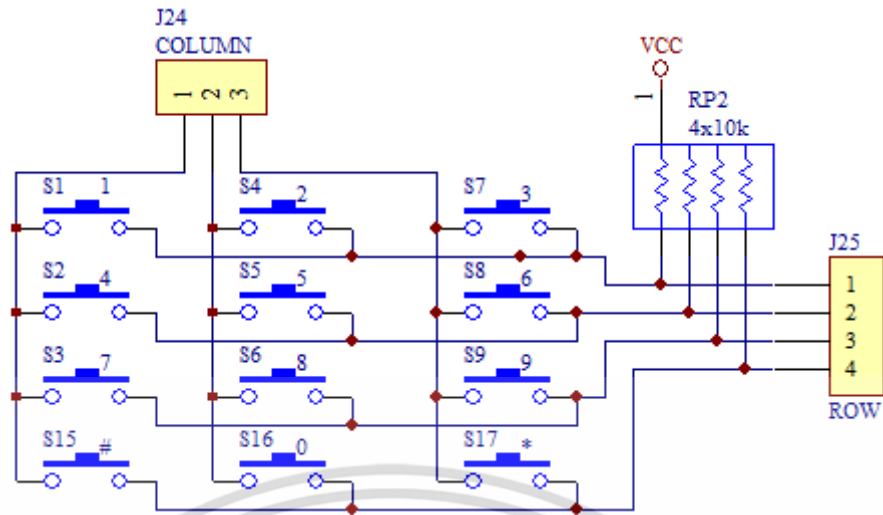


ภาพที่ ข.11 วงจรควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (DC Motor) ด้วย L293D

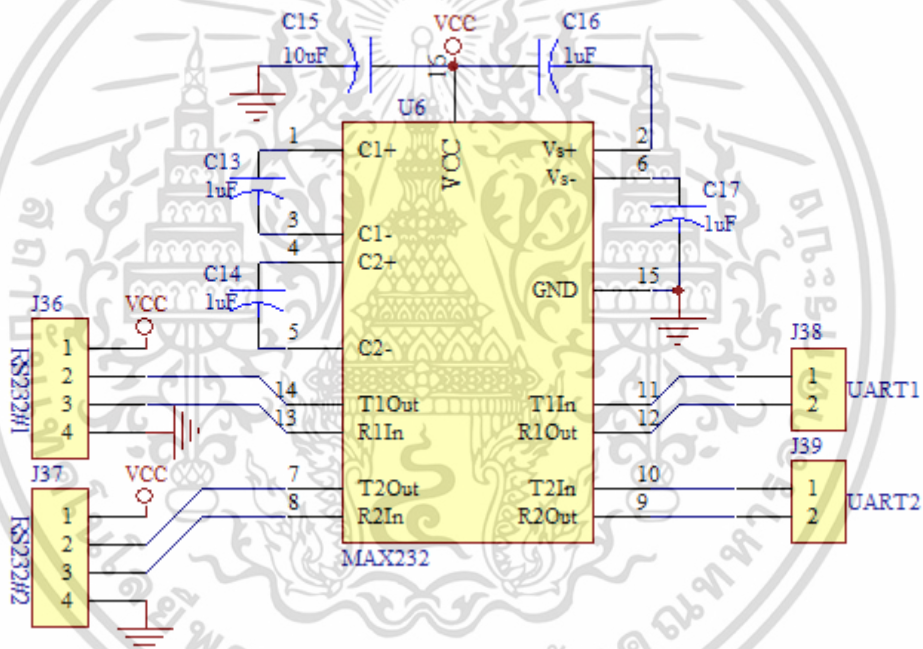


ภาพที่ ข.13 วงจรสวิตช์อินพุต (Input Switch) ด้วย Tact Switch และ Dip Switch

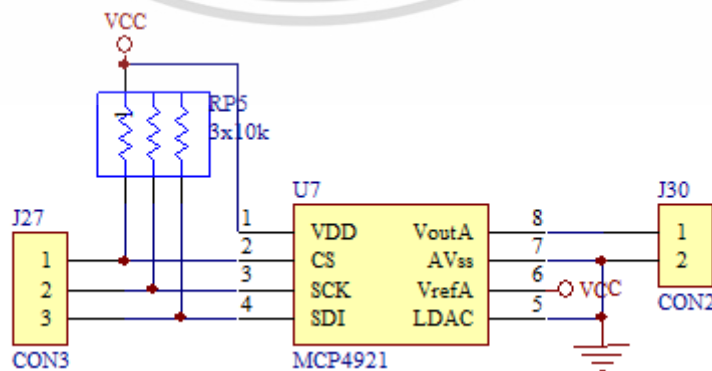
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ ข.14 วงจรสวิตช์เมตริกซ์ (Matrix Switch) ขนาด 4 x 3

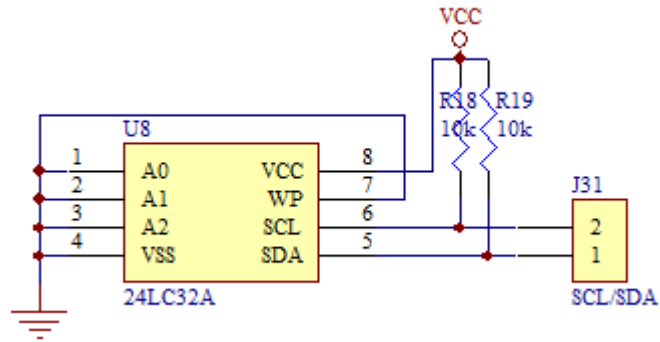


ภาพที่ ข.15 วงจรสื่อสารอนุกรม RS232

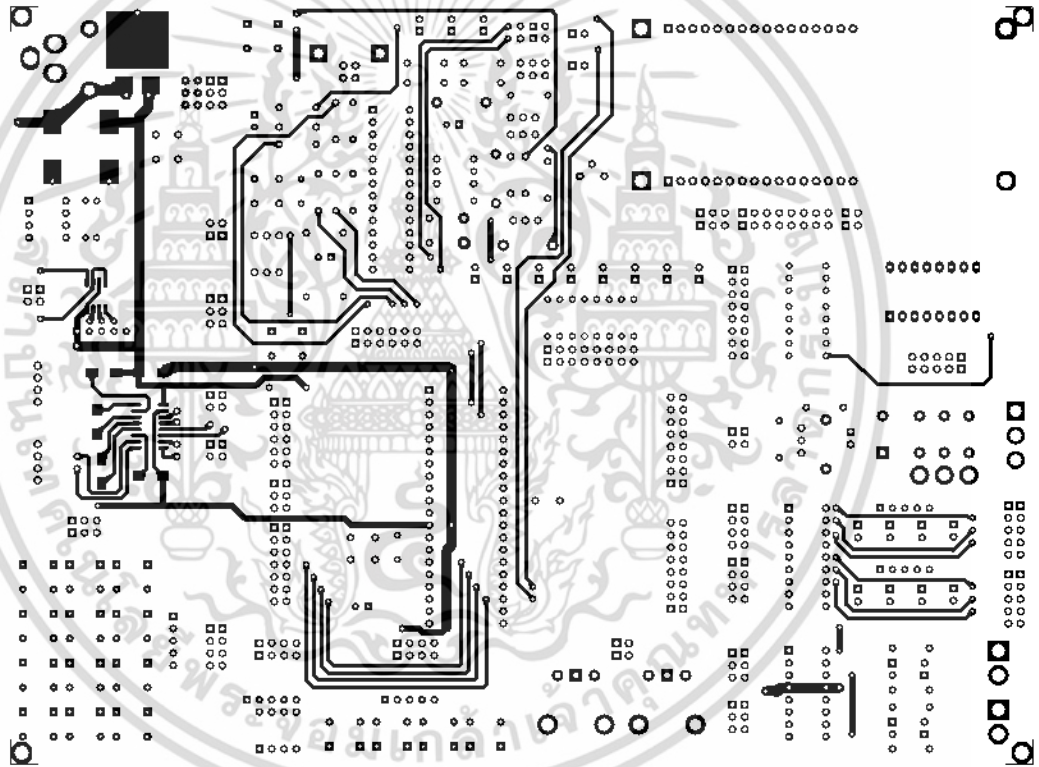


ภาพที่ ข.16 วงจรแปลงสัญญาณดิจิทัลเป็นอนาลอก (DAC) ด้วย MCP4921

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

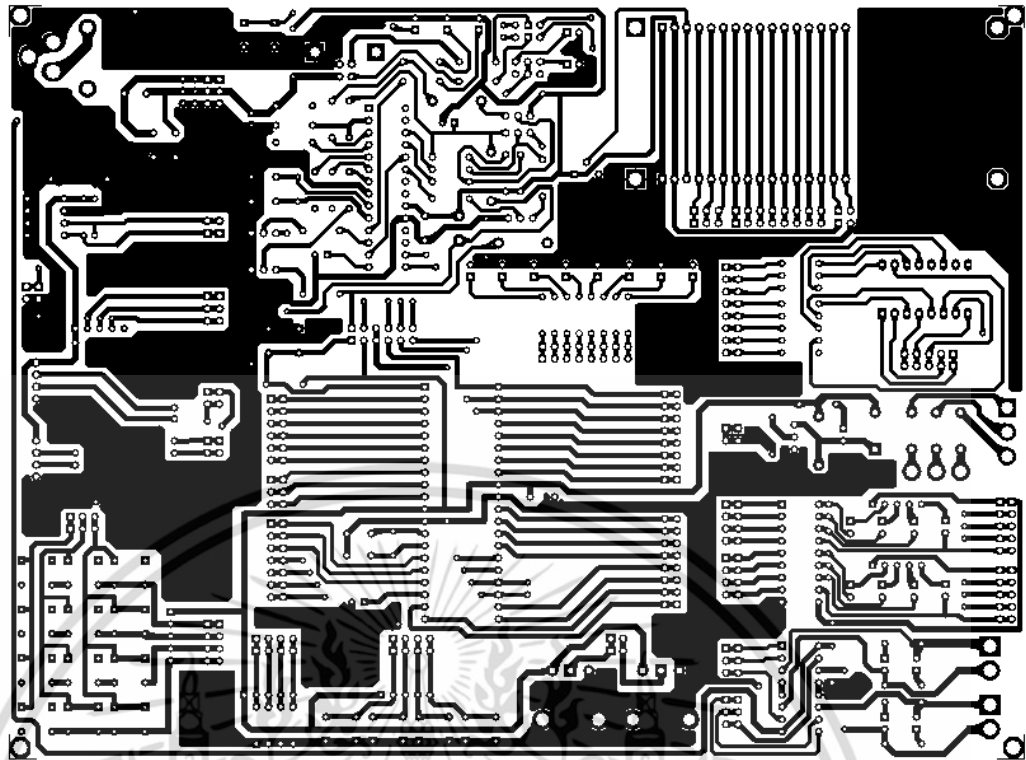


ภาพที่ ข.17 วงจรหน่วยความจำ I2C EEPROM ด้วย 24LC32A

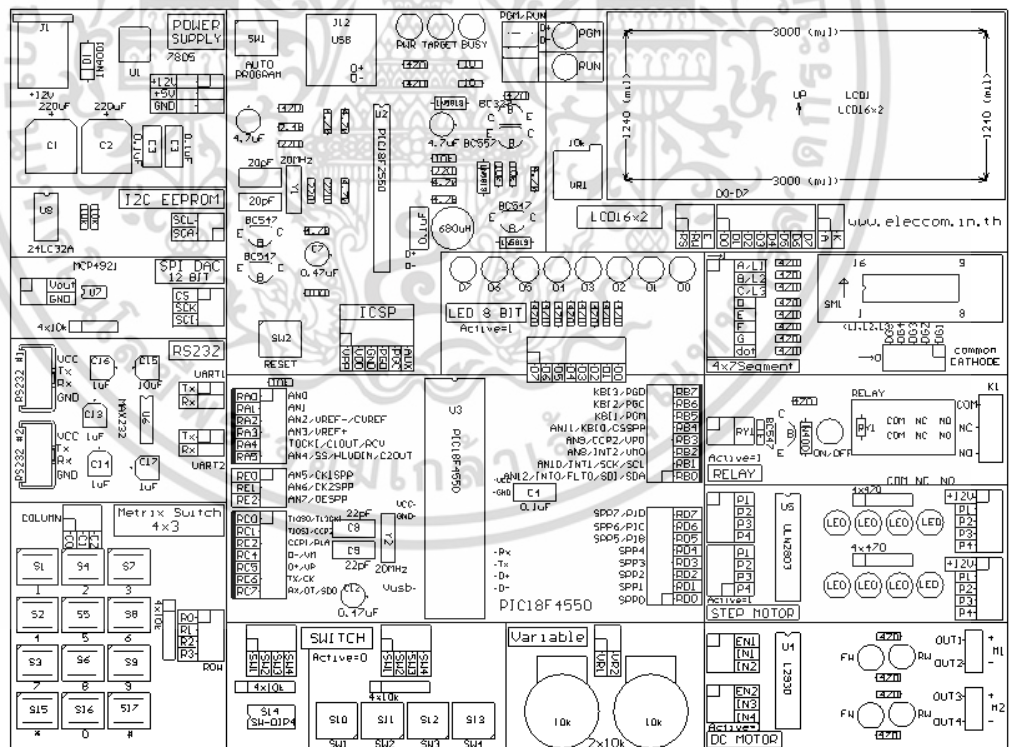


ภาพที่ ข.18 ลายวงจรปริ้นของบอร์ดทดลอง (ด้านบน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ ข.19 ลายวงจรปริ๊นของบอร์ดทดลอง (ด้านล่าง)



ภาพที่ ข.20 การจัดวางตำแหน่งอุปกรณ์ ชื่อและสัญลักษณ์อุปกรณ์ของบอร์ดทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สวอนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก ซ

ตัวอย่างใบงานการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ใบงานที่ 1

### การพัฒนาแอปพลิเคชัน วิชาการ ซีชาร์ป เพื่อเชื่อมต่อ PIC18F4550 จำลองพอร์ต USB เป็น USART

#### วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. เขียนและแก้ไขโปรแกรม CCS C Compiler ให้ PIC18F4550 จำลองพอร์ต USB เป็น USART ได้
2. เขียนและแก้ไขโปรแกรม Visual C# ตรวจสอบการเชื่อมต่อพอร์ต USB ได้
3. เขียนและแก้ไขโปรแกรม Visual C# รับค่าและส่งค่าผ่านพอร์ต USB ของ PIC18F4550 ได้

#### ทฤษฎีเบื้องต้น

##### การใช้งาน PIC18F4550 กับพอร์ต USB

ภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550 ได้เพิ่มโมดูล Universal Serial Bus หรือโมดูล USB มาด้วย สำหรับระบบบัส USB จะแบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ

1. USB Host มีหน้าที่ จัดการและควบคุมบัส USB, ควบคุมการรับส่งข้อมูลบนบัส, ตรวจสอบข้อผิดพลาด, ตรวจสอบการเชื่อมต่ออุปกรณ์ USB Peripheral หรือ อุปกรณ์ USB ที่ถูกต่อเพิ่มเข้ามาในระบบ เป็นต้น ซึ่ง USB ประเภทนี้จะประกอบไปด้วยซอฟต์แวร์การจัดการที่มีความซับซ้อน ตัวอย่าง USB ประเภทนี้ คือ USB ของเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล

2. USB Peripheral หรืออุปกรณ์ USB (USB Device) มีหน้าที่ในการตอบสนองต่อ USB โฮส หรือการต่อพ่วงเข้ากับ USB โฮส, ตรวจสอบการสื่อสารจาก โฮส, การรับส่งแลกเปลี่ยนข้อมูลกับ โฮส, ตอบสนองต่อการร้องขอจาก โฮส ฯลฯ ตัวอย่าง USB ต่อพ่วง เช่น เม้าส์, คีย์บอร์ด, พริ้นเตอร์ ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550 จัดอยู่ใน USB ประเภทนี้

3. USB OTG (USB On-The-Go) เป็น USB ที่สามารถทำงานได้ทั้งสองหน้าที่ คือ เป็นได้ทั้ง USB Host และ USB Peripheral หมายความว่า สามารถนำ USB OTG นี้มาต่อพ่วงเข้ากันได้ ซึ่งแตกต่างจาก USB Host และ USB Peripheral ที่ต้องต่อเข้าด้วยกันเพื่อทำงานร่วมกัน USB OTG ได้แก่ Pocket PC , Mobile phone เป็นต้น

ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550 มีพอร์ต USB สำหรับอุปกรณ์ต่อพ่วง ( USB Peripheral Device) การใช้งานพอร์ต USB ใน PIC18F4550 จึงต้องทำงานร่วมหรือต่อเข้ากับ USB โฮส หรือ USB OTG คุณสมบัติที่สำคัญของโมดูล USB ใน PIC18F4550 มีดังนี้

1. รองรับ USB 2.0
2. ทำงานที่ความเร็วสูงสุด 12 Mbit/s และต่ำสุดที่ 1.5 Mbit/s
3. รองรับการควบคุมแบบอินเตอร์รัป, การส่งข้อมูลขนาดใหญ่และส่งแบบ isochronous
4. รองรับการเชื่อมต่อมากถึง 32 จุดเชื่อมต่อ
5. หน่วยความจำ RAM 1 Kbyte
6. องค์ประกอบภายในตัว USB ประกอบไปด้วย

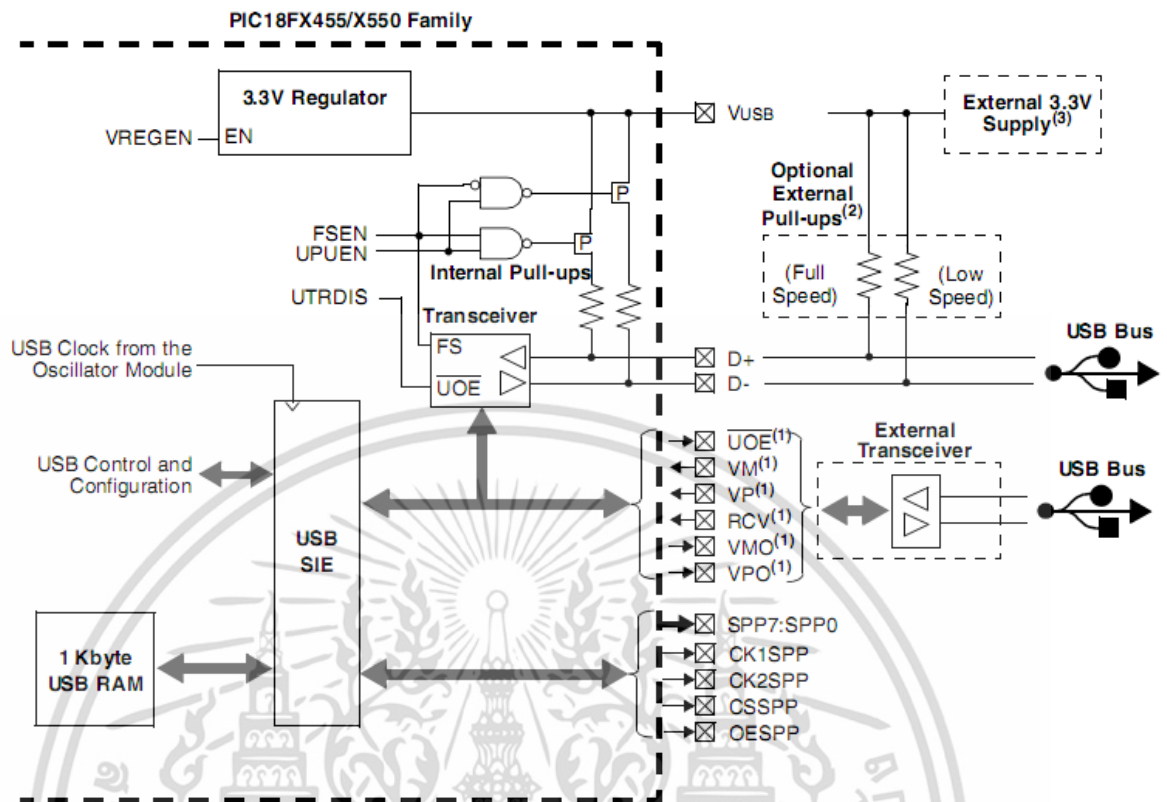
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ตัวรับและตัวส่ง USB
- ตัวควบคุมแรงดัน USB
- ตัวต้านทาน USB pull-up

การใช้งาน PIC18F4550 กับโมดูล USB ทาง Microchip Inc. ผู้ผลิตได้พัฒนาซอฟต์แวร์ที่พร้อมใช้งานกับ USB ไว้แล้ว ที่เรียกว่า “Microchip USB Firmware Framework “ ซึ่งจะทำให้หน้าที่จัดการและให้บริการโปรโตคอล USB ระดับต่ำ(lower-level USB protocol), ควบคุมการรับส่งข้อมูล, จัดการอินเตอร์รัปในระดับฮาร์ดแวร์, ออกแบบระบบ เพื่อเชื่อมต่อ ทาง USB ต่างๆ รวมถึงคลาสไลบรารี USB ต่างๆ เช่น “Human Interface Devices (HID)”ได้แก่ เมาส์, คีย์บอร์ด เป็นต้น คลาสไลบรารี “Communication Device Class (CDC)” คลาสการสื่อสารระหว่างอุปกรณ์ USB ด้วยกัน และ คลาสไลบรารี “Microchip General Purpose USB Device Class” คลาสทั่วไปที่เกี่ยวข้องกับการใช้งานอุปกรณ์ USB

นอกจากนี้ทางไมโครชิพได้พัฒนาไดรเวอร์ไฟล์ “mchpusb.sys” สำหรับการทำงานร่วมกับ Microsoft Windows ที่เรียกว่า “Microchip General Purpose USB Windows Driver” เพื่อให้โปรแกรมที่ทำงานบนเครื่อง PC สามารถสื่อสารกับอุปกรณ์ USB จากทางไมโครชิพได้โดยตรง และพัฒนา “MPUSBAPI Library” เป็นไลบรารีที่ทำให้นักพัฒนาโปรแกรม Windows ง่ายต่อการพัฒนาโปรแกรมสำหรับเชื่อมต่ออุปกรณ์ USB จากไมโครชิพ

โมดูล USB ของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550 ประกอบด้วย “USB Serial Interface Engine” (SIE) ที่รองรับการสื่อสารข้อมูลความเร็วที่ 1.5 Mbit/s ถึง 12 Mbit/s เป็นความเร็วในการสื่อสารระหว่าง USB โฮส กับ PIC18F4550 โดยที่ SIE จะทำการเชื่อมต่อโดยตรงกับโมดูล USB เพื่อใช้เชื่อมต่อกับตัวรับ/ตัวส่งภายในหรือภายนอก และโมดูล USB ยังมีตัวควบคุมปรับแรงดันภายใน 3.3 V ด้วย ภายในโมดูล USB จะมีหน่วยความจำข้อมูล 1 Kbyte USB RAM เพื่อการใช้งานของ USB SIE นอกจากนี้ยังประกอบไปด้วย Streaming Parallel Port เพื่อการรองรับการรับส่งข้อมูลขนาดใหญ่ที่เรียกว่า “Isochronous Data” เป็นการส่งข้อมูลแบบ USB Isochronous Transfer (การส่งข้อมูลอย่างต่อเนื่องที่อัตราการส่งคงที่ในเวลาที่มีสัมพันธ์กับความสามารถของตัวรับข้อมูล)



ภาพที่ 1.1 แสดงไดอะแกรมของ PIC18F4550 กับ USB Peripheral และส่วนเสริม(Optional)

**การเขียนโปรแกรม CCS C Compiler ใช้งานพอร์ต USB**

โปรแกรม CCS C Compiler ได้เตรียมฟังก์ชันสำหรับใช้ในงานพอร์ต USB พร้อมใช้งานแล้ว อยู่ในไฟล์ไลบรารี usb\_cdc.h (C:\Program Files (x86)\PICC\Drivers) มีฟังก์ชันที่ใช้งานดังนี้

usb\_cdc\_kbhit()                      จะเป็นคำสั่งที่ใช้เช็คว่ามีข้อมูลเข้ามาที่บัฟเฟอร์แล้วหรือยัง

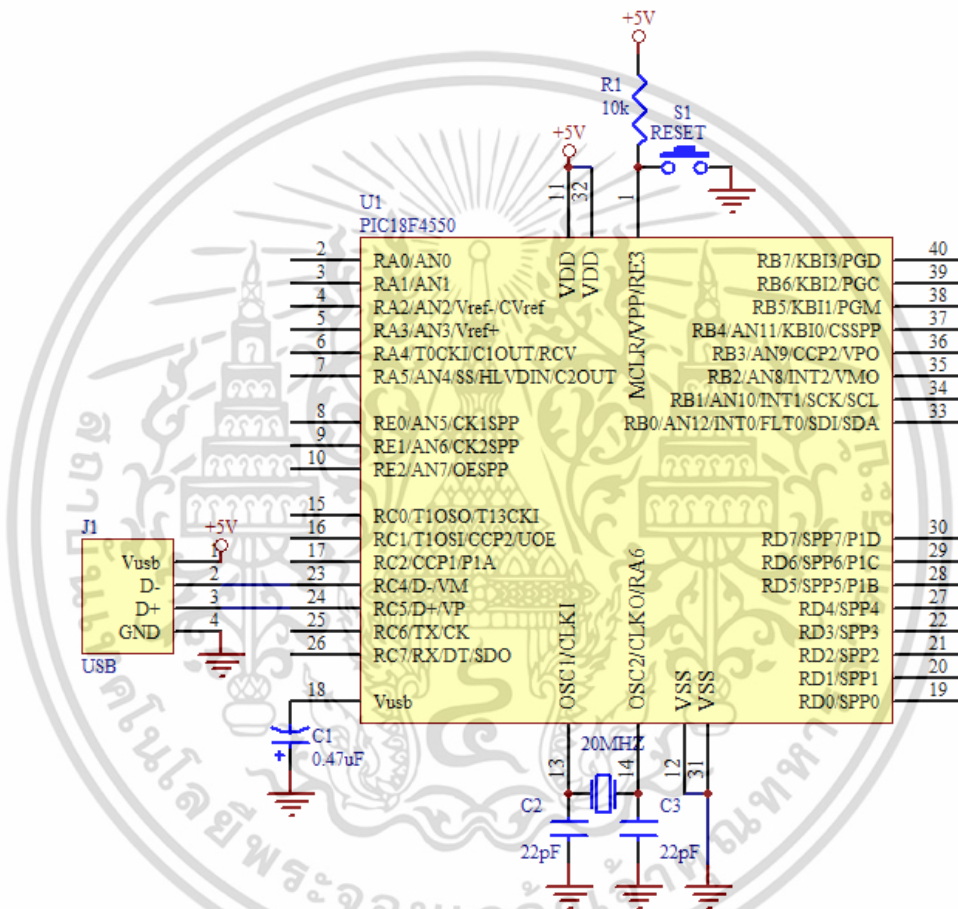
- usb\_cdc\_get()                      รับอ่านค่า จากบัฟเฟอร์
- usb\_cdc\_putc()                    ส่งค่าออกจากUSB
- usb\_init()                         เพื่อกำหนด คำสั่งให้เริ่มการทำงานของ USB
- usb\_enumerated()                เพื่อเช็คที่ Computer ได้ Enumeration หรือไม่  
ถ้า ใช่ จะให้เป็น 1  
ถ้า ไม่ จะให้เป็น 0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**เครื่องมือและอุปกรณ์การทดลอง**

1. บอร์ดทดลองที่ประกอบด้วย
  - วงจรควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550
  - วงจรโปรแกรมเมอร์ PIC Programmer
  - วงจรการสื่อสารแบบ USB
2. คอมพิวเตอร์ที่ติดตั้งโปรแกรม Visual C# และโปรแกรม CCS C Compiler
3. สาย USB เชื่อมต่อระหว่างคอมพิวเตอร์กับบอร์ดทดลอง

**วงจรถ่ายทอด**



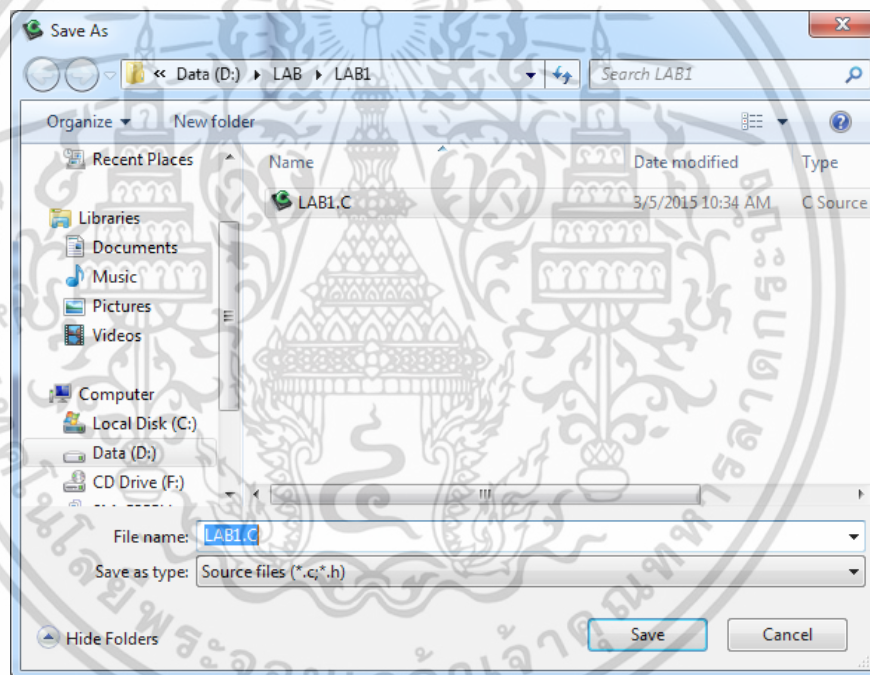
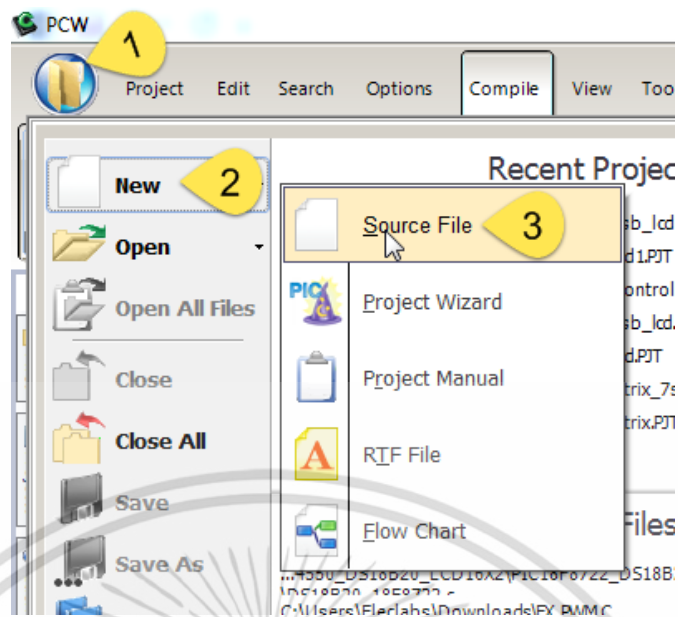
ภาพที่ 1.2 การเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550 กับพอร์ต USB

**ลำดับขั้นตอนการทดลอง**

ในการทดลองนี้จะเป็นการจำลองพอร์ต USB เป็น USART เพื่อใช้ในการรับส่งข้อมูลระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์กับไมโครคอนโทรลเลอร์ ในรูปแบบ CDC

1. เขียนโปรแกรมด้วย CCS PIC C Compiler ส่วนของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550
  - 1.1 สร้างไฟล์ใหม่ คลิกที่ New > Source File > ตั้งชื่อไฟล์ว่า LAB1.C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



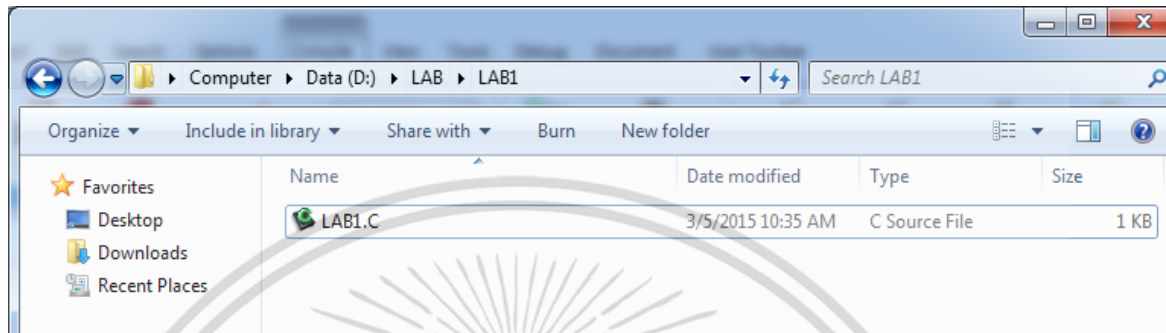
## 1.2 เขียนโค้ดโปรแกรม ดังนี้

```
#include <18f4550.h>
#fuses HSPLL,NOMCLR,NOWDT,NOPROTECT,NOLVP,NODEBUG,USBDIV,PLL5,CPUDIV1,
VREGEN
#use delay(clock = 48000000)
#include <usb_cdc.h>
void main(){
    usb_cdc_init();
    usb_init();
```

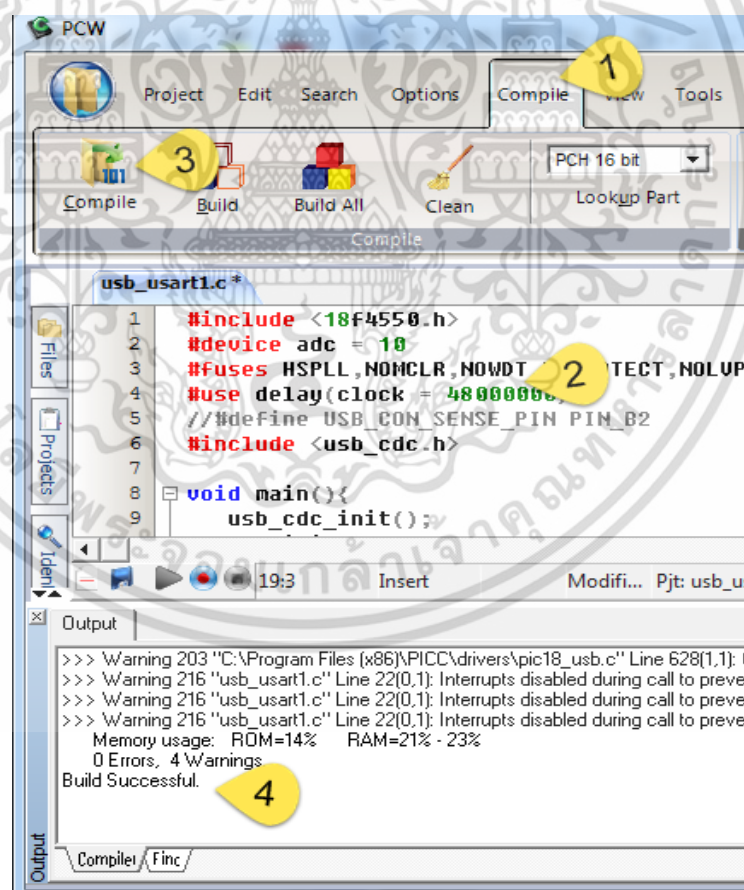
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

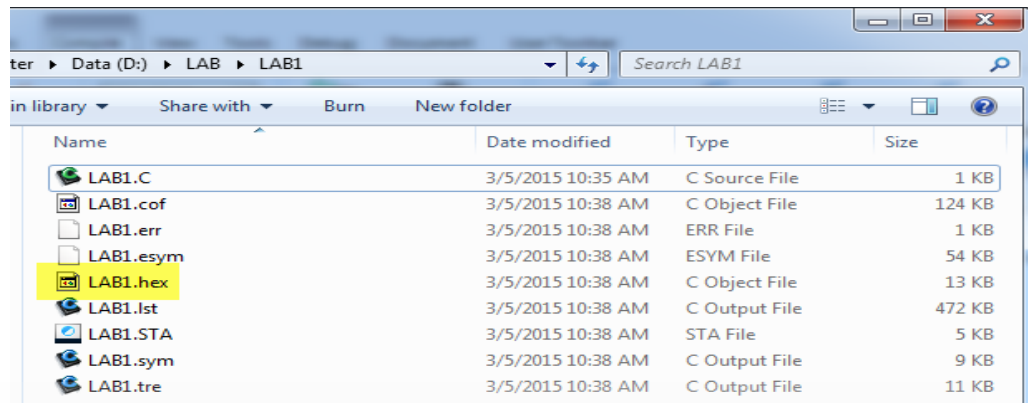
```
while(true){
    usb_task();
    if (usb_enumerated()){
        ส่วนนี้สำหรับเขียนคำสั่งลงไป } } //end main
```



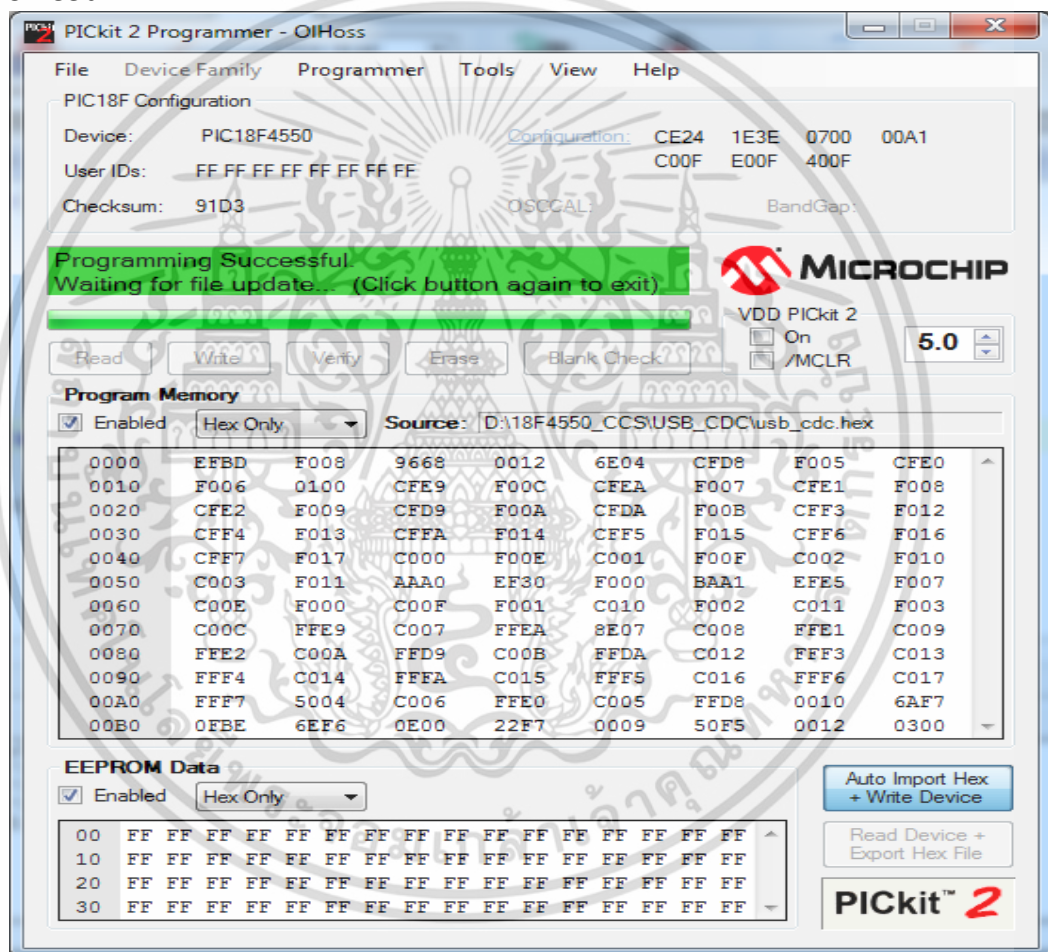
จากนั้น Compile โปรแกรม ซึ่งถ้าไม่ผิดพลาดอะไรจะขึ้นข้อมูลแสดง Build Successful



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



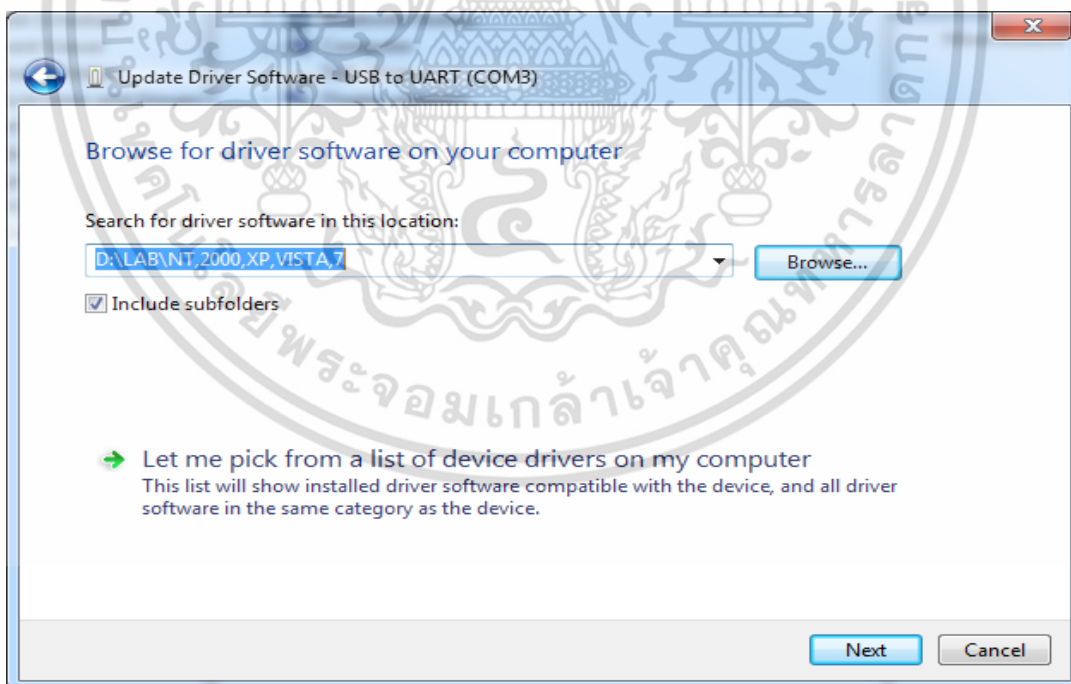
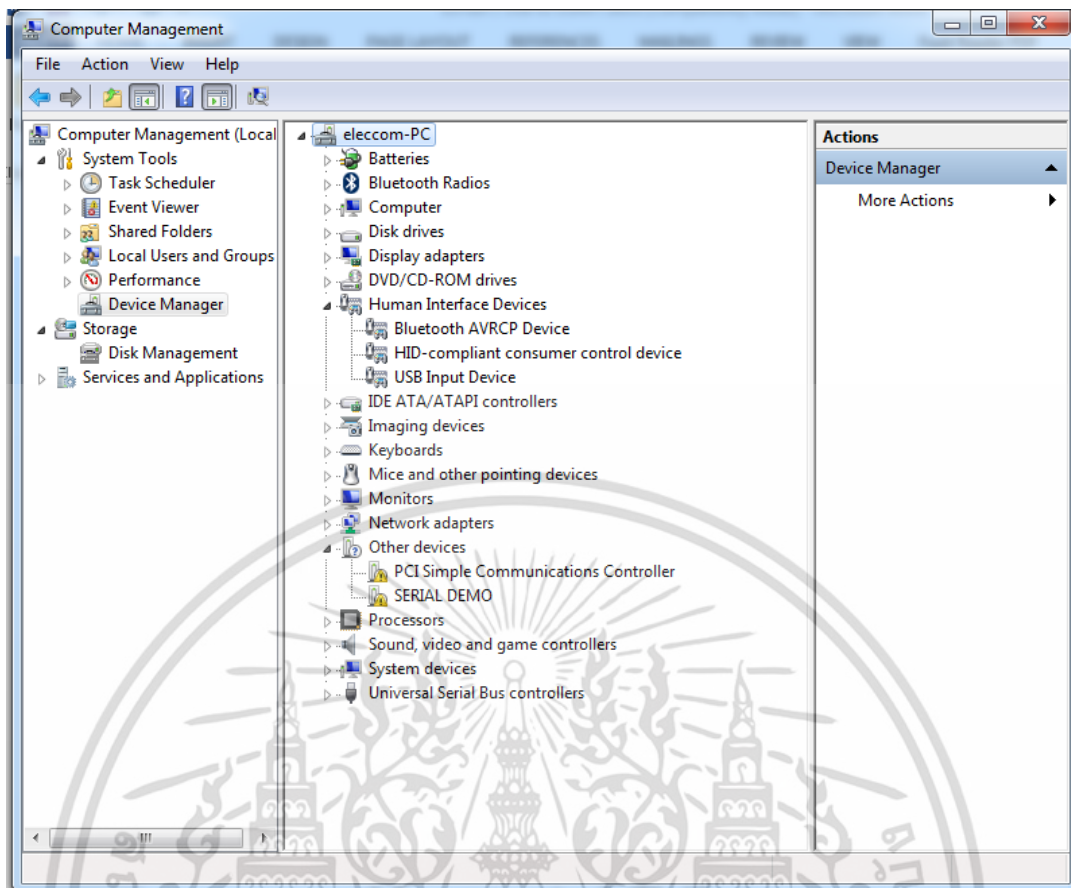
1.3 โปรแกรมไฟล์ .hex ที่ได้จากการคอมไพล์ ลงไปยังหน่วยความจำไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550



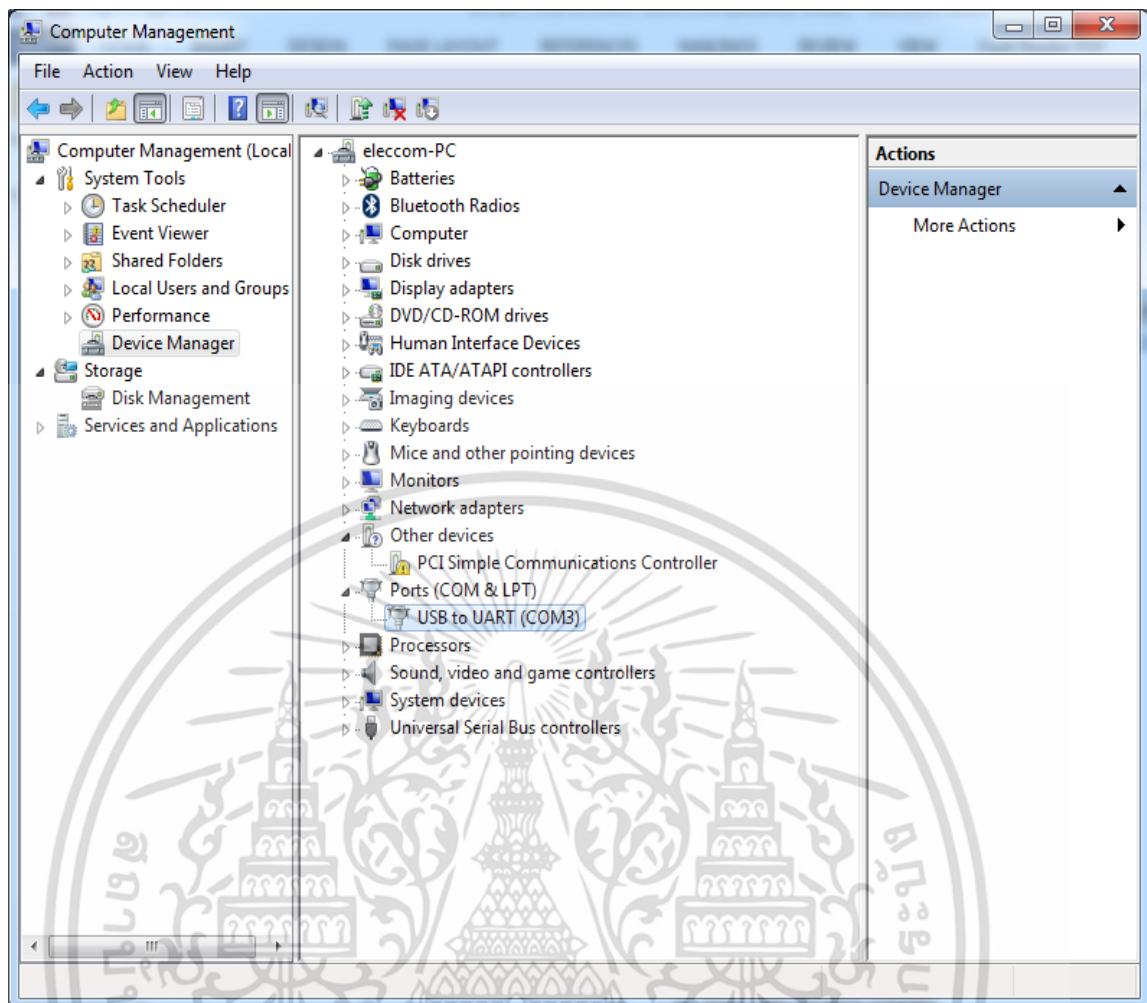
1.4 ต่อวงจรตามภาพที่ 1.2

1.5 ตรวจสอบ COM Ports โดยคลิกขวาที่ My Computer > คลิก Manage > คลิกที่ Device Manager > จะปรากฏ USB Serial Port (COM3) ที่ช่อง Ports (COM & LPT)

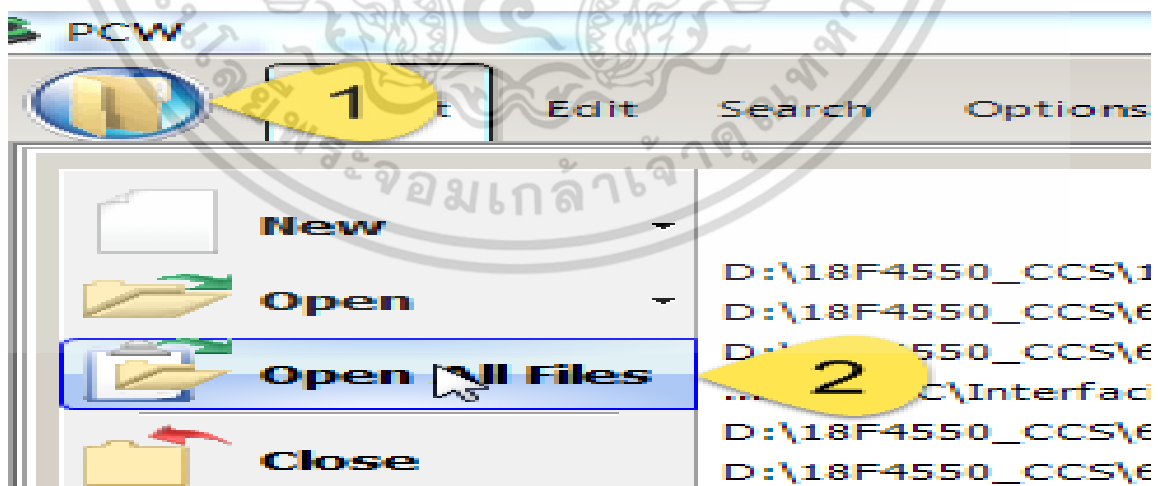
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



1.7 คลิกที่ Open All Files จะปรากฏไฟล์ที่เรียกใช้งานต่างๆ



1.8 แก้ไขโค้ดที่ไฟล์ `usb_desc_cdc.h` ที่ตำแหน่ง `USB_CONFIG_PID` และ `USB_CONFIG_PID`

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

37  // permission. Derivative programs created using this s
38  // in object code form are not restricted in any way.
39  ///////////////////////////////////////////////////////////////////
40
41  #ifndef __USB_DESCRIPTOR__
42  #define __USB_DESCRIPTOR__
43
44  // config options, although it's best to leave alone
45  #ifndef USB_CONFIG_PID
46  #define USB_CONFIG_PID 0x000A //0x0033
47  #endif
48  #ifndef USB_CONFIG_VID
49  #define USB_CONFIG_VID 0x04D8 //0x0461
50  #endif
51  #ifndef USB_CONFIG_BUS_POWER
52  #define USB_CONFIG_BUS_POWER 100 //100mA (range is
53  #endif
54  #ifndef USB_CONFIG_VERSION
55  #define USB_CONFIG_VERSION 0x0100 //01.00 //ra

```

1.9 แล้ว Compile แล้วลงในหน่วยความจำ PIC18F4550 อีกครั้ง  
 1.10 ไปตรวจสอบที่ Ports (COM&LPT) แล้วบันทึกผลการทดลอง

1.11 แก้ไขโปรแกรมในฟังก์ชัน main() เสร็จแล้วคอมไพล์ และโปรแกรมเข้าสู่  
 ไมโครคอนโทรลเลอร์อีกครั้ง

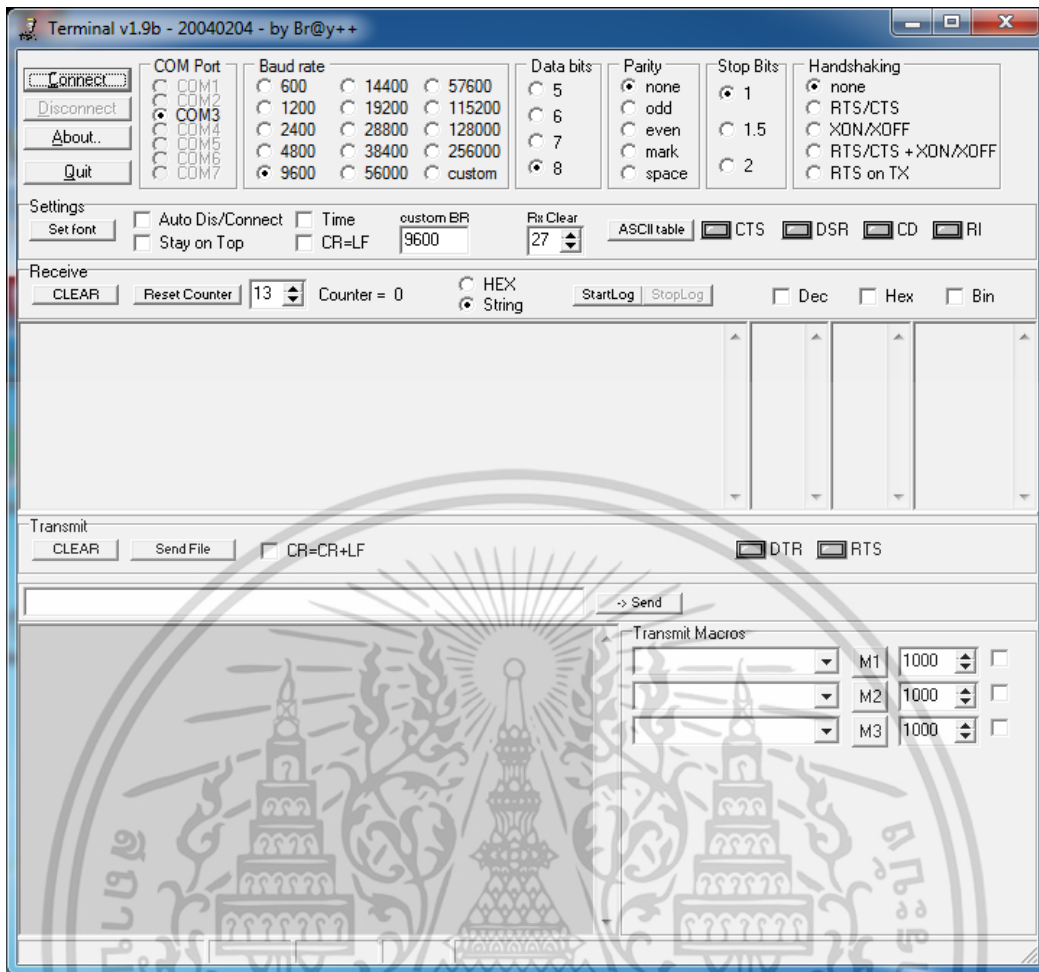
```

if (usb_enumerated()){
    printf(usb_cdc_putc,"Hello USB_CDC\n"); }

```

1.12 ดูผลลัพธ์จากโปรแกรม Terminal

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

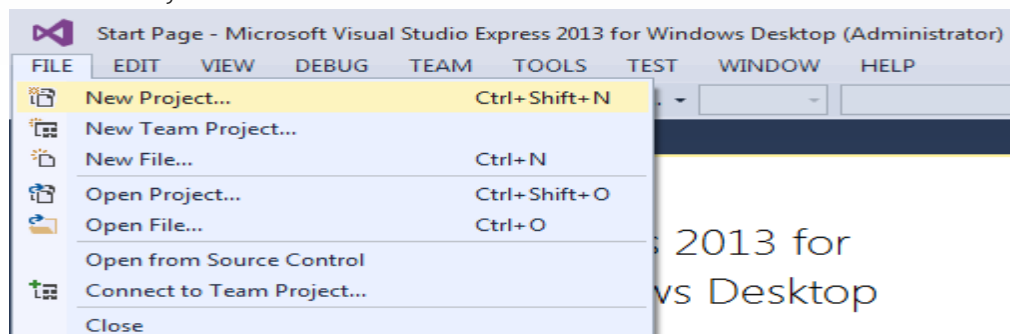


สังเกตผลการทำงาน และบันทึกการแสดงผล

## .....2. เขียนโปรแกรมด้วย Visual C#

หลังจากที่เขียนโปรแกรมในฝั่งไมโครคอนโทรลเลอร์จำลองพอร์ต USB เป็น UART เสร็จแล้ว ในส่วนของโปรแกรมที่เขียนด้วย Visual C# จะเป็นการตรวจสอบ COM Port ที่ได้ เพื่อรับส่งข้อมูล ระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์กับไมโครคอนโทรลเลอร์ต่อไป

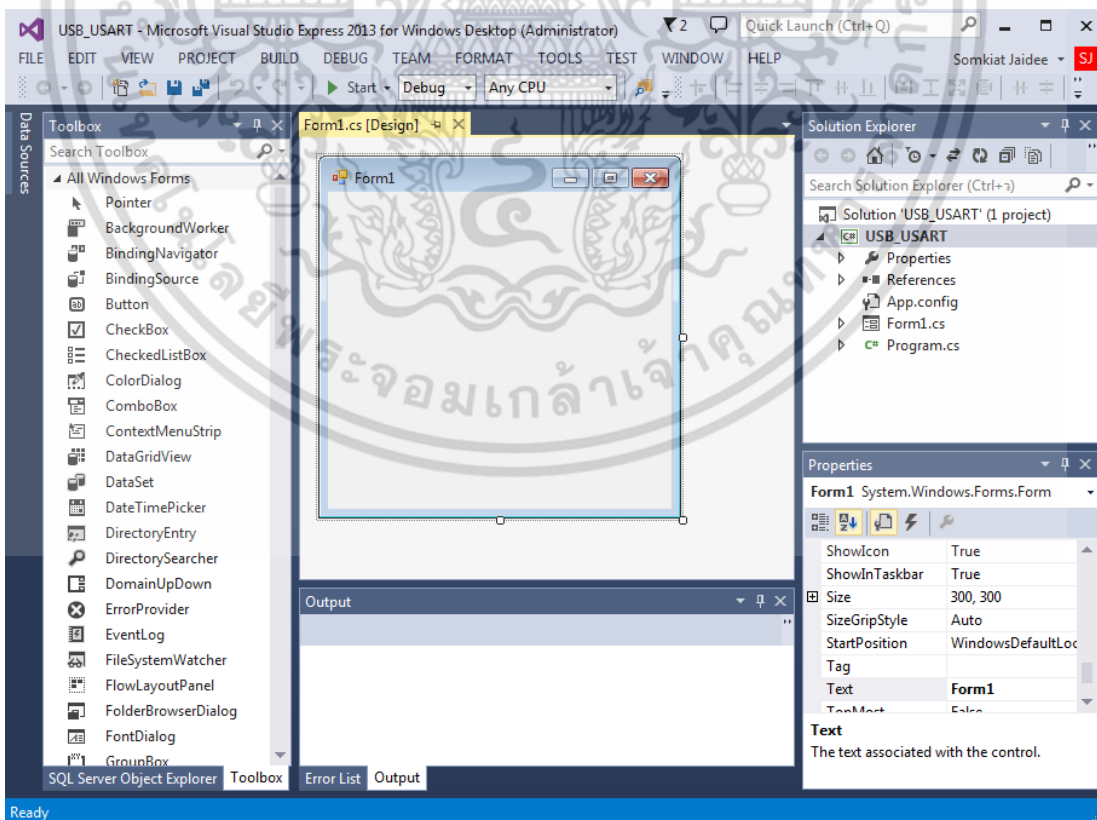
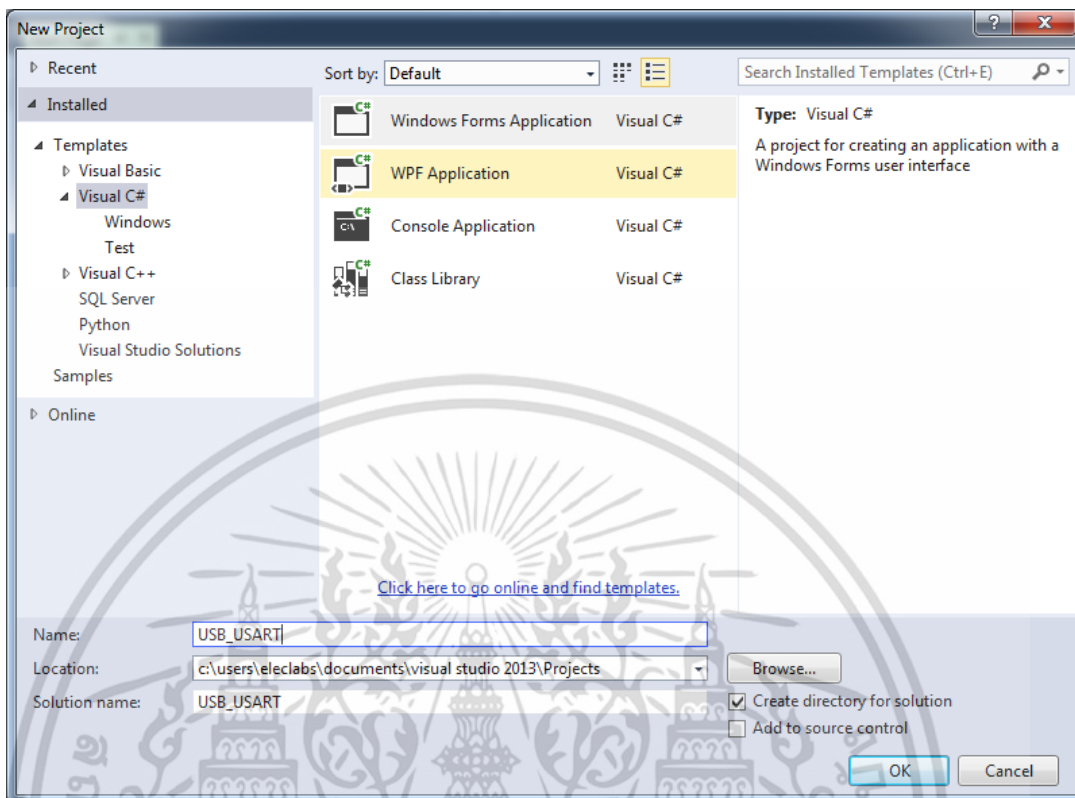
2.1 เปิดโปรแกรม Microsoft Visual Studio Express 2013 > สร้าง Project ใหม่โดยคลิกที่ File > New Project...



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

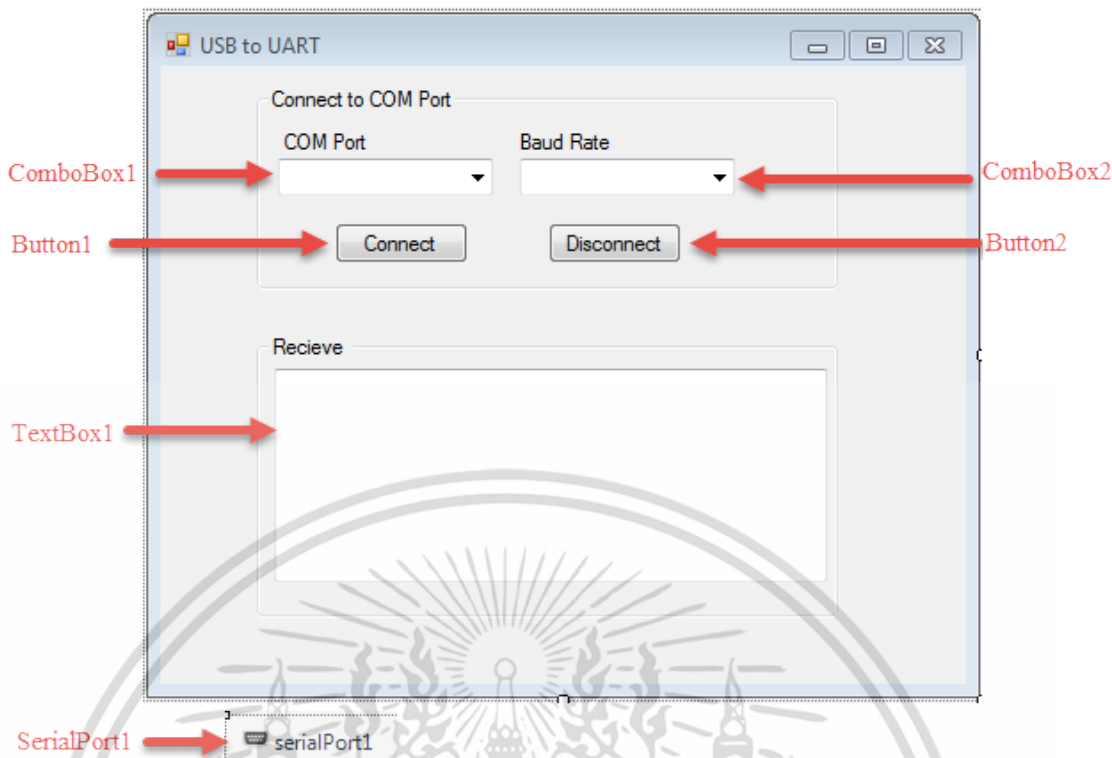
## 2.2 ให้เลือกเป็น Visual C# และเลือก Windows Forms Application ตั้งชื่อ Project

Name



## 2.3 ให้นำคอนโทรลต่างๆ ที่ใช้งานมาวางบนพื้นที่ Form ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้กับโรงเรียนเพื่อใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



2.4 กำหนดคุณสมบัติของคอนโทรล ดังนี้

Control	Properties	Values
ComboBox1	Name	cmbCOMPORT
ComboBox2	Name	cmbBUARDRATE
	Items	4800 ,9600 ,19200 ,38400 ,115200
Button1	Name	btnCONNECT
	Text	Connect
Button1	Name	btnCONNECT
	Text	Disconnect
TextBox1	Name	textBox1
SerialPort1	Name	serialPort1

2.5 พิมพ์คำสั่งเพื่อเรียกใช้ COM Port เพิ่มเข้าไปในไฟล์

```

8 | using System.Threading.Tasks;
9 | using System.Windows.Forms;
10 | using System.IO.Ports;
11 |
12 | namespace USB_USART1
13 | {

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.6 ดับเบิลคลิกที่ฟอร์มเพื่อเข้าไปเขียนคำสั่ง ดังนี้

```
private void Form1_Load(object sender, EventArgs e){
    String[] name = SerialPort.GetPortNames(); //เรียกพอร์ต
    if (name.Length > 0){
        for (int i = 0; i < name.Length; i++){ //Length จำนวนของข้อมูล
            cmbCOMPORT.Items.Add(name[i]);
        }
        cmbCOMPORT.SelectedIndex = 0; //เอามาโชว์
        cmbBAUDRATE.SelectedIndex = 1; //เอาตำแหน่งที่ 1 คือ 9600
        serialPort1.PortName = cmbCOMPORT.Text; //เอาค่ามาใส่ใน portname
        serialPort1.BaudRate = int.Parse(cmbBAUDRATE.Text); //แปลงเป็น int
        btnCONNECT.Enabled = true;
        btnDISCONNECT.Enabled = false; } else{
        MessageBox.Show("No PORT", "Warning"); } }
```

## 2.9 เขียนคำสั่งที่ Form1\_FormClosing ดังนี้

The screenshot shows the Visual Studio IDE with the Form1\_FormClosing event handler configured. The Properties window on the right shows the event handler list with 'FormClosing' selected and 'Form1\_FormClosing' assigned. Red circles 1, 2, and 3 highlight the event handler icon, the event name, and the handler name respectively.

```
private void Form1_FormClosing(object sender, FormClosingEventArgs e){
    if (serialPort1.IsOpen) serialPort1.Close();}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.7 เขียนโค้ดที่ปุ่ม btnCONNECT ดังนี้

```
private void btnCONNECT_Click(object sender, EventArgs e){
    bool error = false;
    //serialPort1.PortName = "COM3";
    //serialPort1.BaudRate = 9600;

    if (!serialPort1.IsOpen) { //ไม่เปิดหรือไม่
    try{serialPort1.Open();}catch (UnauthorizedAccessException) { error = true; }
        //catch (IOException) { error = true; }
        catch (ArgumentException) { error = true; }
        if (error) MessageBox.Show(this, "Not Connect", "COMPort not connect",
        MessageBoxButtons.OK, MessageBoxIcon.Stop);
        //serialPort1.Open();
        if (serialPort1.IsOpen) {
            btnCONNECT.Enabled = false;
            btnDISCONNECT.Enabled = true;
            textBox1.ReadOnly = false; }}}

```

## 2.8 เขียนคำสั่งที่ปุ่ม btnDISCONNECT ดังนี้

```
private void btnDISCONNECT_Click(object sender, EventArgs e){
    if (serialPort1.IsOpen) { //เปิดหรือไม่
        serialPort1.Close();
        btnCONNECT.Enabled = true;
        btnDISCONNECT.Enabled = false;
        textBox1.ReadOnly = true; }}

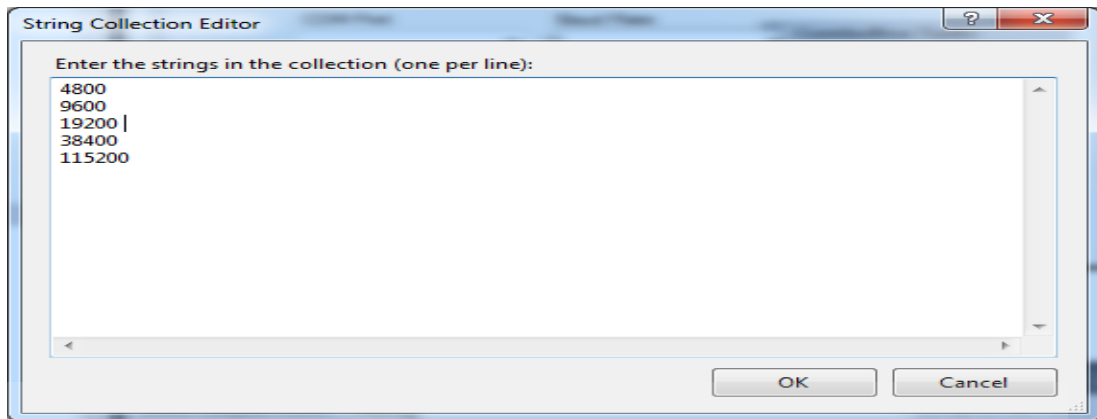
```

## 2.10 เขียนคำสั่งที่ cmbCOMPORT ดังนี้

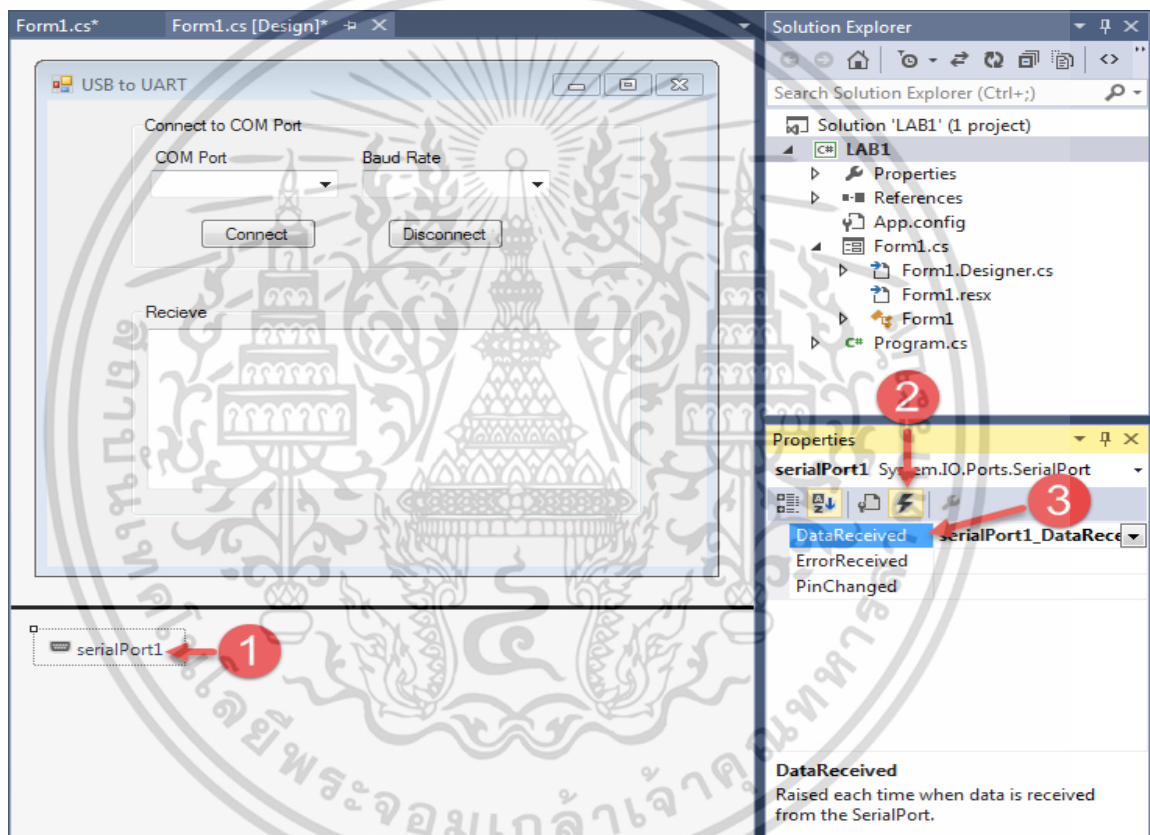
```
private void cmbCOMPORT_SelectedIndexChanged(object sender,EventArgs e){
    serialPort1.PortName = cmbCOMPORT.Text;}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



### 2.11 เขียนคำสั่งที่ serialPort1\_DataReceived ดังนี้

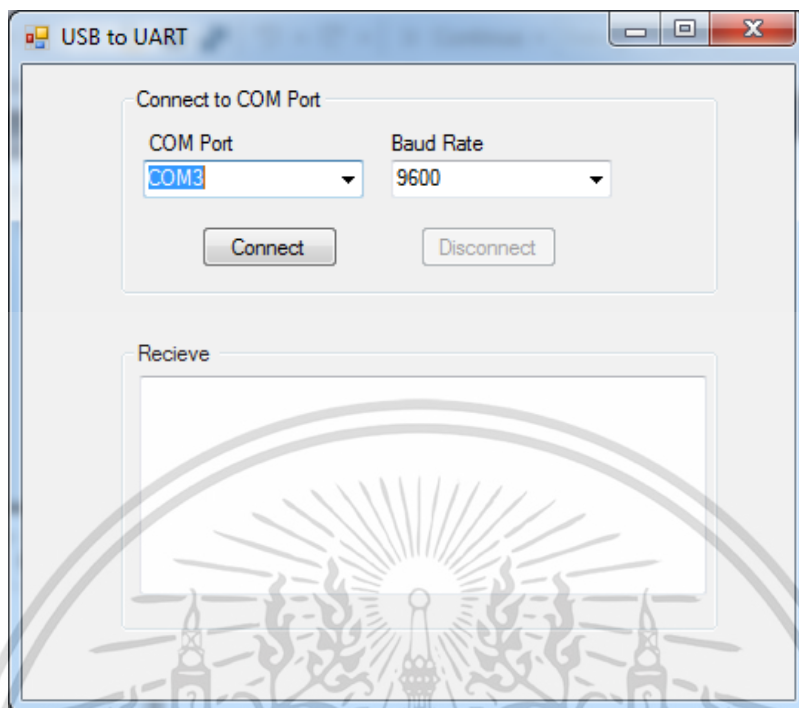


```
private void serialPort1_DataReceived(object sender, SerialDataReceivedEventArgs e){
    //RxString = serialPort1.ReadLine();
    //this.Invoke(new EventHandler(display)); //เขียน diligate
    RxString = serialPort1.ReadExisting();
    this.Invoke(new EventHandler(display));
}

private void display(object sender, EventArgs e){
    textBox1.AppendText(RxString);
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.12 รั้นทดสอบผลการทำงาน



สังเกตผลการทดลอง แล้วบันทึกผล

สรุปผลการทดลอง

### คำถามท้ายการทดลอง

1. จงเขียนโปรแกรม Visual C# เลือก COM Port และ Baud Rate โดยใช้ปุ่ม Connect เพียงปุ่มเดียว โดยถ้าเชื่อมต่อได้ ให้ปุ่มเปลี่ยนข้อความบนปุ่มจากคำว่า Connect เป็น Disconnect
2. จงเขียนโปรแกรม CCS C Compiler ของ PIC18F4550 ส่งข้อความคำว่า KMITL ไปแสดงที่ TextBox ของ Visual C#

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### แบบทดสอบท้ายการทดลอง

**คำชี้แจง :** ข้อสอบมีทั้งหมด 10 ข้อ ให้เลือกข้อที่ถูกต้องที่สุด และให้ใช้เวลาในการทำ 20 นาที

1. ในการเขียน Visual C# ติดต่อกับ Serial Port ต้องเรียกประกาศ คำสั่งใดมาใช้ก่อน
 

ก. <code>using System.IO.Ports;</code>	ข. <code>usb_init();</code>
ค. <code>usb_task();</code>	ง. <code>#include &lt;usb_cdc.h&gt;</code>
2. คำสั่งใด ของ Visual C# ที่ใช้ในการเปิดใช้งานพอร์ต Serial Port
 

ก. <code>serialPort(x).Open();</code>	ข. <code>serialPort(x).Close();</code>
ค. <code>serialPort.GetPortNames();</code>	ง. <code>#include &lt;usb_cdc.h&gt;</code>
3. คำสั่งใด ของ Visual C# ที่ใช้ในการปิดใช้งานพอร์ต SerialPort
 

ก. <code>serialPort(x).Open();</code>	ข. <code>serialPort(x).Close();</code>
ค. <code>serialPort.GetPortNames();</code>	ง. <code>usb_init();</code>
4. คำสั่งใด ของ Visual C# ที่ใช้เรียกชื่อ COM Port มาใช้งาน
 

ก. <code>serialPort(x).Open();</code>	ข. <code>serialPort(x).Close();</code>
ค. <code>SerialPort.GetPortNames();</code>	ง. <code>usb_init();</code>
5. ในการเขียนโปรแกรม CCS C Compiler ติดต่อกับ USB Port ต้องเรียกคำสั่งใดก่อน
 

ก. <code>#include &lt;usb_cdc.h&gt;</code>	ข. <code>usb_init();</code>
ค. <code>usb_cdc();</code>	ง. <code>serialPort(x).Open();</code>
6. คำสั่งใดที่ใช้กำหนดค่าเริ่มต้น ก่อนการเขียนคำสั่งเชื่อมต่อระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์กับเครื่องคอมพิวเตอร์ผ่านพอร์ต USB
 

ก. <code>#include &lt;usb_cdc.h&gt;</code>	ข. <code>usb_init();</code>
ค. <code>usb_cdc();</code>	ง. <code>serialPort(x).Open();</code>
7. ในการตรวจสอบ COM Port ในเครื่องคอมพิวเตอร์ ควรไปตรวจสอบที่ใดของหน้าต่างวินโดวส์
 

ก. Control Panel	ข. Device Manager
ค. Start Menu > Program	ง. Desktop
8. โปรแกรมใดของวินโดวส์ ที่มีให้เพื่อใช้งานการรับ-ส่งค่าผ่าน Serial Port
 

ก. Hyper Terminal	ข. Notepad
ค. Microsoft Word	ง. Visual Studio
9. ในการรับค่า หรือส่งค่า จะต้องเขียนคำสั่งภายในฟังก์ชันใด
 

ก. <code>usb_enumerated()</code>	ข. <code>usb_init()</code>
ค. <code>usb_task()</code>	ง. <code>printf()</code>
10. จากโค้ดโปรแกรม ช่องว่างควรใส่คำสั่งใดลงไป
 

```
if (usb_enumerated()){
    printf(....., "\nHello USB_CDC"); }
```

ก. <code>usb_cdc_putc</code>	ข. <code>usb_init</code>
ค. <code>usb_cdc</code>	ง. <code>usb_task</code>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ใบงานที่ 2

การพัฒนาแอปพลิเคชัน วิชวล ซีชาร์ป เพื่อเชื่อมต่อ PIC18F4550 รับค่าจากสวิตช์อินพุตและควบคุมการแสดงผล LED

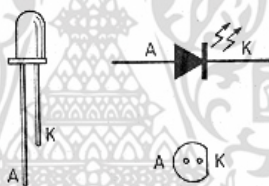
### วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. เขียนและแก้ไขโปรแกรม CCS C Compiler ให้ PIC18F4550 แสดงผลหลอด LED และ รับค่าจากสวิตช์อินพุต ได้
2. เขียนและแก้ไขโปรแกรม Visual C# สั่งการเปิด/ปิด หลอดแสดงผล LED ผ่าน PIC18F4550 ได้
3. เขียนและแก้ไขโปรแกรม Visual C# รับค่าการกดสวิตช์ ผ่าน PIC18F4550ได้

### ทฤษฎีเบื้องต้น

#### ไดโอดเปล่งแสง หรือ LED (Light Emitting Diode)

LED (Light Emitting Diode) เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ให้แสงสว่างออกมา เมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลจากขั้ว Anode (ขั้วบวก) ไปยังขั้ว Cathode (ขั้วลบ) ด้วยปริมาณกระแสที่มากพอ การเปล่งแสงของ LED แต่ละสีที่ให้สีได้แตกต่างกันนั้น ขึ้นอยู่กับการเปลี่ยนระดับพลังงานของอิเล็กตรอนอิสระไปสู่อิโอสล ลักษณะและสัญลักษณ์ของ LED แสดงดังรูปที่ 2.1



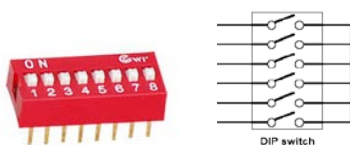
ภาพที่ 2.1 ลักษณะและสัญลักษณ์ของไดโอดเปล่งแสง(LED)

#### สวิตช์ (Switch)

สวิตช์เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้สำหรับการตัดหรือต่อวงจรไฟฟ้าในส่วนต่างๆ ของวงจร ซึ่งสวิตช์จะมีอยู่หลายประเภทด้วยกัน ไม่ว่าจะเป็นสวิตช์กดติดปล่อยดับ ดิปสวิตช์ สวิตช์กดติดกดดับ สวิตช์เลื่อน สวิตช์ทางเดียว สวิตช์สองทาง เป็นต้น ซึ่งลักษณะและสัญลักษณ์ของสวิตช์ต่างๆ แสดงดังรูปที่ 2.2



(ก.) สวิตช์กดติดปล่อยดับ (Tact Switch)



(ข.) ดิปสวิตช์

ภาพที่ 2.2 ลักษณะและสัญลักษณ์ของสวิตช์

เอกสารนี้เป็นเอกสาร การเขียนโปรแกรมใช้งานอินพุตเอาต์พุตพอร์ตใน CCS อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฟังก์ชันเซตสถานะพอร์ต

```
set_tris_X()
port_b_pullups()
```

ฟังก์ชันอินพุต

```
input()
input_state()
input_X()
```

ฟังก์ชันเอาต์พุต

```
output_low()
output_high()
output_float()
output_bit()
output_X()
output_toggle()
```

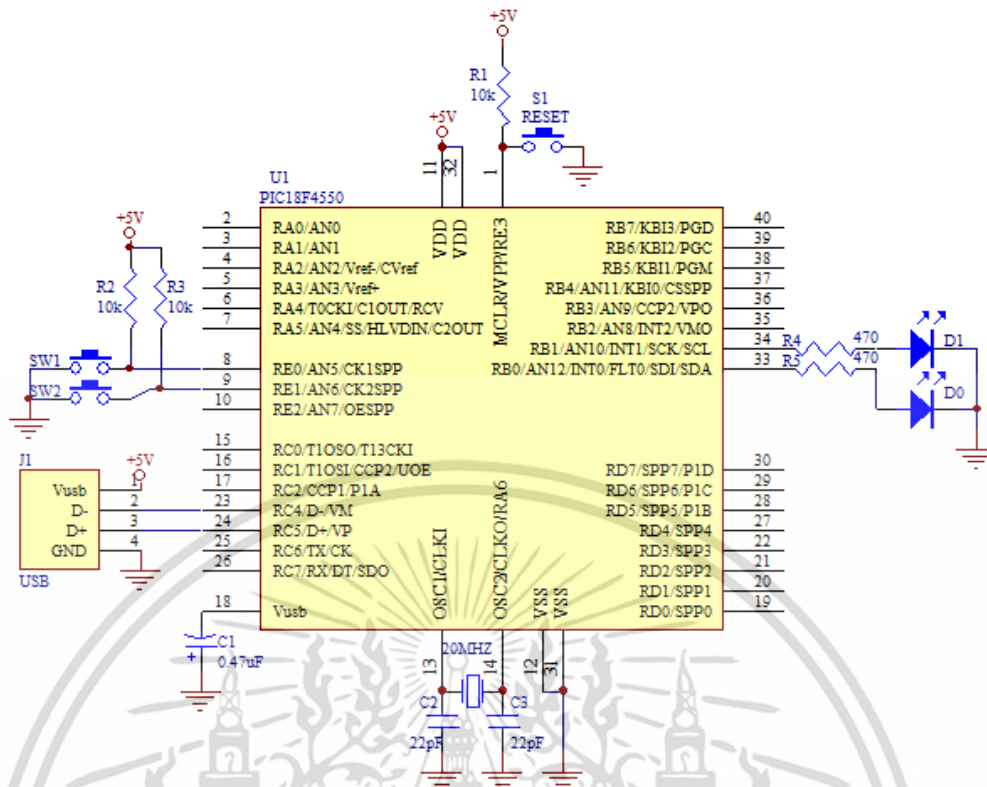
ก่อนการใช้งานพอร์ตทำหน้าที่อินพุตหรือเอาต์พุต จะต้องกำหนดทิศทางของพอร์ตก่อนด้วยฟังก์ชัน `set_tris_X()` โดยฟังก์ชันนี้จะทำหน้าที่ไปกำหนดค่าให้กับรีจิสเตอร์ `TRISx` เพื่อกำหนดหน้าที่พอร์ตอินพุต หรือเอาต์พุต และหากขาพอร์ตนั้นมีคุณสมบัติเริ่มต้นเป็นอินพุตอนาล็อก (ADC) หากต้องการใช้งานเป็นอินพุตดิจิตอลจะต้องปิดคุณสมบัติ ADC ก่อนด้วยฟังก์ชัน `SETUP_ADC(ADC_OFF)` เพื่อให้ขาพอร์ตเป็นอินพุตดิจิตอล

### เครื่องมือและอุปกรณ์การทดลอง

1. บอร์ดทดลองที่ประกอบด้วย
  - วงจรควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550
  - วงจรโปรแกรมเมอร์ (PIC Programmer)
  - วงจรสวิตช์อินพุตแบบกดติดปล่อยดับ
  - วงจรแสดงผล LED
  - วงจรสวิตช์อินพุต (Tact Switch)
2. คอมพิวเตอร์ที่ติดตั้งโปรแกรม Visual C# และโปรแกรม CCS C Compiler
3. สาย USB เชื่อมต่อระหว่างคอมพิวเตอร์กับบอร์ดทดลอง

### วงจรการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.3 การเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์ผ่านพอร์ต USB กับไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550  
รับค่าจากสวิตช์ และควบคุมการแสดงผล LED

### ลำดับขั้นตอนการทดลอง

การทดลองนี้จะเป็นรับและส่งค่า ประกอบด้วยการส่งค่าจากสวิตช์ ที่อุปกรณ์ที่เรากด ไปแสดงสถานะการทำงานที่โปรแกรม Visual C# และการสั่งงานจาก Visual C# ไปสั่งเปิด/ปิดการทำงานของ LED

1. เขียนโปรแกรมด้วย CCS C Compiler ส่วนของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550
  - 1.1 สร้างโปรแกรมซอร์สไฟล์ใหม่ คลิกที่ File > New > Source File
  - 1.2 เขียนโค้ดโปรแกรมในส่วนของ PIC18F4550

```
#include <18F4550.h>
#fuses HSPLL,NOWDT,NOPROTECT,NOLVP,USBDIV,PLL5,CPUDIV1,VREGEN
#use delay(clock = 48000000)
#include <usb_cdc.h>
#byte PE=getenv("SFR:PORTE") //set input PORTE
#byte LB=getenv("SFR:LATB") //set output
#bit S1=PE.0 //Input Switch check
#bit S2=PE.1
#bit LED1 = LB.0 //Output LED
#bit LED2 = LB.1
void main(){
```

```

char c;
int delay=0;
set_tris_e(0xFF); // ALL Port E input
set_tris_b(0x00); // ALL port B output
delay_ms(500);
usb_cdc_init();
usb_init();
PE=0xFF; //switch active 0
LB=0x00; //LED
while (true){
if(usb_enumerated()){
//LED State
if(usb_cdc_kbhit()){
c=usb_cdc_getc();
if(c=='R'){ LED1= !LED1; }
if(c=='G'){ LED2= !LED2; } }
//Switch State
if(S1==0){ printf(usb_cdc_putc, "SW1\n"); delay_ms(10);
}else{printf(usb_cdc_putc, ""); delay_ms(10); }
if(S2==0){ printf(usb_cdc_putc, "SW2\n"); delay_ms(10);
}else{printf(usb_cdc_putc, ""); delay_ms(10); }
delay_ms(10); }
} //end while
} //end main

```

1.3 หลังจากเขียนโค้ดแล้ว ให้ทำการ Compile เพื่อให้ได้ไฟล์ .hex นำไปเขียนลงใน PIC18F4550 ในขั้นตอนต่อไป

1.4 ต่อดวงจรการทดลองตามภาพที่ 2.3

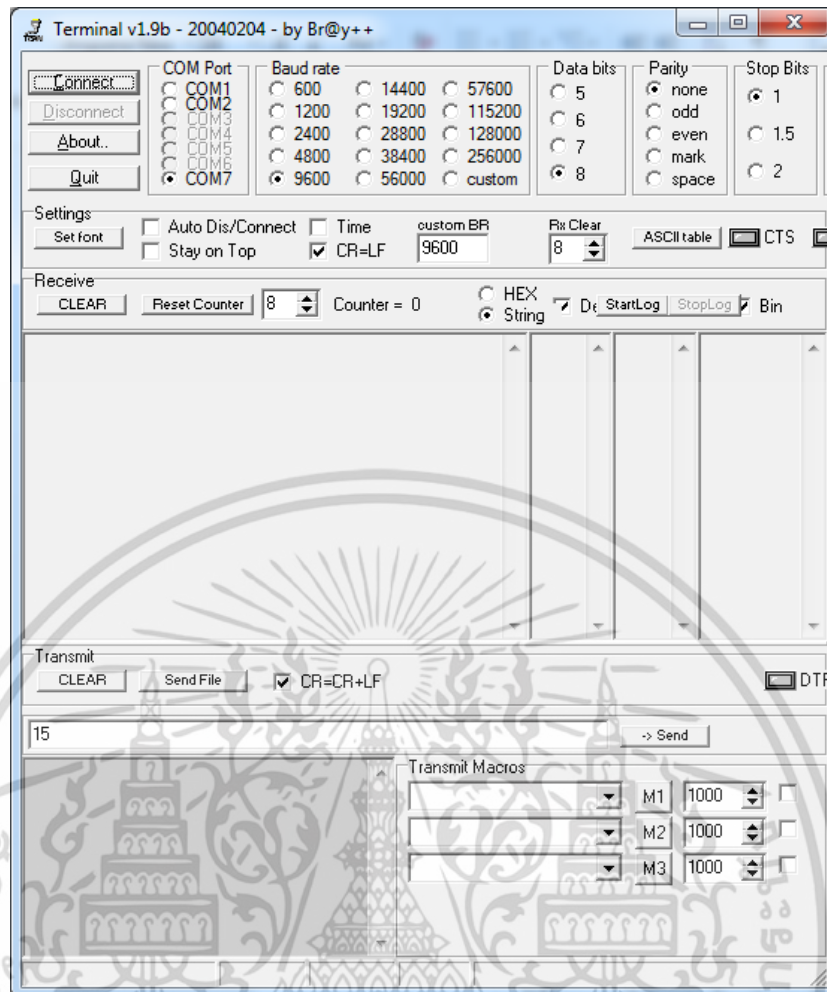
1.5 ทำการโปรแกรม .hex ไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550

1.6 เข้าไปตรวจสอบ COM Ports ที่ Device Manager > Ports (COM & LPT) บันทึกรูป

..... 1.7 เปิดโปรแกรม Hyper Terminal เลือก COM Ports และ Baud Rate แล้วกดปุ่ม Connect

พิมพ์อักษร “R” ที่ช่อง Transmit แล้วกด Send

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



สังเกตผลการทำงานที่ LED 1 ติดหรือดับ แล้วบันทึกผลการทดลอง

.....

..... ให้กดสวิทช์อินพุตที่บอร์ดทดลอง จากนั้นสังเกตผลที่ช่อง Receive แล้วบันทึกผลการทดลอง

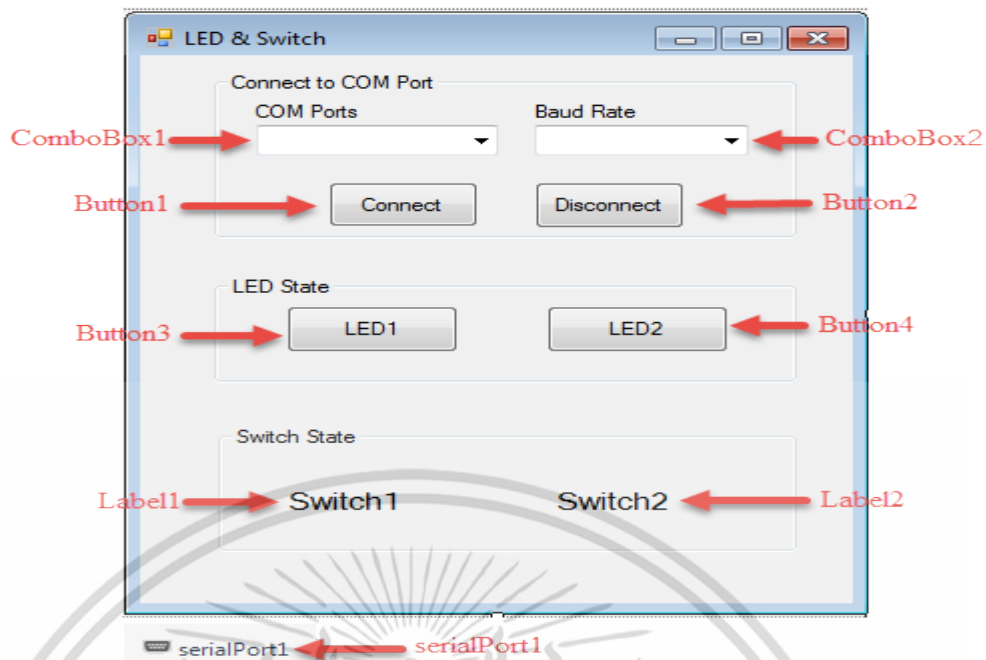
.....

.....

2. เขียนโปรแกรมด้วย Visual C# ในส่วนเชื่อมต่อกับผู้ใช้งาน

2.1 ให้ออกแบบโปรแกรมโดยนำคอนโทรลต่างๆ มาวางบนฟอร์ม ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



## 2.2 กำหนดคุณสมบัติต่างๆ ดังนี้

คอนโทรล	คุณสมบัติ	ค่าที่กำหนด
ComboBox1	Name	cmbCOMPORT
ComboBox2	Name	cmbBAUDRATE
	Items	4800 ,9600 ,19200 ,38400 ,115200
TextBox1	Name	txtBOX1
	Multiline	True
Button1	Name	btnCONNECT
	Text	Connect
Button2	Name	btnDISCONNECT
	Text	Disconnect
Button3	Name	btnLED1
	Text	LED1
Button4	Name	btnLED2
	Text	LED2
Label1	Name	lblSW1
	Text	SW1
Label2	Name	lblSW2
	Text	SW2
serialPort1	Name	serialPort1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 จากนั้นเขียนโค้ดโปรแกรม Visual C# ทั้งหมด ตามต่อไปนี้

2.3.1 เรียกใช้งาน Serial Port โดยพิมพ์คำสั่งนี้เข้าไป

```
using System.IO.Ports;
```

2.3.2 ประกาศตัวแปรภายนอก

```
//variable Global
```

```
String RxStr;
```

```
Boolean LED1_ON;
```

```
Boolean LED2_ON;
```

2.3.3 เขียนคำสั่งที่ Form1\_Load

```
private void Form1_Load(object sender,EventArgs e){
    String[] name = SerialPort.GetPortNames(); //เรียกพอร์ต
    if(name.Length > 0){
        for(int i = 0; i<name.Length; i++){ //Length จำนวนของข้อมูล
            cmbCOMPORT.Items.Add(name[i]); }
        cmbCOMPORT.SelectedIndex = 0; //เอามาโชว์
        cmbBAUDRATE.SelectedIndex = 1; //index0=4800 ,index1=9600
        serialPort1.PortName = cmbCOMPORT.Text; //เอาค่ามาใส่ใน portname
        serialPort1.BaudRate = int.Parse(cmbBAUDRATE.Text); //แปลงเป็น int
        btnCONNECT.Enabled = true;
        btnDISCONNECT.Enabled = false;
    }else{
        MessageBox.Show("No PORT", "Warning"); }}
```

2.3.4 เขียนคำสั่งที่ Form1\_FormClosing

```
private void Form1_FormClosing(object sender,FormClosingEventArgs e){
    if(serialPort1.IsOpen) serialPort1.Close();}
```

2.3.5 เขียนคำสั่งที่ปุ่ม CONNECT

```
private void btnCONNECT_Click(object sender,EventArgs e){
    if(!serialPort1.IsOpen){ //ไม่เปิดหรือไม่
        serialPort1.Open();
        btnDISCONNECT.Enabled = true;
        btnCONNECT.Enabled = false;}}
```

2.3.6 เขียนคำสั่งที่ปุ่ม DISCONNECT

```
private void btnDISCONNECT_Click(object sender,EventArgs e){
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
serialPort1.Close();
btnDISCONNECT.Enabled = false;
btnCONNECT.Enabled = true; }
```

### 2.3.7 เขียนคำสั่งที่ Combo Box ของ COMPORT

```
private void cmbCOMPORT_SelectedIndexChanged(object sender, EventArgs e){
    serialPort1.PortName = cmbCOMPORT.Text;}
```

### 2.3.8 เขียนคำสั่งที่ serialPort1

```
private void serialPort1_DataReceived(object sender, SerialDataReceivedEventArgs e){
    RxStr = serialPort1.ReadLine();
    this.Invoke(new EventHandler(display)); //เขียน diligate}
```

### 2.3.9 เขียนฟังก์ชัน display

```
private void display(object sender, EventArgs e){
    String check = RxStr;
    if(check == "SW1"){
        lblSW1.Text = "Switch 1 Press"; } }
```

### 2.3.10 เขียนคำสั่งที่ปุ่มสั่งงาน LED1

```
private void btnLED1_Click(object sender, EventArgs e){
    if(serialPort1.IsOpen){
        char[] buf = new char[1]; //มี 1 byte อาจทีละ 10 ได้
        buf[0] = 'R';
        serialPort1.Write(buf, 0, 1); //0 =เริ่ม 1 =มาจากchar
        LED1_ON = !LED1_ON;
        if (LED1_ON){
            btnLED1.Text="ON";
        }else{
            btnLED1.Text = "OFF"; }
    }else{
        MessageBox.Show("ผิดพลาด", "Warning");}}
```

### 2.4 ทำการ RUN โปรแกรม Visual C#

### 2.5 เลือก COM Ports และเลือก Baud Rate ที่ต้องการ

### 2.6 คลิกที่ปุ่ม Connect สั่งเกิดการทดลอง แล้วบันทึกผล

### 2.7 กดปุ่ม LED1 สั่งเกิดการทดลองที่วงจรแสดงผล LED ที่บอร์ดทดลอง แล้วบันทึกผลการทดลอง

2.8 ให้เพิ่มปุ่มสั่งงาน LED2 เข้าไปแล้วเขียนควบคุมหลอด LED2 ทดสอบแล้วจดโค้ดลงในกรอบด้านล่าง

2.9 กดปุ่ม สวิตช์อินพุตที่บอร์ดทดลอง แล้วสังเกตการทำงานของโปรแกรมที่ Label แล้วบันทึกผลการทดลอง

.....

.....

2.10 ให้เพิ่มคำสั่งตรวจสอบสวิตช์ SW2 เข้าไปในฟังก์ชัน Display ทดสอบแล้วเขียนโค้ดลงในกรอบด้านล่าง

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

คำถามท้ายการทดลอง

1. ให้ออกแบบปุ่มกดควบคุม LED โปรแกรมด้วย Visual C# จำนวน 8 ดวง และเขียนโปรแกรม CCS C Compiler ควบคุมการทำงานแต่ละดวง
2. ให้เขียนโปรแกรม Visual C# ตัดคำจากการกดสวิตช์ ให้เหลือ 1 อักขระ เช่น จากเดิมระบุคำว่า “SW1” หลังจากกดสวิตช์ ให้แสดงคำว่า “S”
3. ให้เขียนโปรแกรมรับค่าการกดสวิตช์ ไปควบคุมการแสดงผล LED จำนวน 8 ดวง และแสดงสถานะ LED ที่หน้าจอโปรแกรมของ Visual C#

### แบบทดสอบท้ายการทดลอง

**คำชี้แจง :** ข้อสอบมีทั้งหมด 10 ข้อ ให้เลือกข้อที่ถูกที่สุด และให้ใช้เวลาในการทำ 20 นาที

- คำสั่งใดของ CCS C Compiler ที่ใช้ในการรับค่ามาจากการกดปุ่มคีย์บอร์ดจากคอมพิวเตอร์
 

ก. usb_cdc_getc()	ข. output_toggle()
ค. usb_init()	ง. output_b();
- คำสั่ง output\_toggle() ของ CCS C Compiler ใช้ในการทำอะไร
 

ก. แสดงผลแบบกลับค่าการทำงาน	ข. รับค่า
ค. คำนวณ	ง. จบการทำงาน
- คำสั่งใดของ Visual C# ที่ใช้ในการส่งค่าไปแสดงที่ LED
 

ก. SerialPort1.Write(buff, 0 , Value);	ข. serialPort1.ReadExisting();
ค. usb_cdc_kbhit();	ง. output_toggle()
- คำสั่งใดของ Visual C# ที่ใช้ในการรับค่ามาจากสวิตช์ มาแสดงผล
 

ก. SerialPort1.Write(buff, 0 , Value);	ข. serialPort1.ReadExisting();
ค. usb_cdc_kbhit();	ง. output_toggle()
- คำสั่งใดของ Visual C# ที่ใช้ในการตรวจสอบการกดปุ่มคีย์บอร์ดจากคอมพิวเตอร์
 

ก. SerialPort1.Write(buff, 0 , Value);	ข. serialPort1.ReadExisting();
ค. usb_cdc_kbhit();	ง. output_toggle()
- คำสั่ง output\_b(0x00); คือคำสั่งอะไร
 

ก. ส่งค่า 0 ไปยังพอร์ต B	ข. เซตค่าเริ่มต้นให้พอร์ต B เป็นอินพุต
ค. รับค่ามายังพอร์ต B เพื่อประมวลผล	ง. ส่งค่า 1 ไปยังพอร์ต B
- ในการรับค่าจากสวิตช์ นิยมใช้การรับค่าใดเข้ามาตรวจสอบ
 

ก. ค่า 0	ข. ค่า 1
ค. ค่าตัวอักษร	ง. ค่าเลขฐานสิบ
- ในการส่งค่าไปแสดงผลไปยัง LED นิยมส่งค่าใดออกไปควบคุม
 

ก. ค่า 0	ข. ค่า 1
ค. ค่าตัวอักษร	ง. ค่าเลขฐานสิบ
- คำสั่งใดของ Visual C# ที่ใช้ในการตัดค่าของค่าในตัวแปร
 

ก. int.Parse(adc)	ข. Substring(0, 1)
ค. Length	ง. Write
- คำสั่งใดของ Visual C# ที่ใช้ในการหาความยาวของค่าในตัวแปร
 

ก. int.Parse(adc)	ข. Substring(0, 1)
ค. Length	ง. Write

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ฅ.1 แผนการจัดอบรมเรื่อง การเรียนรู้การพัฒนาแอปพลิเคชัน วิชาล ซีชาร์ป เพื่อ  
เชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550

หัวข้อ	เวลา	วันที่/เวลา	วิธีการ
1. ความรู้เกี่ยวกับ Visual C#	4 ชม.	10 มี.ค. 2558 (8.30-12.30 น.)	บรรยาย และ ปฏิบัติ
2. ความรู้เกี่ยวกับ PIC18F4550	3 ชม.	10 มี.ค. 2558 (13.00-16.00 น.)	บรรยาย
3. สาธิตการใช้โปรแกรม CCS C Compiler , PICkit2 กับบอร์ดทดลอง	3 ชม.	11 มี.ค. 2558 (9.00-12.00 น.)	สาธิต และ ปฏิบัติ
4. สาธิตตัวอย่างการปฏิบัติการเขียนโปรแกรม Visual C# เชื่อมต่อ PIC18F4550	3 ชม.	11 มี.ค. 2558 (13.00-16.00 น.)	สาธิต และปฏิบัติ
5. ฝึกปฏิบัติตามใบงานการทดลอง		12-13 มี.ค. 2558	ปฏิบัติ
<b>ใบงานที่ 1</b> การพัฒนาแอปพลิเคชัน วิชาล ซี ชาร์ป เพื่อเชื่อมต่อ ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550 จำลองพอร์ต USB เป็น USART	2 ชม.	12 มี.ค. 2558 (8.30-10.30 น.)	ปฏิบัติและทดสอบ
<b>ใบงานที่ 2</b> การพัฒนาแอปพลิเคชัน วิชาล ซี ชาร์ป เพื่อเชื่อมต่อ ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550 รับค่าจากสวิตซ์อินพุตและควบคุม การแสดงผล LED	2 ชม.	12 มี.ค. 2558 (10.30-12.30 น.)	ปฏิบัติและทดสอบ
<b>ใบงานที่ 3</b> การพัฒนาแอปพลิเคชันวิชาล ซี ชาร์ป เพื่อเชื่อมต่อ ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550 ควบคุมการทำงานมอเตอร์ไฟฟ้า กระแสตรง	2 ชม.	12 มี.ค. 2558 (13.00-15.00 น.)	ปฏิบัติและทดสอบ
<b>ใบงานที่ 4</b> การพัฒนาแอปพลิเคชันวิชาล ซี ชาร์ป เพื่อเชื่อมต่อ ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550 ควบคุมการแสดงผลตัวเลข 7 ส่วน	2 ชม.	12 มี.ค. 2558 (15.00-17.00 น.)	ปฏิบัติและทดสอบ
<b>ใบงานที่ 5</b> การพัฒนาแอปพลิเคชันวิชาล ซี ชาร์ป เพื่อเชื่อมต่อ ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550 ควบคุมการแสดงผล LCD	2 ชม.	13 มี.ค. 2558 (8.30-10.30 น.)	ปฏิบัติและทดสอบ
<b>ใบงานที่ 6</b> การพัฒนาแอปพลิเคชันวิชาล ซี ชาร์ป เพื่อเชื่อมต่อ ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550 รับค่าการแปลงสัญญาณนอก เป็นดิจิทัลด้วยโพเทนชิโอมิเตอร์	2 ชม.	13 มี.ค. 2558 (10.30-12.30 น.)	ปฏิบัติและทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ประวัติผู้เขียน

ชื่อ -นามสกุล	นายสมเกียรติ ใจดี
วัน เดือน ปี เกิด	2 พฤศจิกายน 2519
สถานที่เกิด	จ. ศรีสะเกษ
ที่อยู่ปัจจุบัน	486/25 ถ.เพชรเกษม 69 แขวงหนองแขม เขตหนองแขม กรุงเทพฯ 10160
สถานที่ทำงาน	วิทยาลัยเทคโนโลยีสยามธุรกิจ ในพระอุปถัมภ์ จ. กรุงเทพมหานคร
ตำแหน่ง	อาจารย์สาขาวิชาคอมพิวเตอร์
ประวัติการศึกษา	- ปีการศึกษา 2542 สำเร็จการศึกษา อนุปริญญาวิทยาศาสตร์ (อว.ท.) สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์ สถาบันราชภัฏสวนสุนันทา - ปีการศึกษา 2544 สำเร็จการศึกษา วิทยาศาสตร์บัณฑิต (วท.บ.) สาขาวิชาเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์ สถาบันราชภัฏจันทรเกษม - ปีการศึกษา 2551 สำเร็จการศึกษา ครุศาสตรอุตสาหกรรมมหาบัณฑิต (ค.อ.ม.) สาขาวิชาหลักสูตรและการสอนอาชีวศึกษา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง - ปีการศึกษา 2557 สำเร็จการศึกษา ครุศาสตรอุตสาหกรรมมหาบัณฑิต (ค.อ.ม.) สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้