

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การทดลองปฏิบัติการการเลียนแบบการทำงานไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877A

ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

LABORATORY OF PIC16F877A MICROCONTROLLER SIMULATION  
USING COMPUTER PROGRAM



T125728



อภินันท์ สุขสัมพันธ์

APINUN SUKSAMPHAN

กพ.  
0257ก  
2555

ทำ id

เลขหมู่.....  
เลขทะเบียน.....125728  
รับ, เดือน, ปี...30 ก.ค. 2556

b. 12519889  
i. ....

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ.2555

KMITL - 2012 - ED - M - 231 - 063

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LABORATORY OF PIC16F877A MICROCONTROLLER SIMULATION  
USING COMPUTER PROGRAM



A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT  
OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF  
MASTER OF SCIENCE IN INDUSTRIAL EDUCATION  
IN ELECTRICAL COMMUNICATIONS ENGINEERING  
FACULTY OF INDUSTRIAL EDUCATION  
KING MONGKUT S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG  
2012

KMITL - 2012 - ED - M - 231 - 063

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



COPYRIGHT 2012

FACULTY OF INDUSTRIAL EDUCATION

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์

การทดลองปฏิบัติการการเลียนแบบการทำงาน  
ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877A ด้วยโปรแกรม  
คอมพิวเตอรื

นักศึกษา

นายอภินันท์ สุขสัมพันธ์

รหัสนักศึกษา

50063514

ปริญญา

ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต

สาขาวิชา

วิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร

พ.ศ.

2555

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

รองศาสตราจารย์ ดร.วิสุทธิ์ สุนทรกนกพงศ์

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

รองศาสตราจารย์ พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์

### บทคัดย่อ

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพ การทดลองปฏิบัติการการเลียนแบบการทำงานไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877A ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอรื กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงชั้นปีที่ 2 จำนวน 30 คน วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัส 3105- 2014 แผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ปวส. สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษาวิทยาลัยเทคนิคนครสวรรค์ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย ใบงานปฏิบัติการจำนวน 6 ใบงาน ใบงานรวม 1 ใบงาน แบบประเมินคุณภาพและแบบประเมินการปฏิบัติ

ผลจากการวิจัยพบว่า คะแนนที่ได้จากการทำใบงานกระบวนการทดลองทั้ง 6 ใบงาน มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 86.37 และจากใบงานรวมมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 81.22 ซึ่งเป็นไปตามสมมุติฐานที่ตั้งไว้ ดังนั้นใบงานการทดลองปฏิบัติการการเลียนแบบการทำงานไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877A ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอรื จึงมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 ตามที่กำหนด

Thesis Title	Laboratory of PIC16F877A Microcontroller Simulation Using Computer Program
Student	Mr. Apinun suksamphan
Student ID.	50063514
Program	Electrical Communications, Engineering
Year	2012
Thesis Advisor	Assoc.Prof.Dr. Wisuit Sunthonkanokpong
Thesis Co Advisor	Assoc.Prof. Peerawut Suwanjan

## ABSTRACT

The objectives of this research were to develop and find the efficiency of laboratory sheets on Laboratory of PIC16F877A Microcontroller Simulation Using Computer Program for microcontroller diploma student higher vocational certificate. The sample group of this research consisted of 30 electronics diploma students at Nakhonsawan Technical College. The instrument were 6 laboratory sheets, a whole laboratory sheet, a performance evaluation form, and a quality evaluation form.

The result of this research revealed that the average scores of 6 lab sheet were 86.37 while the one of the whole lab sheet were 81.22. The efficiency of lab sheet on experimentation on process of PIC16F877A microcontroller through computer program simulation would be 86.37/81.22 or in congruence with specified criteria that E1/E2 was 80/80.

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จได้ด้วยความอนุเคราะห์จาก รศ.ดร.วิสุทธิ สุนทรกนกพงศ์ อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ และ รศ. พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์ อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำให้ความช่วยเหลือ ให้กำลังใจ ช่วยตรวจสอบและแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ตลอดจนปรับปรุงข้อบกพร่องต่างๆ จนวิทยานิพนธ์สำเร็จได้อย่างสมบูรณ์ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาและขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ ผศ.ประเสริฐ เคนพันธ์ ผศ.ณัฐวุฒิ พานิชเจริญ อาจารย์จิรยุทธ กฤษรัตนศักดิ์ อาจารย์สมาลี อยู่รุ่งเรือง อาจารย์สุทธิรักษ์ ขำหาญ ผู้ทรงคุณวุฒิที่ได้กรุณาให้ความช่วยเหลือ ให้คำแนะนำ ตรวจสอบ แก้ไขและปรับปรุงเครื่องมือในการวิจัยให้มีคุณภาพสูงสุด

ขอขอบพระคุณคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ทุกท่าน ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำ ตรวจสอบ แก้ไขและปรับปรุงข้อบกพร่องต่างๆ ของวิทยานิพนธ์ให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณรองผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคนครสวรรค์ ที่ได้อนุเคราะห์และอำนวยความสะดวกในการเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัยเป็นอย่างดี

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ทุกท่านที่ได้ให้ความรู้ และคำแนะนำต่างๆ ในการสร้างเครื่องมือและการวิจัยในครั้งนี้

ขอขอบพระคุณ คุณพ่อ และคุณแม่ ผู้เป็นที่เคารพรักยิ่ง รวมทั้งครอบครัวทุกคนที่ได้ให้ความรัก ให้กำลังใจ ให้การสนับสนุน และช่วยเหลือทุกด้านตลอดมา

ขอขอบพระคุณ เพื่อนๆ นักศึกษาทุกคน และบุคคลที่ผู้วิจัยไม่ได้กล่าวไว้ในนี้ ที่ช่วยเหลือให้คำแนะนำต่าง และเป็นกำลังใจแก่ผู้วิจัยมาโดยตลอด

คุณค่าและประโยชน์ใดๆ ที่เป็นผลมาจากวิทยานิพนธ์นี้ ผู้วิจัยขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

อภิรักษ์ สุขสัมพันธ์

# สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	VI
สารบัญภาพ.....	VII
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย.....	2
1.3 สมมุติฐานการวิจัย.....	2
1.4 กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	2
1.5 ขอบเขตของการวิจัย.....	2
1.6 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย.....	3
บทที่ 2 เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	5
2.1 หลักสูตรรายวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์.....	5
2.2 สถานการณ์จำลองและโปรแกรมจำลองสถานการณ์.....	8
2.3 การวัดและการประเมินผล.....	17
2.4 กรอบแนวคิดในการสร้างงานวิจัย.....	26
2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	29
บทที่ 3 วิธีดำเนินงานวิจัย.....	31
3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	31
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	31
3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	48
3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล.....	49
3.5 สถิติที่ใช้ในการวิจัย.....	49

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	44
4.1 ผลการวิเคราะห์คุณภาพของใบงานการทดลองด้านรูปแบบ.....	44
4.2 ผลการวิเคราะห์คุณภาพของใบงานการทดลองด้านเนื้อหา.....	45
4.3 ผลการหาประสิทธิภาพของใบงานการทดลอง.....	46
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ.....	47
5.1 สรุปผลการวิจัย.....	47
5.2 อภิปรายผล.....	49
5.3 ข้อเสนอแนะ.....	50
บรรณานุกรม.....	51
ภาคผนวก.....	55
ภาคผนวก ก หนังสือราชการประกอบการดำเนินงานวิจัย.....	56
ภาคผนวก ข รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ.....	64
ภาคผนวก ค แบบประเมินคุณภาพ.....	66
ภาคผนวก ง ตัวอย่างใบงานจำนวน 6 ใบงาน.....	69
ภาคผนวก จ การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ.....	154
ภาคผนวก ฉ ใบงานรวม.....	177
ภาคผนวก ช คู่มือการใช้งานโปรแกรม Proteus 7.....	200
ประวัติผู้เขียน.....	212

# สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
3.1 เกณฑ์การตีความหมายของการแสดงความคิดเห็น.....	39
4.1 ผลการวิเคราะห์คุณภาพของใบงานการปฏิบัติการ.....	44
4.2 การวิเคราะห์คุณภาพของใบงานการทดลองการปฏิบัติการ.....	45
4.3 ผลการวิเคราะห์หาค่าประสิทธิภาพของใบงานการทดลอง.....	46



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1	โครงสร้างการจำลองสถานการณ์.....9
2.2	แบบการจำลองสถานการณ์เป็นชั้น.....12
3.1	ขั้นตอนการสร้างใบงานการทดลองการเลียนแบบ.....33 การทำงานไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877A ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์
3.2	ขั้นตอนการสร้างใบงานรวมจำนวน 1 ใบงาน.....35
3.3	ขั้นตอนการสร้างแบบประเมินการปฏิบัติ.....37
3.4	แสดงการสร้างแบบประเมินคุณภาพ.....40



# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันเทคโนโลยีการศึกษาด้านคอมพิวเตอร์ได้เข้ามาช่วยให้ผู้เรียนบรรลุวัตถุประสงค์ประสพผลสำเร็จในการเรียนรู้ โดยในปัจจุบันได้มีการเอาโปรแกรมคอมพิวเตอร์มาใช้ในการศึกษากันอย่างแพร่หลาย โปรแกรมคอมพิวเตอร์ โดยเฉพาะโปรแกรมสำเร็จรูปที่เป็นโปรแกรมจำลองสถานการณ์ เป็นสื่อการเรียนการสอนทางคอมพิวเตอร์รูปแบบหนึ่งที่สามารถนำเสนอการจำลองสถานการณ์วงจรไฟฟ้าวงจรอิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ ได้ใกล้เคียงกับการปฏิบัติจริงมากที่สุดซึ่งเป็นการทดลองปฏิบัติเสมือนการทดลองปฏิบัติจริงที่มีประสิทธิภาพ การนำเทคโนโลยีการเรียนการสอนใหม่ๆ เข้ามาในการจัดการเรียนการสอนโดยเฉพาะอย่างยิ่งการนำโปรแกรมซอฟต์แวร์จำลองสถานการณ์นำมาใช้ประกอบการเรียนในภาคปฏิบัติหรือนำมาใช้แทนชุดฝึกทดลองจริง ซึ่งในปัจจุบันนี้โปรแกรมซอฟต์แวร์จำลองสถานการณ์มีหลายโปรแกรมให้ได้เลือกใช้งาน โปรแกรมซอฟต์แวร์แต่ละชนิดก็จะเหมาะสมกับงานที่จะนำมาจำลองการทำงานแตกต่างกันไป ขึ้นอยู่กับการนำไปใช้งานของอาจารย์ผู้สอนว่าให้มีความเหมาะสมกับรายวิชานั้นๆ

รายวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัส 3105 - 2014 ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง มีการเรียนในภาคปฏิบัติโดยทำการทดลองใบงานบนชุดฝึกทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ การฝึกภาคปฏิบัติ ทดลองใบงานเป็นการฝึกทักษะที่ได้จากการเรียนในภาคทฤษฎีนำมาปฏิบัติทดลอง ซึ่ง ณ ปัจจุบันนี้พบปัญหาว่าชุดฝึกดังกล่าวบางส่วนชำรุดซึ่งเกิดจากการฝึกทดลองขณะนักศึกษาทำการทดลอง เช่น เกิดจากการที่นักศึกษาติดตั้งอุปกรณ์ไม่ถูกต้องตามขั้นตอนการทดลองหรือเกิดจากการเดินสายไฟในการทดลองระหว่างไอซีหรืออุปกรณ์ต่างๆในขณะที่ทำการทดลองไม่ถูกต้อง ซึ่งเกิดจากการขาดความระมัดระวังของนักศึกษาเอง จึงทำชุดฝึกบางส่วนชำรุดเสียหายไม่เพียงพอต่อการใช้ฝึกทดลอง และเป็นการลดค่าใช้จ่ายในการจัดซื้อวัสดุอุปกรณ์ในการฝึกทดลอง จึงนำโปรแกรมจำลองสถานการณ์ Proteus มาใช้ทดลองใบงานภาคปฏิบัติในวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งในการทดลองบางใบงานไม่สะดวกในการจัดหาอุปกรณ์มาใช้ปฏิบัติและอาจเสี่ยงต่ออันตรายได้

จากเหตุผลดังกล่าว ผู้วิจัยจึงประสงค์จะทำการสร้าง การทดลองปฏิบัติการการเลียนแบบการทำงานไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877A ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ขึ้นมาเพื่อใช้ในการทดลองของนักศึกษา โดยการทดลองปฏิบัติการการเลียนแบบการทำงานไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877A ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์นี้ เน้นให้นักศึกษาฝึกความสามารถจากการปฏิบัติเพื่อให้เกิดทักษะ โดยใช้โปรแกรมจำลองสถานการณ์ซึ่งมีการจำลองสถานการณ์เหมือนการปฏิบัติงานจริงงานวิจัยนี้จะแสดงเนื้อหาใบงานการทดลองและขั้นตอนการปฏิบัติงานการใช้โปรแกรมจำลองสถานการณ์และวิธีการทดลองใบงานบนโปรแกรมจำลองสถานการณ์ของแต่ละใบงานการทดลอง

## 1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย

1.2.1 เพื่อสร้างใบงานการทดลองปฏิบัติการการเลียนแบบการทำงานไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877A ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ที่มีคุณภาพ

1.2.2 เพื่อหาประสิทธิภาพของใบงาน การทดลองปฏิบัติการการเลียนแบบการทำงานไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877A ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

## 1.3 สมมุติฐานการวิจัย

1.3.1 คุณภาพของใบงานการทดลองปฏิบัติการการเลียนแบบการทำงานไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877A ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ อยู่ในระดับดีขึ้นไป ( $\bar{x} \geq 3.5$ )

1.3.2 ประสิทธิภาพของใบงานการทดลองปฏิบัติการการเลียนแบบการทำงานไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877A ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ มีค่าประสิทธิภาพตามเกณฑ์  $E1/E2 = 80/80$

## 1.4 กรอบแนวคิดในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเพื่อสร้างใบงานการทดลองปฏิบัติการการเลียนแบบการทำงานไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877A ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) พุทธศักราช 2546 ของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา โดยงานวิจัยนี้ได้นำแนวคิดของ โรเบิร์ต กาเย่ (Robert Gagné) 9 ประการ (ไชยยศ เรืองสุวรรณ 2533:66) มาใช้ประกอบการพิจารณาในการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เพื่อได้บทเรียนที่เกิดจากการออกแบบในลักษณะการเรียนการสอนจริง โดยยึดหลักการนำเสนอเนื้อหาและจัดกิจกรรมการเรียนรู้จากการมีปฏิสัมพันธ์ หลักการสอนทั้ง 9 ประการได้แก่

- 1.4.1 การเรียกความสนใจ (Gain Attention)
- 1.4.2 บอกวัตถุประสงค์ (Specify Objective)
- 1.4.3 ทบทวนความรู้เดิม (Activate Prior Knowledge)
- 1.4.4 นำเสนอเนื้อหาใหม่ (Present New Information)
- 1.4.5 ชี้แนะแนวทางการเรียนรู้ (Guide Learning)
- 1.4.6 กระตุ้นการตอบสนองบทเรียน (Elicit Response)
- 1.4.7 ให้ข้อมูลย้อนกลับ (Provide Feedback)
- 1.4.8 ทดสอบความรู้ใหม่ (Assess Performance)
- 1.4.9 สรุปและนำไปใช้ (Review and Transfer)

## 1.5 ขอบเขตของการวิจัย

1.5.1 ประชากร คือ นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 2 สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคนครสวรรค์ ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ ปีการศึกษา 2553 จำนวน 108 คน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5.2 กลุ่มตัวอย่าง คือ นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 2 สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคนครสวรรค์ ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ ปีการศึกษา 2553 จำนวน 30 คน

1.5.3 การวิจัยนี้ใช้เนื้อหาในใบงานการทดลองวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัส 3105 - 2014 ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง โดยมีขอบเขตเนื้อหาใบงานนี้ 6 ใบงาน ตั้งแต่ใบงานที่ 7 ถึงใบงานที่ 12 ซึ่งวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์แบ่งใบงานการทดลองทั้งหมด 12 ใบงานดังนี้

1.5.3.1 ใบงานที่ 1 เรื่องการเขียนโปรแกรมติดต่อกับ Input – Output พื้นฐาน

1.5.3.2 ใบงานที่ 2 เรื่องการเขียนโปรแกรมเพื่อให้เห็นผลเอาต์พุตเดี่ยว LED

1.5.3.3 ใบงานที่ 3 เรื่องการเขียนโปรแกรมควบคุม LED ด้วยสวิตช์

1.5.3.4 ใบงานที่ 4 เรื่องโปรแกรมไฟกระพริบแอลอีดีและการรับสัญญาณจากสวิตช์

1.5.3.5 ใบงานที่ 5 เรื่องโปรแกรมอ่านค่าจากเซนเซอร์แสง

1.5.3.6 ใบงานที่ 6 เรื่องโปรแกรมแสดงผลแบบตัวเลข 7 – Segment

1.5.3.7 ใบงานที่ 7 เรื่องการเขียนโปรแกรมแสดงผลด้วยโมดูล LCD

1.5.3.8 ใบงานที่ 8 เรื่องการเขียนโปรแกรมแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิตอล

A/D 10บิต

1.5.3.9 ใบงานที่ 9 เรื่องการเขียนโปรแกรมอ่านค่าอุณหภูมิจากไอซี DS18B20

1.5.3.10 ใบงานที่ 10 เรื่องการเขียนโปรแกรมกำเนิดสัญญาณ PWM

1.5.3.11 ใบงานที่ 11 เรื่องการเขียนโปรแกรมควบคุมความเร็วมอเตอร์ดีซี

1.5.3.12 ใบงานที่ 12 เรื่องการเขียนโปรแกรมควบคุมสเต็ปมอเตอร์

## 1.6 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย

1.6.1 การทดลองปฏิบัติการการเลียนแบบการทำงานไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877A ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ หมายถึง ใบงานทดลองปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877A บนโปรแกรมคอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์ โดยใช้โปรแกรมจำลองสถานการณ์ทำการฝึกปฏิบัติ

1.6.2 โปรแกรมจำลองสถานการณ์ หมายถึง โปรแกรมสำเร็จรูป Proteus ซึ่งเป็นโปรแกรมช่วยในการทดลองเกี่ยวกับการจำลองสถานการณ์ทางดิจิตอลและไมโครคอนโทรลเลอร์

1.6.3 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คะแนนเฉลี่ยที่ได้จากนักศึกษาในกลุ่มตัวอย่างที่ทำใบงานจาก การทดลองปฏิบัติการการเลียนแบบการทำงานไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877A ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

1.6.4 คุณภาพ หมายถึง ผลการประเมินการทดลองปฏิบัติการการเลียนแบบการทำงานไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877A ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ โดยผู้ทรงคุณวุฒิ มีค่าเฉลี่ย 3.5 ขึ้นไป ( $\bar{x} \geq 3.5$ )

1.6.5 ประสิทธิภาพของใบงานการทดลองปฏิบัติการการเลียนแบบการทำงานไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877A ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ หมายถึง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภาคปฏิบัติของใบงานปฏิบัติการการทดลองปฏิบัติการการเลียนแบบการทำงานไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877A ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ วัดจากผลสัมฤทธิ์ของนักศึกษา

ซึ่งวัดจากความสามารถทางการเรียนภาคปฏิบัติจากใบงานปฏิบัติการทดลอง ซึ่งมีค่าตามเกณฑ์ที่กำหนด คือ  $E_1/E_2$  (80/80)

E1 ตัวแรก หมายถึง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คิดเป็นร้อยละของคะแนนเฉลี่ยจากค่าคะแนนเฉลี่ยที่นักศึกษาทำใบงานการทดลองปฏิบัติการการเลียนแบบการทำงานไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877A ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ทั้ง 6 ใบงานปฏิบัติการรวมกัน

E2 ตัวหลัง หมายถึง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คิดเป็นร้อยละของคะแนนเฉลี่ยจากค่าคะแนนเฉลี่ยที่นักศึกษาทำใบงานรวม 1 ใบงาน

1.6.6 ใบงาน หมายถึง ใบงานการทดลองปฏิบัติการการเลียนแบบการทำงานไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877A ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ จำนวน 6 ใบงาน

1.6.7 ใบงานรวม หมายถึง ใบงานปฏิบัติการหลังการทดลองครบทั้ง 6 ใบงาน

1.6.8 แบบบันทึกคะแนนการวัดภาคปฏิบัติ หมายถึง เอกสารที่ใช้ประกอบการบันทึกคะแนนในการฝึกภาคปฏิบัติทดลองใบงานโดยมีครูฝึกเป็นผู้ทำการวัด

1.6.9 ความสามารถทางการเรียน หมายถึง คะแนนที่ได้จากการทดสอบความสามารถในการฝึกภาคปฏิบัติทดลองใบงาน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยครั้งนี้เพื่อสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การทดลองปฏิบัติการการเลียนแบบการทำงานไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877A ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ในรายวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ พุทธศักราช 2546 มีเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้

- 2.1 หลักสูตรรายวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์
- 2.2 สถานการณ์จำลองและโปรแกรมจำลองสถานการณ์
- 2.3 การวัดการประเมินผลการหาคุณภาพและการหาประสิทธิภาพ
- 2.4 กรอบแนวคิดในการวิจัย
- 2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### 2.1 หลักสูตรรายวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์

วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัส 3105-2014 เป็นวิชาในหมวดวิชาชีพสาขาวิชา เวลาเรียน 3 คาบ จำนวน 2 หน่วยกิต สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ได้กำหนดจุดประสงค์รายวิชา มาตรฐานรายวิชาและคำอธิบายรายวิชาในรายวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัส 3105-2014 ไว้ดังนี้

##### 2.1.1 จุดประสงค์รายวิชา

2.2.2.1 เพื่อให้เข้าใจโครงสร้างและหลักการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ การใช้ชุดคำสั่ง การประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์กับงานอื่นๆ

2.1.1.2 การเขียนโปรแกรมควบคุม สามารถวิเคราะห์และทดสอบระบบการทำงานประยุกต์ไมโครคอนโทรลเลอร์กับงานอื่นๆ

2.1.1.3 เพื่อให้มีกิจนิสัยในการทำงานด้วยความประณีต รอบคอบและปลอดภัย ตระหนักถึงคุณภาพของงาน และมีจริยธรรมในงานอาชีพ

##### 2.1.2 มาตรฐานรายวิชา

2.1.2.1 วิเคราะห์และออกแบบวงจรโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์

2.1.2.2 เลือกใช้อุปกรณ์หรือไอซีได้อย่างเหมาะสมกับระบบควบคุมที่ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์

2.1.2.3 ประกอบและติดตั้ง อุปกรณ์ วงจรไมโครคอนโทรลเลอร์

2.1.2.4 ทดสอบและการบำรุงรักษา อุปกรณ์ วงจรไมโครคอนโทรลเลอร์

##### 2.1.3 คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาและปฏิบัติ โครงสร้างและสถาปัตยกรรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ ลักษณะสัญญาณและกระบวนการทำงาน การรับ ส่งข้อมูลกับอุปกรณ์เชื่อมต่อภายนอก ชุดคำสั่ง และการเขียนโปรแกรม เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวัดและทดสอบวงจรใช้งานของไมโครคอนโทรลเลอร์  
ไมโครคอนโทรลเลอร์

การประยุกต์ใช้งานของ

### 2.1.4 แผนการเรียนวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัส 3105 - 2014

ตารางที่ 2.1 แผนการสอนรายวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัส 3105 - 2014

สัปดาห์ที่	หน่วยที่	ชื่อหน่วย	จำนวน คาบ
1-2	1,2	- ไมโครโปรเซสเซอร์และไมโครคอนโทรลเลอร์ - ไมโครคอนโทรลเลอร์เบสิกแอสมบลี	6
3	3	- การติดตั้งและใช้งานโปรแกรม Pic Basic Pro	3
4-5	4, 5	- แผนผังการทำงาน (Flowchart) - รูปแบบคำสั่ง PBASIC	6
6	6 ใบงานที่ 1	- รายละเอียดชุดคำสั่ง PBASIC - ใบงานที่ 1 เรื่องการเขียนโปรแกรมติดต่อกับ Input – Output พื้นฐาน	3
7	6 ใบงานที่ 2	- ชุดคำสั่ง PBASIC - ใบงานที่ 2 เรื่องการเขียนโปรแกรมเพื่อให้แสดงผลเอาต์พุตเดี่ยว LED	3
8	6 ใบงานที่ 3	- ชุดคำสั่ง PBASIC - ใบงานที่ 3 เรื่องการเขียนโปรแกรมควบคุม LED ด้วยสวิตช์	3
9	6 ใบงานที่ 4	- ชุดคำสั่ง PBASIC - ใบงานที่ 4 เรื่องโปรแกรมไฟกระพริบแอลอีดีและการรับสัญญาณจากสวิตช์	3
10	6 ใบงานที่ 5	- ชุดคำสั่ง PBASIC - ใบงานที่ 5 เรื่องโปรแกรมอ่านค่าจากเซนเซอร์แสง	3
11	6 ใบงานที่ 6	- ชุดคำสั่ง PBASIC - ใบงานที่ 6 เรื่องโปรแกรมแสดงผลแบบตัวเลข 7 – Segment	3
12	6 ใบงานที่ 7	- ชุดคำสั่ง PBASIC - ใบงานที่ 7 เรื่องการเขียนโปรแกรมแสดงผลด้วยโมดูล LCD	3
13	6 ใบงานที่ 8	- ชุดคำสั่ง PBASIC - ใบงานที่ 8 เรื่องการเขียนโปรแกรมแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิตอล A/D 10 บิต	3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

สัปดาห์ที่	หน่วยที่	ชื่อหน่วย	จำนวน คาบ
14	6 ใบงานที่ 9	- ชุดคำสั่ง PBASIC - ใบงานที่ 9 เรื่องการเขียนโปรแกรมอ่านค่าอุณหภูมิจากไอซี DS18B20	3
15	6 ใบงานที่ 10	- ชุดคำสั่ง PBASIC - ใบงานที่ 10 เรื่องการเขียนโปรแกรมกำเนิดสัญญาณ PWM	3
16	6 ใบงานที่ 11	- ชุดคำสั่ง PBASIC - ใบงานที่ 11 เรื่องการเขียนโปรแกรมควบคุมความเร็วมอเตอร์ดีซี	3
17	6 ใบงานที่ 12	- ชุดคำสั่ง PBASIC - ใบงานที่ 12 เรื่องการเขียนโปรแกรมควบคุมสเต็ปมิ่งมอเตอร์	3
18	-	สอบปลายภาค	3

จากตารางที่ 2.1 การทดลองปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ 16F877A บนโปรแกรมคอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์ จัดอยู่ในหน่วยที่ 6 ใบงานที่ 7 ถึงใบงานที่ 12 จากทั้งหมด 12 ใบงาน

## 2.1.5 การสอนวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ภาคปฏิบัติ

วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์จัดการเรียนการสอนภาคปฏิบัติโดย แบ่งหน่วยการทดลองใบงานดังนี้

- 2.1.5.1 ใบงานที่ 1 เรื่องการเขียนโปรแกรมติดต่อกับ Input – Output พื้นฐาน
- 2.1.5.2 ใบงานที่ 2 เรื่องการเขียนโปรแกรมเพื่อแสดงผลเอาต์พุตเดี่ยว LED
- 2.1.5.3 ใบงานที่ 3 เรื่องการเขียนโปรแกรมควบคุม LED ด้วยสวิตช์
- 2.1.5.4 ใบงานที่ 4 เรื่องโปรแกรมไฟกระพริบแอลอีดีและการรับสัญญาณจากสวิตช์
- 2.1.5.5 ใบงานที่ 5 เรื่องโปรแกรมอ่านค่าจากเซนเซอร์แสง
- 2.1.5.6 ใบงานที่ 6 เรื่องโปรแกรมแสดงผลแบบตัวเลข 7 – Segment
- 2.1.5.7 ใบงานที่ 7 เรื่องการเขียนโปรแกรมแสดงผลด้วยโมดูล LCD
- 2.1.5.8 ใบงานที่ 8 เรื่องการเขียนโปรแกรมแปลงสัญญาณอะนาล็อกเป็นดิจิตอล A/D 10 บิต
- 2.1.5.9 ใบงานที่ 9 เรื่องการเขียนโปรแกรมอ่านค่าอุณหภูมิจากไอซี DS18B20
- 2.1.5.10 ใบงานที่ 10 เรื่องการเขียนโปรแกรมกำเนิดสัญญาณ PWM
- 2.1.5.11 ใบงานที่ 11 เรื่องการเขียนโปรแกรมควบคุมความเร็วมอเตอร์ดีซี
- 2.1.5.12 ใบงานที่ 12 เรื่องการเขียนโปรแกรมควบคุมสเต็ปมิ่งมอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.1.6 สารสำคัญวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ภาคปฏิบัติ

ไมโครคอนโทรลเลอร์ คือ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ทำหน้าที่เสมือนคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กที่ใช้ควบคุมการทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้า หรือระบบควบคุมทางอิเล็กทรอนิกส์ให้มีความสามารถในการทำงานมากขึ้นโดยเราสามารถเปลี่ยนแปลงลำดับการทำงานได้ด้วยการเปลี่ยนแปลงหรือ แก้ไข โปรแกรมภายในหน่วยความจำ ทำให้เราสามารถนำไมโครคอนโทรลเลอร์มาประยุกต์ใช้ควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้ารอบตัว เช่น ระบบอัตโนมัติของเครื่องซักผ้า หรือ ระบบสมองกลของรถยนต์ เป็นต้น

### 2.1.7 จุดประสงค์การเรียนรู้การสอน

#### 2.1.7.1 จุดประสงค์ทั่วไป

เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจในชุดคำสั่งและการเขียนโปรแกรมควบคุมอุปกรณ์เชื่อมต่อภายนอก มีความรู้ความเข้าใจในการใช้งานโปรแกรมจำลองสถานการณ์

#### 2.1.7.2 จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

2.1.7.2.1 อธิบายถึงโครงสร้างของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16877A ได้

2.1.7.2.2 อธิบายการทำงานและการจ่ายแรงดันการต่อวงจรใช้งานของ

ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877A ได้อย่างถูกต้อง

2.1.7.2.3 สามารถเลือกและนำไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877A นำไปใช้งานได้อย่างถูกต้อง

2.1.7.2.4 อธิบายการใช้งานโปรแกรมจำลองสถานการณ์ Proteus ได้

2.1.7.2.5 สามารถนำโปรแกรมจำลองสถานการณ์ Proteus นำไปใช้งานกับไมโครคอนโทรลเลอร์ได้

## 2.2 สถานการณ์จำลองและโปรแกรมจำลองสถานการณ์

โปรแกรมจำลองสถานการณ์ เป็นการจำลองสถานการณ์จริงที่จะให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ แทนการปฏิบัติการในสถานการณ์จริง เช่น โปรแกรมการฝึกหัดบินของนักบิน โปรแกรมจำลองสถานการณ์ในวงการศึกษาอิเล็กทรอนิกส์ (Simulation) ฯลฯ เนื้อหามุ่งให้การฝึกทักษะและการเรียนรู้โดยไม่ต้องเสี่ยงภัย หรือเสียค่าใช้จ่ายมาก

### 2.2.1 การจำลองสถานการณ์

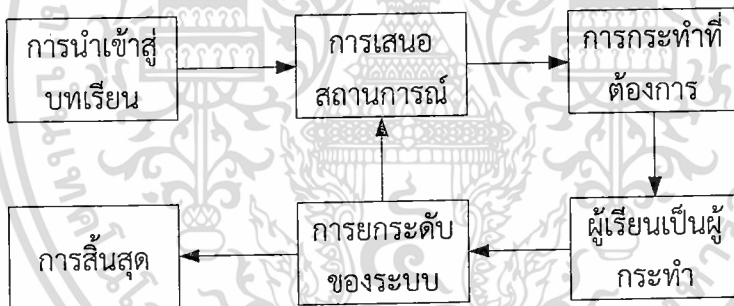
การจะทำให้ผู้เรียนได้มีทักษะในการคิด ซึ่งเป็นทางในการตัดสินใจในชีวิตจริงของเขา ไม่ว่าจะอยู่ข้างในหรือนอกโรงเรียน กระบวนการหนึ่งที่จะทำให้ผู้เรียนมีทักษะในการคิดได้ก็คือ ผู้เรียนจะต้องเข้าไปอยู่ในสถานการณ์จริงที่เขาจะต้องตัดสินใจ เมื่อผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการตัดสินใจเขาจะไม่เฉย จะมีความพยายามในการคิดและตัดสินใจก็จะทำให้กระบวนการคิดสามารถลงลึกไปได้ เมื่อเกิดกระบวนการคิดขึ้น ก็จะมีการถ่ายทอดกระบวนการคิดไปสู่สถานการณ์ในชีวิตจริง ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญ แต่อย่างไร้จะทำให้กระบวนการคิดเกิดขึ้นได้ การจำลองสถานการณ์เป็นเครื่องมือที่เหมาะสม และสามารถทำให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการเรียน มีประสบการณ์ในกระบวนการตัดสินใจ ช่วยทำให้เกิดกระบวนการคิด (Sook, 1995 : 234) เทเลอร์ และวอลฟอร์ด (Taylor and Walford, 1978 : 27) ได้กล่าวถึงเหตุผลหลักใหญ่ 3 ประการที่แสดงความสำคัญของการจำลองสถานการณ์ นั้นคือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. เป็นเทคนิคที่นำไปสู่ความเข้าใจและกิจกรรมในชั้นเรียน และในกิจกรรมที่ร่วมกันทั้งครูและนักเรียน เป็นการนำเอาเหตุการณ์ปกติและการร่วมกันแก้ปัญหาเพื่อเข้าใจถึงสถานการณ์
2. การจำลองสถานการณ์มักเป็นปัญหาพื้นฐาน และเป็นประโยชน์ในการพัฒนากระบวนการปัญหาในเรื่องการเรียน ถ้าได้กระทำครอบคลุมถึงทักษะทางสังคม ก็จะเป็นความสัมพันธ์โดยตรงในการนำไปใช้กับโลกภายนอกได้
3. เป็นเทคนิควิธีที่เป็นกลไกพื้นฐานเชื่อมโยงสถานการณ์ที่เปลี่ยนแปลง และการยืดหยุ่นของระดับการคิดและการตอบสนองการเปลี่ยนแปลงของสถานการณ์ที่ผันแปร

การจำลองสถานการณ์ที่เป็นความหมายของการเรียนการสอน คือ การที่ผู้เรียนสามารถนำเอาความสามารถที่มีอยู่มาใช้กับกระบวนการหรือการประยุกต์หลักการ ภายใต้สถานการณ์เงื่อนไขที่เป็นจริง โดยเฉพาะการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์ (Computer Based Simulation : CBS) จะช่วยให้เกิดปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียน ช่วยให้นักเรียนมีความชำนาญและเชี่ยวชาญในการกระบวนการและการใช้ทักษะกระบวนการคิดขั้นสูงได้ (Reigeluth and Schwartz. 1989 : 9) อะแลสซี และทรอลลิป (Alessi and Trollip. 1991 : 159) ได้กล่าวถึง การจำลองสถานการณ์ว่าเป็นวิธีการสอนอย่างหนึ่งที่สามารถนำไปใช้ในคอมพิวเตอร์ได้อย่างเต็มที่ โดยเฉพาะในการนำไปใช้ในการสอน การจำลองสถานการณ์จะปรับปรุงการเรียนทบทวนและการฝึกไปเป็นการเพิ่มแรงจูงใจ การถ่ายโยงการเรียนรู้ และประสิทธิภาพ ซึ่งมีประโยชน์ ปลอดภัย และสามารถควบคุมได้เหมือนได้ประสบการณ์จริง



ภาพที่ 2.1 โครงสร้างการจำลองสถานการณ์

ที่มา : Forcier. (1996 : 248)

### 2.2.2 การจำลองสถานการณ์บนคอมพิวเตอร์

การเรียนการสอนโดยการจำลองสถานการณ์บนคอมพิวเตอร์ เป็นการออกแบบสำหรับผู้เรียน เพื่อเป็นการฝึกปฏิบัติและทักษะความสามารถในสถานการณ์จริง โดยปราศจากความเสี่ยงที่จะเกิดความเสียหายหรือการได้รับอันตรายจากเครื่องมือ (Flaxman and Stark. 1987) ผู้เรียนสามารถเรียนได้โดยไม่ต้องวิตกกังวล

แนวคิดพื้นฐานของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแนวคิดหนึ่งก็คือ การจำลองสถานการณ์ประกอบด้วย การนำเสนอจุดมุ่งหมาย การนำเสนอเพื่อกระตุ้นความสนใจ การดึงความสามารถ และการจัดการการป้อนกลับเป็นแบบการสอนที่เป็นประโยชน์ในการสอนการใช้กฎเกณฑ์และการแก้ปัญหา (Bonner. 1991 : 103) คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์เป็นวิธีการสอนอย่างหนึ่ง ที่ครูสามารถนำไปใช้ช่วยให้นักเรียนได้เรียนเพื่อพัฒนาวิธีการแก้ปัญหาในสถานการณ์ของแต่ละวิชาได้ทั้งหมด ครูไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาจกำหนดว่าจะสอนอะไรให้ผู้เรียน โดยแสดงให้เห็นวิธีการแก้ไขปัญหาว่าทำอย่างไร และสร้างการตัดสินใจให้ผู้เรียนได้กระทำกับสถานการณ์จำลองในคอมพิวเตอร์ ซึ่งผู้เรียนก็จะทำได้ดีโดยคุณสมบัติที่แท้จริงของสถานการณ์จำลองก็คือ การทำให้ผู้เรียนได้ประสบกับปัญหาในชีวิตจริง ในสภาพแวดล้อมที่เข้าได้ร่วมตัดสินใจเป็นลำดับขั้น ไม่มีอันตรายกับตัวเขา ในทางปฏิบัติเองถ้าเกิดการผิดพลาดขึ้นนั้นก็จะเป็นประโยชน์ เพราะถ้าได้เรียนรู้และหารทางเลือกและแก้ไขได้ ประสบการณ์ที่ได้รับก็จะช่วยให้วิเคราะห์กระบวนการแก้ไขปัญหาได้ภายหลัง (Knapp and Glenn. 1996 : 103)

เฮียร์แมนน์ (Heerman. 1988 : 59) ได้กล่าวถึง ความก้าวหน้าของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล เป็นที่ยอมรับกันว่าโปรแกรมจำลองสถานการณ์เมื่อนำมาใช้ในสถานการณ์ซับซ้อนและเหมือนจริงจะมีการตอบสนองมาก และเข้าถึงกลุ่มเป้าหมายได้กว้างขวางกว่าที่เคยมีมา คอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์ทางการศึกษาในทัศนะของเขามี 4 รูปแบบคือ

1. การจำลองสถานการณ์ที่ไม่มีปฏิสัมพันธ์ (Non-interactive Simulation) มีการจำลองแบบเหมือนจริง และการนำนักเรียนเกี่ยวข้องกับองค์ประกอบของระบบ แต่ไม่มีการเสนอกระบวนการให้ผู้เรียนกับโปรแกรมได้มีปฏิสัมพันธ์ต่อกัน

2. การจำลองสถานการณ์แบบมีปฏิสัมพันธ์ (Interactive Simulation) เป็นแบบที่ยอมให้ผู้เรียนได้ควบคุมระบบและสังเกตการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบภายในที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงทั้งหมดผู้เรียนมีส่วนร่วมกับการจำลองสถานการณ์ที่เปลี่ยนแปลงนั้น

3. การจำลองสถานการณ์การแข่งขันเป็นกลุ่ม (Group Competitive Simulation) เป็นการจำลองสถานการณ์ที่เกี่ยวกับสังคม เศรษฐกิจ การเมือง หรือเนื้อหาอื่น ๆ ที่เสนอปัญหา เพื่อแก้ปัญหาโดยการตัดสินใจเป็นทีม มีการแข่งขันกันของนักเรียน

4. การจำลองสถานการณ์การแข่งขันรายบุคคล (Individual Competitive Simulation) เป็นการจำลองสถานการณ์ที่นักเรียนเข้าไปมีส่วนร่วมเป็นรายบุคคล ในการแก้ไขสถานการณ์ที่เป็นปัญหาและกำหนดจุดหรือการกระตุ้นให้มีความเชี่ยวชาญในการแก้ปัญหา

ในวิธีการสอนทั้งหลาย การสอนสาธิตโดยการจำลองสถานการณ์เป็นวิธีการที่ดีที่สุดในการใช้ประโยชน์จากคอมพิวเตอร์ การจำลองสถานการณ์เหมาะสำหรับใช้ในการเรียนการสอนและการฝึกอบรมได้ดี และไวท์ล็อก (Dean and Whitlock. 1988 : 154-155) ได้แบ่งประเภทของการจำลองสถานการณ์สำหรับคอมพิวเตอร์เอาไว้ 4 ชนิดด้วยกันคือ

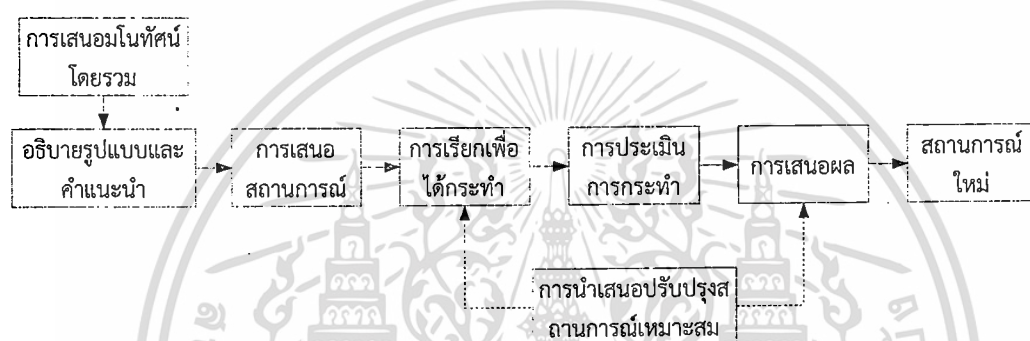
1. สถานการณ์จำลองแบบถอดแบบทั้งหมด คือ การลดขีดของระบบธุรกิจขนาดใหญ่ในการฝึก โดยฝึกกับตัวอย่างที่มีการป้องกันอย่างดี เช่น การฝึกระบบจำลองการจองตัวเครื่องบิน การฝึกระบบบัญชีเครดิต เป็นต้น

2. สถานการณ์จำลอง รูปแบบกระบวนการ คือ การสาธิตการทำงานเพื่อศึกษาความสามารถของผลสะท้อนของการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นเช่น การเพิ่มประชากร ผลที่เกิดจากมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อม

3. สถานการณ์จำลอง การฝึกใช้เครื่องมือ คือ การใช้คอมพิวเตอร์ในการควบคุมการเลือกลำดับขั้น และความเร็วในการฝึกตามเนื้อหา และการให้ผลสะท้อน เช่น การฝึกใช้อุปกรณ์เรด้า การฝึกพิมพ์ดีด หรือการจำลองแบบการบิน เป็นต้น

4. สถานการณ์จำลอง การสรุปผลการฝึก คือ การนำเสนอปัญหาในสถานการณ์ที่ต้องการให้เกิดขึ้น ผู้ฝึกหัดจะทำตามลำดับขั้นของการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นโดยใช้คอมพิวเตอร์

การใช้คอมพิวเตอร์ถูกใช้ในการฝึกสถานการณ์จำลอง ก็เนื่องจากสถานการณ์จริงมีความยุ่งยาก ในทางปฏิบัติ มีอันตราย เสียค่าใช้จ่ายมาก ไม่คุ้มค่าในการฝึก ต้องใช้เวลามาก กำหนดวิธีการในการ ฝึกยาก การใช้คอมพิวเตอร์ในการจำลองสถานการณ์จะช่วยในการแก้ปัญหาดังกล่าวได้ ในขณะที่ คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์สามารถแสดงกระบวนการคิดเพื่อนำไปใช้ เมื่อผู้เรียนได้ กระทำอย่างต่อเนื่องจนได้เห็นผลของการตัดสินใจของเขา ในขณะเดียวกันความเข้าใจกระบวนการที่ เกิดขึ้นจะช่วยเพิ่มการตัดสินใจในการแก้ปัญหาของเขา (Rasch. 1988 : 23-28) เนื่องจากการจำลอง สถานการณ์สามารถเสนอตัวอย่างของสถานการณ์จริงและสามารถฝึกปฏิบัติในการแก้ไขปัญหา ซึ่ง อาจเป็นอันตราย, อยู่ห่างไกล, ใช้เวลามาก หรือมีปัจจัยในเรื่องของทุน รวมถึงทักษะการคิดขั้นสูง (High Level of Cognitive Skill) อันเกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์ความจริง, กฎเกณฑ์ และมโนทัศน์ ในการแก้ไขปัญหา (Forcier. 1996 : 247)



ภาพที่ 2.2 แบบการจำลองสถานการณ์เป็นขั้น

ที่มา : Forcier. (1996 : 248)

### 2.2.3 คอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์ในห้องปฏิบัติการ

การศึกษาวิจัยเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์ จะเป็นการใช้คอมพิวเตอร์ เป็นเครื่องมือในการจำลองสถานการณ์เพื่อการเรียนการสอน โดยเห็นว่าคอมพิวเตอร์สามารถสร้าง ปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับโปรแกรมที่ออกแบบได้เป็นอย่างดี ส่วนใหญ่จะเป็นการสร้างสถานการณ์ จำลองเพื่อเลียนแบบกระบวนการทดลองหรือการปฏิบัติในห้องปฏิบัติการ โดยมีงานวิจัยที่เกี่ยวกับการ ใช้คอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์ เช่น เลวิส, สเติร์น และลินน์ (Lewis Stern and Linn. 1993 : 45-58) ได้ศึกษาผลการใช้คอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์เพื่อความเข้าใจวิชาเทอร์โมไดนามิก เบื้องต้น การวิจัยเพื่อหาผลของคอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์ต่อปัญหาที่เกิดขึ้นจริง เป็นการศึกษา จากห้องเรียนนำไปสู่สถานการณ์ในโลกแห่งความจริง เนื่องจากผู้เรียนมักมีปัญหาในการนำความรู้ไป ใช้ในชีวิตจริง กลุ่มตัวอย่างที่ทดลองเป็นนักเรียนระดับเกรด 8 จำนวน 148 คนอายุระหว่าง 12-14 ปี ที่กำลังเรียนวิชาฟิสิกส์ ในเรื่องกลศาสตร์ของไหล ผู้เรียนจะใช้เวลาเรียนประมาณ 8 สัปดาห์

การทดลองจำลองการทดลองทางวิทยาศาสตร์ด้วยคอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์ 12-13 การ ทดลอง พบว่า การจำลองสถานการณ์ให้นักเรียนได้ทดลองทุกวัน ทำให้พวกเขาเข้าใจในเรื่องที่เรียน และเห็นว่าไม่ยาก มีความเชื่อถือในผลการทดลอง มีผลการเรียนรู้หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการ ทดลอง สามารถอธิบายความแตกต่างในเรื่องการไหลเวียนของความร้อน แยกแยะความแตกต่างและ อธิบายแนวคิดของฉนวนและตัวนำได้ การให้ผู้เรียนได้ทดลอง ในการจำลองสถานการณ์ในแบบ เอกสารเป็นเอกสาร หรือสไลด์หรือวีดิทัศน์เพื่อการศึกษาค้นคว้า ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เดียวกับที่ต้องเจอกับสถานการณ์และเหตุการณ์จริง จะช่วยทำให้ผู้เรียนเข้าใจในเรื่องที่เรียนได้อย่างชัดเจนมากขึ้น

#### 2.2.4 คอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์เพื่อการคิด

ความสนใจในการศึกษาถึงการใช้คอมพิวเตอร์ในการสอนกระบวนการคิด เป็นสิ่งที่นักวิจัยทางด้านเทคโนโลยีการศึกษาให้ความสนใจเป็นอย่างมาก ซุก (Sook. 1995 : 233-239) ได้ทำการศึกษาคอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์เพื่อสร้างกรอบความคิดในการสอนเพื่อเสริมสร้างการคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาเกรด 5 ของโรงเรียนเอกชนในเมืองแคมเปญ มลรัฐอิลลินอยส์ จำนวน 25 คน ทุกคนมีประสบการณ์ในการใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ในโรงเรียนมาแล้ว นำนักเรียนมาเรียนด้วยคอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์มีการทดสอบการคิดทั้งก่อนและหลังการทดลอง พบว่า ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนสูงกว่าก่อนการเรียน อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 เมื่อสำรวจเจตคติของผู้เรียน พบว่า เจตคติต่อโปรแกรมอยู่ในระดับดี และทุกคนชอบที่จะเรียนด้วยคอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์

ซึ่งต่อมา ซุก (Sook. 1996 : 57-65) ได้ศึกษาผลของการจัดระเบียบความรู้ก่อนเรียนของนักเรียนโดยใช้การจำลองสถานการณ์ เพื่อหาประสิทธิภาพที่แตกต่างกันของการจัดระเบียบความรู้ก่อน (Advance Organizer) ของระดับการศึกษาที่แตกต่างกัน โดยศึกษาการจัดระเบียบความรู้ก่อนกับการไม่มีการจัดระเบียบความรู้ในคอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์จะให้ผลแตกต่างกันหรือไม่ อายุของผู้เรียนมีผลต่อระดับการเรียนรู้ที่แตกต่างกันอย่างไร และมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างการจัดระเบียบการเรียนรู้ก่อนกับอายุของผู้เรียนหรือไม่ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับประถมศึกษา เกรด 5 6 และ 7 ชั้นละ 22 คน รวม 66 คน แบ่งออกเป็น 6 กลุ่ม ๆ ละ 11 คน ใช้แบบแผนการทดลองแบบ 2x3 factorial โดยมีการจัดระเบียบการเรียนรู้ก่อนกับการไม่มีการจัดระเบียบความรู้ก่อน และระดับการศึกษา 3 ระดับคือ 5,6,7 ทุกกลุ่มศึกษาด้วยคอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์ พบว่า

นักเรียนที่เรียนโดยมีการจัดระเบียบความรู้ก่อนกับแบบไม่มีการจัดระเบียบความรู้ก่อนมีความแตกต่างกัน โดยกลุ่มที่มีการจัดระเบียบความรู้ก่อน มีคะแนนสูงกว่าแบบไม่มีการจัดระเบียบความรู้ ส่วนนักเรียนที่มีระดับการศึกษาแตกต่างกัน ก็มีผลการเรียนรู้แตกต่างกัน เรียงตามลำดับ คือ เกรด 7 6 และเกรด 5 ไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างการจัดระเบียบความรู้มาก่อนกับอายุผู้เรียนประสิทธิภาพของการจัดระเบียบความรู้มาก่อนไม่เป็นเงื่อนไขกับอายุของผู้เรียน

การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์เพื่อช่วยในการคิด เป็นการนำคอมพิวเตอร์มาออกแบบจำลองสถานการณ์ในลักษณะต่าง ๆ อันเป็นสถานการณ์ที่อาจจะเกิดขึ้นได้โดยมีองค์ประกอบต่าง ๆ เข้ามาเกี่ยวข้องและผู้ให้ผู้เรียนได้คิด คาร์ลเซน และแอนดิว (Carlson and Andre. 1992 : 105-109) ได้วิจัยเพื่อทดสอบประสิทธิภาพของคอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์ ในกระบวนการเปลี่ยนโน้ตทัศน์ของเนื้อหาในวิชาวงจรไฟฟ้า โดยกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 97 คน เป็นชาย 40 คนและหญิง 57 คน แบบแผนการทดลองเป็นแบบ 2 X 2 X 3 นั่นคือ กลุ่มผู้เรียนที่เป็นเพศ 2 กลุ่มคือ กลุ่มเพศชาย กับกลุ่มเพศหญิง แบบข้อความ กับข้อความที่เปลี่ยนโน้ตทัศน์ และการใช้คอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์ 3 แบบคือ การใช้ก่อนอ่านข้อความ การใช้ขณะอ่านข้อความ และการไม่ใช้คอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์ พบว่า นักเรียนที่ใช้การจำลองสถานการณ์และการใช้ข้อความที่เปลี่ยนโน้ตทัศน์ดีกว่านักเรียนที่ไม่ได้ใช้ แต่การใช้คอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์ไม่เพิ่มประสิทธิภาพให้กับข้อความที่เปลี่ยนโน้ตทัศน์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.2.5 คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบทบทวนกับแบบจำลองสถานการณ์

ในบรรดารูปแบบของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน การใช้สอนในแบบตัวต่อตัวหรือสอนเสริม หรือสอนทบทวน เป็นรูปแบบที่นิยมใช้กันมากที่สุด ในบรรดาประเภทของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เนื่องจากง่ายต่อการสร้างและสะดวกในการออกแบบบทเรียนลักษณะของการวิจัยโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน 2 ลักษณะ ของคริสแมน (Crisman. 1995 : 3727) ได้ศึกษาผลการเรียนรู้ของวิธีสอน 2 วิธี คือ การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบทบทวน (Computer - Based Tutorial) และคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์ (Computer-Based Simulation) การรวมความแตกต่างของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแตกต่างกัน 4 แบบคือ

1. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบทบทวนอย่างเดียว
2. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์อย่างเดียว
3. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบทบทวนตามด้วยแบบจำลองสถานการณ์
4. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์ตามด้วยแบบทบทวน

โดยวิธีการสอนทั้งสองวิธีแตกต่างกันในเรื่องคุณภาพในการมุ่งใจต่อเนื่อง การเพิ่มความสามารถในการควบคุมตนเอง การฝึกเพื่อค้นหาความรู้ บทบาทในการจัดความรู้ ความสามารถในการเพิ่มการถ่ายโยงความรู้และลำดับขั้นการนำเสนอข้อมูล ทำการทดสอบก่อนและหลังการทดลอง และวัดความคิดเห็นในเนื้อหาบทเรียน ซึ่งพบว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์ไม่มีประสิทธิภาพที่จะ เป็นเครื่องมือการสอนเพื่อเสนอเนื้อหา ผลคะแนนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบทบทวนอย่างเดียวและคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจำลองสถานการณ์ตามด้วยแบบทบทวนไม่แตกต่างกัน เนื่องจาก การจำลองสถานการณ์ไม่เข้าไปมีผลในการช่วยจัดความรู้ก่อนและไม่มีผลต่อการเรียนรู้ การทบทวนมี การมุ่งใจต่อเนื่อง เพิ่มเวลาในการศึกษาเนื้อหา แต่ขาดแบบแผนในการช่วยถ่ายโยงการเรียนรู้ ในขณะที่ผลคะแนนทดสอบการเรียนรู้เพิ่มขึ้นถ้ารวมลำดับขั้นของการเรียนทบทวนตามด้วยแบบจำลองสถานการณ์ แต่แตกต่างกันเมื่อเทียบกับแบบจำลองสถานการณ์อย่างเดียว

ขณะที่ไรย์เบอร์ และกินี (Rieber and Kini. 1995 : 135-143) ได้ทำการวิจัยเพื่อศึกษาวิธีการเรียนรู้แบบนิรนัย (Deductive) กับแบบอุปนัย (Inductive) โดยศึกษาการใช้ร่วมกันระหว่างคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเสริม (Tutorial) กับแบบจำลองสถานการณ์ (Simulation) ในเรื่องกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 353 คน ใช้แบบแผนการทดลองแบบ  $2 \times 3 \times 2$  Factorial Design สิ่งที่ศึกษาคือ

1. วิธีการสอน 2 วิธี คือ แบบมีการสอนเสริม (Tutorial) และแบบไม่มีการสอนเสริม
2. การจำลองสถานการณ์ 3 แบบ คือ แบบมีโครงสร้าง แบบไม่มีโครงสร้าง และแบบไม่มีสถานการณ์จำลอง
3. ความถนัดในการเรียน (Aptitude) 2 แบบคือ ความถนัดสูงและต่ำ

การเรียนแบบนิรนัย กำหนดให้ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเสริมร่วมกับการจำลองสถานการณ์แบบมีโครงสร้างและไม่มีโครงสร้าง ขณะที่การเรียนแบบอุปนัย กำหนดให้ใช้การจำลองแบบมีโครงสร้าง และไม่มีโครงสร้างโดยไม่ใช้การสอนเสริม การเรียนโดยไม่มีการสอนเสริมและไม่มีการจำลองสถานการณ์เป็นกลุ่มควบคุม ผลการวิจัยพบว่า

การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบทบทวน ให้ผลคะแนนสูงกว่ากลุ่มที่ไม่มีการสอนแบบ ทบทวน นักเรียนที่มีความถนัดทางการเรียนสูงทำคะแนนได้ดีกว่านักเรียนที่มีความถนัดทางการเรียนต่ำ มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างการเรียนแบบสอนเสริมกับความถนัด โดยนักเรียนที่มีความถนัดสูงทำคะแนนจากเอกสารเป็นเอกสารทบทวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การสอนเสริมได้ดีกว่านักเรียนกลุ่มที่ไม่มีการสอนเสริม แต่ในกลุ่มที่นักเรียนมีความถนัดต่ำไม่พบความแตกต่างระหว่างการสอนเสริมหรือไม่สอนเสริม นักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยการสอนเสริมมีความเชื่อมั่นในคำตอบมากกว่ากลุ่มที่ไม่มีการสอนเสริม กลุ่มที่มีความถนัดในการเรียนสูงมีความเชื่อมั่นต่อการตอบคำถามในคำถามที่ไม่มีอยู่ในเนื้อหาด้วย

## 2.2.6 คอมพิวเตอร์ช่วยสอนจำลองสถานการณ์ในรูปแบบมัลติมีเดีย

แนวคิดใหม่ ๆ ที่เกิดขึ้นโดยการใช้คอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์ในลักษณะที่เป็นมัลติมีเดียก็ได้มีการศึกษาเอาไว้เช่นกัน อย่างเช่น โอลเลนชอร์ เอ็ดแมน และคิตต์ (Ollerenshaw, Aidman and Kidd. 1997 : 227-238) ได้ศึกษาการใช้ภาพและข้อความเพื่อช่วยในการเรียนรู้ โดยทดสอบความรู้ที่มีอยู่ก่อนและแบบการเรียนรู้ที่มีอิทธิพลของผลลัพธ์ โดยการใช้คอมพิวเตอร์มัลติมีเดียจำลองสถานการณ์เปรียบเทียบกับ การเรียนด้วยข้อความอย่างเดียว ข้อความประกอบภาพ ข้อความประกอบภาพลำดับขั้น กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาปริญญาตรีชั้นปีที่ 1 จำนวน 81 คน แบ่งนักศึกษาออกเป็น 2 กลุ่มคือ กลุ่มที่มีความรู้มาก่อนต่ำ (Low Prior Knowledge) กับกลุ่มที่มีความรู้มาก่อนสูง (High Prior Knowledge) จากนั้นทำการทดลองด้วยเงื่อนไขแตกต่างกัน 4 อย่างคือ

1. การเรียนแบบข้อความอย่างเดียว (Text Alone) จำนวน 21 คน
2. การเรียนด้วยข้อความประกอบแผนภาพสัญลักษณ์บางส่วน (Text+Diagram Labeling Parts) จำนวน 20 คน
3. การเรียนด้วยข้อความประกอบแผนภาพสัญลักษณ์กระทำเป็นขั้น (Text+Diagram Labeling Operating Stage) จำนวน 20 คน
4. การเรียนด้วยข้อความกับคอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์สัญลักษณ์บางส่วนและกระทำเป็นขั้น (Text Computer Simulation Labeling Parts & Operating Stages) จำนวน 20 คน

คะแนนความเข้าใจจากการเรียนด้วยเงื่อนไขแตกต่างกัน 4 แบบ โดยพบว่า การใช้คอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์ช่วยให้เข้าใจได้ดีกว่าเงื่อนไขแบบอื่น ไม่พบปฏิสัมพันธ์ระหว่างเงื่อนไขการเรียนรู้ที่มีมาก่อน และที่น่าสนใจคือคะแนนความเข้าใจระหว่างผู้ที่มีความรู้มาก่อนสูงและต่ำ เมื่อเรียนโดยใช้ข้อความและคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจำลองสถานการณ์

เดนาร์ดู (Denardo, 1994 : 3974) ได้ศึกษาการจำลองสถานการณ์ในการสอนวิทยาการคอมพิวเตอร์โดยใช้คอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์การ แบ่งการศึกษาเป็น 3 ส่วน คือ

ส่วนแรก กำหนดขอบเขตพื้นที่การสอนระดับอุดมศึกษา การวิจัยเน้นจุดเด่นที่หลากหลายรวมถึงการปฏิบัติของผู้เรียน, เจตคติ, การรับรู้ และระดับความสามารถที่แตกต่างของผู้เรียน นำผลมารวมกัน สัญลักษณ์บางส่วนและกระทำเป็นขั้น ให้ผลไม่แตกต่างกัน

ส่วนที่สอง รวบรวมการออกแบบการสอนของคอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์ และกำหนดขอบเขต ครอบคลุมคำชี้แจง กระบวนการค้นพบ ความถูกต้อง การป้อนกลับ การออกแบบหน้าจอ การควบคุมโดยผู้เรียน ปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียน การแบ่งสาขาในการฝึก การประเมินความสามารถ สิ่งที่เป็นภาระของผู้ใช้ การประเมินการผลิต กำหนดตัวอย่างของหลักการเพื่ออธิบายความสัมพันธ์ในการออกแบบสถานการณ์จำลอง 3 แบบ ในการสอนวิชา สถาปัตยกรรมภายในคอมพิวเตอร์ การจำลองสถานการณ์สามแบบใช้ศึกษาผลของเจตคติและความรู้ของผู้เรียนจากกลุ่มที่มีความรู้ต่างกัน 3 กลุ่ม

ส่วนที่สาม รายงานผลการศึกษานักเรียนที่มีความรู้ในแนวคิดสถาปัตยกรรมคอมพิวเตอร์ระดับสูง กลาง และต่ำ ได้ใช้การจำลองสถานการณ์สนับสนุนการสอนต่อเนื่อง ขณะที่ระดับการเรียนรู้การคำนวณว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของผู้เรียนก่อนเรียนสถาปัตยกรรมคอมพิวเตอร์แตกต่างกัน เมื่อทำการทดสอบหลังการเรียนหรือประเมินการโปรแกรมปรากฏว่าไม่แตกต่างกัน ขณะที่พบว่าแตกต่างกันระหว่างระดับความรู้ที่มีมาก่อนกับความรู้หลังเรียน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกลุ่มที่มีความรู้ต่ำ

ความรู้ขณะที่นักเรียนเข้าไปสู่สถานการณ์การเรียนไม่มีปัจจัยอื่นมาเกี่ยวกับความสามารถที่ได้รับของผู้เรียน โดยเฉพาะถ้าเรียงลำดับการแทรกซ้อน เช่น การใช้คอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์ แสดงให้เห็นว่าการจำลองสถานการณ์มีผลอย่างมากในการทำให้ผู้เรียนมีความเท่าเทียมกัน ไม่สนใจความไม่เท่าเทียมกันที่มีอยู่ก่อน อาจจะเป็นประโยชน์มากกับนักเรียนที่มีความรู้ต่ำ ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงได้มาก

เจตคติในการใช้การจำลองสถานการณ์ทำให้การศึกษาสถาปัตยกรรมคอมพิวเตอร์เป็นรูปธรรมมากขึ้น ขณะที่นักเรียนกล่าวว่า สามารถเรียนแนวคิดได้โดยไม่ต้องมีการจำลองสถานการณ์ แต่ในส่วนนี้ทำให้พวกเขามีความเข้าใจได้ลึกซึ้งได้ด้วยตนเอง และให้ข้อเสนอแนะบางอย่างในการออกแบบว่าควรกำหนดและมีการให้คำแนะนำโดยไม่รีรออย่างต่อเนื่องในการใช้

ต่อมา ไรย์เบอร์ และคณะของเขา (Rieber and et al. 1996 : 45-58) ได้ทำการศึกษาบทบาทของความหมายในการแปลภาพและข้อความขณะป้อนกลับระหว่างการใช้คอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์ ขณะการป้อนกลับด้วยเนื้อหาที่มีความหมายกว้าง เนื้อหาที่ใช้คอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์เป็นเรื่องกฎการเคลื่อนที่ เพื่อหาการค้นพบเบื้องต้นโดยการให้เนื้อหาสองแบบคือแบบมีความหมาย (Meaningful) กับแบบตามความพอใจ (Arbitrary) ในการจำลองสถานการณ์โดยใช้ข้อความแบบมีความหมาย ได้ออกแบบเหมือนสนามกอล์ฟขนาดเล็ก ส่วนการใช้ข้อความแบบตามความพอใจจะไม่มีการจัดระเบียบเนื้อหาที่มีการทดสอบผลก่อนและหลังการทดลอง ทดสอบคะแนนจากเกม การมีปฏิสัมพันธ์และอุปสรรคในการเรียน ผลการวิจัยพบว่า ไม่มีความสัมพันธ์ของข้อความแบบมีความหมายกับแบบตามความพอใจ โดยคะแนนทดสอบหลังเรียนสูงกว่าก่อนการเรียน ประสิทธิภาพของการจำลองสถานการณ์ในการค้นพบมีความแตกต่างกันระหว่างแบบที่มีการป้อนกลับกับแบบที่ไม่มีการป้อนกลับ วิชาที่มีเนื้อหาสมบูรณ์การใช้เวลาในการเล่นเกมน้อย มีอุปสรรคน้อยถ้ามีการป้อนกลับด้วยภาพ ในบางวิชาที่มีปฏิสัมพันธ์น้อยโดยดูจากการใช้เมาส์คลิกเพื่อการป้อนกลับด้วยภาพ

## 2.2.7 หลักการในการใช้คอมพิวเตอร์แบบจำลองสถานการณ์

ในที่สุดก็ได้มีความพยายามในการรวบรวมเอาผลการวิจัยเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่ใช้การจำลองสถานการณ์ โดยโชน (Shon. 1997 : 5124) ได้ทำการวิจัยเพื่อรวมทฤษฎีการสอนสำหรับการออกแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์ เพื่อหาความสัมพันธ์ของเหตุผลในการสอนโดยการทดสอบการทดลองของตัวอย่างการสอนที่ผ่านมา วิธีการที่ใช้ในการรวมทฤษฎีโดยใช้การสืบค้นและปรับปรุงทฤษฎีที่มีพื้นฐานบนหลักการของเหตุผลในวิชาฟิสิกส์ โดยผลที่จะได้เป็นทฤษฎีการสอนสำหรับการออกแบบคอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์ เป็นการทดลองโดยมีการสังเกตและการสัมภาษณ์นักเรียนระดับมัธยมปลายในเกาหลีที่ใช้คอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์ในการเรียน โดยสรุปผลการวิจัยเสนอทฤษฎีที่จะทำให้การใช้เครื่องมือออกแบบได้ดี ถ้าปรับปรุงดังนี้ต่อไปนี้

1. สรุปการนำเสนอในตอนท้ายของการสอน

2. การปฏิบัติสำหรับงานที่ง่าย กำหนดสิ่งที่คาดหวังไปสู่ประสบการณ์ที่จะได้ ให้มีตัวเลือกใน

การปฏิบัติหลากหลาย รวมทั้งการแยกสาขาของสถานการณ์ไปสู่ผลลัพธ์ที่ทำให้นักเรียนพึงพอใจในการเรียนและกำหนดให้ยากกว่าระดับที่ปฏิบัติ เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การป้อนกลับสำหรับการปฏิบัติงานง่าย ๆ กำหนดให้มีการป้อนกลับข้อมูลอย่างเพียงพอ ดีกว่าการป้อนกลับโดยธรรมชาติ

4. วิธีการค้นพบกับวิธีการชี้แจง กำหนดการเข้าถึงการอธิบายในกรณีที่เหมาะสมสำหรับผู้เรียน ยากในการหาความสัมพันธ์ของเหตุผล

5. รูปแบบการอธิบายเพื่อช่วยความเข้าใจของผู้เรียน กำหนดให้เห็นภาพหลากหลายเป็นรูปที่เกิดขึ้นพร้อม ๆ กัน แสดงการเปลี่ยนแปลงในความสัมพันธ์ของหลักการ ทำให้การสอนมีปฏิสัมพันธ์ ให้มากโดยการกำหนดสัญลักษณ์ไอคอนให้เพียงพอให้สามารถ

6. การจูงใจ การใช้เสียงช่วยให้น่าสนใจและเป็นคุณสมบัติหนึ่งที่ผู้เรียนชอบ

## 2.2.8 โปรแกรมจำลองสถานการณ์ Proteus

สถานการณ์จำลองในการเรียนการสอนวิชา ไมโครคอมพิวเตอร์ เลอร์ ใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Proteus เป็นโปรแกรมจำลองการเลียนแบบหรือสร้างสถานการณ์เพื่อทดแทนการใช้ชุดฝึกทดลอง หรือแผงทดลอง เพื่อการเรียนรู้ในชั้นเรียน เป็นการจูงใจให้นักศึกษาเกิดการเรียนรู้ โดยมีส่วนเข้าไปร่วมเกี่ยวข้อง เช่น การควบคุมเหตุการณ์ การตัดสินใจ การโต้ตอบกับสิ่งที่เกิดขึ้นในสถานการณ์ จำลองได้ โดยที่ในชีวิตจริงนักศึกษาอาจไม่สามารถแสดงปฏิกิริยาในสิ่งที่เกิดขึ้นจริงได้ สถานการณ์จำลองจะลดความยุ่งยากซับซ้อนของเหตุการณ์จริง เช่น รายละเอียด ลดโอกาสที่จะเกิดความเสียหายจากอุปกรณ์หรือการต่อวงจรไม่ถูกต้อง ทำให้นักศึกษาที่ทำการทดลองเกิดความมั่นใจและกล้าที่จะทำการทดลองโดยไม่ก่อให้เกิดความเสียหายกับอุปกรณ์ทดลอง

ในสถานการณ์จำลองผู้เรียนต้องเรียนรู้การแก้ปัญหา โดยการเรียนรู้ขั้นตอนกระบวนการด้วยตนเอง จะเกิดความเข้าใจ และการสร้างสถานการณ์จำลองจะเป็นการลดความสูญเสีย ค่าใช้จ่ายต่างๆ ที่เกิดขึ้นได้มาก เช่น การที่ต่อวงจรควบคุมที่ซับซ้อนมีอุปกรณ์หลายตัวก็สามารถจำลองสถานการณ์ขึ้นมาเสมือนจริงได้โดยใช้โปรแกรม

ความเข้าใจคุณลักษณะต่างๆ รวมทั้งการเรียนรู้วิธีการควบคุมเหตุการณ์ และต้องเรียนรู้การปฏิบัติในสถานการณ์ที่แตกต่างกัน การใช้สถานการณ์จำลองมีจุดมุ่งหมาย เพื่อช่วยให้นักเรียนได้สร้างรูปแบบ การตอบสนองที่เป็นประโยชน์กับเหตุการณ์จริงในการทดลอง เพื่อเปิดโอกาสให้นักศึกษาได้ทดสอบเหตุการณ์ต่างๆ อย่างปลอดภัยและมีประสิทธิภาพ

การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนในแบบจำลองสถานการณ์ เป็นรูปแบบหนึ่งของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ส่งผลต่อการเรียนรู้ของผู้เรียนได้ดีที่สุด เพราะผู้เรียนจะได้เรียนรู้เหมือนกับเป็นประสบการณ์ตรง แต่การจำลองสถานการณ์โดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนกลับไม่เป็นที่แพร่หลายอันเนื่องมาจากเป็นสื่อที่สร้างยากในทุกขั้นตอนตั้งแต่ออกแบบการสอน จนถึงการสร้างโปรแกรมให้สามารถจำลองสถานการณ์ได้เหมือนจริง เราอาจจะเห็นเกมคอมพิวเตอร์มากมายที่สร้างได้ตื่นเต้นเร้าใจ จำลองสถานการณ์ต่างในเกมได้อย่างสมจริงสมจัง

## 2.3 การวัดและการประเมินผล

### 2.3.1 ความหมายของการวัดผลและการประเมินผลการศึกษา

ไพศาล หวังพานิช (2523 :19-20) ได้ให้นิยามเกี่ยวกับการวัดผลการศึกษา ( Education Measurement) หมายถึง กระบวนการในการกำหนด หรือ จำนวนปริมาณอันดับหรือรายละเอียดของคุณลักษณะ หรือ พฤติกรรมความสามารถของบุคคล โดยใช้เครื่องมือในการวัด เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระบวนการดังกล่าวทำให้ได้ตัวเลขหรือข้อมูลรายละเอียดต่างๆ ที่ใช้แทนจำนวน และลักษณะที่วัดนั้น จากความหมายนี้แสดงว่าการวัดเป็นตัวเลข หรือ เป็นรายละเอียดที่นำไปใช้บรรยาย บอกจำนวนหรือระดับสิ่งที่ถูกวัด ปกติการวัดโดยทั่วไปมีอยู่ 2 ด้าน คือ

1. การวัดทางกายภาพศาสตร์ (Physical Science) เป็นการวัดเพื่อหาจำนวนของสิ่งของต่างๆ ที่รูปธรรมมีตัวตนแน่นอน เช่น ความยาว น้ำหนัก พื้นที่ ขนาด ปริมาณ เป็นต้น ส่วนใหญ่เป็นการวัดวัตถุสิ่งของ การวัดด้านนี้มักเป็นเรื่องทางฟิสิกส์มีเครื่องมือที่ให้ผลเชื่อถือได้ มีหน่วยการวัดแน่นอน เช่น เมตร กรัม เป็นต้น

2. การวัดทางสังคมศาสตร์ (Social Science) เป็นการวัดหาจำนวนหรือคุณภาพของสิ่งที่เป็นนามธรรม ไม่มีตัวตนแน่นอน ส่วนใหญ่เกี่ยวข้องกับพฤติกรรมของสิ่งมีชีวิตทั้งหลายปัญหาสำคัญคือการกำหนดสิ่งที่จะวัดซึ่งจะแปรเปลี่ยนได้ง่าย เครื่องมือที่ใช้มักขาดคุณภาพให้ผลเชื่อถือได้ต่ำ ไม่มีหน่วยที่แน่นอน เช่นการวัดความรู้ การวัดปรับตัวเองของนักเรียน เป็นต้น การวัดผลการศึกษเป็นส่วนหนึ่งของการวัดทางด้านสังคมศาสตร์ในปัจจุบัน

วิริยา บุญชัย (2523 : 7-8) ได้ให้ความหมายการวัดผล (Measurement) หมายถึงการเปรียบเทียบสิ่งที่ต้องการกับเครื่องมือพื้นฐานนั้นเป็นผู้บอกให้ทราบ เช่น ต้องการทราบความเปรียบเทียบสิ่งที่ต้องการของโต๊ะก็เอาเทปหรือไม้เมตรมาวัด เราจะทราบความกว้างของโต๊ะทันทีจากเครื่องวัดนั่นเอง การวัดจะออกมาเป็นตัวเลขเรียกว่าปริมาณ (Quantity) และจะให้ผลในทางคุณภาพ (Quality) ในการวัดจะต้องมีแบบทดสอบอยู่ด้วย และทราบทันทีว่านักเรียนมีความรู้ทางผลการศึกษามากน้อยเพียงใด โดยอาศัยตัวเลขจากการทดสอบนั้น เป็นต้น

แบบทดสอบ (Test) หมายถึงแบบ (Form) หรือเครื่องมือ (Tool) หรือขบวนการสำหรับวัดผลความสามารถความสัมฤทธิ์ หรือความสนใจของบุคคลที่แสดงออกมา แบบทดสอบนี้ใช้วัดสิ่งที่เราไม่สามารถใช้วัดได้โดยตรง ซึ่งจะวัดได้ก็ต่อเมื่อบุคคลผู้นั้นแสดงผลหรือการกระทำออกมาก่อน เช่น การจะวัดความสามารถทางปัญญาก็ให้ทำข้อสอบ เป็นต้น แบบทดสอบที่ใช้ในการวัดผลการศึกษแยกออกเป็น 2 ประเภทด้วยกัน

1. แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้น (Teacher – Mode Test) เป็นแบบทดสอบที่พบอยู่โดยทั่วไป และเป็นแบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเพื่อใช้กับนักเรียนของตนเอง ซึ่งมีลักษณะดังนี้

1.1 เหมาะสมกับหน่วยของการสอนที่ครูกำหนดเนื้อหาและระดับความยากง่าย

1.2 ในการสร้างแบบทดสอบนั้น วิธีการ เครื่องมือ และการให้คะแนนขึ้นอยู่กับข้อกำหนดของครูเอง โดยอาศัยความเที่ยงตรงของหลักสูตรเป็นเกณฑ์

1.3 แบบทดสอบอาจไม่เป็นไปตามคะแนนมาตรฐานของส่วนการศึกษานั้นๆ แต่เป็นคะแนนที่ครูรวบรวมไว้ตลอด แล้วสร้างคะแนนมาตรฐานขึ้นใช้เอง

1.4 แบบทดสอบที่สร้างขึ้นได้เร็ว วิธีการจะไม่ดีเท่ากับแบบทดสอบมาตรฐาน

1.5 ไม่เหมาะสมกับการนำไปให้ครูคนอื่นๆ ใช้ แต่จะเหมาะสมสำหรับใช้ส่วนศึกษาหรือท้องถิ่นนั้นๆ

2. แบบทดสอบมาตรฐาน (Standardized Test) หมายถึง แบบทดสอบที่มีวิธีการสร้างเครื่องมือและการใช้คะแนนคงที่ โดยสามารถทำให้ใช้ข้อสอบนี้ทดสอบในต่างสถานที่และต่างเวลาได้ การสร้างแบบทดสอบมาตรฐานไม่ใช่ง่าย ต้องออกข้อสอบหลายๆ ข้อ และทำการทดสอบกับคนเป็นจำนวนมาก นำข้อสอบมาวิเคราะห์เลือกข้อสอบที่มีคุณภาพเอาไว้เป็นแบบทดสอบมาตรฐาน นอกจากจะมีวิธีการ เครื่องมือ และการให้คะแนนคงที่แล้วยังต้องมีความเชื่อถือได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประกิจ รัตนสุวรรณ (2526 : 22-27) ได้ให้คำนิยามเกี่ยวกับการวัดผลการศึกษา (Education Measurement ) ไว้ว่า การวัดผลการศึกษา คือ กระบวนการในการกำหนด หรือหาจำนวน ประมาณอันดับ หรือรายละเอียดของคุณลักษณะ หรือพฤติกรรมความสามารถของบุคคลโดยใช้ เครื่องมือเป็นหลักในการวิจัยและกระบวนการดังกล่าวจะทำให้ได้ตัวเลข หรือข้อมูลรายละเอียด ต่างๆ ที่ใช้แทนจำนวนและลักษณะที่ได้นั้นจะแสดงว่าการวัดผลการศึกษาต้องดำเนินการอย่างมี ขั้นตอนมีระเบียบแบบแผน มีเครื่องมือมีผลการวัดเป็นตัวเลขหรือเป็นรายละเอียดที่นำมาบรรยาย นอกจากจำนวนหรือระดับสิ่งที่ต้องการ การวัดและการประเมินผล (Education) หมายถึง กระบวนการในการตัดสินตีราคา เพื่อพิจารณาในความเหมาะสมหรือหาคคุณค่าของลักษณะเชิง พฤติกรรม เช่น ผลการเรียน ผลการปฏิบัติ โดยอาศัยข้อมูลหรือรายละเอียดที่ได้จากการวัดเป็น หลัก และใช้วิจารณ์ญาณประกอบการพิจารณาเป็นต้น จากความหมายดังกล่าวจะเห็นว่า ถ้าจะ ประเมินจะต้องดำเนินการอย่างมีขั้นตอนโดยเริ่มต้นด้วยการวัดผลสิ่งนั้นแล้ว นำผลการวัดที่ได้มา วิจัยอย่างมีหลักเกณฑ์ และมีคุณธรรมเพื่อพิจารณาตัดสินว่าสิ่งนั้นดีหรือไม่เก่งหรืออ่อน ได้หรือ ตก ดังนั้นในการประเมินผลต้องมีองค์ประกอบหลัก 3 ประการคือ

1. การวัด (Measurement) ทำให้ได้รู้สภาพความจริงสิ่งที่ประเมินว่ามีการประมาณเท่าไร คุณสมบัติอย่างไรเพื่อให้เป็นข้อมูลสำหรับนำไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์

2. เกณฑ์ (Criterion) ในการตัดสินใจว่าสิ่งใดดีสิ่งใดเลวใช้ได้หรือใช้ไม่ได้นั้น ต้องมีหลักหรือ บรรทัดฐานที่ต้องการ โดยการเอาผลของการวัดนั้นมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดไว้หรือ มาตรฐานที่ต้องการเกณฑ์การพิจารณาในการศึกษานั้น คือ จุดมุ่งหมายในการศึกษานั้นเอง

3. การตัดสินใจ (Decision) เป็นการชี้ขาดหรือสรุปผลการเปรียบเทียบระหว่างผลการปฏิบัติ ซึ่งได้จากการวัดเกณฑ์ที่กำหนดไว้ว่าสูงต่ำกว่าขนาดไหน ทั้งนี้การตัดสินใจที่ต้องการอาศัยการ พิจารณาอย่างถี่ถ้วน ทุกแง่ทุกมุมและกระทำอย่างยุติธรรม โดยอาศัยสภาพและความเหมาะสม ต่างๆประกอบหรือต้องมีคุณธรรมที่ดี

### 2.3.2 ขอบเขตของการวัดผลทางการศึกษา

จรินทร์ ธานีรัตน์(2544)ได้กล่าวว่าเมื่อทราบถึงความมุ่งหมายของหลักสูตรและความหมาย ของการสอนในระดับชั้นเรียนนั้น แล้วก็มาพิจารณาดูว่าจะวัดอะไรเพื่อให้ตรงกับเนื้อหาหรือความมุ่ง หมายของระดับชั้นๆ ซึ่งอาจจะแตกต่างกันไปบ้างแต่ควรสอดคล้องกับความมุ่งหมายของการสอนซึ่ง อาจจะวัดในสิ่งต่อไปนี้

1. วัดความรู้ความเข้าใจ (Knowledge Test) ได้แก่การวัดความรู้ความเข้าใจในด้านวิธีการ เช่น แบบการเล่น กฎ กติกา ประวัติความเป็นมาตลอดจนเรื่องอุปกรณ์การเล่น เป็นต้น

2. วัดทักษะ (Skills Test) ได้แก่ การวัดทักษะทางการกระทำ อาจจะเป็นทักษะในการ กระทำเบื้องต้น(Basic Skill) ของแต่ละประเภทของงาน หรือทักษะความชำนาญในกิจกรรมต่างๆ

3. วัดสมรรถภาพทางกาย (Physical Fitness Test) ได้แก่ การวัดองค์ประกอบต่างๆของ สมรรถภาพทางกาย เช่น ความว่องไว ความอดทน เป็นต้น

4. วัดเจตคติหรือทัศนคติ (Attitude Test ) ได้แก่ การวัดในเรื่องต่างๆที่แสดงออกมาในทาง ที่ดีเป็นผลมาจากการเข้าร่วมในกิจกรรมการศึกษา ดังเช่น

4.1 ความสนใจและการเข้าร่วมกิจกรรมพลศึกษา

4.2 เวลามาเรียนและการตั้งใจเรียนอย่างกระตือรือร้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4.3 การตรงต่อเวลาในการเรียน

#### 4.4 การแต่งการอย่างเหมาะสมในการเรียน

#### 4.5 รับการบริการช่วยเหลือร่วมมือเป็นพิเศษทางการศึกษาให้แก่ส่วนรวม

สิ่งที่มีความจำเป็นในการเรียนการสอนในวิชาปฏิบัติ คือ การวัดและประเมินผล การวัดและประเมินผลที่ดีนั้น จำเป็นต้องอาศัยเครื่องมือที่มีคุณสมบัติดังนี้ คือ ความเที่ยง ความเชื่อมั่น ความเป็นปรนัย และมีเกณฑ์ปกติ Mathew. (1978 : 25) โยเฉพาะอย่างยิ่งการทดสอบทางด้านทักษะ เป็นการวัดที่สามารถบอกพฤติกรรมที่แสดงออกที่แสดงออกมาให้เห็นอย่างชัดเจน และเป็นไปตามความจริง (Nixon and Jewette. 1974 : 277)

(Johnson and Nelson. 1974 : 44) ได้กล่าวว่าแบบทดสอบที่เป็นมาตรฐานควรมีลักษณะที่เป็นพื้นฐานที่สำคัญ 4 ประการคือ

1. ความเป็นปรนัย (Objectivity) หมายถึง แบบทดสอบที่มีมาตรฐานการวัดที่แน่นอน ชัดเจนในการดำเนินการ และการให้คะแนน แม้จะวัดโดยผู้วัดหลายคนก็จะได้คำตอบหรือคะแนนเท่ากัน

2. มีความเชื่อมั่น (Reliability) หมายถึงแบบทดสอบที่มีความแน่นอนในการวัด โดยผู้รับการทดสอบหลายครั้งก็จะได้ผลเหมือนเดิม

3. มีความเที่ยงตรง (Validity) สามารถวัดในสิ่งที่ต้องการวัดตรงตามจุดมุ่งหมาย

4. มีเกณฑ์ปกติ (Norm) เพื่อใช้เป็นตัวแทนของประชากรเฉพาะกลุ่มที่จะทำการวัด

ทักษะก็นับว่ามีความสำคัญมากต่อการเรียนการสอน เพราะการที่เราจะทราบได้ว่านักเรียนแต่ละคนมีทักษะเพียงใดก็จะสามารถทราบได้จากการวัดทักษะ (Coilins. 1978 : 4-5) กล่าวว่าการวัดทักษะมีประโยชน์อย่างน้อย 9 ประการ

1. วัดผลสัมฤทธิ์ (Measurement of Achievement) ความมุ่งหมายอันดับแรกของแบบทดสอบทักษะ เพื่อวัดความก้าวหน้าของนักเรียนหาระดับผลสัมฤทธิ์เนื้อหาและทฤษฎีหลักการต่างๆ ของแต่ละรายวิชา

2. ให้เกรด หรือ คะแนน (Grading or Marking) นักเรียนอาจได้รับการประเมินพื้นฐานต่างๆ ตามแบบทดสอบกระทำทางทักษะ เมื่อนักเรียนได้เรียนวิชาผ่านไปสิ่งที่นักเรียนได้ คือ เกรดหรือคะแนน ซึ่งจะเป็นเครื่องชี้ให้เห็นถึงระดับความก้าวหน้าหรือผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนที่แสดงออกให้เห็นตามแบบทดสอบทักษะนั้น

3. เพื่อแบ่งกลุ่ม (Classification) การใช้แบบทดสอบทักษะผู้สอนจะใช้ทดสอบเพื่อแบ่งผู้เข้ารับการศึกษาตามระดับ เช่น ระดับต่ำ ระดับกลางและระดับสูง เป็นต้น แทนที่จะใช้เวลาเล็กน้อยในการสังเกตการณ์กระทำหรือแสดงออกทางทักษะนอกจากนั้น การแบ่งกลุ่มนี้จะทำให้เกิดความยุติธรรมในการแข่งขัน

4. การจูงใจ (Motivation) นักเรียนจะมีการตอบสนองในทางบวกต่อสิ่งที่มาท้าทายเขาจะพยายามมากๆ เพื่อให้ได้คะแนนมากๆ กับการทดสอบทักษะมากกว่าให้เขากระทำหรือเอาชนะเพื่อนในชั้น ด้วยเหตุนี้แบบทดสอบทักษะจึงใจที่ตีมาก เพื่อให้ให้นักเรียนเกิดการพัฒนาและก้าวหน้า

5. การฝึก (Practice) คล้ายกับวัตถุประสงค์ในการจูงใจจะมีนักเรียนฝึกซ้อมตามรายการของแบบทดสอบเพื่อให้ได้คะแนนมากยิ่งขึ้น การกระทำดังกล่าวเป็นการสร้างความก้าวหน้าแก่ตัวเองและเป็นการทดสอบตัวเอง ซึ่งเป็นคุณสมบัติที่สำคัญที่สุดที่จะทำให้ประสบความสำเร็จในทักษะต่างๆ และหากครูหรือครูผู้ฝึกสอนเห็นประโยชน์และจัดให้นักเรียนฝึกตามรายการของแบบทดสอบใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บางส่วน โดยมีการสาธิตและอธิบายโดยละเอียดแล้วนั้น แสดงว่าแบบทดสอบฉบับนี้มีความเที่ยงตรงเชิงประจักษ์

6. การวินิจฉัย (Diagnosis) การพัฒนาทางทักษะเป็นพื้นฐานอย่างหนึ่งในการเรียนการสอน การวินิจฉัย หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในแต่ละระดับถือเป็นคุณสมบัติอย่างหนึ่งของการสอนเมื่อใช้แบบทดสอบทางทักษะต่างๆทำให้ผู้สอนรู้จักจุดบกพร่องของนักเรียนเพื่อการแก้ไขต่อไป

7. เครื่องช่วยสอน (Teaching Aids) โดยธรรมชาติของการสอนทักษะของนักเรียนจะต้องรู้ถึงความก้าวหน้าและการพัฒนาทางทักษะของตนเองทุกขณะ หากผู้สอนใช้รายการทดสอบทักษะและเน้นมากๆ จะเป็นเครื่องช่วยในการสอนและนักเรียนมากขึ้น

8. เครื่องมือในการแปลความหมาย (Interpretive Tool) และหน้าที่อย่างหนึ่งในการสอนการแปลผล หรือแปลความหมายจากผลการเรียนของนักเรียนให้กับผู้บริหาร ผู้ปกครองนักเรียนและแก่สาธารณชนทั่วไปได้ทราบซึ่งแปลความได้ผลมาจากแบบทดสอบทักษะที่มีคุณภาพและสิ่งนี้ก็จำเป็นการยกระดับของโรงเรียนไปด้วย

9. การแข่งขัน (Competition) ซึ่งจากการที่นักเรียนทำการแข่งขันหรือทำคะแนนให้ได้มากๆ ในแต่ละรายการทดสอบจะเป็นเครื่องชี้ให้เห็นถึงการที่จะประสบความสำเร็จ

### 2.3.3 การวัดผลภาคปฏิบัติ

ผลสัมฤทธิ์ (Achievement) หรือผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Academic Achievement) หมายถึงคุณลักษณะ และความสามารถของบุคคลอันเกิดจากการเรียนการสอน เป็นการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมและประสบการณ์การเรียนรู้ที่เกิดจากการฝึกอบรมหรือจากการสอนการวัดผลสัมฤทธิ์จึงเป็นการตรวจสอบระดับความสามารถหรือความสัมฤทธิ์ผล (Level of Accomplishment) ของบุคคลว่าเรียนแล้วมีความรู้เท่าไรมีความสามารถชนิดใดซึ่งสามารถวัดผลได้ 2 แบบตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมและลักษณะวิชาที่สอนคือ ไพศาล หวังพานิช (2526:89)

1. การวัดด้านปฏิบัติ เป็นการตรวจสอบระดับความสามารถในการปฏิบัติหรือทักษะของผู้เรียน โดยมุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้แสดงความสามารถในรูแบบกระทำจริงให้ออกมาเป็นผลงาน เช่น วิชาศิลปะศึกษา พลศึกษา การช่าง เป็นต้น

2. การวัดด้านเนื้อหา เป็นการตรวจสอบความสามารถเกี่ยวกับเนื้อหาวิชาประสบการณ์การเรียนรู้ของผู้เรียน รวมถึงพฤติกรรมความสามารถในด้านต่างๆสามารถวัดได้โดยใช้ ข้อสอบผลสัมฤทธิ์ (Achievement Test)

การวัดภาคปฏิบัติหรือความสามารถในการปฏิบัติของผู้เรียนเป็นการวัดที่ให้ผู้เรียนได้แสดงพฤติกรรมตรงออกมาด้วยการกระทำ โดยถือว่าการปฏิบัติเป็นความสามารถในการผสมผสานหลักการวิธีการต่างๆ ที่ได้รับการฝึกฝนมาให้ปรากฏออกมาเป็นทักษะ (Skill Outcomes) การวัดภาคปฏิบัติมีวิธีดังนี้

#### 2.3.3.1 วิธีการวัด

เมื่อต้องการทราบว่าผู้เรียน เรียนรู้หลักและวิธีการในการปฏิบัติสิ่งใดแล้วจะสามารถปฏิบัติจริงได้หรือไม่โดยเฉพาะอย่างยิ่งในรายวิชาที่มุ่งเน้นความสามารถด้านการปฏิบัติ ควรจะให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติสิ่งนั้นจริงๆ โดยให้ออกมาเป็นผลงานหรือให้สังเกตเห็นได้หลักความสำคัญในการวัดภาคปฏิบัติก็คือ ต้องกำหนดงานขึ้นมาได้ให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติจริงงานที่กำหนดขึ้นนี้อาจจะเป็นได้ทั้งแง่ความเป็นจริงหรือสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้โดยตรงหรือให้เป็นงานตัวอย่างหรือเป็นงานจำลองของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ในงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จริง เช่น การเขียนภาพ การตัดเสื้อ การสานพัด การตอนต้นไม้เป็นต้น หรืออาจเป็นงานสมมุติหรือเลียนแบบของจริง (Simulated Work) ก็ได้ เช่น การจำลองแบบบ้าน การปั้นรูปผลไม้ เป็นต้น ดังนั้นการวัดภาคปฏิบัติจึงมีความสำคัญที่การกำหนดให้ผู้เรียนปฏิบัติซึ่งมีหลักดังนี้

1. ควรเป็นงานที่บอกระดับทักษะ หรือความสามารถในการปฏิบัติได้อย่างแท้จริง งานนั้นสามารถจำแนกความสามารถของผู้เรียนได้ นั่นคือ งานนั้นต้องไม่ยากหรือง่ายเกินไปเพราะจะทำให้ผลงานที่ได้ออกมาเหมือนกันหมดทุกประเภทและทุกคน

2. ควรเป็นงานที่ให้ผู้เรียนปฏิบัติโดยต้องใช้ทักษะด้านต่างๆ ประกอบกันหรือนำมาผสมผสานกันจึงจะดี เป็นงานที่มีความสำคัญเพียงพอที่จะกำหนดเป็นตัวแทนในการปฏิบัติสิ่งอื่นๆ ได้ด้วย

3. ควรพิจารณาลักษณะงานที่จะให้ผู้เรียนปฏิบัติว่า เป็นงานที่ควรจะเป็นรายบุคคลทีละคนหรือสามารถปฏิบัติเป็นกลุ่มหรือพร้อมๆ กันไปเพื่อให้การวัดนั้นปฏิบัติถูกต้องและสามารถให้คะแนนได้อย่างเชื่อมั่นได้

4. งานที่กำหนดควรให้อยู่ในวิสัยที่ผู้เรียนสามารถปฏิบัติได้และผู้สอนก็สามารถจัดสถานการณ์เพื่อการปฏิบัติได้อย่างแท้จริง

5. ควรชี้แจงให้ผู้เรียนเข้าใจงานที่ปฏิบัติอย่างชัดเจนก่อนทุกครั้ง เช่น ควรบอกจุดมุ่งหมายของขอบข่ายของงาน ผลที่ต้องการเครื่องมือที่จะใช้เงื่อนไขต่างๆ ในการปฏิบัติเวลาที่ใช้ในการปฏิบัติรวมทั้งการพิจารณาหรือการตรวจให้คะแนน เป็นต้น

### 2.3.3.2 การตรวจภาคปฏิบัติ

ความยุ่งยากประการหนึ่งในการตรวจวัดภาคปฏิบัติคือ การตรวจให้คะแนนซึ่งมักจะขาดความเชื่อมั่น ทั้งนี้เพราะโดยปกติแล้วผู้สอนนิยมให้คะแนนผลงานการปฏิบัติของผู้เรียน โดยวิธีการสังเกตแล้วตัดสินใจให้คะแนนทันที ย่อมจะเกิดความผิดพลาดได้ง่ายการตรวจภาคปฏิบัติที่ดีนั้นควรมีหลักเกณฑ์ดังนี้

1. การตรวจผลงานภาคปฏิบัติควรตรวจหรือให้คะแนนทั้ง 2 ด้านคือ

1.1 วิธีปฏิบัติ (Procedure or Process) ได้แก่ วิธีการดำเนินการทั้งหลายของการปฏิบัติ เช่น ขั้นตอนในการปฏิบัติ เครื่องมือที่ใช้ ทักษะการใช้เครื่องมือ กรรมวิธีในการปฏิบัติเวลาที่ใช้ในการปฏิบัติ เป็นต้น

1.2 ผลปฏิบัติ (Product or Output) ได้แก่ ผลผลิตหรือสิ่งที่ได้จากการปฏิบัติ ควรพิจารณาอย่างรอบคอบทั้งในด้านปริมาณและคุณภาพ เช่น จำนวนงานที่ได้ ความงามความถูกต้อง ความคิดริเริ่มประโยชน์ใช้สอย เป็นต้น

2. การตรวจผลงานภาคปฏิบัติในแต่ละรายวิชา ย่อมเน้นความสำคัญของวิธีปฏิบัติ ผลปฏิบัติแตกต่างกันดังนั้นผู้สอนต้องพิจารณาก่อนว่าการปฏิบัติของรายวิชานั้นๆ ควรเน้นหนักทางด้านใดเพื่อที่จะกำหนดอัตราส่วนของความสำคัญของแต่ละด้านไว้แน่นอนก่อน

3. ควรตั้งเกณฑ์ในการตรวจให้คะแนนอย่างชัดเจนโดยกำหนดรายละเอียดต่างๆ ที่จะให้พิจารณาในการให้คะแนนไว้อย่างครบถ้วนเหมาะสม

### 2.3.3.3 วิธีการตรวจให้คะแนนภาคปฏิบัติ

การตรวจให้คะแนน ควรตรวจให้คะแนนผลงานโดยใช้เพียงการสังเกตแล้วให้คะแนนทันที เพราะจะทำให้คะแนนที่ได้มีความเชื่อมั่นและไม่ตรงกับความเป็นจริงวิธีการตรวจให้คะแนนภาคปฏิบัติที่นิยมใช้อยู่มีอยู่ 2 วิธีคือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ใช้แบบสำรวจรายการ (Checklist) ใช้สำหรับตรวจให้คะแนนภาคปฏิบัติทั้งในด้านวิธีปฏิบัติและผลปฏิบัติโดยใช้วิธีการกำหนดรายการหรือรายละเอียดต่างๆ ของวิธีทำหรือผลปฏิบัติขึ้นมาเพื่อใช้เป็นเกณฑ์ในการให้คะแนนโดยพยายามกำหนดสิ่งที่สำคัญๆของการปฏิบัติในครั้งนั้นๆ ออกมาเป็นข้อๆหรือรายการแล้วพิจารณาการปฏิบัติหรือเป็นอย่างไร แล้วบันทึงผลการปฏิบัติของผู้เรียนเป็นคะแนนหรือตรวจผลงานเป็นระดับก็ได้ เช่น ดีหรือไม่ดี ใช้ได้หรือใช้ไม่ได้ ดีหรือพอใช้ เป็นต้น

2. ใช้การจัดอันดับคุณภาพ (Rating Scale) ใช้สำหรับตรวจให้คะแนนเกี่ยวกับสิ่งที่เป็นคุณค่าหรือคุณภาพต่างๆ จึงเหมาะสมจะนำมาใช้กับการให้คะแนนการปฏิบัติในด้านที่เป็นผลปฏิบัติมากกว่าวิธีการปฏิบัติ หลักสำคัญของการจัดอันดับคุณภาพก็คือ พยายามประเมินผลงานของผู้เรียนด้วยการเปรียบเทียบกันในกลุ่มเพื่อจัดอันดับ แล้วจึงแปลงอันดับที่ได้ออกมาเป็นคะแนน มีขั้นตอนการปฏิบัติดังต่อไปนี้

2.1 พิจารณาผลงานแต่ละคนตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ แล้วตัดสินว่างานนั้นมีคุณภาพดีหรือปานกลางหรือไม่ดีแยกเป็นสามกลุ่ม

2.2 พิจารณาผลงานในแต่ละกลุ่มเพื่อเปรียบเทียบและจัดอันดับผลงานเหล่านั้นโดยจัดอันดับผลงานไปที่ละกลุ่ม จนครบทั้งสามกลุ่ม

2.3 นำอันดับทั้งหมดมาเรียงต่อกันไป จะได้ผลงานที่ยอดเยี่ยมอันดับ หนึ่ง สอง สาม ไปจนถึงอันดับสุดท้ายของกลุ่ม

2.4 แปลงอันดับของผลงานที่เรียงไว้ทั้งหมด ออกมาเป็นตำแหน่งร้อยละ (Percent Position) ซึ่งเป็นการจัดอันดับของผลงานเหล่านั้นโดยคิดผลงานทั้งหมดเป็น 100 ชิ้น ดังนั้นตำแหน่งร้อยละที่ได้ออกมาจะบอกให้ทราบว่างานชิ้นนี้ได้อันดับในกลุ่มจะกลายเป็นอันดับที่เท่าไร

2.5 แปลงตำแหน่งร้อยละเป็นคะแนน โดยใช้บัญชีสำหรับการแปลงอันดับคุณภาพ

ในการทำวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาการวัดผลภาคปฏิบัติเพื่อนำไปประยุกต์ใช้วัดความสามารถด้านทักษะของผู้เรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์การปฏิบัติ ไมโครคอนโทรลเลอร์ 16F877A เรื่องการทดลองโบบางงานโดยใช้โปรแกรมจำลองสถานการณ์ในการปฏิบัติ ซึ่งเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มุ่งเน้นด้านการปฏิบัติเป็นหลัก ในการประเมินแบบทดสอบวัดผลภาคปฏิบัติที่สร้างขึ้นควรใช้วิธีการตรวจผลงานภาคปฏิบัติ ให้เกิดความเชื่อมั่นโดยใช้วิธีการตรวจให้คะแนนแบบสำรวจรายการโดยการกำหนดรายการต่างๆของผลปฏิบัติขึ้นมาเพื่อเป็นเกณฑ์การให้คะแนน

#### 2.3.3.4 แบบทดสอบการวัดผลภาคปฏิบัติ

การออกแบบทดสอบที่เป็นข้อเขียนเพื่อวัดผลหลังการฝึกปฏิบัติ นั้น มีรายละเอียดต่อไปนี้ (อุทุมพร จามรมาณ.2529 :88)

1. ตามปกติการวัดผลภาคปฏิบัตินั้นเป็นการวัดในสถานการณ์ที่นักเรียนปฏิบัติจริง ไม่ว่าจะการวัดนั้นๆ จึงอยู่ในระดับที่เรียกว่าเพื่อพัฒนาการเรียนการสอนที่ภาษาอังกฤษเรียกว่า Formative Evaluation หรือวัดผลเพื่อที่จะประเมินผลรวมที่เรียกว่า Summative Evaluation การวัดจากสถานการณ์จริงเช่นนี้ หลีกเลี่ยงการสนใช้วิธีการสังเกต การใช้เครื่องมือวัดเช่น Rating Scale หรือ Checklist ควบคู่กับการสังเกตไม่ได้ เป็นต้น

2. ดังที่กล่าวมาแล้วว่ามีความพยายามที่ใช้แบบทดสอบข้อเขียนเพื่อวัดวิธีปฏิบัติงานหลายท่านสอนนักเรียนให้ปฏิบัติงานแล้ว ภายหลังมาออกข้อสอบเป็นข้อเขียนถามโดยการกำหนด

สถานการณ์ขึ้นมาใหม่แล้วให้นักเรียนนำเอาวิธีการที่เคยปฏิบัติงานจากสถานการณ์จริงมาตอบ  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำถาม ในสถานการณ์ที่กำหนดขึ้นใหม่เป็นการประยุกต์ใช้วิธีการปฏิบัติ ตัวอย่างทางการแพทย์ ศาสตร์ ซึ่งได้เคยสอนให้วินิจฉัยโรคผิวหนังหลายๆ อย่างเป็นไปแล้วแต่ในการสอบบางครั้งจัดทำ สถานการณ์ขึ้นมาใหม่ เช่น มีภาพสีแดงให้เห็นโรคผิวหนังพร้อมบอกอาการแล้วให้ผู้ทำข้อสอบทำ หน้าที่ตอบคำถามเพื่อวินิจฉัยโรคเป็นต้น ถึงแม้ว่าการถามนี้เป็นข้อสอบเขียนแต่การถามแบบยก สถานการณ์เช่นนี้ก็พอจะทำนายพฤติกรรมประยุกต์ความรู้ของผู้เข้ารับการศึกษาได้พอสมควรสิ่งที่พึง ระวังก็คือการสร้างควรตรงกับสภาพความเป็นจริง (Concurrent Validity) ของแบบทดสอบว่า ผู้ตอบถูกและในทางปฏิบัติจริงผู้ตอบก็ปฏิบัติได้ถูกต้องด้วย

### 2.3.4 วิธีการคำนวณหาประสิทธิภาพ

การคำนวณหาประสิทธิภาพโดยใช้สูตรต่อไปนี้

$$\text{สูตรที่ 1} \quad E_1 = \frac{\sum x}{N} \times 100 \quad (\text{หรือ} \quad \frac{\bar{x}}{A} \times 100) \quad (2.1)$$

เมื่อ  $E_1$  คือ ประสิทธิภาพของกระบวนการ  
 $\sum x$  คือ คะแนนรวมของแบบฝึกหัด หรืองาน  
 $A$  คือ คะแนนเต็มของแบบฝึกหัดทุกชิ้นรวมกัน  
 $N$  คือ จำนวนผู้เรียน

$$\text{สูตรที่ 2} \quad E_2 = \frac{\sum F}{B} \times 100 \quad (\text{หรือ} \quad \frac{\bar{x}}{B} \times 100) \quad (2.2)$$

เมื่อ  $E_2$  คือ ประสิทธิภาพของผลลัพธ์  
 $\sum B$  คือ คะแนนรวมของผลลัพธ์หลังเรียน  
 $B$  คือ คะแนนเต็มของการสอบหลังเรียน  
 $N$  คือ จำนวนผู้เรียน

จะเห็นได้ว่าประสิทธิภาพของกระบวนการ ( $E_1$ ) คือการนำเอาคะแนน ของแบบฝึกหัดหรือ ผลงานในขณะประกอบกิจกรรมกลุ่ม/เดี่ยว ของนักเรียนทุกคน รวมกันหารด้วยจำนวนผู้เรียน แล้วนำ ค่าที่ได้หารด้วยคะแนนเต็มของแบบฝึกหัด ทุกชิ้นรวมกันคูณด้วย 100 ส่วนประสิทธิภาพของ ผลลัพธ์ ( $E_2$ ) ก็คือการนำคะแนนรวม ของการทดสอบหลังเรียนหารด้วยจำนวนนักเรียน(คะแนน เฉลี่ย)แล้วนำค่าที่ได้หาร ด้วยคะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียนคูณด้วย 100 นั่นเอง

### 2.3.5 ขั้นตอนการหาประสิทธิภาพ

เมื่อผลิตชุดการสอนขึ้นเป็นต้นแบบแล้ว ต้องนำชุดการสอนไปหาประสิทธิภาพ ตามขั้นตอน ต่อไปนี้

1. แบบเดี่ยว (1:1) คือ ทดลองกับผู้เรียน 3 คน โดยใช้เด็กอ่อน ปานกลาง และเด็กเก่ง คำนวณหาประสิทธิภาพ เสร็จแล้วปรับปรุงให้ดีขึ้น โดยปกติคะแนนที่ได้จากการทดลองแบบเดี่ยวนี จะได้คะแนนต่ำกว่าเกณฑ์มาก แต่ไม่ต้องวิตกเมื่อปรับปรุงแล้วจะสูงขึ้นมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. แบบกลุ่ม (1:10) คือทดลองกับผู้เรียน 6 - 10 คน คนละผู้เรียนที่เก่งกับอ่อน คำนวณหาประสิทธิภาพแล้วปรับปรุง ในคราวนี้คะแนนของผู้เรียนจะเพิ่มขึ้นอีกเกือบเท่าเกณฑ์โดยเฉลี่ยจะห่างจากเกณฑ์ประมาณ 10 % นั่นคือ E1/E2 ที่ได้จะมีค่าประมาณ 70/70

3. ภาคสนาม (1 : 100) ทดลองกับผู้เรียนทั้งชั้น 30 คน คำนวณหาประสิทธิภาพแล้วทำการปรับปรุง ผลลัพธ์ที่ได้ควรใกล้เคียงกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ หากต่ำจากเกณฑ์ไม่เกิน 5 % ก็ให้ยอมรับ

### 2.3.6 การหาคุณภาพ

การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามเกณฑ์ที่นิยมกำหนดกันเพื่อใช้เป็นเกณฑ์มาตรฐานทั่วไป เช่น 90/90 การหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนหรือการตรวจวัดความคงทนทางการเรียน ล้วนเป็นผลมาจากคุณภาพของแบบทดสอบทั้งสิ้น ดังนั้น การหาคุณภาพของแบบทดสอบจึงเป็นกระบวนการที่ต้องดำเนินการอย่างรอบคอบและอาจจะต้องทำการทดสอบซ้ำๆ หลายครั้ง จนกว่าจะได้แบบทดสอบที่เป็นมาตรฐานและมีจำนวนข้อเพียงพอกับความต้องการคุณภาพของแบบทดสอบ เกี่ยวข้องกับปัจจัยสำคัญจำนวน 5 องค์ประกอบดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2543)

1. ความเที่ยงตรง (Validity)
2. ความเชื่อมั่น (Reliability)
3. ความยากง่าย (Difficulty)
4. อำนาจจำแนก (Discrimination)
5. ความเป็นปรนัย (Objectivity)

#### 2.3.6.1 ความเที่ยงตรง (Validity)

ความเที่ยงตรง (Validity) หมายถึง ความถูกต้องของแบบทดสอบในสิ่งที่ต้องการจะวัดหรือความถูกต้องแม่นยำที่แบบทดสอบวัดได้ตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้หรืออาจกล่าวได้อีกนัยหนึ่งเป็นความสามารถของแบบทดสอบ ที่จะสะท้อนความหมายที่แท้จริงของแนวคิดที่ต้องการศึกษาออกมาได้อย่างสมบูรณ์และถูกต้อง แบบทดสอบจะไม่ได้มีความเที่ยงตรงโดยตัวเองแต่จะมีความเที่ยงตรงในจุดมุ่งหมายเฉพาะกับกลุ่มที่ต้องการวัดเท่านั้นความเที่ยงตรงจำแนกออกเป็น 4 ประเภท ดังนี้

1. ความเที่ยงตรงด้านเนื้อหา (Content Validity) หมายถึง ระดับความสามารถของแบบทดสอบที่วัดในเนื้อหาที่ต้องการจะวัด เช่น หากต้องการวัดเรื่องความสนใจข้อคำถามในแบบทดสอบหรือข้อสอบก็ต้องเป็นเรื่องของความสนใจ โดยการพิจารณาว่าเนื้อหาของแบบทดสอบสะท้อนแนวความคิด ตามที่ต้องการหรือไม่ ความเที่ยงตรงตามเนื้อหาจึงมีความสำคัญยิ่งในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การวัดผลการเรียนการสอนที่ใช้แบบทดสอบไม่ตรงหรือไม่ครอบคลุมเนื้อหาที่เรียน จึงเป็นการวัดผลที่ขาดความเที่ยงตรงตามเนื้อหา การทดสอบความเที่ยงตรงตามเนื้อหา ทำได้โดยพิจารณาจากกระบวนการสร้างแบบทดสอบหรือข้อสอบว่าวัดได้จริงตามที่ต้องการจะวัดหรือไม่ หรือ โดยการตรวจสอบคำตอบกับข้อเท็จจริงที่ปรากฏ เช่น การสังเกตจากพฤติกรรมที่เกิดขึ้นว่าสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ตอบในแบบทดสอบหรือไม่ กระบวนการทดสอบดังกล่าวนี้ต้องอาศัยผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหาเพื่อตรวจสอบกระบวนการสร้างแบบทดสอบ เพื่อตัดสินใจว่าข้อคำถามในแบบทดสอบว่าสามารถใช้เป็นตัวแทนของเนื้อหาที่จะถามได้หรือไม่ โดยการเปรียบเทียบสิ่งที่ปรากฏในแบบทดสอบว่าสามารถใช้เป็นตัวแทนของเนื้อหาที่จะถามได้หรือไม่ โดยการเปรียบเทียบสิ่งที่ปรากฏในแบบทดสอบกับสิ่งที่ควรจะถามว่ามีความสอดคล้องกันมากเพียงใด การทดสอบความ

เอกสารนี้เป็นลิขสิทธิ์ของสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เที่ยงตรงตามเนื้อหาโดยผู้เชี่ยวชาญในลักษณะนี้เรียกว่า การหาความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์กับแบบทดสอบหรือเรียกว่า IOC (Index of Item – Objective Congruence)

สูตรสำหรับหาค่า IOC

$$IOC = \frac{\sum R}{N} \quad (2.3)$$

เมื่อ		
IOC	คือ	ความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์กับแบบทดสอบ
$\sum R$	คือ	ผลรวมของคะแนนการพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญ
N	คือ	จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

การพิจารณาความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์กับแบบทดสอบ จะเป็นการพิจารณาแบบทดสอบรายชื่อจากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ โดยใช้แบบสอบถามที่แนบไปพร้อมกับแบบทดสอบที่ต้องการให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินความสอดคล้อง โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนเพื่อหาค่า IOC ของผู้เชี่ยวชาญกำหนดเป็น 3 ระดับ ดังนี้

+ 1 หมายถึง แน่ใจว่า แบบทดสอบวัดตรงตามวัตถุประสงค์หรือตรงตามเนื้อหา

0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่า แบบทดสอบวัดตรงตามวัตถุประสงค์หรือตรงตามเนื้อหา

-1 หมายถึง แน่ใจว่า แบบทดสอบไม่ได้วัดตรงตามวัตถุประสงค์หรือไม่ตรงตามเนื้อหา

แบบทดสอบหรือข้อสอบที่ถือว่ามีความเที่ยงตรงตามเนื้อหาในระดับดี สามารถนำไปใช้วัดผลได้จะต้องมีค่า IOC เกินกว่า 0.5 เป็นต้นไป

2. ความเที่ยงตรงตามโครงสร้าง (Construct Validity) หมายถึง ความสามารถของแบบทดสอบที่วัดได้ตามลักษณะคุณสมบัติ ทฤษฎี และประเด็นต่างๆของโครงสร้างนั้นโครงสร้างเป็นคุณลักษณะที่อธิบายพฤติกรรมต่างๆ โดยแท้จริงแล้วโครงสร้างคือสิ่งที่ประดิษฐ์ขึ้นมาเพื่ออธิบายพฤติกรรม เช่น โครงสร้างของคอมพิวเตอร์ประกอบไปด้วยหน่วยรับข้อมูล หน่วยแสดงผล และหน่วยประมวลผลกลาง เป็นต้น

3. ความเที่ยงตรงตามสภาพ ( Concurrent validity) หมายถึง แบบทดสอบที่สามารถวัดได้ตามสภาพความเป็นจริงของกลุ่มตัวอย่าง เช่น ผู้เรียนคนหนึ่งที่เรียนในเวลาเรียนเป็นผู้เรียนที่เก่งที่สุดในชั้นเรียน เมื่อทำข้อสอบปรากฏว่าผู้เรียนนั้นทำคะแนนได้สูงสุด แสดงว่าแบบทดสอบนั้นมีความเที่ยงตรงตามสภาพดี แต่ถ้าหากว่าผลการสอบออกมาตรงกันข้าม ผู้ทำคะแนนสูงกลับไปเป็นผู้ที่เรียนอ่อนขณะที่เรียนในชั้นเรียนแสดงว่าแบบทดสอบนั้นมีความเที่ยงตรงตามสภาพไม่ดี

การทดสอบความเที่ยงตรงตามสภาพ ทำได้โดยนำคะแนนของแบบทดสอบที่สร้างขึ้นใหม่ไปหาค่าสหสัมพันธ์กับคะแนนของแบบทดสอบเดิมที่มีความเที่ยงตรง ความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนของแบบทดสอบทั้งสอง ก็คือสหสัมพันธ์ของความเที่ยงตรง (Validity Coefficient) ซึ่งจะเป็นเครื่องชี้บ่งความเที่ยงตรงตามสภาพ ถ้าสหสัมพันธ์มีค่าสูงก็หมายความว่าแบบทดสอบที่สร้างขึ้นใหม่นั้นมีความเที่ยงตรงตามสภาพอยู่ในเกณฑ์ดี

4. ความเที่ยงตรงเชิงพยากรณ์ (Predictive Validity) หมายถึง การหาความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนผลการสอบกับเกณฑ์ของความสำเร็จที่เกิดขึ้นในอนาคต โดยใช้คะแนนผลการสอบในการพยากรณ์ในอนาคต ถ้าหากแบบทดสอบมีความเที่ยงตรงเชิงพยากรณ์สูงและบุคคลผู้ใดทำคะแนนได้ดี จะสามารถพยากรณ์ได้ว่าบุคคลผู้นั้นย่อมมีความสำเร็จในสาขาวิชาที่เกี่ยวข้องในประเด็นของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบทดสอบ ความเที่ยงตรงเชิงพยากรณ์เป็นสิ่งที่มีความสำคัญมากในปัจจุบันโดยเฉพาะการสอบคัดเลือกบุคคลเข้าทำงานหรือศึกษาต่อ หากข้อสอบคัดเลือกมีความเที่ยงตรงเชิงพยากรณ์อยู่ในเกณฑ์ดี ผู้ที่ได้คะแนนสูงและสอบการคัดเลือกผ่านอาจจะพยากรณ์ได้ว่าบุคคลผู้นั้นจะพบกับความสำเร็จในการทำงานหรือการศึกษาต่อในอนาคต

## 2.4 กรอบแนวคิดในการสร้างการทดลองปฏิบัติการการเลียนแบบการทำงาน ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877A ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

ในการนำเอาหลักจิตวิทยาการเรียนรู้เข้ามาใช้ประกอบในการพัฒนา ทางด้านการใช้เทคโนโลยีการสอนเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ ผู้วิจัยได้นำแนวคิดของนักจิตวิทยาการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาสื่อการเรียนการสอนที่ใช้กันอย่างกว้างขวาง คือ

### 2.4.1 ทฤษฎีการเรียนรู้ของการ์เย่ (Gagne')

การ์เย่ได้ให้นิยามการเรียนรู้ไว้ว่าเป็นเปลี่ยนแปลงสมรรถภาพ (Capability) หรือความสามารถของมนุษย์ซึ่งสามารถสังเกตได้จากพฤติกรรมบางประการที่แสดงออกมา การเปลี่ยนแปลงนี้เกิดจากที่มนุษย์ได้ประสบการณ์จากสภาพการณ์เรียนรู้ในระยะเวลาหนึ่ง (ไชยยศ เรืองสุวรรณ, 2533:62-64) ได้จำแนกประเภทการเรียนรู้พื้นฐานออกเป็น 8 ลักษณะ เรียงตามลำดับก่อนหลัง ดังนี้

1. การเรียนรู้สัญญาณ (Signal Learning) เป็นการเรียนรู้ขั้นพื้นฐานที่เกิดขึ้นโดยผู้เรียนมีปฏิกิริยาตอบสนองต่อสิ่งเร้าที่เป็นเงื่อนไขอย่างทันทีทันใด และจะเกิดการเรียนรู้เมื่อกระทำซ้ำหลายๆครั้งบนเงื่อนไขเดียวกัน การเรียนรู้สัญญาณเป็นประเภทเดียวกันกับทฤษฎีการวางเงื่อนไขของพาฟลอฟ(Pavlov)

2. การเรียนรู้จากสิ่งเร้าและการตอบสนอง (Stimulus - Responses Learning)เป็นการเรียนรู้ที่เกิดจากการตอบสนองต่อสิ่งเร้าอย่างตั้งใจหรือจำเพาะเจาะจงโดย 1) กระทำซ้ำบ่อยๆ 2) ตอบสนองให้ถูกต้องเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ 3) การที่ควบคุมสิ่งเร้าจะเพิ่มความถูกต้องของการตอบสนองได้มากขึ้น 4)การเสริมแรงหรือการให้รางวัลมีความจำเป็น การเรียนรู้ประเภทนี้เป็นประเภทเดียวกันกับทฤษฎีการเรียนรู้แบบอาการกระทำ (Operand conditioning) ของสกินเนอร์และทฤษฎีการเรียนรู้ (Instrumental Conditioning Learning) ของธอร์นไดต์

3. การเรียนรู้โดยการเชื่อมโยง (Simple Chaining Learning) เป็นการเรียนรู้ที่จะต้องมีการกระทำเชื่อมโยงต่อเนื่องระหว่างสิ่งเร้ากับการตอบสนองตั้งแต่สองคู่ขึ้นไป โดยมากเป็นการเรียนรู้ด้านทักษะ (Motor Learning)

4. การเรียนรู้โดยใช้ภาษา (Verbal Association Learning) การเรียนรู้เกิดขึ้นจากความสัมพันธ์ของการใช้ถ้อยคำ หรือภาษาตอบสนองสิ่งเร้าจนเกิดเป็นภาษาขึ้นเรียกสิ่งต่างๆของการเรียนรู้ประเภทนี้เป็นลักษณะเดียวกับการเรียนรู้แบบเชื่อมโยง (Connection Learning) ของเอบิงฮอส (Ebbinghaus)

5. การเรียนรู้ความแตกต่าง (Discrimination Learning) เป็นการเรียนรู้ที่จะต้องมีความเข้าใจอย่างกว้างกว้างลึกซึ้งตามลำดับต่างๆที่จะเรียนรู้จนสามารถจำแนกความแตกต่างที่มีอยู่ของสิ่งเร้าทั้งหลายได้ เช่น สามารถแยกเชื่อมต่างๆของพืชและสัตว์ และเรียกได้ถูกต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. การเรียนรู้มนทัศน์ (Concept Learning) โดยทั่วไปมนทัศน์จะมีอยู่ใน 2 ลักษณะคือ มนทัศน์แบบรูปธรรม และแบบนามธรรม มนทัศน์แบบรูปแบบรูปธรรมเกิดจากการสังเกตและเป็นแบบรูปธรรม ส่วนมนทัศน์ที่เกี่ยวกับสัญลักษณ์หรือสิ่งตอบสนองของจริงต่างๆ เช่น รูปสี่เหลี่ยม สามเหลี่ยม วงกลม เป็นต้น ดังนั้นการเรียนรู้ตามมนทัศน์จึงเกิดขึ้นได้ตามจุดมุ่งหมายที่เราตั้งใจ โดยเรียนรู้ผ่านทางสภาพการณ์การเรียนรู้เพื่อให้ตอบสนองจนสามารถสรุปหลักการและจุดมุ่งหมายจากสิ่งแวดล้อมได้

7. การเรียนรู้กฎ (Rule Learning) เป็นการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นจากการนำมนทัศน์จำนวนหนึ่งมาสัมพันธ์กันอย่างดีมีลำดับต่อเนื่องกันและชัดเจน แล้วสร้างเป็นข้อสรุปหรือกฎที่มีความหมายใหม่ขึ้นมาและความสามารถนำไปใช้อธิบายกับเหตุการณ์ต่างๆ ได้

8. การเรียนรู้การแก้ปัญหา (Problem-Solving Learning) เป็น การเรียนรู้ขั้นสูงที่สุดที่เกิดจากการนำหลักการเบื้องต้นต่างๆ ที่สร้างขึ้นมาจากหลักการก็จะนำไปสู่ขั้นของกระบวนการใหม่ๆ เกิดความคิดและขยายแนวคิดจนสามารถนำหลักการก็จะนำไปอย่างสร้างสรรค์และสามารถแก้ปัญหาต่างๆ ได้จนกระทั่งได้ความรู้ใหม่เพิ่มขึ้น

จากลักษณะการเรียนรู้ดังกล่าว กาเยได้กล่าวว่าผู้เรียนจะเกิดความสามารถซึ่งเป็นผลของการเรียนรู้ (Learning Outcomes) และผลของการเรียนรู้ถ้ามองในมุมหนึ่งก็จุดมุ่งหมายการศึกษาและการเรียนการสอนนั่นเอง ทฤษฎีการเรียนรู้ของกาเยเกี่ยวกับการพัฒนาสื่อการเรียนการสอนจากทฤษฎีการเรียนรู้ของกาเย ดังได้อธิบายสรุปมาแล้วเห็นว่าเป็นทฤษฎีการเรียนรู้ร่วมสมัยที่ประยุกต์ทฤษฎีการเรียนรู้ต่างๆ เข้าสู่เหตุการณ์การเรียนการสอนโดยเฉพาะอย่างยิ่งในส่วนที่เกี่ยวกับการออกแบบและพัฒนาระบบการสอนคือเทคโนโลยีการสอนนั่นเอง

#### 2.4.2 กาเยและคณะ (Gagne and others.1988: 8-14)

ได้ให้ข้อเสนอแนะว่าการเรียนรู้ของแต่ละบุคคลจะมีประสิทธิภาพเพียงใดนั้นจะขึ้นอยู่กับปัจจัย 2 ประการ คือ

1. สภาพการเรียนรู้ (Conditions of learning) เป็นความพร้อมภายในตัวผู้เรียน (Internal Conditions) ด้านความสามารถที่มีอยู่ก่อนเรียน (พฤติกรรมเบื้องต้น) และสภาพภายนอก (External Conditions) ที่จัดให้แก่ผู้เรียน

2. เหตุการณ์ในการเรียนรู้ (Events of Learning) หมายถึง กระบวนการต่างๆที่เกิดขึ้นในระหว่างการเรียนรู้ เมื่อมีสิ่งเร้าจากสภาพแวดล้อมมากระตุ้น หน่วยรับประสาทสัมผัสจะรับสิ่งเร้าส่งไปทำการบันทึกความรู้สึก และจะได้รับการกลั่นกรองจากระบบการความตั้งใจและการเลือกการรับรู้เลือกเฉพาะข้อมูลที่ต้องการ และจะส่งต่อไปยังหน่วยความระยะสั้นโดยอาศัยสื่อ (ภาพและ/หรือเสียง) และบางส่วนถูกส่งไปยังหน่วยความจำระยะยาว และนำมาใช้งานได้ด้วยกระบวนการเสาะหาผลจากกระบวนการนี้ทำให้มีการปฏิบัติก็จะเกิดการเรียนรู้ ดังนั้น การเรียนรู้จะขึ้นอยู่กับกระบวนการควบคุมที่สำคัญคือ ยุทธศาสตร์การคิดดังนั้นกล่าวได้ว่ารูปแบบการเรียนรู้และการจำของกาเย เป็นทฤษฎีการเรียนรู้ตามแนวของทฤษฎีใหม่ของความรู้ความเข้าใจ ที่มุ่งจะเน้นเน้นในเรื่องของกระบวนการการเรียนรู้ (Information Procssing) กาเยยังได้เน้นบทบาทครูในการจัดการเรียนการสอน เพื่อกระตุ้นนักเรียนให้ทำกิจกรรมต่างๆ และเสนอแนวทางในการจัดการสอนเป็น 9 ขั้นตอนตามลำดับดังนี้

1. การเรียกความสนใจ (Gaining Attention) เพื่อนำเข้าสู่บทเรียน เพื่อให้นักเรียนพร้อมที่จะเรียนโดยการเลือกสิ่งเร้า เช่น รูปภาพ ภาพยนตร์ การใช้คำถาม การสาธิต และมีการนำเสนอสิ่งเร้าอื่นๆ เพื่อเรียกความสนใจ

2. การบอกวัตถุประสงค์การสอน (Information the Learning of the Objective) เพื่อให้นักเรียนทราบจุดประสงค์ปลายทางของการเรียนการสอนและเป็นแนวทางไปสู่จุดประสงค์นั้น การบอกจุดประสงค์อาจบอกให้ทราบโดยตรงหรือบอกโดยใช้คำถามก็ได้

3. การทบทวนความรู้เดิม ระลึกความรู้เดิมที่ต้องมีก่อน (Stimulating Recall of Prerequisite Learning) อาจใช้คำถามหรือบรรยายเพื่อทบทวนความรู้เดิม แล้วนำไปเชื่อมโยง กับความรู้ใหม่ให้มีความพร้อมที่จะเรียนต่อไป

4. นำเสนอเนื้อหาใหม่ (Preaenting the Stimulus Material) ได้แก่ วัสดุอุปกรณ์และสื่อการสอนอื่นๆ

5. ชี้แนะแนวทางการเรียนรู้ (Providing leaning Guidance) อาจใช้คำถามที่สามารถนำไปสู่การเรียนรู้ การนำไปใช้วัสดุอุปกรณ์และเครื่องมือต่างๆ

6. กระตุ้นการตอบสนองบทเรียน (Eliciting the performance) คือ ให้ผู้เรียนลงมือทำกิจกรรมปฏิบัติการทดลอง ผู้สอนคอยให้ความสะดวกจัดเตรียมเครื่องมือให้พร้อมสำหรับการปฏิบัติการ

7. ให้ข้อมูลย้อนกลับ (Providing Feedback) เพื่อให้ผู้เรียนทราบว่าการทำงานหรือปฏิบัติการทดลองได้ถูกต้องดี หรือต้องแก้ไขเปลี่ยนแปลงเพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้

8. ทดสอบความรู้ใหม่ (Assessing the Performance) การวัดผลการเรียนรู้ของผู้เรียนในการทำกิจกรรมอาจทำได้โดยการใช้คำถามให้ทำแบบฝึกหัด หรือทำข้อสอบวัดผลได้ในขณะเรียนและเมื่อสิ้นสุดการเรียนเพื่อปรับปรุงแก้ไขได้

9. สรุปและนำไปใช้ (Enhancing Retention and Transfer) คือ การให้ผู้เรียนได้ฝึกปฏิบัติซ้ำๆ กัน เพื่อให้มีความคงทนของความรู้ ให้มีการทบทวนและนำความรู้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่เพื่อฝึกการถ่ายโอนการเรียนรู้กาเย่ กล่าวว่าการเรียนรู้เนื้อหาสำคัญกว่าเรียนรู้ตามกระบวนการและมีความเห็นว่าการนำวิธีการสอนแบบค้นพบไปสอนจะไม่ช่วยให้ผู้เรียนค้นพบด้วยตนเอง นอกจากจะต้องสร้างสถานการณ์เรียนรู้ที่แน่นอน และเป็นลำดับขั้นให้ผู้เรียนจึงจะทำให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ตามวัตถุประสงค์

การสอนทั้ง 9 ขั้นตอน ดังกล่าวเป็นประโยชน์ต่อนักเทคโนโลยีการศึกษาในการออกแบบและพัฒนการสอนในเชิงปฏิบัติ ทฤษฎีและหลักการเรียนรู้ตามแนวคิดของกาเย่ ซึ่งได้รับความสนใจและการนำมาใช้ในงานทางด้านเทคโนโลยีอย่างกว้างขวาง(ไชยยศ เรื่องสุวรรณ 2533:66)

## 2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

วีรพงษ์ พกษชาติ(2548 : บทคัดย่อ) ทำการสร้างและหาประสิทธิภาพของใบงานปฏิบัติการวิชาการวิเคราะห์วงจรอิเล็กทรอนิกส์ด้วยโปรแกรม Pspice สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งผู้วิจัยนำใบงานปฏิบัติการวิชาการวิเคราะห์วงจรอิเล็กทรอนิกส์ ด้วยโปรแกรม Pspice ที่สร้างขึ้นไปทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพของใบงานปฏิบัติการ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น. อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 1 ผลการวิจัยพบว่า คะแนนที่ได้จากการทำแบบฝึกหัดระหว่างการทำทดลองทั้ง 12 ใบงานการปฏิบัติมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 88.6 และจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 81.36 ซึ่งเป็นไปตาม สมมติฐานที่ตั้งไว้ ดังนั้นใบงานการปฏิบัติการวงจรอิเล็กทรอนิกส์ ด้วยโปรแกรม Pspice มี ประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนด

พิพัฒน์ สมใจ(2546:27-34) ทำการสร้างและหาประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการวงจรออปแอมป์ วิชาปฏิบัติอิเล็กทรอนิกส์ 1 โปรแกรมวิชาอิเล็กทรอนิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันราชภัฏบุรีรัมย์ ใช้เกณฑ์กำหนดร้อยละ 80/80 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษานุปริญญา ชั้นปีที่ 1 โปรแกรมวิชาอิเล็กทรอนิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2544 จำนวน 20 คน จากผลการวิจัยพบว่า ชุดปฏิบัติการวงจรออปแอมป์ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 84.17/83.27 สูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนด

สมศักดิ์ ธนพทุธิวิโรจน์(2543: บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่องการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการสอนวิชาวงจรอิเล็กทรอนิกส์ 1 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล พุทธศักราช 2535 ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าชุดการสอนวิชาวงจรอิเล็กทรอนิกส์ 1 ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ 80/80

เอ็ดเวิร์ด (Edward, 1997 : 51-63) ได้พัฒนาคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์เพื่อใช้ในการฝึกปฏิบัติในห้องทดลอง โดยการวิจัยได้นำคอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์ไปใช้โดยเชื่อว่าผลการทดลองจะทำให้เข้าใจความเกี่ยวข้องกันระหว่างทฤษฎีกับการปฏิบัติ โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็นสองกลุ่ม กลุ่มทดลอง 28 คน เรียนด้วยคอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์ กลุ่มควบคุม 28 คน เรียนจากการทดลอง พบว่า กลุ่มที่เรียนด้วยคอมพิวเตอร์แบบจำลองสถานการณ์มีความสามารถดีกว่ากลุ่มควบคุม และเห็นว่าการจำลองสถานการณ์ในห้องปฏิบัติการเป็นประโยชน์และง่ายต่อการฝึก แต่จะไม่มีผลอย่างเต็มที่เท่ากับการฝึกจริงในสถานการณ์จริง แต่ก็เหมาะสำหรับผู้เรียนที่เริ่มต้น เพราะการจำลองสถานการณ์จะสร้างประสบการณ์ก่อนไปเจอสถานการณ์จริง

การทดลองในเชิงวิศวกรรมในสิงคโปร์ ลี และเซีย (Lee and Chia, 1997 : 25) ได้ทำการทดลองใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์ทดลองสอนในเรื่อง ระบบเลเซอร์มัลติแชนแนล กับนักศึกษาปริญญาตรีชั้นปีที่ 4 วิชาฟิสิกส์ โดยมีวัตถุประสงค์ให้นักศึกษาได้มีประสบการณ์ในการคำนวณวงจรไฟฟ้าบนคอมพิวเตอร์และเปรียบเทียบกับประสบการณ์ในแบบเดิมที่เคยทำ เพื่อช่วยให้นักศึกษาเข้าใจลำดับขั้นของระบบเลเซอร์มัลติแชนแนล ผลการทดลองพบว่าการใช้คอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์เป็นประโยชน์ในการประยุกต์และวิเคราะห์วงจรที่มีความซับซ้อน ช่วยทำให้เกิดมโนทัศน์และประสบการณ์จริง ในสิ่งที่ไม่สามารถทดลองได้ด้วยเครื่องมือทั่วไป

ดอบสัน, ฮิลล์ และเทอร์เนอร์ (Dobson, Hill and Turner, 1995 : 13-20) ได้ศึกษาการประเมินผลการทดลองสอนโดยการทดลองอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์ เปรียบเทียบกับการทดลองในห้องปฏิบัติการทดลองด้วยอุปกรณ์ภายในห้องทดลองจริง และศึกษาการตอบสนองของผู้เรียนในการใช้วิธีจำลองสถานการณ์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 1-2 ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยเซาท์แทมตัน ที่เรียนวิชาปฏิบัติการออปแอมป์ โดยแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มทดลองจำนวน 14 คน ให้เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์ กลุ่มทดลองที่สองเรียนจากการใช้อุปกรณ์จริงตามปกติ จำนวน 50 คน งานวิจัยของพวกเขาพบว่า ไม่มีความแตกต่างระหว่างกลุ่มที่ใช้การทดลองปกติกับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้า ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ไม่มีความสัมพันธ์ระหว่างการชอบคอมพิวเตอร์กับการเปลี่ยนไปใช้คอมพิวเตอร์แทนการทดลองจริง แต่มีเจตคติในทางที่ดีต่อการใช้คอมพิวเตอร์และการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยให้ตั้งใจในการทดลอง กลุ่มทดลองทั้งสองกลุ่มมีความแตกต่างในเรื่องของเวลา โดยกลุ่มที่ใช้คอมพิวเตอร์เห็นว่าการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยให้เร็วขึ้น และเห็นว่าการทดลองด้วยคอมพิวเตอร์ง่ายกว่ากลุ่มที่ทดลองอุปกรณ์จริงในห้องปฏิบัติการ นักศึกษาเห็นว่าการทดลองด้วยคอมพิวเตอร์ทำให้ไม่วิตกกังวลในขณะที่ทำการทดลองที่กลัวว่าจะเกิดความเสียหาย และคอมพิวเตอร์ก็ให้ผลการทดลองที่เหมือนจริง

จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องที่กล่าวมาผู้วิจัยพบว่าการใช้สถานการณ์จำลองด้วยคอมพิวเตอร์ในการเรียนการสอน สามารถส่งผลโดยตรงต่อการฝึกทักษะในด้านต่างๆเพื่อช่วยให้ผู้เรียนมีความสามารถทางการเรียนในการแก้ปัญหาสูงขึ้น ทำให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการคิดและการคิดอย่างมีเหตุผล นอกจากนี้สถานการณ์จำลองด้วยคอมพิวเตอร์ยังใช้เวลาในการเรียนรู้น้อยกว่าการปฏิบัติทดลองจริง ทำให้ประหยัดเวลาและค่าใช้จ่ายผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ง่ายและเกิดความสุขที่จะทำการทดลอง ผู้วิจัยจึงมีความคิดที่จะใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนการปฏิบัติโปรแกรมจำลองสถานการณ์การ 16F877A เพื่อใช้ในการเรียนการสอนภาคปฏิบัติระหว่างการทดลองใบงาน นักศึกษาที่เรียนกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะมีเจตคติต่อวิชาเรียน เกิดความที่อยากทดลองและฝึกปฏิบัติทดลองใบงานและเพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนการสอนให้ดียิ่งขึ้น เนื่องจากทำให้ผู้เรียน เรียนรู้ได้ง่าย โดยเรียนรู้จากการปฏิบัติจริงในใบงานทดลองต่างๆ ที่จำลองจากของจริงจากโปรแกรมจำลองสถานการณ์ ช่วยทำให้เกิดทักษะในการแก้ปัญหาจนสามารถนำไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริงได้ ผู้วิจัยจึงคิดที่จะสร้างใบงานการทดลองเรื่องการทดลองปฏิบัติการการเลียนแบบการทำงาน ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877A ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อที่จะทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาสูงขึ้นต่อไป

## บทที่ 3

### วิธีดำเนินการวิจัย

การสร้างการทดลองปฏิบัติการการเลียนแบบการทำงานไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877A ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เป็นการวิจัยโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างใบงานการทดลอง ในรายวิชา ไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัส 3105 - 2014 โดยใบงานการทดลองนี้จะใช้ในการทดลองใบงานของ นักศึกษาระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ พุทธศักราช 2546 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา โดยกำหนดวิธีดำเนินการวิจัยไว้ดังนี้

- 3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
- 3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
- 3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล
- 3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล
- 3.5 สถิติที่ใช้ในการวิจัย

#### 3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.1.1 ประชากร คือ นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้น ปีที่ 2 วิทยาลัยเทคนิคนครสวรรค์ ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ ปีการศึกษา 2553 ทั้งหมด จำนวน 108 คน

3.1.2 กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 2 แผนก วิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์จำนวน 30 คน

#### 3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย การทดลองปฏิบัติการการเลียนแบบการทำงาน ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877A ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัส 3105 - 2014 ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ พุทธศักราช 2546 ผู้วิจัยทำการสร้างเครื่องมือเพื่อใช้ในการวิจัย ดังนี้

1. ใบงานการทดลองปฏิบัติการการเลียนแบบการทำงานไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877A ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ จำนวน 6 ใบงาน
2. ใบงานรวมจำนวน 1 ใบงาน
3. แบบประเมินภาคปฏิบัติ
4. แบบประเมินคุณภาพด้านรูปแบบและด้านเนื้อหา

3.2.1 การสร้างใบงานการทดลองปฏิบัติการการเลียนแบบการทำงานไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877A ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ จำนวน 6 ใบงาน มีขั้นตอนดังนี้

3.2.2.1 ศึกษาทฤษฎีและหลักการของการทดลองปฏิบัติการการเลียนแบบการทำงานไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877A ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

3.2.1.2 วิเคราะห์หลักสูตรและกำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

3.2.1.3 สร้างใบงานการทดลองปฏิบัติการการเลียนแบบการทำงานไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877A ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

3.2.1.4 นำการใบงานทดลองปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877A บนโปรแกรมคอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์ ไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วมตรวจสอบ

3.2.1.5 นำใบงานการทดลองปฏิบัติการการเลียนแบบการทำงานไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877A ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ นำไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบ ดังรายนามผู้คุณวุฒิด้านเนื้อหาและด้านรูปแบบต่อไปนี้

3.2.1.5.1 ผศ.ประเสริฐ เคนพันค้อ สาขาวิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

3.2.1.5.2 นางสุมาลี อยู่รุ่งเรือง แผนกอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิค นครสวรรค์

3.2.1.5.3 ผศ.ณัฐวุฒิ พานิชเจริญ แผนกอิเล็กทรอนิกส์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ตาก

3.2.1.5.4 นายจิรยุทธ กฤษรัตนศักดิ์ หัวหน้าแผนกอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิค นครสวรรค์

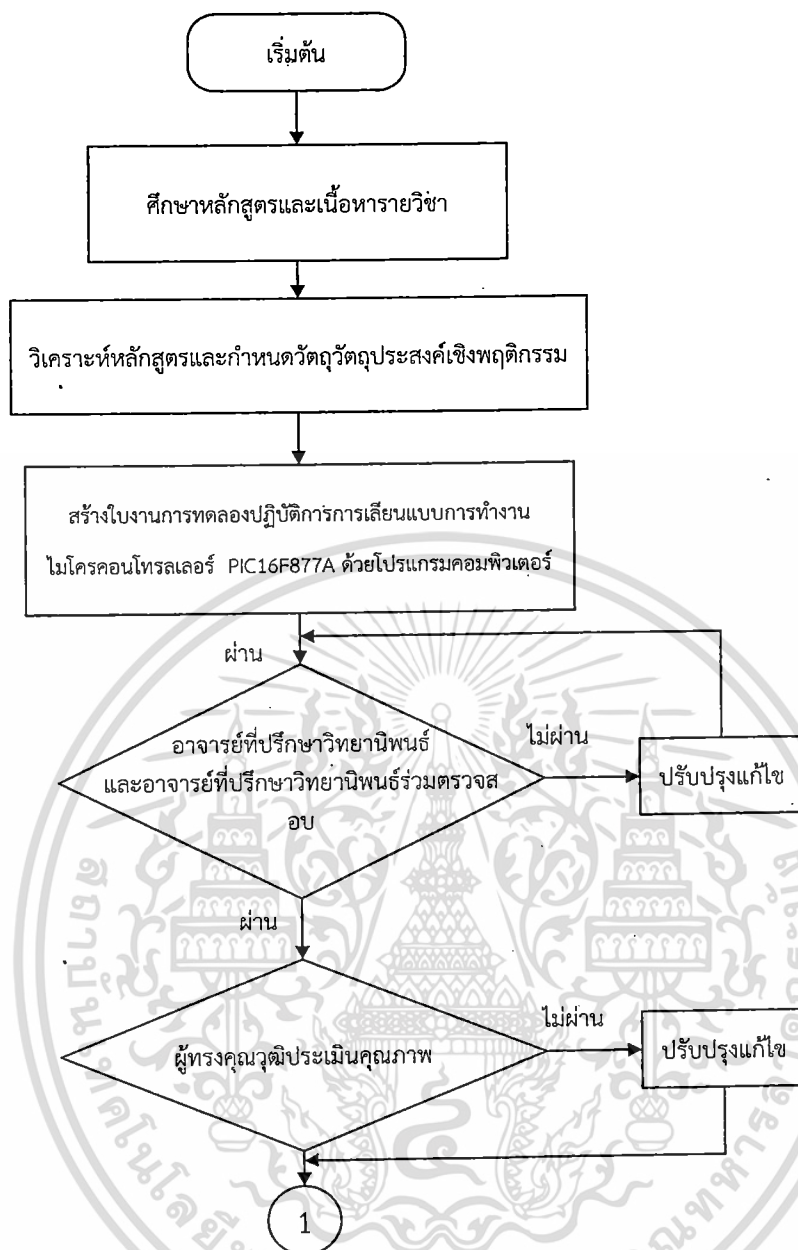
3.2.1.5.5 นายสุทธิรักษ์ ขำหาญ แผนกอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคสุโขทัย

3.2.1.6 นำใบงานการทดลองปฏิบัติการการเลียนแบบการทำงานไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877A ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ไปปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ

3.2.1.7 นำการใบงานการทดลองปฏิบัติการการเลียนแบบการทำงานไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877A ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ที่ได้รับการแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับนักศึกษาที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจำนวน 5 (เก่ง หมายถึง นักศึกษาที่มีผลการเรียน 3.00 ขึ้นไป จำนวน 1 คน ,ปานกลาง หมายถึง นักศึกษาที่มีผลการเรียน 2.00-2.99 จำนวน 2 คน ,อ่อน หมายถึง นักศึกษาที่มีผลการเรียน ต่ำกว่า 2.00 จำนวน 2 คน) สังเกตตอนใดของบทเรียนที่นักศึกษายังไม่เข้าใจหรือใช้เวลานานเกินไป และรับฟังความคิดเห็นเพื่อรวบรวมข้อบกพร่องและข้อเสนอแนะแล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข

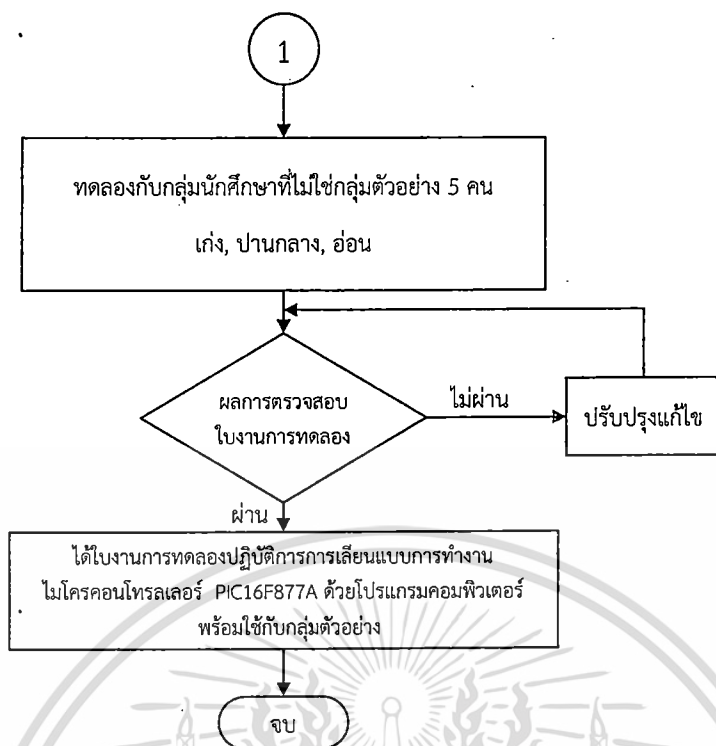
3.2.1.8 ได้ใบงานการทดลองปฏิบัติการการเลียนแบบการทำงานไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877A ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ที่พร้อมจะนำไปใช้ทดลองกับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

ขั้นตอนการสร้างใบงานการทดลองปฏิบัติการการเลียนแบบการทำงานไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877A ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์



ภาพที่ 3.1 ขั้นตอนการสร้างการทดลองปฏิบัติการการเลียนแบบการทำงานไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877A ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

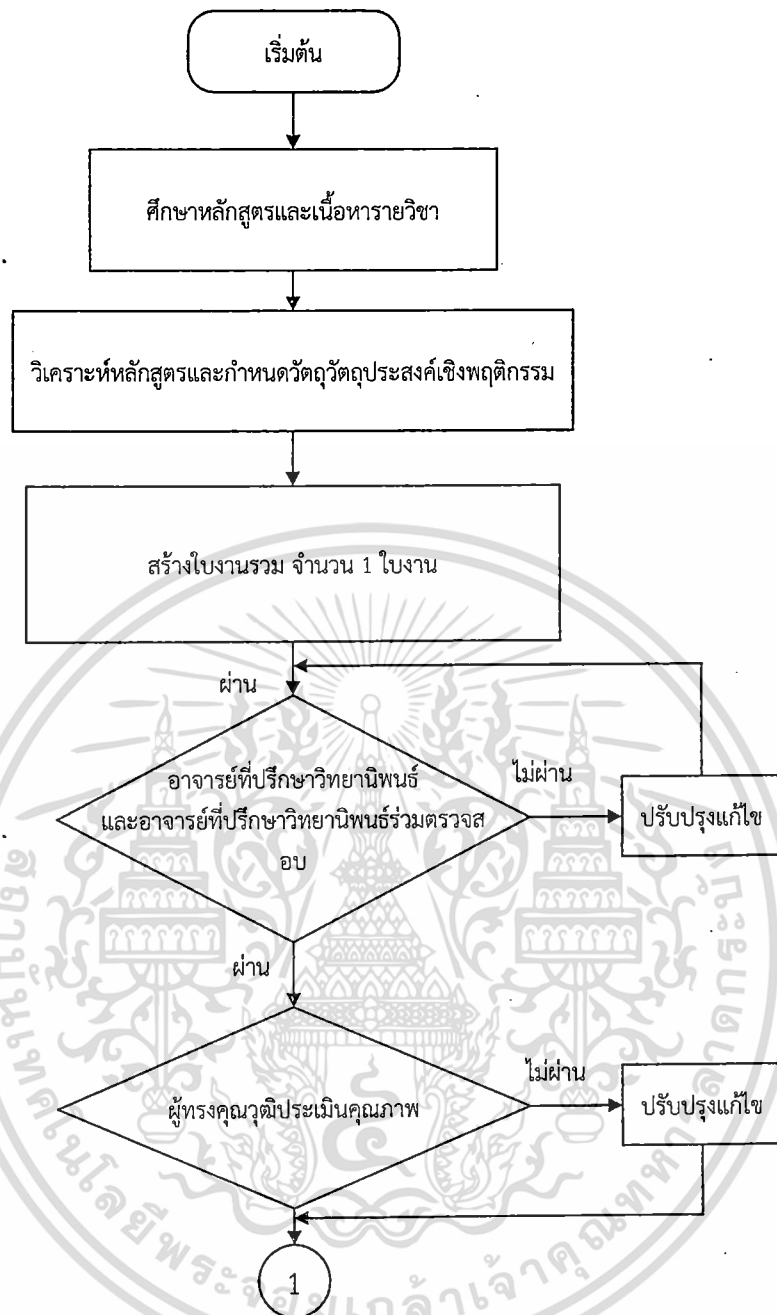


ภาพที่ 3.1 (ต่อ)

### 3.2.2 การสร้างใบงานรวม

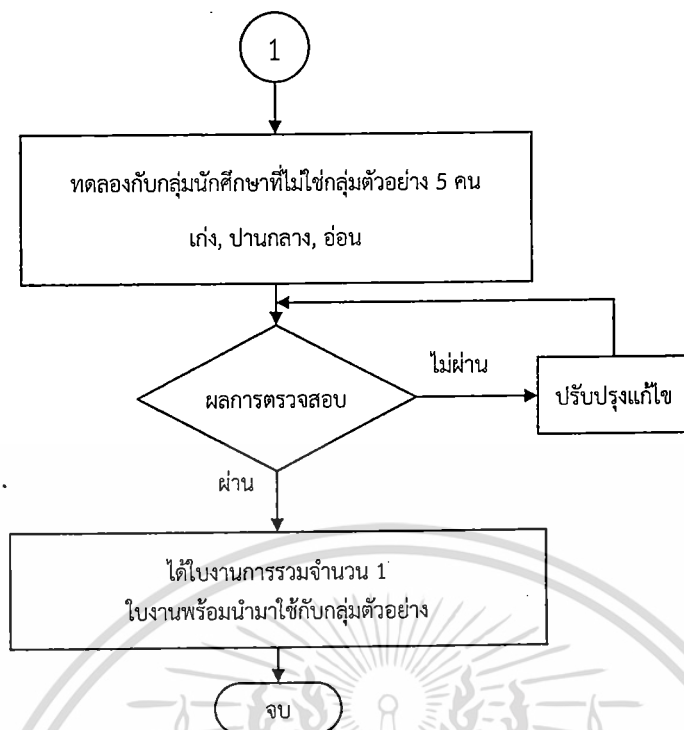
- 3.2.2.1 ศึกษาทฤษฎีและหลักการของการทดลองปฏิบัติการใบงานรวมจำนวน 1 ใบงาน
- 3.2.2.2 วิเคราะห์หลักสูตรและกำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม
- 3.2.2.3 สร้างใบงานรวมจำนวน 1 ใบงาน
- 3.2.2.4 นำใบงานรวมจำนวน 1 ใบงาน ไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วมตรวจสอบ
- 3.2.2.5 นำใบงานรวมจำนวน 1 ใบงานไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบ
- 3.2.2.6 นำใบงานรวมจำนวน 1 ใบงานไปปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ
- 3.2.2.7 นำใบงานรวมจำนวน 1 ใบงาน ที่ได้รับการแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับนักศึกษาที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจำนวน 5 คน ซึ่งพิจารณาจากผลการเรียนของนักศึกษา (เก่ง หมายถึง นักศึกษาที่มีผลการเรียน 3.00 ขึ้นไป จำนวน 1 คน ,ปานกลาง หมายถึง นักศึกษาที่มีผลการเรียน 2.00-2.99 จำนวน 2 คน ,อ่อน หมายถึงนักศึกษามีผลการเรียน ต่ำกว่า 2.00 จำนวน 2 คน) สังเกตตอนใดของบทเรียนที่นักศึกษายังไม่เข้าใจหรือใช้เวลานานเกินไปและรับฟังความคิดเห็นเพื่อรวบรวมข้อบกพร่องและข้อเสนอแนะแล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข
- 3.2.2.8 ได้ใบงานรวมจำนวน 1 ใบงานที่พร้อมจะนำไปใช้ทดลองกับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.2 ขั้นตอนการสร้างใบงานรวมจำนวน 1 ใบงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.2 (ต่อ)

### 3.2.3 การสร้างแบบประเมินภาคปฏิบัติ

ผู้วิจัยได้สร้างแบบประเมินภาคปฏิบัติตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

3.2.3.1 ศึกษาจุดประสงค์การเรียนรู้ และวิธีการสร้างแบบประเมินภาคปฏิบัติ

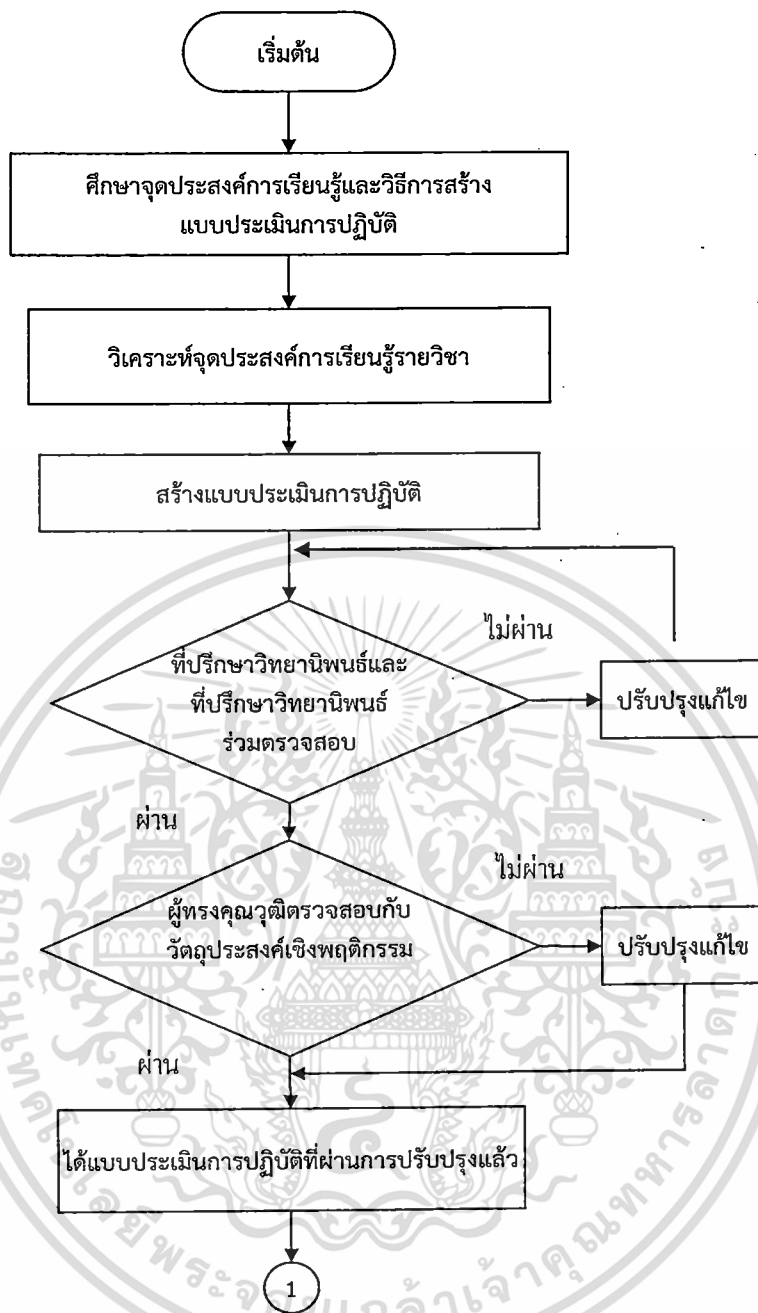
3.2.3.2 วิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้ของใบงานปฏิบัติการแต่ละใบงานรวมเพื่อเป็นแนวทาง ในการสร้างแบบประเมินภาคปฏิบัติที่สัมพันธ์กับความสามารถในการเรียนรู้ของนักศึกษา ในด้านต่างๆ

3.2.3.3 สร้างแบบประเมินภาคปฏิบัติ โดยให้ครอบคลุมวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยมีลักษณะเป็นแบบสำรวจรายการ(Checklist) โดยผู้วิจัยได้กำหนดคุณลักษณะที่ต้องการวัดและน้ำหนักคะแนนในแต่ละคุณลักษณะโดยให้ความสำคัญของพฤติกรรมต่างๆ ในการปฏิบัติงานไม่เท่ากัน เช่น การต่อวงจรบนโปรแกรม Proteus ซึ่งมีความสำคัญมากและได้กำหนดน้ำหนักคะแนนเท่ากับ 4 คะแนน ถ้านักศึกษาทำได้ถูกต้องทั้งหมด แต่ถ้าทำผิดไม่เกิน 2 จุดก็จะได้คะแนนครึ่งหนึ่งของคะแนนเต็ม

3.2.3.4 นำแบบประเมินภาคปฏิบัติที่สร้างไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วมตรวจสอบ

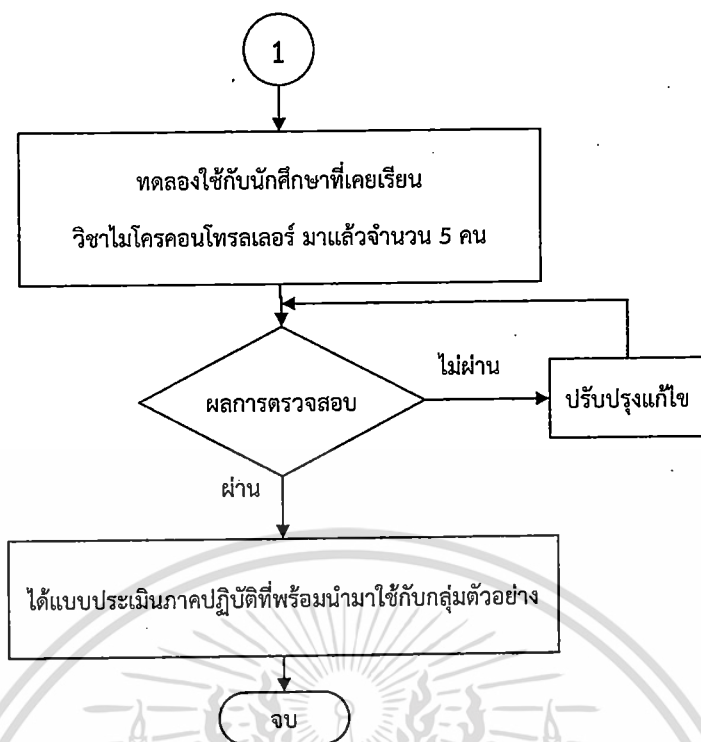
3.2.3.5 นำแบบประเมินภาคปฏิบัติที่สร้างไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบ  
3.2.3.6 นำแบบประเมินภาคปฏิบัติไปปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ  
3.2.3.7 ได้แบบประเมินภาคปฏิบัติที่พร้อมจะนำไปใช้ทดลองกับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.3 ขั้นตอนการสร้างแบบประเมินการปฏิบัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.3 (ต่อ)

### 3.2.4 การสร้างแบบประเมินคุณภาพ

ผู้วิจัยได้สร้างแบบประเมินคุณภาพตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

#### 3.2.4.1 ศึกษาจุดประสงค์การเรียนรู้ และวิธีการสร้างแบบประเมินคุณภาพ

#### 3.2.4.2 สร้างแบบประเมินคุณภาพโดยแบบประเมินแต่ละด้านจะมีช่องให้ผู้ทรงคุณวุฒิ

เลือกประเมินแสดงความคิดเห็นซึ่งการประเมินแบ่งออกเป็น 5 ระดับ คือ ดีมาก ดี ปานกลาง พอใช้ และควรปรับปรุง โดยระดับความคิดเห็นเป็นบวกมีคะแนนเป็น 5 4 3 2 1 ในแบบประเมินคุณภาพสื่อการสอนนั้นผู้วิจัยแบ่งระดับความคิดเห็นออกเป็น 5 ระดับดังนี้

- 5 หมายถึง คุณภาพสื่อดีมาก
- 4 หมายถึง คุณภาพสื่อการสอนดี
- 3 หมายถึง คุณภาพสื่อการสอนปานกลาง
- 2 หมายถึง คุณภาพสื่อการสอนพอใช้
- 1 หมายถึง คุณภาพสื่อการสอนควรปรับปรุง

โดยมีเกณฑ์ประเมินคุณภาพสื่อของการแสดงความคิดเห็นจากผู้ทรงคุณวุฒิซึ่งจะนำคะแนนที่ได้จากการประเมินสื่อมาคำนวณหาคะแนนเฉลี่ยเพื่อทำการประเมินดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 เกณฑ์การตีความหมายของการแสดงความคิดเห็น

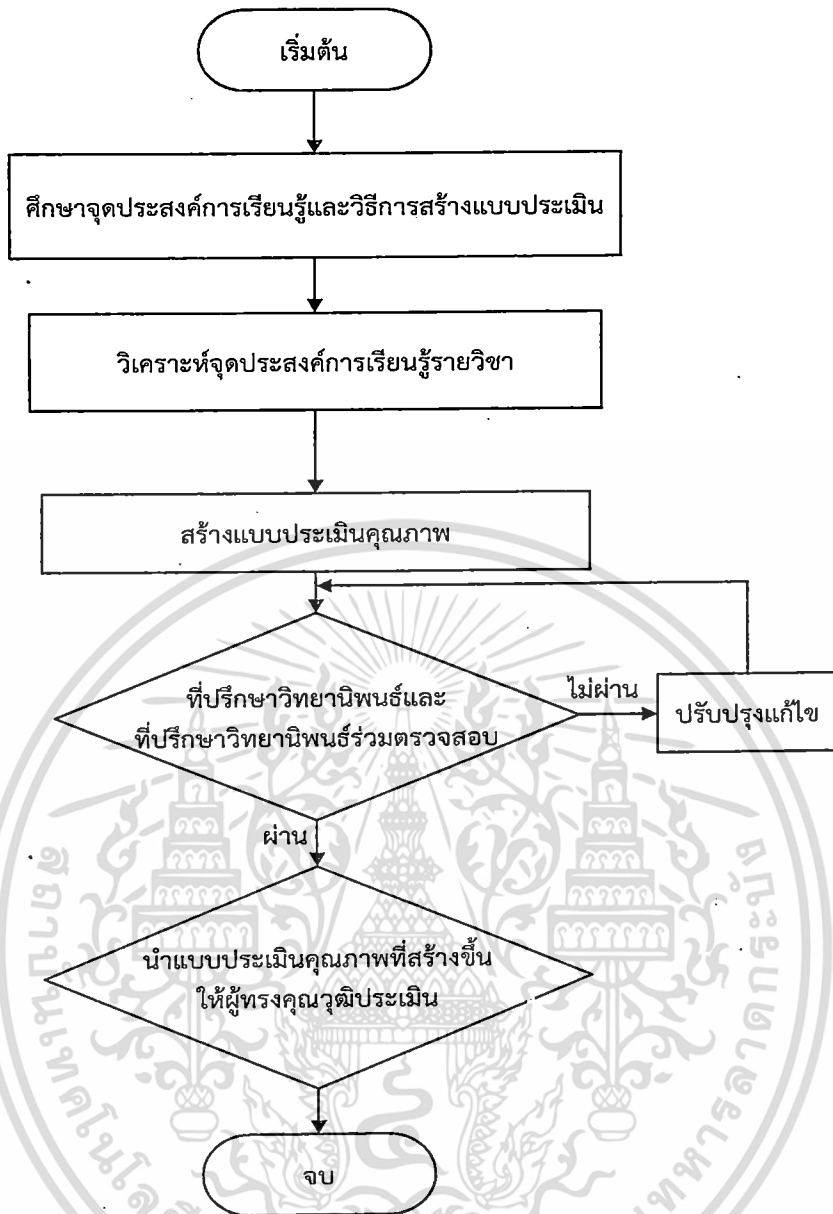
เกณฑ์ ( $\bar{X}$ )	ระดับคุณภาพ
4.50 5.00	ดีมาก
3.50 4.49	ดี
2.50 3.49	ปานกลาง
1.50 2.49	พอใช้
1.00 1.49	ควรปรับปรุง

ในการประเมินนั้นเป็นการประเมินแยกกันระหว่างด้านเทคนิคการผลิตสื่อและด้านเนื้อหา โดยคะแนนเฉลี่ยที่ได้แต่ละด้านจะต้องใช้เกณฑ์เฉลี่ย  $\bar{X}$  ตั้งแต่ (3.5) ขึ้นไปจึงจะถือว่าผ่านเกณฑ์การประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิ

3.2.4.3 นำแบบประเมินคุณภาพ ให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วมตรวจสอบและปรับปรุง

3.2.4.4 ได้แบบประเมินคุณภาพที่ปรับปรุงแล้ว เพื่อให้ผู้ทรงคุณวุฒิได้แสดงความคิดเห็นเพื่อประเมิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.4 การสร้างแบบประเมิน

### 3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

#### 3.3.1 ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัยขั้นตอนดังต่อไปนี้

3.3.1.1 ติดต่อคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เพื่อออกหนังสือขอความร่วมมือในการจัดเก็บข้อมูลในการทำวิจัย

3.3.1.2 นำหนังสือขอความร่วมมือในการในการทำวิจัยจากคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ไปเรียนผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิค นครสวรรค์ เพื่อขออนุญาตในการเก็บข้อมูลในการวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.1.3 นำการทดลองปฏิบัติการการเลียนแบบการทำงานไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877A ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ มาดำเนินการทดลองกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คนแล้ว ประเมินผลการปฏิบัติงานลงในแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

3.3.1.4 ให้ผู้เรียนศึกษาจากการทดลองปฏิบัติการการเลียนแบบการทำงานไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877A ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ โดยผู้เรียน 1 คนใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ 1 เครื่อง

### 3.3.2 ขั้นตอนการหาความสามารถทางการเรียนหลังการทดลองปฏิบัติใบงานแต่ละใบงาน

3.3.2.1 เตรียมใบงานการทดลอง พร้อมติดตั้งโปรแกรมจำลองสถานการณ์ proteus ลงบนคอมพิวเตอร์

3.3.2.2 แนะนำนักศึกษาเกี่ยวกับการใช้โปรแกรมจำลองสถานการณ์ proteus

3.3.2.3 ให้นักศึกษา แต่ละใบงานเมื่อนักศึกษาศึกษาจากใบงานการทดลองเสร็จ ให้ทำการปฏิบัติทดลองบนโปรแกรมจำลองสถานการณ์พร้อมทั้งทำการจำลองสถานการณ์ดูผลการทดลองเมื่อนักศึกษาศึกษาบทเรียนจบในแต่ละใบงานจนครบทั้ง 6 ใบงานนำผลคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติหาค่าความสามารถทางการเรียนแต่ละหน่วยคิดเป็นร้อยละ

### 3.3.3 ขั้นตอนการหาความสามารถทางการเรียนใบงานรวม

3.3.3.1 เตรียมใบงานการทดลอง พร้อมติดตั้งโปรแกรมจำลองสถานการณ์ proteus ลงบนคอมพิวเตอร์

3.3.3.2 แนะนำนักศึกษาเกี่ยวกับการใช้โปรแกรมจำลองสถานการณ์ proteus

3.3.3.3 ให้นักศึกษาใบงานรวม เมื่อนักศึกษาศึกษาจากใบงานกระบวนการทดลองเสร็จ ให้ทำการปฏิบัติทดลองบนโปรแกรมจำลองสถานการณ์ พร้อมทั้งทำการจำลองสถานการณ์การทำงานดูผลกระบวนการทดลอง เมื่อนักศึกษาศึกษาบทเรียนใบงานรวมเสร็จ นำผลคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติหาค่าความสามารถทางการเรียนแต่ละหน่วยคิดเป็นร้อยละ

## 3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.4.1 หาค่าสถิติพื้นฐานของการประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับผู้ทรงคุณวุฒิ

3.4.2 หาค่าความเที่ยงตรงของแบบวัดความสามารถทางการเรียน

3.4.3 หาประสิทธิภาพของการทดลองปฏิบัติการการเลียนแบบการทำงานไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877A ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

## 3.5 สถิติที่ใช้ในการวิจัย

3.5.1 หาค่าสถิติพื้นฐานของการประเมินบทเรียนสำหรับผู้ทรงคุณวุฒิโดยใช้ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

3.5.1.1 การหาค่าเฉลี่ยจากสูตร บุญชม ศรีสะอาด.(2543)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\bar{X} = \frac{\sum x}{n} \quad (3.1)$$

เมื่อ	$\bar{X}$	คือ	ค่าเฉลี่ย
	$\sum x$	คือ	ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
	N	คือ	จำนวนสมาชิกทั้งหมด

3.5.1.2 หาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจากสูตร ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, (2538, 79)

$$S.D = \sqrt{a \frac{\sum fx^2}{N} - \left[ \frac{\sum fx}{N} \right]^2} \quad (3.2)$$

เมื่อ	$\sum fx$	คือ	ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
	$\sum fx^2$	คือ	ผลรวมของคะแนนทั้งหมดยกกำลังสอง
	N	คือ	จำนวนคะแนนทั้งหมด

3.5.1.3 การหาค่าความเที่ยงตรงด้านเนื้อหาของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

$$IOC = \frac{\sum R}{n} \quad (3.3)$$

IOC แทนดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ กับวัตถุประสงค์ทางการเรียน เสาวณีย์ สิกขาบัณฑิต. (2528: 284)

$$E_1 = \frac{\sum x}{A} \times 100 \quad (3.4)$$

$$E_2 = \frac{\sum F}{B} \times 100 \quad (3.5)$$

จากสูตรที่ 3.4 และ 3.5 เมื่อ

$E_1$  คือ คะแนนเฉลี่ยของนักศึกษาจากการทำแบบทดสอบย่อย หลังจบการทดลองในแต่ละใบงานคิดเป็นร้อยละ

$E_2$  คือ คะแนนเฉลี่ยของนักศึกษาจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ หลังจบการทดลองครบทุกหน่วยแต่ละใบงาน คิดเป็นร้อยละ

$\sum x$  คือ คะแนนรวมของนักศึกษาจากการทำแบบทดสอบย่อย หลังจบการทดลองในแต่ละใบงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$\Sigma F$  คือ คะแนนรวมของนักศึกษาจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ หลังจบการทดลองครบทุกใบงาน

A คือ คะแนนเต็มของแบบทดสอบย่อย

B คือ คะแนนเต็มของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทุกใบงาน

N คือ จำนวนนักศึกษา



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 4

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพ การทดลองปฏิบัติการการเปลี่ยนแปลงการทำงานไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877A ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัส 3105 - 2014 ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง โดยได้ทำการทดลองกับนักศึกษาชั้น ปวส.2 สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคนครสวรรค์ ซึ่งการทดลองครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลและเสนอผลการวิจัย ดังต่อไปนี้

4.1 ผลการวิเคราะห์คุณภาพของใบงาน การทดลองปฏิบัติการการเปลี่ยนแปลงการทำงานไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877A ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ด้านรูปแบบ

4.2 ผลการวิเคราะห์คุณภาพของใบงาน การทดลองปฏิบัติการการเปลี่ยนแปลงการทำงานไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877A ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ด้านรูปเนื้อหา

4.3 ผลการหาประสิทธิภาพของใบงานการทดลองปฏิบัติการการเปลี่ยนแปลงการทำงานไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877A ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

#### 4.1 ผลการวิเคราะห์คุณภาพของใบงานการทดลองปฏิบัติการการเปลี่ยนแปลงการทำงานไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877A ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ด้านรูปแบบ

การวิเคราะห์คุณภาพของใบงานการทดลองปฏิบัติการการเปลี่ยนแปลงการทำงานไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877A ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ด้านรูปแบบ จากการประเมินโดยผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 5 ท่าน ได้ผลดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ผลการวิเคราะห์คุณภาพของใบงานการทดลองปฏิบัติการการเปลี่ยนแปลงการทำงานไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877A ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

รายการประเมิน	$\bar{X}$ ( $n = 5$ )	S.D.	ระดับคุณภาพ
1. ความเหมาะสมของการจัดรูปแบบการทดลอง	4.60	0.54	ดีมาก
2. ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษร	4.80	0.44	ดีมาก
3. ความเหมาะสมของลำดับขั้นตอนการทดลอง	4.60	0.54	ดีมาก
4. ความเข้าใจในคำอธิบายลำดับขั้นตอนการทดลอง	4.60	0.54	ดีมาก
5. รูปแบบวงจรการทดลอง	4.80	0.44	ดีมาก
6. การวางรูปแบบวงจรการทดลอง	4.80	0.44	ดีมาก
7. ความเหมาะสมของตารางบันทึกผลการทดลอง	4.40	0.54	ดี
8. ความสะดวกในการบันทึกค่าต่างๆ ที่ได้จากการทดลอง	4.60	0.54	ดีมาก
รวม	4.65	0.50	ดีมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.1 ผลการวิเคราะห์คุณภาพของใบงานการทดลองปฏิบัติการการเลียนแบบการทำงานไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877A ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ด้านรูปแบบของใบงาน โดยภาพรวมอยู่ในระดับดีมาก ( $\bar{X} = 4.65, SD = 0.50$ ) และเมื่อพิจารณาเป็นรายข้อแล้ว รายการที่มีค่าสูงสุด 3 ลำดับแรก คือ 1. ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษร มีค่าเฉลี่ย  $\bar{X} = 4.60$  และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน  $S.D. = 0.54$  2. รูปแบบวงจรการทดลอง มีค่าเฉลี่ย  $\bar{X} = 4.80$  และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน  $S.D. = 0.44$  3. การวางรูปแบบวงจรการทดลองมีค่าเฉลี่ย  $\bar{X} = 4.80$  และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน  $S.D. = 0.44$  และรายการที่มีค่าต่ำสุดคือ 1. ความเหมาะสมของตารางบันทึกผลการทดลองมีค่าเฉลี่ย  $\bar{X} = 4.40$  และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน  $S.D. = 0.54$

#### 4.2 ผลการวิเคราะห์คุณภาพของใบงานการทดลองปฏิบัติการการเลียนแบบการทำงานไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877A ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ด้านเนื้อหา

การวิเคราะห์คุณภาพของใบงานการทดลองปฏิบัติการการเลียนแบบการทำงานไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877A ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ด้านเนื้อหาของใบงาน จากการประเมินโดยผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 5 ท่าน ได้ผลดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 การวิเคราะห์คุณภาพของใบงานการทดลองปฏิบัติการการเลียนแบบการทำงานไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877A ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ด้านเนื้อหา จำนวน 6 ใบงาน

รายการประเมิน	$\bar{X}$ (n = 5)	S.D.	ระดับคุณภาพ
1.ความสมบูรณ์ของวัตถุประสงค์	4.6	0.54	ดีมาก
2.ความสอดคล้องของการทดลองกับวัตถุประสงค์การสอน	4.6	0.54	ดีมาก
3.ความถูกต้องของเนื้อหาทฤษฎี	4.6	0.54	ดีมาก
4.ความเหมาะสมของการกำหนดค่าอุปกรณ์ในวงจร	4.8	0.44	ดีมาก
5.ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหาทฤษฎีและการทดลอง	4.6	0.54	ดีมาก
6.ความสัมพันธ์ระหว่างรูปวงจร ตารางหรือกราฟ กับความรู้ ในการทดลอง	4.6	0.54	ดีมาก
7. หัวข้อการบันทึกผล ในตารางบันทึกผลเหมาะสมและถูกต้อง	4.6	0.54	ดีมาก
8.ความเหมาะสมและชัดเจนของคำถามท้ายการทดลอง	4.4	0.54	ดี
9.ความสอดคล้องของคำถามกับวัตถุประสงค์	4.6	0.54	ดีมาก
10.ความสัมพันธ์ในการใช้งานร่วมกันระหว่างชุดทดลองและใบงานปฏิบัติการ	4.8	0.44	ดีมาก
รวม	4.62	0.52	ดีมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.2 ผลการวิเคราะห์คุณภาพของใบงานการทดลองปฏิบัติการการเลียนแบบการทำงานไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877A ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ด้านเนื้อหา จำนวน 6 ใบงาน พบว่าโดยภาพรวม มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก ( $\bar{X} = 4.62, SD = 0.44$ ) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่ารายการที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด 2 ลำดับแรก คือ 1. ความเหมาะสมของการกำหนดค่าอุปกรณ์ในวงจร มีค่าเฉลี่ย  $\bar{x} = 4.8$  และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน  $S.D. = 0.44$  2. ความสัมพันธ์ในการใช้งานร่วมกันระหว่างชุดทดลองและใบงานปฏิบัติการ มีค่าเฉลี่ย  $\bar{x} = 4.8$  และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน  $S.D. = 0.44$  และที่มีค่าต่ำสุด คือ 1.ความเหมาะสมและชัดเจนของคำถามท้ายการทดลอง มีค่าเฉลี่ย  $\bar{x} = 4.4$  และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน  $S.D. = 0.54$

### 4.3 ผลการหาประสิทธิภาพของใบงานการทดลองปฏิบัติการการเลียนแบบการทำงานไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877A ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

การหาประสิทธิภาพของใบงานการทดลองในครั้งนี้ ได้ดำเนินการนำใบงานการทดลอง ไปทดลองใช้กับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 2 สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคนครสวรรค์

ตารางที่ 4.3 ผลการวิเคราะห์หาค่าประสิทธิภาพของใบงานการทดลองปฏิบัติการการเลียนแบบการทำงานไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877A ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

รายการ	คะแนนใบงานปฏิบัติจาก 6 ใบงานรวมกัน	คะแนนใบงานรวม 1 ใบงาน
คะแนนเต็ม	180	30
คะแนนเฉลี่ย	115.48	24.36
คะแนนร้อยละ	$E1 = 86.37$	$E2 = 81.22$

จากตารางที่ 4.3 พบว่า คะแนนที่เกิดจากการทำใบงานปฏิบัติการจำนวนรวม 6 ใบงาน มีค่าเฉลี่ย 115.48 คิดเป็นประสิทธิภาพของขบวนการ( $E1$ ) มีค่าเท่ากับ 86.37 และคะแนนที่เกิดจากการทำใบงานรวม 1 ใบงาน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 24.36 คะแนน คิดเป็นประสิทธิภาพของผลลัพธ์ ( $E2$ ) มีค่าเท่ากับ 81.22 แสดงว่าใบงานการทดลองปฏิบัติการการเลียนแบบการทำงานไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877A ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด

## บทที่ 5

### สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง มีวัตถุประสงค์เพื่อหาคุณภาพและประสิทธิภาพของใบงานการทดลองปฏิบัติการการเลียนแบบการทำงานไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877A ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 2 วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัส 3105- 2014 วิทยาลัยเทคนิคนครสวรรค์ ผู้วิจัยขอสรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ ดังนี้

#### 5.1 สรุปผลการวิจัย

5.1.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

5.1.2 สมมุติฐานของการวิจัย

5.1.3 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

5.1.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

5.1.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล

5.1.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

5.1.7 สรุปผลการวิจัย

#### 5.2 อภิปรายผลการวิจัย

#### 5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 ข้อเสนอแนะทั่วไป

5.3.2 ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยต่อไป

#### 5.1 สรุปผลการวิจัย

##### 5.1.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

5.1.1.1 เพื่อสร้างใบงานการทดลองปฏิบัติการการเลียนแบบการทำงานไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877A ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ที่มีคุณภาพ

5.1.1.2 เพื่อหาประสิทธิภาพใบงานการทดลองปฏิบัติการการเลียนแบบการทำงานไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877A ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

##### 5.1.2 สมมุติฐานของการวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1.2.1 ใบงานการทดลองการทดลองปฏิบัติการการเลียนแบบการทำงาน ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877A ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80

5.1.2.2 ประสิทธิภาพของใบงานการทดลองปฏิบัติการการเลียนแบบการทำงาน ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877A ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ มีค่าประสิทธิภาพตามเกณฑ์  $E1/E2 = 80/80$

### 5.1.3 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 2 สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคนครสวรรค์ เลือกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน

### 5.1.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

5.1.4.1 ใบงานการทดลองปฏิบัติการการเลียนแบบการทำงานไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877A ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ซึ่งผู้วิจัยได้ให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 5 ท่าน ตรวจสอบและประเมินผลด้านรูปแบบของใบงานปฏิบัติการมีค่าเฉลี่ย 4.65 อยู่ในระดับดีมาก ด้านเนื้อหา มีค่าเฉลี่ย 4.62 อยู่ในระดับดีมาก

5.1.4.2 ใบงานรวมจำนวน 1 ใบงาน

5.1.4.3 แบบประเมินการปฏิบัติ

5.1.4.4 แบบประเมินคุณภาพด้านรูปแบบและด้านเนื้อหา

### 5.1.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 2 สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคนครสวรรค์จำนวน 30 คน โดยได้ดำเนินการทดลองดังนี้

5.1.5.1 กำหนดกลุ่มตัวอย่าง ที่ใช้การทดลอง จำนวน 30 คน

5.1.5.2 แจกเอกสารคู่มือการใช้โปรแกรม Proteus7 อธิบายวิธีการใช้โปรแกรม พร้อมอธิบายวัตถุประสงค์และวิธีการทดลองโดยใช้โปรแกรม Proteus7 แทนการทดลองที่ใช้ตามปกติ

5.1.5.3 ให้นักศึกษาได้ทดลองใช้โปรแกรมเพื่อให้เกิดความเคยชิน

5.1.5.4 ให้กลุ่มตัวอย่างดำเนินการทดลองตามใบงานปฏิบัติการ นักศึกษาลงมือทำใบงานแต่ละใบงาน โดยขณะที่นักศึกษาทำใบงาน ผู้วิจัยจะทำการสังเกตพฤติกรรมและบันทึกคะแนนลงแบบบันทึกคะแนนภาคปฏิบัติโดยอ้างอิงจากเกณฑ์การให้คะแนนของแต่ละใบงาน

5.1.5.5 เมื่อนักศึกษาทำการทดลองเสร็จทั้ง 6 ใบงานปฏิบัติการแล้ว ให้นักศึกษาทำใบงานรวม 1 ใบงาน ซึ่งขณะที่นักศึกษาทำใบงานรวม 1 ใบงานนั้น ผู้วิจัยจะทำการสังเกตพฤติกรรมและบันทึกคะแนนลงแบบบันทึกคะแนนภาคปฏิบัติ โดยอ้างอิงจากเกณฑ์การให้คะแนน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1.5.6 นำคะแนนที่ได้จากการทำใบงานปฏิบัติการ 6 ใบงานรวมกัน และใบงานปฏิบัติการรวม 1 ใบงานมาวิเคราะห์ตามวิธีการทางสถิติ

### 5.1.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล ดังต่อไปนี้

5.1.6.1 วิเคราะห์คุณภาพของใบงานการทดลองปฏิบัติการการเลียนแบบการทำงาน ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877A ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ซึ่งผู้วิจัยได้ให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 5 ท่าน ตรวจสอบและประเมินผลด้านรูปแบบของใบงานปฏิบัติการมีค่าเฉลี่ย 4.65 อยู่ในระดับดีมาก ด้านเนื้อหา มีค่าเฉลี่ย 4.62 อยู่ในระดับดีมาก

5.1.6.2 วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของใบงานการทดลองปฏิบัติการการเลียนแบบการทำงาน ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877A ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ โดยใช้เกณฑ์ 80/80 ผลการวิเคราะห์พบว่า คะแนนที่เกิดจากการทำใบงานแต่ละใบงานจำนวน 6 ใบงานมีค่าเฉลี่ย 86.37 และคะแนนที่เกิดจากการทำใบงานรวม จำนวน 1 ใบงาน มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 81.22

### 5.1.7 สรุปผลการวิจัย

จากการดำเนินการวิจัยดังกล่าวสามารถสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

ใบงานการทดลองปฏิบัติการการเลียนแบบการทำงาน ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877A ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ มีประสิทธิภาพเท่ากับ 86.37/81.22 ตามเกณฑ์ที่กำหนด

## 5.2 อภิปรายผล

จากผลการวิจัยครั้งนี้ ปรากฏว่าใบงานการทดลองปฏิบัติการการเลียนแบบการทำงาน ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877A ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพโดยเฉลี่ยตามเกณฑ์ที่กำหนด ซึ่งมีค่า 86.37/81.22 จะเห็นได้ว่าคะแนนใบงานทั้ง 6 ใบงาน จะมีค่าสูงกว่าคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบหลังการทดลองใบงานรวม 1 ใบงาน เนื่องจาก ใบงานที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเป็นลักษณะการประยุกต์ใช้งานซึ่งนักศึกษายังไม่เคยทำการทดลองมาก่อน และเนื่องจากการทำใบงานรวม 1 ใบงานเป็นการรวบรวมจากทั้ง 6 ใบงานมาอยู่ในใบงานรวม 1 ใบงาน จึงนักศึกษาเกิดความล่าช้าในการคำนวณค่าต่างๆ ของวงจร ดังนั้นใบงานรวม 1 ใบงานจะมีความยากมากกว่าใบงาน 6 ใบงาน นอกจากนั้นเวลาในการทดลองแต่ละใบงานปฏิบัติการของแบบทดสอบใช้เวลานานทำให้นักศึกษาไม่สามารถจดจำหลักการคำนวณค่าต่างๆ ได้ จึงทำให้ค่าที่บางค่าไม่ถูกต้องส่งผลให้คะแนนของแบบทดสอบขาดหายไป จากเหตุผลดังกล่าวจึงทำให้คะแนนที่ได้จากการทำใบงานรวมมีค่าน้อยกว่าคะแนนที่ได้จากการทำใบงานแต่ละใบงาน 6 ใบงาน และจากการทดลองสังเกตพบว่านักศึกษามีความสนใจในการเรียนมากขึ้นกว่าเดิม เนื่องจากใบงานการทดลองปฏิบัติการการเลียนแบบการทำงาน ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877A ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ที่สร้างขึ้น โดยมีเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบทั้งด้านเนื้อหาและรูปแบบ ทำให้ใบงานปฏิบัติการ มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก ทั้งยังทำให้ผู้เรียนมีอิสระในการเรียนรู้ เกิดแรงจูงใจ ทำให้นักศึกษามีความสนใจในการเรียน มีความรับผิดชอบของต่องานที่ได้รับมอบหมาย จึงทำให้นักศึกษามีความมั่นใจในการทำแบบฝึกหัดและแบบทดสอบ

ใบงานการทดลองปฏิบัติการการเลียนแบบการทำงานไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877A ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ที่สร้างขึ้นอย่างมีคุณภาพและประสิทธิภาพ จึงสามารถนำไปใช้กับนักศึกษาให้เกิดความรู้ ความเข้าใจ ได้เช่นเดียวกับการเรียนรู้โดยการประกอบวงจรลงแผงทดลอง ดังนั้นวิธีการปฏิบัติแบบจำลองสถานการณ์สามารถช่วยแก้ปัญหาเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง ชำรุด มีจำนวนไม่เพียงพอต่อนักศึกษาที่เข้าปฏิบัติงานได้เป็นอย่างดี เนื่องจากว่าในการใช้โปรแกรมจำลองสถานการณ์นั้น นักศึกษาสามารถกำหนดค่าต่างๆ ได้ละเอียดและมีความเที่ยงตรงมากกว่าการทดลองโดยประกอบวงจรจริง ซึ่งนักศึกษาไม่สามารถปรับค่าต่างๆ ได้ตามต้องการเป็นผลให้เกิดความคลาดเคลื่อนของผลการทดลองได้ อีกทั้งยังช่วยลดงบประมาณในการจัดซื้อวัสดุฝึกในแต่ละปี การศึกษาได้อีก เนื่องจากการทดลองแต่ละครั้งนักศึกษาจะต้องใช้อุปกรณ์และเครื่องมือหลายชนิด ประกอบการทดลองทำให้ตัวอุปกรณ์ที่ใช้ชำรุดเสียหายบ่อยครั้ง

### 5.3 ข้อเสนอแนะ

#### 5.3.1 ข้อเสนอแนะสำหรับการนำงานวิจัยไปใช้

5.3.1.1 ผู้ที่ใช้งานใบงานการทดลองปฏิบัติการการเลียนแบบการทำงานไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877A ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ จะต้องศึกษาคู่มือการใช้งานโปรแกรมก่อนการใช้งาน

5.3.1.2 ในการเรียนโดยใช้ใบงานการทดลองปฏิบัติการการเลียนแบบการทำงานไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877A ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ให้ได้คุณภาพและประสิทธิภาพ ผู้เรียนควรศึกษาทฤษฎีของวิชาอิเล็กทรอนิกส์มาก่อน ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนสามารถอธิบายหลักการและสรุปผลการทดลองได้เป็นอย่างดี

#### 5.3.2 ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยต่อไป

5.3.2.1 ควรมีการพัฒนาโปรแกรมจำลองสถานการณ์ ไปใช้ในรายวิชาอื่นๆ ต่อไป เช่น วิชาดิจิทัลเทคนิค วิชาไมโครโปรเซสเซอร์ เป็นต้น

5.3.2.2 ควรมีการวิจัยการนำโปรแกรมจำลองสถานการณ์ไปใช้ในงานสาขาอื่นๆ เช่น วิชาไมโครโปรเซสเซอร์ เป็นต้น

5.3.2.3 ควรมีการศึกษาเชิงเปรียบเทียบ ระหว่างการทดลองปกติกับการทดลองแบบจำลองสถานการณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บรรณานุกรม

- กิตานันท์ มะลิทอง.2540. เทคโนโลยีการศึกษาและนวัตกรรม.กรุงเทพฯ : ชวนพิมพ์.  
กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ.(2545). สารและมาตรฐานการเรียนรู้ สังกศศึกษา ศาสนาและ  
วัฒนธรรม. กรุงเทพฯ : การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.
- ครรชิต มาลัยวงศ์.2539. ก้าวไกลไปกับคอมพิวเตอร์ (ฉบับปรับปรุง). พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ:  
กองบริการสื่อสารสนเทศ NECTEC.
- จรัญ แสนราช.2535. การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการเรียนการสอนคอมพิวเตอร์ด้วยตนเอง  
วิชาวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า 1. วิทยานิพนธ์หลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.  
จรินทร์ ธาณิรัตน์.(2544). การทดสอบและวัดผลศึกษา. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- ชม ภูมิภาค.2528. เทคโนโลยีการสอนและการศึกษา. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ประสานมิตร.
- ชมมชนก วีรวรรณ.2539. กรกฎาคม-สิงหาคม. ก้าวผ่าอุปสรรคของมัลติมีเดีย. วารสาร NECTEC.  
ชัยวุฒ จันมา. 2539. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดีย. วารสารกองทุนสงเคราะห์  
การศึกษาเอกชน. 2(57): 36-37.
- ชูศักดิ์ เปลี่ยนภู.2537. คู่มือการสอนปฏิบัติการทดลอง ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม.  
สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาเอกชน.
- ไชยยศ เรืองสุวรรณ.2533. เทคโนโลยีการสอนการออกแบบและพัฒนา. พิมพ์ครั้งที่ 3.กรุงเทพฯ:  
สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์.
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์และคณะ.2520.ระบบสื่อการสอน.กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.  
เชษฐพงศ์ คลองโปร่ง.2544. การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียเรื่องสื่อประเภทเครื่อง  
ฉายสำหรับนักเรียนระดับปริญญาตรี. สารนิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยี  
การศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ชรัต เทพชยุตินันท์.2531. เอกสารประกอบการสอน เรื่อง การจัดหลักสูตรและการประเมินผล  
การเรียนการสอนภาคปฏิบัติประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม.กรุงเทพฯ : คณะครุศาสตร์  
อุตสาหกรรมและวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- ทักษิณา สวานานนท์.2530.คอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษา.กรุงเทพฯ: องค์การคำครุสภา.
- ถนอนพร เลาทจรัสแสง.2541. คอมพิวเตอร์ช่วยสอน. กรุงเทพฯ : ภาควิชาโสตทัศนศึกษา  
คณะครุศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- บุญชม ศรีสะอาด.2537. การพัฒนาการสอน.กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.
- บุญชม ศรีสะอาด.2543.การวิจัยเบื้องต้น. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.
- บุญเกื้อ ควรวาเวช.2542. นวัตกรรมทางการศึกษา. กรุงเทพฯ : เจริญวิทย์การพิมพ์.
- เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- บุญระ สมชัย.2538.การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น.
- ประกิจ รัตนสุวรรณ.2525. การวัดและการประเมินผลทางการศึกษา. กรุงเทพฯ :  
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- ไพศาล หวังพานิช.2526. การวัดผลการศึกษา . กรุงเทพฯ : โอเดียนการพิมพ์.
- ยีน ภูววรรณ.2531.บทเรียนคอมพิวเตอร์สำหรับผู้เริ่มต้น.กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น.
- ล้วน สายยศ.2523. สถิติและการวิจัยทางการศึกษา.กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.
- ล้วน สายยศ. 2536. เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: ศูนย์ส่งเสริม  
วิชาการ.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538. เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา (พิมพ์ครั้งที่ 5).  
กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- ลัดดา สุขปรีดี.2548.การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง แสงและสี.ชลบุรี:  
คณะศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยบูรพา.
- วิริยา บุญชัย.2523.การทดสอบและวัดผลทางพลศึกษา.กรุงเทพฯ:ไทยวัฒนาพานิช.
- วีรพงษ์ พฤกษชาติ.2548.การปฏิบัติการวิชาการวิเคราะห์วงจรอิเล็กทรอนิกส์ด้วยโปรแกรม  
พีเอสไปซ์.กรุงเทพฯ: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- วันชัย ศศิสกุลพร.2540. การสร้างและการทดลองหาประสิทธิภาพของชุดทดลองอิเล็กทรอนิกส์  
1 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาช่างไฟฟ้า สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล .  
วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาไฟฟ้า ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า.  
บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- สุราษฎร์ พรหมจันทร์.2530. การวัดผลการศึกษา. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์สถาบันเทคโนโลยี  
พระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- เสาวนีย์ สิกขาบัณฑิต.2528. เทคโนโลยีทางการศึกษา. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์สถาบันเทคโนโลยี  
พระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- สุทธิ ทับทองดี.2549.บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องการวิเคราะห์คุณสมบัติของท่อนำคลื่น  
ทรงสี่เหลี่ยมในย่านความถี่สูง.กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร  
ลาดกระบัง.
- สุกรี รอดโพธิ์ทอง.2531 คอมพิวเตอร์ดีกว่าตำราตรงไหน กรุงเทพฯ: คณะครุศาสตร์  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (อัดสำเนา )
- สุกรีรอด โพธิ์ทอง.2540 การออกแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในโครงการฝึกอบรม  
คอมพิวเตอร์ ช่วยสอน หน้า 1-9 นครสวรรค์วิทยาลัยพยาบาลสวรรค์ประชารักษ์
- สุชาติ ศิริสุขไพบูลย์.(2526).การสอนทักษะปฏิบัติ. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์สถาบันเทคโนโลยี  
พระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

เสถียร พิริยะสุวงศ์.2546.การสร้างและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน  
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบมัลติมีเดีย วิชาวงจรไฟฟ้า 1.กรุงเทพฯ: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า  
พระนครเหนือ

อุทุมพร จามรมาน.2539. ทฤษฎีการวัดทางจิตวิทยา. กรุงเทพฯ : ฟีนี พับบลิชซิ่ง.

Allissi, Stephen M. and Trollip. 1991 Stanley R. **Computer-Based Instruction :  
Methods and Development.** New Jersey : Prentice Hall.

Bonner,J.1991.**Computer Courseware : Frame-Based or Intelligent Expert  
System and Intelligent Computer-Aided Instruction.** New Jersey :  
Educational Technology Publications.

Carlsen, David D. and Andre. 1992. T. Use of a Microcomputer Simulation and  
Conceptual Chang Text To Overcome Student Preconceptions about  
Electric Circuits. Journal of Computer Based Instructional. 19(4) :  
105-109.

Crisman, Jacquelyn Edith. 1995.The Effects of Learning of Two Methods of  
Instruction in Four Different Combinations of Computer-Based  
Programs. Doctoral Dissertation, Purdue University, 1994. Dissertation  
Abstracts International 55: 3727.

Dick, W., & Carey, L. 1985. **The systematic design of instruction (2nd ed.).**  
Glenview.

Dean, Christopher and Whitlock, Quentin. 1988 **A Handbook of Computer Based  
Training.** New York : Nichols Publishing.

Denardo, Anette Mae. 1992. **Simulation in Computer Science Instruction.** Doctoral  
Dissertation, West Virginia University. Dissertation Abstracts International  
54 : 3974.

Flaxman, R. E. and Stark, E. A. 1987.**Training Simulations.** In G. Salvendy(Ed.).  
**Handbook of Human Factors.** New York : John Wiley & Son, Inc.

Gayné, Robert; & Briggs, Leslie.1979. **Principle of Instructional Design.** 2nd ed.  
New York: Holt, Rinehart and Winston, Inc.

Gagné, Robert M. 1970. **The Condition of Learning.** New York: Holt.

Holcomb, Terry L. 1992. **Multimedia Encyclopedia of Computer.** Volume 1, New  
York: Macmillan.

Heerman, Barry. 1988. **Teaching and Learning with Computers : A Guide for  
College Faculty and Administrators.** San Francisco : Jossey-Bass  
Publishers.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Knapp, Linda R. and Glenn, Allen D. 1996. *Restructuring Schools with Technology*. Boston: Allyn and Bacon.
- Reigeluth. C. M. and Schwartz. E. 1989. *An Instructional Theory in the Design of Computer-based Simulation*. *Journal of Computer Based Instructional*. 16 (1) : 1-10.
- Rieber, Lloyd P. et al. 1996. *The Role of Meaning in Interpreting Graphical and Textual Feedback During a Computer-Based Simulation*. *Computer and Education*. 27(1) : 45-58.
- Sook-Hi Kang. 1995. *Computer Simulations as a Framework for Critical Thinking Instruction*. *Journal of Educational Technology System*. 23(3): 233-239.
- Shon, Mi. 1997. *Formative Research On an Instructional Theory for the Design of Computer-Based Simulation for Teaching Causal Principles*. Doctoral Dissertation, Indiana University. *Dissertation Abstracts International* 57 : 124
- Nelson, D., & Skon, L. 1981. *Effects of cooperative, competitive, and individualistic goal structures on achievement: A meta-analysis*. *Psychological Bulletin*, 89, 47-62.
- Lewis, Eileen L Stern, Judith L and Linn, Marcia C. 1993. *The Effect of Computer Simulations on Introductory Thermodynamics Understanding*. *Educational Technology*. January : 45-58.
- Ollerenshaw, A, Aidman, E and Kidd, G. 1997. *Is an Illustration Always Worth Ten Thousand Word? Effects of Prior Knowledge, Learning Style and Multimedia Illustrations on Text Comprehension*. *International Journal of Instructional Media*. 24(3) : 227-238.
- Taylor, Jo hn L. and Walford, R. 1978. *Learning and the Simulation Game*. London : The Open University Press.

## ภาคผนวก

- ภาคผนวก ก หนังสือราชการประกอบการดำเนินงานวิจัย
- ภาคผนวก ข รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ
- ภาคผนวก ค แบบประเมินคุณภาพ
- ภาคผนวก ง ตัวอย่างใบงานจำนวน 6 ใบงาน
- ภาคผนวก จ การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ
- ภาคผนวก ฉ ใบงานรวม
- ภาคผนวก ช คู่มือการใช้งานโปรแกรม Proteus 7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ประกาศคณะกรรมการอุตสาหกรรม  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
เรื่อง ผลการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์

คณะกรรมการอุตสาหกรรม โดยความเห็นชอบของคณะกรรมการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ ขอประกาศรายชื่อหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ หลักสูตรครุศาสตรอุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร ซึ่งได้รับอนุมัติเมื่อวันที่ 1 ตุลาคม 2553 ให้ดำเนินการดังนี้

นายอภิรักษ์ สุขสัมพันธ์ รหัสประจำตัว 50063514 ให้ทำวิทยานิพนธ์เรื่อง “การทดลองปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877A บนโปรแกรมคอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์ (Computer Simulation Program for PIC16F877A Microcontroller)” โดยมี รศ.วิสุทธิ์ สุนทรกนกพงศ์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ รศ.ไพระวุฒิ สุวรรณจันทร์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

ทั้งนี้ให้นักศึกษาค้นคว้าและเขียนวิทยานิพนธ์ โดยปรึกษากับอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ให้เสร็จสิ้นภายในเวลาที่กำหนดในระเบียบของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ประกาศ ณ วันที่ ๕ ตุลาคม พ.ศ. 2553

(รองศาสตราจารย์ ไพระวุฒิ สุวรรณจันทร์)

กณเบติ

ที่ ศธ 0524.04/ 3339



คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า  
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ถนนฉลวงกรุง เขตลาดกระบัง  
กรุงเทพฯ 10520

3/ สิงหาคม 2554

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ให้นักศึกษาเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคนครสวรรค์

สิ่งที่ส่งมาด้วย 1. ประกาศผลการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ จำนวน 1 ฉบับ  
3. แบบประเมินเพื่อการวิจัย

ด้วย นายอภิรักษ์ สุขสัมพันธ์ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การทดลองการปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16 F877A บนโปรแกรม  
คอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์" โดยมี รศ.วิสุทธิ สุนทรกนกพงศ์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์  
และ รศ.พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม และได้รับอนุมัติหัวข้อและเค้าโครง  
วิทยานิพนธ์แล้วเมื่อวันที่ 1 ตุลาคม 2553 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม จึงขอความอนุเคราะห์จากท่าน  
โปรดอนุญาตให้ นายอภิรักษ์ สุขสัมพันธ์ เก็บรวบรวมข้อมูล โดยใช้แบบสอบถามเพื่อการวิจัยภายใน  
สถานศึกษาของท่านได้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุญาตและขอขอบคุณในความอนุเคราะห์ของท่านมา ณ โอกาสนี้  
ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์)

คณบดี

ส่วนบริหารงานทั่วไป

โทร. 02-737-3000 ต่อ 3692

โทรสาร. 02- 326-4325

ติดต่อนักศึกษา โทร. 086-936-7960

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



## บันทึกข้อความ

หน่วยงาน คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล. ส่วนบริหารงานทั่วไป โทร.3692

ที่ ศธ 0524.04 / 3340

วันที่ ๕ สิงหาคม 2554

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินแบบประเมินเพื่อการวิจัย

เรียน ผศ.บรุษเสริฐ เคนพันค้อ

ด้วย นายอภิรักษ์ สุขสัมพันธ์ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การทดลองการปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16 F877A บนโปรแกรมคอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์" โดยมี รศ.วิรุทธิ์ สุนทรกนกพงศ์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ รศ.พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินแบบประเมินนี้ว่ามีความถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัยของ นายอภิรักษ์ สุขสัมพันธ์ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น พร้อมกันนี้ได้แนบบแบบประเมินเพื่อการวิจัย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

(รองศาสตราจารย์พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์)  
คณบดี

ที่ ศธ 0524.04/ 3340



คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า  
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง  
กรุงเทพฯ 10520

๒1 สิงหาคม 2554

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินแบบประเมินเพื่อการวิจัย

เรียน ผศ.ณัฐวุฒิ พานิชเจริญ


สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมินเพื่อการวิจัย

ด้วย นายอภิรักษ์ สุขสัมพันธ์ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การทดลองการปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16 F877A บนโปรแกรม  
คอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์" โดยมี รศ.วิสุทธิ์ สุนทรกนกพงศ์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ  
รศ.พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าว  
เป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินแบบประเมินนี้ว่ามีความถูกต้องและเหมาะสมมาก  
น้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัย ของ นายอภิรักษ์ สุขสัมพันธ์ มีความ  
สมบูรณ์ยิ่งขึ้น พร้อมกันนี้ได้แนบบแบบประเมินเพื่อการวิจัย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็น  
อย่างยั้งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

  
(รองศาสตราจารย์พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์)

คณบดี

ส่วนบริหารงานทั่วไป

โทร. 02-329-8000 ต่อ 3692

โทรสาร. 02-329-8436

ติดต่อนักศึกษา โทร.086-936-7960

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ ศธ 0524.04/ 3340



คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า  
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง  
กรุงเทพฯ 10520

3) สิงหาคม 2554

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินแบบประเมินเพื่อการวิจัย

เรียน นายจิรยุทธ กฤษรัตนศักดิ์

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมินเพื่อการวิจัย

ด้วย นายอภิรักษ์ สุขสัมพันธ์ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การทดลองการปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16 F877A บนโปรแกรม  
คอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์" โดยมี รศ.วิสุทธิ์ สุนทรกนกพงศ์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ  
รศ.พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าว  
เป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินแบบประเมินนี้ว่ามีความถูกต้องและเหมาะสมมาก  
น้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัย ของ นายอภิรักษ์ สุขสัมพันธ์ มีความ  
สมบูรณ์ยิ่งขึ้น พร้อมกันนี้ได้แนบบแบบประเมินเพื่อการวิจัย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็น  
อย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

  
(รองศาสตราจารย์พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์)

คณบดี

ส่วนบริหารงานทั่วไป  
โทร. 02-329-8000 ต่อ 3692  
โทรสาร. 02-329-8436  
ติดต่อนักศึกษา โทร.086-936-7960

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ ศส 0524.04/ 3340



คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า  
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง  
กรุงเทพฯ 10520

๑/ สิงหาคม 2554

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินแบบประเมินเพื่อการวิจัย

เรียน นางสุมาลี อยู่รุ่งเรือง

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมินเพื่อการวิจัย

ด้วย นายอภิรักษ์ สุขสัมพันธ์ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การทดลองการปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16 F877A บนโปรแกรม  
คอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์" โดยมี รศ.วิสุทธิ์ สุนทรกนกพงศ์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ  
รศ.พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าว  
เป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินแบบประเมินนี้ว่ามีความถูกต้องและเหมาะสมมาก  
น้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัย ของ นายอภิรักษ์ สุขสัมพันธ์ มีความ  
สมบูรณ์ยิ่งขึ้น พร้อมกันนี้ได้แนบแบบประเมินเพื่อการวิจัย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็น  
อย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์)

คณบดี

ส่วนบริหารงานทั่วไป  
โทร. 02-329-8000 ต่อ 3692  
โทรสาร. 02- 329-8436  
ติดต่อนักศึกษา โทร.086-936-7960

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ ศธ 0524.04/3340



คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า  
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง  
กรุงเทพฯ 10520

๓๑ สิงหาคม 2554

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินแบบประเมินเพื่อการวิจัย

เรียน นายสุทธิรักษ์ ชำหาญ

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมินเพื่อการวิจัย

ด้วย นายอภิรักษ์ สุขสัมพันธ์ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การทดลองการปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16 F877A บนโปรแกรม  
คอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์" โดยมี รศ.วิสุทธิ์ สุนทรภณหงส์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ  
รศ.พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าว  
เป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินแบบประเมินนี้ว่ามีความถูกต้องและเหมาะสมมาก  
น้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัย ของ นายอภิรักษ์ สุขสัมพันธ์ มีความ  
สมบูรณ์ยิ่งขึ้น พร้อมกันนี้ได้แนบแบบประเมินเพื่อการวิจัย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็น  
อย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์)

คณบดี

ส่วนบริหารงานทั่วไป

โทร. 02-329-8000 ต่อ 3692

โทรสาร. 02-329-8436

ติดต่อนักศึกษา โทร.086-936-7960

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก ข

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ

- |                  |                |  |
|------------------|----------------|--|
| 1. ผศ.ประเสริฐ   | เคนพันค้อ      | สาขาวิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม<br>สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง |
| 2. ผศ.ณัฐวุฒิ    | พานิชเจริญ     | แผนกอิเล็กทรอนิกส์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล<br>ล้านนาตาก  |
| 3. นายจรรย์ยุทธ  | กฤษรัตน์ศักดิ์ | หัวหน้าแผนกช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคนครสวรรค์  |
| 4. นางสาวสุมาลี  | อยู่รุ่งเรือง  | แผนกอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคนครสวรรค์   |
| 5. นายสุทธิรักษ์ | ข้าหาญ         | แผนกอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคสุโขทัย   |



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ภาคผนวก ค



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**แบบประเมินความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ (ด้านเนื้อหา)**  
**การทดลองปฏิบัติการการเลียนแบบการทำงาน ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877A**  
**ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์**

**คำชี้แจง** ใบงานการทดลองที่ท่านกำลังประเมินอยู่นี้ มีคุณภาพอยู่ในระดับใด โปรดทำเครื่องหมาย/ ลงในช่อง ตามความคิดเห็นของท่าน

คะแนนระดับความคิดเห็น คือ ดีมาก = 5, ดี = 4, ปานกลาง = 3, น้อย = 2, ควรปรับปรุง = 1

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
1.ความเหมาะสมการจัดรูปแบบใบงานปฏิบัติการ					
2.ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษร					
3.ความเหมาะสมของลำดับขั้นการทดลอง					
4.ความเข้าใจในคำอธิบายลำดับขั้นการทดลอง					
5.รูปแบบวงจรการทดลอง					
6.การวางรูปวงจรการทดลอง					
7.ความเหมาะสมของตารางบันทึกผลการทดลอง					
8.ความสอดคล้องของการทดลองกับวัตถุประสงค์การสอน					
9.หัวข้อบันทึกผล ในตารางบันทึกผลเหมาะสมและถูกต้อง					
10.ความสอดคล้องของคำถามกับวัตถุประสงค์					
11.ความเหมาะสมและชัดเจนของคำถามท้ายการทดลอง					

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....  
 .....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

**แบบประเมินความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ (ด้านรูปแบบ)**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## การทดลองปฏิบัติการการเขียนแบบการทำงาน ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877A

### ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

**คำชี้แจง** รูปแบบของใบงานปฏิบัติที่ท่านกำลังประเมินอยู่นี้ มีคุณภาพอยู่ในระดับใด

โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องตามความคิดเห็นของท่าน

คะแนนระดับความคิดเห็น คือ ดีมาก = 5, ดี = 4 , ปานกลาง = 3, น้อย = 2 , ควรปรับปรุง = 1

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
1. ความเหมาะสมของการจัดรูปแบบใบงานปฏิบัติงาน					
2. ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษร					
3. ความเหมาะสมของลำดับขั้นตอนการทดลอง					
4. ความเข้าใจในคำอธิบายลำดับขั้นตอนการทดลอง					
5. รูปแบบวงจรการทดลอง					
6. การวางรูปวงจรการทดลอง					
7. ความเหมาะสมของตารางบันทึกผลการทดลอง					
8. ความสะดวกในการบันทึกค่าต่างๆ ที่ได้จากการทดลอง					

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....  
 .....

ลงชื่อ .....ผู้ประเมิน

(.....)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## หน่วยที่ 7 เรื่องการเขียนโปรแกรมแสดงผลด้วยโมดูล LCD

การทดลองที่ 7	เรื่อง การเขียนโปรแกรมแสดงผลด้วยโมดูล LCD	1 : 30 ชั่วโมง
---------------	---	----------------

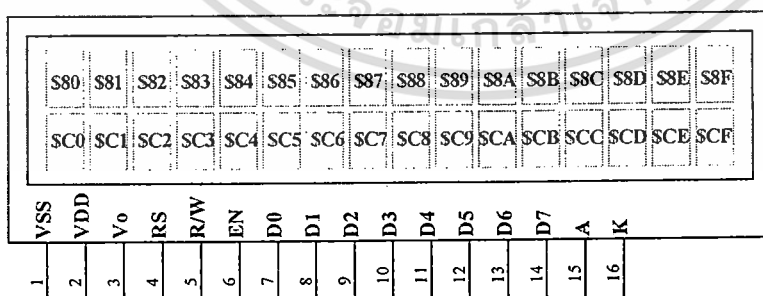
### 1. จุดประสงค์

1. เพื่อให้ให้นักศึกษาสามารถเขียนโปรแกรมแสดงผลข้อมูลออกทางจอ LCD ได้
2. เพื่อให้ให้นักศึกษาสามารถใช้คำสั่ง LCDOUT \$FE,\$01, " ....." และคำสั่งควบคุมการแสดงผลทางจอ LCD ได้
3. เพื่อให้ให้นักศึกษาสามารถประยุกต์ใช้ การนำข้อมูลออกแสดงผลทางจอ LCD ในลักษณะต่างๆ

### 2. ทฤษฎีพื้นฐาน

จอแอลซีดี (LCD : Liquid Crystal Display) เป็นอุปกรณ์แสดงผลที่นิยมใช้มาก เนื่องจากสามารถแสดงข้อมูลที่เป็นทั้งตัวเลข และตัวอักษรที่เป็นข้อความ ใช้งานง่าย และกินกระแสไฟน้อยกว่า LED

ตัวจอ LCD ผลิตเป็น โมดูล มีตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมการแสดงผลในตัวเอง สามารถแสดงผลได้ตั้งแต่บรรทัด 8 16 และ 32 ตัวอักษรละ ตั้งแต่ 1 แถวไปจนถึงหลายแถว จนถึง การแสดงแบบกราฟิก โปรแกรม Pic Basic Pro Compiler มีคำสั่งสนับสนุนการใช้งานกับจอ LCD ที่ใช้คอนโทรลเลอร์ของ Hitachi 44780 หรือชิพเบอร์อื่นที่มีคุณสมบัติเดียวกันเป็นตัวควบคุม ตัวโมดูล LED มีขา I/O ที่จะติดต่อกับ MCU จำนวน 14 และ 16 ขา ตามรูปที่ 1



รูปที่ 1 แสดงโครงสร้างของจอ LCD แบบ 16 ตัวอักษร x 2 บรรทัด

หน่วยที่ 7 เรื่องการเขียนโปรแกรมแสดงผลด้วยโมดูล LCD		
การทดลองที่ 7	เรื่อง การเขียนโปรแกรมแสดงผลด้วยโมดูล LCD	1 : 30 ชั่วโมง
รายละเอียดการต่อขาจอ LCD มีดังนี้คือ		
ขา	Vss	เป็นขต่อลงกราวด์ (GND)
ขา	Vdd	เป็นขาจ่ายไฟ +5 V
ขา	Vo	เป็นขาที่ต่อไฟสำหรับควบคุมความเข้ม (Contrast) ของตัวอักษรที่แสดงผล ปรับ ได้ 0 – 5 V ถ้าปรับเข้าใกล้ 0V ตัวอักษรจะเข้มสุด หากไม่ต้องการปรับให้ต่อลง GND
ขา	RS	เป็นขาที่ใช้ควบคุมการป้อนคำสั่ง กับข้อมูลที่แสดงผล
ขา	R/W	เป็นขาที่ใช้ควบคุมว่าจะให้อ่านค่าตัวอักษรจากหน้าจอ หรือเขียนตัวอักษรลงไปหน้าจอ หากต้องการจะส่งข้อมูลออกแสดงผลเพียงอย่างเดียว ให้ต่อขานี้ลง GND
ขา	EN	เป็นขาที่ควบคุมสถานการณ์อ่าน หรือ แสดงผลข้อความ
ขา	D0-D7	เป็นขาที่ส่งข้อมูลเข้า – ออก เพื่อแสดงผล
ขา	A และขา K	เป็นขาที่ต่อไฟ Back Light สำหรับเป็นทีจอที่มี Back Light ที่เหมาะสมกับการใช้งานในที่มืด ไฟที่ต่อตรงเป็นไฟ 5V
<p>ข้อความที่แสดงบนจอ แต่ละตัวอักษรจะมีหมายเลขตำแหน่งกำกับ โดยแต่ละแถวหรือบรรทัดจะมีหมายเลขตำแหน่งเริ่มต้น ซึ่งเป็นเลขฐาน 16 และจะมีรหัสควบคุมดังต่อไปนี้ คือ</p> <p>รหัสควบคุมเหล่านี้เป็นเลขฐานสิบหก การป้อนจะต้องมีรหัส \$FE, นำหน้าก่อนเสมอ การป้อนตัวอักษรเข้าแสดงที่จอ LCD ต้องระบุตำแหน่งเริ่มต้นก่อนเสมอ หมายเลขรหัสประจำตำแหน่งของตัวอักษรมีดังแสดงในรูปที่ 1</p> <p>นอกจากนี้ยังมี LCD ขนาดอื่น ๆ อีก เช่น 16 × 1 Line เป็นต้น LCD ทุกรุ่นทุกขนาด จะมีขา I/O แบบเดียวกัน ถ้าเป็นแบบที่ใช้คอนโทรลเลอร์แบบเดียวกันหรือเหมือนกัน</p> <p>การเชื่อมต่อจอ LCD เข้ากับไมโครคอนโทรลเลอร์ มีการต่อ 2 แบบ คือ แบบ 4 บิต และแบบ 8 บิต</p>		

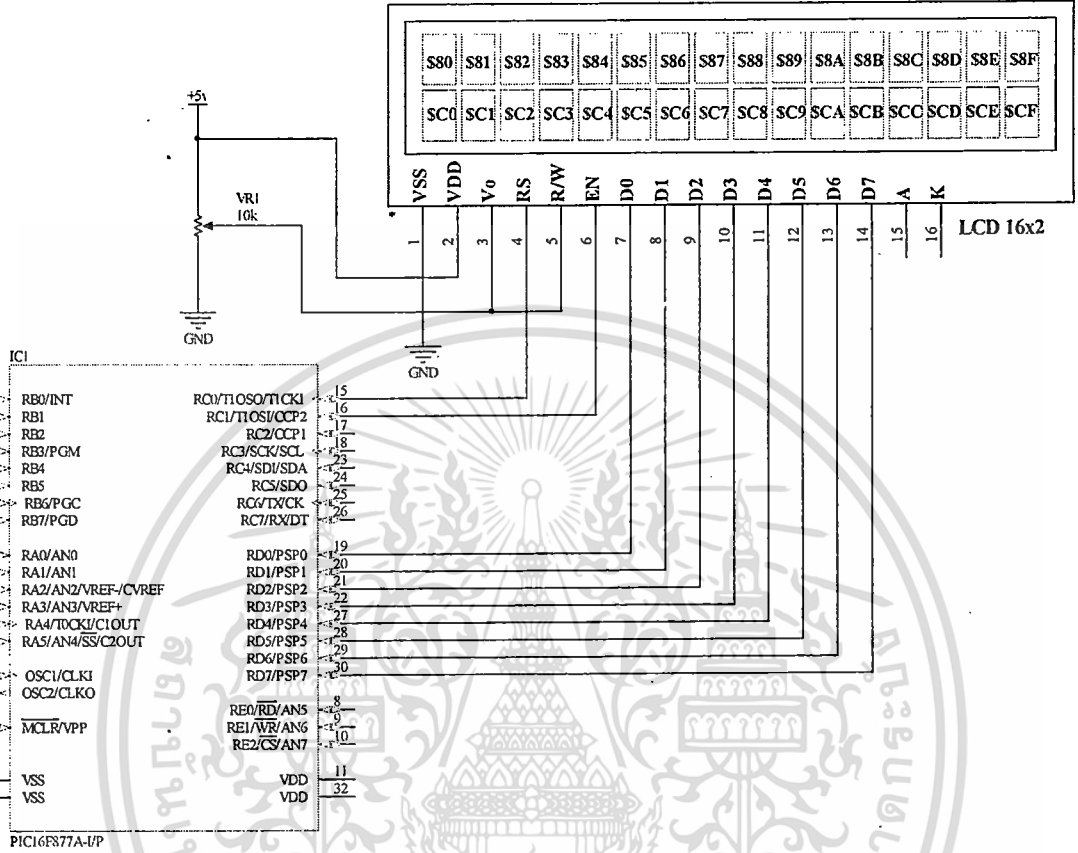
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน่วยที่ 7 เรื่องการเขียนโปรแกรมแสดงผลด้วยโมดูล LCD

การทดลองที่ 10

เรื่อง การเขียนโปรแกรมแสดงผลด้วยโมดูล LCD

1 : 30 ชั่วโมง



รูปที่ 2 แสดงการต่อ LCD เข้ากับ MCU แบบ 4 บิต

สำหรับในการทดลองตามใบงานนี้ จะใช้การต่อวงจรแบบ 4 บิต ตามรูปที่ 2 เนื่องจากประหยัด ขา I/O ของ MCU และในคำสั่งของ Pic Basic Pro ได้รองรับการทำงานแบบนี้เรียบร้อยแล้ว

ในการเขียนโปรแกรมการแสดงผลผ่านทางจอ LCD ก่อนการเข้าสู่การประมวลผล เราต้องให้โปรแกรมรู้จักตำแหน่งของขา I/O ที่ต่อกับจอ LCD ขาดังๆ ตามรูปที่ 2 ก่อน ด้วยการนิยามไว้ที่ส่วนหัวของโปรแกรมตามตัวอย่างดังนี้ คือ

```

DEFINE LCD_DREG PORTD
DEFINE LCD_DBIT 4
DEFINE LCD_RSREG PORTB
DEFINE LCD_RSBIT 7
DEFINE LCD_EREG PORTB
DEFINE LCD_EBIT 6
    
```

หน่วยที่ 7 เรื่องการเขียนโปรแกรมแสดงผลด้วยโมดูล LCD		
การทดลองที่ 7	เรื่อง การเขียนโปรแกรมแสดงผลด้วยโมดูล LCD	1 : 30 ชั่วโมง
ตามตัวอย่าง ต้นไป	บรรทัดที่ 1 และ 2 กำหนดว่า ขา Data 4 เส้นต่อที่ Port D เริ่มบิตที่ 4 เป็นต้นไป  บรรทัดที่ 3 และ 4 กำหนดว่า ขา RS ต่ออยู่ที่ Port E ขา 2 (RE2)  บรรทัดที่ 5 และ 6 กำหนดว่า ขา EN ต่ออยู่ที่ Port D ขา 1 (RE1)	
หมายเหตุ	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. หากมีการต่อขาของจอ LCD เข้ากับพอร์ต ที่สามารถรับสัญญาณอะนาล็อกได้ เช่น PortA และ PortE ก่อนการใช้คำสั่งแสดงผลจะต้องกำหนดให้พอร์ตดังกล่าวทำงานเป็นดิจิทัลก่อน ด้วยการกำหนดค่าในรีจิสเตอร์ ADCON1 เช่น ADCON1 = 7 เป็นต้น</li> <li>2. เนื่องจากการแสดงผลของจอ LCD เป็นลักษณะ Static display เนื่องจากมีคอนโทรลเลอร์ของตัวเอง ตัวอักษรยังคงค้างจออยู่จากว่าจะมีการส่งมาแสดงใหม่ ดังนั้นในการเขียนโปรแกรมแสดงผลถ้าเป็นข้อความนิ่ง ๆ พยายามหลีกเลี่ยงการเขียนโปรแกรมวนมาแสดงซ้ำ ๆ ซึ่งอาจทำให้ตัวข้อความสั้นพลั่ว และเสียเวลาการทำงานของโปรแกรมโดยไม่จำเป็น</li> <li>3. การต่อไฟผิดขั้วจะทำให้จอ LCD เสียหายได้ จึงควรระมัดระวัง เนื่องจากมีราคาค่อนข้างแพง</li> </ol>	
	<ol style="list-style-type: none"> <li>3. เครื่องมือและอุปกรณ์               <ol style="list-style-type: none"> <li>3.1 เครื่องคอมพิวเตอร์ PC ที่ลงโปรแกรม Proteus และ Microcode Studio 1 เครื่อง</li> <li>3.2 คู่มือการใช้งาน โปรแกรม Proteus และ Microcode Studio 1 เล่ม</li> </ol> </li> </ol>	
	<ol style="list-style-type: none"> <li>4.ลำดับขั้นตอนการทดลอง               <ol style="list-style-type: none"> <li>4.1 ขั้นตอนการเขียนโปรแกรม                   <ol style="list-style-type: none"> <li>4.1.1 เปิดโปรแกรม Microcode Studio เขียนโค้ดโปรแกรมตามโค้ดตัวอย่างชุดที่ 1 และ 2</li> <li>4.1.2 เมื่อเขียนโปรแกรมเสร็จให้กด F9 หรือ เมนู Project – Compile เพื่อแปลงโค้ดโปรแกรมเป็นไฟล์นามสกุล .HEX ถ้า Compile ไม่ผ่านโปรแกรมจะแสดงบรรทัดที่ผิดและให้กลับไปแก้ไขให้ถูกต้อง</li> </ol> </li> </ol> </li> </ol>	

หน่วยที่ 7 เรื่องการเขียนโปรแกรมแสดงผลด้วยโมดูล LCD		
การทดลองที่ 7	เรื่อง การเขียนโปรแกรมแสดงผลด้วยโมดูล LCD	1 : 30 ชั่วโมง
<p>โปรแกรมคำสั่ง</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 10px; margin: 10px 0;"> <p style="text-align: center;"><b>โปรแกรมชุดที่ 1 โหมดการทำงานแบบ 4 บิต</b></p> <pre> @DEVICE PIC16F877A,HS_OSC,LVP_OFF,BOD_OFF,WDT_OFF DEFINE OSC 20 DEFINE LCD_DREG PORTD DEFINE LCD_DBIT 4 DEFINE LCD_RSREG PORTB DEFINE LCD_RSBIT 7 DEFINE LCD_EREG PORTB DEFINE LCD_EBIT 6 DEFINE LCD_BITS 4 ..... PAUSE 1500 Loop: LCDOut \$fe, 1     LCDOut "LCD LAB"     PAUSE 1000     LCDOut \$fe,\$C0     LCDOut "Electronics"     PAUSE 1000 GOTO start END </pre> </div>		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน่วยที่ 7 เรื่องการเขียนโปรแกรมแสดงผลด้วยโมดูล LCD

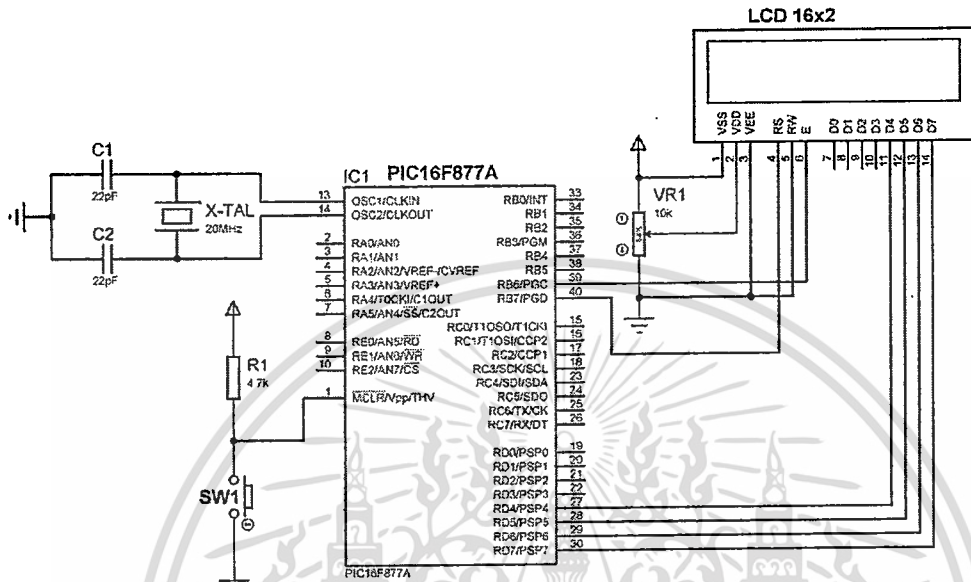
การทดลองที่ 7

เรื่อง การเขียนโปรแกรมแสดงผลด้วยโมดูล LCD

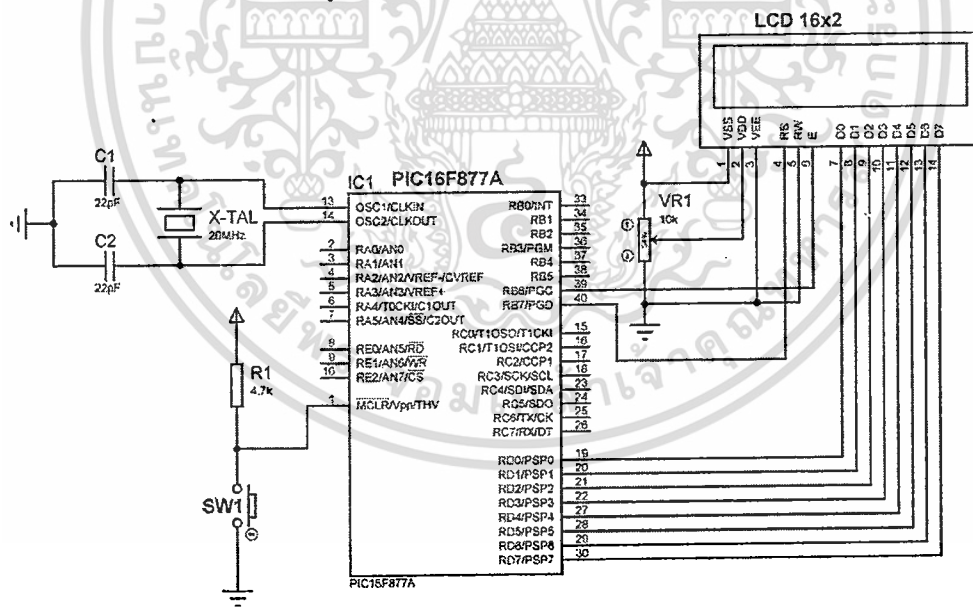
1 : 30 ชั่วโมง

2. ขั้นตอนการต่อวงจรและทำการจำลองสถานการณ์

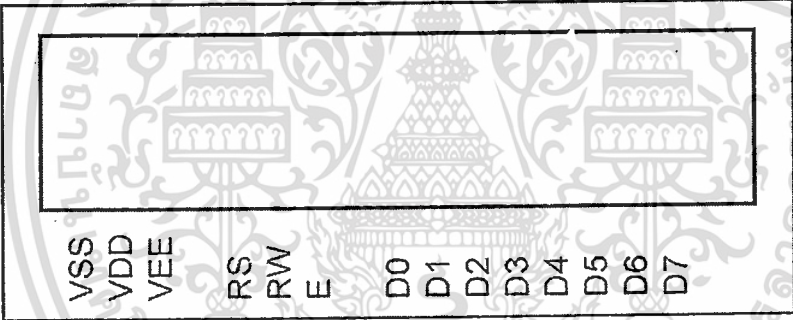
2.1 ต่อวงจรตามรูปที่ 1 ในโปรแกรม Proteus โมเดลการทำงาน 4 บิต



รูปที่ 1 วงจรแสดงผลแบบ 4 บิต



รูปที่ 2 วงจรแสดงผลแบบ 8 บิต

หน่วยที่ 7 เรื่องการเขียนโปรแกรมแสดงผลด้วยโมดูล LCD		
การทดลองที่ 7	เรื่อง การเขียนโปรแกรมแสดงผลด้วยโมดูล LCD	1 : 30 ชั่วโมง
<p>2.2 กำหนดค่าอุปกรณ์ดังนี้</p> <p><math>R1 = 4.7k\Omega</math> , <math>VR1 = 10k\Omega</math></p> <p><math>C1 , C2 = 22PF</math> , <math>CRYTAL = 20MHz</math> , LCD 16x2</p> <p>IC = PIC16F877A</p> <p>2.3 กำหนดให้โหนดโปรแกรมลงใน PIC16F877A โดยดับเบิ้ลคลิกที่ PIC16F877A โหนดไฟล์นามสกุล <code>__hex</code> เข้ามา และกำหนดค่าความถี่เป็น 20MHz</p> <p>2.4 ทดลองการทดลองจำลองสถานการณ์ แบบการทำงาน 4 บิต รูปที่ 1 และบันทึกผลการทดลองในจอแสดงผล LCD ด้านล่างนี้</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p>สรุปผลการทดลอง แบบโหมดการทำงานแบบ 4 บิต</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## หน่วยที่ 7 เรื่องการเขียนโปรแกรมแสดงผลด้วยโมดูล LCD

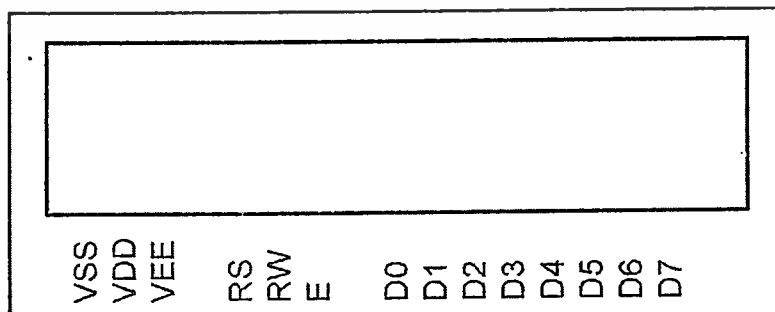
การทดลองที่ 7	เรื่อง เรื่องการเขียนโปรแกรมแสดงผลด้วยโมดูล LCD	1 : 30 ชั่วโมง
---------------	---	----------------

2.5 ทำการทดลองในโหมด 8 บิต ให้ต่อวงจรตามรูปที่ 2 กำหนดค่าอุปกรณ์ เช่นเดียวกับโหมด 4 บิต และเขียนโค้ดโปรแกรมใหม่ดังต่อไปนี้

### โปรแกรมชุดที่ 2 โหมดการทำงานแบบ 8 บิต

```
@DEVICE PIC16F877A,HS_OSC,LVP_OFF,BOD_OFF,WDT_OFF
DEFINE OSC 20
DEFINE LCD_DREG PORTD
DEFINE LCD_RSREG PORTC
DEFINE LCD_RSBIT 7
DEFINE LCD_EREG PORTC
DEFINE LCD_EBIT 6
DEFINE LCD_BITS 8
.....
PAUSE 1500
Loop: LCDOut $fe, 1, " My name is "
      LCDOut $fe,$C0, "Mr.Apinun"
      PAUSE 1000
      GOTO start
END
```

2.6 ทดลองการทดลองจำลองสถานการณ์ แบบการทำงาน 8 บิต รูปที่ 2 และบันทึกผลการทดลองในจอแสดงผล LCD ด้านล่างนี้



หน่วยที่ 7 เรื่องการเขียนโปรแกรมแสดงผลด้วยโมดูล LCD		
การทดลองที่ 7	เรื่อง เรื่องการเขียนโปรแกรมแสดงผลด้วยโมดูล LCD	1 : 30 ชั่วโมง
สรุปผลการทดลอง แบบโหมดการทำงานแบบ 8 บิต..... ..... ..... .....		
<b>แบบทดสอบท้ายการทดลอง</b>		
<b>คำชี้แจง</b> แบบทดสอบมีทั้งหมด 10 ข้อ เวลา 45 นาที		
1. จากโปรแกรมที่กำหนดใช้ในการทดลองนี้ ให้นักศึกษาเติมค่าในช่องว่างเพื่ออธิบายความหมายของโค้ดโปรแกรมแต่ละบรรทัดที่กำหนดไว้ (ข้อที่ 1 มี 7 ข้อย่อย)		
<b>โปรแกรมชุดที่ 1 โหมดการทำงานแบบ 4 บิต</b>		
<pre> @ DEVICE PIC16F877A,HS_OSC,LVP_OFF,BOD_OFF,WDT_OFF DEFINE OSC 20 DEFINE LCD_DREG PORTD 1.1 DEFINE LCD_DBIT 4 1.2 DEFINE LCD_RSREG PORTB DEFINE LCD_RSBIT 7 DEFINE LCD_EREG PORTB 1.3 DEFINE LCD_EBIT 6 DEFINE LCD_BITS 4 1.4 PAUSE 1500 Loop: LCDOut \$fe, 1 1.5     LCDOut "LCD LAB" 1.6     PAUSE 1000     LCDOut \$fe,\$C0 1.7     LCDOut "Electronics"     PAUSE 1000 GOTO start END </pre>		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน่วยที่ 7 เรื่องการเขียนโปรแกรมแสดงผลด้วยโมดูล LCD		
การทดลองที่ 7	เรื่อง การเขียนโปรแกรมแสดงผลด้วยโมดูล LCD	1 : 30 ชั่วโมง
<p>จงตอบคำถามต่อไปนี้ มีทั้งหมด 3 ข้อย่อย</p> <p>จากโปรแกรมชุดที่ 1 โหมดการทำงานแบบ 4 บิต และ โปรแกรมชุดที่ 2 โหมดการทำงานแบบ 8 บิต มีความแตกต่างกันอย่างไรจงอธิบาย.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>จากโปรแกรมชุดที่ 1 โหมดการทำงานแบบ 4 บิต เมื่อโปรแกรมแสดงผลออกจอ LCD ถ้าเราต้องการให้ คำว่า ELECTRONICS ติดค้างไม่กระพริบสลับ ควรแก้ไขเพิ่มหรือลบโปรแกรมบรรทัดไหนจงอธิบายพร้อมแก้ไขให้ถูกต้อง.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>จากโปรแกรมชุดที่ 2 โหมดการทำงานแบบ 8 บิต เมื่อโปรแกรมแสดงผลออกจอ LCD ถ้าเราต้องการให้ ชื่อที่เราพิมพ์ไว้ กระพริบสลับ ควรแก้ไขเพิ่มหรือลบโปรแกรมบรรทัดไหนจงอธิบายพร้อมแก้ไขให้ถูกต้อง.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## แบบบันทึกคะแนนการวัดภาคปฏิบัติ

### เรื่อง การเขียนโปรแกรมแสดงผลด้วยโมดูล LCD

ชื่อ-นามสกุล.....กลุ่ม.....รหัสนักศึกษา.....

นักศึกษาระดับ ปวส.2 แผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคนครสวรรค์

คำชี้แจง โปรดใส่เครื่องหมาย / ลงในช่องคะแนนที่ตรงกับการสังเกตของครูผู้สอน โดยเทียบกับ

เกณฑ์ที่กำหนด

. คุณลักษณะที่ต้องการวัด	น้ำหนัก คะแนน	คะแนน		
		2	1	0
<b>1. การปฏิบัติงาน</b>				
1.1 เขียนโค้ดโปรแกรมตามที่กำหนด	4	.....	.....	.....
1.2 กำหนดค่าโปรแกรม Microcode Studio	2	.....	.....	.....
1.3 วาดวงจรในโปรแกรม Proteus	4	.....	.....	.....
1.4 กำหนดค่าและโหลดไฟล์เข้าไอซีไมโครฯ	2	.....	.....	.....
1.5 เลือกใช้งานอุปกรณ์แสดงผล LCD ได้ตามที่กำหนด	2	.....	.....	.....
1.6 เวลาที่ใช้ในการปฏิบัติงาน	2	.....	.....	.....
รวมคะแนน การปฏิบัติงาน	16			
<b>2. ผลการทดลอง</b>				
2.1 วงจรสามารถรันด้วยโปรแกรม Proteus แสดงผลได้ ไม่มี Error	2	.....	.....	.....
2.2 การแสดงผลข้อมูลแบบ 4 บิต ได้ถูกต้อง	4	.....	.....	.....
2.3 การแสดงผลข้อมูลแบบ 8 บิต ได้ถูกต้อง	4	.....	.....	.....
2.4 อธิบายผลการทดลองได้ถูกต้อง	4	.....	.....	.....
รวมคะแนน ผลการทดลอง	14			
คะแนนรวม	30			
คะแนนรวมทั้งหมด	30			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## เกณฑ์การให้คะแนน เรื่องการเขียนโปรแกรมแสดงผลด้วยโมดูล LCD

### 1. การปฏิบัติงาน

#### 1.1 เขียนโค้ดโปรแกรมตามที่กำหนด

- 2 คะแนน เมื่อ ใช้งานโปรแกรม Microcode Studio เขียนโค้ด ได้ถูกต้อง
- 1 คะแนน เมื่อ ใช้งานโปรแกรม Microcode Studio เขียนโค้ด ผิดไม่เกิน 2 จุด
- 0 คะแนน เมื่อ ใช้งานโปรแกรม Microcode Studio เขียนโค้ด ผิดเกินกว่า 2 จุด

#### 1.2 กำหนดค่าและ Compiler โค้ด โปรแกรม Microcode Studio

- 2 คะแนน เมื่อ ใช้งานโปรแกรม Microcode Studio กำหนดค่าและ Compiler โค้ด ได้ถูกต้อง
- 1 คะแนน เมื่อ ใช้งานโปรแกรม Microcode Studio กำหนดค่าและ Compiler โค้ด ผิดไม่เกิน 2 จุด
- 0 คะแนน เมื่อ ใช้งานโปรแกรม Microcode Studio กำหนดค่าและ Compiler โค้ด ผิดเกินกว่า 2 จุด

#### 1.3 วาดรูปวงจรในโปรแกรม Proteus

- 2 คะแนน เมื่อ ใช้งานโปรแกรม Proteus วาดวงจร ได้ถูกต้อง
- 1 คะแนน เมื่อ ใช้งานโปรแกรม Proteus วาดวงจร ผิดไม่เกิน 2 จุด
- 0 คะแนน เมื่อ ใช้งานโปรแกรม Proteus วาดวงจร ผิดเกินกว่า 2 จุด

#### 1.4 กำหนดค่าและโหลดไฟล์เข้าไอซีไมโครฯ

- 2 คะแนน เมื่อ ใช้งานโปรแกรม Proteus กำหนดค่าและโหลดไฟล์ได้ถูกต้อง
- 1 คะแนน เมื่อ ใช้งานโปรแกรม Proteus กำหนดค่าและโหลดไฟล์ ผิดไม่เกิน 2 จุด
- 0 คะแนน เมื่อ ใช้งานโปรแกรม Proteus กำหนดค่าและโหลดไฟล์ ผิดเกินกว่า 2 จุด

#### 1.5 เลือกใช้งานอุปกรณ์แสดงผล LCD ได้ตามที่กำหนด

- 2 คะแนน เมื่อ ใช้งานโปรแกรม Proteus เลือกใช้และต่อวงจร LCD ได้ถูกต้อง
- 1 คะแนน เมื่อ ใช้งานโปรแกรม Proteus เลือกใช้และต่อวงจร LCD ผิดไม่เกิน 2 จุด
- 0 คะแนน เมื่อ ใช้งานโปรแกรม Proteus เลือกใช้และต่อวงจร LCD ผิดเกินกว่า 2 จุด

#### 1.6 เวลาที่ใช้ในการปฏิบัติงาน

- 2 คะแนน เมื่อ งานเสร็จก่อนเวลาที่กำหนดหรือภายในระยะเวลาที่กำหนด

- 1 คะแนน เมื่อ งานเสร็จหลังเวลาที่กำหนดไม่เกิน 5 นาที

0 คะแนน เมื่อ งานเสร็จหลังเวลาที่กำหนดเกินกว่า 5 นาที

## 2. ผลการทดลอง

### 2.1 วงจรสามารถรันด้วยโปรแกรม Proteus แสดงผลได้ไม่มี Error

2 คะแนน เมื่อ เริ่มการจำลองสถานการณ์โปรแกรม Proteus ทำงานแสดงผลสมบูรณ์ได้ถูกต้อง

1 คะแนน เมื่อ เริ่มการจำลองสถานการณ์โปรแกรม Proteus ทำงานแสดงผล ผิดไม่เกิน 2 จุด

0 คะแนน เมื่อ เริ่มการจำลองสถานการณ์โปรแกรม Proteus ทำงานแสดงผล ผิดเกิน 2 จุด

### 2.2 การแสดงผลข้อมูลแบบ 4 บิต ได้ถูกต้อง

2 คะแนน เมื่อ เริ่มการจำลองสถานการณ์โปรแกรม Proteus LCD แสดงผลสมบูรณ์และได้ถูกต้อง

1 คะแนน เมื่อ เริ่มการจำลองสถานการณ์โปรแกรม Proteus LCD ทำงานแสดงผล ผิดไม่เกิน 2 จุด

0 คะแนน เมื่อ เริ่มการจำลองสถานการณ์โปรแกรม Proteus LCD ทำงานแสดงผล ผิดเกินกว่า 2 จุด

### 2.3 การแสดงผลข้อมูลแบบ 8 บิต ได้ถูกต้อง

2 คะแนน เมื่อ เริ่มการจำลองสถานการณ์โปรแกรม Proteus LCD แสดงผลสมบูรณ์และได้ถูกต้อง

1 คะแนน เมื่อ เริ่มการจำลองสถานการณ์โปรแกรม Proteus LCD ทำงานแสดงผล ผิดไม่เกิน 2 จุด

0 คะแนน เมื่อ เริ่มการจำลองสถานการณ์โปรแกรม Proteus LCD ทำงานแสดงผล ผิดเกินกว่า 2 จุด

### 2.4 อธิบายผลการทดลองได้ถูกต้อง

2 คะแนน เมื่อ สรุปผลการทดลอง ได้สมบูรณ์และถูกต้อง

1 คะแนน เมื่อ สรุปผลการทดลอง ผิดไม่เกิน 2 จุด

0 คะแนน เมื่อ สรุปผลการทดลอง ผิดเกินกว่า 2 จุด

หน่วยที่ 8 เรื่องการเขียนโปรแกรมแปลงสัญญาณอะนาล็อกเป็นดิจิทัล		
การทดลองที่ 8	เรื่อง การเขียนโปรแกรมแปลงสัญญาณอะนาล็อกเป็นดิจิทัล 10 บิต	1 : 30 ชั่วโมง
<p><b>1. จุดประสงค์</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. เพื่อให้นักศึกษาสามารถเขียนโปรแกรมในการแปลงสัญญาณอะนาล็อกเป็นดิจิทัล A/D แบบ 10 บิตได้</li> <li>2. เพื่อให้สามารถศึกษาการใช้คำสั่งการแปลง A/D และคำสั่งควบคุมการแสดงผลทางจอ LCD ได้</li> </ol> <p><b>2. ทฤษฎีพื้นฐาน</b></p> <p>การแปลงสัญญาณอะนาล็อกเป็นดิจิทัลเป็นวงจรสำคัญ ในการนำไปใช้ในการตรวจจับ (Sensor) สัญญาณที่เป็นระดับเช่น ความดัน ระดับของเหลว อุณหภูมิ เป็นต้น ในการตรวจจับสัญญาณดังกล่าวอันดับแรกต้องมีวงจรแปลงสัญญาณเหล่านี้เป็นสัญญาณทางไฟฟ้าก่อน จากนั้นจึงได้มาแปลงเป็นสัญญาณดิจิทัล ระดับสัญญาณทางไฟฟ้าโดยปกติจะมีค่ามาตรฐานอยู่ที่ 0 – 5VDC หรือ 0 – 2.5VDC ปัจจุบันผู้ผลิตชิพไมโครคอนโทรลเลอร์จะฝังวงจร A/D เข้าไว้ในตัวชิพ โดยสามารถป้อนสัญญาณอะนาล็อกมาตรฐานเข้าที่ขา I/O ได้โดยตรงโดยมีรีจิสเตอร์และคำสั่งที่เป็นฟังก์ชันการทำงานไว้เบ็ดเสร็จ และถือเป็นขีดความสามารถในการแข่งขันในการพัฒนาชิพ MCU</p> <p>สำหรับชิพ MCU ของไมโครชิพเบอร์ PIC16F877A รวมถึงเบอร์อื่นๆ ที่มี 40 ขา I/O ที่รับสัญญาณ A/D ได้ถึง 8 ช่อง โดยมีพอร์ต A จำนวน 5 ขาและพอร์ต E จำนวน 3 ขา วงจร A/D ที่อยู่ในตัวชิพจะเป็นแบบมัลติเพล็กซ์ ความเร็วในการแปลงสัญญาณต่อช่องประมาณ 18 ไมโครวินาที ที่ความละเอียด 8 บิต สำหรับความละเอียดสามารถกำหนดได้ 2 ระดับ คือ 8 บิต และ 10 บิต โดยระดับ 8 บิต จะแปลงสัญญาณอะนาล็อก 0 – 5 Vdc มาเป็นสัญญาณดิจิทัลได้ค่า 256 ค่า และระดับ 10 บิต จะแปลงได้ 1096 ค่าซึ่งความละเอียดมากกว่า แต่จะใช้ระยะเวลาในการแปลงมากกว่า 8 บิต ในการแปลงค่า A/D จะมีรีจิสเตอร์ทำหน้าที่อยู่ 4 ตัวได้แก่</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>ADCON0 เป็นรีจิสเตอร์ควบคุมการทำงาน A/D ตัวที่ 1</li> <li>ADCON1 เป็นรีจิสเตอร์ควบคุมการทำงาน A/D ตัวที่ 2</li> <li>ADRESH เป็นรีจิสเตอร์เก็บค่าผลลัพธ์การแปลง A/D ในไบท์สูง</li> <li>ADRESL เป็นรีจิสเตอร์เก็บค่าผลลัพธ์การแปลง A/D ในไบท์ต่ำ</li> </ul> <p>ในการการแปลงสัญญาณ A/D แบบ 10 บิตจะมีข้อแตกต่างกับการแปลงแบบ 8 บิต คือ</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ค่าสัญญาณดิจิทัลที่แปลงได้มากกว่า 3 หลัก เกินกว่า 256 ดังนั้นการกำหนดตัวแปรที่ใช้เก็บค่าต้องมีขนาด Word 16Bit เพื่อรองรับค่า 0 – 1096</li> </ol>		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมั่วแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน่วยที่ 8 เรื่องการเขียนโปรแกรมแปลงสัญญาณอะนาล็อกเป็นดิจิทัล		
การทดลองที่ 8	เรื่อง การเขียนโปรแกรมแปลงสัญญาณอะนาล็อกเป็นดิจิทัล 10 บิต	1 : 30 ชั่วโมง
<p>2. ค่าที่แปลงได้จะถูกนำเก็บพักไว้ที่รีจิสเตอร์ 2 ตัว คือ ADRESH และ ADRESL ดังนั้นจะต้องมีการจัดเรียงให้ชิดขวา (Right Justify) ก่อน โดยจะต้องกำหนดบิตที่ 7 ของรีจิสเตอร์ ADCON1 ดังนี้ <math>ADCON1.7 = 1</math> หรือ <math>ADCON1 = \%10000000</math></p> <p>3. ต้องนิยามการแปลง A/D แบบ 10 บิต คือ <code>DEFINE ADC_BITS 10</code> ไว้ที่หัวของโปรแกรม</p> <p>4. ในการแสดงผลผ่าน 7-Segment หรือ LCD จะต้องกำหนดเนื้อที่การแสดงผลค่าตัวเลขไว้อย่างน้อย 4 หลัก เนื่องจากค่าดิจิทัลที่แปลงได้สูงสุดเกินหลักพันในฐานสิบ</p> <p><b>3.เครื่องมือและอุปกรณ์</b></p> <p>1. เครื่องคอมพิวเตอร์ PC ที่ลงโปรแกรม Proteus และ Microcode Studio 1 เครื่อง</p> <p>2. คู่มือการใช้งานโปรแกรม Proteus และ Microcode Studio 1 เล่ม</p> <p><b>4.ลำดับขั้นตอนการทดลอง</b></p> <p>1. ขั้นตอนการเขียนโปรแกรม</p> <p>1.1 เปิดโปรแกรม Microcode Studio เขียนโค้ดโปรแกรมตามโค้ดตัวอย่าง</p> <p>1.2 เมื่อเขียนโปรแกรมเสร็จให้กด F9 หรือ เมนู Project – Compile เพื่อแปลงโค้ดโปรแกรมเป็นไฟล์นามสกุล .HEX ถ้า Compile ไม่ผ่านโปรแกรมจะแสดงบรรทัดที่ผิดและให้กลับไปแก้ไขให้ถูกต้อง</p> <p style="text-align: center;"><b>โปรแกรมคำสั่ง</b></p> <pre style="border: 1px solid black; padding: 10px;"> DEFINE LCD_DREG PORTD DEFIND LCD_DBIT4 DEFIND LCD_RSREG PORTE DEFIND LCD_RSBIT2 DEFIND LCD_EREG PORTD DEFIND LCD_EBIT 1 DEFIND ADC_BITS 10 heater VAR PORTB.4 temp VAR WORD temp1 VAR WORD </pre>		

## หน่วยที่ 6 เรื่องการเขียนโปรแกรมแปลงสัญญาณอะนาล็อกเป็นดิจิทัล

การทดลองที่ 8

เรื่อง การเขียนโปรแกรมแปลงสัญญาณอะนาล็อกเป็นดิจิทัล  
10 บิต

1 : 30 ชั่วโมง

```

TRISA = %111111
ADCON1 = %10000000
'----- Main Program -----
adcin 0,temp
adcon1 = 7
lcdout $fe,1,"Temp ="
lcdout $fe,$c0,dec temp,$fe,$c5,"C"
  LOOP : GOSUB get_temp
  IF temp <> temp1 THEN
    GOSUB display
    GOSUB action
    temp1 = temp
  ENDIF
  PAUSE 50
  GOTO LOOP
END
'----- End Of Main Program -----
'----- Start Subroutine -----
get_temp : adcon1 = %10000000
          adcin 0,temp
          PAUSE 50
          RETURN
'-----
display:
          adcon1 = 7
          lcdout $fe,$c0," "
          lcdout $fe,$c0,dec temp

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ห้ามเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาตเห็นแก่ประโยชน์ส่วนตน

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน่วยที่ 8 เรื่องการเขียนโปรแกรมแปลงสัญญาณอะนาล็อกเป็นดิจิทัล

การทดลองที่ 8	เรื่อง การเขียนโปรแกรมแปลงสัญญาณอะนาล็อกเป็นดิจิทัล 10 บิต	1 : 30 ชั่วโมง
---------------	--	----------------

RETURN

Action:

IF temp > 25 THEN

LOW heater

ELSE

HIGH heater

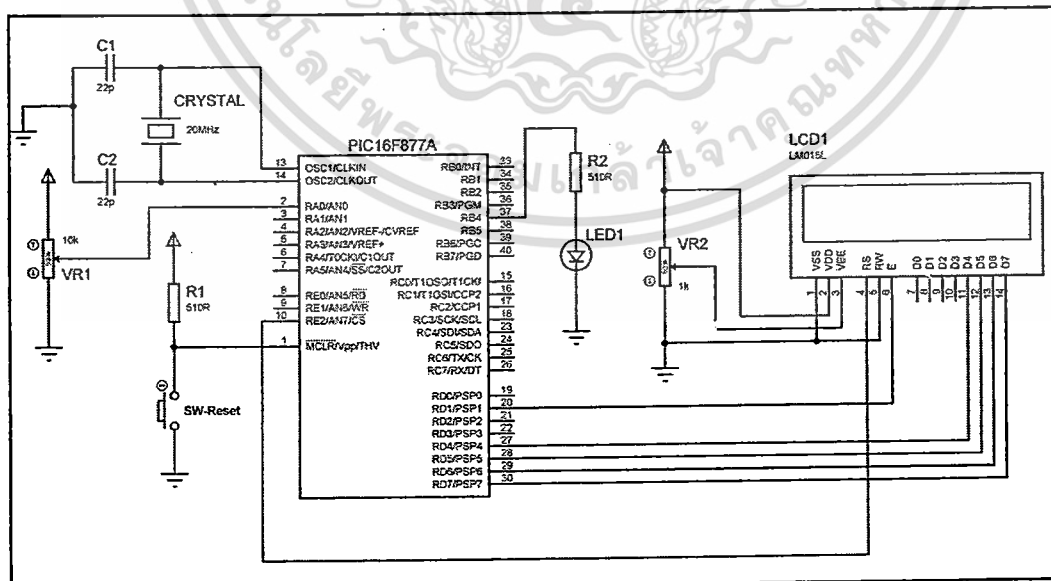
ENDIF

RETURN

-----END Of Subroutine-----

2.ขั้นตอนการต่อวงจรและทำการจำลองสถานการณ์

2.1 ต่อวงจรตามรูปที่ 1 ในโปรแกรม Proteus



รูปที่ 1 วงจรแปลงสัญญาณอะนาล็อกเป็นดิจิทัล 10 บิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน่วยที่ 8 เรื่องการเขียนโปรแกรมแปลงสัญญาณอะนาล็อกเป็นดิจิตอล																																
การทดลองที่ 8	เรื่อง การเขียนโปรแกรมแปลงสัญญาณอะนาล็อกเป็นดิจิตอล 10 บิต	1 : 30 ชั่วโมง																														
<p>2.2 กำหนดค่าอุปกรณ์ดังนี้</p> <p><math>R1 = 4.7k\Omega</math> , <math>R2 = 500\Omega</math> , <math>VR1 = 10k\Omega</math> , <math>VR2 = 1k\Omega</math></p> <p><math>C1</math> , <math>C2 = 22PF</math> , <math>CRYTAL = 20MHz</math> , <math>LCD 16x2</math> , <math>LED1</math></p> <p><math>IC = PIC16F877A</math></p> <p>2.3 กำหนดให้ดับเบิ้ลคลิกที่ PIC16F877A โหลดไฟล์ _____ .hex เข้ามา และกำหนดค่าความถี่เป็น 20MHz</p> <p>2.4 ทำการจำลองสถานการณ์บันทึกผลการทดลองลงในตารางที่ 1</p> <p>2.4.1 ปรับค่าความต้านทาน VR1 ครึ่งละ 1% บันทึกผลการทดลอง</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>ความต้านทาน VR1</th> <th>1%</th> <th>2%</th> <th>3%</th> <th>4%</th> <th>5%</th> <th>6%</th> <th>7%</th> <th>9%</th> <th>10%</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>สถานะ LED</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>ค่า temp ที่ LCD</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>2.5 ผลการทดลอง</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>			ความต้านทาน VR1	1%	2%	3%	4%	5%	6%	7%	9%	10%	สถานะ LED										ค่า temp ที่ LCD									
ความต้านทาน VR1	1%	2%	3%	4%	5%	6%	7%	9%	10%																							
สถานะ LED																																
ค่า temp ที่ LCD																																

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน่วยที่ 8 เรื่องการเขียนโปรแกรมแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิตอล		
การทดลองที่ 8	เรื่อง การเขียนโปรแกรมแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิตอล 10 บิต	1 : 30 ชั่วโมง
<b>แบบฝึกหัด</b>		
<b>คำชี้แจง</b> ข้อสอบมีทั้งหมด 10 ข้อ เวลา 45 นาที		
2. เขียนโปรแกรมตามโปรแกรมที่กำหนดให้พร้อมทั้งเพิ่มคำในช่องว่างเพื่ออธิบายความหมายของแต่ละบรรทัดที่กำหนดไว้ (ข้อ 1 มี 5 ข้อย่อย)		
<pre> '-----Define LCD registers and bits----- DEFINE LCD_DREG PORTD DEFINE LCD_DBIT 4 DEFINE LCD_RSREG PORTE DEFINE LCD_RSBIT 0 DEFINE LCD_EREG PORTE DEFINE LCD_EBIT 1 '-----Define ADCIN parameters----- DEFINE ADC_BITS 10 DEFINE ADC_CLOCK 3      1.1 DEFINE ADC_SAMPLEUS 50 adval VAR WORD TRISA = %11111111      1.2 ADCON1 = %10000010    1.3 Low PORTE.2 Pause 500 loop: ADCIN 0, adval      1.4 LCDOut \$fe, 1 LCDOut "Value: ", DEC adval  1.5 Pause 100 ' Wait .1 second GoTo loop End </pre>		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน่วยที่ 8 เรื่องการเขียนโปรแกรมแปลงสัญญาณอะนาล็อกเป็นดิจิทัล		
การทดลองที่ 8	เรื่อง การเขียนโปรแกรมแปลงสัญญาณอะนาล็อกเป็นดิจิทัล 10 บิต	1 : 30 ชั่วโมง
<p>3. ต่อดวงจรตามรูปที่ 1 ในโปรแกรม Proteus และเพิ่ม DC VOLT METER วัดขา 2 RA0 ของ PIC16F877A เพื่อวัดแรงดัน</p> <p>3.1 ให้เปลี่ยนแปลงการต่อดวงจรตามซอร์สโค้ดโปรแกรมที่เปลี่ยนใหม่ให้ถูกต้อง</p> <p>3.2 VR1 ปรับ 0% = _____ V</p> <p>3.3 VR1 ปรับ 1% = _____ V</p> <p>3.4 VR1 ปรับ 2% = _____ V</p> <p>3.5 VR1 ปรับ 3% = _____ V</p> <p>ผลการทดลอง.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### แบบบันทึกคะแนนการวัดภาคปฏิบัติ

#### เรื่อง การเขียนโปรแกรมแปลงสัญญาณอะนาล็อกเป็นดิจิทัล แบบ 10 บิต

ชื่อ-นามสกุล.....กลุ่ม.....รหัสนักศึกษา.....

นักศึกษาระดับ ปวส.2 แผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคนครสวรรค์

คำชี้แจง โปรดใส่เครื่องหมาย/ลงในช่องคะแนนที่ตรงกับการสังเกตของคุณผู้สอน โดยเทียบกับ

เกณฑ์ที่กำหนด

คุณลักษณะที่ต้องการวัด	น้ำหนัก คะแนน	คะแนน		
		2	1	0
3. การปฏิบัติงาน				
3.1 เขียนโค้ดโปรแกรมตามที่กำหนด	2	.....	.....	.....
3.2 กำหนดค่าและ Compiler โค้ด โปรแกรม Microcode Studio	2	.....	.....	.....
3.3 วาดรูปวงจรในโปรแกรม Proteus	2	.....	.....	.....
3.4 กำหนดค่าและโหลดไฟล์เข้าไอซีไมโครฯ	2	.....	.....	.....
3.5 เลือกใช้เครื่องมือ โวลต์มิเตอร์วัดแรงดันของโปรแกรมได้	2	.....	.....	.....
3.6 เวลาที่ใช้ในการปฏิบัติงาน	2	.....	.....	.....
รวมคะแนน การปฏิบัติงาน	16			
4. ผลการทดลอง				
4.1 วงจรสามารถรันด้วยโปรแกรม Proteus แสดงผลได้ไม่มี Error	2	.....	.....	.....
4.2 ได้สถานะ LED และได้ค่าแสดงผล LCD ถูกต้อง	4	.....	.....	.....
4.3 ค่าแรงดันจากการใช้โวลต์มิเตอร์ได้ถูกต้อง	2	.....	.....	.....
4.4 อธิบายผลการทดลองได้ถูกต้อง	4	.....	.....	.....
รวมคะแนน ผลการทดลอง	14			
คะแนนรวม	30			
คะแนนรวมทั้งหมด	30			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## เกณฑ์การให้คะแนน เรื่องการเขียนโปรแกรมแปลงสัญญาณอนาล็อก เป็นดิจิทัล แบบ 10 บิต

### 1. การปฏิบัติงาน

#### 1.1 เขียนโค้ดโปรแกรมตามที่กำหนด

2 คะแนน เมื่อ ใช้งานโปรแกรม Microcode Studio เขียนโค้ด ได้ถูกต้อง

1 คะแนน เมื่อ ใช้งานโปรแกรม Microcode Studio เขียนโค้ด ผิดไม่เกิน 2 จุด

0 คะแนน เมื่อ ใช้งานโปรแกรม Microcode Studio เขียนโค้ด ผิดเกินกว่า 2 จุด

#### 1.2 กำหนดค่าและ Compiler โค้ด โปรแกรม Microcode Studio

2 คะแนน เมื่อ ใช้งานโปรแกรม Microcode Studio กำหนดค่าและ Compiler โค้ด ได้ถูกต้อง

1 คะแนน เมื่อ ใช้งานโปรแกรม Microcode Studio กำหนดค่าและ Compiler โค้ด ผิดไม่เกิน 2 จุด

0 คะแนน เมื่อ ใช้งานโปรแกรม Microcode Studio กำหนดค่าและ Compiler โค้ด ผิดเกินกว่า 2 จุด

#### 1.3 วาดรูปวงจรในโปรแกรม Proteus

2 คะแนน เมื่อ ใช้งานโปรแกรม Proteus วาดวงจร ได้ถูกต้อง

1 คะแนน เมื่อ ใช้งานโปรแกรม Proteus วาดวงจร ผิดไม่เกิน 2 จุด

0 คะแนน เมื่อ ใช้งานโปรแกรม Proteus วาดวงจร ผิดเกินกว่า 2 จุด

#### 1.4 กำหนดค่าและโหลดไฟล์เข้าไอซีไมโครฯ

2 คะแนน เมื่อ ใช้งานโปรแกรม Proteus กำหนดค่าและโหลดไฟล์ได้ถูกต้อง

1 คะแนน เมื่อ ใช้งานโปรแกรม Proteus กำหนดค่าและโหลดไฟล์ ผิดไม่เกิน 2 จุด

0 คะแนน เมื่อ ใช้งานโปรแกรม Proteus กำหนดค่าและโหลดไฟล์ ผิดเกินกว่า 2 จุด

#### 1.5 เลือกใช้เครื่องมือโวลต์มิเตอร์วัดแรงดันของโปรแกรมได้

2 คะแนน เมื่อ ใช้งานโปรแกรม Proteus เลือกใช้โวลต์มิเตอร์วัดแรงดัน ได้ถูกต้อง

1 คะแนน เมื่อ ใช้งานโปรแกรม Proteus เลือกใช้โวลต์มิเตอร์วัดแรงดัน ผิดไม่เกิน 2 จุด

0 คะแนน เมื่อ ใช้งานโปรแกรม Proteus เลือกใช้โวลต์มิเตอร์วัดแรงดัน ผิดเกินกว่า 2 จุด

#### 1.6 เวลาที่ใช้ในการปฏิบัติงาน

2 คะแนน เมื่อ งานเสร็จก่อนเวลาที่กำหนดหรือภายในระยะเวลาที่กำหนด.ข้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1 คะแนน เมื่อ งานเสร็จหลังเวลาที่กำหนดไม่เกิน 5 นาที

0 คะแนน เมื่อ งานเสร็จหลังเวลาที่กำหนดเกินกว่า 5 นาที

## 2. ผลการทดลอง

### 2.1 วงจรสามารถรันด้วยโปรแกรม Proteus แสดงผลได้ไม่มี Error

2 คะแนน เมื่อ เริ่มการจำลองสถานการณ์โปรแกรม Proteus ทำงานแสดงผลสมบูรณ์และได้ถูกต้อง

1 คะแนน เมื่อ เริ่มการจำลองสถานการณ์โปรแกรม Proteus ทำงานแสดงผล ผิดไม่เกิน 2 จุด

0 คะแนน เมื่อ เริ่มการจำลองสถานการณ์โปรแกรม Proteus ทำงานแสดงผล ผิดเกินกว่า 2

จุด

### 2.2 ได้สถานะ LED และได้ค่าแสดงผล LCD ถูกต้อง

2 คะแนน เมื่อ จำลองสถานการณ์โปรแกรม Proteus สถานะ LED และLCD แสดงผลได้ถูกต้อง

1 คะแนน เมื่อ จำลองสถานการณ์โปรแกรม Proteus สถานะ LED และLCD แสดงผลผิดไม่เกิน 2 จุด

0 คะแนน เมื่อ จำลองสถานการณ์โปรแกรม Proteus สถานะ LED และLCD แสดงผลผิดเกินกว่า 2 จุด

### 2.3 ค่าแรงดันจากการใช้โวลต์มิเตอร์ได้ถูกต้อง

2 คะแนน เมื่อ จำลองสถานการณ์โปรแกรม Proteus LCD ค่าแรงดันจากโวลต์มิเตอร์ ได้ถูกต้อง

1 คะแนน เมื่อ จำลองสถานการณ์โปรแกรม Proteus LCD ค่าแรงดันจากโวลต์มิเตอร์ ผิดไม่เกิน  $\pm 1V$

0 คะแนน เมื่อ จำลองสถานการณ์โปรแกรม Proteus LCD ค่าแรงดันจากโวลต์มิเตอร์ ผิดเกินกว่า 1 V

### 2.4 อธิบายผลการทดลองได้ถูกต้อง

2 คะแนน เมื่อ สรุปผลการทดลอง ได้สมบูรณ์และถูกต้อง

1 คะแนน เมื่อ สรุปผลการทดลอง ผิดไม่เกิน 2 จุด

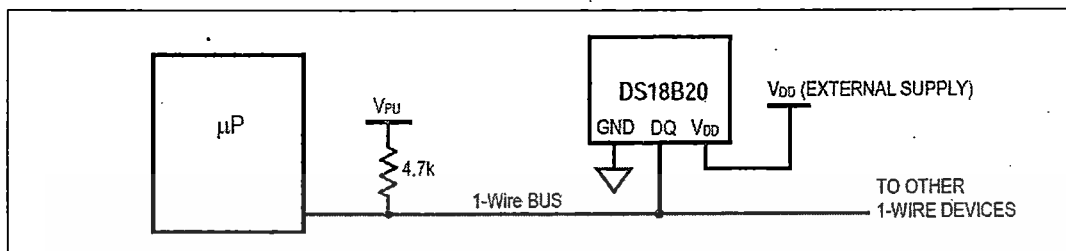
0 คะแนน เมื่อ สรุปผลการทดลอง ผิดเกินกว่า 2 จุด

หน่วยที่ 9 เรื่องการเขียนโปรแกรมอ่านค่าอุณหภูมิจากไอซี DS18B20		
การทดลองที่ 9	เรื่อง การเขียนโปรแกรมอ่านค่าอุณหภูมิจากไอซี DS18B20	1 : 30 ชั่วโมง
<p><b>1. จุดประสงค์</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. เพื่อให้นักศึกษาสามารถเขียน โปรแกรมอ่านค่าอุณหภูมิและแสดงค่าออกจอ LCD ได้</li> <li>2. เพื่อให้นักศึกษาสามารถใช้คำสั่ง One-wire และควบคุมให้แสดงผลค่าทางจอ LCD ได้</li> <li>3. เพื่อศึกษาการเขียนโปรแกรมในการประยุกต์การแสดงผลทางจอ LCD สำหรับใช้งานในระบบการปรับควบคุมอุณหภูมิ</li> </ol> <p><b>2. ทฤษฎีพื้นฐาน</b></p> <p>การตรวจวัดและควบคุมอุณหภูมิเป็นงานที่มีใช้มากทั้งในชีวิตประจำวัน และงานผลิตในอุตสาหกรรม ไอซี DS1820 ผลิตโดยบริษัท Dallas Semiconductor เป็นอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ สำหรับการตรวจวัด อุณหภูมิในย่าน -55 ถึง +125 องศาเซลเซียส ปัจจุบันที่นิยมใช้เนื่องจากมีขนาดเล็ก การติดต่อกับระบบไมโครคอมพิวเตอร์และไมโครคอนโทรลเลอร์ทำได้สะดวก เนื่องจากใช้ระบบการสื่อสารข้อมูลแบบสายเดี่ยว (One – Wire Communication)</p> <div style="text-align: center;"> <p>PIN CONFIGURATIONS</p> <p>SO (156 mils) (DS18B20Z)</p> <p>TO-92 (DS18B20)</p> </div> <p>รูปที่ 1 แสดงรูปร่างและรายละเอียดตำแหน่งขาอุปกรณ์ของ DS1820</p> <p>ตามรูปที่ 1 ตัวไอซีจะมีรูปร่างสองแบบ คือ แบบ SO 8 Pin และแบบ TO – 92 สามขา ซึ่งมีจำหน่ายในเมืองไทย มีขาที่ต้องต่อใช้งานอยู่ 3 ขา คือ ขาต่อเข้าไฟบวก 5 โวลต์ (VDD) ขาสัญญาณสัญญาณเข้า/ออก (DQ) และขา GND ในการเชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์ ในสถานะไม่มีสัญญาณติดต่อขา DQ จะต้องมีสถานะลอจิก 1 โดยการต่อ R Pull – up ขนาด 4.7 K ไว้กับไฟบวกด้วย</p>		

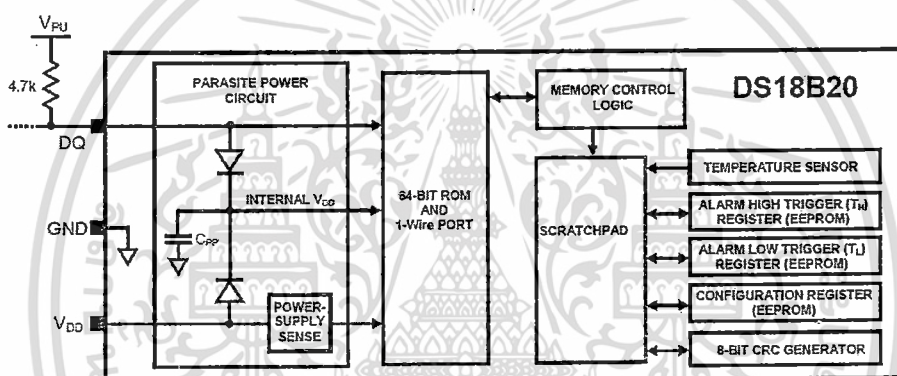
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน่วยที่ 9 เรื่องการเขียนโปรแกรมอ่านค่าอุณหภูมิจากไอซี DS18B20

<p>การทดลองที่ 9</p>	<p>เรื่อง การเขียนโปรแกรมอ่านค่าอุณหภูมิจากไอซี DS18B20</p>	<p>1 : 30 ชั่วโมง</p>
----------------------	---	-----------------------



รูปที่ 2 แสดงวงจรต่อ DS1820 เข้ากับระบบไมโครโปรเซสเซอร์หรือไมโครคอนโทรลเลอร์ โครงสร้างการทำงานของไอซี DS1820 ตามรูปที่ 2 ประกอบด้วยส่วนการทำงานสำคัญดังนี้ คือ



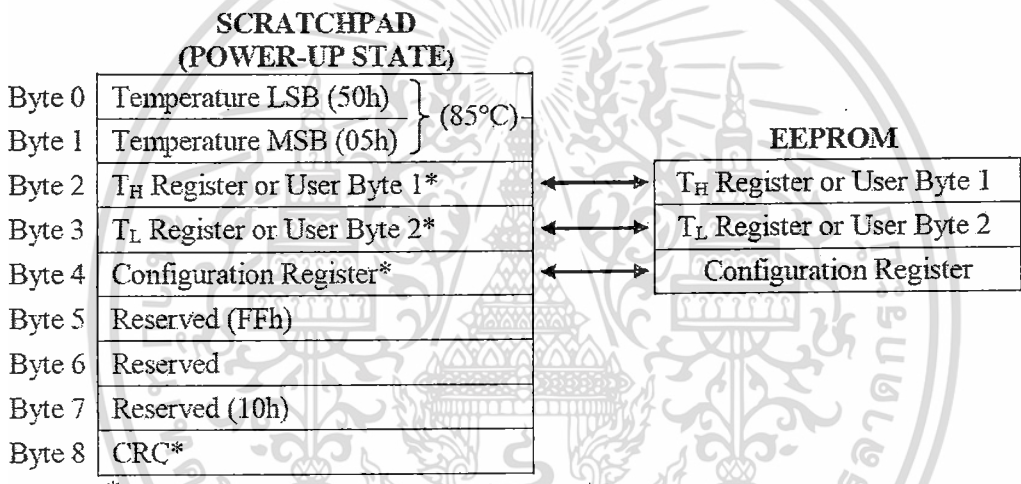
รูปที่ 3 แสดงโครงสร้างการทำงานภายในตัวไอซี DS1820

1. ส่วนควบคุมระบบการจ่ายไฟเลี้ยงวงจร เป็นส่วนแรก ที่ทำหน้าที่ควบคุมการจ่ายไฟให้กับวงจรต่าง ๆ ภายในตัวชิพ และมีฟังก์ชันในการทำงาน โดยไม่ต้องต่อไฟเลี้ยง โดยการใช้ไฟจากขาข้อมูล (DQ) ได้ แต่ไม่แนะนำให้ใช้ เนื่องจากมีข้อยุ่งยากและอาจมีผลข้างเคียง กรณีที่นำไปใช้ที่อุณหภูมิสูงเกิน 100 องศาเซลเซียส
2. ส่วน 64 – BIT LASERED ROM CODE เป็นหน่วยความจำชนิดอ่านอย่างเดียว (ROM) เป็นส่วนที่บรรจุข้อมูล ได้แก่ CRC , Serial Number Code , และ Family Code ข้อมูลส่วนนี้ หากไม่ได้ต่อ DS1820 หลาย ๆ ตัวในบัส (DQ) เดียวกันจะไม่ได้ใช้งาน จะต้องใช้คำสั่งข้ามการทำงานส่วนนี้ไป

หน่วยที่ 9 การเขียนโปรแกรมอ่านค่าอุณหภูมิจากไอซี DS18B20

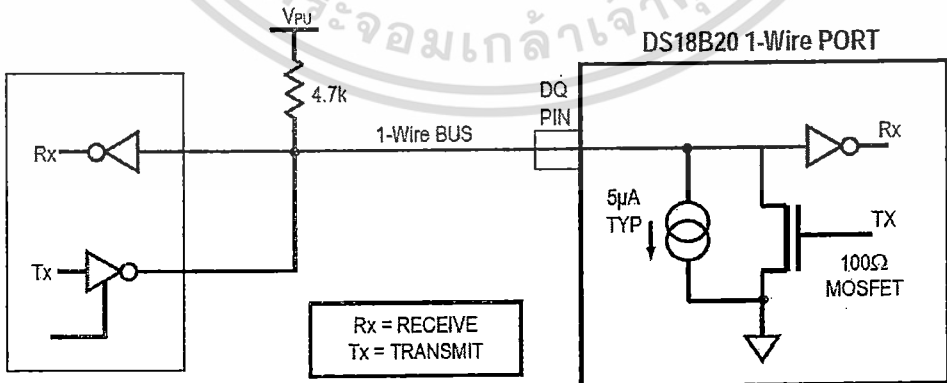
การทดลองที่ 9	เรื่อง การเขียนโปรแกรมอ่านค่าอุณหภูมิจากไอซี DS18B20	1 : 30 ชั่วโมง
---------------	--	----------------

3. ส่วนหน่วยความจำ SCRATCHPAD เป็นหน่วยความจำขนาด 9 ไบต์ แบบอ่านอย่างเดียว ROM เป็นส่วนข้อมูลที่จัดการเกี่ยวกับอุณหภูมิที่ตรวจวัดมาได้ ไบต์ 0 และ 1 เป็นค่าอุณหภูมิที่ตรวจวัดมาได้ เป็นรีจิสเตอร์สำหรับอ่านอย่างเดียว ไบต์ 2 และ 3 สำหรับผู้ใช้สามารถกำหนดการเตือนค่าอุณหภูมิสูงสุดและต่ำกว่ากำหนด เป็นรีจิสเตอร์แบบอ่าน/เขียนได้ ไบต์ 4 และ 5 สำรองไว้ใช้ภายในชิพไม่สามารถกำหนดอะไรได้ ไบต์ที่ 6 และ 7 คือ COUNT REMAIN และ COUNT PER DEGREE ใช้สำหรับการประมวลผลเพิ่มความละเอียดการตรวจวัด ส่วนไบต์ 8 CRC (CRC : Cyclic Redundancy Check) เป็นไบต์ที่เก็บค่าผลการประมวลผลตรวจเช็คความถูกต้องของ 8 ไบต์



\*Power-up state depends on value(s) stored in EEPROM.

รูปที่ 4 แสดงตำแหน่งและค่าต่าง ๆ ในหน่วยความจำ SCRATCHPAD

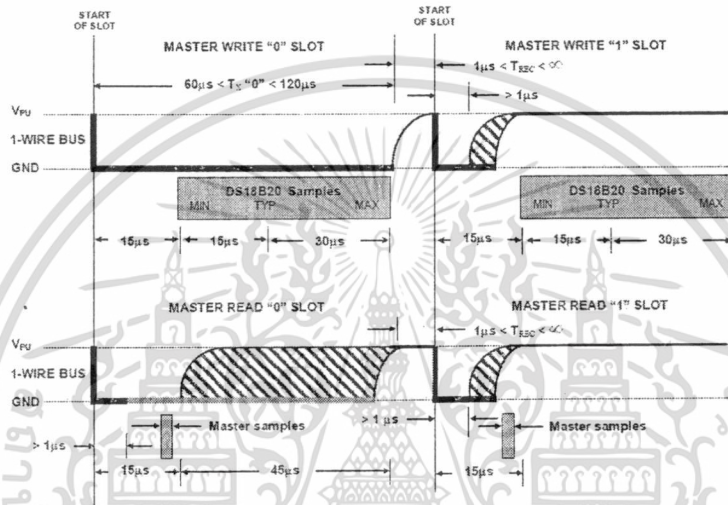


รูปที่ 5 แสดงโครงสร้างการรับ - ส่งข้อมูลในสายสัญญาณ DQ

**หน่วยที่ 9 การเขียนโปรแกรมอ่านค่าอุณหภูมิจากไอซี DS18B20**

<b>การทดลองที่ 9</b>	<b>เรื่อง การเขียนโปรแกรมอ่านค่าอุณหภูมิจากไอซี DS18B20</b>	<b>1 : 30 ชั่วโมง</b>
----------------------	---	-----------------------

ในการเขียนโปรแกรมติดต่อกับ DS1820 ตามหลักการจะต้องมีการรับ – ส่งข้อมูลที่เป็นอุปกรณ์เส้นเดียว สิ่งที่สำคัญที่สุดคือช่องเวลาการรับ – ส่ง (Time slot) จะต้องมีความแน่นอนสูง ต้องอยู่ในช่วงที่กำหนด



รูปที่ 6 แสดงกรอบช่องเวลาการรับ – ส่งข้อมูลระหว่างอุปกรณ์ตัวแม่ (MASTER) และตัวลูกของ DS1820

**สรุปขั้นตอนการเขียนโปรแกรมติดต่อกับ DS1820**

1. ลำดับการติดต่อกับ DS1820 หลายตัวบนบัสเดียวกัน
2. ลำดับการติดต่อ DS1820 เพียงตัวเดียว

**คุณลักษณะทางไฟฟ้าของ DS1820**

จากคุณลักษณะทางไฟฟ้าตามตาราง จะพบว่าเวลาที่ใช้ในการตรวจวัดอุณหภูมิจนได้ค่าบันทึกบน SCRATCHPAD จะใช้เวลาสูงสุดประมาณ 750ms ดังนั้นเมื่อใช้คำสั่งให้เริ่ม Start Convert Temperature จะต้องใช้คำสั่งหน่วงเวลาประมาณ ไม่น้อยกว่า 750 ms จึงจะใช้คำสั่งอ่านอุณหภูมิจากหน่วยความจำ SCRATCHPAD ออกมาได้

การคำนวณค่าอุณหภูมิจากค่าที่ตรวจวัดมาได้ สามารถคำนวณได้จากสูตรดังต่อไปนี้

$$\text{TEMPERATURE} = \text{TEMP\_READ} - 0.25 + \frac{\text{COUNT\_PER\_C} - \text{COUNT\_REMAIN}}{\text{COUNT\_PER\_C}}$$

ค่าอุณหภูมิที่คำนวณได้จากสูตรเป็นองศาเซลเซียส

หน่วยที่ 9 การเขียนโปรแกรมอ่านค่าอุณหภูมิจากไอซี DS18B20		
การทดลองที่ 9	เรื่อง การเขียนโปรแกรมอ่านค่าอุณหภูมิจากไอซี DS18B20	1 : 30 ชั่วโมง
<p><b>คำสั่งและรูปแบบการใช้คำสั่งในภาษา Pic Basic Pro Compiler</b></p> <p><b>1. คำสั่ง OWIN Pin , Mode [Item, ..., ...]</b></p> <p>เป็นคำสั่งสำหรับอ่านข้อมูลจากอุปกรณ์สื่อสารสายเดี่ยว (One – Wire devices)</p> <p>Mode เป็นตัวบอกว่าจะส่งสัญญาณ Reset ก่อนส่งข้อมูล หรือไม่มีการส่ง ถ้าเป็น 0 จะหมายถึง ไม่ส่ง ถ้าเป็น 1 หมายถึงส่งสัญญาณ Reset ก่อนแล้วตามด้วยไบต์ข้อมูล</p> <p><u>ตัวอย่างการใช้คำสั่ง</u></p> <pre>OWIN PORTC.0, 0, [temp\2, SKIP 4, count_r, count_per_c]</pre> <p>จากตัวอย่างหมายถึง ให้รับข้อมูลจากอุปกรณ์ one-wire ทางขา PORTC.0 โดยไม่มีกรส่งสัญญาณรีเซ็ตในตอนเริ่มต้น เก็บข้อมูลแรก 2 ไบต์ไว้ในตัวแปร temp และข้ามข้อมูลไปอีก 4 ไบต์ แล้วอ่านข้อมูลเก็บในตัวแปร count_r และ count_per_c อีก 2 ไบต์</p> <p><b>2. คำสั่ง OWOUT Pin, Mode [Item, ..., ...]</b></p> <p>เป็นคำสั่งสำหรับส่งข้อมูลไปยังอุปกรณ์สื่อสารสายเดี่ยว (One – Wire devices) รูปแบบและ Mode เช่นเดียวกับคำสั่ง OWIN</p> <p><u>ตัวอย่างการใช้คำสั่ง</u></p> <pre>OWOUT PORTC.0, 1, [\$cc, \$be]</pre> <p>จากตัวอย่างหมายถึง ส่งข้อมูลผ่านทาง PORTC.0 ด้วยการส่งสัญญาณรีเซ็ต แล้วตามด้วยข้อมูล 2 ไบต์</p> <p>ขา I/O (RC0) ที่ต่อกับขา DQ ห้ามนำไปต่อกับอุปกรณ์คาไว์ เนื่องจากจะมีสัญญาณรบกวนเข้าไปขัดขวางสื่อสารข้อมูล DS1820 ทำให้การตรวจสอบ Time Slot ผิดพลาด</p>		

หน่วยที่ 9 การเขียนโปรแกรมอ่านค่าอุณหภูมิจากไอซี DS18B20

การทดลองที่ 9	เรื่อง การเขียนโปรแกรมอ่านค่าอุณหภูมิจากไอซี DS18B20	1 : 30 ชั่วโมง
---------------	--	-------------------

3. เครื่องมือและอุปกรณ์

- |  |           |
|--|-----------|
| 1. เครื่องคอมพิวเตอร์ PC ที่ลงโปรแกรม Proteus และ Microcode Studio | 1 เครื่อง |
| 2. คู่มือการใช้งานโปรแกรม Proteus และ Microcode Studio             | 1 เล่ม    |

4. ลำดับขั้นตอนการทดลอง

1. ขั้นตอนการเขียนโปรแกรม

1.1 เปิดโปรแกรม Microcode Studio เขียนโค้ดโปรแกรมตามโค้ดตัวอย่าง

1.2 เมื่อเขียนโปรแกรมเสร็จให้กด F9 หรือ เมนู Project - Compile เพื่อแปลงโค้ด

โปรแกรมเป็นไฟล์นามสกุล .HEX ถ้า Compile ไม่ผ่านโปรแกรมจะแสดงบรรทัดที่ผิดและให้กลับไปแก้ไขให้ถูกต้อง

```
@ DEVICE PIC16F877A,HS_OSC,LVP_OFF,BOD_OFF,WDT_OFF
```

```
DQ var PORTB.1
```

```
TEMP VAR WORD
```

```
COUNT_REMAIN var byte
```

```
COUNT_PER_C var byte
```

```
-----
```

```
define LCD_BITS 4
```

```
define LCD_LINES 2
```

```
define LCD_DREG PORTD
```

```
define LCD_DBIT 4
```

```
Define LCD_RSREG PORTC
```

```
define LCD_RSBIT 0
```

```
define LCD_EREG PORTC
```

```
define LCD_EBIT 5
```

```
'----- ONE Wire MODE -----
```

```
MODE ·CON 0
```

```
MODE1 CON 1
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้แก้ไขโดยไม่ได้รับอนุญาต

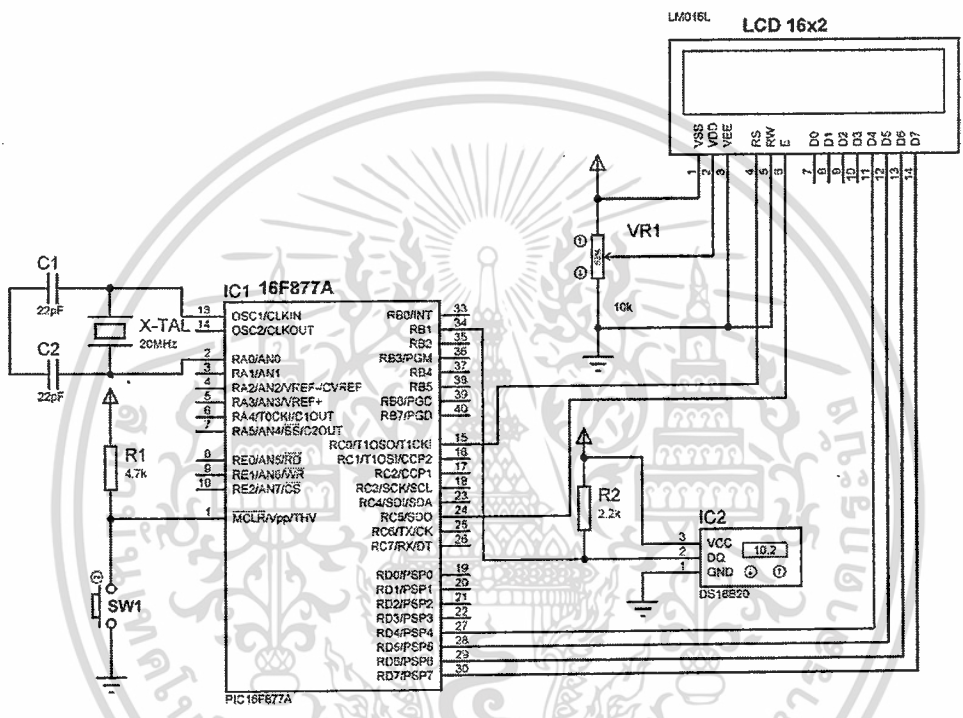
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน่วยที่ 9 การเขียนโปรแกรมอ่านค่าอุณหภูมิจากไอซี DS18B20

การทดลองที่ 9	เรื่อง การเขียนโปรแกรมอ่านค่าอุณหภูมิจากไอซี DS18B20	1 : 30 ชั่วโมง
---------------	--	----------------

2. ขั้นตอนการต่อวงจรและทำการจำลองสถานการณ์

2.1 ต่อวงจรตามรูปที่ 1 ในโปรแกรม Proteus



รูปที่ 1 วงจรควบคุมอุณหภูมิด้วย IC DS18B20

1.2 กำหนดค่าอุปกรณ์ดังนี้

$R1 = 4.7k\Omega$  ,  $R2 = 2.2k\Omega$  ,  $VR1 = 10k\Omega$

$C1, C2 = 22PF$  ,  $CRYTAL = 20MHz$  ,  $LCD 16x2$

$IC = PIC16F877A$  ,  $IC2 DS18B20$

2.3 กำหนดให้โหลดโปรแกรมลงใน PIC16F877A โดยดับเบิ้ลคลิกที่ PIC16F877A

โหลดไฟล์นามสกุล `_.hex` เข้ามา และกำหนดค่าความถี่เป็น 20MHz

2.4 ให้กำหนดค่าที่ DS18B20 โดยดับเบิ้ลคลิกที่อุปกรณ์แล้วเปลี่ยนค่า ที่ช่อง Granularity = 0.2

## หน่วยที่ 9 การเขียนโปรแกรมอ่านค่าอุณหภูมิจากไอซี DS18B20

การทดลองที่ 9	เรื่อง การเขียนโปรแกรมอ่านค่าอุณหภูมิจากไอซี DS18B20	1 : 30 ชั่วโมง
---------------	--	----------------

2.5 ทำการจำลองสถานการณ์ เมื่อโปรแกรมเริ่มต้นการจำลองสถานการณ์ ให้ปรับค่าที่ IC2 DS18B20 เริ่มจากค่า 0.2 ถึง 10.0 และสังเกตผลการทดลอง ค่าที่แสดงออกมาทางจอ LCD ค่าอุณหภูมิองศาเซลเซียส และค่าองศาฟาเรนไฮด์ ที่จอ LCD พร้อมทั้งบันทึกผลการทดลองลงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ตารางบันทึกผลการทดลอง

ปรับค่าที่ DS18B20	ค่า องศา C	ค่า องศา F
0.2		
0.4		
0.6		
0.8		
1.0		
1.2		
1.4		
1.6		
1.8		
2.0		
2.2		
2.4		
2.6		
2.8		
3.0		
3.2		
3.4		
3.6		
3.8		
4.0		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## หน่วยที่ 9 การเขียนโปรแกรมอ่านค่าอุณหภูมิจากไอซี DS18B20

การทดลองที่ 9	เรื่อง การเขียนโปรแกรมอ่านค่าอุณหภูมิจากไอซี DS18B20	1 : 30 ชั่วโมง
---------------	--	----------------

ตารางที่ 1 ตารางบันทึกผลการทดลอง (ต่อ)

ปรับค่าที่ DS18B20	ค่า องศา C	ค่า องศา F
4.6		
4.8		
5.0		
5.2		
5.4		
5.6		
5.8		
6.0		
6.2		
6.4		
6.6		
6.8		
7.0		
7.2		
7.4		
7.6		
7.8		
8.0		
8.2		
8.4		
8.6		
8.8		
9.0		
9.2		
9.4		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 เมวกรรมใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน่วยที่ 9 การเขียนโปรแกรมอ่านค่าอุณหภูมิจากไอซี DS18B20		
การทดลองที่ 9	เรื่อง การเขียนโปรแกรมอ่านค่าอุณหภูมิจากไอซี DS18B20	1 : 30 ชั่วโมง
ตารางที่ 1 ตารางบันทึกผลการทดลอง (ต่อ)		
ปรับค่าที่ DS18B20	ค่า องศา C	ค่า องศา F
9.6		
9.8		
10.0		
<p>สรุปผลการทดลอง.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน่วยที่ 9 เรื่องการเขียนโปรแกรมอ่านค่าอุณหภูมิจากไอซี DS18B20		
การทดลองที่ 9	เรื่อง เรื่องการเขียนโปรแกรมอ่านค่าอุณหภูมิจากไอซี DS18B20	1 : 30 ชั่วโมง
<p><b>แบบทดสอบท้ายการทดลอง</b></p> <p><b>คำชี้แจง</b> แบบทดสอบมีทั้งหมด 10 ข้อ เวลา 45 นาที</p> <p>1. จากโปรแกรมที่กำหนดใช้ในการทดลองนี้ ให้นักศึกษาเติมค่าในช่องว่างเพื่ออธิบายความหมายของโค้ดโปรแกรมแต่ละบรรทัดที่กำหนดไว้ (ข้อที่ 1 มี 5 ข้อย่อย)</p>		
<pre>'----- Main Program ----- pause 1000 lcdout \$FE,\$40+(8*0),\$18,\$18,\$00,\$07,\$08,\$08,\$08,\$07 lcdout \$FE,\$40+(8*1),\$18,\$18,\$00,\$0F,\$08,\$0E,\$08,\$08 1.1..... MAINLOOP: OWOUT DQ,1, [SCC,\$44] 1.2..... WAITLOOP: owin DQ,4, [COUNT_REMAIN] if COUNT_REMAIN = 0 then WAITLOOP owout DQ,MODE1, [SCC,\$BE] 1.3..... OWIn DQ, 0, [temp.LOWBYTE, temp.HIGHBYTE, Skip 4, count_remain, count_per_c] 1.4..... temp(((TEMP&gt;&gt;1)*100)25)+(((COUNT_PER_CCOUNT_REMAIN)*100)/COUNT_PER_C)  lcdout \$FE,1," T =",DEC (TEMP/100),".",DEC2 TEMP," C" TEMP = (TEMP */ 461)+3200 1.5..... lcdout \$FE,\$C0," T =",DEC (TEMP/100), ". ",DEC2 TEMP, " F"  pause 1000  goto MAINLOOP</pre>		

หน่วยที่ 9 เรื่องการเขียนโปรแกรมอ่านค่าอุณหภูมิจากไอซี DS18B20

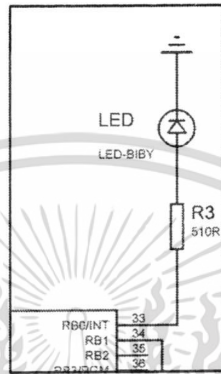
การทดลองที่ 9

เรื่อง การเขียนโปรแกรมอ่านค่าอุณหภูมิจากไอซี DS18B20

1 : 30 ชั่วโมง

**แบบทดสอบท้ายการทดลอง**

1. ให้นักศึกษาใช้วงจรการทดลองเดิม รูปที่ 1 วงจรควบคุมอุณหภูมิด้วย IC DS18B20 แต่ให้ต่อ LED ที่ขา 33 RB0 ดังรูปที่ 2 และให้แก้ไขโปรแกรมโดยกำหนดให้ ถ้าช่วงอุณหภูมิอยู่ระหว่าง 23-28 องศาเซลเซียส ให้ LDE ติด พร้อมทั้งบันทึกผลการทดลองในตาราง และตอบคำถามข้อ 2.1 ถึง 2.5



รูปที่ 2 ให้ ต่อ LED เพิ่มที่ขา 33 RB0

แก้ไขเพิ่ม โค้ดดังตัวอย่างด้านล่างนี้ (บริเวณแถบสีเทา)

L1 var PORTB.0

```
temp = (((TEMP>>1)*100)-25)+(((COUNT_PER_C-
COUNT_REMAIN)*100)/COUNT_PER_C) 2.1.....
```

```
lcdout $FE,1," C =",DEC (TEMP/100),".",DEC2 TEMP," "
```

```
IF (TEMP/100 > 23) && (TEMP/100 < 28) THEN 2.2.....
```

```
high L1
```

```
else
```

```
low L1
```

```
endif
```

```
TEMP=(TEMP */ 461)+3200 2.3.....
```

```
lcdout $FE,$C0," F =",DEC (TEMP/100),".",DEC2 TEMP, " " 2.4.....
```

```
pause 1000
```

```
goto MAINLOOP
```

หน่วยที่ 9 เรื่องการเขียนโปรแกรมอ่านค่าอุณหภูมิจากไอซี DS18B20		
การทดลองที่ 9	เรื่อง การเขียนโปรแกรมอ่านค่าอุณหภูมิจากไอซี DS18B20	1 : 30 ชั่วโมง
<b>แบบทดสอบท้ายการทดลอง</b>		
2.5 ให้นักศึกษานำบันทึกผลการทดลองลงในตารางที่ 1 โดยใช้โค้ดโปรแกรมที่แก้ไขครั้งสุดท้าย		
ล่าสุด		
ปรับค่าที่ DS18B20 ระหว่าง 2.4 – 3.6		
ที่ปรับค่าที่ DS18B20	ค่าองศาเซลเซียส	สถานะ LED (ติด/ดับ)
2.4		
2.5		
2.6		
2.7		
2.8		
2.9		
3.0		
3.2		
3.4		
3.6		
ตารางที่ 1 บันทึกผลการทดลอง ค่า DUTY CYCLE		
สรุปผลการทดลอง.....		
.....		
.....		
.....		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**แบบบันทึกคะแนนการวัดภาคปฏิบัติ**

**เรื่อง การเขียนโปรแกรมอ่านค่าอุณหภูมิจากไอซี DS18B20**

ชื่อ-นามสกุล.....กลุ่ม.....รหัสนักศึกษา.....

นักศึกษาระดับ ปวส.2 แผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคนครสวรรค์

**คำชี้แจง** โปรดใส่เครื่องหมาย / ลงในช่องคะแนนที่ตรงกับการสังเกตของครูผู้สอน โดยเทียบกับ

เกณฑ์ที่กำหนด

คุณลักษณะที่ต้องการวัด	น้ำหนัก คะแนน	คะแนน		
		2	1	0
<b>5. การปฏิบัติงาน</b>				
5.1 เขียนโค้ดโปรแกรมตามที่กำหนด	4	.....	.....	.....
5.2 กำหนดค่าและ Compiler โค้ด โปรแกรม Microcode Studio	2	.....	.....	.....
	4	.....	.....	.....
5.3 วาดวงจรในโปรแกรม Proteus	2	.....	.....	.....
5.4 กำหนดค่าและโหลดไฟล์เข้าไอซีไมโครฯ	2	.....	.....	.....
5.5 เลือกใช้และกำหนดค่าอุปกรณ์ DS18B20 ในวงจรได้	2	.....	.....	.....
5.6 ต่อวงจร โมดูล LDC แสดงผลแบบ 4 บิต ได้ถูกต้อง	2	.....	.....	.....
5.7 เวลาที่ใช้ในการปฏิบัติงาน	2	.....	.....	.....
รวมคะแนน	16			
<b>6. ผลการทดลอง</b>				
6.1 วงจรสามารถรันด้วยโปรแกรม Proteus แสดงผลได้ไม่มี Error	2	.....	.....	.....
6.2 ได้สถานะหลอด LED ได้ถูกต้อง	4	.....	.....	.....
6.3 ได้ค่าองศา C และองศา F แสดงผลทางจอ LCD ได้ถูกต้อง	4	.....	.....	.....
6.4 อธิบายผลการทดลองได้ถูกต้อง	4	.....	.....	.....
รวมคะแนน	14			
คะแนนรวม	30			
คะแนนรวมทั้งหมด	30			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น มีอนุญาติให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่วารณใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## เกณฑ์การให้คะแนน เรื่องการเขียนโปรแกรมอ่านค่าอุณหภูมิ จากไอซี DS18B20

### 1. การปฏิบัติงาน

#### 1.7 เขียนโค้ดโปรแกรมตามที่กำหนด

2 คะแนน เมื่อ ใช้งานโปรแกรม Microcode Studio เขียนโค้ด ได้ถูกต้อง

1 คะแนน เมื่อ ใช้งานโปรแกรม Microcode Studio เขียนโค้ด ผิดไม่เกิน 2 จุด

0 คะแนน เมื่อ ใช้งานโปรแกรม Microcode Studio เขียนโค้ด ผิดเกินกว่า 2 จุด

#### 1.8 กำหนดค่าและ Compiler โค้ด โปรแกรม Microcode Studio

2 คะแนน เมื่อ ใช้งานโปรแกรม Microcode Studio กำหนดค่าและ Compiler โค้ด ได้ถูกต้อง

1 คะแนน เมื่อ ใช้งานโปรแกรม Microcode Studio กำหนดค่าและ Compiler โค้ด ผิดไม่เกิน 2 จุด

0 คะแนน เมื่อ ใช้งานโปรแกรม Microcode Studio กำหนดค่าและ Compiler โค้ด ผิดเกินกว่า 2 จุด

#### 1.9 วาดรูปวงจรในโปรแกรม Proteus

2 คะแนน เมื่อ ใช้งานโปรแกรม Proteus วาดวงจร ได้ถูกต้อง

1 คะแนน เมื่อ ใช้งานโปรแกรม Proteus วาดวงจร ผิดไม่เกิน 2 จุด

0 คะแนน เมื่อ ใช้งานโปรแกรม Proteus วาดวงจร ผิดเกินกว่า 2 จุด

#### 1.10 กำหนดค่าและโหลดไฟล์เข้าไอซีไมโครฯ

2 คะแนน เมื่อ ใช้งานโปรแกรม Proteus กำหนดค่าและโหลดไฟล์ได้ถูกต้อง

1 คะแนน เมื่อ ใช้งานโปรแกรม Proteus กำหนดค่าและโหลดไฟล์ ผิดไม่เกิน 2 จุด

0 คะแนน เมื่อ ใช้งานโปรแกรม Proteus กำหนดค่าและโหลดไฟล์ ผิดเกินกว่า 2 จุด

#### 6.5 ต่อดวงจรโมดูล LDC แสดงผลแบบ 4 บิตได้ถูกต้อง

2 คะแนน เมื่อ ใช้งานโปรแกรม Proteus ต่อดวงจรโมดูล LDC แสดงผลแบบ 4 บิตได้ถูกต้อง

1 คะแนน เมื่อ ใช้งานโปรแกรม Proteus ต่อดวงจรโมดูล LDC แสดงผลแบบ 4 บิต ผิดไม่

เอกสารนี้เป็น **เกิน 2 จุด** สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

0 คะแนน เมื่อ ใช้งานโปรแกรม Proteus ต่อวงจร โมดูล LDC แสดงผลแบบ 4 บิตผิดพลาดเกินกว่า 2 จุด

### 1.11 เวลาที่ใช้ในการปฏิบัติงาน

2 คะแนน เมื่อ งานเสร็จก่อนเวลาที่กำหนดหรือภายในระยะเวลาที่กำหนด

1 คะแนน เมื่อ งานเสร็จหลังเวลาที่กำหนดไม่เกิน 5 นาที

0 คะแนน เมื่อ งานเสร็จหลังเวลาที่กำหนดเกินกว่า 5 นาที

## 2. ผลการทดลอง

### 2.1 วงจรสามารถรันด้วยโปรแกรม Proteus แสดงผลได้ ไม่มี Error

2 คะแนน เมื่อ เริ่มการจำลองสถานการณ์โปรแกรม Proteus ทำงานแสดงผลสมบูรณ์ถูกต้อง

1 คะแนน เมื่อ เริ่มการจำลองสถานการณ์โปรแกรม Proteus ทำงานแสดงผล ผิดไม่เกิน 2 จุด

0 คะแนน เมื่อ เริ่มการจำลองสถานการณ์โปรแกรม Proteus ทำงานแสดงผลผิดพลาดเกินกว่า 2 จุด

### 2.2 ได้สถานะ LED ได้ ถูกต้อง

2 คะแนน เมื่อ จำลองสถานการณ์โปรแกรม Proteus สถานะ LED แสดงผลได้ถูกต้อง

1 คะแนน เมื่อ จำลองสถานการณ์โปรแกรม Proteus สถานะ LED แสดงผลผิดไม่เกิน 2 จุด

0 คะแนน เมื่อ จำลองสถานการณ์โปรแกรม Proteus สถานะ LED แสดงผลผิดพลาดเกินกว่า 2 จุด

### 2.3 ค่าองศา C และองศา F แสดงผลทางจอ LCD ได้ถูกต้อง

2 คะแนน เมื่อ จำลองสถานการณ์โปรแกรม Proteus ค่าองศา C และองศา F ได้ถูกต้อง

1 คะแนน เมื่อ จำลองสถานการณ์โปรแกรม Proteus ค่าองศา C และองศา F ผิดไม่เกิน  $\pm 1V$

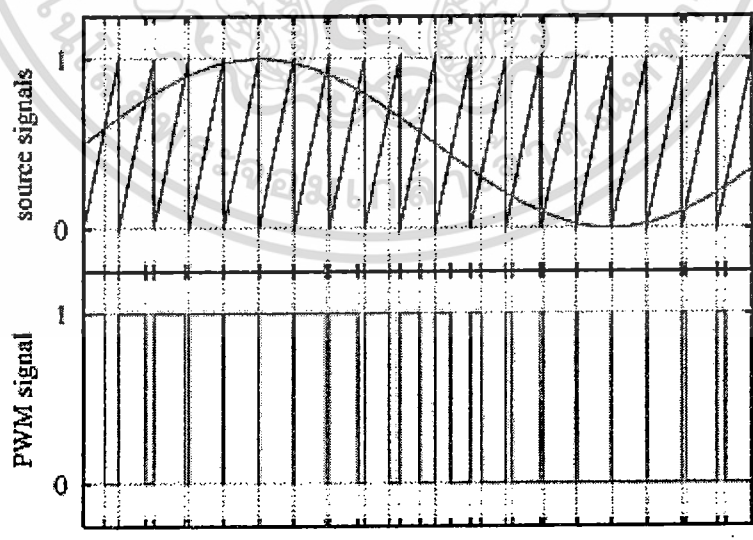
0 คะแนน เมื่อ จำลองสถานการณ์โปรแกรม Proteus ค่าองศา C และองศา F ผิดเกินกว่า 1 V

### 2.4 อธิบายผลการทดลองได้ถูกต้อง

2 คะแนน เมื่อ สรุปผลการทดลอง ได้สมบูรณ์และถูกต้อง

1 คะแนน เมื่อ สรุปผลการทดลอง ผิดไม่เกิน 2 จุด

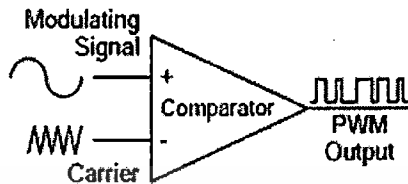
0 คะแนน เมื่อ สรุปผลการทดลอง ผิดเกินกว่า 2 จุด

หน่วยที่ 10 เรื่องการเขียนโปรแกรมกำเนิดสัญญาณ PWM		
การทดลองที่ 10	เรื่อง เรื่องการเขียนโปรแกรมกำเนิดสัญญาณ PWM	1 : 30 ชั่วโมง
<p><b>1. จุดประสงค์</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. เพื่อให้ นักศึกษาสามารถเขียน โปรแกรมกำเนิดสัญญาณ PWM เพื่อแสดงค่าตัวเลขที่ไหลออกทางจอ LCD ได้</li> <li>2. เพื่อให้ นักศึกษาสามารถใช้คำสั่ง HPWM และคำสั่งควบคุมการแสดงผลทางจอ LCD ได้</li> <li>3. เพื่อให้ นักศึกษาสามารถประยุกต์ใช้คำสั่งการแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิทัลได้</li> </ol> <p><b>2. ทฤษฎีพื้นฐาน</b></p> <p>สัญญาณ PWM มาจากชื่อเต็มว่า Pulse Width Modulation เป็นสัญญาณที่เกิดจากการผสมกันระหว่างสัญญาณรูปสามเหลี่ยม (Triangle wave) กับระดับแรงเคลื่อนสัญญาณไฟดิซีหรือสัญญาณอื่น ๆ ที่มีระดับไฟดิซีเป็นตัวรองรับ ผลที่ได้จากการผสมสัญญาณดังกล่าวจะได้รูปคลื่นสัญญาณพัลส์ที่มี 2 สถานะคือ ON กับ OFF เมื่อนำสัญญาณพัลส์ที่ได้ไปขับอุปกรณ์กำลัง เช่น หลอดไฟ มอเตอร์ดิซี เราจะได้ผลการควบคุม คือเมื่อสัญญาณพัลส์มีสถานะ ON หลอดไฟจะติดสว่างเต็มที่ ถ้า OFF ไฟจะดับ หากสัญญาณมีความต่อเนื่องเช่นนี้ตลอด ก็จะได้การติด - ดับของหลอดไฟต่อเนื่อง และหากการติดดับมีความถี่สูง ๆ จนสายตาไม่สามารถสังเกตเห็นติด - ดับได้ เราก็จะสังเกตเห็นได้เพียงแสงที่หรี่ลง หากเราทำให้ช่วงเวลา ON น้อยลง และในทางตรงกันข้าม หากเราทำให้ช่วงเวลา ON มากขึ้นเรื่อย ๆ ก็จะทำให้หลอดไฟสว่างขึ้นเรื่อย ๆ จนถึงสว่างเต็มที่เมื่อ ON ตลอด</p>  <p>รูปที่ 1 แสดงการเกิดสัญญาณ PWM จากการผสมระหว่างสัญญาณรูปสามเหลี่ยมและรูปไซน์</p>		

หน่วยที่ 10 เรื่องการเขียนโปรแกรมกำเนิดสัญญาณ PWM

การทดลองที่ 10 เรื่อง เรื่องการเขียนโปรแกรมกำเนิดสัญญาณ PWM 1 : 30 ชั่วโมง

ในการออกแบบวงจรสัญญาณ จะใช้วงจร ไอซี Linear comparator หรือ Analog comparator ตามวงจรรูปที่ 2

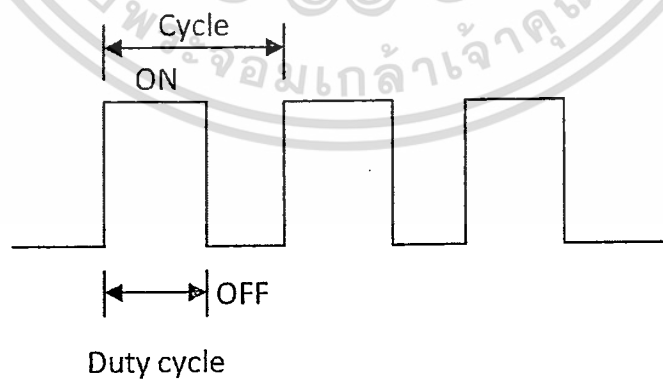


รูปที่ 2 แสดงวงจรการสร้างสัญญาณ PWM

สัญญาณ PWM ประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ดังนี้

1. ความถี่ คือจำนวนรูปคลื่นต่อวินาที (Cycle/second) ในการใช้งาน PWM ความถี่จะต้องคงที่ไม่เปลี่ยนแปลงความถี่ที่เหมาะสมในการใช้งานควบคุมอุปกรณ์กำลังต่าง ๆ คือ ตั้งแต่ 400 Hz – 10 KHz ส่วนความถี่ที่ใช้เป็นพาหะของสัญญาณเสียง (Audio) ควรจะสูงกว่า 50 KHz – 1 MHz
2. ดิวตี้ไซเคิล (Duty cycle) เป็นค่าคาบเวลาช่วง ON ของไซเคิล โดยคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของ Full – cycle
3. ค่าแรงเคลื่อนเอาต์พุต เป็นค่าเฉลี่ยระหว่างแรงคลื่นช่วงเวลา ON กับ OFF คิดใน 1 ไซเคิลโดยใช้สมการ

$$V_{pwm} = \frac{\% \text{ duty cycle} \times V_{power}}{100}$$



รูปที่ 3 แสดงองค์ประกอบของสัญญาณ PWM

หน่วยที่ 10 เรื่องการเขียนโปรแกรมกำเนิดสัญญาณ PWM		
การทดลองที่ 10	เรื่อง เรื่องการเขียนโปรแกรมกำเนิดสัญญาณ PWM	1 : 30 ชั่วโมง
<p>การใช้คำสั่งการนิยามขา I/O ดังตัวอย่างต่อไปนี้</p> <pre> DEFINE CCP1_REG PORTC DEFINE CCP1_BIT 2 DEFINE CCP2_REG PORTC DEFINE CCP2_BIT 1 </pre>		
<p><b>3. เครื่องมือและอุปกรณ์</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. เครื่องคอมพิวเตอร์ PC ที่ลงโปรแกรม Proteus และ Microcode Studio 1 เครื่อง</li> <li>2. คู่มือการใช้งานโปรแกรม Proteus และ Microcode Studio 1 เล่ม</li> </ol>		
<p><b>4. ลำดับขั้นตอนการทดลอง</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ขั้นตอนการเขียนโปรแกรม <ol style="list-style-type: none"> <li>1.1 เปิดโปรแกรม Microcode Studio เขียนโค้ดโปรแกรมตามโค้ดตัวอย่าง</li> <li>1.2 เมื่อเขียนโปรแกรมเสร็จให้กด F9 หรือ เมนู Project – Compile เพื่อแปลงโค้ดโปรแกรมเป็นไฟล์นามสกุล .HEX ถ้า Compile ไม่ผ่านโปรแกรมจะแสดงบรรทัดที่ผิดและให้กลับไปแก้ไขให้ถูกต้อง</li> </ol> <p style="text-align: center;">โปรแกรมคำสั่ง</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;"> <pre> @ DEVICE PIC16F877A,HS_OSC,LVP_OFF,BOD_OFF,WDT_OFF DEFINE OSC 20 DEFINE LCD_DREG PORTD DEFINE LCD_DBIT 4 DEFINE LCD_RSREG PORTB DEFINE LCD_RSBIT 7 DEFINE LCD_EREG PORTB DEFINE LCD_EBIT 6 TRISC.2 = 0 TRISB.0 = 1 </pre> </div> </li> </ol>		

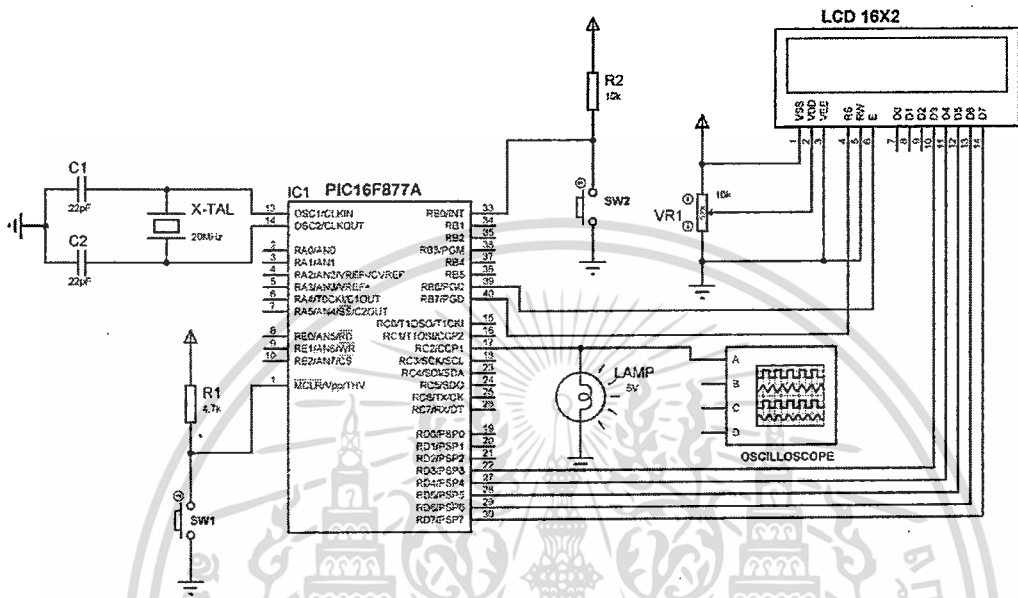
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน่วยที่ 10 เรื่องการเขียนโปรแกรมกำเนิดสัญญาณ PWM		
การทดลองที่ 10	เรื่อง เรื่องการเขียนโปรแกรมกำเนิดสัญญาณ PWM	1 : 30 ชั่วโมง
<pre> S2 VAR PORTB.0 PD VAR Byte PD1 VAR word PD2 VAR byte Duty VAR word PORTC.2 = 0 loop: Duty = 0 FOR Duty = 0 TO 500 step 25 PD = Duty/5 PD1 = PD*255 PD2 = PD1/100 IF PD = 100 then PD2 = 254 HPWM 1,PD2,250 PAUSE 200 LCDOUT \$FE,\$01, " HPWM" LCDOUT \$FE,\$00,"DUTY CYCLE =",DEC PD loop2: IF S2 = 1 THEN loop2 NEXT Duty GOTO Loop END </pre>		

<b>หน่วยที่ 10</b> เรื่องการเขียนโปรแกรมกำเนิดสัญญาณ PWM		
<b>การทดลองที่ 10</b>	<b>เรื่อง</b> เรื่องการเขียนโปรแกรมกำเนิดสัญญาณ PWM	<b>1 : 30 ชั่วโมง</b>

**2.ขั้นตอนการต่อวงจรและทำการจำลองสถานการณ์**

**2.1 ต่อวงจรตามรูปที่ 1 ในโปรแกรม Proteus**



รูปที่ 1 วงจรควบคุมสัญญาณ PWM

**2.2 กำหนดค่าอุปกรณ์ดังนี้**

$R1 = 4.7k\Omega$  ,  $R2 = 10k\Omega$  ,  $VR1 = 10k\Omega$

$C1 , C2 = 22PF$  ,  $CRYTAL = 20MHz$  ,  $LCD 16x2$  ,  $LAMP 5V$

$IC = PIC16F877A$

**2.3 กำหนดให้โหลดโปรแกรมลงใน PIC16F877A โดยดับเบิ้ลคลิกที่ PIC16F877A**

โหลดไฟล์นามสกุล `___.hex` เข้ามา และกำหนดค่าความถี่เป็น 20MHz

หน่วยที่ 10 เรื่องการเขียนโปรแกรมกำเนิดสัญญาณ PWM		
การทดลองที่ 10	เรื่อง เรื่องการเขียนโปรแกรมกำเนิดสัญญาณ PWM	1 : 30 ชั่วโมง

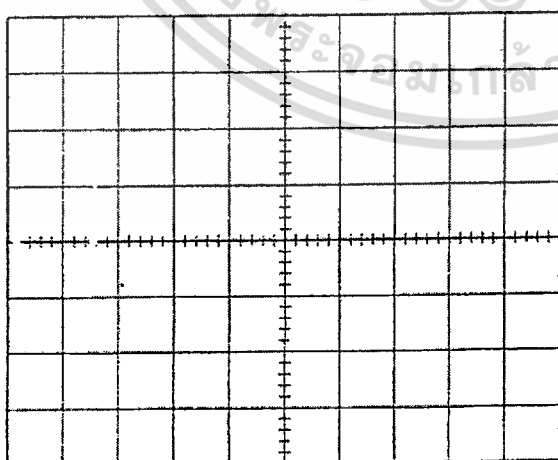
2.4 ทำการจำลองสถานการณ์ โดยให้กดที่สวิตช์ SW 2 สังเกตผลการทดลอง สถานะหลอดไฟ Lamp และค่า Duty Cycle ที่จอ LCD พร้อมทั้งบันทึกผลการทดลองลงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ตารางบันทึกผลการทดลองค่า Duty Cycle และสถานะหลอดไฟ Lamp

กดสวิตช์ SW2/ครั้งที่	ค่า DUTY CYCLE	สถานะหลอดไฟ LAMP
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		

2.4.1 บันทึกผลการทดลอง วัดสัญญาณจาก Oscilloscope ที่ RC.2

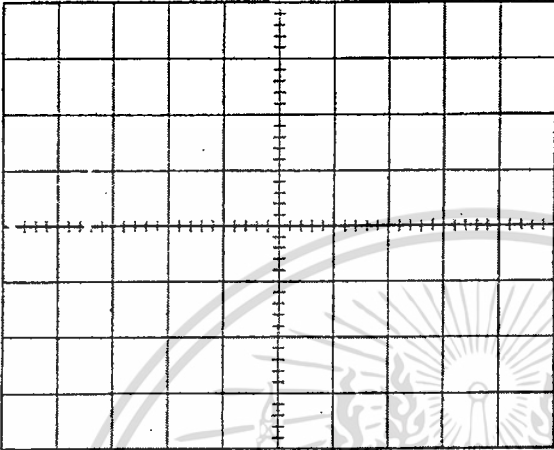
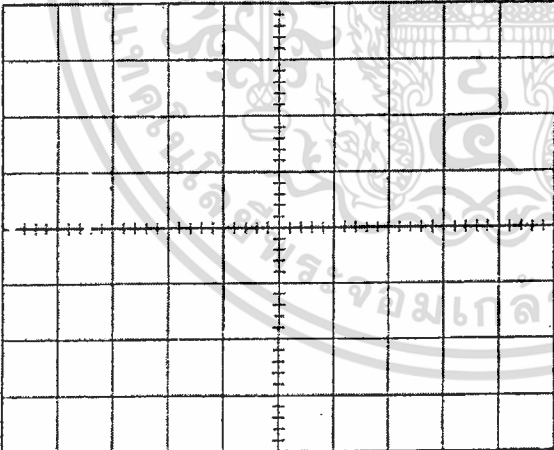
กดสวิตช์ SW2 ครั้งที่ 1 บันทึกสัญญาณลงในกราฟที่ 1



TIME/DIV.....

VOLT/DIV.....

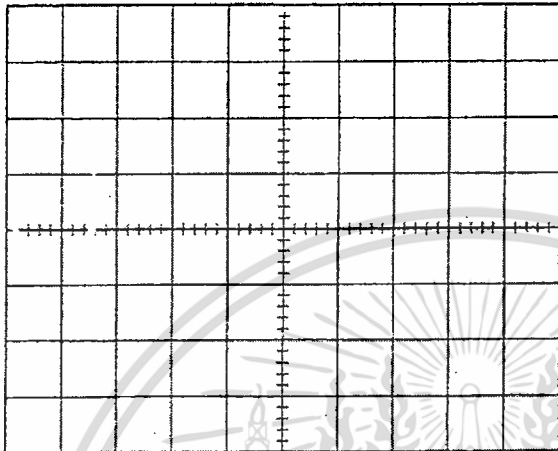
กราฟที่ 1

<b>หน่วยที่ 10 เรื่องการเขียนโปรแกรมกำเนิดสัญญาณ PWM</b>		
<b>การทดลองที่ 10</b>	<b>เรื่อง เรื่องการเขียนโปรแกรมกำเนิดสัญญาณ PWM</b>	<b>1 : 30 ชั่วโมง</b>
<p><b>กดสวิทช์ SW2 ครั้งที่ 2 บันทึกสัญญาณลงในกราฟที่ 2</b></p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start;"> <div style="text-align: center;">  <p>กราฟที่ 2</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 250px;"> <p>TIME/DIV.....</p> <p>VOLT/DIV.....</p> </div> </div> <p><b>กดสวิทช์ SW2 ครั้งที่ 3 บันทึกสัญญาณลงในกราฟที่ 3</b></p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start;"> <div style="text-align: center;">  <p>กราฟที่ 3</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 250px;"> <p>TIME/DIV.....</p> <p>VOLT/DIV.....</p> </div> </div>		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<b>หน่วยที่ 10 เรื่องการเขียนโปรแกรมกำเนิดสัญญาณ PWM</b>		
<b>การทดลองที่ 10</b>	<b>เรื่อง เรื่องการเขียนโปรแกรมกำเนิดสัญญาณ PWM</b>	<b>1 : 30 ชั่วโมง</b>

กดสวิตช์ SW2 ครั้งที่ 4 บันทึกสัญญาณลงในกราฟที่ 4

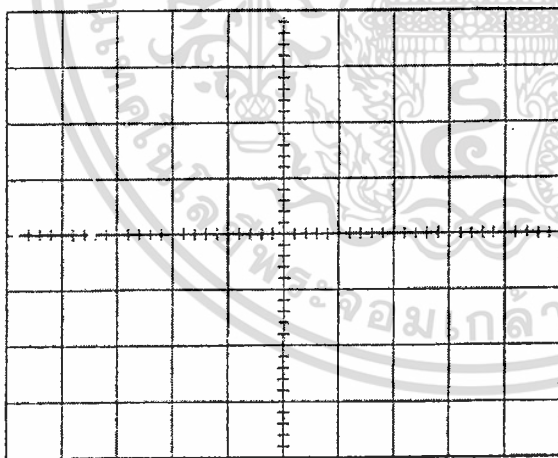


TIME/DIV.....

VOLT/DIV.....

กราฟที่ 4

กดสวิตช์ SW2 ครั้งที่ 5 บันทึกสัญญาณลงในกราฟที่ 5



TIME/DIV.....

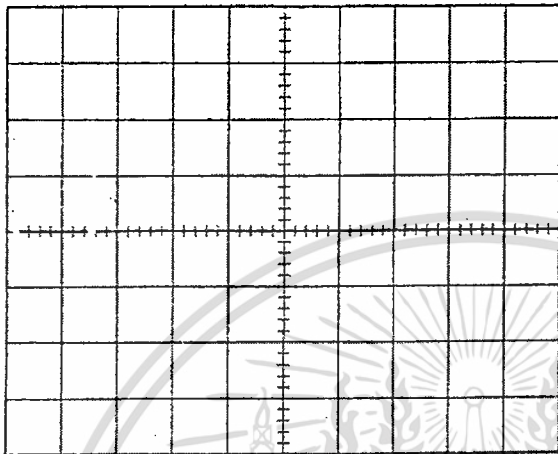
VOLT/DIV.....

กราฟที่ 5

หน่วยที่ 10 เรื่องการเขียนโปรแกรมกำเนิดสัญญาณ PWM

การทดลองที่ 10	เรื่อง เรื่องการเขียนโปรแกรมกำเนิดสัญญาณ PWM	1 : 30 ชั่วโมง
----------------	--	----------------

กดสวิตช์ SW2 ครั้งที่ 6 บันทึกสัญญาณลงในกราฟที่ 6

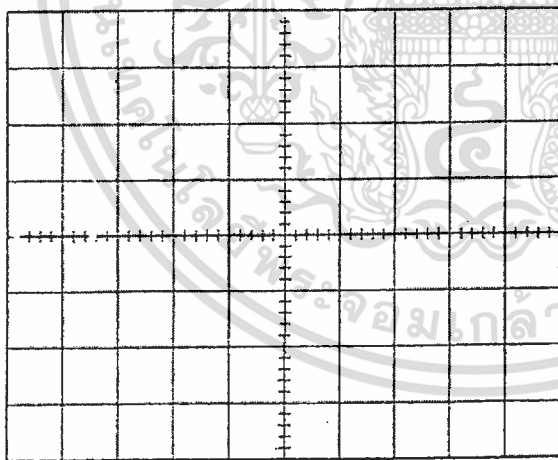


TIME/DIV.....

VOLT/DIV.....

กราฟที่ 6

กดสวิตช์ SW2 ครั้งที่ 7 บันทึกสัญญาณลงในกราฟที่ 7



TIME/DIV.....

VOLT/DIV.....

กราฟที่ 7

หน่วยที่ 10 เรื่องการเขียนโปรแกรมกำเนิดสัญญาณ PWM		
การทดลองที่ 10	เรื่อง เรื่องการเขียนโปรแกรมกำเนิดสัญญาณ PWM	1 : 30 ชั่วโมง
<p><b>แบบทดสอบท้ายการทดลอง</b></p> <p><b>คำชี้แจง</b> แบบทดสอบมีทั้งหมด 10 ข้อ เวลา 45 นาที</p> <p>1. จากโปรแกรมที่กำหนดใช้ในการทดลองนี้ ให้นักศึกษาเติมคำในช่องว่างเพื่ออธิบายความหมายของโค้ดโปรแกรมแต่ละบรรทัดที่กำหนดไว้ (ข้อที่ 1 มี 5 ข้อย่อย)</p>		
<pre> S2 VAR PORTB.0 PD VAR Byte PD1 VAR word PD2 VAR byte Duty VAR word PORTC.2 = 0 loop: Duty = 0 FOR Duty = 0 TO 500 step 25  1.1 PD = Duty/5  1.2 PD1 = PD*255  1.3 PD2 = PD1/100  1.4 IF PD = 100 then PD2 = 254 HPWM 1,PD2,250  1.5 PAUSE 200 LCDOUT \$FE,\$01, " HPWM" LCDOUT \$FE,\$C0,"DUTY CYCLE =",DEC PD loop2: IF S2 = 1 THEN loop2 NEXT Duty GOTO Loop END </pre>		

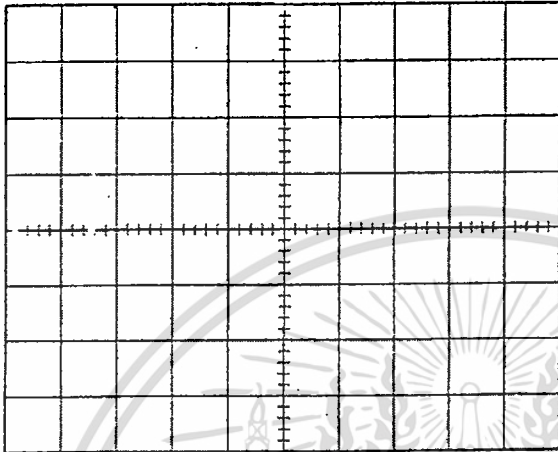
หน่วยที่ 10 เรื่องการเขียนโปรแกรมกำเนิดสัญญาณ PWM												
การทดลองที่ 10	เรื่อง เรื่องการเขียนโปรแกรมกำเนิดสัญญาณ PWM	1 : 30 ชั่วโมง										
<b>แบบทดสอบท้ายการทดลอง</b>												
1. ให้นักศึกษาแก้ไขโปรแกรมตามโค้ดโปรแกรม 2 บรรทัดนี้ แล้วบันทึกผลการทดลองในตารางที่ 1 และตอบคำถาม (แบบทดสอบข้อที่ 2 มี 5 ข้อย่อย)												
1	HPWM 1,PD2,500											
2	LCDOUT \$FE,\$C0,"DUTY CYCLE =",DEC PD2											
<p>จากโค้ดโปรแกรมบรรทัดที่ 1 ให้อธิบายความหมายและความแตกต่างระหว่างโค้ดโปรแกรมเดิมว่ามีความแตกต่างกันอย่างไรจงอธิบาย.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>จากโค้ดโปรแกรมบรรทัดที่ 2 ให้อธิบายความหมายและความแตกต่างระหว่างโค้ดโปรแกรมเดิมว่ามีความแตกต่างกันอย่างไรจงอธิบาย.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>												
1.1 ให้นักศึกษานำบันทึกผลการทดลองลงในตารางที่ 1 โดยใช้โค้ดโปรแกรมที่แก้ไขครั้งล่าสุด												
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 50%;">กดสวิทช์ SW2/ครั้งที่</th> <th style="width: 50%;">ค่า DUTY CYCLE</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">1</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">4</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">7</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">10</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			กดสวิทช์ SW2/ครั้งที่	ค่า DUTY CYCLE	1		4		7		10	
กดสวิทช์ SW2/ครั้งที่	ค่า DUTY CYCLE											
1												
4												
7												
10												
ตารางที่ 1 บันทึกผลการทดลอง ค่า DUTY CYCLE												

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<b>หน่วยที่ 10 เรื่องการเขียนโปรแกรมกำเนิดสัญญาณ PWM</b>		
<b>การทดลองที่ 10</b>	<b>เรื่อง เรื่องการเขียนโปรแกรมกำเนิดสัญญาณ PWM</b>	<b>1 : 30 ชั่วโมง</b>

**แบบทดสอบท้ายการทดลอง**

2.4 กดสวิตช์ SW2 ครั้งที่ 1 บันทึกสัญญาณลงในกราฟที่ 10

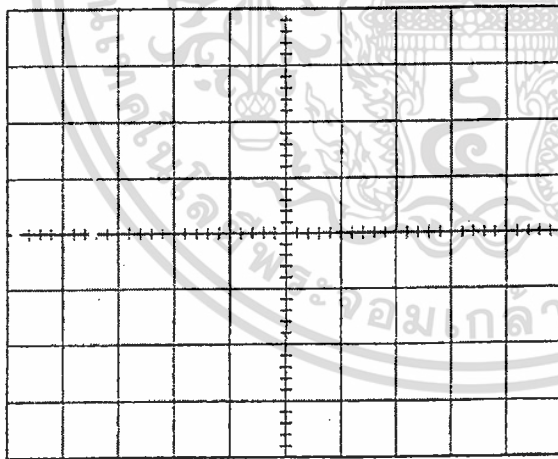


TIME/DIV.....

VOLT/DIV.....

กราฟที่ 1

2.5 กดสวิตช์ SW2 ครั้งที่ 7 บันทึกสัญญาณลงในกราฟที่ 2



TIME/DIV.....

VOLT/DIV.....

กราฟที่ 2

สรุปผลการทดลอง.....

.....

.....

.....

## แบบบันทึกคะแนนการวัดภาคปฏิบัติ

### เรื่อง การเขียนโปรแกรมกำเนิดสัญญาณ PWM

ชื่อ-นามสกุล.....กลุ่ม.....รหัสนักศึกษา.....

นักศึกษาระดับ ปวส.2 แผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคนครสวรรค์

**คำชี้แจง** โปรดใส่เครื่องหมาย / ลงในช่องคะแนนที่ตรงกับการสังเกตของครูผู้สอน โดยเทียบกับ

เกณฑ์ที่กำหนด

คุณลักษณะที่ต้องการวัด	น้ำหนัก คะแนน	คะแนน		
		2	1	0
<b>1. การปฏิบัติงาน</b>				
1.1 เขียนโค้ดโปรแกรมตามที่กำหนด	4	.....	.....	.....
1.2 กำหนดค่าและ Compiler โค้ด โปรแกรม Microcode Studio	2	.....	.....	.....
1.3 วาดวงจรในโปรแกรม Proteus	2	.....	.....	.....
1.4 กำหนดค่าและโหลดไฟล์เข้าไอซีไมโครฯ	4	.....	.....	.....
1.5 ใช้เครื่องมือออสซิลโลสโคปวัดสัญญาณได้ถูกต้อง	2	.....	.....	.....
1.6 เวลาที่ใช้ในการปฏิบัติงาน	2	.....	.....	.....
รวมคะแนน	16			
<b>2. ผลการทดลอง</b>				
2.1 วงจรสามารถรันด้วยโปรแกรม Proteus แสดงผลได้ไม่มี Error	2	.....	.....	.....
2.2 ได้สถานะหลอดไฟ LAMP ได้ถูกต้อง	4	.....	.....	.....
2.3 ได้ค่า Duty Cycle แสดงผลทางจอ LCD ได้ถูกต้อง	4	.....	.....	.....
2.4 อธิบายผลการทดลองได้ถูกต้อง	4	.....	.....	.....
รวมคะแนน	14			
คะแนนรวม	30			
คะแนนรวมทั้งหมด	30			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## เกณฑ์การให้คะแนน เรื่องการเขียนโปรแกรมกำเนิดสัญญาณ PWM

### 1.การปฏิบัติงาน

#### 1.1 เขียนโค้ดโปรแกรมตามที่กำหนด

2 คะแนน เมื่อ ใช้งานโปรแกรม Microcode Studio เขียน โค้ด ได้ถูกต้อง

1 คะแนน เมื่อ ใช้งานโปรแกรม Microcode Studio เขียน โค้ด ผิดไม่เกิน 2 จุด

0 คะแนน เมื่อ ใช้งานโปรแกรม Microcode Studio เขียน โค้ด ผิดเกินกว่า 2 จุด

#### 1.2 กำหนดค่าและ Compiler โค้ด โปรแกรม Microcode Studio

2 คะแนน เมื่อ ใช้งานโปรแกรม Microcode Studio กำหนดค่าและ Compiler โค้ด ได้ถูกต้อง

1 คะแนน เมื่อ ใช้งานโปรแกรม Microcode Studio กำหนดค่าและ Compiler โค้ด ผิดไม่เกิน 2 จุด

0 คะแนน เมื่อ ใช้งานโปรแกรม Microcode Studio กำหนดค่าและ Compiler โค้ด ผิดเกินกว่า 2 จุด

#### 1.3 วาดรูปวงจรในโปรแกรม Proteus

2 คะแนน เมื่อ ใช้งานโปรแกรม Proteus วาดวงจร ได้ถูกต้อง

1 คะแนน เมื่อ ใช้งานโปรแกรม Proteus วาดวงจร ผิดไม่เกิน 2 จุด

0 คะแนน เมื่อ ใช้งานโปรแกรม Proteus วาดวงจร ผิดเกินกว่า 2 จุด

#### 1.4 กำหนดค่าและโหลดไฟล์เข้าไอซีไมโครฯ

2 คะแนน เมื่อ ใช้งานโปรแกรม Proteus กำหนดค่าและ โหลดไฟล์ได้ถูกต้อง

1 คะแนน เมื่อ ใช้งานโปรแกรม Proteus กำหนดค่าและ โหลดไฟล์ ผิดไม่เกิน 2 จุด

0 คะแนน เมื่อ ใช้งานโปรแกรม Proteus กำหนดค่าและ โหลดไฟล์ ผิดเกินกว่า 2 จุด

#### 1.5 ต่อใช้เครื่องมือออสซิลโลสโคปวัดสัญญาณได้ถูกต้อง

2 คะแนน เมื่อ ใช้งานโปรแกรม Proteus ต่อออสซิลโลสโคปวัดและบันทึกรูปคลื่นได้ถูกต้อง

1 คะแนน เมื่อ ใช้งานโปรแกรม Proteus ต่อออสซิลโลสโคปวัดและบันทึกรูปคลื่น ผิดไม่เกิน 2 จุด

0 คะแนน เมื่อ ใช้งานโปรแกรม Proteus ต่อออสซิลโลสโคปวัดและบันทึกรูปคลื่น ผิดเกินกว่า 2 จุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 1.6 เวลาที่ใช้ในการปฏิบัติงาน

- 2 คะแนน เมื่อ งานเสร็จก่อนเวลาที่กำหนดหรือภายในระยะเวลาที่กำหนด
- 1 คะแนน เมื่อ งานเสร็จหลังเวลาที่กำหนดไม่เกิน 5 นาที
- 0 คะแนน เมื่อ งานเสร็จหลังเวลาที่กำหนดเกินกว่า 5 นาที

## 2. ผลการทดลอง

### 2.1 วงจรสามารถรันด้วยโปรแกรม Proteus แสดงผลได้ไม่มี Error

2 คะแนน เมื่อ เริ่มการจำลองสถานการณ์โปรแกรม Proteus ทำงานแสดงผลสมบูรณ์และได้ถูกต้อง

1 คะแนน เมื่อ เริ่มการจำลองสถานการณ์โปรแกรม Proteus ทำงานแสดงผล ผิดไม่เกิน 2 จุด

0 คะแนน เมื่อ เริ่มการจำลองสถานการณ์โปรแกรม Proteus ทำงานแสดงผลผิดเกินกว่า 2 จุด

### 2.2 ได้สถานะหลอดไฟ LAMP ได้ ถูกต้อง

2 คะแนน เมื่อ จำลองสถานการณ์โปรแกรม Proteus สถานะ LED แสดงผลได้ถูกต้อง

1 คะแนน เมื่อ จำลองสถานการณ์โปรแกรม Proteus สถานะ LED แสดงผล ผิดไม่เกิน 2 จุด

0 คะแนน เมื่อ จำลองสถานการณ์โปรแกรม Proteus สถานะ LED แสดงผล ผิดเกินกว่า 2 จุด

### 2.3 ได้ค่า Duty Cycle แสดงผลทางจอ LCD ได้ถูกต้อง

2 คะแนน เมื่อ จำลองสถานการณ์โปรแกรม Proteus แสดงค่า Duty Cycle ได้ถูกต้อง

1 คะแนน เมื่อ จำลองสถานการณ์โปรแกรม Proteus แสดงค่า Duty Cycle ผิดไม่เกิน  $\pm 2V$

0 คะแนน เมื่อ จำลองสถานการณ์โปรแกรม Proteus แสดงค่า Duty Cycle ผิดเกินกว่า 2 V

### 2.4 อธิบายผลการทดลองได้ถูกต้อง

2 คะแนน เมื่อ สรุปผลการทดลอง ได้สมบูรณ์และถูกต้อง

1 คะแนน เมื่อ สรุปผลการทดลอง ผิดไม่เกิน 2 จุด

0 คะแนน เมื่อ สรุปผลการทดลอง ผิดเกินกว่า 2 จุด

## หน่วยที่ 11 เรื่องการเขียนโปรแกรมควบคุมความเร็วมอเตอร์ดีซี

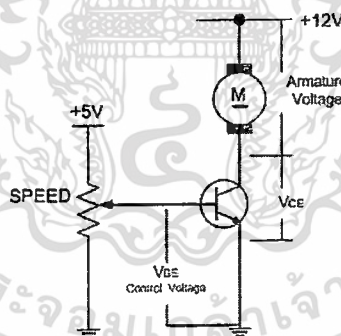
การทดลองที่ 11	เรื่อง การเขียนโปรแกรมควบคุมความเร็วมอเตอร์ดีซี	1 : 30 ชั่วโมง
----------------	---	----------------

### 1. จุดประสงค์

1. เพื่อให้ นักศึกษาสามารถเขียนโปรแกรมกำเนิดสัญญาณ PWM เพื่อควบคุมดีซีมอเตอร์ได้
2. เพื่อให้ นักศึกษาสามารถใช้คำสั่ง HPWM และคำสั่งควบคุมความเร็วของดีซีมอเตอร์ได้
3. เพื่อให้ นักศึกษาสามารถออกแบบการควบคุมใช้คำสั่งการ HPWM เพื่อควบคุมการใช้งานดีซีมอเตอร์ได้

### 2. ทฤษฎีพื้นฐาน

การควบคุมแบบลิเนียร์ ( Linear DC voltage Control ) ตามวงจรรูปที่ 1 พบว่าความเร็วของมอเตอร์จะแปรผันไปตามแรงเคลื่อนไฟ ที่ตกคร่อมขดลวดอาเมเจอร์ (Armature Voltage) ดังนั้นหากเราสามารถปรับ ค่าแรงเคลื่อน VCE ได้ ก็จะทำให้ Armature Voltage เปลี่ยนแปลงตามไป ด้วย ก็จะมีผลทำให้ความเร็วของมอเตอร์ เปลี่ยนแปลงตามไปด้วย แต่เนื่องจาก VCE จะแปรผันตาม แรงเคลื่อน VBE โดยการปรับค่าตัวต้านทานที่ปรับค่าได้ ดังนั้นเราสามารถควบคุมความเร็วมอเตอร์ได้ โดยการปรับค่าตัวต้านทาน SPEED ได้

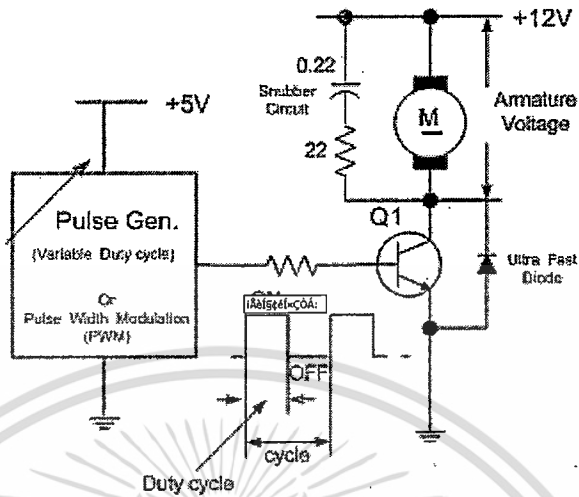


รูปที่ 1 แสดงวงจรการควบคุมแบบลิเนียร์

แต่การควบคุมวิธีนี้ไม่ค่อยนิยมใช้กัน โดยเฉพาะกับมอเตอร์กำลังมาก ๆ เนื่องจากจะเกิดพลังงานสูญเสียภายในตัวทรานซิสเตอร์ในรูปของความร้อนสูงมากในขณะที่ทรานซิสเตอร์ทำงานอยู่ในช่วง Active หรือ Linear

การควบคุมแบบสวิตชิง (Switching Control) คือการป้อนไฟ VBE หรือ Control -Voltage ให้ทรานซิสเตอร์ทำงานในลักษณะ Cutoff หรือหยุดทำงาน และ Saturate หรือ จุดอิ่มตัว โดยจะหลีกเลี่ยงการทำงานในช่วง Active ซึ่งจะทำให้มีการสูญเสียพลังงาน

<b>หน่วยที่ 11 เรื่องการเขียนโปรแกรมควบคุมความเร็วมอเตอร์ดีซี</b>		
<b>การทดลองที่ 11</b>	<b>เรื่อง การเขียนโปรแกรมควบคุมความเร็วมอเตอร์ดีซี</b>	<b>1 : 30 ชั่วโมง</b>



รูปที่ 2 แสดงวงหลักการควบคุมความเร็วมอเตอร์ดีซีแบบสวิตชิ่ง หรือ PWM

ตามวงจรในรูปที่ 2 ประกอบด้วยตัวกำเนิดสัญญาณพัลส์ส่งไปควบคุมการทำงานของทรานซิสเตอร์ในลักษณะ ON และ OFF ทำให้มีกระแสไหลผ่านมอเตอร์หมุนเป็นช่วง ๆ ที่เป็นพัลส์บวก เราเรียกว่า “Duty cycle” โดยที่ตัวผลิตพัลส์ (Pulse Generator) จะต้องรักษาช่วงเวลาไซเกิลหรือความถี่ให้คงที่อยู่ที่ค่าใดค่าหนึ่ง โดยปรกติจะเลือกค่าคงที่อยู่ระหว่าง 400 Hz - 20 KHz สำหรับงานควบคุมมอเตอร์ คั้งนั้นในทุก ๆ ไซเกิลหากเราปรับเปลี่ยนค่าพัลส์บวก หรือ ค่า duty cycle ก็จะมีผลทำให้ค่าเฉลี่ยแรงเคลื่อนเข้าที่พู่ของทรานซิสเตอร์ที่ไปขับมอเตอร์เปลี่ยนแปลงตามไปด้วย ทำให้ความเร็วของมอเตอร์เปลี่ยนแปลงตามไปด้วย ตามสมการที่ 1 ค่า

$$\% \text{ Duty cycle} = \frac{\text{Pulse width}}{\text{Cycle}} \times 100$$

duty cycle จะคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ ของไซเกิล และค่าเฉลี่ยของแรงเคลื่อนเอาต์พุตที่ขับ โหลดคำนวณได้จากสมการที่ 2 ดังต่อไปนี้

$$V_{\text{output}} = \% \text{Duty cycle} \times V_{\text{supply}}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

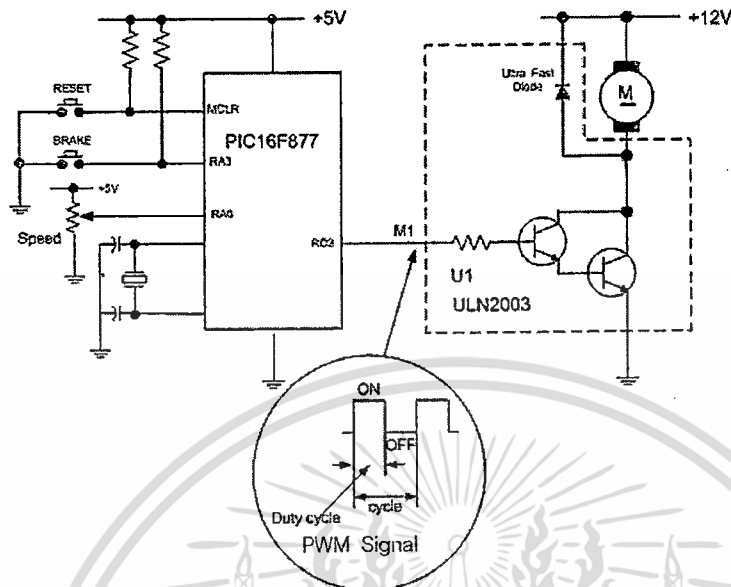
หน่วยที่ 11 เรื่องการเขียนโปรแกรมควบคุมความเร็วมอเตอร์ดีซี								
การทดลองที่ 11	เรื่อง การเขียนโปรแกรมควบคุมความเร็วมอเตอร์ดีซี	1 : 30 ชั่วโมง						
<p>ตามสมการที่ 2 พบว่า แรงเคลื่อนเอาต์พุตที่จะออกไปขับมอเตอร์ให้หมุนที่ความเร็วเปลี่ยนไปนั้น จะแปรผันโดยตรงกับค่า %Duty- cycle หรือความกว้างของพัลส์ หรือเราเรียกสัญญาณควบคุมแบบนี้ว่า PWM (PWM : Pulse Width Modulation) นั้นหมายความว่า หากเราสามารถเขียนโปรแกรมผลิตสัญญาณ PWM ที่เปลี่ยนค่า Pulse Width ให้ออกมาควบคุมวงจรถับมอเตอร์ได้ เราก็สามารถควบคุมความเร็วของมอเตอร์ได้</p> <p>การออกแบบเชื่อมต่อการควบคุมความเร็วด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ จะต้องเลือกไมโครคอนโทรลเลอร์ ชนิดที่มีขีดความสามารถในการสร้างสัญญาณควบคุมแบบ PWM โดยฮาร์ดแวร์ที่ผู้ผลิตสร้างมาให้ เช่น ไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ PIC16F877 ของบริษัทไมโครชิพ จะมีโมดูลที่สามารถสร้างสัญญาณควบคุมแบบ PWM โดยฮาร์ดแวร์ได้ถึง 2 ชุดที่สามารถสั่งทำงานตามลำพังได้ในขณะที่กำลังประมวลผลคำสั่งอื่นในโปรแกรมอยู่ ทำให้การผลิตสัญญาณควบคุมเป็นไปอย่างต่อเนื่องไม่ขาดช่วง โดยได้กำหนดขา I/O ไว้ 2 ขา คือ RC2 สำหรับ HPWM ช่อง 1 และ ขา RC1 สำหรับ HPWM ช่อง 2</p> <p>รูปแบบการใช้คำสั่ง คือ HPWM channel, duty cycle, frequency</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> <p><b>HPWM Channel, Duty cycle ,Frequency</b></p> </div> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%; vertical-align: top;">Channel</td> <td>เป็นตำแหน่งขา I/O ที่ส่งสัญญาณ PWM ออกค่า 1 หมายถึง ขา RC2 และ หมายถึงขา RC1 บางตัวอาจมีมากกว่านี้</td> </tr> <tr> <td style="vertical-align: top;">Duty cycle</td> <td>เป็นค่าเปอร์เซ็นต์คาบเวลา ON ของไซเคิล มีค่าระหว่าง 0 – 255 สามารถกำหนดแทนด้วยตัวแปรขนาด 1 byte ได้</td> </tr> <tr> <td style="vertical-align: top;">Frequency</td> <td>เป็นค่าความถี่พาหะ มีหน่วยเป็น Hz ความถี่สูงสุดที่ MCU สร้างได้คือ 32767 Hz ส่วนความถี่ต่ำสุด ขึ้นอยู่กับเบอร์ของ MCU และค่า OSC ที่ใช้ ซึ่งเป็นตามตารางตัวอย่างต่อไปนี้</td> </tr> </table>			Channel	เป็นตำแหน่งขา I/O ที่ส่งสัญญาณ PWM ออกค่า 1 หมายถึง ขา RC2 และ หมายถึงขา RC1 บางตัวอาจมีมากกว่านี้	Duty cycle	เป็นค่าเปอร์เซ็นต์คาบเวลา ON ของไซเคิล มีค่าระหว่าง 0 – 255 สามารถกำหนดแทนด้วยตัวแปรขนาด 1 byte ได้	Frequency	เป็นค่าความถี่พาหะ มีหน่วยเป็น Hz ความถี่สูงสุดที่ MCU สร้างได้คือ 32767 Hz ส่วนความถี่ต่ำสุด ขึ้นอยู่กับเบอร์ของ MCU และค่า OSC ที่ใช้ ซึ่งเป็นตามตารางตัวอย่างต่อไปนี้
Channel	เป็นตำแหน่งขา I/O ที่ส่งสัญญาณ PWM ออกค่า 1 หมายถึง ขา RC2 และ หมายถึงขา RC1 บางตัวอาจมีมากกว่านี้							
Duty cycle	เป็นค่าเปอร์เซ็นต์คาบเวลา ON ของไซเคิล มีค่าระหว่าง 0 – 255 สามารถกำหนดแทนด้วยตัวแปรขนาด 1 byte ได้							
Frequency	เป็นค่าความถี่พาหะ มีหน่วยเป็น Hz ความถี่สูงสุดที่ MCU สร้างได้คือ 32767 Hz ส่วนความถี่ต่ำสุด ขึ้นอยู่กับเบอร์ของ MCU และค่า OSC ที่ใช้ ซึ่งเป็นตามตารางตัวอย่างต่อไปนี้							

### หน่วยที่ 11 เรื่องการเขียนโปรแกรมควบคุมความเร็วมอเตอร์ดีซี

การทดลองที่ 11

เรื่อง การเขียนโปรแกรมควบคุมความเร็วมอเตอร์ดีซี

1 : 30 ชั่วโมง



รูปที่ 3 แสดงวงจรการควบคุมความเร็วมอเตอร์ดีซีด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์

#### 3. เครื่องมือและอุปกรณ์

- |  |           |
|--|-----------|
| 3. เครื่องคอมพิวเตอร์ PC ที่ลงโปรแกรม Proteus และ Microcode Studio | 1 เครื่อง |
| 4. คู่มือการใช้งานโปรแกรม Proteus และ Microcode Studio             | 1 เล่ม    |

#### 4.ลำดับขั้นตอนการทดลอง

##### 1. ขั้นตอนการเขียนโปรแกรม

1.1 เปิดโปรแกรม Microcode Studio เขียนโค้ดโปรแกรมตามโค้ดตัวอย่าง

1.2 เมื่อเขียนโปรแกรมเสร็จให้กด F9 หรือ เมนู Project – Compile เพื่อแปลงโค้ด

โปรแกรมเป็นไฟล์นามสกุล .HEX ถ้า Compile ไม่ผ่านโปรแกรมจะแสดงบรรทัดที่ผิดและให้กลับไปแก้ไขให้ถูกต้อง

หน่วยที่ 11 เรื่องการเขียนโปรแกรมควบคุมความเร็วมอเตอร์ดีซี

การทดลองที่ 11

เรื่อง การเขียนโปรแกรมควบคุมความเร็วมอเตอร์ดีซี

1 : 30 ชั่วโมง

โปรแกรมคำสั่ง

```
@ DEVICE PIC16F877A,HS_OSC,LVP_OFF,BOD_OFF,WDT_OFF
DUTY  VAR BYTE
SPEED VAR BYTE
BRAKE VAR PORTA.3
ADCON1=14
TRISA =%111111
TRISC =%00000000
START:
    ADCIN 0,SPEED
    HPWM 1, speed, 1000
    PAUSE 50
    GOTO START
END
```

หน่วยที่ 11 เรื่องการเขียนโปรแกรมควบคุมความเร็วมอเตอร์ดีซี

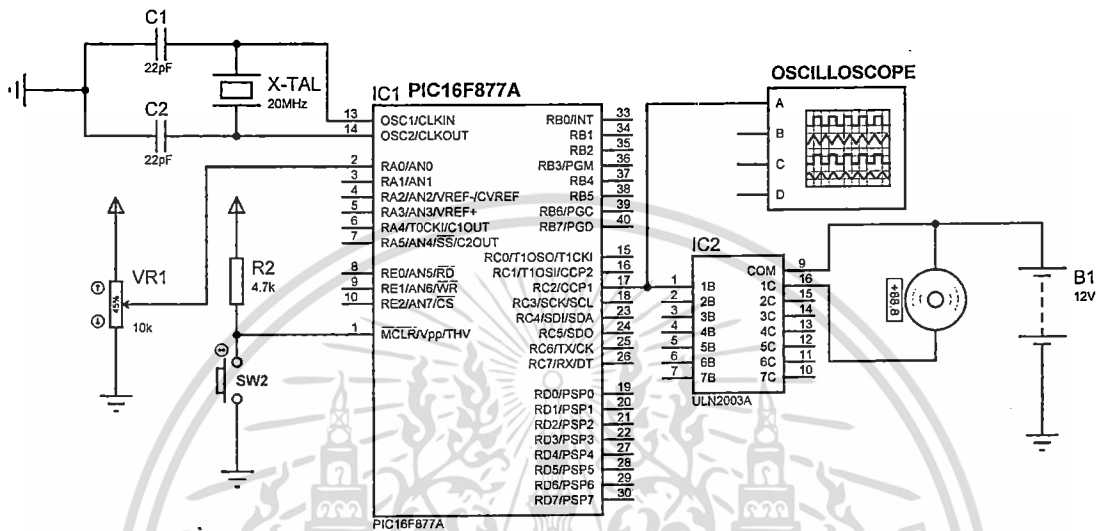
การทดลองที่ 11

เรื่อง การเขียนโปรแกรมควบคุมความเร็วมอเตอร์ดีซี

1 : 30 ชั่วโมง

2. ขั้นตอนการต่อวงจรและทำการจำลองสถานการณ์

2.1 ต่อวงจรตามรูปที่ 1 ในโปรแกรม Proteus



รูปที่ 1 วงจรควบคุมความเร็ว ดีซีมอเตอร์

a. กำหนดค่าอุปกรณ์ดังนี้

$R1 = 4.7k\Omega$  ,  $VR1 = 10k\Omega$

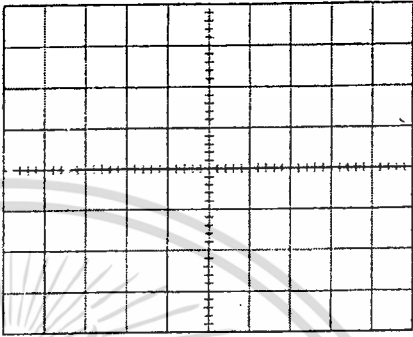
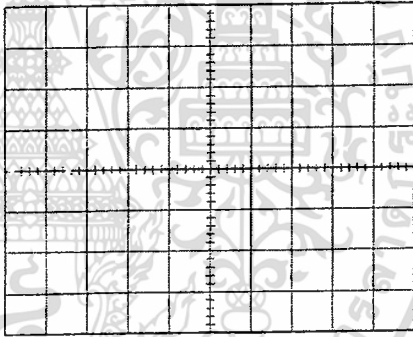
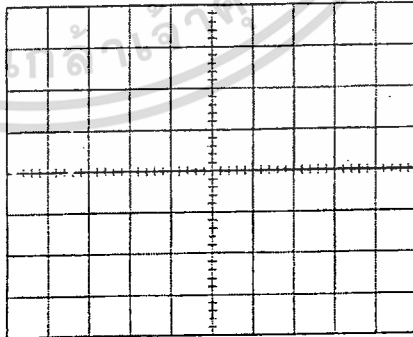
$C1, C2 = 22PF$  ,  $CRYTAL = 20MHZ$  ,  $DC Motor 12V$  ,  $Battery 12VDC$  ,  $Oscilloscope$

$IC = PIC16F877A$  ,  $IC2 ULN2003A$

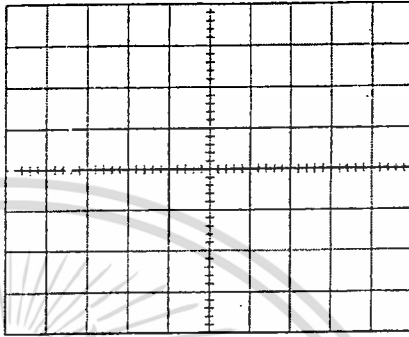
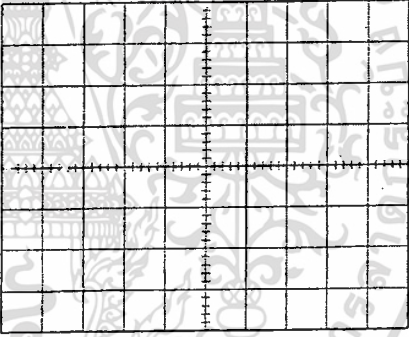
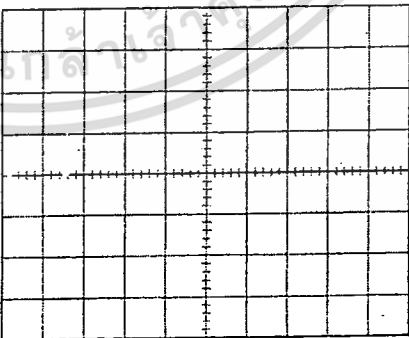
2.3 กำหนดให้โหลดโปรแกรมลงใน PIC16F877A โดยดับเบิ้ลคลิกที่ PIC16F877A

โหลดไฟล์นามสกุล `__ .hex` เข้ามา และกำหนดค่าความถี่เป็น 4MHZ

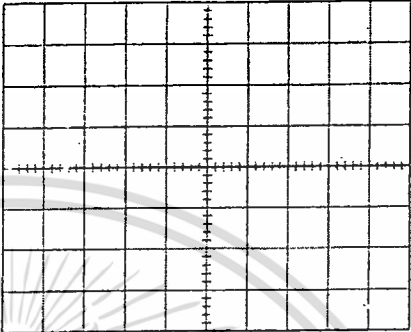
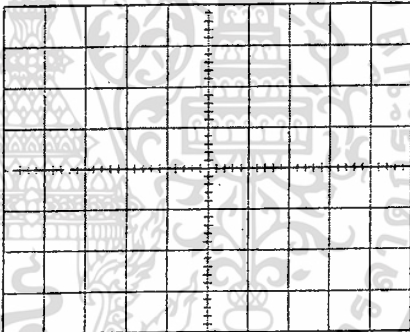
หน่วยที่ 11 เรื่องการเขียนโปรแกรมควบคุมความเร็วมอเตอร์ดีซี											
การทดลองที่ 11	เรื่อง การเขียนโปรแกรมควบคุมความเร็วมอเตอร์ดีซี	1 : 30 ชั่วโมง									
<p>2.4 ทำการจำลองสถานการณ์ โดยให้สังเกตที่ ดิจิสมอเตอร์ และทำการปรับ VR1 เพิ่ม/ลด เพื่อให้ดิจิสมอเตอร์ หมุนช้าหรือเร็วตามการควบคุมจาก VR1 สังเกตรูปคลื่นที่ Oscilloscope พร้อมทั้งบันทึกผลการทดลองลงกราฟ</p> <p>2.4.1 บันทึกผลการทดลอง ค่าความเร็วมอเตอร์โดยประมาณและวัดสัญญาณจาก Oscilloscope ที่ RC.2</p> <p><u>ปรับ VR1 ไปที่ 10% ปรับครั้งละ 10% ถึง 100% และบันทึกรูปสัญญาณลงในกราฟ</u></p> <p>ตารางที่ 1 ตารางบันทึกผลการทดลอง</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>เปอร์เซ็นต์ค่า VR1</th> <th>ค่าความเร็วมอเตอร์โดยประมาณ</th> <th>รูปคลื่น</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>10%</td> <td></td> <td>  <p>TIME/DIV.....</p> <p>VOLT/DIV.....</p> </td> </tr> <tr> <td>20%</td> <td></td> <td>  <p>TIME/DIV..... VOLT/DIV.....</p> </td> </tr> </tbody> </table>			เปอร์เซ็นต์ค่า VR1	ค่าความเร็วมอเตอร์โดยประมาณ	รูปคลื่น	10%		 <p>TIME/DIV.....</p> <p>VOLT/DIV.....</p>	20%		 <p>TIME/DIV..... VOLT/DIV.....</p>
เปอร์เซ็นต์ค่า VR1	ค่าความเร็วมอเตอร์โดยประมาณ	รูปคลื่น									
10%		 <p>TIME/DIV.....</p> <p>VOLT/DIV.....</p>									
20%		 <p>TIME/DIV..... VOLT/DIV.....</p>									

หน่วยที่ 11 เรื่องการเขียนโปรแกรมควบคุมความเร็วมอเตอร์ดีซี		
การทดลองที่ 11	เรื่อง การเขียนโปรแกรมควบคุมความเร็วมอเตอร์ดีซี	1 : 30 ชั่วโมง
เปอร์เซ็นต์ค่า VR1	ค่าความเร็วมอเตอร์ โดยประมาณ	รูปคลื่น
30%		 <p>TIME/DIV.....</p> <p>VOLT/DIV.....</p>
40%		 <p>TIME/DIV..... VOLT/DIV.....</p>
50%		 <p>TIME/DIV..... VOLT/DIV.....</p>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน่วยที่ 11 เรื่องการเขียนโปรแกรมควบคุมความเร็วมอเตอร์ดีซี		
การทดลองที่ 11	เรื่อง การเขียนโปรแกรมควบคุมความเร็วมอเตอร์ดีซี	1 : 30 ชั่วโมง
เปอร์เซ็นต์ค่า VR1	ค่าความเร็วมอเตอร์ โดยประมาณ	รูปคลื่น
60%		 TIME/DIV..... VOLT/DIV.....
70%		 TIME/DIV..... VOLT/DIV.....
80%		 TIME/DIV..... VOLT/DIV.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน่วยที่ 11 เรื่องการเขียนโปรแกรมควบคุมความเร็วมอเตอร์ดีซี		
การทดลองที่ 11	เรื่อง การเขียนโปรแกรมควบคุมความเร็วมอเตอร์ดีซี	1 : 30 ชั่วโมง
เปอร์เซ็นต์ค่า VR1	ค่าความเร็วมอเตอร์ โดยประมาณ	รูปคลื่น
90%		 TIME/DIV..... VOLT/DIV.....
100%		 TIME/DIV..... VOLT/DIV.....
สรุปผลการทดลอง.....		
.....		
.....		
.....		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน่วยที่ 11 เรื่องการเขียนโปรแกรมควบคุมความเร็วมอเตอร์ดีซี		
การทดลองที่ 11	เรื่อง การเขียนโปรแกรมควบคุมความเร็วมอเตอร์ดีซี	1 : 30 ชั่วโมง
<b>แบบทดสอบท้ายการทดลอง</b>		
<b>คำชี้แจง</b> แบบทดสอบมีทั้งหมด 10 ข้อ เวลา 45 นาที		
1. จากโปรแกรมที่กำหนดใช้ในการทดลองนี้ ให้นักศึกษาเติมคำในช่องว่างเพื่ออธิบายความหมายของโค้ดโปรแกรมแต่ละบรรทัดที่กำหนดไว้ (ข้อที่ 1 มี 5 ข้อย่อย)		
<pre> @ DEVICE PIC16F877A,HS_OSC,LVP_OFF,BOD_OFF,WDT_OFF  DUTY  VAR BYTE  SPEED  VAR BYTE  BRAKE  VAR PORTA.3 1.1.....  ADCON1=14  TRISA  =%111111  TRISC  =%00000000  START:  IF (BRAKE=0) THEN 1.2.....      HPWM 1,0,1000 1.3.....      ELSE          ADCIN 0,SPEED 1.4.....          HPWM 1, speed, 1000 1.5.....      ENDIF  PAUSE 50  GOTO  START  END . </pre>		

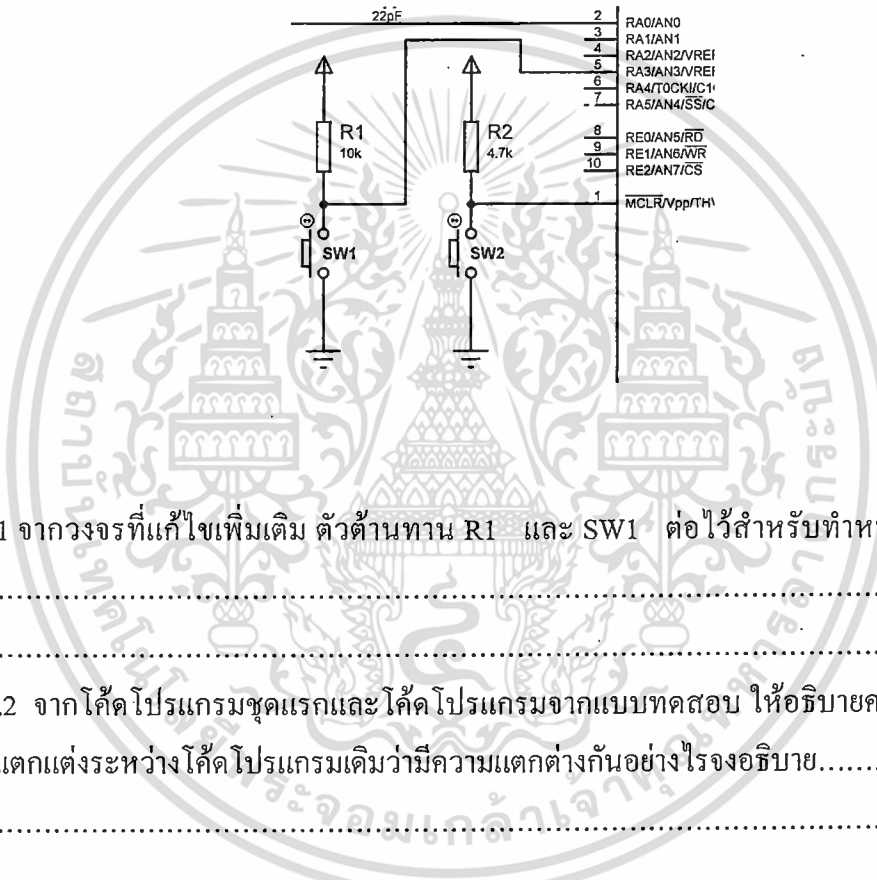
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน่วยที่ 11 เรื่องการเขียนโปรแกรมควบคุมความเร็วมอเตอร์ดีซี

การทดลองที่ 11	เรื่อง การเขียนโปรแกรมควบคุมความเร็วมอเตอร์ดีซี	1 : 30 ชั่วโมง
----------------	---	----------------

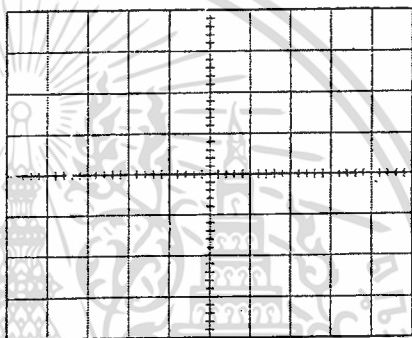
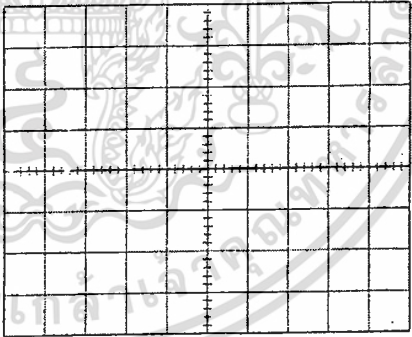
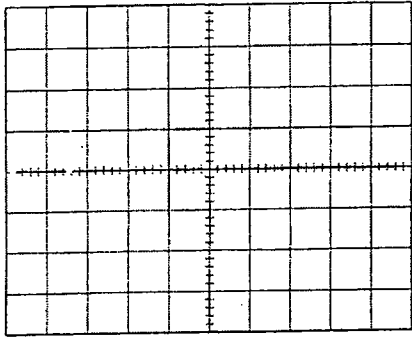
**แบบทดสอบท้ายการทดลอง**

1. ให้นักศึกษาแก้ไขโปรแกรมตามโค้ดโปรแกรมแบบทดสอบข้อที่ 1 แทบสีเทา เมื่อแก้ไขแล้วทำการ Compile โปรแกรมใหม่อีกครั้ง พร้อมแก้ไขวงจรเพิ่ม วงจรสวิตช์กดต่อเข้าที่ขา 5 RA3 ดังรูปที่ 1 ประกอบไปด้วย R1 10k และ SW1 จากนั้นให้ทำการจำลองสถานการณ์พร้อมสังเกตผลการทดลอง



2.1 จากวงจรที่แก้ไขเพิ่มเติม ตัวต้านทาน R1 และ SW1 ต่อไว้สำหรับทำหน้าที่ใดในวงจร.....

2.2 จากโค้ดโปรแกรมชุดแรกและโค้ดโปรแกรมจากแบบทดสอบ ให้อธิบายความหมายและความแตกต่างระหว่างโค้ดโปรแกรมเดิมว่ามีความแตกต่างกันอย่างไรจงอธิบาย.....

หน่วยที่ 11 เรื่องการเขียนโปรแกรมควบคุมความเร็วมอเตอร์ดีซี			
การทดลองที่ 11	เรื่อง การเขียนโปรแกรมควบคุมความเร็วมอเตอร์ดีซี	1 : 30 ชั่วโมง	
<b>แบบทดสอบท้ายการทดลอง</b>			
ให้นักศึกษานำบันทึกผลการทดลองลงในตารางที่ 1 โดยใช้โค้ดโปรแกรมที่แก้ไขครั้งสุดท้าย ตารางที่ 1 บันทึกผลการทดลอง แบบทดสอบข้อที่ 2.3 – 2.5			
ข้อ	เปอร์เซ็นต์ VR1	ค่าความเร็ว มอเตอร์ โดยประมาณ	รูปคลื่น
2.3	30%		 TIME/DIV..... VOLT/DIV.....
2.4	60%		 TIME/DIV..... VOLT/DIV.....
2.5	90%		 TIME/DIV..... VOLT/DIV.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อ

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### แบบบันทึกคะแนนการวัดภาคปฏิบัติ

#### เรื่อง การเขียนโปรแกรมควบคุมความเร็วมอเตอร์ดีซี

ชื่อ-นามสกุล.....กลุ่ม.....รหัสนักศึกษา.....

นักศึกษาระดับ ปวส.2 แผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคนครสวรรค์

**คำชี้แจง** ใส่เครื่องหมาย/ลงในช่องคะแนนที่ตรงกับการสังเกตของครูผู้สอน โดยเทียบกับเกณฑ์ที่

กำหนด

คุณลักษณะที่ต้องการวัด	น้ำหนัก คะแนน	คะแนน		
		2	1	0
1. การปฏิบัติงาน				
1.1 เขียนโค้ดโปรแกรมตามที่กำหนด	4	.....	.....	.....
1.2 กำหนดค่าและ Compiler โค้ด โปรแกรม Microcode Studio	2	.....	.....	.....
1.3 วาดรูปวงจรในโปรแกรม Proteus	2	.....	.....	.....
1.4 กำหนดค่าและโหลดไฟล์เข้าไอซีไมโครฯ	4	.....	.....	.....
1.5 ใช้เครื่องมือออสซิลโลสโคปวัดรูปคลื่นสัญญาณได้	2	.....	.....	.....
1.6 เวลาที่ใช้ในการปฏิบัติงาน	2	.....	.....	.....
รวมคะแนน	16			
2. ผลการทดลอง				
2.1 วงจรสามารถรันด้วยโปรแกรม Proteus แสดงผลได้ไม่มี Error	2	.....	.....	.....
2.2 สามารถกำหนดความเร็วของมอเตอร์ ได้ถูกต้อง	4	.....	.....	.....
2.3 สามารถวัดรูปคลื่นจากออสซิลโลสโคป ได้ถูกต้อง	4	.....	.....	.....
2.4 อธิบายผลการทดลองได้ถูกต้อง	4	.....	.....	.....
รวมคะแนน	14			
คะแนนรวม	30			
คะแนนรวมทั้งหมด	30			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## เกณฑ์การให้คะแนน เรื่องการเขียนโปรแกรมควบคุมความเร็วมอเตอร์ดีซี

### 1. การปฏิบัติงาน

#### 1.1 เขียนโค้ดโปรแกรมตามที่กำหนด

- 2 คะแนน เมื่อ ใช้งานโปรแกรม Microcode Studio เขียนโค้ด ได้ถูกต้อง
- 1 คะแนน เมื่อ ใช้งานโปรแกรม Microcode Studio เขียนโค้ด ผิดไม่เกิน 2 จุด
- 0 คะแนน เมื่อ ใช้งานโปรแกรม Microcode Studio เขียนโค้ด ผิดเกินกว่า 2 จุด

#### 1.2 กำหนดค่าและ Compiler โค้ด โปรแกรม Microcode Studio

- 2 คะแนน เมื่อ ใช้งานโปรแกรม Microcode Studio กำหนดค่าและ Compiler โค้ด ได้ถูกต้อง
- 1 คะแนน เมื่อ ใช้งานโปรแกรม Microcode Studio กำหนดค่าและ Compiler โค้ด ผิดไม่เกิน 2 จุด
- 0 คะแนน เมื่อ ใช้งานโปรแกรม Microcode Studio กำหนดค่าและ Compiler โค้ด ผิดเกินกว่า 2 จุด

#### 1.3 วาดรูปวงจรในโปรแกรม Proteus

- 2 คะแนน เมื่อ ใช้งานโปรแกรม Proteus วาดวงจร ได้ถูกต้อง
- 1 คะแนน เมื่อ ใช้งานโปรแกรม Proteus วาดวงจร ผิดไม่เกิน 2 จุด
- 0 คะแนน เมื่อ ใช้งานโปรแกรม Proteus วาดวงจร ผิดเกินกว่า 2 จุด

#### 1.4 กำหนดค่าและโหลดไฟล์เข้าไอซีไมโคร

- 2 คะแนน เมื่อ ใช้งานโปรแกรม Proteus กำหนดค่าและโหลดไฟล์ได้ถูกต้อง
- 1 คะแนน เมื่อ ใช้งานโปรแกรม Proteus กำหนดค่าและโหลดไฟล์ ผิดไม่เกิน 2 จุด
- 0 คะแนน เมื่อ ใช้งานโปรแกรม Proteus กำหนดค่าและโหลดไฟล์ ผิดเกินกว่า 2 จุด

#### 1.5 ใช้เครื่องมือออสซิลโลสโคปวัดรูปคลื่นสัญญาณได้ถูกต้อง

- 2 คะแนน เมื่อ ใช้งานโปรแกรม Proteus ต่อออสซิลโลสโคปวัดและบันทึกรูปคลื่นได้ถูกต้อง
- 1 คะแนน เมื่อ ใช้งานโปรแกรม Proteus ต่อออสซิลโลสโคปวัดและบันทึกรูปคลื่น ผิดไม่เกิน 2 จุด
- 0 คะแนน เมื่อ ใช้งานโปรแกรม Proteus ต่อออสซิลโลสโคปวัดและบันทึกรูปคลื่น ผิดเกินกว่า 2 จุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 1.6 เวลาที่ใช้ในการปฏิบัติงาน

- 2 คะแนน เมื่อ งานเสร็จก่อนเวลาที่กำหนดหรือภายในระยะเวลาที่กำหนด
- 1 คะแนน เมื่อ งานเสร็จหลังเวลาที่กำหนดไม่เกิน 5 นาที
- 0 คะแนน เมื่อ งานเสร็จหลังเวลาที่กำหนดเกินกว่า 5 นาที

## 2. ผลการทดลอง

### 2.1 วงจรสามารถรันด้วยโปรแกรม Proteus แสดงผลได้ไม่มี Error

2 คะแนน เมื่อ เริ่มการจำลองสถานการณ์โปรแกรม Proteus ทำงานแสดงผลสมบูรณ์และได้ถูกต้อง

1 คะแนน เมื่อ เริ่มการจำลองสถานการณ์โปรแกรม Proteus ทำงานแสดงผล ผิดไม่เกิน 2 จุด

0 คะแนน เมื่อ เริ่มการจำลองสถานการณ์โปรแกรม Proteus ทำงานแสดงผล ผิดเกินกว่า 2

จุด

### 2.2 สามารถกำหนดความเร็วของมอเตอร์ ได้ถูกต้อง

2 คะแนน เมื่อ จำลองสถานการณ์โปรแกรม Proteus กำหนดความเร็วของมอเตอร์ ได้

ถูกต้อง

1 คะแนน เมื่อ จำลองสถานการณ์โปรแกรม Proteus กำหนดความเร็วของมอเตอร์ ผิดไม่เกิน 2 ครั้ง

0 คะแนน เมื่อ จำลองสถานการณ์โปรแกรม Proteus กำหนดความเร็วของมอเตอร์ ผิดเกินกว่า 2 ครั้ง

### 2.3 สามารถวัดรูปคลื่นจากออสซิลโลสโคป ได้ถูกต้อง

2 คะแนน เมื่อ จำลองสถานการณ์โปรแกรม Proteus บันทึกรูปคลื่น ได้ถูกต้อง

1 คะแนน เมื่อ จำลองสถานการณ์โปรแกรม Proteus บันทึกรูปคลื่น ผิดไม่เกิน 2 จุด

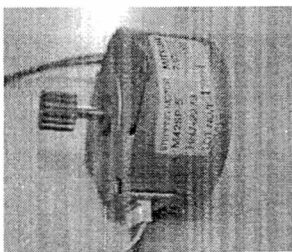
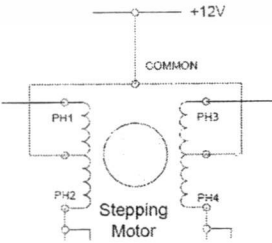
0 คะแนน เมื่อ จำลองสถานการณ์โปรแกรม Proteus บันทึกรูปคลื่น ผิดเกินกว่า 2 จุด

### 2.4 อธิบายผลการทดลองได้ถูกต้อง

2 คะแนน เมื่อ สรุปผลการทดลอง ได้สมบูรณ์และถูกต้อง

1 คะแนน เมื่อ สรุปผลการทดลอง ผิดไม่เกิน 2 จุด

0 คะแนน เมื่อ สรุปผลการทดลอง ผิดเกินกว่า 2 จุด

หน่วยที่ 12 การเขียนโปรแกรมควบคุมสเต็ปปีงมอเตอร์		
การทดลองที่ 12	เรื่อง การเขียนโปรแกรมควบคุมสเต็ปปีงมอเตอร์	1 : 30 ชั่วโมง
<p><b>1. จุดประสงค์</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. เพื่อให้ นักศึกษาสามารถเขียน โปรแกรมควบคุมการทำงานของสเต็ปปีงมอเตอร์ได้</li> <li>2. เพื่อให้ นักศึกษาสามารถศึกษาการใช้คำสั่งเพื่อควบคุมการหมุนของสเต็ปปีงมอเตอร์ได้</li> <li>3. เพื่อให้ นักศึกษาสามารถประยุกต์ใช้งาน การเขียน โปรแกรมควบคุมสเต็ปปีงมอเตอร์ได้</li> </ol> <p><b>2. ทฤษฎีพื้นฐาน</b></p> <p>STEPPER MOTOR เป็นมอเตอร์แบบหนึ่งที่มีการหมุนแบบเป็น STEP กล่าวคือ เมื่อจ่ายสัญญาณให้แก่มอเตอร์อย่างถูกต้อง มอเตอร์จะหมุนไปเป็นจังหวะ ไม่เหมือนกับมอเตอร์ในแบบทั่วไป ๆ ไป ที่เมื่อทำการจ่ายไฟแล้ว ก็จะหมุนในทันทีส่วนจะหมุนช้าหรือเร็วขึ้นอยู่กับความเร็วของการจ่ายไฟให้แก่ขดลวดภายในมอเตอร์ ความละเอียดของการหมุนของ STEPPER MOTOR นี้จะขึ้นอยู่กับองค์ประกอบสำคัญ 2 ประการ คือ โครงสร้างของ STEPPER MOTOR และวงจรขับโดยวงจรขับสามารถที่จะช่วยให้การหมุนของ STEPPER MOTOR มีความละเอียดมากขึ้นได้</p> <p>STEPPER MOTOR ที่มีใช้งานอยู่ในปัจจุบัน มีอยู่ด้วยกัน 2 แบบคือ แบบยูนิโพลาร์และแบบไบโพลาร์ โดยในการขับ STEPPER MOTOR แบบยูนิโพลาร์จะง่ายและใช้อุปกรณ์น้อยกว่า แต่การขับ STEPPER MOTOR แบบไบโพลาร์ จะใช้วงจรที่ยังยากซับซ้อนและใช้อุปกรณ์จำนวนมากกว่า จึงไม่เป็นที่นิยมใช้ ในใบทดลองนี้จะใช้ STEPPER MOTOR แบบยูนิโพลาร์ ซึ่งจะขออธิบายเฉพาะชนิดนี้เท่านั้น</p> <p>โครงงานของ STEPPER MOTOR แบบยูนิโพลาร์แสดงได้ดังรูปที่ 19 STEPPER MOTOR แบบนี้จะมีการพันขดลวด 2 ขดบนแต่ละขั้วแม่เหล็กของสเตเตอร์ แต่ละขดแบ่งออกเป็น 2 เฟส รวมมอเตอร์ทั้งตัวมีขดลวดทั้งสิ้น 4 เฟส คือ เฟส 1,2,3 และ 4 มีการต่อสายออกมาจากขดลวดแต่ละขดเพื่อจ่ายไฟเลี้ยง ทำให้ STEPPER MOTOR แบบนี้จึงมีทั้งแบบ 5 และ 6 สาย โดยสายที่ 5 คือสายจ่ายไฟเลี้ยง ส่วนกรณี 6 สาย จะต้องนำสายไฟเลี้ยงของขดลวดทั้ง 2 ของมอเตอร์มาต่อร่วมกัน แล้วจ่ายไฟจึงทำให้ STEPPER MOTOR ทำงานได้</p>		
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">   </div>		
รูปที่ 1 แสดงลักษณะและ โครงสร้างภายในของ STEPPER MOTOR		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## หน่วยที่ 12 การเขียนโปรแกรมควบคุมสเต็ปมอเตอร์

การทดลองที่ 12	เรื่อง การเขียนโปรแกรมควบคุมสเต็ปมอเตอร์	1 : 30 ชั่วโมง
----------------	--	----------------

### 2.1 รูปแบบการขับ STEPPER MOTOR

การขับ STEPPER MOTOR ให้หมุนจะต้องป้อนสัญญาณไฟฟ้าไปยังเฟสของขดลวดให้เหมาะสมและมีรูปแบบที่ถูกต้อง จึงจะหมุนได้ โดยมีรูปแบบในการขับอย่างง่าย 3 รูปแบบคือ แบบพูลสเต็ปหนึ่งเฟส แบบพูลสเต็ปสองเฟส และแบบฮาล์ฟสเต็ป

- แบบหนึ่งเฟสเป็นรูปแบบที่มีการขับง่ายที่สุด โดยทำการป้อนขดลวดกระตุ้นขดลวดข้างละเฟสในช่วงเวลาหนึ่งไล่เรียงกันไป เช่นเริ่มต้นจากเฟส 1 ต่อด้วยเฟส 2,3 และ 4 แล้ววนกลับมายังเฟสที่ 1 ใหม่หรืออาจให้เริ่มจากเฟสที่ 1 ไปยังเฟส 4,3, และ 2 แล้ววนกลับมายังเฟส 1 อีกครั้ง ด้วยลำดับการป้อนสัญญาณกระตุ้นที่ต่างกัน ทำให้ทิศทางการหมุนของ STEPPER MOTOR สวนทางกันด้วย การขับแบบนี้จะมีขดลวดเพียงเฟสเดียวที่ได้รับสัญญาณกระตุ้นในตารางแสดงการป้อนสัญญาณเพื่อขับ STEPPER MOTOR แบบหนึ่งเฟส

ตารางที่ 1 แสดง STEP การหมุนของมอเตอร์แบบ หนึ่งเฟส

สเต็ปที่	PHASE 1	PHASE 2	PHASE 3	PHASE 4
1	ทำงาน	-	-	-
2	-	ทำงาน	-	-
3	-	-	ทำงาน	-
4	-	-	-	ทำงาน

- แบบสองเฟสจะมีลักษณะคล้ายกับหนึ่งเฟส บางที่เรียกการขับแบบนี้ว่า แบบพูลสเต็ป (Full Step) แต่แทนที่จะส่งสัญญาณกระตุ้นเพียงเฟสเดียว ในการขับแบบนี้จะส่งสัญญาณกระตุ้นไปยังเฟสที่อยู่ใกล้กัน ในเวลาเดียวกันและเรียงลำดับกันไปเช่นเดียวกับแบบหนึ่งเฟส ดังแสดงในตาราง คือเริ่มต้นด้วยการป้อนสัญญาณกระตุ้นไปยังเฟสที่ 1 และ 2 พร้อมกันในสเต็ปที่ 1 ในสเต็ปที่ 2 จะป้อนสัญญาณไปยังเฟสที่ 2 และ 3 ถัดมาในเฟสที่ 3 จะทำการป้อนสัญญาณกระตุ้นไปที่เฟส 3 และ 1 ในสเต็ปที่ 4 จะป้อนสัญญาณไปยังเฟสที่ 4 และ 1 แล้ววนกลับไปเฟสที่ 1 และ 2 อีกครั้ง การขับแบบนี้ทำให้ได้ Torque หรือแรงบิด มากกว่าแบบหนึ่งเฟสแต่ข้อเสียคือ ใช้พลังงานในการขับเพิ่มมากขึ้น

## หน่วยที่ 12 การเขียนโปรแกรมควบคุมสเต็ปมอเตอร์

การทดลองที่ 12	เรื่อง การเขียนโปรแกรมควบคุมสเต็ปมอเตอร์	1 : 30 ชั่วโมง
----------------	--	----------------

### ตารางที่ 2 แสดง STEP การหมุนของมอเตอร์แบบ สองเฟส

สเต็ปที่	PHASE 1	PHASE 2	PHASE 3	PHASE 4
1	ทำงาน	ทำงาน	-	-
2	-	ทำงาน	ทำงาน	-
3	-	-	ทำงาน	ทำงาน
4	ทำงาน	-	-	ทำงาน

- แบบฮาล์ฟสเต็ป การขับ STEPPER MOTOR แบบนี้ได้รับความนิยมมากที่สุด เนื่องจากสามารถช่วยให้อัตราการหมุนได้อย่างละเอียดมากขึ้นเป็น 2 เท่า ของความละเอียดปกติของ STEPPER MOTOR โดยมีรูปแบบการขับดังตารางจะเห็นว่า การขับแบบนี้เป็นการผสมผสานการขับแบบหนึ่งเฟสและสองเฟสเข้าด้วยกัน กล่าวคือ มีการป้อนสัญญาณกระตุ้นไปยังขดลวดแบบเฟสเดียวและแบบสองเฟสพร้อมกันในช่วงเวลาหนึ่ง ด้วยการขับแบบนี้ส่งผลให้แรงบิดที่ได้จากการหมุนเพิ่มมากขึ้น เพราะระยะทางในการหมุนที่สั้นลง ความถูกต้องของตำแหน่งที่หมุนเพิ่มมากขึ้น เพียงแต่ในการขับแต่ละ Step จะให้ผลเพียงครึ่ง Step ของการขับแบบปกติ ดังนั้นหากต้องการให้การเคลื่อนที่เป็นไปแบบเต็มสเต็ป จะต้องกำหนดให้ทำการหมุนไป Step ต่อเนื่องไป

### ตารางที่ 3 แสดง STEP การหมุนของมอเตอร์แบบ ฮาล์ฟสเต็ป

สเต็ปที่	PHASE 1	PHASE 2	PHASE 3	PHASE 4
1	ทำงาน	-	-	-
2	ทำงาน	ทำงาน	-	-
3	-	ทำงาน	-	-
4	-	ทำงาน	ทำงาน	-
5	-	-	ทำงาน	-
6	-	-	ทำงาน	ทำงาน
7	-	-	-	ทำงาน
8	ทำงาน	-	-	ทำงาน

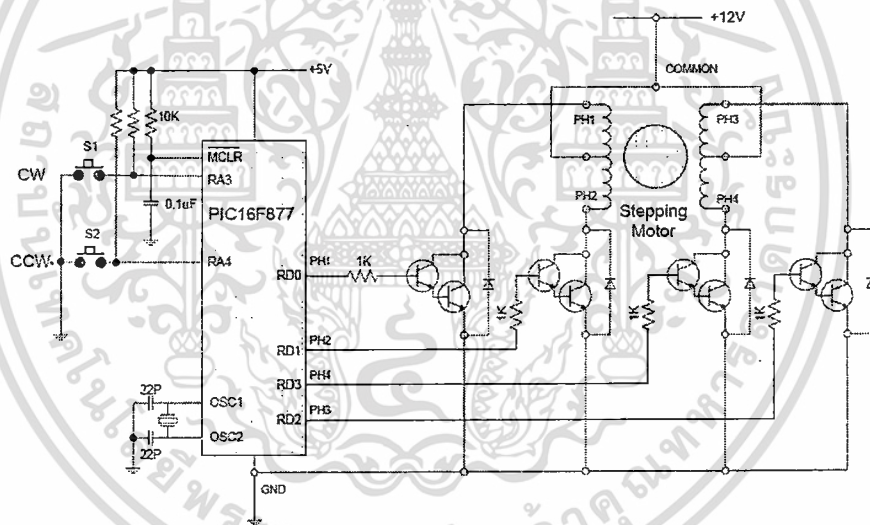
หน่วยที่ 12 การเขียนโปรแกรมควบคุมสเต็ปปีงมอเตอร์

การทดลองที่ 12	เรื่อง การเขียนโปรแกรมควบคุมสเต็ปปีงมอเตอร์	1 : 30 ชั่วโมง
----------------	---	----------------

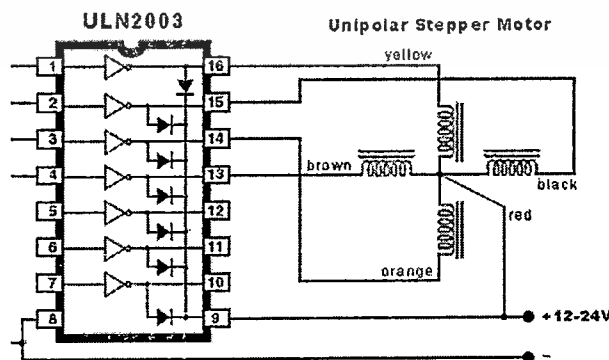
2.2 การขับ STEPPER MOTOR ร่วมกับไอซีขับโหลดและแรงดันสูงเบอร์ ULN2003

เนื่องจากขาพอร์ตของ CPU เมื่อทำงานเป็นเอาต์พุต มีความสามารถในการจ่ายกระแสไม่เพียงพอที่จะนำไปใช้ขับ STEPPER MOTOR แบบยูนิโพลาร์ได้โดยตรง จะต้องส่งสัญญาณที่ใช้ในการขับ STEPPER MOTOR ผ่านไอซีหรือวงจรขับกระแสสูง ซึ่งในใบงานการทดลองนี้เราจะเลือกใช้ไอซีขับโหลดและแรงดันสูงเบอร์ ULN2003

ในการเขียนโปรแกรมควบคุมต้องทำการกำหนดเสียก่อนว่าต้องการขับ STEPPER MOTOR ในลักษณะใด จากนั้นจึงส่งข้อมูลไปยังขาพอร์ตที่ต่อกับ ULN2003 ทุกครั้งที่ส่งข้อมูลออกไปในแต่ละสเต็ป ต้องหน่วงเวลาเล็กน้อย ก่อนส่งข้อมูลของการหมุนในสเต็ปต่อไป ทั้งนี้เพื่อให้ไอซีขับและ STEPPER MOTOR สามารถตอบสนองกับข้อมูลได้ทันก่อนที่จะรับข้อมูลใหม่ต่อไป



รูปที่ 2 แสดงตัวอย่างวงจรการขับ STEPPER MOTOR ร่วมกับ Transistor



รูปที่ 3 แสดงตัวอย่างวงจรการขับ STEPPER MOTOR ร่วมกับ ULN2003

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
 ไม่ว่าการณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน่วยที่ 12 การเขียนโปรแกรมควบคุมสแตมป์มอเตอร์		
การทดลองที่ 12	เรื่อง การเขียนโปรแกรมควบคุมสแตมป์มอเตอร์	1 : 30 ชั่วโมง
<p>4. เครื่องมือและอุปกรณ์</p> <p>5. เครื่องคอมพิวเตอร์ PC ที่ลงโปรแกรม Proteus และ Microcode Studio 1 เครื่อง</p> <p>6. คู่มือการใช้งานโปรแกรม Proteus และ Microcode Studio 1 เล่ม</p> <p>4. ลำดับขั้นตอนการทดลอง</p> <p>1. ขั้นตอนการเขียนโปรแกรม</p> <p>1.1 เปิดโปรแกรม Microcode Studio เขียนโค้ดโปรแกรมตามโค้ดตัวอย่าง</p> <p>1.2 เมื่อเขียนโปรแกรมเสร็จให้กด F9 หรือ เมนู Project – Compile เพื่อแปลงโค้ดโปรแกรมเป็นไฟล์นามสกุล .HEX ถ้า Compile ไม่ผ่านโปรแกรมจะแสดงบรรทัดที่ผิดและให้กลับไปแก้ไขให้ถูกต้อง</p> <p>โปรแกรมคำสั่ง</p> <pre> @ DEVICE PIC16F877A,HS_OSC,LVP_OFF,BOD_OFF,WDT_OFF S1 VAR PORTA.3 S2 var PORTA.4 stat var bit rot var byte TRISA = %111111 TRISD = %00000000 ADCON1 = 7 rot = 0 stat = 0 PORTD = 0 start: PAUSE 300 if (s1 = 0) then stat = 1 if (s2 = 0) then stat = 0 </pre>		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน่วยที่ 12 การเขียนโปรแกรมควบคุมสแต็ปปีงมอเตอร์		
การทดลองที่ 12	เรื่อง การเขียนโปรแกรมควบคุมสแต็ปปีงมอเตอร์	1 : 30 ชั่วโมง
<pre> IF (stat = 1) THEN lookup rot,[%1000,%0100,%0010,%0001],PORTD 'left if rot = 0 then rot = 4 rot = rot - 1 else lookup rot,[%1000,%0100,%0010,%0001],PORTD 'right rot = rot + 1 if rot = 4 then rot = 0 endif GOTO start END </pre>		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน่วยที่ 12 การเขียนโปรแกรมควบคุมสเต็ปมอเตอร์

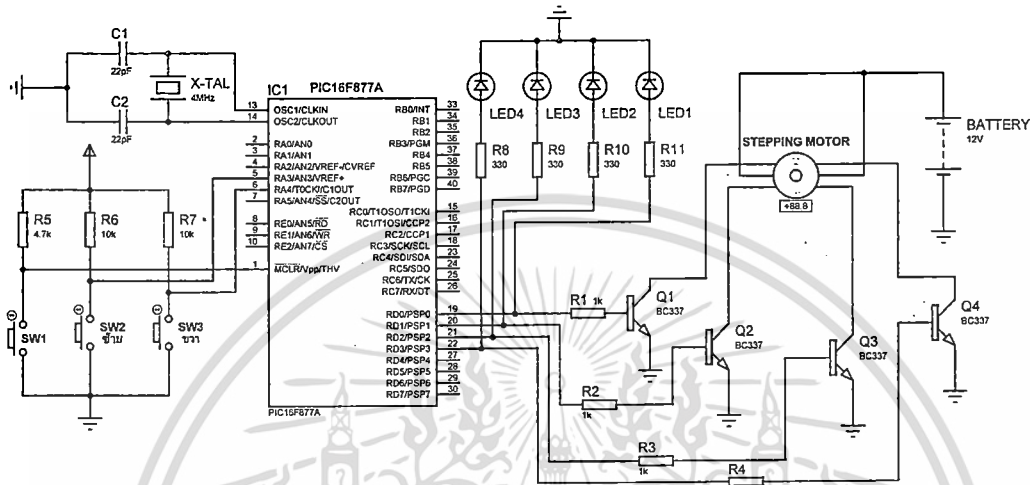
การทดลองที่ 12

เรื่อง การเขียนโปรแกรมควบคุมสเต็ปมอเตอร์

1 : 30 ชั่วโมง

2. ขั้นตอนการต่อวงจรและทำการจำลองสถานการณ์

2.1 ต่อวงจรตามรูปที่ 1 ในโปรแกรม Proteus



รูปที่ 1 วงจรควบคุมสเต็ปมอเตอร์

ก. กำหนดค่าอุปกรณ์ดังนี้

$R1 - R4 = 1k\Omega$  ,  $R5 = 4.7k\Omega$  ,  $R6-R7 = 10k\Omega$  ,  $R8 - R11 = 330\Omega$

$C1, C2 = 22PF$  ,  $CRYTAL = 4MHZ$  ,  $Q1-Q4 = BC337$  , Stepping Motor, LED1-4

IC = PIC16F877A , Battery 12VDC

2.3 กำหนดให้โหลดโปรแกรมลงใน PIC16F877A โดยดับเบิ้ลคลิกที่ PIC16F877A

โหลดไฟล์นามสกุล     .hex เข้ามา และกำหนดค่าความถี่เป็น 4MHZ

หน่วยที่ 12 การเขียนโปรแกรมควบคุมสเต็ปมอเตอร์						
การทดลองที่ 12	เรื่อง การเขียนโปรแกรมควบคุมสเต็ปมอเตอร์					
		1 : 30 ชั่วโมง				
1.2 จำลองสถานการณ์และบันทึกผลการทดลองลงในตารางที่ 1 (สถานะ LED ติดไฟ 1 และดับไฟ 0) ตารางที่ 1 ตารางบันทึกผลการทดลอง การเขียน โปรแกรมควบคุมสเต็ปมอเตอร์						
กค สวิตซ์	สถานะMotor หมุน ซ้าย/ขวา	Step	LED4	LED3	LED2	LED1
SW2		1				
		2				
		3				
		4				
SW3		1				
		2				
		3				
		4				
ผลการทดลอง..... ..... ..... ..... ..... ..... .....						

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## หน่วยที่ 12 การเขียนโปรแกรมควบคุมสแตมป์มอเตอร์

การทดลองที่ 12

เรื่อง การเขียนโปรแกรมแปลงสัญญาณอะนาล็อกเป็นดิจิทัล 10 บิต

1 : 30 ชั่วโมง

แบบฝึกหัดคำชี้แจง ข้อสอบมีทั้งหมด 10 ข้อ เวลา 45 นาที

- เขียนโปรแกรมตามโค้ดโปรแกรมที่กำหนดให้พร้อมทั้ง ให้อธิบายความหมายของแต่ละบรรทัดที่กำหนดไว้ (ข้อ 1 มี 5 ข้อย่อย)

1	@DEVICEPIC16F877A,HS_OSC,L	16	IF (stat = 1) THEN
	VP_OFF,BOD_OFF,WDT_OFF	17	lookup rot,[%1100,%0110,%0011,%1001],PORTD
2	S1 VAR PORTA.3	18	if rot = 0 then rot = 4
3	S2 var PORTA.4	19	rot = rot - 1
4	stat var bit	20	else
5	rot var byte	21	lookup rot,[%1100,%0110,%0011,%1001],PORTD
6	TRISA = %111111	22	rot = rot + 1
7	TRISD = %00000000	23	if rot = 4 then rot = 0
8	ADCON1 = 7	24	endif
9	rot = 0	25	GOTO start
10	stat = 0	26	END
11	PORTD = 0		
12	start:		
13	PAUSE 300		
14	if (s1 = 0) then stat = 1		
15	if (s2 = 0) then stat = 0		

หน่วยที่ 12 การเขียนโปรแกรมควบคุมสเต็ปมอเตอร์																																																					
การทดลองที่ 12	เรื่อง การเขียนโปรแกรมควบคุมสเต็ปมอเตอร์	1 : 30 ชั่วโมง																																																			
<p>1.1 จากโค้ดโปรแกรมจงอธิบายความหมายของโค้ดโปรแกรมแต่ละบรรทัด</p> <p>บรรทัดที่ 16.....</p> <p>.....</p> <p>บรรทัดที่ 17 .....</p> <p>.....</p> <p>บรรทัดที่ 18.....</p> <p>.....</p> <p>บรรทัดที่ 21.....</p> <p>.....</p> <p>บรรทัดที่ 22.....</p> <p>.....</p> <p>2. เมื่อแก้ไขโค้ดโปรแกรมจากแบบทดสอบข้อที่ 1 แล้วให้โหลดไฟล์ .hex ลงในไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยใช้วงจรเดิม จำลองสถานการณ์และบันทึกผลการทดลองลงในตารางที่ 2</p> <p style="text-align: center;">ตารางที่ 2 ตารางบันทึกผลการทดลอง โปรแกรมควบคุมสเต็ปมอเตอร์</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>กค สวิทช์</th> <th>สถานะMotor หมุน ซ้าย/ขวา</th> <th>Step</th> <th>LED4</th> <th>LED3</th> <th>LED2</th> <th>LED1</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="4">ข้อที่ 2.1 SW2</td> <td rowspan="4"></td> <td>1</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>3</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>4</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="4">ข้อที่ 2.1 SW3</td> <td rowspan="4"></td> <td>1</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>3</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>4</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			กค สวิทช์	สถานะMotor หมุน ซ้าย/ขวา	Step	LED4	LED3	LED2	LED1	ข้อที่ 2.1 SW2		1					2					3					4					ข้อที่ 2.1 SW3		1					2					3					4				
กค สวิทช์	สถานะMotor หมุน ซ้าย/ขวา	Step	LED4	LED3	LED2	LED1																																															
ข้อที่ 2.1 SW2		1																																																			
		2																																																			
		3																																																			
		4																																																			
ข้อที่ 2.1 SW3		1																																																			
		2																																																			
		3																																																			
		4																																																			

หน่วยที่ 12 การเขียนโปรแกรมควบคุมสเต็ปมิ่งมอเตอร์						
การทดลองที่ 12		เรื่อง การเขียนโปรแกรมควบคุมสเต็ปมิ่งมอเตอร์			1 : 30 ชั่วโมง	
กค สวิตช์	สถานะMotor หมุน ซ้าย/ขวา	Step	LED4	LED3	LED2	LED1
ข้อที่ 2.3 SW2		1				
		2				
		3				
		4				
ข้อที่ 2.4 SW3		1				
		2				
		3				
		4				

2.5 จากการเขียนโปรแกรมควบคุมสเต็ปมิ่งมอเตอร์ ระหว่างโปรแกรมการทดลองแรกกับโปรแกรมการทดลองแบบทดสอบทำการทดลองมีข้อเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไรจงอธิบาย

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ผลการทดลอง.....

.....

.....

.....

**แบบบันทึกคะแนนการวัดภาคปฏิบัติ**  
**เรื่อง โปรแกรมควบคุมสแต็ปปีงมอเตอร์**

ชื่อ-นามสกุล.....กลุ่ม.....รหัสนักศึกษา.....

นักศึกษาระดับ ปวส.2 แผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคนครสวรรค์

คำชี้แจง โปรดใส่เครื่องหมาย / ลงในช่องคะแนนที่ตรงกับการสังเกตของครูผู้สอน โดยเทียบกับ

เกณฑ์ที่กำหนด

คุณลักษณะที่ต้องการวัด	น้ำหนัก คะแนน	คะแนน		
		2	1	0
<b>1. การปฏิบัติงาน</b>				
1.1 เขียนโค้ดโปรแกรมตามที่กำหนด	4	.....	.....	.....
1.2 กำหนดค่าและ Compiler โค้ด โปรแกรม Microcode Studio	2	.....	.....	.....
1.3 วาดวงจรในโปรแกรม Proteus	2	.....	.....	.....
1.4 กำหนดค่าและโหลดไฟล์เข้าไอซี	4	.....	.....	.....
ไมโครคอนโทรลเลอร์	2	.....	.....	.....
1.5 เลือกใช้สแต็ปปีงมอเตอร์ได้ถูกต้อง	2	.....	.....	.....
1.6 เวลาที่ใช้ในการปฏิบัติงาน	2	.....	.....	.....
รวมคะแนน	18			
<b>2. ผลการทดลอง</b>				
2.1 วงจรสามารถรันด้วยโปรแกรม Proteus แสดงผลได้ไม่มี Error	2	.....	.....	.....
2.2 ทิศทางการหมุนของสแต็ปปีงมอเตอร์ได้ถูกต้อง	2	.....	.....	.....
2.3 แสดงสถานะ LED ได้ถูกต้อง	4	.....	.....	.....
2.4 อธิบายผลการทดลองได้ถูกต้อง	4	.....	.....	.....
รวมคะแนน	12			
คะแนนรวม	30			
คะแนนรวมทั้งหมด	30			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## เกณฑ์การให้คะแนน การเขียนโปรแกรมควบคุมสแต็ปปีงมอเตอร์

### 1.การปฏิบัติงาน

#### 1.1 เขียนโค้ดโปรแกรมตามที่กำหนด

- 2 คะแนน เมื่อ ใช้งานโปรแกรม Microcode Studio เขียนโค้ด ได้ถูกต้อง
- 1 คะแนน เมื่อ ใช้งานโปรแกรม Microcode Studio เขียนโค้ด ผิดไม่เกิน 2 จุด
- 0 คะแนน เมื่อ ใช้งานโปรแกรม Microcode Studio เขียนโค้ด ผิดเกินกว่า 2 จุด

#### 1.2 กำหนดค่าและ Compiler โค้ด โปรแกรม Microcode Studio

- 2 คะแนน เมื่อ ใช้งานโปรแกรม Microcode Studio กำหนดค่าและ Compiler โค้ด ได้ถูกต้อง
- 1 คะแนน เมื่อ ใช้งานโปรแกรม Microcode Studio กำหนดค่าและ Compiler โค้ด ผิดไม่เกิน 2 จุด
- 0 คะแนน เมื่อ ใช้งานโปรแกรม Microcode Studio กำหนดค่าและ Compiler โค้ด ผิดเกินกว่า 2 จุด

#### 1.3 วาดวงจรในโปรแกรม Proteus

- 2 คะแนน เมื่อ ใช้งานโปรแกรม Proteus วาดวงจร ได้ถูกต้อง
- 1 คะแนน เมื่อ ใช้งานโปรแกรม Proteus วาดวงจร ผิดไม่เกิน 2 จุด
- 0 คะแนน เมื่อ ใช้งานโปรแกรม Proteus วาดวงจร ผิดเกินกว่า 2 จุด

#### 1.4 กำหนดค่าและโหลดไฟล์เข้าไอซีไมโครฯ

- 3 คะแนน เมื่อ ใช้งานโปรแกรม Proteus กำหนดค่าและโหลดไฟล์ได้ถูกต้อง
- 1 คะแนน เมื่อ ใช้งานโปรแกรม Proteus กำหนดค่าและโหลดไฟล์ ผิดไม่เกิน 2 จุด
- 0 คะแนน เมื่อ ใช้งานโปรแกรม Proteus กำหนดค่าและโหลดไฟล์ ผิดเกินกว่า 2 จุด

#### 1.5 ใช้เครื่องมือ สแต็ปปีงมอเตอร์ได้ถูกต้อง

- 2 คะแนน เมื่อ ใช้งานโปรแกรม Proteus ต่อสแต็ปปีงมอเตอร์ได้ถูกต้อง
- 1 คะแนน เมื่อ ใช้งานโปรแกรม Proteus ต่อสแต็ปปีงมอเตอร์ ผิดไม่เกิน 2 จุด
- 0 คะแนน เมื่อ ใช้งานโปรแกรม Proteus ต่อสแต็ปปีงมอเตอร์ ผิดเกินกว่า 2 จุด

#### 1.6 เวลาที่ใช้ในการปฏิบัติงาน

- 2 คะแนน เมื่อ งานเสร็จก่อนเวลาที่กำหนดหรือภายในระยะเวลาที่กำหนด
- 1 คะแนน เมื่อ งานเสร็จหลังเวลาที่กำหนดไม่เกิน 5 นาที
- 0 คะแนน เมื่อ งานเสร็จหลังเวลาที่กำหนดเกินกว่า 5 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารทบทวนวัสดุสำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2. ผลการทดลอง

2.1 วงจรสามารถรันด้วยโปรแกรม Proteus แสดงผลได้ไม่มี Error

2 คะแนน เมื่อ เริ่มการจำลองสถานการณ์โปรแกรม Proteus ทำงานแสดงผลสมบูรณ์และได้ถูกต้อง

1 คะแนน เมื่อ เริ่มการจำลองสถานการณ์โปรแกรม Proteus ทำงานแสดงผลผิดไม่เกิน 2 จุด

0 คะแนน เมื่อ เริ่มการจำลองสถานการณ์โปรแกรม Proteus ทำงานแสดงผลผิดเกินกว่า 2 จุด

2.2 ทิศทางการหมุนของสเต็ปมอเตอร์ได้ถูกต้อง ได้ถูกต้อง

2 คะแนน เมื่อ จำลองสถานการณ์โปรแกรม Proteus กำหนดความเร็วของมอเตอร์ ได้ถูกต้อง

1 คะแนน เมื่อ จำลองสถานการณ์โปรแกรม Proteus กำหนดความเร็วของมอเตอร์ ผิดไม่เกิน 2 ครั้ง

0 คะแนน เมื่อ จำลองสถานการณ์โปรแกรม Proteus กำหนดความเร็วของมอเตอร์ ผิดเกินกว่า 2 ครั้ง

2.3 สามารถแสดงสถานะ LED ได้ถูกต้อง

2 คะแนน เมื่อ จำลองสถานการณ์โปรแกรม Proteus แสดงสถานะ LED ได้ถูกต้อง

1 คะแนน เมื่อ จำลองสถานการณ์โปรแกรม Proteus แสดงสถานะ LED ผิดไม่เกิน 2 จุด

0 คะแนน เมื่อ จำลองสถานการณ์โปรแกรม Proteus แสดงสถานะ LED ผิดเกินกว่า 2 จุด

2.4 อธิบายผลการทดลองได้ถูกต้อง

2 คะแนน เมื่อ สรุปผลการทดลอง ได้สมบูรณ์และถูกต้อง

1 คะแนน เมื่อ สรุปผลการทดลอง ผิดไม่เกิน 2 จุด

0 คะแนน เมื่อ สรุปผลการทดลอง ผิดเกินกว่า 2 จุด



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ จ 1 แสดงคะแนนที่ได้จากการทำใบงานการทดลองปฏิบัติการการเลียนแบบการทำงาน ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877A ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ 6 ใบงาน เพื่อหาประสิทธิภาพของใบงานการทดลองปฏิบัติการการเลียนแบบการทำงานไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877A ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

คนที่	ใบงานที่(คะแนนเต็ม)					
	1(30)	2(30)	3(30)	4(30)	5(30)	6(30)
1	21	28	26	29	25	29
2	28	29	24	30	28	25
3	22	25	22	28	26	26
4	26	27	25	29	25	27
5	27	27	24	27	27	28
6	28	30	25	26	26	26
7	26	26	27	27	27	25
8	27	30	24	28	29	29
9	25	25	27	30	27	24
10	26	26	25	30	30	29
11	29	25	26	29	26	29
12	27	27	25	28	26	26
13	25	25	27	26	27	25
14	27	26	28	23	25	29
15	26	25	26	21	26	24
16	25	27	25	23	27	25
17	26	26	24	24	26	26
18	24	26	21	25	29	27
19	27	25	28	27	29	27
20	25	25	22	21	30	26
21	28	28	20	21	25	29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ จ 1 (ต่อ) แสดงคะแนนที่ได้จากการทำใบงานการทดลองปฏิบัติการการเลียนแบบการทำงานไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877A ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ 6 ใบงาน เพื่อหาประสิทธิภาพของใบงานการทดลองปฏิบัติการการเลียนแบบการทำงานไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877A ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

คนที่	ใบงานปฏิบัติการที่(คะแนนเต็ม)					
	1(30)	2(30)	3(30)	4(30)	5(30)	6(30)
22	26	29	23	24	28	25
23	28	25	27	26	26	26
24	27	27	25	23	25	27
25	27	27	23	26	27	28
26	27	24	25	26	27	21
27	28	24	22	23	26	21
28	26	22	30	27	28	21
29	28	22	28	21	23	23
30	28	22	26	22	24	22
รวม	790	780	750	770	800	775
เฉลี่ย	26.33	26	25	25.66	26.66	25.83
เฉลี่ยร้อยละ	87.77	86.66	83.33	85.50	88.88	86.11
เฉลี่ยร้อยละทั้งหมด	$E_1 = 86.37$					

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ๒ แสดงคะแนนที่ได้จากการทดลองใบงานรวมจำนวน 1 ใบงาน เพื่อหาประสิทธิภาพ  
ของใบงานรวมจำนวน 1 ใบงาน

คนที่	คะแนนสอบหลังการทดลอง
	30 คะแนน
1	27
2	26
3	25
4	22
5	26
6	23
7	25
8	24
9	24
10	26
11	27
12	24
13	22
14	25
15	27
16	25
17	26
18	21
19	23
20	23
21	24
22	22
23	25
24	27
25	25
26	26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ จ 2 (ต่อ) แสดงคะแนนที่ได้จากการทดลองใบงานรวมจำนวน 1 ใบงาน เพื่อหาประสิทธิภาพของใบงานรวมจำนวน 1 ใบงาน

คนที่	คะแนนสอบหลังการทดลอง
	30 คะแนน
27	21
28	23
29	23
30	24
รวม	731
เฉลี่ย	24.36
เฉลี่ยร้อยละ	81.22
เฉลี่ยร้อยละทั้งหมด	$E_2 = 81.22$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ จ 3 แสดงค่าเฉลี่ยผลการวิเคราะห์ดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับ  
วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของผู้ทรงคุณวุฒิ เรื่อง การเขียน โปรแกรมแสดงผลด้วยโมดูล LCD

แบบทดสอบ (ข้อที่)	ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ					รวม	ค่าเฉลี่ย
	คนที่1	คนที่2	คนที่3	คนที่4	คนที่5		
1	1	1	1	1	1	5	1
2	1	1	1	1	1	5	1
3	1	1	1	1	1	5	1
4	1	1	1	1	1	5	1
5	1	1	1	1	1	5	1
6	1	1	1	0	1	4	0.8
7	1	1	1	1	1	5	1
8	1	1	1	1	1	5	1

ตารางที่ จ 4 แสดงค่าเฉลี่ยผลการวิเคราะห์ดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับ  
วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของผู้ทรงคุณวุฒิ เรื่อง การเขียน โปรแกรมแปลงสัญญาณอะนาล็อกเป็น  
ดิจิทัล A/D 10 บิต

แบบทดสอบ (ข้อที่)	ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ					รวม	ค่าเฉลี่ย
	คนที่1	คนที่2	คนที่3	คนที่4	คนที่5		
1	1	1	1	1	1	5	1
2	1	1	1	1	1	5	1
3	1	1	1	1	1	5	1
4	1	1	1	1	1	5	1
5	1	1	1	1	1	5	1
6	1	1	1	1	1	5	1
7	1	1	1	1	1	5	1
8	1	1	1	1	1	5	1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ จ 5 แสดงค่าเฉลี่ยผลการวิเคราะห์ดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับ  
วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของผู้ทรงคุณวุฒิ เรื่อง การเขียนโปรแกรมอ่านค่าอุณหภูมิจากไอซี  
DS18B20

แบบทดสอบ (ข้อที่)	ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ					รวม	ค่าเฉลี่ย
	คนที่1	คนที่2	คนที่3	คนที่4	คนที่5		
1	1	1	1	1	1	5	1
2	1	1	1	1	1	5	1
3	1	1	1	1	1	5	1
4	1	1	1	1	1	5	1
5	1	1	1	1	1	5	1
6	1	1	1	1	1	5	1
7	1	1	1	1	1	5	1
8	1	1	1	1	1	5	1

ตารางที่ จ 6 แสดงค่าเฉลี่ยผลการวิเคราะห์ดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับ  
วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของผู้ทรงคุณวุฒิ เรื่อง การเขียนโปรแกรมกำเนิดสัญญาณ PWM

แบบทดสอบ (ข้อที่)	ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ					รวม	ค่าเฉลี่ย
	คนที่1	คนที่2	คนที่3	คนที่4	คนที่5		
1	1	1	1	1	1	5	1
2	1	1	1	1	1	5	1
3	1	1	1	1	1	5	1
4	1	1	1	1	1	5	1
5	1	1	1	1	1	5	1
6	1	1	1	1	1	5	1
7	1	1	1	1	1	5	1
8	1	1	1	1	1	5	1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ จ 7 แสดงค่าเฉลี่ยผลการวิเคราะห์ดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับ  
วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของผู้ทรงคุณวุฒิ เรื่อง การเขียนโปรแกรมควบคุมความเร็วมอเตอร์ดีซี

แบบทดสอบ (ข้อที่)	ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ					รวม	ค่าเฉลี่ย
	คนที่1	คนที่2	คนที่3	คนที่4	คนที่5		
1	1	1	1	1	1	5	1
2	1	1	1	1	1	5	1
3	1	1	1	1	1	5	1
4	1	1	1	1	1	5	1
5	1	1	1	1	1	5	1
6	1	1	1	1	1	5	1
7	1	1	1	1	1	5	1
8	1	1	1	1	1	5	1

ตารางที่ จ 8 แสดงค่าเฉลี่ยผลการวิเคราะห์ดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับ  
วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของผู้ทรงคุณวุฒิ เรื่อง การเขียนโปรแกรมควบคุมสปีดปั๊มมอเตอร์

แบบทดสอบ (ข้อที่)	ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ					รวม	ค่าเฉลี่ย
	คนที่1	คนที่2	คนที่3	คนที่4	คนที่5		
1	1	1	1	1	1	5	1
2	1	1	1	1	1	5	1
3	1	1	1	1	1	5	1
4	1	1	1	1	1	5	1
5	1	1	1	1	1	5	1
6	1	1	1	1	1	5	1
7	1	1	1	1	1	5	1
8	1	1	1	1	1	5	1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ๑๑ แสดงค่าเฉลี่ยผลการวิเคราะห์ดัชนีความสอดคล้องระหว่างใบงานรวมจำนวน 1 ใบงาน กับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของผู้ทรงคุณวุฒิ

แบบทดสอบ		ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ					รวม	ค่าเฉลี่ย
ตอนที่	ข้อที่	คนที่1	คนที่2	คนที่3	คนที่4	คนที่5		
1	1.1	1	1	1	1	1	5	1
	1.2	1	1	1	1	1	5	1
	1.3	1	1	1	1	1	5	1
	1.4	1	1	1	1	1	5	1
	1.5	1	1	1	1	1	5	1
2	2.1	1	1	1	1	1	5	1
	2.2	1	1	1	1	1	5	1
	2.3	1	1	1	1	1	5	1
	2.4	1	1	1	1	1	5	1
	2.5	1	1	1	1	1	5	1
3	3.1	1	1	1	1	1	5	1
	3.2	1	1	1	1	1	5	1
	3.3	1	1	1	1	1	5	1
	3.4	1	1	1	1	1	5	1
	3.5	1	1	1	1	1	5	1
4	4.1	1	1	1	1	1	5	1
	4.2	1	1	1	1	1	5	1
	4.3	1	1	1	1	1	5	1
	4.4	1	1	1	1	1	5	1
	4.5	1	1	1	1	1	5	1
5	5.1	1	1	1	1	1	5	1
	5.2	1	1	1	1	1	5	1
	5.3	1	1	1	1	1	5	1
	5.4	1	1	1	1	1	5	1
	5.5	1	1	1	1	1	5	1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ จ 9 (ต่อ) แสดงค่าเฉลี่ยผลการวิเคราะห์ดัชนีความสอดคล้องระหว่างใบงานรวมจำนวน 1 ใบงานกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของผู้ทรงคุณวุฒิ

แบบทดสอบ		ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ					รวม	ค่าเฉลี่ย
ตอนที่	ข้อที่	คนที่1	คนที่2	คนที่3	คนที่4	คนที่5		
6	6.1	1	1	1	1	1	5	1
	6.2	1	1	1	1	1	5	1
	6.3	1	1	1	1	1	5	1
	6.4	1	1	1	1	1	5	1
	6.5	1	1	1	1	1	5	1

ตารางที่ จ 10 แสดงค่าเฉลี่ยผลการวิเคราะห์ความตรงตามเนื้อหาของผู้ทรงคุณวุฒิ แบบสังเกตพฤติกรรมทั่วไป เรื่องการเขียนโปรแกรมแสดงผลด้วยไมโคร LCD

พฤติกรรม	ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ					รวม	ค่าเฉลี่ย
	1	2	3	4	5		
เขียนโค้ดโปรแกรมตามที่กำหนด	1	1	1	1	1	5	1
กำหนดค่าและ Compiler โค้ด โปรแกรม Microcode Studio	1	1	1	1	1	5	1
วาดวงจรในโปรแกรม Proteus	1	1	1	1	1	5	1
กำหนดค่าและ โหลดไฟล์เข้าไอซีไมโครฯ	1	1	1	1	1	5	1
เลือกใช้งานอุปกรณ์แสดงผล LCD ได้ตามที่กำหนด	1	1	1	1	1	5	1
เวลาที่ใช้ในการปฏิบัติงาน	1	1	1	1	1	5	1
วงจรสามารถรันด้วยโปรแกรม Proteus แสดงผลได้ ไม่มี Error	1	1	0	1	1	4	0.8
การแสดงผลข้อมูลแบบ 4 บิต ได้ถูกต้อง	1	1	1	1	1	5	1
การแสดงผลข้อมูลแบบ 8 บิต ได้ถูกต้อง	1	1	1	1	1	5	1
อธิบายผลการทดลองได้ถูกต้อง	1	1	1	1	1	5	1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ จ 11 แสดงค่าเฉลี่ยผลการวิเคราะห์ความตรงตามเนื้อหาของผู้ทรงคุณวุฒิ แบบสังเกต  
พฤติกรรมทั่วไป เรื่องการเขียน โปรแกรมแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิทัล A/D 10 บิต

พฤติกรรม	ความคิดเห็นของ ผู้ทรงคุณวุฒิ					รวม	ค่าเฉลี่ย
	1	2	3	4	5		
เขียน โค้ด โปรแกรมตามที่กำหนด	1	1	1	1	1	5	1
กำหนดค่าและ Compiler โค้ด โปรแกรม Microcode Studio	1	1	1	1	1	5	1
วาดรูปวงจรใน โปรแกรม Proteus	1	1	1	1	1	5	1
กำหนดค่าและ โหลดไฟล์เข้า ไอซีไมโครฯ	1	1	1	1	1	5	1
เลือกใช้เครื่องมือ โวลต์มิเตอร์วัดแรงดันของ โปรแกรมได้	1	1	1	1	1	5	1
เวลาที่ใช้ในการปฏิบัติงาน	1	1	1	1	1	5	1
วงจรสามารถรันด้วย โปรแกรม Proteus แสดง ผลได้ไม่มี Error	1	1	1	1	1	5	1
ได้สถานะ LED และได้ค่าแสดงผล LCD ถูกต้อง	1	1	1	1	1	5	1
ค่าแรงดันจากการใช้โวลต์มิเตอร์ได้ถูกต้อง	1	1	1	1	1	5	1
อธิบายผลการทดลองได้ถูกต้อง	1	1	1	1	1	5	1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ จ 12 แสดงค่าเฉลี่ยผลการวิเคราะห์ความตรงตามเนื้อหาของผู้ทรงคุณวุฒิ แบบสังเกต  
พฤติกรรมทั่วไป เรื่องการเขียน โปรแกรมอ่านค่าอุณหภูมิจากไอซี DS18B20

พฤติกรรม	ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ					รวม	ค่าเฉลี่ย
	1	2	3	4	5		
เขียนโค้ดโปรแกรมตามที่กำหนด	1	1	1	1	1	5	1
กำหนดค่าและ Compiler โค้ดโปรแกรม Microcode Studio	1	1	1	1	1	5	1
วาดวงจรในโปรแกรม Proteus	1	1	1	1	1	5	1
กำหนดค่าและ โหลดไฟล์เข้า ไอซีไมโครฯ	1	1	1	1	1	5	1
เลือกใช้และกำหนดค่าอุปกรณ์ DS18B20 ใน วงจรได้	1	1	1	1	1	5	1
ต่อวงจร โมดูล LDC แสดงผลแบบ 4 บิตได้ ถูกต้อง	1	1	1	1	1	5	1
เวลาที่ใช้ในการปฏิบัติงาน	1	1	1	1	1	5	1
วงจรสามารถรันด้วยโปรแกรม Proteus แสดง ผลได้ไม่มี Error	1	1	1	1	1	5	1
ได้สถานะหลอด LED ได้ถูกต้อง	1	1	1	1	1	5	1
ได้ค่าองศา C และองศา F แสดงผลทางจอ LCD ได้ถูกต้อง	1	1	1	1	1	5	1
อธิบายผลการทดสอบได้ถูกต้อง	1	1	1	1	1	5	1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ จ 13 แสดงค่าเฉลี่ยผลการวิเคราะห์ความตรงตามเนื้อหาของผู้ทรงคุณวุฒิ แบบสังเกต  
พฤติกรรมทั่วไป เรื่องการเขียน โปรแกรมกำเนิดสัญญาณ PWM

พฤติกรรม	ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ					รวม	ค่าเฉลี่ย
	1	2	3	4	5		
เขียนโค้ดโปรแกรมตามที่กำหนด	1	1	1	1	1	5	1
กำหนดค่าและ Compiler โค้ดโปรแกรม Microcode Studio	1	1	1	1	1	5	1
วาดวงจรในโปรแกรม Proteus	1	1	1	1	1	5	1
กำหนดค่าและโหลดไฟล์เข้าไอซีไมโครฯ	1	1	1	1	1	5	1
ใช้เครื่องมือออสซิลโลสโคปวัดสัญญาณได้ถูกต้อง	1	1	1	1	1	5	1
เวลาที่ใช้ในการปฏิบัติงาน	1	1	1	1	1	5	1
วงจรสามารถรันด้วยโปรแกรม Proteus แสดงผลได้ไม่มี Error	1	1	1	1	1	5	1
ได้สถานะหลอดไฟ LAMP ได้ถูกต้อง	1	1	1	1	1	5	1
ได้ค่า Duty Cycle แสดงผลทางจอ LCD ได้ถูกต้อง	1	1	1	1	1	5	1
อธิบายผลการทดลองได้ถูกต้อง	1	1	1	1	1	5	1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ จ 14 แสดงค่าเฉลี่ยผลการวิเคราะห์ความตรงตามเนื้อหาของผู้ทรงคุณวุฒิ แบบสังเกต  
พฤติกรรมทั่วไป การเขียนโปรแกรมควบคุมความเร็วมอเตอร์ดีซี

พฤติกรรม	ความคิดเห็นของ ผู้ทรงคุณวุฒิ					รวม	ค่าเฉลี่ย
	1	2	3	4	5		
เขียนโค้ดโปรแกรมตามที่กำหนด	1	1	1	1	1	5	1
กำหนดค่าและ Compiler โค้ดโปรแกรม Microcode Studio	1	1	1	1	1	5	1
วาดวงจรในโปรแกรม Proteus	1	1	1	1	1	5	1
กำหนดค่าและโหลดไฟล์เข้าไอซีไมโครฯ	1	1	1	1	1	5	1
ใช้เครื่องมือออสซิลโลสโคปวัดรูปคลื่นสัญญาณได้	1	1	1	1	1	5	1
เวลาที่ใช้ในการปฏิบัติงาน	1	1	1	1	1	5	1
วงจรสามารถรันด้วยโปรแกรม Proteus แสดงผลได้ ไม่มี Error	1	1	1	1	1	5	1
สามารถกำหนดความเร็วของมอเตอร์ ได้ถูกต้อง	1	1	1	1	1	5	1
สามารถวัดรูปคลื่นจากออสซิลโลสโคป ได้ถูกต้อง	1	1	1	1	1	5	1
อธิบายผลการทดลองได้ถูกต้อง	1	1	1	1	1	5	1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ จ 15 แสดงค่าเฉลี่ยผลการวิเคราะห์ความตรงตามเนื้อหาของผู้ทรงคุณวุฒิ แบบสังเกต  
พฤติกรรมทั่วไป เรื่องการเขียน โปรแกรมควบคุมสตีปิ้งมอเตอร์

พฤติกรรม	ความคิดเห็นของ ผู้ทรงคุณวุฒิ					รวม	ค่าเฉลี่ย
	1	2	3	4	5		
เขียนโค้ดโปรแกรมตามที่กำหนด	1	1	1	1	1	5	1
กำหนดค่าและ Compiler โค้ด โปรแกรม Microcode Studio	1	1	1	1	1	5	1
วาดวงจรในโปรแกรม Proteus	1	1	1	1	1	5	1
กำหนดค่าและโหลดไฟล์เข้าไอซีไมโครฯ	1	1	1	1	1	5	1
ใช้เครื่องมือออสซิลโลสโคปวัดรูปคลื่นสัญญาณได้	1	1	1	1	1	5	1
เวลาที่ใช้ในการปฏิบัติงาน	1	1	1	1	1	5	1
วงจรสามารถรันด้วยโปรแกรม Proteus แสดงผลได้ ไม่มี Error	1	1	1	1	1	5	1
สามารถกำหนดความเร็วของมอเตอร์ ได้ถูกต้อง	1	1	1	1	1	5	1
สามารถวัดรูปคลื่นจากออสซิลโลสโคป ได้ถูกต้อง	1	1	1	1	1	5	1
อธิบายผลการทดลองได้ถูกต้อง	1	1	1	1	1	5	1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 16 แสดงค่าเฉลี่ยผลการวิเคราะห์ความตรงตามเนื้อหาของผู้ทรงคุณวุฒิ แบบสังเกต  
พฤติกรรมทั่วไปของใบงานรวมจำนวน 1 ใบงาน (ภาคปฏิบัติ)

พฤติกรรม	ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ					รวม	ค่าเฉลี่ย
	1	2	3	4	5		
เขียนโค้ดโปรแกรมตามที่กำหนด	1	1	1	1	1	5	1
วาดรูปวงจร Schematics ตามวงจรที่กำหนด	1	1	1	1	1	5	1
กำหนดค่าอุปกรณ์ในวงจร	1	1	1	1	1	5	1
Compiler โค้ด โปรแกรมและโหลดไฟล์เข้าไอซีไมโครฯ	1	1	1	1	1	5	1
ใช้เครื่องมือวัดสัญญาณวัดจุดต่างๆ ของวงจรตามใบงานที่กำหนด	1	1	1	1	1	5	1
เลือกใช้อุปกรณ์ประกอบวงจร ให้วงจรทำงานได้สมบูรณ์	1	1	1	1	1	5	1
เวลาที่ใช้ในการปฏิบัติงาน	1	1	1	1	1	5	1
ประกอบวงจรได้ถูกต้องสมบูรณ์	1	1	1	1	1	5	1
วงจรสามารถรันด้วยโปรแกรม Proteus แสดงผลได้ไม่มี Error	1	1	1	1	1	5	1
แสดงผลสถานะต่างๆ ตามใบงานที่กำหนดได้ถูกต้อง	1	1	1	1	1	5	1
อธิบายผลการทดลองได้ถูกต้อง	1	1	1	1	1	5	1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ จ 17 แสดงค่าเฉลี่ยผลการวิเคราะห์น้ำหนักคะแนนของผู้ทรงคุณวุฒิ แบบสังเกตพฤติกรรม  
ทั่วไป เรื่อง การเขียนโปรแกรมแสดงผลด้วยโมดูล LCD

พฤติกรรม	น้ำหนัก คะแนน	ความคิดเห็นของ ผู้ทรงคุณวุฒิ					รวม	ค่าเฉลี่ย
		1	2	3	4	5		
เขียนโค้ดโปรแกรมตามที่กำหนด	4	0	1	1	1	1	4	0.8
กำหนดค่าและ Compiler โค้ด โปรแกรม Microcode Studio	2							
		1	1	1	1	1	5	1
วาดวงจรในโปรแกรม Proteus	4	0	1	1	1	1	4	0.8
กำหนดค่าและ โหลดไฟล์เข้าไอซี ไมโครฯ	2							
		1	1	1	1	1	5	1
เลือกใช้งานอุปกรณ์แสดงผล LCD ได้ ตามที่กำหนด	2							
		1	1	1	1	1	5	1
เวลาที่ใช้ในการปฏิบัติงาน	2	1	1	1	1	1	5	1
วงจรสามารถรันด้วยโปรแกรม Proteus แสดงผลได้ไม่มี Error	2							
		1	1	1	1	1	5	1
การแสดงผลข้อมูลแบบ 4 บิต ได้ ถูกต้อง	4							
		1	1	1	1	1	5	1
การแสดงผลข้อมูลแบบ 8 บิต ได้ ถูกต้อง	4							
		1	1	1	1	1	5	1
อธิบายผลการทดลองได้ถูกต้อง	4	1	1	1	1	1	5	1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ๑ 18 แสดงค่าเฉลี่ยผลการวิเคราะห์หน้าห้กคะแนนของผู้ทรงคุณวุฒิ แบบสังเกตพฤติกรรม  
ทั่วไป เรื่อง การเขียน โปรแกรมแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิตอล A/D 10 บิต

พฤติกรรม	น้ำหนัก คะแนน	ความคิดเห็นของ ผู้ทรงคุณวุฒิ					รวม	ค่าเฉลี่ย
		1	2	3	4	5		
เขียนโค้ด โปรแกรมตามที่กำหนด	4	0	1	1	1	1	4	0.8
กำหนดค่าและ Compiler โค้ด โปรแกรม Microcode Studio	2	1	1	1	1	1	5	1
วาดรูปวงจรใน โปรแกรม Proteus	4	0	1	1	1	1	4	0.8
กำหนดค่าและ โหลดไฟล์เข้า ไอซี ไมโครฯ	2	1	1	1	1	1	5	1
เลือกใช้เครื่องมือ โวลต์มิเตอร์วัด แรงดันของ โปรแกรมได้	2	1	1	1	1	1	5	1
เวลาที่ใช้ในการปฏิบัติงาน	2	1	1	1	1	1	5	1
วงจรสามารถรันด้วย โปรแกรม Proteus แสดงผลได้ไม่มี Error	2	1	1	1	1	1	5	1
ได้สถานะ LED และได้ค่าแสดงผล LCD ถูกต้อง	4	1	1	1	1	1	5	1
ค่าแรงดันจากการใช้โวลต์มิเตอร์ได้ ถูกต้อง	4	1	1	1	1	1	5	1
อธิบายผลการทดลองได้ถูกต้อง	4	1	1	1	1	1	5	1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 19 แสดงค่าเฉลี่ยผลการวิเคราะห์น้ำหนักคะแนนของผู้ทรงคุณวุฒิ แบบสังเกตพฤติกรรม  
ทั่วไป เรื่อง การเขียนโปรแกรมอ่านค่าอุณหภูมิจากไอซี DS18B20

พฤติกรรม	น้ำหนัก คะแนน	ความคิดเห็นของ ผู้ทรงคุณวุฒิ					รวม	ค่าเฉลี่ย
		1	2	3	4	5		
เขียนโค้ดโปรแกรมตามที่กำหนด	4	0	1	1	1	1	4	0.8
กำหนดค่าและ Compiler โค้ด โปรแกรม Microcode Studio	2	1	1	1	1	1	5	1
วาดวงจรใน โปรแกรม Proteus	4	0	1	1	1	1	4	0.8
กำหนดค่าและ โหลดไฟล์เข้า ไอซี ไมโครฯ	2	1	1	1	1	1	5	1
เลือกใช้และกำหนดค่าอุปกรณ์ DS18B20 ในวงจรได้	4	1	1	1	1	1	5	1
ต่อวงจร โมดูล LDC แสดงผลแบบ 4 บิตได้ถูกต้อง	2	1	1	1	1	1	5	1
เวลาที่ใช้ในการปฏิบัติงาน	4	1	1	1	1	1	5	1
วงจรสามารถรันด้วย โปรแกรม Proteus แสดงผลได้ไม่มี Error	2	1	1	1	1	1	5	1
ได้สถานะหลอด LED ได้ถูกต้อง	2	1	1	1	1	1	5	1
ได้ค่าองศา C และองศา F แสดงผลทาง จอ LCD ได้ถูกต้อง	4	1	1	1	1	1	5	1
อธิบายผลการทดลองได้ถูกต้อง	4	1	1	1	1	1	5	1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 20 แสดงค่าเฉลี่ยผลการวิเคราะห์น้ำหนักคะแนนของผู้ทรงคุณวุฒิ แบบสังเกตพฤติกรรม  
ทั่วไป เรื่อง การเขียนโปรแกรมกำเนิดสัญญาณ PWM

พฤติกรรม	น้ำหนัก คะแนน	ความคิดเห็นของ ผู้ทรงคุณวุฒิ					รวม	ค่าเฉลี่ย
		1	2	3	4	5		
เขียนโค้ดโปรแกรมตามที่กำหนด	4	0	1	1	1	1	4	0.8
กำหนดค่าและ Compiler โค้ด โปรแกรม Microcode Studio	2	1	1	1	1	1	5	1
วาดวงจรในโปรแกรม Proteus	4	0	1	1	1	1	4	0.8
กำหนดค่าและโหลดไฟล์เข้าไอซี ไมโครฯ	2	1	1	1	1	1	5	1
ใช้เครื่องมือออสซิลโลสโคปวัด สัญญาณได้ถูกต้อง	4	1	1	1	1	1	5	1
เวลาที่ใช้ในการปฏิบัติงาน	2	1	1	1	1	1	5	1
วงจรสามารถรันด้วยโปรแกรม Proteus แสดงผลได้ไม่มี Error	2	1	1	1	1	1	5	1
ได้สถานะหลอดไฟ LAMP ได้ถูกต้อง	2	1	1	1	1	1	5	1
ได้ค่า Duty Cycle แสดงผลทางจอ LCD ได้ถูกต้อง	4	1	1	1	1	1	5	1
อธิบายผลการทดลองได้ถูกต้อง	4	1	1	1	1	1	5	1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ จ 21 แสดงค่าเฉลี่ยผลการวิเคราะห์หน้านักคะแนนของผู้ทรงคุณวุฒิ แบบสังเกตพฤติกรรม  
ทั่วไป เรื่อง การเขียนโปรแกรมควบคุมความเร็วมอเตอร์ดีซี

พฤติกรรม	น้ำหนัก คะแนน	ความคิดเห็นของ ผู้ทรงคุณวุฒิ					รวม	ค่าเฉลี่ย
		1	2	3	4	5		
เขียนโค้ดโปรแกรมตามที่กำหนด	4	0	1	1	1	1	4	0.8
กำหนดค่าและ Compiler โค้ด โปรแกรม Microcode Studio	2	1	1	1	1	1	5	1
วาดวงจรในโปรแกรม Proteus	4	0	1	1	1	1	4	0.8
กำหนดค่าและโหลดไฟล์เข้าไอซี ไมโครฯ	2	1	1	1	1	1	5	1
ใช้เครื่องมือออสซิลโลสโคปวัดรูป คลื่นสัญญาณได้	4	1	1	1	1	1	5	1
เวลาที่ใช้ในการปฏิบัติงาน	2	1	1	1	1	1	5	1
วงจรสามารถรันด้วยโปรแกรม Proteus แสดงผลได้ไม่มี Error	2	1	1	1	1	1	5	1
สามารถกำหนดความเร็วของมอเตอร์ ได้ถูกต้อง	4	1	1	1	1	1	5	1
สามารถวัดรูปคลื่นจาก ออสซิลโลสโคป ได้ถูกต้อง	2	1	1	1	1	1	5	1
อธิบายผลการทดลองได้ถูกต้อง	4	1	1	1	1	1	5	1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ จ 22 แสดงค่าเฉลี่ยผลการวิเคราะห์น้ำหนักคะแนนของผู้ทรงคุณวุฒิ แบบสังเกตพฤติกรรม  
ทั่วไป เรื่อง การเขียนโปรแกรมควบคุมสตีปิ้งมอเตอร์

พฤติกรรม	น้ำหนัก คะแนน	ความคิดเห็นของ ผู้ทรงคุณวุฒิ					รวม	ค่าเฉลี่ย
		1	2	3	4	5		
เขียนโค้ดโปรแกรมตามที่กำหนด	4	0	1	1	1	1	4	0.8
กำหนดค่าและ Compiler โค้ด โปรแกรม Microcode Studio	2							
วาดวงจรในโปรแกรม Proteus	4	0	1	1	1	1	4	0.8
กำหนดค่าและโหลดไฟล์เข้าไอซี ไมโครฯ	2							
ใช้เครื่องมือออสซิลโลสโคปวัดรูป คลื่นสัญญาณได้	4							
เวลาที่ใช้ในการปฏิบัติงาน	2	1	1	1	1	1	5	1
วงจรสามารถรันด้วยโปรแกรม Proteus แสดงผลได้ไม่มี Error	2							
สามารถกำหนดความเร็วของมอเตอร์ ได้ถูกต้อง	4							
สามารถวัดรูปคลื่นจาก ออสซิลโลสโคป ได้ถูกต้อง	2							
อธิบายผลการทดลองได้ถูกต้อง	4	1	1	1	1	1	5	1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ จ 23 แสดงค่าเฉลี่ยผลการวิเคราะห์น้ำหนักคะแนนของผู้ทรงคุณวุฒิ แบบสังเกตพฤติกรรม  
ทั่วไปของใบงานรวมจำนวน 1 ใบงาน (ภาคปฏิบัติ)

พฤติกรรม	น้ำหนัก คะแนน	ความคิดเห็นของ ผู้ทรงคุณวุฒิ					รวม	ค่า เฉลี่ย
		1	2	3	4	5		
เขียนโค้ดโปรแกรมตามที่กำหนด	4	0	1	1	1	1	4	0.8
วาดรูปวงจร Schematics ตามวงจรที่กำหนด	2	1	1	1	1	1	5	1
กำหนดค่าอุปกรณ์ในวงจร	4	1	1	1	1	1	5	1
Compiler โค้ดโปรแกรมและโหลดไฟล์เข้าไอซี ไมโครฯ	2	1	1	1	1	1	5	1
ใช้เครื่องมือวัดสัญญาณวัดจุดต่างๆ ของวงจรตาม ใบงานที่กำหนด	4	1	1	1	1	1	5	1
เลือกใช้อุปกรณ์ประกอบวงจร ให้วงจรทำงานได้ สมบูรณ์	2	1	1	1	1	1	5	1
เวลาที่ใช้ในการปฏิบัติงาน	2	1	1	1	1	1	5	1
ประกอบวงจร ได้ถูกต้องสมบูรณ์	2	0	1	1	1	1	4	0.8
วงจรสามารถรันด้วยโปรแกรม Proteus แสดง ผลได้ไม่มี Error	4	1	1	1	1	1	5	1
แสดงผลสถานะ ต่างๆ ตามใบงานที่กำหนดได้ ถูกต้อง	2	1	1	1	1	1	5	1
อธิบายผลการทดลอง ได้ถูกต้อง	2	1	1	1	1	1	5	1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ใบงานรวม (ภาคปฏิบัติ)

### วิชา ไมโครคอนโทรลเลอร์

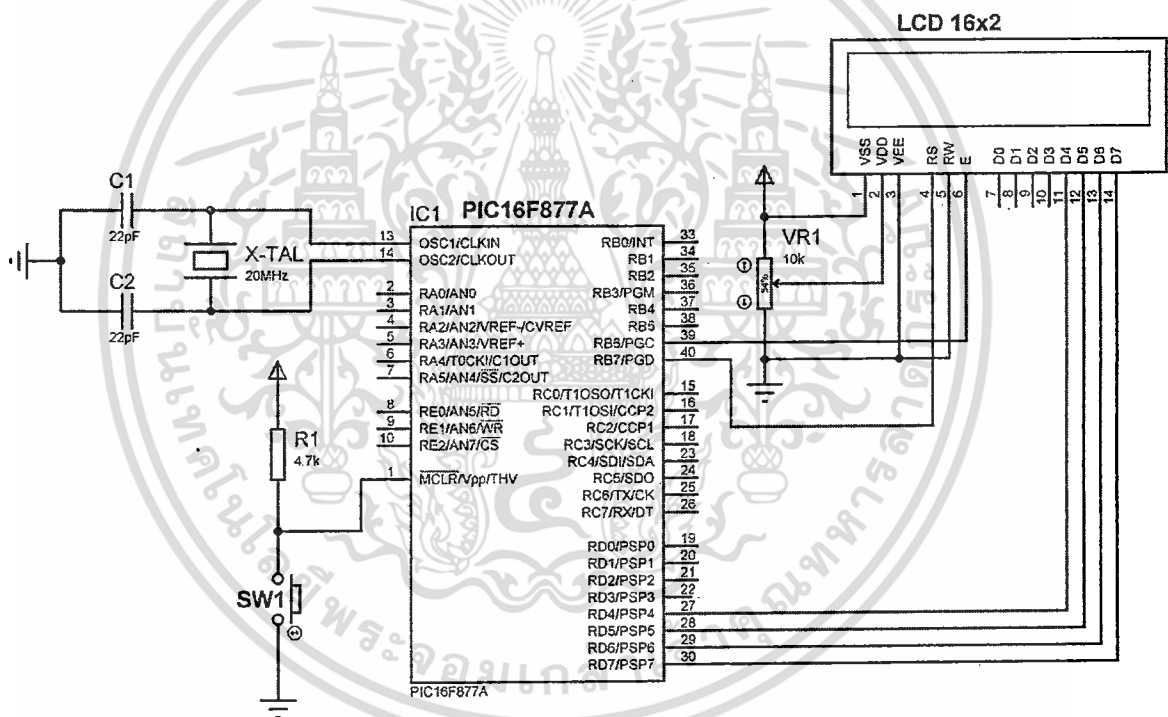
นักศึกษาระดับชั้น ปวส. สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ เวลา 1 ชั่วโมง 30 นาที

คำชี้แจง ใบงานรวมมีทั้งหมด 6 ตอน ตอนละ 5 ข้อ รวมทั้งหมด 30 ข้อ

ตอนที่ 1 การเขียนโปรแกรมแสดงผลด้วยโมดูล LCD

คำชี้แจง ข้อสอบมีทั้งหมด 5 ข้อ

1.1 ต่วงจรตามรูปที่ 1 ในโปรแกรม Proteus โหมคการทำงาน 4 บิต



รูปที่ 1 วงจรแสดงผลแบบ 4 บิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

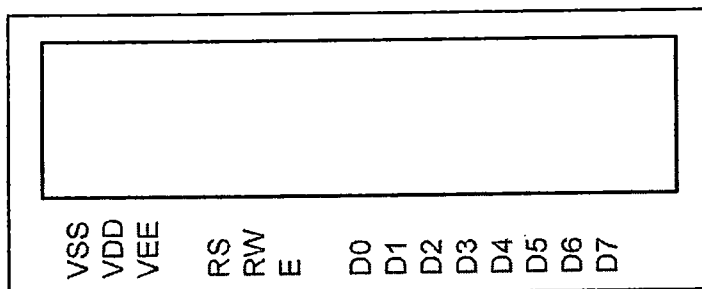
1.2 เขียนโค้ดโปรแกรมภาษาเบสิกดังต่อไปนี้

```

โปรแกรมชุดที่ 1 โหมดการทำงานแบบ 4 บิต

@DEVICE PIC16F877A,HS_OSC,LVP_OFF,BOD_OFF,WDT_OFF
DEFINE OSC 20
DEFINE LCD_DREG PORTD 1.1
DEFINE LCD_DBIT 4 1.2
DEFINE LCD_RSREG PORTB
DEFINE LCD_RSBIT 7
DEFINE LCD_EREG PORTB 1.3
DEFINE LCD_EBIT 6
DEFINE LCD_BITS 4 1.4
PAUSE 1500
Loop: LCDOut $fe, 1 1.5
    LCDOut "LCD LAB" 1.6
    PAUSE 1000
    LCDOut $fe,$C0 1.7
    LCDOut "Electronics"
    PAUSE 1000
GOTO start
END
    
```

1.3 ทดลองจำลองสถานการณ์ แบบการทำงาน 4 บิต รูปที่ 1 และบันทึกผลการทดลองในจอแสดงผล LCD ด้านล่างนี้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 จากโปรแกรมชุดที่ 1 โหมดการทำงานแบบ 4 บิต เมื่อโปรแกรมแสดงผลออกจอ LCD ถ้าเราต้องการให้ คำว่า ELECTRONICS ติดค้างไม่กระพริบสลับ ควรแก้ไขเพิ่มหรือลบโปรแกรมบรรทัดไหนจงอธิบายพร้อมแก้ไขให้ถูกต้อง

.....

.....

.....

1.5 สรุปผลการทดลอง แบบโหมดการทำงานแบบ 4 บิต

.....

.....

.....

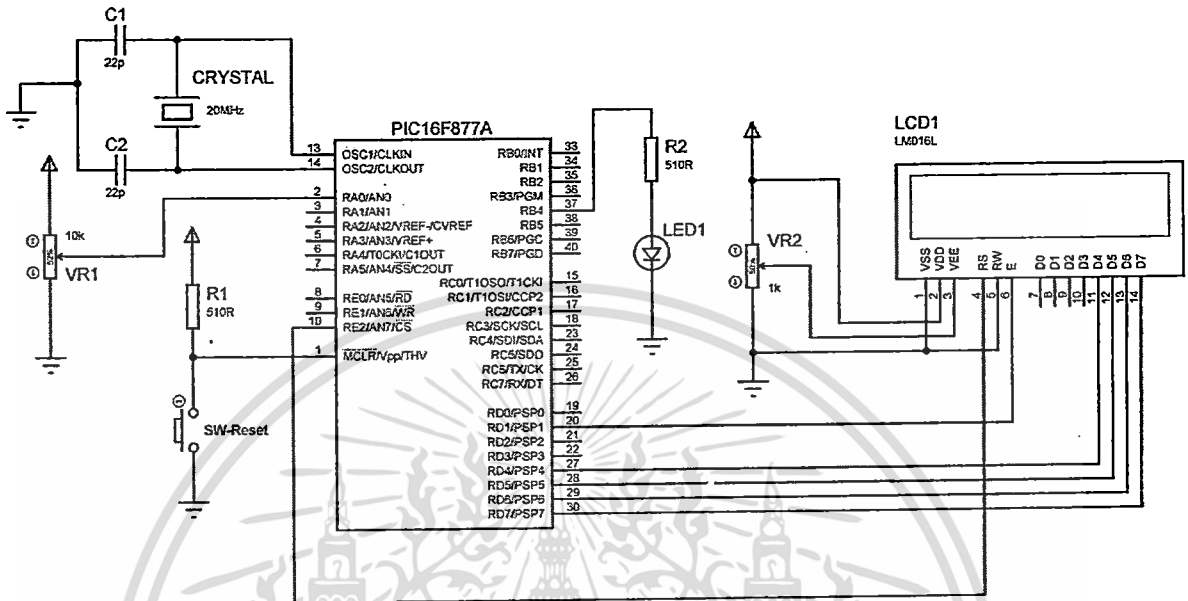


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตอนที่ 2 การเขียนโปรแกรมแปลงสัญญาณอะนาล็อกเป็นดิจิทัล

คำชี้แจง ข้อสอบมีทั้งหมด 5 ข้อ

2.1 ต่อวงจรตามรูปที่ 2 ในโปรแกรม Proteus



รูปที่ 2 วงจรแปลงสัญญาณอะนาล็อกเป็นดิจิทัล 10 บิต

2.2 เขียนโค้ดโปรแกรมภาษาเบสิกดังต่อไปนี้

```

DEFINE LCD_DREG PORTD
DEFIND LCD_DBIT4
DEFIND LCD_RSREG PORTE
DEFIND LCD_RSBIT2
DEFIND LCD_EREG PORTD
DEFIND LCD_EBIT 1
DEFIND ADC_BITS 10

heater VAR PORTB.4
temp VAR WORD
temp1 VAR WORD
TRISA = %111111
ADCON1 = %10000000
    
```

----- Main Program -----

```

    adcin 0,temp
    adcon1 = 7
    lcdout $fe,1,"Temp = "
    lcdout $fe,$c0,dec temp,$fe,$c5,"C"

    LOOP : GOSUB get_temp
    IF temp <> temp1 THEN
        GOSUB display
        GOSUB action
        temp1 = temp
    ENDIF

    PAUSE 50
    GOTO LOOP
END

```

----- End Of Main Program -----

----- Start Subroutine -----

```

get_temp : adcon1 = %10000000
           adcin 0,temp
           PAUSE 50
           RETURN

```

```

display:
           adcon1 = 7
           lcdout $fe,$c0," "
           lcdout $fe,$c0,dec temp

```

```

RETURN

```

-----

Action:

```

    IF temp > 25 THEN
        LOW heater
    ELSE
        HIGH heater
    ENDIF

```

```

RETURN

```

2.3 ทดลองจำลองสถานการณ์ ปรับค่าความต้านทาน VR1 ครั้งละ 1% บันทึกผลการทดลองลงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงค่า temp และสถานะ LED

ความต้านทาน VR1	1%	2%	3%	4%	5%	6%	7%	9%	10%
สถานะ LED									
ค่า temp ที่ LCD									

2.4 จงอธิบายความหมายของโค้ดโปรแกรมต่อไปนี้

```
get_temp : adcon1 = %10000000
```

.....

.....

.....

.....

2.5 บันทึกผลการทดลอง

.....

.....

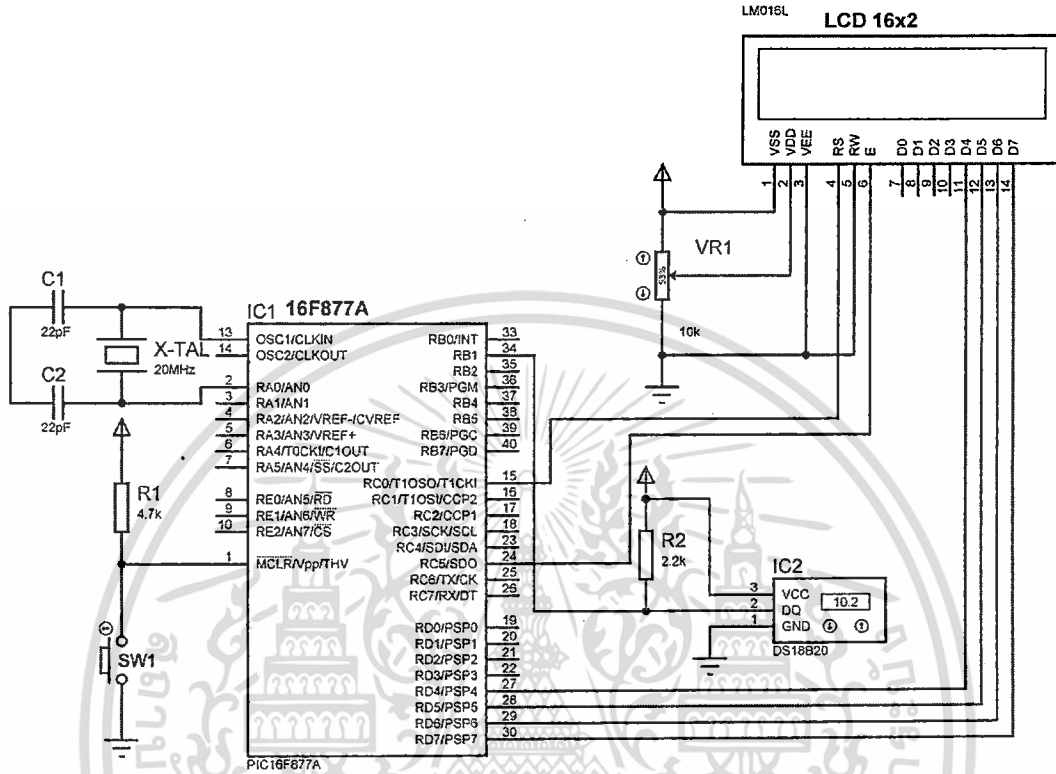
.....

.....

ตอนที่ 3 การเขียนโปรแกรมอ่านค่าอุณหภูมิจากไอซี DS18B20

คำชี้แจง ข้อสอบมีทั้งหมด 5 ข้อ

3.1 ต่อวงจรตามรูปที่ 3 ในโปรแกรม Proteus



รูปที่ 3 วงจรควบคุมอุณหภูมิด้วย IC DS18B20

3.2 เขียนโค้ดโปรแกรมภาษาเบสิกดังต่อไปนี้

```
@ DEVICE PIC16F877A,HS_OSC,LVP_OFF,BOD_OFF,WDT_OFF
DQ var PORTB.i
TEMP VAR WORD
COUNT_REMAIN var byte
COUNT_PER_C var byte
.....
define LCD_BITS 4
define LCD_LINES 2
define LCD_DREG PORTD
define LCD_DBIT 4
Define LCD_RSREG PORTC
define LCD_RSBIT 0
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

define LCD_EREG PORTC
define LCD_EBIT 5
'----- ONE Wire MODE -----
MODE CON 0
MODE1 CON 1
MODE4 CON 4
'----- Main Program -----
pause 1000
lcdout $FE,$40+(8*0),$18,$18,$00,$07,$08,$08,$08,$07
lcdout $FE,$40+(8*1),$18,$18,$00,$0F,$08,$0E,$08,$08

MAINLOOP: OWOUT DQ,1, [$CC,$44]
WAITLOOP: owin DQ,4, [COUNT_REMAIN]
           if COUNT_REMAIN = 0 then WAITLOOP
           owout DQ,MODE1, [$CC,$BE]

OWIn DQ, 0, [temp.LOWBYTE, temp.HIGHBYTE, Skip 4, count_remain, count_per_c]

temp(((TEMP>>1)*100)25)+(((COUNT_PER_C-COUNT_REMAIN)*100)/COUNT_PER_C)

lcdout $FE,1," T =",DEC (TEMP/100)," ",DEC2 TEMP," C"
      TEMP = (TEMP */ 461)+3200
lcdout $FE,$C0," T =",DEC (TEMP/100)," ",DEC2 TEMP," F"
pause 1000
goto MAINLOOP

```

3.3 ทำการจำลองสถานการณ์ เมื่อโปรแกรมเริ่มต้นการจำลองสถานการณ์ ให้ปรับค่าที่ IC2 DS18B20 เริ่มจากค่า 0.2 ถึง 10.0 และสังเกตผลการทดลอง ค่าที่แสดงออกมาทางจอ LCD ค่าอุณหภูมิองศาเซลเซียส และค่าองศาฟาเรนไฮ ที่จอ LCD พร้อมทั้งบันทึกผลการทดลองลงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ตารางบันทึกผลการทดลอง

ปรับค่าที่ DS18B20	ค่า องศา C	ค่า องศา F
0.2		
0.4		
0.6		
0.8		
1.0		
1.2		
1.4		
1.6		
1.8		
2.0		
2.2		
2.4		
2.6		
2.8		
3.0		
3.2		
3.4		
3.6		
3.8		
4.0		
4.2		
4.4		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 จงอธิบายความหมายของโค้ดโปรแกรมต่อไปนี้

owin DQ,4, [COUNT\_REMAIN]

.....

.....

.....

3.5 บันทึกผลการทดลอง

.....

.....

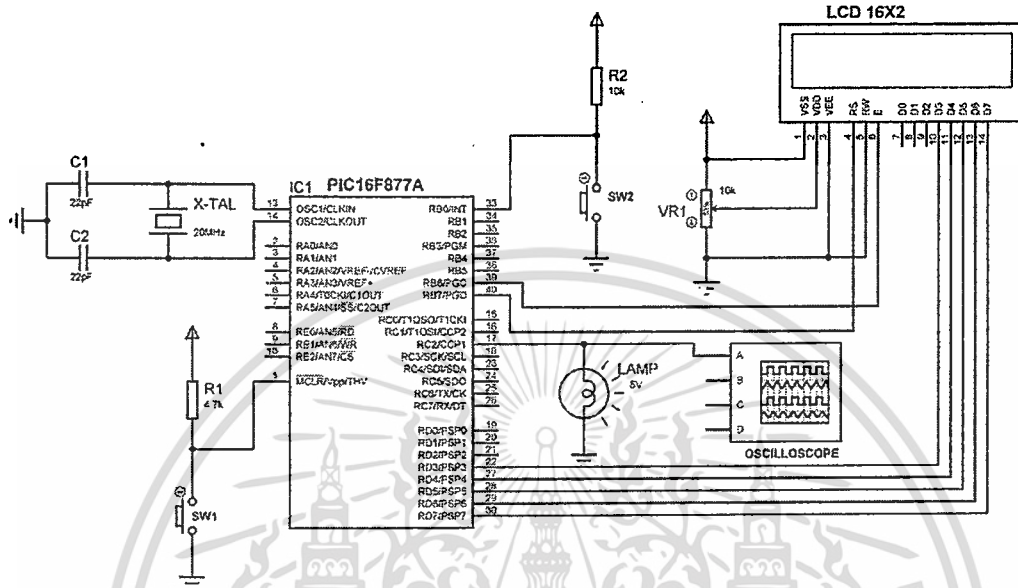
.....



ตอนที่ 4 การเขียนโปรแกรมอ่านค่าอุณหภูมิจากไอซี DS18B20

คำชี้แจง ข้อสอบมีทั้งหมด 5 ข้อ

4.1 ต่อวงจรตามรูปที่ 4 ในโปรแกรม Proteus



รูปที่ 4 วงจรควบคุมสัญญาณ PWM

4.2 เขียนโค้ดโปรแกรมภาษาเบสิกดังต่อไปนี้

```
@ DEVICE PIC16F877A,HS_OSC,LVP_OFF,BOD_OFF,WDT_OFF
DEFINE OSC 20
DEFINE LCD_DREG PORTD
DEFINE LCD_DBIT 4
DEFINE LCD_RSREG PORTB
DEFINE LCD_RSBIT 7
DEFINE LCD_EREG PORTB
DEFINE LCD_EBIT 6
TRISC.2 = 0
TRISB.0 = 1
```

```

S2 VAR PORTB.0
PD VAR Byte
PD1 VAR word
PD2 VAR byte
Duty VAR word
PORTC.2 = 0
loop:
Duty = 0
FOR Duty = 0 TO 500 step 25
PD = Duty/5
PD1 = PD*255
PD2 = PD1/100
IF PD = 100 then PD2 = 254
HPWM 1,PD2,250
PAUSE 200
LCDOUT $FE,$01, " HPWM"
LCDOUT $FE,$C0,"DUTY CYCLE =",DEC PD
loop2:
IF S2 = 1 THEN loop2
NEXT Duty
GOTO Loop
END

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 ทำการจำลองสถานการณ์ โดยให้กดที่สวิตช์ SW 2 สังเกตผลการทดลอง สถานะหลอดไฟ Lamp และค่า Duty Cycle ที่จอ LCD พร้อมทั้งบันทึกผลการทดลองลงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ตารางบันทึกผลการทดลองค่า Duty Cycle และสถานะหลอดไฟ Lamp

กดสวิตช์ SW2/ครั้งที่	ค่า DUTY CYCLE	สถานะหลอดไฟ LAMP
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		

4.4 จงอธิบายความหมายของโค้ดโปรแกรมต่อไปนี้

HPWM 1,PD2,250

.....

.....

.....

.....

4.5 บันทึกผลการทดลอง

.....

.....

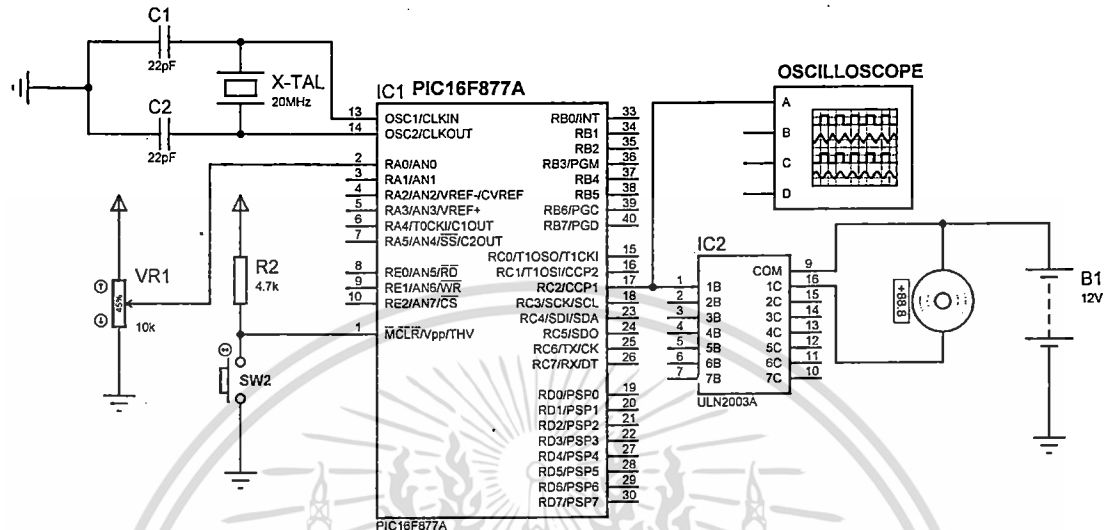
.....

.....

## ตอนที่ 5 การเขียนโปรแกรมควบคุมความเร็วมอเตอร์ดีซี

คำชี้แจง ข้อสอบมีทั้งหมด 5 ข้อ

### 5.1 ต่อยวงจรตามรูปที่ 5 ในโปรแกรม Proteus



รูปที่ 5 วงจรควบคุมความเร็ว ดีซีมอเตอร์

### 5.2 เขียนโค้ดโปรแกรมภาษาเบสิกดังต่อไปนี้

```
@ DEVICE PIC16F877A,HS_OSC,LVP_OFF,BOD_OFF,WDT_OFF
```

```
DUTY VAR BYTE
```

```
SPEED VAR BYTE
```

```
BRAKE VAR PORTA.3
```

```
ADCON1=14
```

```
TRISA =%111111
```

```
TRISC =%00000000
```

```
START:
```

```
    ADCIN 0,SPEED
```

```
    HPWM 1, speed, 1000
```

```
    PAUSE 50
```

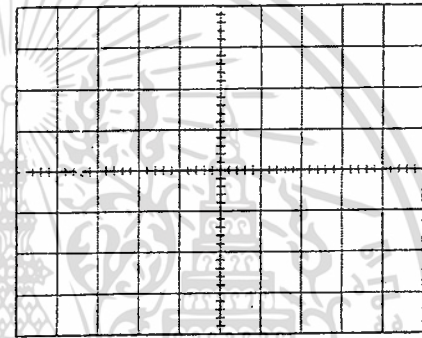
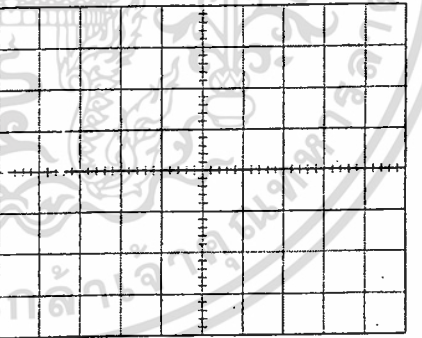
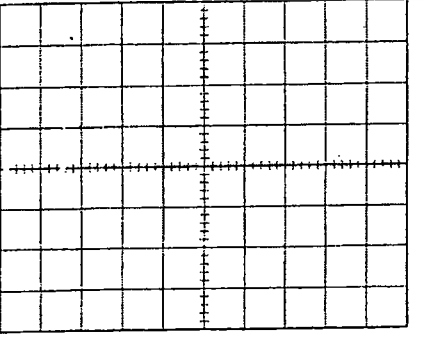
```
    GOTO START
```

```
END
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3 ทำการจำลองสถานการณ์ โดยให้สังเกตที่ ดิซิมอเตอร์ และทำการปรับ VR1 เพิ่ม/ลด เพื่อให้ดิซิมอเตอร์ หมุนช้าหรือเร็วตามการควบคุมจาก VR1 สังเกตรูปคลื่นที่ Oscilloscope พร้อมทั้งบันทึกผลการทดลองลงกราฟ บันทึกผลการทดลอง ค่าความเร็วมอเตอร์โดยประมาณและวัดสัญญาณจาก Oscilloscope ที่ RC.2 ปรับ VR1 ไปที่ 10% ปรับครั้งละ 10% ถึง 100% และบันทึกรูปสัญญาณลงในกราฟ

ตารางที่ 4 ตารางบันทึกผลการทดลอง

เปอร์เซ็นต์ค่า VR1	ค่าความเร็วมอเตอร์ โดยประมาณ	รูปคลื่น
20%		 <p>TIME/DIV..... VOLT/DIV.....</p>
40%		 <p>TIME/DIV..... VOLT/DIV.....</p>
60%		 <p>TIME/DIV..... VOLT/DIV.....</p>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่ควรเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 5.4 จงอธิบายความหมายของโค้ดโปรแกรมต่อไปนี้

ADCIN 0,SPEED

.....

.....

.....

.....

## 5.5 บันทึกผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

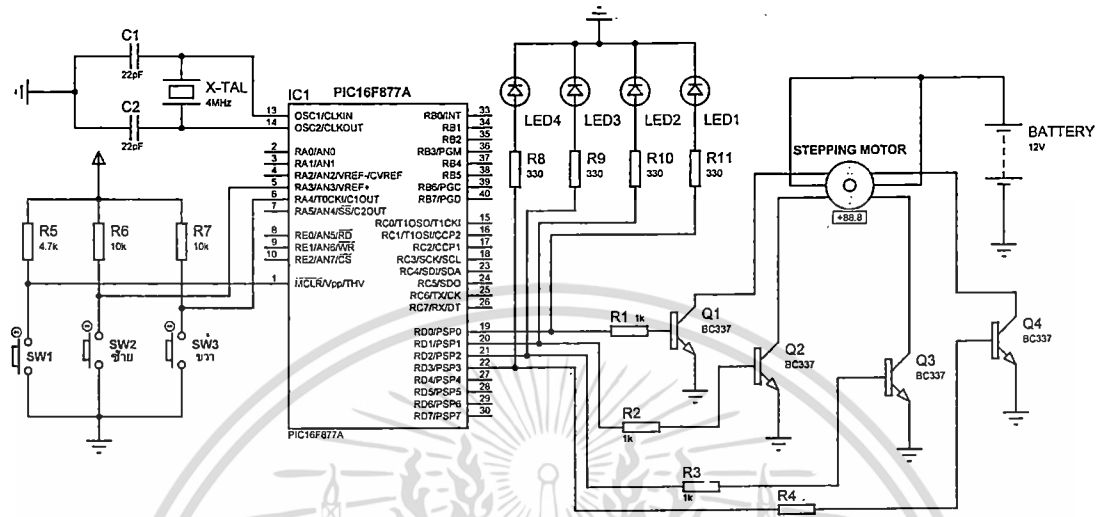


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### ตอนที่ 6 การเขียนโปรแกรมควบคุมสเต็ปมอเตอร์

คำชี้แจง ข้อสอบมีทั้งหมด 5 ข้อ

#### 6.1 ต่อดวงจรตามรูปที่ 5 ในโปรแกรม Proteus



รูปที่ 6 วงจรควบคุมสเต็ปมอเตอร์

#### 6.2 เขียนโค้ดโปรแกรมภาษาเบสิกดังต่อไปนี้

```
@ DEVICE PIC16F877A,HS_OSC,LVP_OFF,BOD_OFF,WDT_OFF
S1 VAR PORTA.3
S2 var PORTA.4
stat var bit
rot var byte
TRISA = %111111
TRISD = %00000000
ADCON1 = 7
rot = 0
stat = 0
PORTD = 0
start:
PAUSE 300
if (s1 = 0) then stat = 1
if (s2 = 0) then stat = 0
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

IF (stat = 1) THEN
lookup rot,[%1000,%0100,%0010,%0001],PORTD 'left
if rot = 0 then rot = 4
rot = rot - 1
else
lookup rot,[%1000,%0100,%0010,%0001],PORTD 'right
rot = rot + 1
if rot = 4 then rot = 0
endif
GOTO start
END

```

6.3 จำลองสถานการณ์และบันทึกผลการทดลองลงในตารางที่ 5 และบันทึกผล (สถานะ LED ติดไฟ 1 และดับไฟ 0)

ตารางที่ 5 ตารางบันทึกผลการทดลอง การเขียน โปรแกรมควบคุมสตีปิ้งมอเตอร์

กด สวิตช์	สถานะ Motor หมุน ซ้าย/ขวา	Step	LED4	LED3	LED2	LED1
SW2		1				
		2				
		3				
		4				
SW3		1				
		2				
		3				
		4				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.4 จงอธิบายความหมายของโค้ดโปรแกรมต่อไปนี้

Lookup rot,[%1000,%0100,%0010,%0001],PORTD

.....

.....

.....

6.5 บันทึกลงผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....



## แบบบันทึกคะแนนใบงานรวม

ชื่อ-นามสกุล.....กลุ่ม.....รหัสนักศึกษา.....

นักศึกษาระดับ ปวส.2 แผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคนครสวรรค์

คำชี้แจง โปรดใส่เครื่องหมาย/ลงในช่องคะแนนที่ตรงกับการสังเกตของครูผู้สอน

คุณลักษณะที่ต้องการวัด	น้ำหนัก คะแนน	คะแนน		
		2	1	0
<b>1. การปฏิบัติงาน</b>				
1.1 เขียนโค้ดโปรแกรมตามที่กำหนด	4	.....	.....	.....
1.2 วาดรูปวงจร Schematics ตามวงจรที่กำหนด	2	.....	.....	.....
1.3 กำหนดค่าอุปกรณ์ในวงจร	4	.....	.....	.....
1.4 Compiler โค้ดโปรแกรมและโหลดไฟล์เข้าไอซีไมโครฯ	2	.....	.....	.....
1.5 ใช้เครื่องมือวัดสัญญาณวัดจุดต่างๆ ของวงจรตามใบงานที่กำหนด	4	.....	.....	.....
1.6 เลือกใช้อุปกรณ์ประกอบวงจร ให้วงจรทำงานได้สมบูรณ์	2	.....	.....	.....
1.7 เวลาที่ใช้ในการปฏิบัติงาน	2			
รวมคะแนน	20			
<b>2. ผลการทดลอง</b>				
2.1 ประกอบวงจรได้ถูกต้องสมบูรณ์	2	.....	.....	.....
2.2 วงจรสามารถรันด้วยโปรแกรม Proteus แสดงผลได้ไม่มี Error	4	.....	.....	.....
2.3 แสดงผลสถานะต่างๆ ตามใบงานที่กำหนดได้ถูกต้อง	2	.....	.....	.....
2.4 อธิบายผลการทดลองได้ถูกต้อง	2	.....	.....	.....
รวมคะแนน	10			
คะแนนรวม	30			
คะแนนรวมทั้งหมด	30			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## เกณฑ์การให้คะแนน ใบงานรวม (ภาคปฏิบัติ)

### 1.การปฏิบัติงาน

#### 1.1 เขียนโค้ดโปรแกรมตามที่กำหนด

2 คะแนน เมื่อ เขียน โค้ด โปรแกรมตามที่กำหนด ได้ถูกต้อง

1 คะแนน เมื่อ ใช้งานโปรแกรม Schematics วาดวงจร ผิดไม่เกิน 2 จุด

0 คะแนน เมื่อ ใช้งานโปรแกรม Schematics วาดวงจร ผิดเกินกว่า 2 จุด

#### 1.2 วาดรูปวงจร Schematics ตามวงจรที่กำหนด

2 คะแนน เมื่อ วาดรูปวงจร Schematics ตามวงจรที่กำหนด ได้ถูกต้อง

1 คะแนน เมื่อ วาดรูปวงจร Schematics ตามวงจรที่กำหนด ไม่เกิน 2 จุด

0 คะแนน เมื่อ วาดรูปวงจร Schematics ตามวงจรที่กำหนด ผิดเกินกว่า 2 จุด

#### 1.3 กำหนดค่าอุปกรณ์ในวงจร

2 คะแนน เมื่อ กำหนดค่าอุปกรณ์ในวงจร ได้ถูกต้องทุกค่า

1 คะแนน เมื่อ กำหนดค่าอุปกรณ์ในวงจร ผิดไม่เกิน 2 จุด

0 คะแนน เมื่อ กำหนดค่าอุปกรณ์ในวงจร ผิดเกินกว่า 2 จุด

#### 1.4 Compiler โค้ด โปรแกรมและโหลดไฟล์เข้าไอซีไมโครฯ

2 คะแนน เมื่อ Compiler โค้ด โปรแกรมและ โหลดไฟล์เข้าไอซีไมโครฯในวงจรได้ถูกต้อง

1 คะแนน เมื่อ Compiler โค้ด โปรแกรมและ โหลดไฟล์เข้าไอซีไมโครฯในวงจร ผิดไม่เกิน

2 ครั้ง

0 คะแนน เมื่อ Compiler โค้ด โปรแกรมและ โหลดไฟล์เข้าไอซีไมโครฯ ในวงจร ผิดเกินกว่า

2 ครั้ง

#### 1.5 ใช้เครื่องมือวัดสัญญาณวัดจุดต่างๆ ของวงจรตามใบงานที่กำหนด

2 คะแนน เมื่อ ใช้เครื่องมือวัดสัญญาณวัดจุดต่างๆ ของวงจรตามใบงานที่กำหนดได้ถูกต้อง

1 คะแนน เมื่อ เครื่องมือวัดสัญญาณวัดจุดต่างๆ ของวงจรตามใบงานที่กำหนดในวงจร ผิดไม่เกิน 2 จุด

0 คะแนน เมื่อ เครื่องมือวัดสัญญาณวัดจุดต่างๆ ของวงจรตามใบงานที่กำหนดในวงจร ผิดเกินกว่า 2 จุด

### 1.6 เลือกใช้อุปกรณ์ประกอบวงจร ให้วงจรทำงานได้สมบูรณ์

- 2 คะแนน เมื่อ เลือกใช้อุปกรณ์ประกอบวงจร ให้วงจรทำงานได้สมบูรณ์ได้ถูกต้อง
- 1 คะแนน เมื่อ เลือกใช้อุปกรณ์ประกอบวงจร ให้วงจรทำงานได้สมบูรณ์ผิดไม่เกิน 2 จุด
- 0 คะแนน เมื่อ เลือกใช้อุปกรณ์ประกอบวงจร ให้วงจรทำงานได้สมบูรณ์ผิดเกินกว่า 2 จุด

### 1.7 เวลาที่ใช้ในการปฏิบัติงาน

- 2 คะแนน เมื่อ งานเสร็จก่อนเวลาที่กำหนดหรือภายในระยะเวลาที่กำหนด
- 1 คะแนน เมื่อ งานเสร็จหลังเวลาที่กำหนดไม่เกิน 5 นาที
- 0 คะแนน เมื่อ งานเสร็จหลังเวลาที่กำหนดเกินกว่า 5 นาที

## 2. ผลงาน

### 2.1 ประกอบวงจรได้ถูกต้องสมบูรณ์

- 2 คะแนน เมื่อ ประกอบวงจรวงจรถูกต้อง
- 1 คะแนน เมื่อ ประกอบวงจรวงจรผิดไม่เกิน 2 จุด
- 0 คะแนน เมื่อ ประกอบวงจรวงจรผิดเกิน 2 จุด

### 2.2 วงจรสามารถรันด้วยโปรแกรม Proteus แสดงผลได้ไม่มี Error

- 2 คะแนน เมื่อ วงจรสามารถรันด้วยโปรแกรม Proteus แสดงผลได้ไม่มี Error ถูกต้อง
- 1 คะแนน เมื่อ วงจรสามารถรันด้วยโปรแกรม Proteus แสดงผลได้ไม่มี Error ผิดไม่เกิน 2 ครั้ง
- 0 คะแนน เมื่อ วงจรสามารถรันด้วยโปรแกรม Proteus แสดงผลได้ไม่มี Error ผิดเกิน 2

ครั้ง

### 2.3 แสดงผลสถานะต่างๆ ตามใบงานที่กำหนดได้ถูกต้อง

- 2 คะแนน เมื่อ แสดงผลสถานะ ต่างๆ ตามใบงานที่กำหนดได้ถูกต้อง
- 1 คะแนน เมื่อ แสดงผลสถานะ ต่างๆ ตามใบงานที่กำหนด ผิดไม่เกิน 2 ค่า
- 0 คะแนน เมื่อ แสดงผลผลสถานะต่างๆ ตามใบงานที่กำหนด ได้ผิดเกิน 2 ค่า

### 2.4 อธิบายผลการทดลองได้ถูกต้อง

- 2 คะแนน เมื่อ อธิบายผลการทดลอง ได้ถูกต้อง
- 1 คะแนน เมื่อ อธิบายผลการทดลองผิด ไม่เกิน 2 จุด
- 0 คะแนน เมื่อ อธิบายผลการทดลอง ผิดเกิน 2 จุด



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## คู่มือการใช้งานโปรแกรมโปรติอุส Proteus

โปรแกรมโปรติอุสเป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยงานออกแบบ (Computer Aided Design :CAD) ที่ใช้จำลองการทำงานของวงจรอิเล็กทรอนิกส์ ด้านแอนะล็อก ดิจิตอลและไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อออกแบบวงจรและทดสอบการทำงาน นอกจากนี้โปรแกรมโปรติอุสยังใช้ออกแบบลายแผ่นวงจรพิมพ์ได้อีกด้วย จึงเหมาะที่จะนำไปใช้ในการเรียนการสอนทางด้านอิเล็กทรอนิกส์เพื่อให้ผู้เรียนได้ทดลองการทำงานของวงจรถ้าก่อนนำไปทำเป็นต้นแบบ ช่วยทำให้ประหยัดเวลาและงบประมาณในการจัดหาวัสดุมาทดลองเหมือนแต่ก่อน

### คุณลักษณะของเครื่องคอมพิวเตอร์

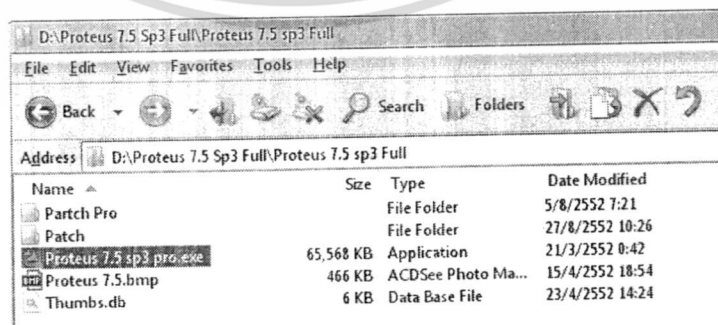
โปรแกรมโปรติอุสใช้ได้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ ที่มีคุณลักษณะดังนี้

1. มีหน่วยประมวลผลกลางไม่ต่ำกว่า 2.6 GHz
2. มีหน่วยความจำหลักไม่น้อยกว่า 256 MB
3. ฮาร์ดดิสมีความจุไม่น้อยกว่า 80 GB
4. มีเครื่องอ่านแผ่นซีดีและตัวขับฟลอปปีดิส 3.5 นิ้ว
5. จอภาพสีขนาด 15 นิ้วขึ้นไป
6. มีระบบปฏิบัติการวินโดว XP หรือ Window7

### การติดตั้งโปรแกรมโปรติอุส

การติดตั้งโปรแกรมโปรติอุสมีขั้นตอนดังนี้

1. ใส่แผ่นซีดีที่มีโปรแกรมโปรติอุสลงในเครื่อง หรือเปิดไฟล์โปรติอุตที่อยู่ในเครื่องคอมพิวเตอร์
2. เปิดไฟล์โปรแกรมโปรติอุส ในการวิจัยครั้งนี้ใช้โปรแกรมโปรติอุส 7.5
3. ดับเบิลคลิกที่ Proteus 7.5 sp3 pro.exe เพื่อ Setup ลงโปรแกรมตามรูปที่ 1

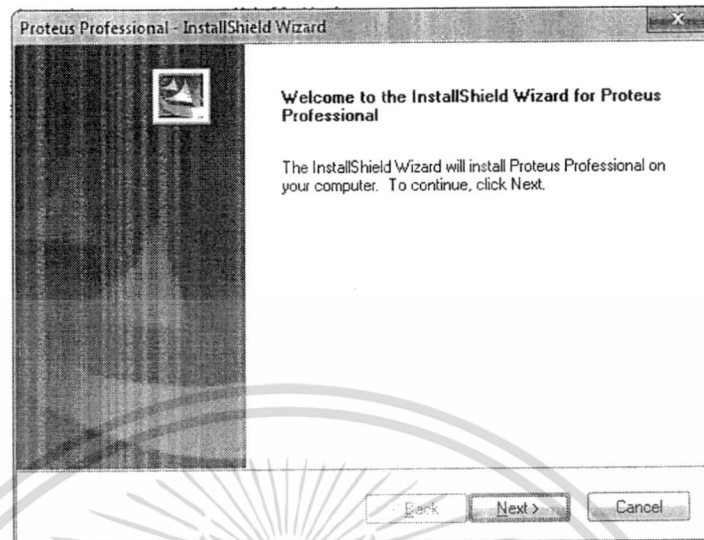


รูปที่ 1 ไฟล์ Proteus 7.5 sp3 pro.exe

4. เมื่อดับเบิลคลิกแล้วจะเข้าสู่การติดตั้งโปรแกรม

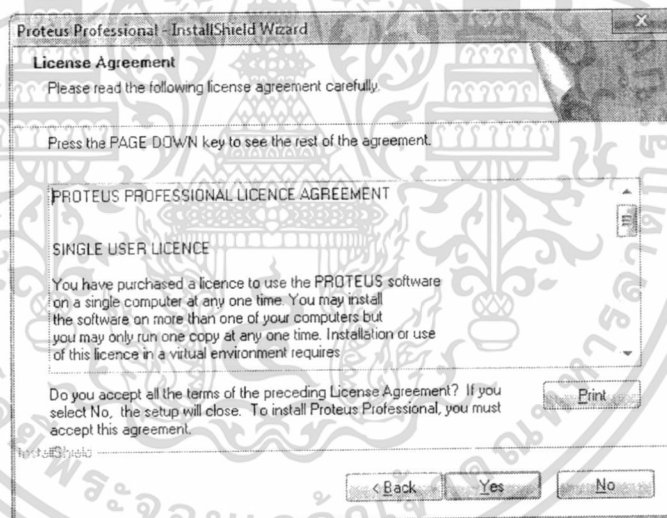
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ขั้นตอนต่อไปดังรูปที่ 2 นี้ให้คลิก Next



รูปที่ 2 เริ่มการลงโปรแกรม

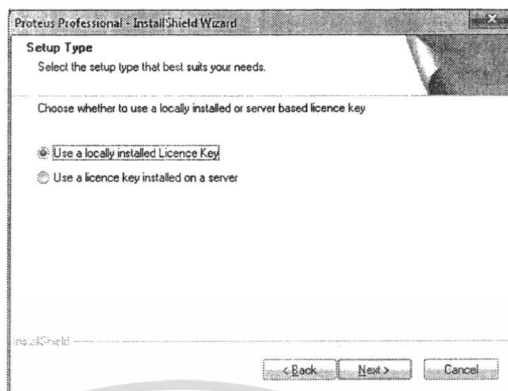
6. คลิก Next ดังรูปที่ 3



รูปที่ 3

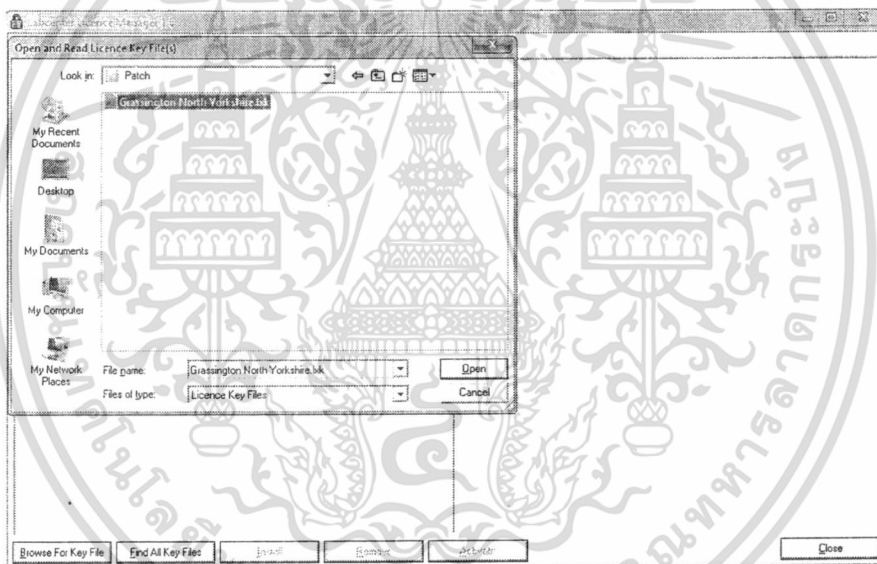
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. ขั้นตอนนี้ให้คลิก Next เพื่อนำไฟล์ Licence Key มาใส่



รูปที่ 4

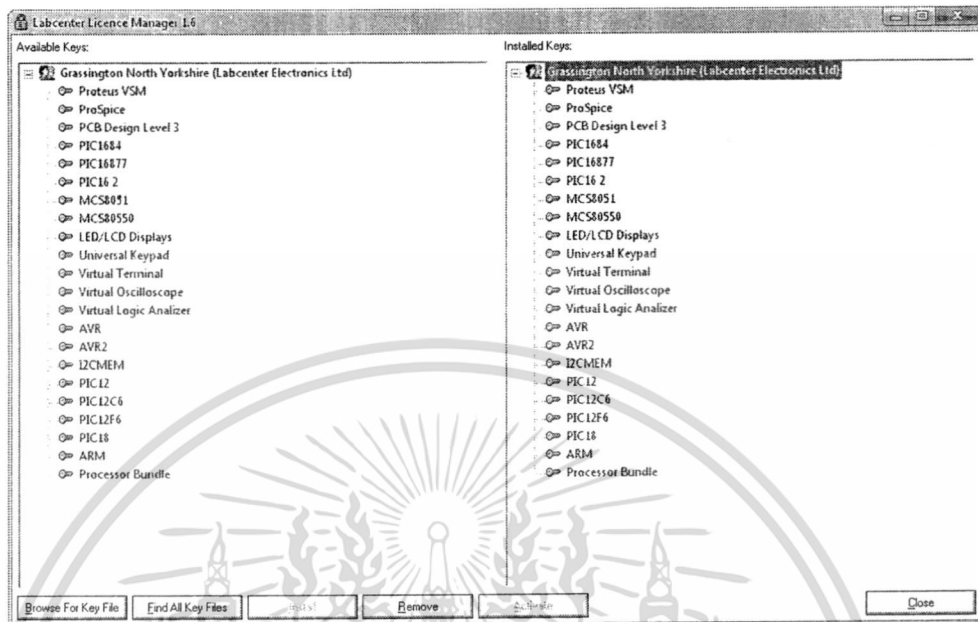
8. เปิดหาไฟล์ Grassington North Yorkshire.lxk และคลิกเลือกและ Open



รูปที่ 5

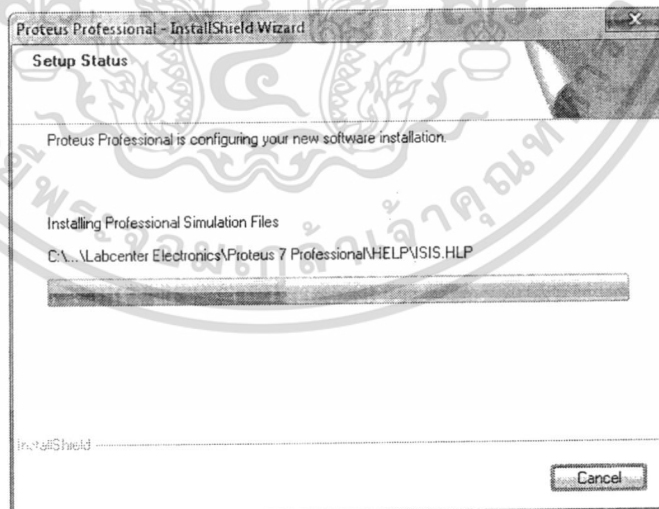
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9. เมื่อกดคลิกเพิ่มไฟล์ Licence Key แล้วจะปรากฏดังรูปที่ 6 จากนั้นให้คลิกปิด Close



รูปที่ 6 แสดงไฟล์ Licence Key

10. จากนั้นกรอเพื่อให้โปรแกรมทำการติดตั้งและเสร็จสิ้นการลงโปรแกรมโปรเตอุส

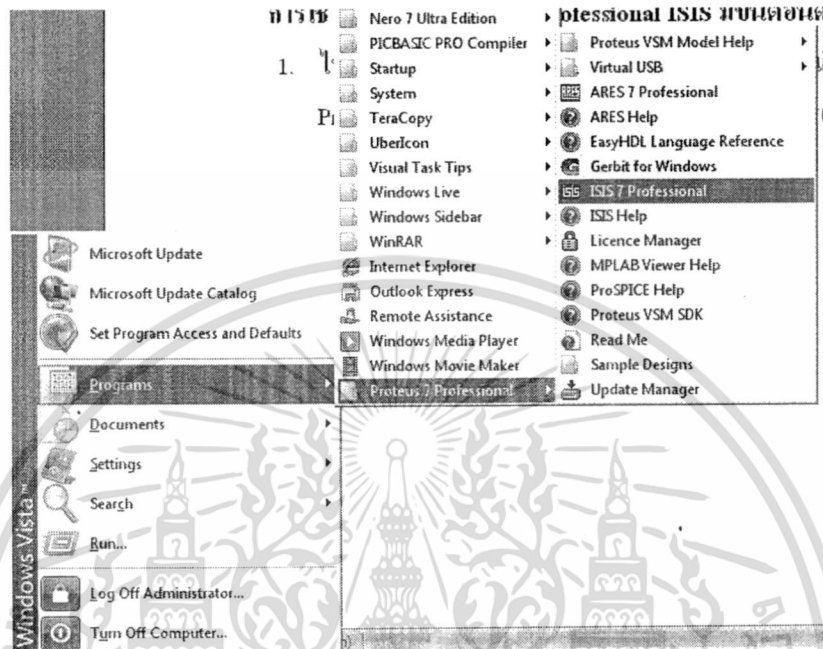


รูปที่ 7 ขั้นตอนการติดตั้งโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

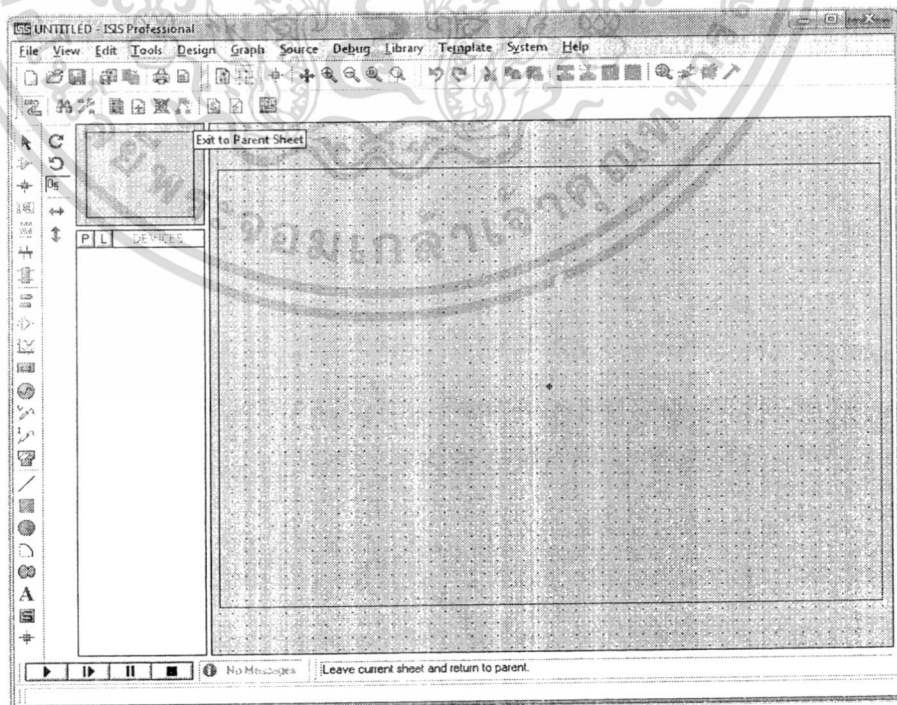
## การใช้โปรแกรม Proteus 7 Professional ISIS มีขั้นตอนดังนี้

1. ไปที่ Start menu จะปรากฏหน้าจอตามรูปที่ 8 แล้วเลื่อนไปที่ Program และเลือก Proteus 7 Professional ISIS ตามรูปที่ 8 จะได้นหน้าต่างของโปรแกรม Proteus 7 Professional ISIS



รูปที่ 8 การเลือก โปรแกรม Proteus

2. เมื่อคลิกเลือกโปรแกรม Proteus 7 จากนั้นจะปรากฏหน้าต่างหลักของโปรแกรมดังรูปที่ 9



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับรูปที่ 9 หน้าโปรแกรมหลักของโปรแกรม Proteus 7  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

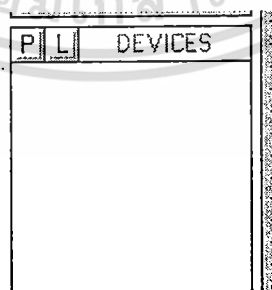
3. การเลือกอุปกรณ์เป็นจุดเริ่มต้นของการเขียนวงจร ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้  
จากรูปด้านล่างนี้เป็นแถบเมนูเครื่องมือหลักที่จำเป็นในการจำลองสถานการณ์วงจร  
อิเล็กทรอนิกส์



รูปที่ 10 เมนูการใช้งานหลักเพื่อจำลองสถานการณ์วงจร

4. จากรูปที่ 10 จะอธิบายแต่ละเมนูย่อยดังนี้

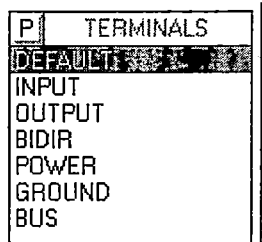
➡ เมนูย่อยนี้ มีหน้าที่ใช้เลือกอุปกรณ์ที่ต้องการให้นำมาวางในพื้นที่ออกแบบวงจร  
โดยเมื่อคลิกหน้าตาอุปกรณ์ก็จะมีหน้าตาดังรูปที่ 11 ด้านล่างนี้



รูปที่ 11 หน้าตาแสดงรายการอุปกรณ์ที่วางบนพื้นที่ออกแบบวงจร



เมนูย่อยนี้ มีหน้าที่ ใช้เลือกอุปกรณ์แหล่งจ่ายไฟให้กับวงจร แสดงดังรูปที่ 12

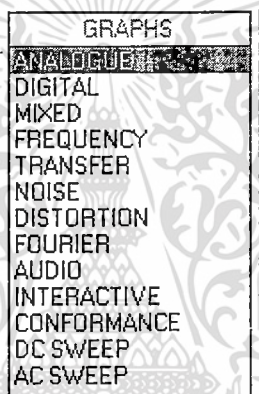


รูปที่ 12 แสดงรายการต่างๆ เกี่ยวกับแหล่งจ่ายไฟ กราวด์และระบบบัส



เมนูย่อยนี้ มีหน้าที่ ใช้เลือกเครื่องมือวัดสำหรับวัดค่าต่างในวงจรในลักษณะของกราฟ ดัง

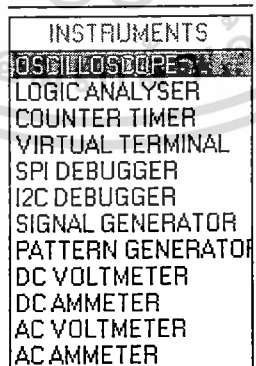
รูปที่ 13



รูปที่ 13 แสดงเครื่องมือวัดแบบต่างๆ ให้ได้เลือกใช้

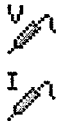


เมนูย่อยนี้ มีหน้าที่ ใช้เลือกเครื่องมือวัดสำหรับวัดค่าต่างในวงจร ดังรูปที่ 14



รูปที่ 14 แสดงเครื่องมือวัดแบบต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

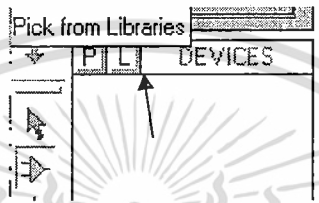


เมนูย่อยนี้ มีหน้าที่สำหรับวัดค่าแรงดันและค่ากระแส ที่จุดต่างๆของวงจร

5. การวางอุปกรณ์และวิธีการหาอุปกรณ์พื้นฐานที่จำเป็นต้องใช้สำหรับการต่อวงจรอิเล็กทรอนิกส์

5.1 เช่น ต้องการนำ ไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ PIC16F877A มาใช้งาน ให้คลิกที่เมนูย่อย ➤

จากนั้นจะปรากฏหน้าต่างรายการอุปกรณ์ขึ้นมาดังรูปที่ 15 และให้เลือกคลิกที่ P

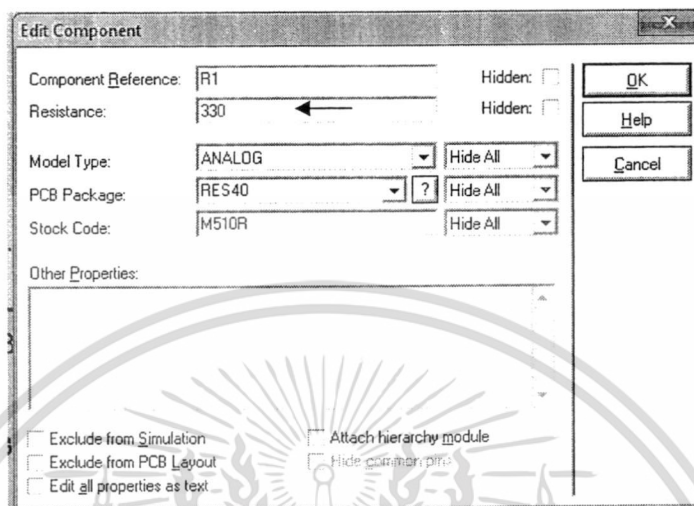


รูปที่ 15 เลือกที่ P เพื่อเข้าไปเลือกหาอุปกรณ์ใน Libraries

5.2 เมื่อคลิกเข้ามาใน Libraries แล้วให้เลือกหาอุปกรณ์ที่ต้องการตามชนิดของอุปกรณ์ที่ได้แบ่งไว้แล้วให้แต่ละชนิด เช่น PIC16F877A ต้องเข้าไปหาในหมวด Microprocessor ICs จากนั้นก็เลือกที่หมวดย่อย PIC16 Family จากนั้นให้เลือกเบอร์ 16F877A เมื่อทำการเลือกจะปรากฏดังรูปขวามือของหน้าต่าง Libraries เมื่อเลือกอุปกรณ์เสร็จสิ้นให้คลิกที่ OK เพื่อเลือกนำออกมาในพื้นที่ออกแบบวงจรไฟฟ้า

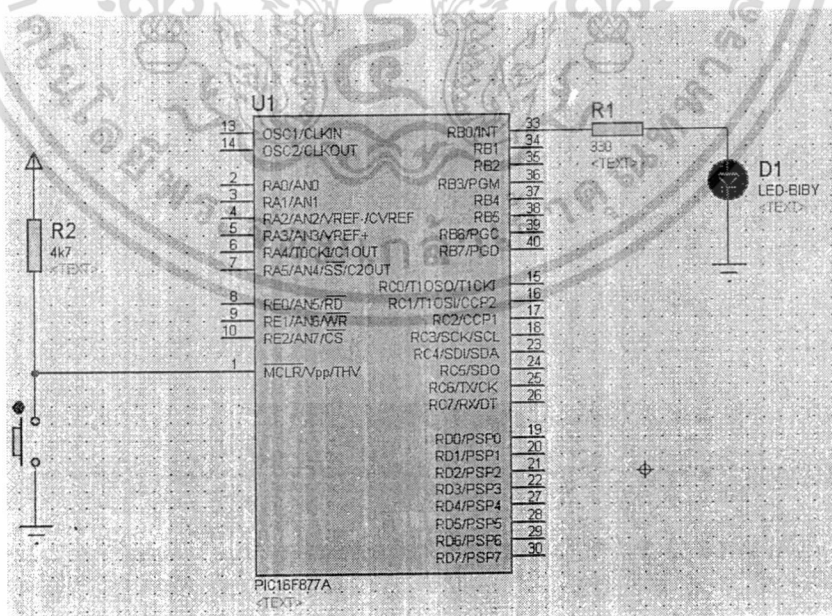


5.4 การเปลี่ยนแปลงค่าอุปกรณ์ เช่น ตัวต้านทาน ตัวเก็บประจุ เมื่อนำอุปกรณ์มาวางในพื้นที่ ออกแบบถ้าต้องการจะเปลี่ยนแปลงค่าอุปกรณ์ให้ ดับเบิลคลิกที่อุปกรณ์นั้นๆ เช่น ตัวต้านทาน เมื่อคลิกแล้วจะปรากฏหน้าต่างใหม่ให้เราได้เปลี่ยนแปลงค่าต่างๆ ได้ ดังรูปที่ 18



รูปที่ 18 ตามที่ลูกศรชี้ไปที่ค่าความต้านทานของตัวต้านทานสามารถเปลี่ยนแปลงได้

## 6. การจำลองสถานการณ์วงจรไมโครคอนโทรลเลอร์

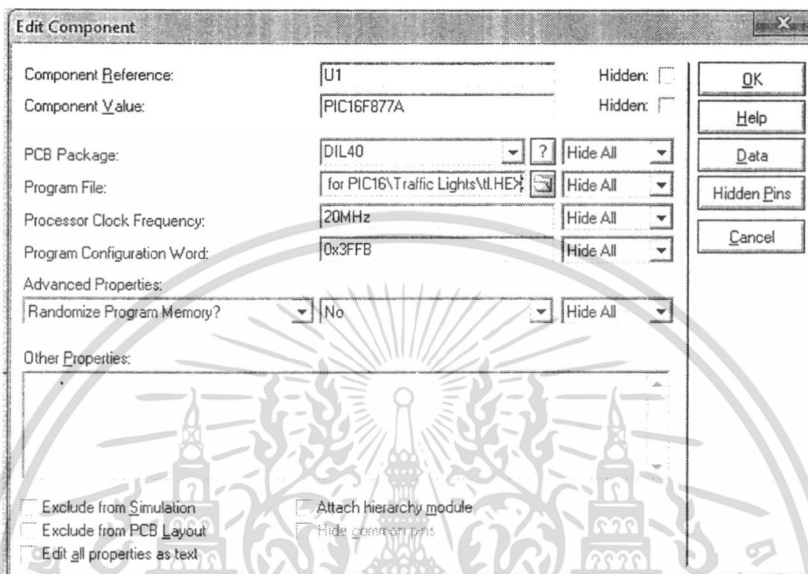


รูปที่ 19 วงจรไมโครคอนโทรลเลอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.1 จากรูปที่ 19 ถ้าต้องการจำลองสถานการณ์ให้วงจรทำงาน จำเป็นต้องโหลดไฟล์นามสกุล .hex ซึ่งได้จากคอมพิวเตอร์ที่เราเขียน โปรแกรม

- ให้ดับเบิลคลิกที่ไอซี PIC16F877A จากนั้นจะปรากฏหน้าต่างใหม่ขึ้นมาเพื่อให้โหลดไฟล์ .hex เข้ามาให้ตัว PIC16F877A ดังรูปที่ 20



รูปที่ 20 หน้าต่างสำหรับ โหลดไฟล์ .hex และกำหนดค่าความถี่ Clock

6.2 เมื่อโหลดไฟล์ .hex เข้ามาและกำหนดความถี่ Clock เสร็จสิ้นจากนั้นให้เริ่มทำการจำลองสถานการณ์ได้โดยให้คลิกที่หมายเลขที่ 1 คลิกเพื่อให้เริ่มวงจรทำงาน และหมายเลขที่ 2 คลิกเพื่อยุติการทำงาน ดังรูปที่ 21



รูปที่ 21 แสดงวิธีการคลิกเพื่อจำลองสถานการณ์วงจร

## ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล	นายอนันต์ สุขสัมพันธ์
วัน เดือน ปี เกิด	5 มกราคม 2528
สถานที่เกิด	อำเภอเมือง จังหวัดสุโขทัย
ที่อยู่	ถนนวิภาวดีรังสิต 60 แขวงตลาดบางเขน เขตหลักสี่ กรุงเทพมหานคร
สถานที่ทำงาน	พ.ศ.2550 พ.ศ.2555 ครูพิเศษแผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคนครสวรรค์
ตำแหน่ง	พ.ศ. 2555 ถึงปัจจุบัน สถานีโทรทัศน์ไทยพีบีเอส ช่างเทคนิค ฝ่ายเชื่อมโยงสัญญาณ สำนักวิศวกรรม
ประวัติการศึกษา	ปีการศึกษา 2546 สำเร็จการศึกษาประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคสุโขทัย ปีการศึกษา 2548 สำเร็จการศึกษาประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) สาขาวิชาโทรคมนาคม วิทยาลัยเทคนิคสุโขทัย ปีการศึกษา 2550 สำเร็จการศึกษา อดสาหกรรมศาสตร์บัณฑิต (อส.บ.) สาขาวิชาเทคโนโลยีโทรคมนาคม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ตาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้