จำนวน 1 เล่ม

รายงานการวิจัย

การพัฒนาชุดการสอนปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูลอาร์ดูโน่

The Development of Laboratory Instructional Package for Arduino Microcontroller

ลัญฉกร นิลทรัตน์

สมมารถ ขำเกลี้ยง

สำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศ
มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

รายงานวิจัยฉบับนี้ได้รับเงินอุดหนุนการวิจัยจากงบประมาณแผ่นดิน (วช.)
มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

พ.ศ. 2557

ชื่องานวิจัย การพัฒนาชุดการสอนปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูลอาร์ดูโน่

ผู้วิจัย ลัญฉกร นิลทรัตน์ และ สมมารถ ขำเกลี้ยง

คณะ เทคโนโลยีอุตสาหกรรม

ปี 2561

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและสร้างชุดการสอนปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูลอาร์ดูโน่ ที่มีคุณภาพ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาวิชาเอกเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม ชั้นปีที่4 คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา ภาคการศึกษาที่ 1 ปีการศึกษา 2560 จำนวน 6 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย ชุดการสอนปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูลอาร์ดูโน่ ใบงานจำนวน 12 ใบงาน สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิจัยปรากฏว่า คุณภาพของใบงาน (ค่าเฉลี่ย 4.17 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.68) และ แผงทดลอง (ค่าเฉลี่ย 4.31 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.643) ของชุดการสอนปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูลอาร์ดูโน่ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จัดอยู่ในระดับดี

SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

เลขทะเบียน 1142822
วันที่ 25 เม.ย. 2562
เลขเรียกหนังสือ ว 004.6 ก15ก

Research Title The Development of Laboratory Instructional Package for Arduino Microcontroller

Researcher Lanchakorn Nintarat and Sommart Khamkleang

Faculty Industrial Technology

Year 2018

Abstract

This research aimed to develop as well as to find out the quality of the development of laboratory instructional package for arduino microcontroller. The sample use in this research consisted of six forth year industrial electrical technology bachelor students from Songkhla Rajabhat University during the first semester of 2017 academic year. The tools utilized in this study were the developed laboratory instructional package for arduino microcontroller and 12 worksheets. The statistics was analyzed by using mean and standard deviation.

The results of research ware that the quality of worksheets (M = 4.17, SD = 0.68) and protoboard (M = 4.31, SD = 0.643) of the development of laboratory instructional package for arduino microcontroller were at the good level.

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความกรุณาจากหลายส่วน โดยเฉพาะอย่างยิ่งจากทุนอุดหนุนการวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ประจำปีงบประมาณ 2557 และสำนักวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา ที่เป็นผู้ให้ทุนสนับสนุนการวิจัยในครั้งนี้ผู้ดำเนินงานขอขอบพระคุณไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบคุณ อาจารย์ทุกท่านในโปรแกรมวิชาอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา ที่ได้ให้คำปรึกษางานวิจัย พร้อมกับให้กำลังใจด้วยดีเสมอมา คณะผู้วิจัยรู้สึกทราบซึ่งในความกรุณาเป็นอย่างยิ่ง

ท้ายนี้ประโยชน์อันพึงมีจากการดำเนินงานในครั้งนี้ ขอมอบแด่มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

ลัญฉกร นิลทรัตน์ และสมมารถ ขำเกลี้ยง

คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

มกราคม 2561

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
กิตติกรรมประกาศ	ง
สารบัญ	จ
สารบัญตาราง	ช
สารบัญรูป	ซ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความสำคัญและที่มาของโครงงาน	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน	1
1.3 ขอบเขตโครงการ	1
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
2.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์	3
2.2 ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล Arduino	6
2.3 การวิจัยเชิงทดลอง	10
2.4 การสอนลักษณะการทดลอง	11
2.5 การสร้างสื่อการเรียนการสอนประเภทชุดปฏิบัติการ	12
2.6 การประเมินคุณภาพสื่อ	15
2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	16
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	
3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	20
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทำโครงงาน	20
3.3 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการทำวิจัย	21
3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล	31

SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการทดลอง	
4.1 ผลการประเมินคุณภาพของชุดการสอนปฏิบัติการไมโครโปรเซสเซอร์และไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูลอาร์ดูโน่ด้านใบงาน	33
4.2 ผลการประเมินคุณภาพของชุดการสอนปฏิบัติการไมโครโปรเซสเซอร์และไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูลอาร์ดูโน่ด้านแผงทดลอง	34
บทที่ 5 สรุปข้อเสนอแนะ	
5.1 สรุปผลการวิจัย	37
5.2 อภิปรายผล	37
5.3 ข้อเสนอแนะ	38
บรรณานุกรม	39
ภาคผนวก	41
ภาคผนวก ก แบบประเมินคุณภาพการพัฒนาชุดฝึกปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูลอาร์ดูโน่โดยผู้เชี่ยวชาญ	42
ภาคผนวก ข ใบงานการทดลอง	47
ประวัติคณะผู้วิจัย	110

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	ภาษาซีตามมาตรฐานของ ANSI-C 32 คำสั่ง	9
4-1	แสดงค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านใบงาน	33
4-2	แสดงค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านแผงทดลองปฏิบัติการ	35

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา
SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
3-1	ลำดับขั้นตอนสร้างใบงาน ชุดการสอนปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูลอาร์ดูโน่	23
3-2	ลำดับขั้นตอนการสร้างแผงทดลองการพัฒนาชุดการสอนปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูลอาร์ดูโน่	26
3-3	ร่างแบบการจัดวางอุปกรณ์ให้เหมาะสมกับตำแหน่ง	27
3-4	ออกแบบลายปริ้นอุปกรณ์	28
3-5	ทำ PCB	28
3-6	ลำดับขั้นตอนการสร้างแบบประเมินคุณภาพการพัฒนาชุดการสอนปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูลอาร์ดูโน่	30

SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของโครงงาน

ในโรงงานอุตสาหกรรมในปัจจุบันได้มีการนำระบบควบคุมอัตโนมัติเข้ามาใช้งานอย่างมากมาย เช่น ระบบหุ่นยนต์ที่ใช้ในการทำงานแทนมนุษย์ หรือแขนกลในการทำงานที่ต้องการความแม่นยำและรวดเร็ว ซึ่งตัวไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นหัวใจหลักของระบบการควบคุมการทำงานนั่นเอง การพัฒนาทางด้านเทคโนโลยีของระบบควบคุม และระบบสมองกลฝังตัว ในปัจจุบันได้เป็นไปอย่างรวดเร็วมาก และเป็นนโยบายที่สำคัญประการหนึ่งของรัฐบาล ดังจะเห็นได้จากที่รัฐบาลได้ให้การสนับสนุน การแข่งขันหุ่นยนต์ในระดับการศึกษาต่างๆ และได้บรรจุเป็นหลักสูตรการเรียนเนื้อหาด้านเทคโนโลยีของระบบควบคุมและระบบสมองกลฝังตัวสอนในสถาบันการศึกษาต่าง ๆ ของทั้งภาครัฐและเอกชน

ไมโครคอนโทรเลอร์จึงเป็นรายวิชาที่สำคัญในปัจจุบันเพราะมีความเกี่ยวเนื่องกับการพัฒนาทางด้านระบบควบคุม และระบบสมองกลฝังตัว และเป็นรายวิชาที่ได้จัดให้มีการเรียนการสอนในระดับปริญญาตรี สื่อการเรียนการสอน ที่มีจำหน่ายในปัจจุบันมีราคาที่สูง อีกทั้งยังไม่สอดคล้องกับเรียนรู้ในห้องเรียน และการจัดลำดับของการเรียนรู้ทางด้านเนื้อหา

ดังนั้นผู้วิจัยได้เล็งเห็นถึงความจำเป็นและความสำคัญของการเรียนการสอนในรายวิชาไมโครโปรเซสเซอร์และไมโครคอนโทรเลอร์ หลักสูตรเทคโนโลยีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม จึงต้องการสร้างชุดการสอนปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูลอาร์ดูโน่เพื่อเป็นสื่อการเรียนการสอน โดยเน้นให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติงานจริงตามใบงานที่กำหนดไว้ อีกทั้งเพื่อช่วยให้การเรียนการสอนเกิดประสิทธิภาพและบรรลุวัตถุประสงค์ตามเนื้อหาของหลักสูตร

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1.2.1 เพื่อพัฒนาและสร้างชุดการสอนปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูลอาร์ดูโน่

1.2.2 เพื่อหาคุณภาพชุดการสอนปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูลอาร์ดูโน่

1.3 ขอบเขตโครงการ

การพัฒนาชุดการสอนปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูลอาร์ดูโน่ประกอบไปด้วย

1.3.1 ใบเนื้อหา ซึ่งครอบคลุมเนื้อหา ดังต่อไปนี้

- ใบงานการทดลองที่ 1 ARDUINO กับ Digital Input /Output

- ใบงานการทดลองที่ 2 ARDUINO กับ Analog Input /Output
- ใบงานการทดลองที่ 4 ARDUINO กับจอแสดงผล LCD
- ใบงานการทดลองที่ 3 ARDUINO กับ การแสดงผลด้วย 7-Segment 4 หลัก
- ใบงานการทดลองที่ 5 ARDUINO กับ Sound Speaker and buzzer
- ใบงานการทดลองที่ 6 ARDUINO กับ Stepper Motor
- ใบงานการทดลองที่ 7 ARDUINO กับ Servo Motor
- ใบงานการทดลองที่ 8 ARDUINO กับการขับ DC มอเตอร์ด้วย IC L293D
- ใบงานการทดลองที่ 9 ARDUINO กับ อุปกรณ์1 Wire Device
- ใบงานการทดลองที่ 10 ARDUINO กับอุปกรณ์ I2C
- ใบงานการทดลองที่ 11 ARDUINO กับอุปกรณ์ SPI
- ใบงานการทดลองที่ 12 ARDUINO กับอุปกรณ์ LED RGB

1.3.2 สื่อประกอบการสอน

- แผงสาธิตชุดการสอนปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูลอาร์ดูโน่

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ได้ชุดการสอนปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูลอาร์ดูโน่ที่มีคุณภาพ

1.4.2 ได้มีการพัฒนาการเรียนการสอนในรายวิชาไมโครโปรเซสเซอร์และไมโครคอนโทรลเลอร์

1.4.3 มีการเผยแพร่งานวิจัยในการประชุมวิชาการระดับประเทศ

SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องในการดำเนินงานเรื่องการพัฒนาชุดการสอนปฏิบัติการไมโครคอนโทลเลอร์ตระกูลอาร์ดูโน่ ผู้ดำเนินโครงการได้ศึกษาทางด้านทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องโดยเสนอตามหัวข้อดังต่อไปนี้

2.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์

2.2 ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล Arduino

2.3 การวิจัยเชิงทดลอง

2.4 การสอนลักษณะการทดลอง

2.5 การสร้างสื่อการเรียนการสอนประเภทชุดปฏิบัติการ

2.6 การประเมินคุณภาพสื่อ

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์

ไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นอุปกรณ์ไอซี (IC: Integrated Circuit) ที่มีโปรแกรมการทำงานได้ซับซ้อน สามารถรับข้อมูลในรูปสัญญาณดิจิตอลเข้าไปทำการประมวลผลแล้วส่งผลลัพธ์ข้อมูลดิจิตอลออกมาเพื่อนำไปใช้งานตามที่ต้องการได้

ไมโครคอนโทรลเลอร์ภายในชิพจะมีหน่วยความจำ, Port อยู่ในชิพเพียงตัวเดียวซึ่งอาจจะเรียกได้ว่าเป็นคอมพิวเตอร์ชิพเดี่ยว ไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นไมโครโพรเซสเซอร์ชนิดหนึ่งเช่นเดียวกับหน่วยประมวลผลกลาง (CPU: Central Processing Unit) ที่ใช้ในคอมพิวเตอร์ แต่ได้รับการพัฒนาแยกออกมาภายหลังเพื่อนำไปใช้ในวงจรทางด้านงานควบคุม คือ แทนที่ในการใช้งานจะต้องต่อวงจรภายนอกต่าง ๆ เพิ่มเติมเช่นเดียวกับไมโครโปรเซสเซอร์ ก็จะทำการรวมวงจรที่จำเป็น เช่น หน่วยความจำ, ส่วนอินพุท/เอาท์พุท บางส่วนเข้าไปในตัว ไอซีเดียวกัน และเพิ่มวงจรบางอย่างเข้าไปด้วยเพื่อให้มีความสามารถเหมาะสมกับการใช้ในงานควบคุม เช่น วงจรตั้งเวลา, วงจรการสื่อสารอนุกรม วงจรแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นดิจิตอล เป็นต้น สรุปคือ Microcontroller = Microprocessor + Memory + I/O

ไมโครคอนโทรลเลอร์สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานอย่างกว้างขวาง โดยมักจะเป็นการนำไปใช้ฝังในระบบของอุปกรณ์อื่น ๆ (Embedded Systems) เพื่อใช้ควบคุมการทำงานบางอย่าง

เช่น ใช้ในรถยนต์, เตาอบไมโครเวฟ, เครื่องปรับอากาศ, เครื่องซักผ้าอัตโนมัติ เป็นต้น เพราะว่าไมโครคอนโทรลเลอร์มีข้อดีเหมาะสมต่อการใช้ในงานควบคุมหลายประการ เช่น

- ชิพไอซีและระบบที่ได้มีขนาดเล็ก
- ระบบที่ได้มีราคาถูกกว่าการใช้ชิพไมโครโพรเซสเซอร์
- วงจรที่ได้จะมีความซับซ้อนน้อย ช่วยลดข้อผิดพลาดที่อาจจะเกิดขึ้นได้ในการต่อวงจร
- มีคุณสมบัติเพิ่มเติมสำหรับงานควบคุมโดยเฉพาะซึ่งใช้งานได้ง่าย
- ช่วยลดระยะเวลาในการพัฒนาระบบได้

โครงสร้างโดยทั่วไป ของไมโครคอนโทรลเลอร์นั้น สามารถแบ่งออกมาได้เป็น 5 ส่วนใหญ่ ๆ ดังต่อไปนี้

1. หน่วยประมวลผลกลางหรือซีพียู (CPU: Central Processing Unit)

2. หน่วยความจำ (Memory) สามารถแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ หน่วยความจำที่มีไว้สำหรับเก็บโปรแกรมหลัก (Program Memory) เปรียบเสมือนฮาร์ดดิสก์ของเครื่องคอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะ คือข้อมูลใด ๆ ที่ถูกเก็บไว้ในนี้จะไม่สูญหายไปแม้ไม่มีไฟเลี้ยง อีกส่วนหนึ่งคือหน่วยความจำข้อมูล (Data Memory) ใช้เป็นเหมือนกกระดาษทดในการคำนวณของซีพียู และเป็นที่พักข้อมูลชั่วคราวขณะทำงาน แต่หากไม่มีไฟเลี้ยง ข้อมูลก็จะหายไปคล้ายกับหน่วยความแรม (RAM) ในเครื่องคอมพิวเตอร์ทั่ว ๆ ไป แต่สำหรับไมโครคอนโทรลเลอร์สมัยใหม่ หน่วยความจำข้อมูลจะมีทั้งที่เป็นหน่วยความจำแรม ซึ่งข้อมูลจะหายไปเมื่อไม่มีไฟเลี้ยง และเป็นอีอีพรอม (EEPROM : Erasable Electrically Read-Only Memory) ซึ่งสามารถเก็บข้อมูลได้แม้ไม่มีไฟเลี้ยงก็ตาม

3. ส่วนติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอก หรือพอร์ต (Port) มี 2 ลักษณะคือ พอร์ตอินพุต (Input Port) และพอร์ตส่งสัญญาณหรือพอร์ตเอาต์พุต (Output Port) ส่วนนี้จะใช้ในการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ภายนอก ถือว่าเป็นส่วนที่สำคัญมาก ใช้ร่วมกันระหว่างพอร์ตอินพุต เพื่อรับสัญญาณ อาจจะด้วยการกดสวิตช์ เพื่อนำไปประมวลผลและส่งไปพอร์ตเอาต์พุต เพื่อแสดงผลเช่น การติดสว่างของหลอดไฟ เป็นต้น

4. ช่องทางเดินของสัญญาณ หรือบัส (BUS) คือเส้นทางการแลกเปลี่ยนสัญญาณข้อมูลระหว่าง ซีพียู หน่วยความจำและพอร์ต เป็นลักษณะของสายสัญญาณ จำนวนมากอยู่ภายในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยแบ่งเป็นบัสข้อมูล (Data Bus), บัสแอดเดรส (Address Bus) และบัสควบคุม (Control Bus)

5. วงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกา นับเป็นส่วนประกอบที่สำคัญมากอีกส่วนหนึ่ง เนื่องจากการทำงานที่เกิดขึ้นในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ จะขึ้นอยู่กับการกำหนดจังหวะ หากสัญญาณ

นาฬิกามีความถี่สูง จังหวะการทำงานก็จะสามารถทำได้ถี่ขึ้นส่งผลให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตัวนั้นมีความเร็วในการประมวลผลสูงตามไปด้วย

นอกจากนี้ยังมีส่วนพิเศษอื่น ๆ จะขึ้นอยู่กับกระบวนการผลิตของแต่ละบริษัทที่จะผลิตขึ้นมาใส่คุณสมบัติพิเศษลงไปเช่น

- ADC (Analog to Digital) ส่วนภาครับสัญญาณอนาล็อกแปลงไปเป็นสัญญาณดิจิตอล
- DAC (Digital to Analog) ส่วนภาคส่งสัญญาณดิจิตอลแปลงไปเป็นสัญญาณอนาล็อก
- I2C (Inter Integrate Circuit Bus) เป็นการสื่อสารอนุกรม แบบซิงโครนัส (Synchronous) เพื่อใช้ ติดต่อสื่อสาร ระหว่าง ไมโครคอนโทรลเลอร์ (MCU) กับอุปกรณ์ภายนอก ซึ่งถูกพัฒนาขึ้นโดยบริษัท Philips Semiconductors โดยใช้สายสัญญาณเพียง 2 เส้นเท่านั้น คือ serial data (SDA) และสาย serial clock (SCL) ซึ่งสามารถ เชื่อมต่ออุปกรณ์ จำนวนหลาย ๆ ตัว เข้าด้วยกันได้ ทำให้ MCU ใช้พอร์ตเพียง 2 พอร์ตเท่านั้น
- SPI (Serial Peripheral Interface) เป็นการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์เพื่อรับส่งข้อมูลแบบซิงโครนัส (Synchronize) มีสัญญาณนาฬิกาเข้ามาเกี่ยวข้องระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller) หรือจะเป็นอุปกรณ์ภายนอกที่มีการรับส่งข้อมูลแบบ SPI อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เป็นมาสเตอร์ (Master) โดยปกติแล้วจะเป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ หรืออาจกล่าวได้ว่าอุปกรณ์ Master จะต้องควบคุมอุปกรณ์ Slave ได้ โดยปกติตัว Slave มักจะเป็นไอซี (IC) หน้าที่พิเศษต่าง ๆ เช่น ไอซีอุณหภูมิ, ไอซีฐานเวลานาฬิกาจริง (Real-Time Clock) หรืออาจเป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ทำหน้าที่ในโหมด Slave ก็ได้เช่นกัน
- PWM (Pulse Width Modulation) การสร้างสัญญาณพัลส์แบบสแควร์เวฟ ที่สามารถปรับเปลี่ยนความถี่และ Duty Cycle ได้เพื่อนำไปควบอุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น มอเตอร์
- UART (Universal Asynchronous Receiver Transmitter) ทำหน้าที่รับส่งข้อมูลแบบอะซิงโครนัสสำหรับมาตรฐานการรับส่งข้อมูลแบบ RS-232

ไมโครคอนโทรลเลอร์ มีด้วยกันหลายประเภทแบ่งตามสถาปัตยกรรม(การผลิตและกระบวนการทำงานระบบการประมวลผล) ที่มีใช้ในปัจจุบันยกตัวอย่างดังนี้

1. ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล PIC (บริษัทผู้ผลิต Microchip ไมโครชิป)
2. ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS51 (บริษัทผู้ผลิต Atmel, Phillips)
3. ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล AVR (บริษัทผู้ผลิต Atmel)
4. ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล ARM7ARM9 (บริษัทผู้ผลิต Atmel, Phillips, Analog Device, Sumsung, STMicroelectronics)
5. ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล Basic Stamp (บริษัทผู้ผลิต Parallax)

6. ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล PSOC (บริษัทผู้ผลิต CYPRESS)
7. ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MSP (บริษัทผู้ผลิต Texas Intruments)
8. ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล 68HC (บริษัทผู้ผลิต MOTOROLA)
9. ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล H8 (บริษัทผู้ผลิต Renesas)
10. ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล RABBIT (บริษัทผู้ผลิต RABBIT SEMICONDUCTOR)
11. ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล Z80 (บริษัทผู้ผลิต Zilog)

2.2 ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล Arduino

Arduino เป็นภาษา อิตาลี ซึ่งใช้เป็นชื่อของโครงการพัฒนาไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล AVRแบบ Open Source ที่ได้รับการปรับปรุงมาจากโครงการพัฒนา Open Source ของ AVR อีกโครงการหนึ่งที่ชื่อว่า “Wiring” แต่เนื่องจากโครงการของ “Wiring” เลือกใช้ AVR เบอร์ ATmega128 ซึ่งเป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ ที่มีจำนวนของหน่วยความจำ และ I/O ค่อนข้างมาก และที่สำคัญ ATmega128 เป็นชิพที่มีตัวถังแบบ SMD จึงทำให้เป็นอุปสรรคสำหรับผู้เริ่มต้นในการสร้างบอร์ดและต่อวงจรขึ้นมาใช้งานกันเอง และบอร์ดจะมีขนาดค่อนข้างใหญ่ ซึ่งอาจดูว่าเกินความจำเป็นสำหรับผู้เริ่มต้น จึงไม่ค่อยได้รับความนิยมเท่าที่ควร แต่หลังจากที่ทางทีมงาน Arduino นำ Source Code ของ “Wiring” มาพัฒนาปรับปรุงใหม่โดยให้สามารถใช้งานกับไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR ขนาดเล็ก อย่าง Mega8 และ Mega168 ได้ จึงทำให้ระบบวงจรของบอร์ดมีขนาดเล็กลงกว่า “Wiring” มากและยังใช้อุปกรณ์น้อยชิ้น ทำให้ง่ายต่อการต่อวงจรใช้งานกันเอง และยังประหยัดต้นทุนในการสร้างบอร์ดไปได้มาก ด้วยเหตุนี้เองที่ทำให้

“Arduino” ได้รับความนิยมจากผู้ใช้งานทั่วโลกเป็นอย่างมากในระยะเวลาอันรวดเร็ว Arduino มีจุดเด่นในเรื่องของ ความง่ายในการเรียนรู้และใช้งาน เนื่องจากมีการออกแบบคำสั่งต่างๆ ขึ้นมาสนับสนุนการใช้งาน ด้วยรูปแบบที่ง่ายไม่ซับซ้อน ซึ่งถึงแม้ว่า Arduino เองจะมีรูปแบบการใช้งานคล้าย ๆ กับกันไมโครคอนโทรเลอร์อย่าง Basic Stamp ของ Parallax, BX-24 ของ Netmedias และHandy Board ของ MIT แต่ก็มีจุดเด่นกว่าของรายอื่น ๆ หลายอย่าง เป็นต้นว่า

- ราคาไม่แพง เนื่องจากมี Source Code และวงจร แจกให้ฟรี สามารถต่อวงจรขึ้นมาใช้งานได้เอง
- โปรแกรมที่ใช้พัฒนาของ Arduino รองรับการทำงานทั้ง Windows, Linux และ Macintosh OSX

- มีรูปแบบคำสั่งที่ง่ายต่อการใช้งาน แต่สามารถนำไปใช้งานจริง ๆ ที่มีความซับซ้อนมากๆ ได้ และยังสามารถสร้างคำสั่งและ Library ใหม่ ๆ ขึ้นมาใช้งานเองได้ เมื่อมีความชำนาญมากขึ้นแล้ว
- มีการเปิดเผยวงจรและ Source Code ทั้งหมดทำให้สามารถนำไปพัฒนาต่อยอดเพิ่มเติมได้ตามความต้องการทั้ง Hardware และ Software

Arduino เป็นบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยใช้ AVR ขนาดเล็กเป็นตัวประมวลผลและสั่งงานเหมาะสำหรับนำไปใช้ในการศึกษาเรียนรู้ระบบไมโครคอนโทรลเลอร์ และ นำไปประยุกต์ใช้งานเกี่ยวกับการควบคุมอุปกรณ์ Input / Output ต่าง ๆ ได้มากมาย ทั้งในแบบที่เป็นการทำงานตัวเดียวอิสระ หรือ เชื่อมต่อสั่งงานร่วมกับอุปกรณ์อื่น ๆ เช่น คอมพิวเตอร์ PC ทั้งนี้ก็เนื่องมาจากว่า Arduino สนับสนุนการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ Input / Output ต่าง ๆ ได้มากมาย ทั้งแบบ Digital และ Analog เช่น การรับค่าจากสวิตช์ หรืออุปกรณ์ตรวจจับ (Sensor) แบบต่าง ๆ รวมไปถึงการควบคุมอุปกรณ์ Output ต่าง ๆ ตั้งแต่ LED, หลอดไฟ,มอเตอร์, รีเลย์ ฯลฯ โดยระบบฮาร์ดแวร์ของ Arduino สามารถสร้างและประกอบขึ้นใช้งานได้เอง ในกรณีที่ผู้ใช้พอมีความรู้ด้านอิเล็กทรอนิกส์อยู่บ้าง หรือ สามารถซื้อแผงวงจรสำเร็จรูปที่มีการผลิตออกจำหน่ายกันในราคาที่ไม่แพง สำหรับเรื่องของโปรแกรมที่จะใช้เป็นเครื่องมือในการพัฒนานั้น สามารถ Download มาใช้งานกันได้ฟรีโดยไม่เสียค่าใช้จ่ายใด ๆ โดย Arduino มีจุดเด่น ในเรื่องของความง่ายต่อการพัฒนาโปรแกรมและมีเอกสารข้อมูลรวมทั้งตัวอย่างต่าง ๆ ให้ใช้เป็นแนวทางในการศึกษาเรียนรู้เป็นจำนวนมาก เนื่องจาก Arduino เป็นระบบการพัฒนาไมโครคอนโทรลเลอร์แบบ Open Source ซึ่งมีการตีพิมพ์เอกสารต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องออกมาเผยแพร่ให้ได้รับรู้เป็นระยะ ๆ รวมทั้งการเปิดเผย Source Code และตัวอย่างต่าง ๆ ให้ผู้ใช้นำไปใช้งาน หรือ พัฒนาดัดแปลงต่อยอดได้โดยไม่เสียค่าใช้จ่าย ด้วยเหตุนี้จึงมีผู้คนทั่วไปให้ความสนใจและนำไปศึกษาทดลองใช้งานกันมากมาย มีการนำไปดัดแปลงและสร้างเป็นโครงงาน แบบต่าง ๆ กันเป็นจำนวนมาก

2.2.1 ภาษาซี กับ Arduino

โปรแกรมภาษาของ Arduino จะใช้ภาษา C++ ซึ่งเป็นรูปแบบของโปรแกรมภาษาซีประยุกต์ แบบหนึ่ง ที่มีโครงสร้างของตัวภาษาโดยรวมใกล้เคียงกันกับ ภาษาซีมาตรฐาน (ANSI-C) อื่น ๆ เพียงแต่ได้มีการปรับปรุงรูปแบบในการเขียนโปรแกรมบางส่วนที่ผิดเพี้ยนไปจาก ANSI-C เล็กน้อย เพื่อช่วยลดความยุ่งยากในการเขียนโปรแกรมและให้ผู้เขียนโปรแกรมสามารถเขียนโปรแกรมได้ง่ายและสะดวกมากขึ้นกว่าการเขียนภาษาซีตามแบบมาตรฐานของ ANSI-C โดยตรง

ภาษาซี (C Programming Language) นั้นถูกพัฒนาขึ้นมาในปี ค.ศ. 1970 โดย Dennis Ritchie แห่ง Bell Laboratories ซึ่งในช่วงแรก ๆ ภาษาซีถูกใช้งานเฉพาะแต่ในห้องปฏิบัติการของ Bell จนกระทั่งปี 1978 Brian Kerninghan กับ Dennis Ritchie จึงได้ออกหนังสือ กำหนดมาตรฐานของภาษาซี ออกมาเผยแพร่ ข้อกำหนดนี้ ถูกเรียกว่า K&R C ทำให้ภาษาซีเริ่มเป็นที่รู้จักของคนทั่วไปกันมากขึ้น จนกระทั่งปี 1980 ภาษาซี ก็ได้รับความนิยมมากขึ้นเป็นลำดับ จนได้มีการพัฒนาโปรแกรมที่ใช้ในการแปลภาษาซี (C-Compiler) ออกมาใช้งานกันอย่างแพร่หลาย ซึ่งสิ่งที่ทำให้ภาษาซีได้รับความนิยมในเวลาอันรวดเร็วก็เนื่องจากว่า ภาษาซีมีความได้เปรียบและมีความอ่อนตัวในการใช้งานที่เหนือกว่าภาษาอื่น ๆ คือ ภาษาซี สามารถนำไปใช้งานบนระบบฮาร์ดแวร์ที่มีความแตกต่างกันได้หลากหลาย โดยผู้ใช้เพียงแต่เลือกใช้ตัวแปลคำสั่ง (C-Compiler) ให้ตรงกับระบบฮาร์ดแวร์ที่ใช้งานอยู่ ส่วนเรื่องรูปแบบในการเขียนโปรแกรมจะเป็นมาตรฐานอันเดียวกัน จนในบางครั้ง อาจสามารถย้ายโปรแกรมจากระบบฮาร์ดแวร์หนึ่งไปใช้งานกับอีกระบบหนึ่งได้ ทำให้ไม่ต้องเสียเวลาในการศึกษาโปรแกรมใหม่ ๆ ให้เสียเวลา เนื่องจากว่าภาษาซี เป็นภาษาที่มีรูปแบบการใช้งานที่ง่าย คือ มีแต่ข้อกำหนดในการใช้งาน หรือ Syntax แต่ไม่มีฟังก์ชันสำเร็จรูป (Built-in Function) ใด ๆ รวมอยู่ในตัวของภาษาด้วย โดยส่วนที่เป็นฟังก์ชั่นการใช้งานต่าง ๆ เช่น การดำเนินการเกี่ยวกับ Input / Output การจองหน่วยความจำ (Memory Allocation)เป็นหน้าที่ของผู้ใช้ที่จะต้องสร้างขึ้นใช้งานเอง หรือ ในบางครั้งก็อาจใช้วิธีการเรียกใช้ฟังก์ชั่นที่ผู้ผลิตตัวแปลคำสั่ง (C-Compiler) สร้างเตรียมไว้ให้ใช้งานในรูปแบบของ Library Function ซึ่งคำสั่งหรือฟังก์ชั่นส่วนที่เป็น Library Function นี้เอง ที่เป็นสาเหตุทำให้ภาษาซี มีความแตกต่างกัน เพียงแต่ว่าในบางครั้งผู้ใช้จะแบ่งแยกไม่ออกว่า อันไหนเป็นคำสั่งส่วนมาตรฐานของภาษาซี อันไหนเป็นส่วนที่สร้างขึ้นมาใหม่ด้วยเหตุที่ภาษาซี เป็นที่นิยมใช้งานกันอย่างแพร่หลายมากขึ้น จึงทำให้มีผู้ผลิต Compiler ของภาษาซีเกิดขึ้นมามากมาย ทั้งแบบที่แจกจ่ายให้ใช้งานกันฟรี ๆ และแบบที่จำหน่ายเพื่อการค้า สาเหตุของการแข่งขันกันนี้เองที่ทำให้เริ่มมีการเพิ่มเติมความสามารถและลูกเล่นต่าง ๆ ให้กับภาษาซีมากขึ้น เพื่อหวังดึงดูดใจผู้ซื้อและเป็นจุดขาย ทำให้ภาษาซีเริ่มมีความแตกต่างกันในแต่ละผู้ผลิต จนทำให้เหล่าผู้ใช้เกิดความสับสนกันเป็นอย่างมาก ดังนั้นทาง American National Standard Institute (ANSI) จึงได้ทำการตั้งข้อกำหนดมาตรฐานของภาษาซีขึ้น โดยเรียกกันว่า “ANSI-C” เพื่อใช้เป็นข้อบังคับและคงมาตรฐานของภาษาซีไว้ไม่ให้เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม โดยทุกผู้ผลิตจะต้องสร้างตัวแปลภาษาให้มีคุณสมบัติการใช้งานขั้นพื้นฐานที่เป็นสิ่งเดียวกัน ตามข้อกำหนดของ ANSI สำหรับส่วนของคำสั่งที่จะมีการสร้างเพิ่มเติมขึ้นมาใช้งานใหม่นั้นให้เป็นสิทธิของผู้ผลิตแต่ละรายที่จะสร้างขึ้นมาใหม่ แต่จะไม่ถือเอาส่วนคำสั่งที่มีการสร้างขึ้นมาเพิ่มเติมนั้นว่าเป็นส่วนของ ANSI-C ด้วย ดังนั้นเมื่อจะใช้งานภาษาซีตัวใด ก็ขอให้ผู้อ่านศึกษารายละเอียดทางด้านคุณสมบัติของตัว

ภาษานั้น ๆ ด้วย ว่ามีคุณสมบัติการใช้งานที่รองรับคำสั่งของ ANSI-C หรือไม่ มีข้อยกเว้นอย่างไรบ้าง และมีการสร้างคำสั่งหรือเพิ่มเติมความสามารถมากกว่า ANSI-C อย่างไรบ้าง ซึ่งถ้าโปรแกรมที่เขียนขึ้นนั้น เลือกใช้เฉพาะคำสั่งที่เป็น ANSI-C ทั้งหมด จะทำให้สามารถย้าย Code โปรแกรม จากระบบฮาร์ดแวร์แบบหนึ่ง เพื่อไปใช้งานกับอีกระบบฮาร์ดแวร์แบบหนึ่งได้ทันที แต่ถ้าใน Code โปรแกรมนั้นมีการใช้คำสั่งที่นอกเหนือไปจากคำสั่งของ ANSI-C แล้ว ก็จะไม่สามารถใช้ได้ทันที ต้องมีการปรับแก้ Code กันใหม่เป็นบางส่วน หรือต้องสร้างคำสั่งบางส่วนขึ้นมาทดแทน จึงจะสามารถใช้งานได้ ซึ่งส่วนของคำสั่งที่เป็นภาษาซีตามมาตรฐานของ ANSI-C จะมี 32 คำสั่ง คือ

ตารางที่ 2.1 ภาษาซีตามมาตรฐานของ ANSI-C 32 คำสั่ง

auto	break	case	char	const	continue
default	do	double	else	enum	extern
float	for	goto	if	int	long
register	return	short	signed	sizeof	static
struct	switch	typedef	union	unsigned	
void	volatile	while			

คำสั่งทั้ง 32 คำสั่งนี้ ไม่ว่าจะอยู่บน C-Compiler ตัวใดก็จะต้องมีข้อกำหนดและรูปแบบการใช้งานของคำสั่งที่เหมือนกันทั้งหมด ยกเว้นว่า C-Compiler ตัวนั้น ไม่รองรับคำสั่งของ ANSI-C ทั้งหมด ซึ่งส่วนนี้ต้องดูจากคุณสมบัติของภาษาซีที่จะใช้ว่าเป็นอย่างไร

สำหรับการเขียนโปรแกรมของ Arduino นั้นจะใช้ภาษา C++ ซึ่งเป็นรูปแบบภาษาซีประยุกต์แบบหนึ่ง ที่มีโครงสร้างการทำงานของตัวภาษาโดยรวม คล้ายกับ ภาษาซีมาตรฐาน (ANSI-C) ทั่ว ๆ ไป เพียงแต่ได้มีการปรับปรุงเพื่อลดความยุ่งยากในการใช้งานลง เพื่อให้ผู้ใช้สามารถใช้งานและเขียนโปรแกรมได้ง่ายและสะดวกมากกว่าเขียนภาษาซีแบบมาตรฐาน โดยตรง ซึ่งในความเป็นจริงแล้วในการเขียนโปรแกรมของ Arduino เราสามารถใช้คำสั่งต่าง ๆ ที่เป็นคำสั่งตามมาตรฐานของ ANSI-C เข้ามาใช้ในการเขียนโปรแกรมได้ทันที โดยรูปแบบการเขียนโปรแกรมและ การใช้งานคำสั่งต่าง ๆ นั้น สามารถอ้างอิงจากหนังสือ ตำรา ของภาษาซี มาตรฐาน ANSI-C ได้โดยตรง

Arduino นั้นไม่ใช่ C-Compiler โดยตรง แต่ Arduino จะมีลักษณะการทำงานเช่นเดียวกันกับ Text Editor ของภาษา C++ ตัวหนึ่ง โดยจะทำงานร่วมกับ Utilityบางส่วนที่ Arduino สร้างขึ้นมารองรับ โดย Arduino จะใช้รูปแบบการทำงานของ Text Editor เป็นฉากหน้าในการติดต่อสื่อสารกับ

ผู้ใช้เท่านั้น ส่วนเบื้องหลังจริง ๆ นั้น Arduino จะไปเรียกใช้ตัวแปลภาษาซี และ Utilityอื่น ๆ ที่ใช้เป็นเครื่องมือพัฒนาโปรแกรมของ ไมโครคอนโทรลเลอร์ ตระกูล AVR อีกทีหนึ่ง โดย Arduino จะเลือกใช้ C-Compiler ของ "GNU AVR-GCC Toolchain" ร่วมกับ Library Function ของ "avr-libc" ส่วนUtility ที่ใช้ในการ Upload Code ให้กับ AVR นั้นก็จะใช้ของ "AVRDude" ดังนั้นผู้ที่เขียนภาษาซีของ AVR เป็นอยู่แล้ว และต้องการประยุกต์ใช้งาน Arduino ให้ได้ประสิทธิภาพการทำงานมากยิ่งขึ้นไปอีก ก็สามารถศึกษาข้อกำหนด และ หน้าที่ในการใช้งาน Library และคำสั่งอื่น ๆ ที่บรรจุไว้ใน Library ต่าง ๆ ทั้งจากของ "GNU AVR-GCC Toolchain" และ "avr-libc" เพิ่มเติมอีกเพื่อใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงและประยุกต์ใช้งาน Arduino ในรูปแบบที่สลับซับซ้อนมาก ๆ ขึ้นไปได้อีก

2.3 การวิจัยเชิงทดลอง

การวิจัยเชิงทดลองเป็นวิธีการแสวงหาความรู้อย่างมีระบบและมีเหตุผล การทดลองเป็นวิธีการทดสอบสมมุติฐานอย่างหนึ่ง คือเมื่อผู้วิจัยนิยามปัญหาที่จะวิจัยแล้ว ก็จะตั้งสมมุติฐานซึ่งอาจจะถูกหรือผิดก็ได้ การที่สมมุตฐานจะได้รับการยืนยัน หรือไม่ได้รับการยืนยันจากข้อมูล ขึ้นอยู่กับ การควบคุมความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรว่ามีความถูกต้องเพียงใดจุดมุ่งหมายของการวิจัยเชิงทดลองก็เพื่อพยากรณ์เหตุการณ์ที่ได้ผลจากการทดลอง และหาผลสรุปเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ (อนันต์ ศรีโสภา. 2527 : 97)

วิธีดำเนินการวิจัยเชิงทดลอง ประกอบด้วยขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้

1. การศึกษางานวิจัย หนังสือ บทความต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาที่จะทำการวิจัย
2. กำหนดจุดมุ่งหมาย และนิยามปัญหาที่จะทำให้ชัดเจน
3. ตั้งสมมติฐาน นิยามคำศัพท์เฉพาะ และตัวแปรให้ชัดเจน
4. สร้างแบบแผนการทดลองให้เป็นตัวแทนของข้อมูลทั้งหมด ระบุตัวแปรที่ไม่เกี่ยวข้องทั้งหมด เลือกแผนการวิจัยที่สอดคล้องกับปัญหา เลือกกลุ่มตัวอย่างที่เป็นตัวแทนของประชากรทั้งหมด คัดเลือกเครื่องมือในการวิจัย โดยพิจารณาถึงความเที่ยงตรงของเครื่องมือ แปลงสมมติฐานให้เป็นข้อมูลทางสถิติ
5. ดำเนินการทดลอง และต้องควบคุมสิ่งต่าง ๆ ให้คงที่
6. กำจัดลักษณะการกระทำต่าง ๆ ที่อาจจะทำให้ได้ข้อมูลที่ผิด และมีอิทธิพลต่อการทดลอง
7. นำวิธีทางสถิติมาทดสอบสมมุติฐาน และพิจารณาความเชื่อมั่นของผลการวิจัยที่ได้ (อนันต์ ศรีโสภา. 2527 : 97)

2.4 การสอนลักษณะการทดลอง

การทดลองด้วยตนเอง หมายถึง การสอนเนื้อหาวิชา โดยให้นักเรียนทำการทดลองด้วยตนเอง เป็นวิธีการสอนทำให้เกิดการเรียนรู้จากการค้นพบจากผลการทดลองนักเรียนได้รับความรู้จากประสบการณ์ตรงซึ่งเป็นธรรมมากที่สุด การเรียนรู้เป็นจุดหมายปลายทางของการศึกษา ควรจะส่งเสริมให้มีการเรียนการสอนแบบทดลองมาก ๆ (อัญชลี แจ่มเจริญ. 2526 : 45) ประโยชน์ของการสอนโดยให้นักเรียนทำการทดลองด้วยตนเองมีดังนี้

1. ให้เกิดความสนใจในบทเรียน
2. ทำให้มองเห็นว่าเป็นสิ่งแปลกใหม่
3. ทำให้มองเห็นและจับต้องได้
4. ทำให้ค้นหาคำตอบได้เอง
5. ทำให้สนุกสนานกับการเรียน
6. ทำให้ความคิดรวบยอดชัดเจนยิ่งขึ้น

การทดลองด้วยตนเองสอดคล้องกับหลักการเรียนที่ดี คือ

1. บอกจุดมุ่งหมายที่ชัดเจน นักเรียนทราบว่า ตนเองจะทำการทดลองเพื่อพิสูจน์หรือค้นหาคำตอบอะไร
2. บอกความคาดหมายผลสุดท้ายที่ตนทำการทดลองได้ แม้การทดลองนั้นจะล้มเหลวก็ตาม
3. การทดลองด้วยตนเองจะต้องทำไปทีละน้อยตามลำดับขั้น และจะเห็นผลตอบแทนทันที
4. นักเรียนเป็นผู้กระทำเอง
5. บอกวิธีเรียน คือ การทดลองด้วยตนเอง
6. เป็นการทำซ้ำจำได้แม่นยำ เพราะหากการทดลองไม่ตรงตามความคาดหมายจะต้องกลับไปทำใหม่
7. เนื้อหาตรงจุดมุ่งหมาย หมายถึง กระบวนการปฏิบัติจะต้องสอดคล้องกับสิ่งที่ตนต้องการทดลองหรือพิสูจน์เพื่อให้ได้คำตอบ
8. การทดลองขั้นที่ 1 ไปสู่ขั้นที่ 2 จนถึงขั้นสุดท้าย เป็นการปฏิบัติแบบต่อเนื่อง
9. การทดลองเป็นการล่อใจ
10. เป็นการเรียนด้วยการปฏิบัติจริง ซึ่งจะก่อให้เกิดความเข้าใจ และจำได้แม่นยำ

หลักการสอนโดยให้นักเรียนทำการทดลองด้วยตนเอง

1. ต้องเป็นการการทดลองที่เร้าให้เกิดความคิดเห็นและประหลาดใจจนถึงขั้นนำไปสู่การแก้ปัญหาในที่สุด
2. นักเรียนจะต้องรู้จุดมุ่งหมายของการการทดลองแต่ละครั้งเสมอ

3. ครูต้องเตรียมแผนการการทดลองด้วยความละเอียดถี่ถ้วน

4. ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการการทดลองมากที่สุด

5. ครูต้องให้นักเรียนปฏิบัติโดยเป็นตัวของตัวเองมากที่สุด

6. ครูต้องทำการการทดลองก่อนเพื่อความแน่ใจ

7. ครูต้องสร้างให้นักเรียนเกิดการสังเกต ควบคู่ไปกับการการทดลองเสมอ ๆ โดยกำหนดไว้ตามขั้นตอนต่าง ๆ

8. ใช้อุปกรณ์ง่าย ๆ ไม่ซับซ้อน

9. การทดลองทุกครั้งต้องสรุปผลและถ้าเป็นไปได้ ควรเขียนรายงานสรุปด้วยตนเอง (อธิณัฏฐ์ พรหมศิริ. 2521 : 92)

2.5 การสร้างสื่อการเรียนการสอนประเภทชุดปฏิบัติการ

แนวทางหนึ่งในการปรับปรุงกระบวนการเรียนการสอนสาขาช่างอุตสาหกรรม คือ การมีสื่อการเรียนการสอนที่ดีสอดคล้องกับหลักสูตร และถ้าผู้สอนได้นำไปใช้ได้อย่างถูกวิธีจะเป็นผลให้คุณภาพ คือ ชุดทดลอง การสอนดีขึ้น ในการผลิตสื่อการสอนโดยเฉพาะสื่อในวิชาการทดลองปฏิบัติการ เช่น ชุดปฏิบัติการ นอกจากจะพิจารณาถึงระบบและวิธีสอนที่จะต้องใช้แล้ว ยังมีหลักอีก 3 ประการ คือ เทคนิคการผลิต

1. ความคิดสร้างสรรค์ในการผลิต

2. การออกแบบให้สอดคล้องกับกระบวนการสอน จุดมุ่งหมายการสอนและลักษณะที่จะนำไปใช้ (ไชยยศ เรืองสุวรรณ. 2529 : 4) สำหรับแนวทางในการออกแบบชุดสื่อการเรียนการสอนอย่างมีประสิทธิภาพนั้น ประกอบด้วยกระบวนการ 5 ขั้นตอน (วัลลภ จันทร์ตระกูล. 2529 : 44-46)

1. กำหนดขอบข่ายเนื้อหาวิชาประกอบด้วยองค์ประกอบ 4 ประการ ที่ดำเนินควบคู่กันไป คือการศึกษาเชิงวิเคราะห์เนื้อหาวิชา การศึกษาเปรียบเทียบเทียบหลักสูตร การสำรวจโรงงานและการสำรวจสถานศึกษา

1.1 การศึกษาเชิงวิเคราะห์เนื้อหาวิชา เพื่อการวางโครงร่าง ลำดับความสัมพันธ์และแบ่งระดับความยากง่ายของเนื้อหาวิชาที่จะทำการออกแบบสร้างสื่อการสอน โดยการศึกษาจากตำราเอกสารการสัมมนาปรึกษาผู้เชี่ยวชาญและศึกษางานอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้อง

1.2 การศึกษาเปรียบเทียบหลักสูตร เพื่อศึกษาความสอดคล้องและความแตกต่างของหลักสูตรใช้เรียนของสถานศึกษาต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง โดยการศึกษาจากเอกสารหลักสูตรการสอนครูผู้สอน ผลที่ได้จะช่วยในการเลือก และกำหนดหัวข้อเรื่องได้สอดคล้องกับหลักสูตร

1.3 การสำรวจโรงงานเป็นการสำรวจสภาพการทำงานเครื่องมืออุปกรณ์ และเทคนิคที่ใช้ในการทำงานตามหัวข้อเรื่องของชุดสื่อการเรียนการสอน โยสอบถามวิศวกรโรงงาน และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อการกำหนดรายละเอียดของการวิเคราะห์งาน ความสามารถในงาน ความรู้และทักษะที่ต้องการในงาน

1.4 การสำรวจสถานศึกษา เป็นการเรียนรู้วิธีการเรียนการสอน ความพร้อม เครื่องมือ วัสดุอุปกรณ์ และสิ่งอำนวยความสะดวกต่าง ๆ ในสถานศึกษาตลอดจนปัญหา และอุปกรณ์ในการเรียนการสอนโดยการสำรวจหรือสอบถามจากครูผู้สอน

2. การกำหนดเสื้อหาและวัตถุประสงค์ จากขอบข่ายเนื้อหาที่ได้ นำมาศึกษาเพื่อให้สามารถจำแนกเป็นส่วนต่าง ๆ เท่าที่จำเป็น กล่าวคือ ให้รู้ถึงจุดมุ่งหมายและหน้าที่ (Purpose and Function) ของชุดปฏิบัติการว่าทำอย่างไรจึงจะสามารถทำงานได้ตามต้องการและสามารถตอบสนองจุดมุ่งหมายของเนื้อหาวิชาได้อย่างครบถ้วน

3. การออกแบบและการสร้างชุดสื่อการเรียนการสอน วัตถุประสงค์ของชุดปฏิบัติการที่ผ่านการวิเคราะห์ และตรวจสอบแล้ว เป็นแนวทางในการออกแบบ และสร้างอุปกรณ์การสอนหรือชุดปฏิบัติการที่ทำการออกแบบนี้ สามารถนำไปใช้เป็นอุปกรณ์การสอนของครู และอุปกรณ์ในการทำกิจกรรมของนักเรียน ชุดปฏิบัติการจึงมีความสำคัญมากต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนและสามารถในการทำงานด้านช่างอุตสาหกรรม สื่อการเรียนการสอนประเภทชุดทดลองหรือชุดปฏิบัติการเป็นสิ่งจำเป็นอย่างมาก เนื่องจากนักเรียนช่างอุตสาหกรรมจำเป็นจ้องได้รับประสบการณ์จากการเรียนรู้ที่เป็นรูปธรรมมากที่สุด เพื่อที่จะสามารถปฏิบัติงานได้เป็นอย่างดี การออกแบบและสร้างสื่อประเภทชุดปฏิบัติการนั้น จำเป็นต้องนำหลักการด้านการออกแบบทางด้านวิศวกรรมเชิงปฏิบัติ มาประยุกต์กับงานที่ออกแบบสร้าง ตามลำดับดังนี้

3.1 กำหนดวัตถุประสงค์ในการทำชุดปฏิบัติการไปใช้ในการเรียนการสอน ควรกำหนดให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการเรียน การออกแบบการสร้างจะสำเร็จผลตามเป้าหมายและใช้ได้จริงและกลุ่มผู้เรียน จากนั้นนำไปเขียนวัตถุประสงค์เป็นข้อ ๆ และกำหนดขอบเขตคุณลักษณะของชุดปฏิบัติการที่จะออกแบบสร้างสุดท้ายจะต้องตรวจสอบความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของบทเรียนอีกครั้ง

3.2 การกำหนดหน้าที่ของชุดปฏิบัติการ จากคำบรรยายคุณลักษณะของชุดปฏิบัติการ ที่กำหนดขึ้นในข้อ 3.1 นำมาวิเคราะห์ เพื่อค้นหาคำพื้นฐาน (Basic Term) ซึ่งจะทำให้เราทราบถึงรายการหน้าที่ต่าง ๆ ของชุดทดลองและพิจารณาปัจจัยที่จะทำให้อุปกรณ์ทำงานได้ตามกำหนด

3.3 การศึกษาปัจจัยที่ทำให้ชุดปฏิบัติการ ทำงานได้ตามรายการหน้าที่ที่กำหนดโดยทั่วจะอยู่ในรูปของวัสดุ (Material) พลังงาน (Energy) และสัญญาณ (Signal) สิ่งที่ต้องกำหนดอาจเขียนเป็นคำสั้น ๆ ภาพสเกตซ์ต่าง ๆ หรือแบบขนาดวงจร เพื่อให้สามารถทราบถึงส่วนประกอบของอุปกรณ์ให้มากที่สุด ชิ้นส่วนหรือแบบของงานที่คิดค้นขึ้นมาควรจะพิจารณาถึงการนำมาประกอบของอุปกรณ์ให้มากที่สุด ชิ้นส่วนหรือบแบของงานที่คิดค้นขึ้นมาควรจะพิจารณาถึงการนำมาประกอบความยากง่ายในการผลิตอุปกรณ์ที่ใช้และค่าใช้จ่าย

3.4 การวิเคราะห์และตัดสินใจเลือกชิ้นส่วนประกอบของอุปกรณ์จากการเลือกในหัวข้อที่ 3.3 นำมาหาผลลัพธ์ที่ดีที่สุด โดยพิจารณาเกณฑ์กำหนด เรื่องประสิทธิภาพในการทำงาน ขนาด รูปร่าง ความคงทน การบำรุงรักษาและราคา

3.5 การสร้างต้นแบบและตรวจสอบ เมื่อเลือกชิ้นส่วนและอุปกรณ์ได้แล้ว ต้องนำมา สเกตซ์เป็นภาพประกอบต้นแบบคร่าว ๆ หรือเป็นภาพงานชิ้นงานง่าย ๆ จากนั้นจึงทำการสร้างต้นแบบ ในขั้นตอนนี้จะต้องมีการทดสอบการทำงานของส่วนต่าง ๆ ตามรายการหน้าที่ทำกำหนดตามความจำเป็น

3.6 การเขียนแบบเพื่อประโยชน์ในการผลิตครั้งต่อไป งานเขียนนับว่ามีความสำคัญอย่างมาก แบบงานจะเป็นข้อมูลสำหรับดำเนินการผลิต ดังนั้นแบบงานของชุดปฏิบัติการต้องมีแบบ ทั้งแบบภาพประกอบและการแยกชิ้นหรือแบบลายวงจรของแผ่นวงจรพิมพ์

3.7 การเตรียมเอกสารประกอบ อุปกรณ์ที่ออกแบบสร้างโดยทั่วไป ควรต้องจัดเอกสารประกอบหรือคู่มือการใช้งาน เพื่อผู้ใช้จะได้ใช้อุปกรณ์ได้อย่างถูกต้อง สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ในการออกแบบสร้าง

4. การทดลองใช้ ชุดสื่อการเรียนการสอนจะถูกนำไปใช้ในสถานศึกษา โดยผู้วิจัย เพื่อค้นหาข้อบกพร่องต่าง ๆ อาทิเช่น ความถูกต้อง ความเที่ยงตรง ความยาก ความซับซ้อน ความทนทาน และความสะดวกในการลอกเลียนขึ้นมาทำใหม่

5. การปรับปรุง ข้อมูลและประสบการณ์ที่ได้จากการทดลองข้างต้น จะถูกนำมาใช้ในการปรับปรุงชุดสื่อการเรียนการสอนให้มีคุณภาพจนเป็นที่ยอมรับได้

วิธีการสร้างแผงทดลองปฏิบัติการและใบงาน มีลำดับขั้นตอนการสร้างดังต่อไปนี้

1. ขั้นเตรียมเอกสารข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

2. ขั้นเตรียมการจะต้องหาบุคคล ที่จะช่วยในการสร้างแผงทดลองปฏิบัติการและใบงาน ซึ่งประกอบด้วย

2.1 ผู้เชี่ยวชาญหรือผู้ชำนาญการในสาขาวิชานั้น

2.2 วิทยากร วิศวกรหรือครูผู้สอนและนักเทคโนโลยีทางการศึกษา

SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

3. ขั้นดำเนินการ

3.1 เลือกเนื้อหาวิชา

3.2 กำหนดเวลา

3.3 กำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

3.4 จัดลำดับเนื้อหา

3.5 วางแผนวิธีการสอนจะสอนแบบใด ใช้สื่ออะไรบ้าง กิจกรรมอะไร ประเมินผลอย่างไร

3.6 ลงมือผลิตสื่อโดยแบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ

3.6.1 การสร้างแผงทดลองปฏิบัติการ ซึ่งเป็นตัวเครื่องที่จะนำไปทดลอง หรือสาธิตให้กับผู้เข้ารับการฝึกอบรม ส่วนการฝึกอบรมได้ทดลองในชั่วโมงฝึกปฏิบัติของวิชาช่างทุกสาขาวิชา โดยทั่วไปแล้วเครื่องมือหรือแผงทดลองปฏิบัติการ 1 ชุดจะใช้กับผู้เข้ารับการฝึกอบรมจำนวนไม่เกิน 2 คนเท่านั้น การสร้างโดยทั่วไปใช้อุปกรณ์ที่หาซื้อได้ง่ายและต้องมีราคาถูก คุณภาพดี

3.6.2 การสร้างใบงานจะต้องมีรายละเอียดทั้งทฤษฎีบรรยายประกอบรูปวงจรคำตอบสรุป และแบบฝึกหัดท้ายการทดลองซึ่งส่วนการฝึกอบรมได้กำหนดให้เป็นรูปแบบเดียวกัน

3.7 นำแผงทดลองปฏิบัติการและใบงานไปทดลองใช้

3.8 นำกลับมาแก้ไข (ถ้ามี)

3.9 ปรับปรุง

3.10 ผลิตชุดปฏิบัติการที่สมบูรณ์ให้เพียงพอกับการใช้งานต่อไป

2.6 การประเมินคุณภาพสื่อ

เพื่อให้รู้ว่าสื่อที่เลือกหรือผลิตขึ้นมานั้นสามารถใช้สอนได้ตามที่ต้องการหรือไม่จะต้องมีการประเมินคุณภาพสื่อ (พิสิฐ เมธาภัทร และธีรพล เมธีกุล. 2529 : 171-173) ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

1. ประสิทธิภาพในการสื่อความหมาย (ด้านวิชาการ)

1.1 ด้านวัตถุประสงค์

1.1.1 สื่อครอบคลุมวัตถุประสงค์

1.1.2 สื่อเหมาะสมกับระดับความยากง่ายของวัตถุประสงค์

1.2 ด้านเนื้อหา

1.2.1 เนื้อหาวิชาถูกต้องไม่มีจุดผิด

1.2.2 เนื้อหาวิชาแยกย่อยได้

1.2.3 เนื้อหาวิชาเรียงลำดับเป็นตรรกะ (Logic)

1.2.4 ประสิทธิภาพ และประสิทธิผลในการสื่อความหมาย

1.2.5 บรรลุเป้าหมายตามวัตถุประสงค์

1.2.6 สามารถลดปริมาณการให้เนื้อหาแบบเลื่อนลอย (Abstract) ให้มีความหมายและเป้าหมาย (Concrete) มากขึ้น

1.2.7 ช่วยเพิ่มกิจกรรมในการเรียนการสอน ให้ผู้เรียนกระตือรือร้นมากขึ้น

1.2.8 ดึงดูดความสนใจของผู้เรียนให้ดีขึ้น

2. องค์ประกอบที่เกี่ยวกับคน (Human Factor)

2.1 ด้านผู้เรียน สื่อที่ใช้เหมาะสมกับจำนวนผู้เรียน

2.2 ด้านผู้สอน

2.2.1 สื่อไม่จำเป็นอาศัยความสามารถพิเศษในการใช้สอน

2.2.2 สื่อที่ใช้เหมาะสมกับประสบการณ์ของผู้สอน

3. องค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับความพร้อม และการนำไปใช้งาน

3.1 ด้านวัสดุและอุปกรณ์

3.1.1 ใช้วัสดุราคาพอสมควรกับความจำเป็น

3.1.2 ใช้วัสดุที่หาได้ในท้องถิ่น

3.1.3 อุปกรณ์ที่ใช้ประกอบส่วนใหญ่ หาได้ตามวิทยาลัยทั่ว ๆ ไป

3.2 ด้านราคา

3.2.1 เวลาที่ใช้ในการผลิตไม่มากนัก

3.2.2 เวลาที่ใช้ในการแสดงสื่อนั้นไม่มากเกินไป

3.3 ด้านการใช้งาน

3.3.1 สามารถนำไปใช้ง่าย และสะดวก

3.3.2 ไม่ยุ่งยากในการเตรียมงาน

3.3.3 ไม่ต้องมีอุปกรณ์ช่วยพิเศษอื่น ๆ ขณะไปใช้งาน

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้ศึกษาเกี่ยวกับงานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการสร้างและหาประสิทธิภาพ หรือการหาผลสัมฤทธิ์ผลทางการเรียนการสอนของชุดฝึกหรือชุดทดลองหลายเรื่องด้วยกัน สรุปได้ดังนี้

2.7.1 นาย เกียรติศักดิ์ คนธสิงห์ สาขาอิเล็กทรอนิกส์ คณะช่างอุตสาหกรรม ได้ทำการวิจัยเรื่อง การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลองเรื่องการพัฒนาสื่อการสอนเพื่อพัฒนาการจัดการ

เรียนการสอนของครูผู้สอนสื่อการสอน ชุดบอร์ดโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS51 ผลปรากฏว่าชุดทดลองสามารถช่วยให้ผู้เรียนกติกาการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพตามวัตถุประสงค์

2.7.2 ประกอบ (2537) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การสร้างชุดสาธิตการประลอง เรื่องบอร์ดโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์ วิชาไมโครโปรเซสเซอร์และไมโครคอนโทรลเลอร์ ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรชั้นสูง ผลการวิจัยปรากฏว่า ชุดทดลองสามารถช่วยให้ผู้เรียนได้มีการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพตามวัตถุประสงค์

2.7.3 นายกุลเชษฐ บุญมาดวง ได้ทำวิจัยเรื่องการพัฒนาสื่อการสอนเพื่อพัฒนาการจัดการเรียนการสอนของครูผู้สอนเกี่ยวกับสื่อการสอนชุดบอร์ดโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์ ผลปรากฏว่าชุดทดลองสามารถช่วยให้ผู้เรียนกติกาการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพตามวัตถุประสงค์

2.7.4 นภัทร วัจนเทพินทร์ (2534 : 37-40) ทำการวิจัยการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลอง เรื่องวงจรพัลซ์และสวิตช์ชิ่ง นำชุดทดลองไปทำการทดลอง เพื่อศึกษาเปรียบเทียบเวลาที่ใช้ในการเรียนระหว่างการเรียนโดยใช้ชุดทดลองและการเรียนการสอนแบบปกติ ด้วยการวัดค่าต่าง ๆ ตามใบงาน เพื่อเปรียบเทียบกับผลการคำนวณทางทฤษฎีมีค่าไม่เกินร้อยละ 10 ตามสมมติฐานกลุ่มทดลองที่ใช้เป็นนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 2 แผนกช่างไฟฟ้า ของสถาบันเทคโนโลยีราชมงคลวิทยาเขตนนทบุรี จำนวน 2 กลุ่ม กลุ่มละ 16 คน

ผลการวิจัยพบ ประสิทธิภาพชุดลองด้านความเที่ยงตรง ร้อยละ 90-100 เวลาที่ใช้ในการทดลองลดลงเหลือเพียง 10 สัปดาห์ ๆ ละ 3 คาบ นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคิดเป็นคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 38.44 เมื่อสอนปกติมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 34.81 แต่ไม่แตกต่างกันที่ความเชื่อมั่น ร้อยละ 95 มีข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยต่อไปว่าควรมีการวิจัยเพื่อสร้างชุดทดลองทางสาขาวิชาช่างไฟฟ้า และอิเล็กทรอนิกส์ ที่สามารถใช้งานได้สะดวก ช่วยลดเวลาในการทดลองลง และการวิจัยที่นำไปใช้กับหลักสูตรระยะสั้นด้วย

2.7.5 ธนิต บุญใส (2534: 27-29) ทำการวิจัยการสร้างและหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของชุดทดลองวิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร โดยสร้างชุดทดลอง ใบงาน และแบบทดสอบครอบคลุมเนื้อหาตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ ของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ใช้เกณฑ์กำหนดร้อยละ 80/80 กลุ่มทดลองที่ใช้เป็นนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 2 แผนกช่างไฟฟ้ากำลัง สาขาวิชาช่างไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคเพชรบุรี จำนวน 20 คน

ผลการวิจัยพบว่า ได้ผลคะแนนเฉลี่ยจากการทดลอง และทำแบบทดสอบท้ายการทดลองเป็นค่าเฉลี่ยร้อยละ 89.16 ผลคะแนนเฉลี่ยจากการทำข้อทดสอบรวมเฉลี่ยร้อยละ 82.00 ซึ่งผลทั้งสองสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด ผลความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับชุดลอง และใบงาน ส่วนใหญ่เห็นว่าชุดลอง และใบงานมีคุณค่ามาก ผลความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิเกี่ยวกับชุดทดลอง

และใบงาน มีความเห็นว่าชุดทดลองมีคุณค่าเหมาะกับการใช้งาน ต้องปรับปรุงเกี่ยวกับคำถามในใบงานและการเก็บรักษา มีข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยต่อไปว่า ก่อนสร้างชุดทดลองควรสำรวจอุปกรณ์ที่จะใช้ในท้องตลาดก่อน การเก็บผลการทดลองควรใช้กลุ่มตัวอย่างจากหลาย ๆ แห่ง หลาย ๆ สถานที่และควรให้มีการทำการวิจัยทางด้านใบงาน และชุดทดลองอิเล็กทรอนิกส์ด้านอื่น ๆ ด้วย

2.7.6 พันธ์ศักดิ์ พุฒิมานิตพงศ์ (2540: 35-37) ทำการวิจัยการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลองวิชาการออกแบบวงจรขยายเชิงเส้น หลักสูตรประกาศนียบัตรครูเทคนิคชั้นสูง (ปทส.) โดยสร้างชุดทดลอง ใบงาน และแบบทดสอบ ครอบคลุมเนื้อหาตามหลักสูตรประกาศนียบัตรครูเทคนิคชั้นสูง พุทธศักราช 2533 ของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ใช้เกณฑ์กำหนดร้อยละ 80/80 กลุ่มทดลองที่ใช้เป็นนักเรียนระดับประกาศนียบัตรครูเทคนิคชั้นสูง สาขาวิชาไฟฟ้า วิชาเอกเทคนิคไฟฟ้าสื่อสาร วิทยาลัยช่างกลปทุมวัน สำนักงานคณะกรรมการกองอาชีวศึกษาจำนวน 21คน

ผลการวิจัยพบว่า ได้ผลคะแนนเฉลี่ยจากการฝึกภาคทดลอง และการทำแบบทดสอบท้ายการทดลอง เป็นค่าเฉลี่ยร้อยละ 83.33 ผลคะแนนเฉลี่ยจากการทำข้อสอบรวม เฉลี่ยร้อยละ 84.53 ซึ่งผลทั้งสองสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด ผลความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิที่เกี่ยวกับชุดทดลองและใบงานมีความเห็นว่าชุดทดลองมีคุณค่าและมีประโยชน์ เหมาะสมในการนำไปใช้เป็นสื่อการเรียนการสอนมาก โดยมีข้อเสนอแนะเกี่ยวกับความชัดเจนของเนื้อหา และคำถามในข้อทดสอบท้ายการทดลองควรถามเกี่ยวกับผลการทดลอง เพื่อเป็นการตรวจสอบทักษะที่เกิดขึ้น

2.7.7 พุธทอง โพธิปัญญา (2539 : 36-39) ทำการวิจัยการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดประลองเรื่องการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดประลองการติดต่อสื่อสารด้วยเส้นใยแก้วนำแสง หลักสูตรแผนกวิชามัลติเพล็กซ์ กองวิชาการเทคโนโลยีสื่อสาร ส่วนราชการฝึกอบรม ฝ่ายพัฒนาทรัพยากรบุคคล องค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทย เครื่องมือที่ใช้หาประสิทธิภาพได้แก่ ใบประลอง แบบทดลองหลังการประลอง และแบบทดสอบรวมทุกการประลอง กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยเป็นผู้เข้ารับการฝึกอบรม แผนกวิชามัลติเพล็กซ์ จำนวน 20 คน

ผลการวิจัยพบว่า ชุดประลองการติดต่อสื่อสารด้วยเส้นใยแก้วนำแสงที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 84.42/85.57 ซึ่งเป็นไปตามสมมุติฐานของการวิจัย

2.7.8 บุญเกียรติ กิ่งวัชระพงศ์ (2535 : 28-29) ทำการวิจัยการสร้างและหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของชุดทดลองวงจรอิเล็กทรอนิกส์ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) พุทธศักราช 2527 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา เป็นการวิจัยเชิงทดลอง ใช้แบบแผนการทดลองแบบกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมวัดครั้งเดียว เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กับชุดทดลองเดิม กำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ $\alpha = 0.05$ (ความเชื่อมั่นร้อยละ 95)

กลุ่มทดลองที่ใช้เป็นกลุ่มเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) แผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคยะลา

ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเมื่อใช้ชุดทดลองใหม่คิดคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 25.22 เมื่อใช้ชุดทดลองเดิม มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 21.94 ไม่แตกต่างกันที่ความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เป็นไปตามสมมติฐานของการวิจัย ชุดทดลองใหม่เหมาะสมในการใช้งานด้านเอื้ออำนวยความสะดวก และความสอดคล้องกับหลักสูตร มีข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยต่อไปว่าควรสร้างใบงานก่อน เพื่อกำหนดจุดต่อ และกำหนดอุปกรณ์ที่ต้องใช้ และขนาดของชุดทดลองที่เหมาะสม ควรทำการวิจัยชุดทดลองที่มีรูปแบบแตกต่างกัน จะให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันในลักษณะใด

2.7.9 สุรพงษ์ เอิมอุทัย (2547 : 28-29) ทำการวิจัยการสร้างและหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของชุดปฏิบัติการเรื่องวงจรกรองความถี่วิทยุแบบพาสซีฟ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้น (ปวช.) พุทธศักราช 2545 (ฉบับปรับปรุง) สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา เป็นการวิจัยเชิงทดลอง ใช้แบบแผนการทดลองแบบกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมวัดครั้งเดียว เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กับชุดทดลองเดิม กำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ $\alpha = 0.05$ (ความเชื่อมั่นร้อยละ 95) กลุ่มทดลองที่ใช้เป็นกลุ่มเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้น (ปวช.) แผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยการอาชีพนวมินทราชูทิศ

ผลการวิจัยพบว่า ชุดปฏิบัติการเรื่องวงจรกรองความถี่วิทยุแบบพาสซีฟ ที่สร้างขึ้นนักเรียนทำแบบทดสอบท้ายการทดลองแต่ละใบงานเฉลี่ยได้ 33.20 คะแนน จากคะแนนเต็ม 40 คะแนน (ใบงานละ 10 คะแนน) คิดเป็นร้อยละ 83.00 และทำแบบทดสอบรวมหลังทำการทดลองครบ 4 ใบงานแล้ว ได้คะแนนเฉลี่ย 33.07 คะแนน จากคะแนนเต็ม 40 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 82.67 ชุดปฏิบัติการเรื่องวงจรกรองความถี่วิทยุแบบพาสซีฟมีประสิทธิภาพเท่ากับ 83.00/82.67 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนด

ผลสรุปงานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลอง ซึ่งผู้วิจัยได้ค้นคว้ามานั้นมีวัตถุประสงค์เพื่อช่วยแก้ปัญหาการขาดแคลนชุดทดลอง หรือชุดปฏิบัติการที่มีประสิทธิภาพในการเรียนการสอนด้านอาชีวศึกษาและยังช่วยให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนดีขึ้นอีกด้วย

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การดำเนินโครงการวิจัยเรื่องการพัฒนาชุดการสอนปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูลอาร์ดูโน่ ทางคณะผู้วิจัยได้มีการวางแผน และกำหนดขั้นตอนการดำเนินงานโดยเสนอตามหัวข้อต่อไปนี้

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทำโครงงาน

3.3 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการทำวิจัย

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.1.1 ประชากร

ประชากร ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักศึกษาโปรแกรมวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม ชั้นปีที่ 4 (ตามหลักสูตรเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม) คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา ภาคการศึกษาที่ 2 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 30 คน

3.1.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่าง ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักศึกษาที่คัดเลือกจากประชากรข้างต้นโดยวิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) จำนวน 6 คน ด้วยวิธีการจับสลาก

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทำโครงงาน

เครื่องมือที่ใช้ในการทำโครงงานประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ดังนี้

1. แผงทดลองชุดการสอนปฏิบัติการไมโครโปรเซสเซอร์และไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูลอาร์ดูโน่ ซึ่งครอบคลุม ใบเนื้อหา 12 ใบงานหลัก ดังต่อไปนี้

- ใบงานการทดลองที่ 1 ARDUINO กับ Digital Input /Output
- ใบงานการทดลองที่ 2 ARDUINO กับ Analog Input /Output
- ใบงานการทดลองที่ 3 ARDUINO กับ การแสดงผลด้วย 7-Segment 4 หลัก
- ใบงานการทดลองที่ 4 ARDUINO กับจอแสดงผล LCD
- ใบงานการทดลองที่ 5 ARDUINO กับ Sound Speaker and buzzer
- ใบงานการทดลองที่ 6 ARDUINO กับ Stepper Motor
- ใบงานการทดลองที่ 7 ARDUINO กับ Servo Motor
- ใบงานการทดลองที่ 8 ARDUINO กับการขับ DC มอเตอร์ด้วย IC L293D

- ใบงานการทดลองที่ 9 ARDUINO กับ อุปกรณ์1 Wire Device
- ใบงานการทดลองที่ 10 ARDUINO กับอุปกรณ์ I2C
- ใบงานการทดลองที่ 11 ARDUINO กับอุปกรณ์ SPI
- ใบงานการทดลองที่ 12 ARDUINO กับอุปกรณ์ LED RGB

2. ใบงาน เป็นใบสั่งงานที่ให้นักเรียนทำการทดลองในแต่ละใบงานประกอบด้วย วัตถุประสงค์ในการทดลอง ทฤษฎีและคำแนะนำที่เกี่ยวข้อง รายการอุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ลำดับขั้นในการทดลอง ตารางบันทึกผลที่ได้ และสรุปผลการทดลอง มีทั้งหมด 11 ใบงาน ตามหัวข้อในข้อ 1

3. แบบประเมินคุณภาพการพัฒนาชุดการสอนปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูลอาร์ดูโน่ โดยผู้ทรงคุณวุฒิ เพื่อใช้ประเมินสื่อการเรียนการสอนด้านใบงานและแผงสาธิต องค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับความพร้อม และการนำไปใช้งาน โดยการกำหนดรายการประเมินให้ครอบคลุมในส่วนต่าง ๆ ของสิ่งที่ต้องการประเมิน โดยระดับความคิดเห็นเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ประกอบด้วย

3.3 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการทำวิจัย

ในการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการทำวิจัย มีขั้นตอนดังนี้

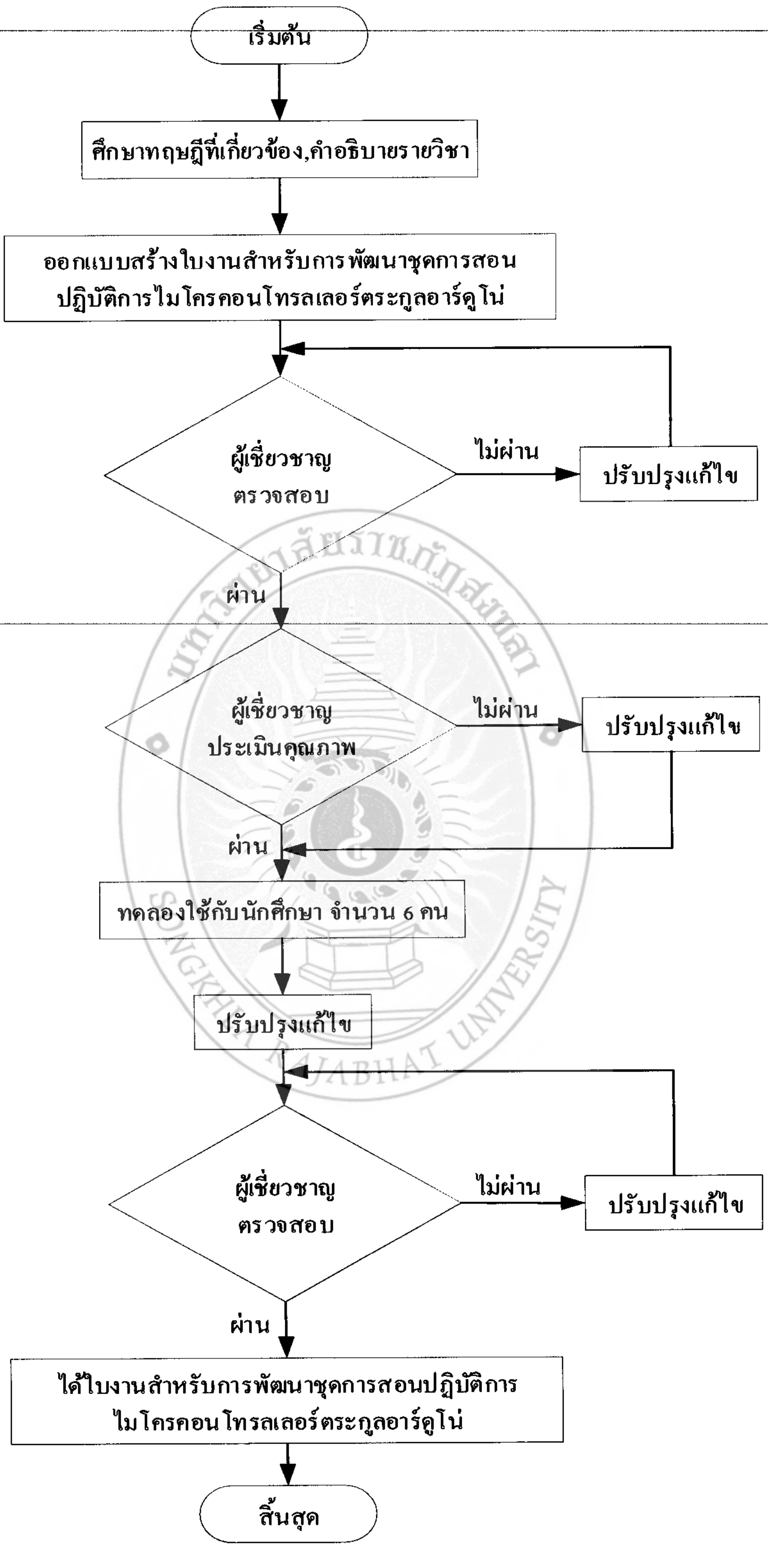
3.3.1 การสร้างใบงานการพัฒนาชุดการสอนปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูลอาร์ดูโน่มีขั้นตอน ดังนี้

1. ทำการศึกษาทฤษฎีในเรื่องที่เกี่ยวข้อง
2. ศึกษาหลักสูตรเทคโนโลยีอุตสาหกรรม (เทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม) คำอธิบายรายวิชา ไมโครโปรเซสเซอร์และไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัสวิชา (6533808) เพื่อวางแนวทางรายละเอียดของหัวข้อ เนื้อหาเรื่องต่าง ๆ
3. ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับหลักการสร้างสื่อการเรียนการสอนประเภทชุดการสอน
4. ศึกษาเอกสารและตำราเกี่ยวกับการสร้างใบงาน นำทฤษฎีเหล่านั้นมากำหนดวัตถุประสงค์และเนื้อหาใบงาน
5. สร้างใบงานที่เกี่ยวกับชุดการสอนปฏิบัติการไมโครโปรเซสเซอร์และไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูลอาร์ดูโน่ จำนวน 12 ใบงานหลัก
6. หลังจากสร้างใบงานเรียบร้อย ส่งให้ผู้เชียวชาญ ตรวจสอบแก้ไข และให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 คน ประเมิน
7. นำมาปรับปรับแก้ไขจนถูกต้องเหมาะสม

8. นำไปทดลองใช้กับนักศึกษา โปรแกรมวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา ที่เคยเรียนวิชา ไมโครโปรเซสเซอร์และไมโครคอนโทรลเลอร์ แล้ว จำนวน 6 คน แล้วสังเกตผลนำผลไปปรับปรุงแก้ไข

9. ให้ผู้เชี่ยวชาญ ตรวจสอบแก้ไขอีกครั้ง นำผลมาปรับปรุงแก้ไขเป็นขั้นสุดท้าย

10. ได้ใบงานการพัฒนาชุดการสอนปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูลอาร์ดูโน่ เพื่อนำไปใช้วิจัย



รูปที่ 3-1 ลำดับขั้นตอนสร้างใบงาน ชุดการสอนปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูลอาร์ดูโน่

3.3.2 การสร้างแผงทดลองชุดการสอนปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูลอาร์ดูโน่ มีขั้นตอนดังนี้

1. ผู้วิจัยได้ศึกษาทฤษฎีในเรื่องที่เกี่ยวข้องรูปแบบและการสร้างสื่อการเรียนการสอนประเภทชุดการสอน หลักการสร้างวงจร และรายละเอียดต่าง ๆ จากใบงานที่สร้างขึ้น

2. นำส่วนต่าง ๆ เหล่านี้มาทำการกำหนดอุปกรณ์ที่ต้องใช้ คัดเลือกและจัดหาอุปกรณ์ที่มีคุณภาพดี หาได้ง่ายในท้องตลาด โดยเลือกให้สอดคล้องกับวงจรที่ได้ออกแบบไว้

3. ทดสอบในใบงานต่างๆ เพื่อหาข้อบกพร่องของโปรแกรมและวงจรว่าทำงานได้อย่างถูกต้องครบทุกใบงาน และส่งให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบแก้ไข

4. ออกแบบสร้างแผงทดลองชุดการสอนปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูลอาร์ดูโน่ และส่งให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบแก้ไข

5. นำมาปรับปรุงจนถูกต้องเหมาะสม

6. นำไปให้ผู้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คนประเมิน ซึ่งทั้ง 3 คนเป็นผู้เชี่ยวชาญชุดเดียวกันกับที่ประเมินคุณภาพด้านใบงาน

7. นำมาปรับปรุงแก้ไข

8. นำไปทดลองใช้กับนักศึกษาโปรแกรมวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา ที่เคยเรียนวิชาไมโครโปรเซสเซอร์และไมโครคอนโทรลเลอร์ แล้ว จำนวน 6 คน ตรวจสอบแก้ไข

9. ให้ผู้เชี่ยวชาญ ตรวจสอบแก้ไขอีกครั้ง

10. เมื่อผ่านการตรวจสอบและแก้ไขเรียบร้อย ได้แผงทดลองปฏิบัติการที่สมบูรณ์จึงนำไปใช้วิจัยกับกลุ่มตัวอย่าง เพื่อหาคุณภาพต่อไป ลำดับขั้นตอนการสร้างแผงทดลองปฏิบัติการแสดงในภาพที่ 3-2 และผู้วิจัยได้ออกแบบแผงทดลองปฏิบัติการแผงทดลองชุดการสอนปฏิบัติการไมโครโปรเซสเซอร์และไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูลอาร์ดูโน่ ใบเนื้อหา ซึ่งครอบคลุม ใบเนื้อหา 12 ใบงานหลัก ดังต่อไปนี้

- ใบงานการทดลองที่ 1 ARDUINO กับ Digital Input /Output
- ใบงานการทดลองที่ 2 ARDUINO กับ Analog Input /Output
- ใบงานการทดลองที่ 3 ARDUINO กับ การแสดงผลด้วย 7-Segment 4 หลัก
- ใบงานการทดลองที่ 4 ARDUINO กับจอแสดงผล LCD
- ใบงานการทดลองที่ 5 ARDUINO กับ Sound Speaker and buzzer
- ใบงานการทดลองที่ 6 ARDUINO กับ Stepper Motor
- ใบงานการทดลองที่ 7 ARDUINO กับ Servo Motor

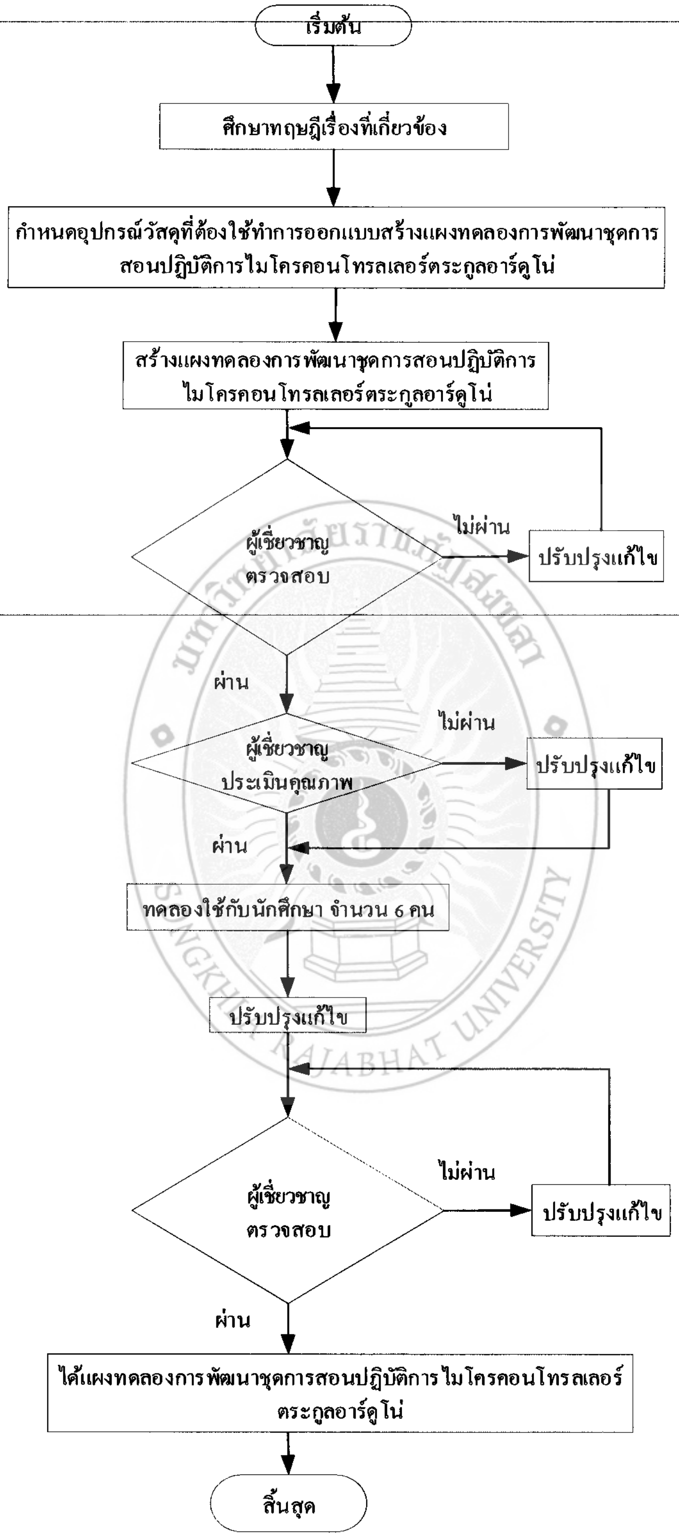
สำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศ
มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

- ใบงานการทดลองที่ 8 ARDUINO กับการขับ DC มอเตอร์ด้วย IC L293D
- ใบงานการทดลองที่ 9 ARDUINO กับ อุปกรณ์1 Wire Device
- ใบงานการทดลองที่ 10 ARDUINO กับอุปกรณ์ I2C
- ใบงานการทดลองที่ 11 ARDUINO กับอุปกรณ์ SPI
- ใบงานการทดลองที่ 12 ARDUINO กับอุปกรณ์ LED RGB

SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY
มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

จ
004.6
ก115ก

25 เม.ย. 2567



รูปที่ 3-2 ลำดับขั้นตอนการสร้างแผงทดลองการพัฒนาชุดการสอนปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูลอาร์ดูโน่

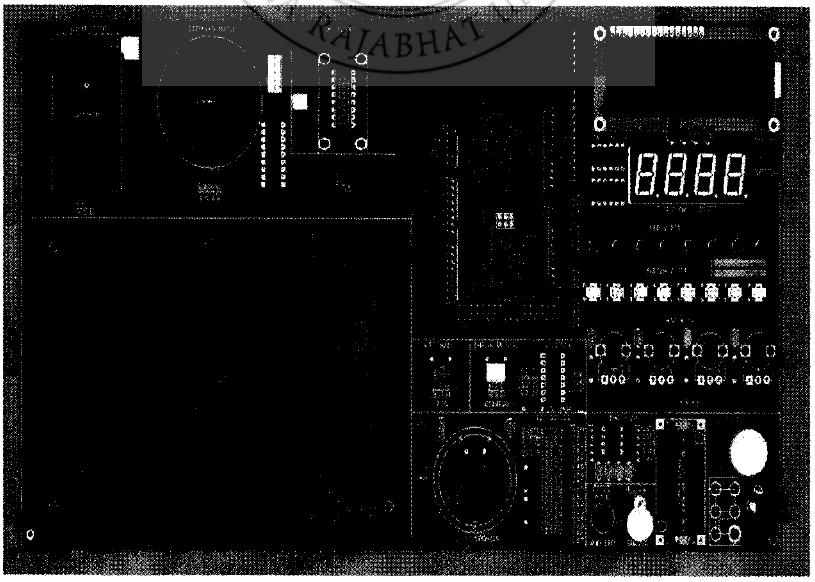
จากรูปที่ 3-1 ขั้นตอนการดำเนินงาน เริ่มต้นด้วยการศึกษาข้อมูลของโปรแกรมไมโครโปรเซสเซอร์และไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูลอาร์ดูโน่ ทดลองเขียนโปรแกรมโดยศึกษาจากหนังสือต่างๆ เพื่อเพิ่มความชำนาญในการใช้งานโปรแกรมไมโครโปรเซสเซอร์และไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูลอาร์ดูโน่ จากนั้นจึงเริ่มเขียนโปรแกรมและวงจรจริง แล้วทดลองเพื่อแก้ไขจุดบกพร่องของโปรแกรมและวงจร แล้วปรึกษาอาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อจัดทำชิ้นงาน

จากรูปที่ 3-2 ขั้นตอนการดำเนินงานของโปรแกรมไมโครโปรเซสเซอร์และไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูลอาร์ดูโน่ เริ่มจากการออกแบบและเขียนชุดโปรแกรมเพื่อให้สามารถใช้งานร่วมกับอุปกรณ์ต่าง ๆ ได้ แล้วทดสอบการทำงานของโปรแกรม เมื่อชุดโปรแกรมสามารถทำงานได้จริงจึงขอความคิดเห็นจากอาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อแก้ไขข้อบกพร่อง เมื่อแก้ไขจนเสร็จจึงสิ้นสุดการจัดทำโปรแกรม

3.3.3 การออกแบบโครงสร้างการพัฒนาชุดการสอนปฏิบัติการไมโครโปรเซสเซอร์และไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูลอาร์ดูโน่

การออกแบบโครงสร้างการพัฒนาชุดการสอนปฏิบัติการไมโครโปรเซสเซอร์และไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูลอาร์ดูโน่นั้นประกอบไปด้วย ร่างแบบการจัดวางอุปกรณ์ให้เหมาะสมกับตำแหน่งออกแบบลายปริ้นอุปกรณ์ ทำ PCB ลงอุปกรณ์

1. ร่างแบบการจัดวางอุปกรณ์ในโปรแกรม Altium disignre ให้เหมาะสมกับตำแหน่งของแต่ละใบงาน ดังรูปที่ 3-3

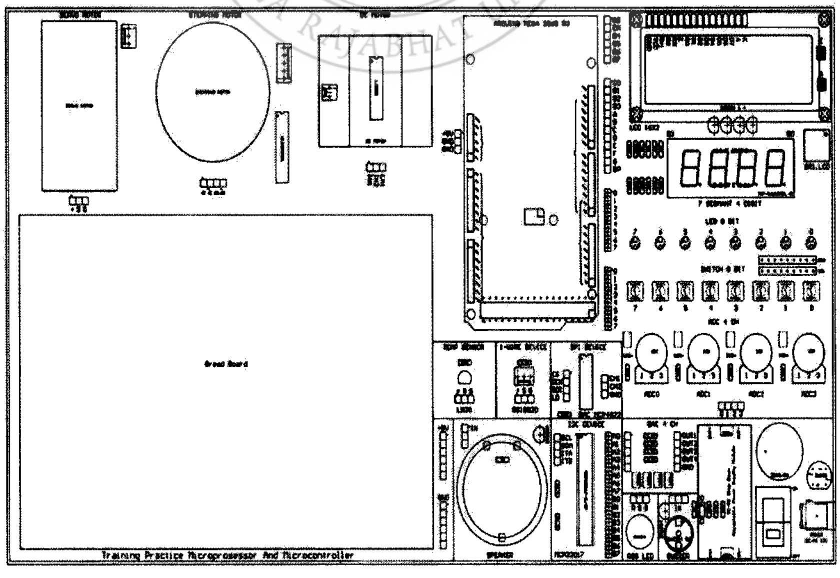


รูปที่ 3 – 3 ร่างแบบการจัดวางอุปกรณ์ให้เหมาะสมกับตำแหน่ง

2. ออกแบบลายปริ้นอุปกรณ์ในแต่ละใบงานตามที่เขียนในโปรแกรม Altium designer ดังรูปที่ 3-4

รูปที่ 3-4 ออกแบบลายปริ้นอุปกรณ์

3. เริ่มทำ PCB ดังรูปที่ 3-5



รูปที่ 3-5 ทำ PCB

**<u>3.3.4 สร้างแบบประเมินคุณภาพประเมินคุณภาพการพัฒนาชุดการสอนปฏิบัติการ</u>
ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูลอาร์ดูโน่ โดยผู้ทรงคุณวุฒิ**

ผู้วิจัยได้สร้างแบบประเมินคุณภาพประเมินคุณภาพการพัฒนาชุดการสอนปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูลอาร์ดูโน่ โดยผู้ทรงคุณวุฒิ ได้ดำเนินการสร้างแบบประเมินคุณภาพตามขั้นตอนดังนี้

1. โดยศึกษาทฤษฎีเรื่องที่เกี่ยวข้อง รายละเอียดต่าง ๆ จากใบงานและแผงทดลองปฏิบัติการที่สร้างขึ้น นำสิ่งต่าง ๆ เหล่านี้มากำหนดหัวข้อที่จะประเมิน แล้วออกแบบประเมินคุณภาพประเมินคุณภาพการพัฒนาชุดการสอนปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูลอาร์ดูโน่ แบบประเมินแต่ละด้านจะมีช่องให้ผู้ทรงคุณวุฒิ เลือกประเมินแสดงความคิดเห็น ซึ่งการประเมินแบ่งออกเป็น 5 ระดับ (Scale) คือ ดีมาก, ดี, ปานกลาง, พอใช้ และควรปรับปรุง โดยระดับความคิดเห็นเป็นบวกมีคะแนนเป็น 5, 4, 3, 2, และ 1 ในแบบประเมินคุณภาพบทเรียนนั้น ผู้วิจัยแบ่งระดับความคิดเห็น ออกเป็น 5 ระดับ ดังนี้

5 หมายถึง ดีมาก
4 หมายถึง ดี
3 หมายถึง ปานกลาง
2 หมายถึง พอใจ
1 หมายถึง ควรปรับปรุง

โดยมีเกณฑ์การตีความ ของการแสดงความคิดเห็น จากผู้ทรงคุณวุฒิตามแบบของ John W Best ซึ่งการนำคะแนนที่ได้จากแบบประเมินสื่อ มาคำนวณหาค่าเฉลี่ยเพื่อทำการประเมินดังนี้

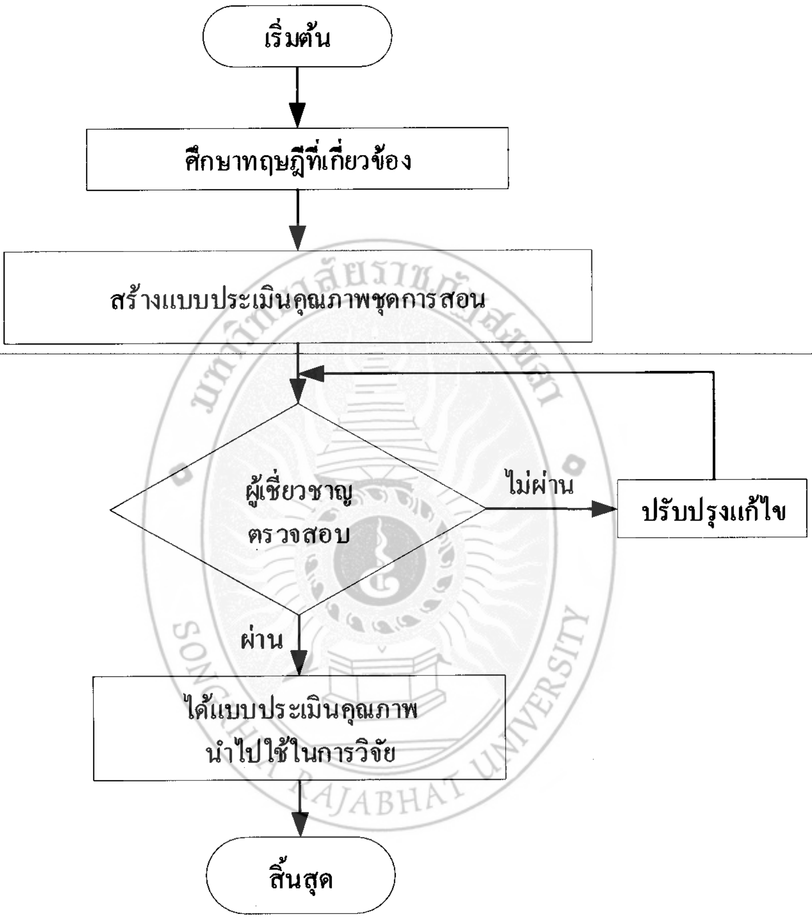
เกณฑ์การตีความหมายของการแสดงความคิดเห็น

ค่าเฉลี่ย $(\bar{X})$		ระดับความคิดเห็น
4.50-5.00	หมายถึง	ดีมาก
3.50-4.49	หมายถึง	ดี
2.50-3.49	หมายถึง	ปานกลาง
1.50-2.49	หมายถึง	พอใช้
1.00-1.49	หมายถึง	ควรปรับปรุง

ในการประเมินนั้น คะแนนเฉลี่ยที่ได้ด้านใบงานและแผงทดลองปฏิบัติจะต้องได้เกณฑ์ $(\bar{X})$ ตั้งแต่ 3.50 ขึ้นไป จึงจะถือว่าผ่านเกณฑ์การประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิ

2. นำแบบประเมินคุณภาพประเมินคุณภาพการพัฒนาชุดการสอนปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูลอาร์ดูโน่ ให้อาจารย์ผู้ควบคุมโครงงานตรวจสอบ และปรับปรุงแก้ไข

3. ได้แบบประเมินคุณภาพประเมินคุณภาพการพัฒนาชุดการสอนปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูลอาร์ดูโน่ ที่ปรับปรุงแล้ว เพื่อให้ผู้ทรงคุณวุฒิใช้แสดงความคิดเห็น



รูปที่ 3-6 ลำดับขั้นตอนการสร้างแบบประเมินคุณภาพการพัฒนาชุดการสอนปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูลอาร์ดูโน่

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.4.1 การหาดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม (พวงรัตน์ มณีรัตน์. 2540 : 117) ดังนี้

$$IOC = \frac{\sum R}{n}$$

เมื่อ IOC หมายถึง ดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

$\sum R$ หมายถึง ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิทั้งหมด

n หมายถึง จำนวนผู้ทรงคุณวุฒิ

จากนั้นจึงเลือกข้อสอบที่มีดัชนีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป นำไปใช้งาน

3.4.2 การประเมินความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ โดยหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจากแบบประเมินคุณภาพสื่อการเรียนการสอน

3.4.2.1 หาค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) (รวีวรรณ ชินะตระกูล.2538: 151) ดังนี้

$$\overline{X} = \frac{\sum x}{n}$$

เมื่อ $\overline{X}$ หมายถึง ค่าเฉลี่ย

x หมายถึง คะแนนแต่ละจำนวน

$\sum x$ หมายถึง ผลรวมของคะแนนแต่ละจำนวน

n หมายถึง จำนวนข้อมูล

3.4.2.2 หาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) (รวีวรรณ ชินะตระกูล.2538 : 162) ดังนี้

$$S.D. = \sqrt{\frac{n\sum x^2 - \left(\sum x\right)^2}{n(n-1)}}$$

เมื่อ $S.D.$ หมายถึง ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

x หมายถึง คะแนนแต่ละจำนวน

$\sum x$ หมายถึง ผลรวมของคะแนนแต่ละจำนวน

n หมายถึง จำนวนข้อมูล

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

บทที่ 4
ผลการทดลอง

การออกแบบและสร้างการพัฒนาชุดการสอนปฏิบัติการไมโครโปรเซสเซอร์และไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูลอาร์ดูโน่ แล้ว ในขั้นตอนต่อไปนี้จะเป็นการเก็บรวบรวมผลของการทดสอบชุดโครงงานว่าสามารถที่จะทำงานได้ตามวัตถุประสงค์ที่ได้กำหนดไว้หรือ ดังนี้

4.1 ผลการประเมินคุณภาพของชุดการสอนปฏิบัติการไมโครโปรเซสเซอร์และไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูลอาร์ดูโน่ด้านใบงาน

4.2 ผลการประเมินคุณภาพของชุดการสอนปฏิบัติการไมโครโปรเซสเซอร์และไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูลอาร์ดูโน่ด้านแผงทดลอง

4.1 ผลการประเมินคุณภาพของชุดการสอนปฏิบัติการไมโครโปรเซสเซอร์และไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูลอาร์ดูโน่ด้านใบงาน

การประเมินคุณภาพของชุดการสอนปฏิบัติการไมโครโปรเซสเซอร์และไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูลอาร์ดูโน่ด้านใบงาน ทำการประเมิน โดยผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่านซึ่งผลการประเมินมีรายละเอียดดังในตารางที่ 4-1

ตารางที่ 4-1 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญในด้านใบงาน

ข้อที่	รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับคุณภาพ
	ก. ด้านใบงาน			
1	ความเหมาะสมของรูปแบบของใบงาน	4.33	0.58	ดี
2	รูปแบบของใบงานง่ายต่อการใช้งาน	4.33	0.58	ดี
3	ความเหมาะสมของวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	4.33	0.58	ดี
4	ความถูกต้องเหมาะสมของเนื้อหา	4.33	0.58	ดี
5	ความเหมาะสมของลำดับขั้นการทดลอง	4.00	0.58	ดี
6	ความชัดเจนในคำอธิบายแต่ละขั้นตอน	4.33	0.58	ดี
7	ความถูกต้องเหมาะสมของตัวอักษร รูป ตาราง และกราฟ	4.00	1.00	ดี

SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

ตารางที่ 4-1 (ต่อ)

ข้อที่	รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับคุณภาพ
8	ความชัดเจนเหมาะสมของตัวอักษร รูป ตาราง และกราฟ	4.00	0.56	ดี
9	เนื้อหาก่อให้เกิดแรงจูงใจต่อการเรียนรู้	4.00	0.54	ดี
10	การควบคุมเนื้อหาตามหลักสูตร	4.00	1.00	ดี
11	ความสัมพันธ์ระหว่างการเรียนรู้ในใบงานกับวัตถุประสงค์ของการทดลอง	4.00	1.00	ดี
12	มีความเชื่อมั่นต่อการใช้งาน	4.33	0.58	ดี
	รวม	4.17	0.68	ดี

จากตารางที่ 4-1 ผู้ทรงวุฒิด้านใบงาน มีความคิดเห็น โดยแบ่งตามหัวข้อรายการประเมินดังนี้ ด้านใบงาน พบว่าอยู่ในระดับดี 12 รายการ เรียงตามลำดับค่าเฉลี่ยดังนี้ (1) ความเหมาะสมของรูปแบบของใบงาน (2) รูปแบบของใบงานง่ายต่อการใช้ (3) ความเหมาะสมของวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม (4) ความถูกต้องเหมาะสมของเนื้อหา (6) ความชัดเจนในคำอธิบายแต่ละขั้นตอน (12) มีความเชื่อมั่นต่อการใช้งาน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.33 (5) ความเหมาะสมของลำดับขั้นการทดลอง (7) ความถูกต้องเหมาะสมของตัวอักษร รูป ตาราง และกราฟ (8) ความชัดเจนเหมาะสมของตัวอักษร รูป ตาราง และกราฟ (9) เนื้อหาก่อให้เกิดแรงจูงใจต่อการเรียนรู้ (10) การควบคุมเนื้อหาตามหลักสูตร (11) ความสัมพันธ์ระหว่างการเรียนรู้ในใบงานกับวัตถุประสงค์ของการทดลอง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.00 ตามลำดับ ดังนั้น เมื่อสรุปโดยรวมแสดงว่าผู้เชี่ยวชาญด้านใบงาน จำนวน 3 ท่านมีความคิดเห็นว่าคุณภาพของชุดการสอนปฏิบัติการไมโครโปรเซสเซอร์และไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูลอาร์ดูโน่ด้านใบงาน ที่สร้างขึ้นอยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ย 4.17 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.68

4.2 ผลการประเมินคุณภาพของชุดการสอนปฏิบัติการไมโครโปรเซสเซอร์และไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูลอาร์ดูโน่ด้านแผงทดลอง

การประเมินคุณภาพของชุดการสอนปฏิบัติการไมโครโปรเซสเซอร์และไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูลอาร์ดูโน่ ด้านแผงทดลอง ทำการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ซึ่งผลการประเมินมีรายละเอียดดังในตารางที่ 4-2

ตารางที่ 4-2 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านแผงทดลองปฏิบัติการ

ข้อที่	รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับคุณภาพ
	ข. ด้านแผงทดลองปฏิบัติการ			
1	ขนาดความเหมาะสมของแผงทดลองปฏิบัติการ	4.67	0.58	ดีมาก
2	รูปแบบของแผงทดลองปฏิบัติการก่อให้เกิดแรงจูงใจ	4.66	0.58	ดีมาก
3	ความเหมาะสมของตำแหน่งอุปกรณ์	4.00	0.58	ดี
4	ความแข็งแรงของแผงทดลองปฏิบัติการ	4.33	0.58	ดี
5	ความเหมาะสมของวัสดุที่นำมาใช้สร้างแผงทดลองปฏิบัติการ	3.66	1.00	ดี
6	ความสะดวกในการดูแลรักษาอุปกรณ์	4.33	0.58	ดี
7	ความสะดวกในการจัดเตรียมการทดลอง	4.66	0.58	ดีมาก
8	ความเหมาะสมกับระดับนักเรียน	4.00	0.58	ดี
9	สามารถนำไปใช้งานได้สะดวก	4.00	0.58	ดี
10	ความสัมพันธ์ของแผงการทดลองปฏิบัติการต่อใบงาน	4.00	0.5	ดี
11	ความปลอดภัยในขณะทำการทดลอง	4.00	1.00	ดี
12	คุณค่าทางวิชาการของแผงทดลองปฏิบัติการโดยภาพรวม	4.66	0.58	ดีมาก
	รวม	4.31	0.643	ดี

จากตารางที่ 4-2 ผู้เชี่ยวชาญด้านแผงทดลอง มีความคิดเห็น โดยแบ่งตามหัวข้อรายการประเมินดังนี้ ด้านแผงทดลองปฏิบัติการ พบว่าอยู่ในระดับดีมาก 4 รายการ เรียงตามลำดับค่าเฉลี่ยดังนี้ (1) ขนาดความเหมาะสมของแผงทดลองปฏิบัติการ (2) รูปแบบของแผงทดลองปฏิบัติการก่อให้เกิดแรงจูงใจ (7) ความสะดวกในการจัดเตรียมการทดลอง (12) คุณค่าทางวิชาการของแผงทดลองปฏิบัติการโดยภาพรวม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.67 รองลงมาอยู่ในระดับดี 8 รายการ (4) ความแข็งแรงของแผงทดลองปฏิบัติการ (6) ความสะดวกในการดูแลรักษาอุปกรณ์ (8) ความเหมาะสมกับระดับนักเรียน (9) สามารถนำไปใช้งานได้สะดวก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.33 (5) ความเหมาะสมของวัสดุที่นำมาใช้สร้างแผงทดลองปฏิบัติการ(10) ความสัมพันธ์ของแผงการทดลองปฏิบัติการต่อใบ

งาน (11) ความปลอดภัยในขณะทำการทดลอง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.00 (3) ความเหมาะสมของตำแหน่งอุปกรณ์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.67 ตามลำดับดังนั้น เมื่อสรุปโดยรวมแสดงว่าผู้เชี่ยวชาญด้านแผงการทดลอง จำนวน 3 ท่าน มีความคิดเห็นว่า คุณภาพของชุดการสอนปฏิบัติการไมโครโปรเซสเซอร์และไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูลอาร์ดูโน่ ด้านแผงทดลองที่สร้างขึ้นอยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ย 4.31 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.643

บทที่ 5
สรุปข้อเสนอแนะ

การดำเนินงานวิจัย มีวัตถุประสงค์เพื่อให้นักศึกษาได้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูลอาร์ดูโน่ สามารถนำไปใช้ประกอบการเรียนการสอนในรายวิชาไมโครโปรเซสเซอร์และไมโครคอนโทรลเลอร์ได้ ทดสอบในใบงานต่างๆก่อนที่จะมีการปฏิบัติงานจริง ได้ความรู้ที่ทำการทดลองปฏิบัติแล้วสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในระบบงานจริงได้

วิธีการดำเนินงานผู้ดำเนินงานสร้างการพัฒนาชุดการสอนปฏิบัติการไมโครโปรเซสเซอร์และไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูลอาร์ดูโน่ ดังนั้นผู้จัดทำได้เล็งเห็นถึงความจำเป็นและความสำคัญของการเรียนการสอนในรายวิชา ไมโครโปรเซสเซอร์และไมโครคอนโทรเลอร์ หลักสูตรเทคโนโลยีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม จึงต้องการสร้างชุดฝึกปฏิบัติการไมโครคอนโทรเลอร์ตระกูลอาร์ดูโน่เพื่อเป็นสื่อการเรียนการสอนโดยได้ปฏิบัติงานจริงตามใบงานที่กำหนดไว้ ได้ฝึกคิด ฝึกวิเคราะห์ และแก้ไขปัญหาต่างๆ

5.1 สรุปผลการวิจัย

จากผลการทดลองชุดการพัฒนาชุดการสอนไมโครโปรเซสเซอร์และไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูลอาร์ดูโน่ ดังสามารถปฏิบัติตามใบงานที่กำหนดได้จริงทำให้ผู้เรียนได้ฝึกปฏิบัติเขียนโปรแกรมและทดลองต่ออุปกรณ์ต่าง ๆ ตามใบงานที่กำหนด เมื่อสรุปโดยรวมปรากฏว่า

1. ผลคุณภาพของบอร์ดทดลองชุดการสอนไมโครโปรเซสเซอร์และไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูลอาร์ดูโน่ จัดอยู่ในระดับ ดี $\overline{X}$ = 4.17 และ S.D.=0.68

2. ผลคุณภาพของใบงานชุดการสอนไมโครโปรเซสเซอร์และไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูลอาร์ดูโน่ ที่สร้างขึ้นจัดอยู่ในระดับดี $\overline{X}$ = 4.31 และ S.D.= 0.643

5.2 อภิปรายผล

จากผลการวิจัยการพัฒนาการพัฒนาชุดการสอนปฏิบัติการไมโครโปรเซสเซอร์และไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูลอาร์ดูโน่ พบว่า คุณภาพภาพของชุดการสอน ประเมินจากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน มีความเหมาะสมในเกณฑ์ ดี และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ซึ่งต่ำกว่า 1 แสดงว่าผู้ประเมินมีความคิดเห็นค่อนข้างสอดคล้องกัน ทั้งนี้เป็นเพราะชุดการสอนที่ สร้างขึ้นมีการจัดสร้างอย่างเป็นระบบ ทุกขั้นตอนผ่านการ ตรวจสอบและได้รับคำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญ อีกทั้งยัง ผ่านการประเมินคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญ ก่อนที่จะนำชุดการสอน ไปใช้กับกลุ่มทดลองตัวอย่าง ได้มีการทดลองใช้

ชุดการสอน กับนักศึกษากลุ่มทดลองจำนวน 6 คน เพื่อหาข้อผิดพลาด และนำมาปรับปรุงแก้ไขชุดการสอนในส่วนที่ไม่สมบูรณ์ เพื่อให้ได้ชุดการสอนที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ก่อนที่จะนำไปใช้งานจริง สรุปผลจากการวิเคราะห์ ผลคุณภาพทางการเรียน จากการปฏิบัติใบงานระหว่างเรียนจำนวน 12 ใบงาน ของ นักศึกษาพบว่าผู้เรียนมีความสนใจ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีขึ้น

5.3 ข้อเสนอแนะ

จากการดำเนินการสร้างชุดการสอนปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูลอาร์ดูโน่ การทดลองเพื่อทดสอบคุณภาพทำให้ผู้วิจัยได้รับประสบการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น ทำให้มีข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการสร้างชุดการสอนปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูลอาร์ดูโน่ดังต่อไปนี้

1. ชุดทดลองที่สร้างขึ้นมีขนาดกระทัดรัดเหมาะสมกับการทดลองบนโต๊ะและเรียนรู้ได้ง่ายแต่หากต้องการให้ชุดทดลองเล็กลงกว่านี้ การสร้างชุดทดลอง ควรออกแบบลายวงจร 2 ด้าน

2. การออกแบบชุดทดลองได้พัฒนาตามวัตถุประสงค์ คำนึงถึงความเหมาะสมและคุณสมบัติของอุปกรณ์ที่ใช้เหมาะสมกับการทำงาน การพัฒนาชุดทดลองต้นแบบเรื่องอื่น ๆ ควรคำนึงถึงคุณลักษณะที่กล่าวด้วยเช่น ถ้าต้องการความรวดเร็วในการ Download ข้อมูลวงจรโปรแกรมข้อมูลลงในไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์ ควรใช้พอร์ต USB

3. ควรนำชุดการสอนที่สร้างขึ้นนำไปเผยแพร่และทดลองใช้กับนักศึกษาช่างอุตสาหกรรมของสถานศึกษาต่าง ๆ เพื่อเป็นการส่งเสริมให้มีการสร้างชุดทดลองที่มีประสิทธิภาพไว้ใช้ขึ้นเองสำหรับการเรียนการสอนมากขึ้น

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการพัฒนาสร้างชุดทดลองโดยใช้ไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์อื่น ที่สามารถใช้งานได้กว้างขวางมากขึ้นและมีอุปกรณ์อินพุตเอาต์พุตมากขึ้นหรือสามารถใช้ Chip ของบริษัทอื่นนอกเหนือจากของ Microchip ได้

2. ควรสร้างชุดทดลองที่มีอุปกรณ์ตรวจจับ (Sensor) มากขึ้น โดยเฉพาะอุปกรณ์ตรวจจับแสง ตรวจจับสนามแม่เหล็ก ตรวจจับก๊าซพิษ และวิเคราะห์รูปภาพ จะสร้างความน่าสนใจมากขึ้น

3. ควรสร้างชุดทอลงที่สามารถใช้ได้กับภาษาคอมพิวเตอร์ทุกภาษา เนื่องจากผู้เรียนอาจจะถนัดด้านภาษาคอมพิวเตอร์แตกต่างกันออกไป

บรรณานุกรม

นภัทร วัจนเทพินทร์. 2534. “**ชุดทดลองเรื่องวงจรพัลซ์และสวิทชิ่ง**”วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์ อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า บัณฑิตวิทยาลัย,สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

ธนิต บุญใส. 2534. ‘**ชุดทดลองวิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร**” วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์ อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

พันธ์ศักดิ์ พุฒิมานิตพงศ์.2540. ‘**ชุดทดลองวิชการออกการออกแบบวงจรขยายเชิงเส้น หลักสูตรประกาศนียบัตรครูเทคนิคชั้นสูง (ปทส.)**”วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

พุธทอง โพธิปัญญา.2539. ‘**ชุดประลองเรื่องการสร้างและหาประสิทธิภาพการติดต่อสื่อสารด้วย เส้นใยแก้วนำแสง หลักสูตรแผนกวิชามัลติเพล็กซ์ กองวิชาการเทคโนโลยีสื่อสาร**” วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

บุญเกียรติ กิ่งวัชรพงศ์. 2535. “**ชุดทดลองวงจรอิเล็กทรอนิกส์ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) พุทธศักราช 2527** สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา” วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

สุรพงษ์ เอิมอุทัย.2547. ชุดปฏิบัติการเรื่องวงจรกรองความถี่แบบพาสซีฟ **หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) พุทธศักราช 2546 (ฉบับปรับปรุง)** สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา” วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

ชื่อหนังสือ ‘เรียนรู้เข้าใจใช้งานไมโครคอนโทรเลอร์ตระกูล AVR ด้วย Arduino” ISBN 974-63822-5-0 สงวนลิขสิทธิ์ตามพระราชบัญญัติลิขสิทธิ์ พ.ศ. 2535

การใช้งาน Arduino IDE และเริ่มเขียนโปรแกรม Hello World ด้วย Arduino UNO R3 [ออนไลน์] สืบค้น เมื่อ 5 พฤษภาคม 2559 จาก http://www.ec.in.th/index.php?route=cms cms%2Farticle&article_id=34

การใช้งานพอร์ตสื่อสาร I2C [ออนไลน์] สืบค้น เมื่อ 4 พฤษภาคม 2559 จาก http://aimagin.com/blog/author/tomcs/page/2/?lang=th

การใช้โปรแกรม Arduino IDE [ออนไลน์] สืบค้น เมื่อ 3 พฤษภาคม 2559 จาก https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardMega2560

โครงสร้างภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 [ออนไลน์] สืบค้นเมื่อ 4 พฤษภาคม 2559 จาก http://www.oocities.org/siliconvalley/station/3169/mcs51.htm

ดาวน์โหลดซอฟต์แวร์ อาร์ดูโน่ [ออนไลน์] สืบค้น เมื่อ 3 พฤษภาคม 2559 จาก http://arduino.cc/en/Main/Software

พื้นฐานโปรแกรมภาษา C [ออนไลน์] สืบค้น เมื่อ 4 พฤษภาคม 2559 จาก http://www.vcharkarn.com/varticle/18065

ส่วนติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอกหรือพอร์ต (Port) [ออนไลน์] สืบค้น เมื่อ 6 พฤษภาคม 2559 จาก http://www.riverplus-ipc.com/ports.html

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา
SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

ภาคผนวก

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา
SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

ภาคผนวก ก

- แบบประเมินคุณภาพการพัฒนาชุดฝึกปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูลอาร์ดูโน่ โดยผู้เชี่ยวชาญ

แบบประเมินคุณภาพการพัฒนาชุดการสอนปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูลอาร์ดูโน่ โดยผู้เชี่ยวชาญ

คำชี้แจง

แบบประเมินคุณภาพการพัฒนาชุดฝึกปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูลอาร์ดูโน่ โดยผู้เชี่ยวชาญ ผู้วิจัยได้จัดทำขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อทราบความคิดเห็น และข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการพัฒนาชุดฝึกปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูลอาร์ดูโน่ ซึ่งใช้เป็นชุดปฏิบัติการและอุปกรณ์การเรียนการสอนในวิชาคำอธิบายรายวิชาไมโครโปรเซสเซอร์และไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัสวิชา (6533808)

ข้อแนะนำในการตอบแบบประเมิน

1. อ่านคำแนะนำในการตอบแบบประเมินอย่างละเอียด
2. ให้ท่านกาเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องระดับคุณภาพเพียงข้อเดียว ที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน โดยกำหนดเกณฑ์การเลือกไว้ 5 ระดับ ดังนี้

ระดับ 5 หมายถึง ระดับคุณภาพดีมาก

ระดับ 4 หมายถึง ระดับคุณภาพดี

ระดับ 3 หมายถึง ระดับคุณภาพปานกลาง

ระดับ 2 หมายถึง ระดับคุณภาพพอใช้

ระดับ 1 หมายถึง คุณภาพควรปรับปรุง

ตัวอย่าง

ข้อที่	รายการประเมิน	5	4	3	2	1
0	**ท่านสนใจที่จะสร้างชุดฝึก**	✓				

จากตัวอย่างข้อ 0 หมายความว่า ท่านสนใจที่จะสร้างชุดฝึก “มาก” (4) แต่ถ้าสนใจที่จะสร้างชุดฝึกมากกว่านี้ ให้กาเครื่องหมาย ✓ ที่หมายเลข 5 และถ้าสนใจที่จะสร้างชุดฝึกน้อยลงให้กาเครื่องหมาย ✓ ที่หมายเลข 3,2,1 ตามลำดับ

ข้อที่	รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ				
		5	4	3	2	1
1	**ก. ด้านใบงาน** ความเหมาะสมของรูปแบบของใบงาน **ข้อเสนอแนะ**...					
2	รูปแบบของใบงานง่ายต่อการใช้งาน **ข้อเสนอแนะ**...					
3	ความเหมาะสมของวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม **ข้อเสนอแนะ**...					
4	ความถูกต้องเหมาะสมของเนื้อหา **ข้อเสนอแนะ**...					
5	ความเหมาะสมของลำดับขั้นการทดลอง **ข้อเสนอแนะ**...					
6	ความชัดเจนในคำอธิบายแต่ละขั้นตอน **ข้อเสนอแนะ**...					
7	ความถูกต้องเหมาะสมของตัวอักษร รูป ตาราง และกราฟ **ข้อเสนอแนะ**...					
8	ความชัดเจนเหมาะสมของตัวอักษร รูป ตาราง และกราฟ **ข้อเสนอแนะ**...					
9	เนื้อหาก่อให้เกิดแรงจูงใจต่อการเรียนรู้ **ข้อเสนอแนะ**...					
10	การควบคุมเนื้อหาตามหลักสูตร **ข้อเสนอแนะ**...					
11	ความสัมพันธ์ระหว่างการเรียนรู้ในใบงานกับวัตถุประสงค์ของการทดลอง **ข้อเสนอแนะ**...					
12	มีความเชื่อมั่นต่อการใช้งาน **ข้อเสนอแนะ**...					

ข้อที่	รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ				
		5	4	3	2	1
1	**ข. ด้านแผงทดลองปฏิบัติการ** ขนาดความเหมาะสมของแผงทดลองปฏิบัติการ **ข้อเสนอแนะ**..					
2	รูปแบบของแผงทดลองปฏิบัติการก่อให้เกิดแรงจูงใจ **ข้อเสนอแนะ**..					
3	ความเหมาะสมของตำแหน่งอุปกรณ์ **ข้อเสนอแนะ**..					
4	ความแข็งแรงของแผงทดลองปฏิบัติการ **ข้อเสนอแนะ**..					
5	ความเหมาะสมของวัสดุที่นำมาใช้สร้างแผงทดลองปฏิบัติการ **ข้อเสนอแนะ**..					
6	ความสะดวกในการดูแลรักษาอุปกรณ์ **ข้อเสนอแนะ**..					
7	ความสะดวกในการจัดเตรียมการทดลอง **ข้อเสนอแนะ**..					
8	ความเหมาะสมกับระดับนักศึกษา **ข้อเสนอแนะ**..					
9	สามารถนำไปใช้ง่ายและสะดวก **ข้อเสนอแนะ**..					
10	ความสัมพันธ์ของแผงทดลองปฏิบัติการต่อใบงาน **ข้อเสนอแนะ**..					
11	ความปลอดภัยในขณะทำการทดลอง **ข้อเสนอแนะ**..					
12	คุณค่าทางวิชาการของแผงทดลองปฏิบัติการโดยภาพรวม **ข้อเสนอแนะ**..					

SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะอื่น ๆ

....

....

....

....

....

....

....

....

ลงชื่อ ....

(...)

(ผู้ประเมิน)

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา
SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

ภาคผนวก ข

- ใบงานการทดลอง

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา
SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

ใบงานการทดลองที่ 1 ARDUINO กับ Digital Input/Input

การทดลองที่ 1 การใช้เอาต์พุตพอร์ต ควบคุม LED 8 Bit

วัตถุประสงค์การทดลอง

1. เพื่อศึกษาการใช้งาน Digital Port ของบอร์ด ARDUINO MEGA2560
2. ทดลองการควบคุม LED 8 หลอดโดยใช้ Digital Port ของบอร์ด ARDUINO MEGA2560

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. ARDUINO BASIC BOARD 1 บอร์ด
2. สายต่อวงจร
3. สาย USB สำหรับการดาวโหลดโปรแกรม 1 เส้น
4. คอมพิวเตอร์พร้อมติดตั้งโปรแกรม ARDUINO IDE 1 เครื่อง

ลำดับขั้นตอนการทดลอง

1. ต่อสาย USB สำหรับการดาวน์โหลดโปรแกรมเข้ากับพอร์ท USB port ของคอมพิวเตอร์
2. เปิดสวิตซ์เพื่อจ่ายไฟให้กับบอร์ดทดลอง
3. เปิดโปรแกรม ARDUINO IDE และสร้างไฟล์ที่ต้องการใช้งานโดยไปที่ MENU BAR ที่ FILE -> NEW
4. ทำการเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมให้หลอดแอลอีดี ติดทีละ 1 หลอด เริ่มจากหลอดทางด้านขวาสุดไปทางด้านซ้ายสุด (LED0 – LED7) จากนั้นให้กลับมาเริ่มที่หลอด LED0 อีกครั้ง วนแบบนี้ไปเรื่อยๆ ดังนี้

```
#define led0 2
#define led1 3
#define led2 4
#define led3 5
#define led4 6
#define led5 7
```

```
#define led6 8
#define led7 9
void setup()
{
 pinMode(led0,OUTPUT);
 pinMode(led1,OUTPUT);
 pinMode(led2,OUTPUT);
 pinMode(led3,OUTPUT);
 pinMode(led4,OUTPUT);
 pinMode(led5,OUTPUT);
 pinMode(led6,OUTPUT);
 pinMode(led7,OUTPUT);
}
void loop()
{
 digitalWrite(led0,HIGH);
 delay((100));
 digitalWrite(led0,LOW);
 digitalWrite(led1,HIGH);
 delay((100));
 digitalWrite(led1,LOW);
 digitalWrite(led2,HIGH);
 delay((100));
 digitalWrite(led2,LOW);
 digitalWrite(led3,HIGH);
 delay((100));
 digitalWrite(led3,LOW);
 digitalWrite(led4,HIGH);
 delay((100));
 digitalWrite(led4,LOW);
```

```
  digitalWrite(led5,HIGH);
  delay((100));
  digitalWrite(led5,LOW);
  digitalWrite(led6,HIGH);
  delay((100));
  digitalWrite(led6,LOW);
  digitalWrite(led7,HIGH);
  delay((100));
  digitalWrite(led7,LOW);
}
```

ที่มา http://arduino.cc/en/Main/Software

การทำงานของโปรแกรม

- บรรทัดที่ 1 – 8 เป็นการประกาศใช้งาน เพื่อกำหนดชื่อให้กับ Digital Pin ที่จะใช้ในการขับหลอดแอลอีดี
- บรรทัดที่ 9 – 19 ภายในฟังก์ชั่น setup ทำการกำหนด Digital Pin ที่ต้องการใช้งานเป็นเอาต์พุต
- บรรทัดที่ 20 – 45 ภายในฟังก์ชั่น loop เป็นการสั่งให้หลอดแอลอีดีติด และดับสลับกันไปจาก led 0 –led7 พร้อมกับคั่นกลางด้วยคำสั่ง delay (1000); เพื่อหน่วงเวลาของการติดของหลอดไว้หลอดละ 1 วินาที เมื่อโปรแกรมรัยไปจนถึงบรรทัดที่ 45 วนกลับมาทำงานในบรรทัดที่ 20 ไปเรื่อยๆ จนกว่าจะหยุดจ่ายไฟเลี้ยงให้ระบบ

5. ทำการคอมไพล์ และอัพโหลดโปรแกรมเข้าสู่ บอร์ด Arduino 2560

6. อธิบายผลการทดลองที่เกิดขึ้น

LED แสดงผลเป็นไฟวิ่งจากด้านซ้ายมาด้านขวา โดยการติดดับที่ละดวง หน่วงเวลาที่ละ 1 วินาที จาก LED7 – LED0 เมื่อถึง LED0 จะกลับมาเริ่มต้นใหม่ที่ LED7 วนไปเรื่อยๆ

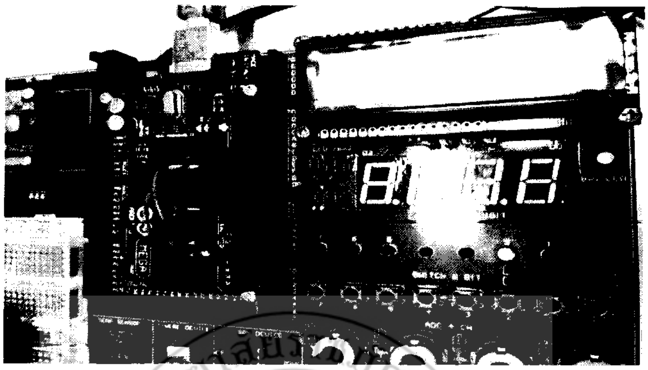
7. ให้ทำการแก้ไขโปรแกรมเพื่อให้ LED แสดงผลวิ่งจากขวามาซ้ายพร้อมกับเพิ่มความเร็วของการวิ่งเป็นหลอดละ 0.1 วินาที

8. บันทึกผลการทดลอง

LED แสดงผลเป็นไฟวิ่งจากด้านขวามาด้านซ้าย โดยการติดดับที่ละดวง หน่วงเวลาที่ละ 0.1 วินาที

จาก LED0 – LED7 เมื่อถึง LED7 จะกลับมาเริ่มต้นใหม่ที่ LED0 วนไปเรื่อยๆ

ผลการทดลองควบคุม LED 8 Bit



รูปแสดงผลการทดลองการใช้เอาต์พุตพอร์ต ควบคุม LED 8 Bit

ตารางบันทึกผลการทดลอง

ลำดับที่	การทดลอง	ทำงาน	ไม่ทำงาน
1	ไฟวิ่ง จาก LED หลอดหมายเลข 0-7	✓	

แบบฝึกหัดท้ายใบงานการทดลองที่ 1

1. จงเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมให้หลอดแอลอีดี ติดทีละ 1 หลอด เริ่มจากหลอดทางด้านซ้ายสุดไปทางด้านขวาสุด (LED 7 – LED 0) จากนั้นให้กลับมาเริ่มที่หลอด LED0 อีกครั้ง วนแบบนี้ไปเรื่อยๆ
2. จงเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมให้หลอดแอลอีดี ติดทีละ 1 หลอด เริ่มจากหลอด LED 4 ไปทางด้านซ้ายสุดและเริ่มจาก LED 4 ไปทางด้านขวาสุด พร้อมกัน จากนั้นให้กลับมาเริ่มที่หลอด LED 4 อีกครั้ง วนแบบนี้ไปเรื่อยๆ

SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

ใบงานการทดลองที่ 2 ARDUINO กับ Analog Input/Output

การทดลองที่ 2 การรับสัญญาณจาก Push button switch

วัตถุประสงค์การทดลอง

1. เพื่อศึกษาการใช้งาน Digital Port ของบอร์ด ARDUINO UNO
2. ทดลองการรับสัญญาณจากสวิตซ์โดยการใช้ Digital Port ของบอร์ด ARDUINO Mega 2560

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. ARDUINO BASIC BOARD 1 บอร์ด
2. สายต่อวงจร
3. สาย USB สำหรับการดาวโหลดโปรแกรม 1 เส้น
4. คอมพิวเตอร์พร้อมติดตั้งโปรแกรม ARDUINO IDE 1 เครื่อง

ลำดับขั้นตอนการทดลอง

1. ต่อสาย USB สำหรับการดาวโหลดโปรแกรมเข้ากับพอร์ท USB port ของคอมพิวเตอร์

2. เปิดสวิตซ์แหล่งจ่าย

3. เปิดโปรแกรม ARDUINO IDE และสร้างไฟล์ที่ต้องการใช้งานโดยไปที่ MENU BAR ที่ FILE -> NEW

4. ทำการเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมให้รับสัญญาณจากสวิตซ์เพื่อไปควบคุมการ ติด – ดับของ LED ดังนี้

```
#define led1 10
#define led2 9
#define led3 8

#define sw3 7
#define sw2 6
#define sw1 5
```

```
void setup(){
  pinMode(led1,OUTPUT);
  pinMode(led2,OUTPUT);
  pinMode(led3,OUTPUT);

  pinMode(sw1,INPUT);
  pinMode(sw2,INPUT);
  pinMode(sw3,INPUT);
}

void loop(){
  if(digitalRead(sw1) == 0){
    digitalWrite(led1,HIGH);
  }
  else digitalWrite(led1,LOW);

  if(digitalRead(sw2) == 0){
    digitalWrite(led2,HIGH);
  }
  else digitalWrite(led2,LOW);

  if(digitalRead(sw3) == 0){
    digitalWrite(led3,HIGH);
  }
  else digitalWrite(led3,LOW);
}
```

ที่มา http://arduino.cc/en/Main/Software

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

การทำงานของโปรแกรม

- บรรทัดที่ 1 – 7 เป็นการประกาศใช้งาน เพื่อกำหนดชื่อให้กับ Digital Pin ที่จะใช้ในการขับหลอดแอลอีดี
- บรรทัดที่ 10 – 18 ภายในฟังก์ชั่น setup ทำการกำหนด Digital Pin ที่ต้องการใช้งานเป็น INPUT และ OUTPUT
- บรรทัดที่ 20 – 35 ภายในฟังก์ชั่น loop เป็นการควบคุมการติดและดับของหลอดแอลอีดี โดยการรับสัญญาณควบคุมจากสวิตซ์ ในที่นี้จะอธิบายเพียงแค่ sw1 และ led1 เท่านั้น
- ทำการอ่านสัญญาณจากสวิตซ์มาเข้าเงื่อนไข if หากสวิตซ์โดนกด (อ่านค่าลอจิกได้เท่ากับ 0) ให้ทำการ เขียน ลอจิก HIGH ออกไปยัง led1 ทำให้หลอด led1 ติด
- จากเงื่อนไขด้านบน หากเงื่อนไขไม่เป็นจริง คือสวิตซ์ไม่โดนกด (อ่านค่าลอจิกได้เท่ากับ 1) ให้ทำการ เขียน ลอจิก LOW ออกไปยัง led1 ทำให้หลอด led1 ดับ

5. ทำการคอมไพล์ และอัพโหลดโปรแกรมเข้าสู่ บอร์ด Arduino 2560

อธิบายผลการทดลองที่เกิดขึ้น

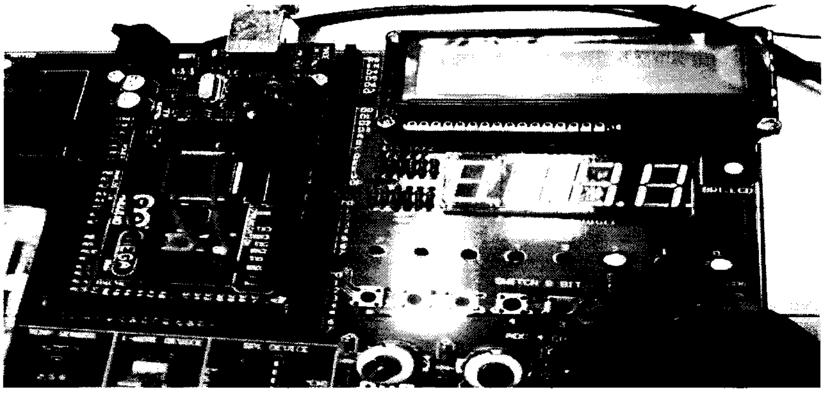
6. เมื่อทำการรันโปรแกรมครั้งแรก led 1-3 จะดับทั้งหมด เมื่อทำการกดสวิตซ์ sw1 ทำให้ led1 ติด เมื่อปล่อยสวิตซ์ led1 ดับ

เมื่อกดสวิตซ์ sw1 หลอดแอลอีดี led1 จะติดสว่าง เมื่อปล่อยสวิตซ์หลอดแอลอีดี led1 จะดับ
เมื่อกดสวิตซ์ sw2 หลอดแอลอีดี led2 จะติดสว่าง เมื่อปล่อยสวิตซ์หลอดแอลอีดี led2 จะดับ
เมื่อกดสวิตซ์ sw3 หลอดแอลอีดี led3 จะติดสว่าง เมื่อปล่อยสวิตซ์หลอดแอลอีดี led3 จะดับ

7. จากโปรแกรมในรูปที่ 2 ให้ทดลองแก้ไขโปรแกรมเพื่อควบคุมการทำงานของหลอดแอลอีดี ทั้ง 3 หลอดด้วยสวิตซ์ ดังนี้

กำหนดให้ sw1,sw2,sw3 ควบคุมการทำงานของหลอดแอลอีดี led1,led2,led3 ในลักษณะของการ toggle (กดครั้งแรกติด กดอีกครั้งดับ) โดยกำหนดให้สามารถกดสวิตซ์ค้างไว้ได้ โดยจะเปลี่ยนสภาวะของแอลอีดีแค่ครั้งเดียวตอนที่มีการกด จนกว่าจะปล่อยสวิตซ์และกดอีกครั้ง จึงจะเปลี่ยนสภาวะของสวิตซ์อีกครั้ง และขณะที่กดปุ่มค้างไว้จะต้องยังกดสวิตซ์ตัวอื่นเพื่อเปิดปิด แอลอีดี หลอดอื่นๆได้ด้วย

ผลการทดลองการรับสัญญาณจาก Push button switch



รูปผลการทดลองการรับสัญญาณจาก Push button switch

ตารางบันทึกผลการทดลอง

ลำดับที่	การทดลอง	LED ติด	LED ไม่ติด
1	เมื่อกด Push button switch 0 LED 0 จะติด	✓	
2	เมื่อกด Push button switch 0 LED 0 จะดับ		✓
3	เมื่อกด Push button switch 1 LED 1 จะติด	✓	
4	เมื่อกด Push button switch 1 LED 1 จะดับ		✓
5	เมื่อกด Push button switch 2 LED 2 จะติด	✓	
6	เมื่อกด Push button switch 2 LED 2 จะดับ		✓

แบบฝึกหัดท้ายใบงานการทดลองที่ 2

1. จงเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมให้รับสัญญาณจากสวิตช์เพื่อไปควบคุมการ ติด – ดับของ LED 8 หลอด

ใบงานการทดลองที่ 3 ARDUINO กับ การแสดงผลด้วย 7-Segment 4 หลัก

การทดลองที่ 3 การแสดงผลด้วย Segment 4 หลัก

วัตถุประสงค์การทดลอง

1. เพื่อศึกษาการแสดงผลด้วย Segment 4 หลัก ด้วยวิธีการสแกน
2. ทดลองทำการอ่านรับสัญญาณ Analog จากนั้นนำไปแสดงผลผ่านทาง Segment 4

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. ARDUINO BASIC BOARD 1 บอร์ด
2. สายต่อวงจร
3. สาย USB สำหรับการดาวโหลดโปรแกรม 1 เส้น
4. คอมพิวเตอร์พร้อมติดตั้งโปรแกรม ARDUINO IDE 1 เครื่อง

ลำดับขั้นตอนการทดลอง

1. ต่อสาย USB สำหรับการดาวโหลดโปรแกรมเข้ากับพอร์ท USB port ของคอมพิวเตอร์

2. เปิดสวิตช์แหล่งจ่าย

3. เปิดโปรแกรม ARDUINO IDE และสร้างไฟล์ที่ต้องการใช้งานโดยไปที่ MENU BAR ที่ FILE -> NEW

4. ทำการเขียนโปรแกรมเพื่อแสดงผลตัวเลขทาง 7-seg วนซ้ำจาก 0000 - 9999 ดังนี้

```
// segment
#define RA0 2 //A
#define RA1 3 //B
#define RA2 4 //C
#define RA3 5 //D
#define RA4 6 //E
#define RA5 7 //F
#define RA6 8 //G
```

```
#define RA7 9 //DP

//digits
#define d4  13
#define d3  12
#define d2  11
#define d1  10

int n = 0 ;
int del = 2 ;

//                 0    1    2    3   4    5   6
unsigned char num[10]={0xC0,0xF9,0xA4,0xB0,0x99,0x92,0x82,
//                 7    8    9
                0xF8,0x80,0x90};

void setup()
{
 pinMode(d1, OUTPUT);
 pinMode(d2, OUTPUT);
 pinMode(d3, OUTPUT);
 pinMode(d4, OUTPUT);

 pinMode(RA0,OUTPUT);
 pinMode(RA1,OUTPUT);
 pinMode(RA2,OUTPUT);
 pinMode(RA3,OUTPUT);
 pinMode(RA4,OUTPUT);
 pinMode(RA5,OUTPUT);
 pinMode(RA6,OUTPUT);
 pinMode(RA7,OUTPUT);
}
```

SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

```
void loop()
{

 for(int loop = 0;loop<5;loop++){
  clearLEDs();
  pickDigit(1);
  disp_7eg(num[(n%10)]);
  delay(del);

  clearLEDs();
  pickDigit(2);
  disp_7eg(num[((n/10)%10)]);
  delay(del);

  clearLEDs();
  pickDigit(3);
  disp_7eg(num[((n/100)%10)]);
  delay(del);

  clearLEDs();
  pickDigit(4);
  disp_7eg(num[((n/1000)%10)]);
  delay(del);
 }

  n++;

  if (n >= 9999)
  {
   n = 0;
  }

}
```

```
void pickDigit(int x)
{
 digitalWrite(d1, LOW);
 digitalWrite(d2, LOW);
 digitalWrite(d3, LOW);
 digitalWrite(d4, LOW);
 //delay(10);

 switch(x)
 {
  case 1: digitalWrite (d1, HIGH); break;
  case 2: digitalWrite (d2, HIGH); break;
  case 3: digitalWrite (d3, HIGH); break;
  default: digitalWrite(d4, HIGH); break;
 }

}

void disp_7eg(int output)
{
 digitalWrite(RA0, (output >> 0)%2);
 digitalWrite(RA1, (output >> 1)%2);
 digitalWrite(RA2, (output >> 2)%2);
 digitalWrite(RA3, (output >> 3)%2);
 digitalWrite(RA4, (output >> 4)%2);
 digitalWrite(RA5, (output >> 5)%2);
 digitalWrite(RA6, (output >> 6)%2);
 digitalWrite(RA7, (output >> 7)%2);
}
```

SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

```
void clearLEDs()
{
digitalWrite(RA0, HIGH);
digitalWrite(RA1, HIGH);
digitalWrite(RA2, HIGH);
digitalWrite(RA3, HIGH);
digitalWrite(RA4, HIGH);
digitalWrite(RA5, HIGH);
digitalWrite(RA6, HIGH);
digitalWrite(RA7, HIGH);
}
```

ที่มา http://arduino.cc/en/Main/Software

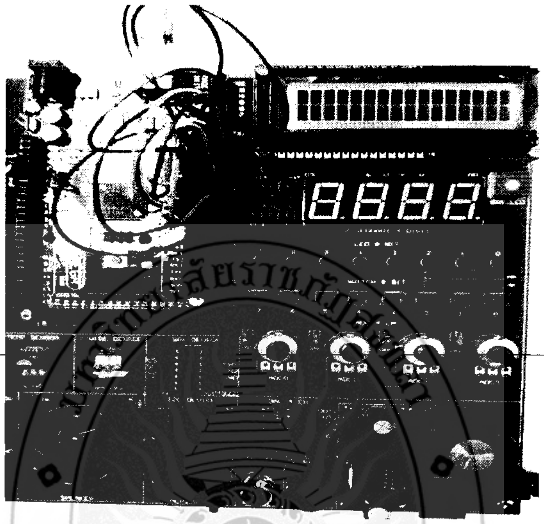
การทำงานของโปรแกรม

- บรรทัดที่ 1-15 เป็นการประกาศใช้งาน เพื่อกำหนดชื่อให้กับ Digital Pin ที่จะใช้ในการขับหลอดแอลอีดีแบบ 7 – Segment
- บรรทัดที่ 17 ทำการสร้างตัวแปรขึ้นมาไว้เก็บตัวเลขที่จะนำไปแสดงผล
- บรรทัดที่ 18 ทำการสร้างตัวแปรขึ้นมาไว้เก็บค่า delay ในการติดของหลอด 7-Seg แต่ละหลัก
- บรรทัดที่ 21 – 23 ทำการสร้าง ตัวแปรแบบ อาร์เรย์ เพื่อเก็บตัวเลข 0 – 9 เพื่อจะไปแสดงผล
- ภายในฟังก์ชั่น setup ทำการกำหนด Digital Pin ที่ต้องการใช้งานเป็น เอาต์พุต
- บรรทัดที่ 45 – 65 ภายในฟังก์ชั่น loop เป็นการวนลูป แสดงผล ค่าของตัวแปร n ทาง LED 7-SEGMENTจำนวน 5 รอบ
- บรรทัดที่ 67 – 72 เป็นการเพิ่มค่าของ ตัวแปร n จากนั้นตรวจสอบว่า ข้อมูลภายในตัวแปร n มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 9999 หรือไม่ ถ้าเป็นจริงให้กำหนดค่าของ n เท่ากับ 0 จากนั้นวนกลับไปแสดงผล ค่าของ n ด้วย loop for อีกครั้ง
- บรรทัดที่ 76 – 92 เป็นฟังก์ชั่นเลือกการแสดงผลของหลอด LED 7-SEGMENT แต่ละหลักโดยจะรับตำแหน่งของการแสดงผลมาจากฟังก์ชั่น loop
- บรรทัดที่ 107 – 117 เป็นฟังก์ชั่นปิดการแสดงผล หลอด LED 7-SEGMENT โดยจะมีการเรียกใช้งานจาก ฟังก์ชั่น loop

5. ทำการคอมไพล์ และอัพโหลดโปรแกรมเข้าสู่ บอร์ด Arduino สังเกตการแสดงผลของหลอด LED 7-SEGMENT อธิบายผลการทดลองที่เกิดขึ้น

หลอด 7 –Segment จะวนแสดงตัวเลข ตั้งแต่ 0000 – 9999 ไปเรื่อยๆ

ผลการทดลองการแสดงผลด้วย 7-Segment 4 หลัก



รูปผลการทดลองการแสดงผลด้วย 7-Segment 4 หลัก

แบบฝึกหัดท้ายใบงานการทดลองที่ 3

1. จงเขียนโปรแกรมเพื่อแสดงผลตัวเลขทาง 7-seg วนซ้ำจาก 9999 – 0000

SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

ใบงานการทดลองที่ 4 ARDUINO กับจอแสดงผล LCD hello world

การทดลองที่ 4 การแสดงผลด้วยจอ LCD

วัตถุประสงค์การทดลอง

1. เพื่อศึกษาการแสดงผลผ่านทางจอ LCD
2. ทดลองเขียนโปรแกรม Volt meter แสดงผลด้วยจอ LCD

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

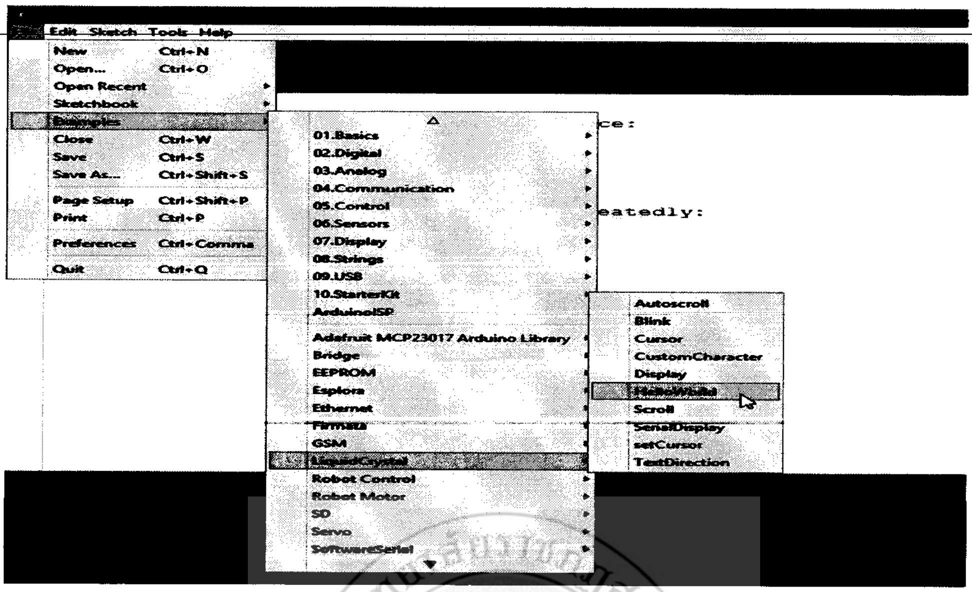
1. ARDUINO BASIC BOARD STARTER KIT 1 บอร์ด
2. สายต่อวงจร
3. สาย USB สำหรับการดาวโหลดโปรแกรม 1 เส้น
4. คอมพิวเตอร์พร้อมติดตั้งโปรแกรม ARDUINO IDE 1 เครื่อง

ลำดับขั้นตอนการทดลอง

1. ต่อสาย USB สำหรับการดาวโหลดโปรแกรมเข้ากับพอร์ท USB port ของคอมพิวเตอร์

2. เปิดสวิตช์แหล่งจ่าย

3. เปิดโปรแกรม ARDUINO IDE จากนั้นทำการเปิดโปรแกรม Example ที่ชื่อ Hello World ภายใน Library Liquid Crystal ดังรูป



ที่มา http://arduino.cc/en/Main/Software

4. ทำการแก้ไขโปรแกรม เพื่อให้ตรงกับการต่อวงจรของบอร์ดทดลอง ดังนี้

Code

```
/*
 LiquidCrystal Library - Hello World

Demonstrates the use a 16x2 LCD display.  The LiquidCrystal
library works with all LCD displays that are compatible with the
Hitachi HD44780 driver. There are many of them out there, and you
can usually tell them by the 16-pin interface.
 This sketch prints "Hello World!" to the LCD
and shows the time.
  The circuit:
* LCD RS pin to digital pin 12
* LCD Enable pin to digital pin 11
* LCD D4 pin to digital pin 5
* LCD D5 pin to digital pin 4
* LCD D6 pin to digital pin 3
```

```
* LCD D7 pin to digital pin 2
* LCD R/W pin to ground
* LCD VSS pin to ground
* LCD VCC pin to 5V
* 10K resistor:
* ends to +5V and ground
* wiper to LCD VO pin (pin 3)

Library originally added 18 Apr 2008
by David A. Mellis
library modified 5 Jul 2009
by Limor Fried (http://www.ladyada.net)
example added 9 Jul 2009
by Tom Igoe
modified 22 Nov 2010
by Tom Igoe

This example code is in the public domain.

http://www.arduino.cc/en/Tutorial/LiquidCrystal
*/
// include the library code:
#include <LiquidCrystal.h>

// initialize the library with the numbers of the interface pins
LiquidCrystal lcd(12, 11, 5, 4, 3, 2);
void setup() {
  // set up the LCD's number of columns and rows:
  lcd.begin(16, 2);
  // Print a message to the LCD.
  lcd.print("Inductricl");
}
```

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา
SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

```
void loop() {
  // set the cursor to column 0, line 1
  // (note: line 1 is the second row, since counting begins with 0):
  lcd.setCursor(0, 1);
  // print the number of seconds since reset:
  lcd.print("Electrical");
}
```

ที่มา http://arduino.cc/en/Main/Software

การทำงานของโปรแกรม

- บรรทัดที่ 1 เป็นการเรียกใช้งาน Library Liquid Crystal
- บรรทัดที่ 4 เป็นการกำหนด ตำแหน่งของการเชื่อมต่อ จอ LCD เข้ากับบอร์ด Arduino Mega2560
- บรรทัดที่ 8 เป็นการเริ่มติดต่อกับจอ LCD โดยมีการกำหนดขนาดของจอไปด้วย ในโปรแกรมนี้กำหนดเป็น แบบ 16 ตัวอักษร 2 บรรทัด
- บรรทัดที่ 10 เป็นส่งข้อความ hello, world! ไปแสดงบนจอ LCD และเนื่องจากเป็นการแสดงข้อมูลครั้งแรกข้อมูลจะถูกแสดงที่ตำแหน่งตัวอักษร แรกสุดทางซ้ายมือ บรรทัดบนสุด ซึ่งในตำแหน่งนี้คือตำแหน่ง HOME ของจอ LCD
- บรรทัดที่ 16 เป็นส่งข้อความ ARDUINO BASIC ไปแสดงบนจอ LCD โดยตัวอักษรแรกจะเริ่มตรงตำแหน่งที่เคอร์เซอร์อยู่

5. ทำการคอมไพล์ และอัพโหลดโปรแกรมเข้าสู่ บอร์ด Arduino จากนั้น อธิบายผลการทดลองที่เกิดขึ้นที่จอ LCD จะแสดงข้อความ hello, world! ในบรรทัดแรก และข้อความ ARDUINO BASIC ในบรรทัดที่ 2

ผลการทดลอง LCD hello world

รูปผลการทดลอง LCD hello world

แบบฝึกหัดท้ายใบงานการทดลองที่ 4

1. จงเขียนโปรแกรมเพื่อแสดงผลบนจอ LCD โดยโชว์ข้อความในบรรทัดแรก เป็นชื่อผู้เขียนโปรแกรมและในบรรทัดที่2 โชว์ข้อความเป็นสถานศึกษาของผู้เขียน โปรแกรม

ใบงานการทดลองที่ 5 ARDUINO กับ Sound Speaker and busser Beep เสียงเตือน

การทดลองที่ 5 การแสดงผลด้วย Sound Speaker and busser Beep เสียงเตือน

วัตถุประสงค์การทดลอง

1. เพื่อศึกษาการแสดงผลด้วย Sound Speaker and busser

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. ARDUINO BASIC BOARD 1 บอร์ด
2. สายต่อวงจร
3. สาย USB สำหรับการดาวโหลดโปรแกรม 1 เส้น
4. คอมพิวเตอร์พร้อมติดตั้งโปรแกรม ARDUINO IDE 1 เครื่อง

ลำดับขั้นตอนการทดลอง

1. ต่อสาย USB สำหรับการดาวโหลดโปรแกรมเข้ากับพอร์ท USB port ของคอมพิวเตอร์
2. เปิดสวิตช์แหล่งจ่าย
3. เปิดโปรแกรม ARDUINO IDE และสร้างไฟล์ที่ต้องการใช้งานโดยไปที่ MENU BAR ที่ FILE -> NEW
4. ทำการเขียนโปรแกรมเพื่อแสดงผลด้วย Sound Speaker and busser Beep เสียงเตือน

Code

```
/*
Piezo
 This example shows how to run a Piezo Buzzer on pin 9
 using the analog Write () function.

 It beeps 3 times fast at startup, waits a second then beeps continuously
 at a slower pace
 */
void setup ()
{
        // declare pin 9 to be an output:
        pin Mode (9, OUTPUT);
```

```
beep (50);
beep (50);
beep (50);
delay (1000);
}
void loop () {
Beep (200);
}
void beep(unsigned char delay ms){
 analog Write (9, 10);    // Almost any value can be used except 0 and 255
 // experiment to get the best tone
 delay(delay ms);    // wait for a delay ms ms
analog Write(9, 0);    // 0 turns it off
delay(delay ms);    // wait for a delay ms ms   }
```

ที่มา http://arduino.cc/en/Main/Software

หลักการทำงานคำอธิบาย

Arduino 2560 Transducer Piezo เป็นเครื่องแปลงความถี่ Piezo มีความคล้ายคลึงกับลำโพงที่ใช้แรงดันทำให้เกิดผลึก Piezo เพื่อย้ายและทำให้เสียง เพื่อให้ได้รับเสียงคลื่นตาราง จำเป็นต้องใช้มักจะอยู่ในช่วง 20Hz 20kHz ไปอย่าสับสนกับก้อน Piezo ซาวเคอร์ Piezo หรือ buzzers Piezo เหล่านี้ทำงานในลักษณะเดียวกับ buzzers และมีการสร้างขึ้นใน oscillator และมีการเปิดโดยดีซี สัญญาณแรงดันไฟฟ้า จำกัด อยู่ที่ความถี่หนึ่งจะใช้ฟังก์ชั่น PWM ของ Arduino เพื่อสร้างเสียงบน transducer Piezo ที่สามารถนำมาใช้เพียงหนึ่งขาที่ครั้งหนึ่งใช้โทน () ฟังก์ชั่นจะยุ่งเกี่ยวกับการส่งออก PWM ขาที่ 3 และ 11 โทน () ฟังก์ชั่นที่ควรจะใช้ถ้าจำเป็นต้องมีความถี่ที่แตกต่างและ / หรือไม่ได้ใช้ PWM ขาที่ 3 และ 11Arduino PWM ทำงานที่ 500Hz จึงจะผลิตเสียงเสียงดี เราใช้ Piezo Transducer

ผลการทดลอง Sound Speaker and busser Beep เสียงเตือน

รูปผลการทดลอง Sound Speaker and busser Beep เสียงเตือน

แบบฝึกหัดท้ายใบงานการทดลองที่ 5

1. จงเขียนโปรแกรมเพื่อแสดงผลด้วย Sound Speaker and busser Beep เสียงเตือน โดยปรับเปลี่ยนช่วงระยะเวลาการดังของเสียงเตือน

ใบงานการทดลองที่ 6 ARDUINO กับ Stepper Motor

ใบงานการทดลองที่ 6-1 ARDUINO กับ Stepper Motor Knob มอเตอร์ลูกบิด

วัตถุประสงค์การทดลอง

1.เพื่อศึกษาการแสดงผลด้วย ARDUINO กับ Stepper Motor Knob มอเตอร์ลูกบิด

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1.ARDUINO BASIC BOARD 1 บอร์ด

2.สายต่อวงจร

3.สาย USB สำหรับการดาวโหลดโปรแกรม 1 เส้น

4.คอมพิวเตอร์พร้อมติดตั้งโปรแกรม ARDUINO IDE 1 เครื่อง

ลำดับขั้นตอนการทดลอง

1. ต่อสาย USB สำหรับการดาวโหลดโปรแกรมเข้ากับพอร์ท USB port ของคอมพิวเตอร์

2. เปิดสวิตช์แหล่งจ่าย

3. เปิดโปรแกรม ARDUINO IDE และสร้างไฟล์ที่ต้องการใช้งานโดยไปที่ MENU BAR ที่ FILE -> NEW

4. ทำการเขียนโปรแกรมเพื่อแสดงผลด้วย Stepper Motor Knob มอเตอร์ลูกบิด

Code

For both unipolar and bipolar steppers

```
*
 * Motor Knob
 * A stepper motor follows the turns of a potentiometer
 * (or other sensor) on analog input 0.
 * http://www.arduino.cc/en/Reference/Stepper
 * This example code is in the public domain.
 */
```

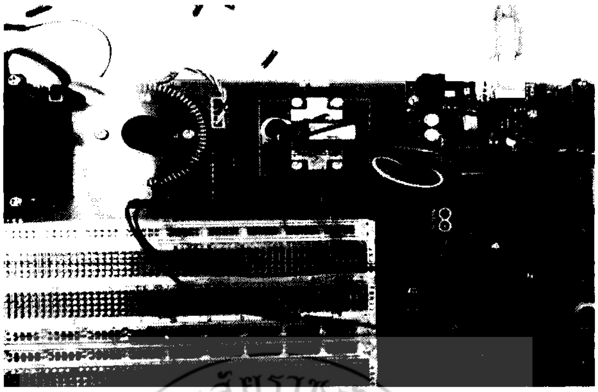
```
#include <Stepper.h>
        // change this to the number of steps on your motor
        #define STEPS 100
        // create an instance of the stepper class, specifying
        // the number of steps of the motor and the pins it's
        // attached to
        Stepper stepper(STEPS, 8, 9, 10, 11);
        // the previous reading from the analog input
int previous = 0;

void setup() {
        // set the speed of the motor to 30 RPMs
        stepper.setSpeed (30);
}
Void loop () {
        // get the sensor value
 nit val = analogRead(0);

        // move a number of steps equal to the change in the
        // sensor reading
        stepper.step(val - previous);

         // remember the previous value of the sensor
        previous = val;
}
```

See also

- Stepper my Stepper = Stepper
- Stepper One Revolution
- Stepper One Step At A Time
- Stepper Speed Control

ที่มา http://arduino.cc/en/Main/Software

รูปผลการทดลอง Stepper Motor Knob



รูปผลการทดลอง Stepper Motor Knob

มอเตอร์ลูกบิด

หลักการของการทำงานของ Stepper motor ก็เหมือนกับ Animation คือ การบังคับให้แม่เหล็กถาวรบนแกนโรงเตอร์หมุนไปตามทิศการบังคับของขดลวดที่ติดตั้งสเตเตอร์ครับ ทีนี้มันจะซับซ้อนกว่า DC motor ตรงที่การบังคับให้หมุนนั้นมันไม่ได้เป็นแค่การใส่แรงดันคงที่ไปที่ขั้วบวกลบเท่านั้น ต้องใส่แรงดันให้ถูกต้องจากจังหวะที่ควรจะเป็น มันถึงจะหมุนได้ถ้าสังเกตดี จะเห็นว่ามี ขดลวดที่ควบคุมการหมุน โดยแต่ละขดห่างกัน 90 องศา การหมุนก็จะทำโดยการจ่ายกระแสเข้าไปที่ขดลวดทีละขดเพื่อทำให้เกิดสนามแม่เหล็ก ซึ่งจะไปดูดให้แม่เหล็กถาวะที่อยู่บนโรเตอร์เคลื่อนที่ โดยทิศของการหมุนก็จะขึ้นกับลำดับการจ่ายกระแสเข้าไปที่ขดลวด โดยการบังคับในลักษณะนี้เรียกว่า Single coil excitation หรือ การกระตุ้นทีละขดลวด โดยจะมีการกระตุ้นหรือการจ่ายกระแสเข้าขดลวดอยู่ 4 จังหวะต่อการหมุน 1 รอบ

แบบฝึกหัดท้ายใบงานการทดลองที่ 6-1

1. จงทำการเขียนโปรแกรมเพื่อแสดงผลด้วย Stepper Motor Knob โดยให้เปลี่ยนองศาการหมุนจาก 90 องศาเป็น 45 หมุนไปทางด้านขวาและหมุน 180 องศาไปทางด้านซ้าย

ใบงานการทดลองที่ 6-2 ARDUINO กับ Stepper Motor Stepper One Revolution

วัตถุประสงค์การทดลอง

1. เพื่อศึกษาการแสดงผลด้วย ARDUINO กับ Stepper Motor Stepper One Revolution

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. ARDUINO BASIC BOARD 1 บอร์ด
2. สายต่อวงจร
3. สาย USB สำหรับการดาวโหลดโปรแกรม 1 เส้น
4. คอมพิวเตอร์พร้อมติดตั้งโปรแกรม ARDUINO IDE 1 เครื่อง

ลำดับขั้นตอนการทดลอง

1. ต่อสาย USB สำหรับการดาวโหลดโปรแกรมเข้ากับพอร์ท USB port ของคอมพิวเตอร์
2. เปิดสวิตช์แหล่งจ่าย
3. เปิดโปรแกรม ARDUINO IDE และสร้างไฟล์ที่ต้องการใช้งานโดยไปที่ MENU BAR ที่ FILE -> NEW
4. ทำการเขียนโปรแกรมเพื่อแสดงผลด้วย Stepper Motor Stepper One Revolution

Code

For both unipolar and bipolar steppers

```
/*
 Stepper Motor Control - one revolution
 This program drives a unipolar or bipolar stepper motor.
 The motor is attached to digital pins 8 - 11 of the Arduino.
 The motor should revolve one revolution in one direction, then
 One  revolution in the other direction.
 Created 11 Mar. 2007
 Modified 30 Nov. 2009
 by Tom Igoe   */
```

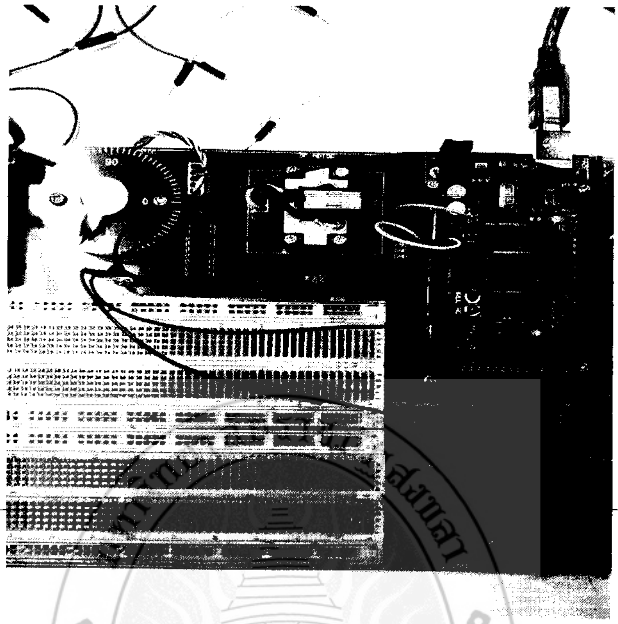
```
#include <Stepper.h>
        const int stepsPerRevolution = 200;  // change this to fit the number of steps per
revolution
        // for your motor

        // initialize the stepper library on pins 8 through 11:
        Stepper myStepper(stepsPerRevolution, 8, 9, 10, 11);

void setup() {
        // set the speed at 60 rpm:
        myStepper.setSpeed(60);
        // initialize the serial port:
        Serial.begin(9600);
}
void loop() {
        // step one revolution  in one direction:
        Serial.println("clockwise");
         myStepper.step(stepsPerRevolution);
        delay(500);

        // step one revolution in the other direction:
         Serial. println ("counterclockwise");
        my Step per step (-steps per revolution);
        delay (500);
}
```

See also

- Stepper my Stepper = Stepper
- Motor Knob
- Stepper One Step At A Time
- Stepper Speed Control

ที่มา http://arduino.cc/en/Main/Software

ผลการทดลอง Stepper Motor Stepper One Revolution



รูปผลการทดลอง Stepper Motor Stepper One Revolution

Stepper One Revolution

มอเตอร์ stepper เนื่องจากการออกแบบที่เป็นเอกลักษณ์สามารถควบคุมได้ในระดับสูงของความถูกต้องโดยไม่ต้องกลไกความคิดเห็นใด ๆ เพลาของก้าวที่ติดกับชุดของแม่เหล็กที่ถูกควบคุมโดยชุดของขดลวดแม่เหล็กไฟฟ้าที่จะเรียกเก็บบวกและลบในลำดับที่เฉพาะเจาะจงได้อย่างแม่นยำย้ายไปข้างหน้าหรือย้อนกลับไปใน "ขั้นตอน" เล็กมีสองประเภทของ steppers, Unipolars และ Bipolars และมันเป็นสิ่งสำคัญมากที่จะทราบชนิดที่คุณกำลังทำงานกับ สำหรับแต่ละมอเตอร์ที่มีวงจรที่แตกต่างกัน โค้ดตัวอย่างจะควบคุมทั้งชนิดของมอเตอร์ ดู theunipolar และแผนงานสองขั้วมอเตอร์สำหรับข้อมูลเกี่ยวกับวิธีการลวดขึ้นยนต์ ในตัวอย่างนี้เพลาจะหมุนตามเข็มนาฬิกาเต็ม โดยมอเตอร์จะใช้ Arduino stepper ถูกควบคุมโดยด้วยหมุดดิจิตอล 8, 9, 10, และ 11 สำหรับทั้งมอเตอร์ unipolar หรือสองขั้วArduino หรือ Genuino จะเชื่อมต่อกับอาร์เรย์ U2004 ดาร์ลิงตันถ้ากำลังใช้ stepper unipolar หรือ aSN754410NE H-สะพานถ้าคุณมีสองขั้วมอเตอร์สำหรับข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับความแตกต่างของทั้งสองประเภทโปรดดูที่หน้าทอม Igoe บนมอเตอร์

แบบฝึกหัดท้ายใบงานการทดลองที่ 6-2

1. จงเขียนโปรแกรมเพื่อแสดงผลด้วย Stepper Motor Stepper One Revolution จาก 1 Step ต่อ 1 รอบ เป็น 2 Step ต่อ 1 รอบ

การทดลองที่ 6-3 ARDUINO กับ Stepper Motor Stepper Speed Control

วัตถุประสงค์การทดลอง

1. เพื่อศึกษาการแสดงผลด้วย ARDUINO กับ Stepper Motor Stepper Speed Control

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. ARDUINO BASIC BOARD 1 บอร์ด
2. สายต่อวงจร
3. สาย USB สำหรับการดาวโหลดโปรแกรม 1 เส้น
4. คอมพิวเตอร์พร้อมติดตั้งโปรแกรม ARDUINO IDE 1 เครื่อง

ลำดับขั้นตอนการทดลอง

1. ต่อสาย USB สำหรับการดาวโหลดโปรแกรมเข้ากับพอร์ท USB port ของคอมพิวเตอร์
2. เปิดสวิตช์แหล่งจ่าย
3. เปิดโปรแกรม ARDUINO IDE และสร้างไฟล์ที่ต้องการใช้งานโดยไปที่ MENU BAR ที่ FILE -> NEW
4. ทำการเขียนโปรแกรมเพื่อแสดงผลด้วย Stepper Motor Stepper Speed Control

Code

For both unipolar and bipolar steppers

```
/*
 Stepper Motor Control - speed control
 This program drives a unipolar or bipolar stepper motor.
 The motor is attached to digital pins 8 - 11 of the Arduino.
 A potentiometer is connected to analog input 0.

 The motor will rotate in a clockwise direction. The higher the potentiometer value,
 the faster the motor speed. Because set Speed() sets the delay between steps,
 you may notice the motor is less responsive to changes in the sensor value at
 low speeds.   */
```

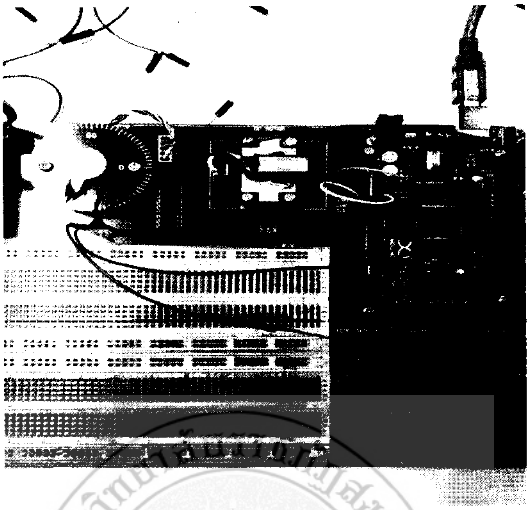
```
#include <Stepper.h>
        const int steps Per Revolution = 200;  // change this to fit the number of steps per
        revolution
        // for your motor
        // initialize the stepper library on pins 8 through 11:
        Stepper my Stepper (steps Per Revolution, 8, 9, 10, 11);
        int step Count = 0;  // number of steps the motor has taken

void setup () {
        // nothing to do inside the setup
}
void loop () {
         // read the sensor value:
        int sensor Reading = analog Read(A0);
        // map it to a range from 0 to 100:
        int motor Speed = map(sensor Reading, 0, 1023, 0, 100);
        // set the motor speed:
  if (motor Speed > 0) {
         my Stepper.setSpeed(motor Speed);
        // step 1/100 of a revolution:
         my Stepper. Step (steps Per Revolution / 100);
  }
}
```

See also

- My Stepper = Stepper
- Motor Knob
- Stepper One Revolution
- Stepper One Step at a Time

ที่มา http://arduino.cc/en/Main/Software

ผลการทดลอง Stepper Motor Stepper Speed Control



รูปผลการทดลอง Stepper Motor Stepper Speed Control

Stepper Speed Control

มอเตอร์ stepper เนื่องจากการออกแบบที่เป็นเอกลักษณ์ของสามารถควบคุมได้ในระดับสูงของความถูกต้องโดยไม่ต้องกลไกความคิดเห็นใด ๆ เพลาของก้าวที่ติดกับชุดของแม่เหล็กที่ถูกควบคุมโดยชุดของขดลวดแม่เหล็กไฟฟ้าที่จะเรียกเก็บบวกและลบในลำดับที่เฉพาะเจาะจงได้อย่างแม่นยำย้ายไปข้างหน้าหรือย้อนกลับไปใน "ขั้นตอน" เล็ก มีสองประเภทของ steppers, Unipolars และ Bipolars และมันเป็นสิ่งสำคัญมากที่จะทราบชนิดที่คุณกำลังทำงานกับ สำหรับแต่ละมอเตอร์ที่มีวงจรที่แตกต่างกัน โค้ดตัวอย่างจะควบคุมทั้งชนิดของมอเตอร์ ดู theunipolar และแผนงานสองขั้วมอเตอร์สำหรับข้อมูลเกี่ยวกับวิธีการลวดขึ้นยนต์ในตัวอย่างนี้มิเตอร์ (หรือเซ็นเซอร์อื่น ๆ) บนอนาล็อก 0 จะใช้ในการควบคุมความเร็วในการหมุนของมอเตอร์โดยใช้ Arduino stepper ถูกควบคุมโดยด้วยหมุดดิจิตอล 8, 9, 10, และ 11 สำหรับทั้งมอเตอร์ unipolar หรือสองขั้วArduino หรือ Genuino จะเชื่อมต่อกับอาร์เรย์ U2004 ดาร์ลิงตันถ้าคุณกำลังใช้ stepper unipolar หรือ aSN754410NE H-สะพานถ้ามีสองขั้วมอเตอร์สำหรับข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับความแตกต่างของทั้งสองประเภทโปรดดูที่หน้าทอม Igoe บนมอเตอร์ stepper

แบบฝึกหัดท้ายใบงานการทดลองที่ 6-3

1. จงเขียนโปรแกรมเพื่อแสดงผลด้วย Stepper Motor Stepper Speed Control โดยให้อยู่ในความเร็วคงที่ 60 รอบต่อนาที

ใบงานการทดลองที่ 7 ARDUINO กับ Servo Motor

ใบงานการทดลองที่ 7-1 ARDUINO กับ Servo Motor Knob

วัตถุประสงค์การทดลอง

1.เพื่อศึกษาการแสดงผลด้วย ARDUINO กับ Servo Motor Knob

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. ARDUINO BASIC BOARD 1 บอร์ด
2.สายต่อวงจร
3.สาย USB สำหรับการดาวโหลดโปรแกรม 1 เส้น
4.คอมพิวเตอร์พร้อมติดตั้งโปรแกรม ARDUINO IDE 1 เครื่อง

ลำดับขั้นตอนการทดลอง

1. ต่อสาย USB สำหรับการดาวโหลดโปรแกรมเข้ากับพอร์ท USB port ของคอมพิวเตอร์
2. เปิดสวิตช์แหล่งจ่าย
3. เปิดโปรแกรม ARDUINO IDE และสร้างไฟล์ที่ต้องการใช้งานโดยไปที่ MENU BAR ที่ FILE -> NEW
4. ทำการเขียนโปรแกรมเพื่อแสดงผลด้วย Servo Motor Knob

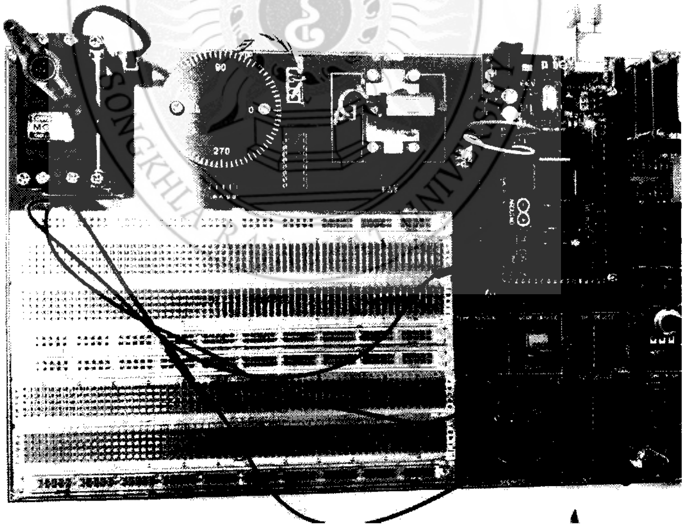
Code

```
/*
 Controlling a servo position using a potentiometer (variable resistor)
 by Michal Rinott <http://people.interaction-ivrea.it/m.rinott>

 modified on 8 Nov 2013
 by Scott Fitzgerald
 http://www.arduino.cc/en/Tutorial/Knob
*/
```

```
#include <Servo.h>
        Servo my servo;  // create servo object to control a servo
        int potpin = 0;  // analog pin used to connect the potentiometer
        int val;    // variable to read the value from the analog pin

void setup() {
        myservo.attach(9);  // attaches the servo on pin 9 to the servo object
}

void loop() {
        val = analog Read(potpin);          // reads the value of the potentiometer (value between 0 and 1023)
        val = map (val, 0, 1023, 0, 180);    // scale it to use it with the servo (value between 0 and 180)
        my servo.write (val);               // sets the servo position according to the scaled value
        delay(15);                         // waits for the servo to get there
}
```

ที่มา http://arduino.cc/en/Main/Software

ผลการทดลอง Servo Motor Knob



รูปผลการทดลอง ARDUINO กับ Servo Motor Knob

แบบฝึกหัดท้ายใบงานการทดลองที่ 7-1

1. จงเขียนโปรแกรมเพื่อแสดงผลด้วย Servo Motor Knob โดยเปลี่ยนจากควบคุมการหมุนด้วยตัวต้านทานปรับค่า เป็นควบคุมด้วย Push button switch

ใบงานการทดลองที่ 7-2 ARDUINO กับ Servo Motor Sweep

วัตถุประสงค์การทดลอง

1. เพื่อศึกษาการแสดงผลด้วย ARDUINO กับ **Servo Motor Knob**

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. ARDUINO BASIC BOARD 1 บอร์ด
2. สายต่อวงจร
3. สาย USB สำหรับการดาวโหลดโปรแกรม 1 เส้น
4. คอมพิวเตอร์พร้อมติดตั้งโปรแกรม ARDUINO IDE 1 เครื่อง

ลำดับขั้นตอนการทดลอง

1. ต่อสาย USB สำหรับการดาวโหลดโปรแกรมเข้ากับพอร์ท USB port ของคอมพิวเตอร์
2. เปิดสวิตช์แหล่งจ่าย
3. เปิดโปรแกรม ARDUINO IDE และสร้างไฟล์ที่ต้องการใช้งานโดยไปที่ MENU BAR ที่ FILE -> NEW
4. ทำการเขียนโปรแกรมเพื่อแสดงผลด้วย Servo Motor Sweep

SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

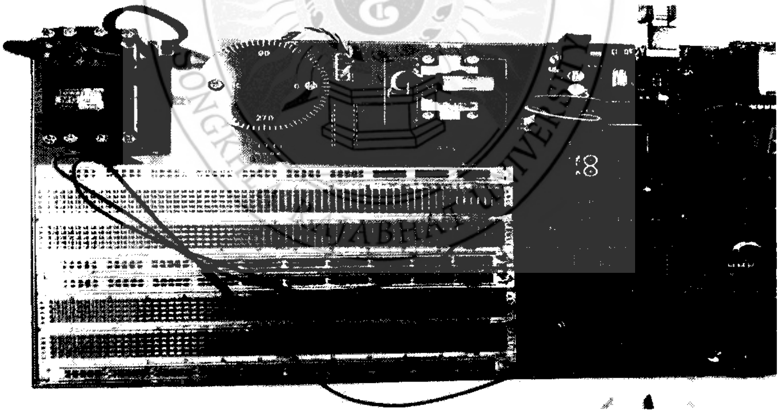
Code

```
/* Sweep
 by BARRAGAN <http://barraganstudio.com>
 This example code is in the public domain.
 modified 8 Nov 2013
 by Scott Fitzgerald
 http://www.arduino.cc/en/Tutorial/Sweep
*/
#include <Servo.h>
        Servo my servo;  // create servo object to control a servo
        // twelve servo objects can be created on most boards
        int pos = 0;    // variable to store the servo position
```

```
void setup () {
        my servo.attach(9);  // attaches the servo on pin 9 to the servo object
}
void loop () {
        for (pos = 0; pos <= 180; pos += 1) { // goes from 0 degrees to 180 degrees
         // in steps of 1 degree
        my servo.write(pos);            // tell servo to go to position in variable 'pos'
        delay(15);                  // waits 15ms for the servo to reach the position
 }
        for (pos = 180; pos >= 0; pos -= 1) { // goes from 180 degrees to 0 degrees
         my servo.write (pos);            // tell servo to go to position in variable 'pos'
        delay (15);                  // waits 15ms for the servo to reach the position
 }
}
```

ที่มา http://arduino.cc/en/Main/Software

ผลการทดลอง ARDUINO กับ Servo Motor Sweep



รูปผลการทดลอง ARDUINO กับ Servo Motor Sweep

Servo Motor Sweep

Sweep กวาดเพลาของ Servo Motor RC ไปมาทั่วทั้ง 180 องศา โดยอัตโนมัติ

แบบฝึกหัดท้ายใบงานการทดลองที่ 7-2

1. จงเขียนโปรแกรมเพื่อแสดงผลด้วย Servo Motor Sweep กวาดเพลาของ Servo Motor RC โดยอัตโนมัติจาก 180 องศา ให้เปลี่ยนให้กวาดเพลาเป็น 270 องศา

ใบงานการทดลองที่ 8 ARDUINO กับการขับ DC มอเตอร์ด้วย IC L293D

ใบงานการทดลองที่ 8 การขับ DCมอเตอรด้วย IC L293D

วัตถุประสงค์การทดลอง

1. เพื่อศึกษาการขับดีซีมอเตอร์
2. ทดลองเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมทิศทางและความเร็วของมอเตอร์

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. ARDUINO BASIC BOARD 1 บอร์ด
2. สายต่อวงจร
3. สาย USB สำหรับการดาวโหลดโปรแกรม 1 เส้น
4. คอมพิวเตอร์พร้อมติดตั้งโปรแกรม ARDUINO IDE 1 เครื่อง

ลำดับขั้นตอนการทดลอง

เนื่องจากในการทดลองใช้มอเตอร์กระแสตรงที่มีพิกัดแรงดัน 5V จึงได้ทำการเสียบจัมพ์เปอร์ที่ PIN 2-3 เพื่อเลือกแรงดันที่จ่ายให้กับมอเตอร์ที่ 5V หากนักศึกษาใช้มอเตอร์ขนาด 12V ให้ทำการย้ายจัมพ์เปอร์ไปเสียบที่ที่ PIN 1-2 แทน

1. ต่อสาย USB สำหรับการดาวโหลดโปรแกรมเข้ากับพอร์ท USB port ของคอมพิวเตอร์
2. เปิดสวิตช์แหล่งจ่าย
3. เปิดโปรแกรม ARDUINO IDE จากนั้นทำการเขียนโปรแกรมสำหรับควบคุมการกลับทางหมุนมอเตอร์กระแสตรง

code

```
/*
 Author: LearningEmbedded.com
 Permission is hereby granted, free of charge, to any person obtaining a copy
 of this code and associated documentation files , to use, copy, modify, merge,
 publish, distribute when you agree to the following conditions:
 Attribution — You must give appropriate credit, provide a link to the license,
```

and indicate if changes were made. You may do so in any reasonable
manner, but not in any way that suggests the licensor endorses you
or your use.
No additional restrictions — You may not apply legal terms or technological
measures that legally restrict others from doing
anything the license permits.
*/

```
// http://learningembedded.com /

int in1=5,in2=4,in3=1,in4=0; //input pins of the L293D IC
int e1=3,e2=2,i;          //enable pins of the L293D IC
int input1,input2;        //input toggle pins use control the motor
void setup()
{
        for(i=0;i<6;i++)
 {
        Pin Mode (i, OUTPUT);      //sets all L293D IC pins as output
 }
        Pin Mode (13, INPUT);     // sets the input-1 toggle as input
        Pin Mode(12, INPUT);      // sets the input-2 toggle as input
}
void loop()
{
        input1 = digitalRead(13);  //read the values of input-1 pin
        input2 = digitalRead(12);  //read the values of input-1 pin

 if (input1==1 && input2==0)
 {      // when input1 is 1 and input 2 is low ,we move the motor forward
        digital Write(e1,HIGH);  //enable1 is used to switch on the input pins in1 and in2
        digital Write(e2,HIGH);  //enable2 is used to switch on the input pins in3 and in4
```

```
        digital Write(in1,HIGH); //when in1 and in2 are of different polarity then only motor 1
moves
        digital Write(in2,LOW);
        digital Write(in3,HIGH); //when in3 and in4 are of different polarity then only motor 2
moves
        digital Write(in4,LOW);
  }
  else if(input1==0 && input2==1)
  {              // when input2 is 1 and input 1 is low ,we move the motor backwards
        digital Write(e1,HIGH);  //enable1 is used to switch on the input pins in1 and in2
        digital Write(e2,HIGH);  //enable2 is used to switch on the input pins in3 and in4
        digital Write(in1,LOW);  //when in1 and in2 are of different polarity then only motor 1
moves
        digital Write(in2,HIGH);
        digital Write(in3,LOW);  //when in3 and in4 are of different polarity then only motor 2
moves
        digital Write(in4,HIGH);
  }
  else
  {     //In all other condition ,the motor shouldnt move
         digitalWrite(e1,LOW);
        digitalWrite(e2,LOW);
  }
 }
```

ที่มา http://arduino.cc/en/Main/Software

SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

การทำงานของโปรแกรม

-บรรทัดที่ 1 - 3 เป็นการประกาศใช้งานเพื่อกำหนดชื่อให้กับ Digital Pin ที่จะใช้ในการขับส่งสัญญาณให้กับ IC L293D เพื่อขับมอเตอร์

-บรรทัดที่ 5 ถึง 15 ภายในฟังก์ชั่น void setup () จะเป็นการกำหนดทิศทางของ ขาที่ใช้งานให้เป็นเอาต์พุต จากนั้นทำการส่งลอจิก LOW ออกไปยัง ขาควบคุมทั้ง 3 เพื่อเป็นการควบคุมให้ มอเตอร์หยุดหมุน

ผลการทดลอง ARDUINO กับการขับ DC มอเตอร์ด้วย IC L293D

รูป ผลการทดลอง ARDUINO กับการขับ DC มอเตอร์ด้วย IC L293D

แบบฝึกหัดท้ายใบงานการทดลองที่ 8

1. จงเขียนโปรแกรมสำหรับควบคุมการกลับทางหมุนมอเตอร์กระแสตรง โดยใช้ Push button switch ในการกลับทางหมุน

ใบงานการทดลองที่ 9 ARDUINO กับการแสดงผลในโหมดการติดต่อแบบ I2C

ใบงานการทดลองที่ 9-1 DS3231 AT24C32 Percision clock module

วัตถุประสงค์การทดลอง

1. เพื่อศึกษาการแสดงผล ในโหมดการติดต่อแบบ I2C DS3231 AT24C32 Precision clock module
2. ทดลองเขียนโปรแกรมเพื่อแสดงผลในโหมดการติดต่อแบบ I2C

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. ARDUINO BASIC BOARD 1 บอร์ด
2. สายต่อวงจร
3. สาย USB สำหรับการดาวโหลดโปรแกรม 1 เส้น
4. คอมพิวเตอร์พร้อมติดตั้งโปรแกรม ARDUINO IDE 1 เครื่อง

ลำดับขั้นตอนการทดลอง

1. ต่อสาย USB สำหรับการดาวโหลดโปรแกรมเข้ากับพอร์ท USB port ของคอมพิวเตอร์
2. เปิดสวิตช์แหล่งจ่าย
3. เปิดโปรแกรม ARDUINO IDE และสร้างไฟล์ที่ต้องการใช้งานโดยไปที่ MENU BAR ที่ FILE -> NEW
4. ทำการเขียนโปรแกรมเพื่อแสดงผลด้วย Percision clock module

Code

```
#include "Wire.h"
#include "SPI.h"  // not used here, but needed to prevent a RTClib compile error
#include "RTClib.h"
RTC_DS3231 RTC;
```

```
void setup () {
 Serial.begin(9600);
 Wire.begin();
 RTC.begin();
 //RTC.adjust(DateTime(__DATE__, __TIME__));

 if (! RTC.isrunning()) {
  Serial.println("RTC is NOT running!");
  // following line sets the RTC to the date & time this sketch was compiled
  //RTC.adjust(DateTime(__DATE__, __TIME__));
 }
 DateTime now = RTC.now();
 /* ตั้งเวลา ในตัวอย่างนี้ เซตค่าเป็นเวลา 23:09 ถ้าถึงเวลานี้จะให้ทำงานที่ฟังก์ชัน
  RTC.setAlarm1Simple(23, 9);
  if (RTC.checkIfAlarm(1)) {
  Serial.println("Alarm Triggered");
  }*/
 RTC.setAlarm1Simple(23, 9);
 RTC.turnOnAlarm(1);
 if (RTC.checkAlarmEnabled(1)) {
  Serial.println("Alarm Enabled");
 }
}
void loop () {
 DateTime now = RTC.now();
 Serial.print(now.year(), DEC);
 Serial.print('/');
 Serial.print(now.month(), DEC);
 Serial.print('/');
 Serial.print(now.day(), DEC);
```

```
  Serial.print(' ');
  Serial.print(now.hour(), DEC);
  Serial.print(':');
  Serial.print(now.minute(), DEC);
  Serial.print(':');
  Serial.print(now.second(), DEC);
  if (RTC.checkIfAlarm(1)) {
   Serial.println("Alarm Triggered");
  }
  Serial.println();
  Serial.print("Tempeature = ");
  Serial.print(RTC.getTemperature()); // คำสั่งดึงอุณหภูมิออกมาแสดง
  Serial.println(" C");
  delay(1000);
}
```

ที่มา http://arduino.cc/en/Main/Software

ผลการทดลอง DS3231 AT24C32 Prcrision clock module

รูปผลการทดลอง DS3231 AT24C32 Precision clock module

โมดูลนาฬิกา DS3231 module ความแม่นยำสูง RTC DS3231 AT24C32 IIC Module Percision Clock Module for Arduino

DS3231 module เป็นโมดูนาฬิกาแบบเวลาจริง RTC(Real Time Clock) ที่มีความถูกต้องแม่นยำสูง เพราะข้างในมีวงจรวัดอุณหภูมิ เพื่อนำอุณหภูมิจากสภาพแวดล้อมมาคำเวนชดเชยความถี่ของ Crystal ที่ถูกรบกวนจากอุณหภูมิภายนอก มาพร้อมแบตเตอร์รี่ ใช้งานได้แม้ไม่มีแหล่งจ่ายไฟจากภายนอก สามารถตั้งค่า วัน เวลา ได้อย่างง่าย มีไลบารีมาพร้อมใช้งาน สามารถเลือกแสดงผลเวลาแบบ 24 ชั่วโมงหรือแบบ 12 ชั่วโมงก็ได้นอกจากจะแสดงวันและเวลาได้อย่างแม่นยำแล้ว โมดูลนี้ยังสามารถ แสดงอุณหภูมิภายนอกได้ เป็นเหมือนนาฬิกาดิจิตอลที่บอกอุณหภูมิได้ด้วย

แบบฝึกหัดท้ายใบงานการทดลองที่ 9-1

1. จงเขียนโปรแกรมเพื่อแสดงผลด้วย Percision clock module โดยให้แสดงค่าบนหน้าจอ OLED

SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

ใบงานการทดลองที่ 9-2 Ultrasonic Module (HY-SRF05)

วัตถุประสงค์การทดลอง

1. เพื่อศึกษาการแสดงผล ในโหมดการติดต่อแบบ I2C Ultrasonic Module (HY-SRF05) module
2. ทดลองเขียนโปรแกรมเพื่อแสดงผลในโหมดการติดต่อแบบ I2C

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. ARDUINO BASIC BOARD 1 บอร์ด
2. สายต่อวงจร
3. สาย USB สำหรับการดาวโหลดโปรแกรม 1 เส้น
4. คอมพิวเตอร์พร้อมติดตั้งโปรแกรม ARDUINO IDE 1 เครื่อง

ลำดับขั้นตอนการทดลอง

1. ต่อสาย USB สำหรับการดาวโหลดโปรแกรมเข้ากับพอร์ท USB port ของคอมพิวเตอร์
2. เปิดสวิตช์แหล่งจ่าย
3. เปิดโปรแกรม ARDUINO IDE และสร้างไฟล์ที่ต้องการใช้งานโดยไปที่ MENU BAR ที่ FILE -> NEW
4. ทำการเขียนโปรแกรมเพื่อการแสดงผล ในโหมดการติดต่อแบบ I2C Ultrasonic Module (HY-SRF05) module

Code

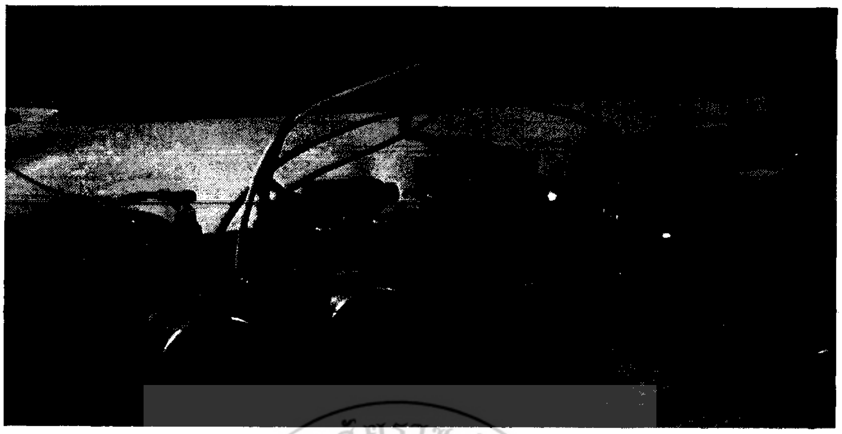
```
//Trig-PIN13 Echo-PIN12
////////////////////////////////
const int pingPin = 13;
int inPin = 12;

void setup() {
Serial.begin(9600);
}
```

```
void loop()
{
long duration, cm;

pinMode(pingPin, OUTPUT);

digitalWrite(pingPin, LOW);
delayMicroseconds(2);
digitalWrite(pingPin, HIGH);
delayMicroseconds(5);
digitalWrite(pingPin, LOW);
pinMode(inPin, INPUT);
duration = pulseIn(inPin, HIGH);

cm = microsecondsToCentimeters(duration);
Serial.print(cm);
Serial.print("cm");
Serial.println();
delay(100);
}

long microsecondsToCentimeters(long microseconds)
{
// The speed of sound is 340 m/s or 29 microseconds per centimeter.
// The ping travels out and back, so to find the distance of the
// object we take half of the distance travelled.
return microseconds / 29 / 2;
}
```

ที่มา http://arduino.cc/en/Main/Software

SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

ผลการทดลองUltrasonic Module (HY-SRF05)



รูปผลการทดลอง Ultrasonic Module (HY-SRF05)

การใช้งาน โมดูลวัดระยะทาง Ultrasonic Module Distance Measuring Transducer Sensor กับ Arduinoการวัดระยะทางโดยใช้ โมดูล Ultrasonic ร่วมกับ Arduino สามารถทำได้ง่าย อุปกรณ์โมดูล Ultrasonic มีความแม่นยำในการวัดระยะทาง การทำงานเป็นแบบคลื่นสะท้อนกลับแล้วนำมาคำนวณ จึงเหมาะสำหรับมาใช้ในการหลบหลีกสิ่งกีดขวาง ตรวจจับวัตถุที่อยู่ในรัศมีที่ต้องการ

แบบฝึกหัดท้ายใบงานการทดลองที่ 9-2

1. จงเขียนโปรแกรมเพื่อการแสดงผล ในโหมดการติดต่อแบบ I2C Ultrasonic Module (HY-SRF05) module โดยให้แสดงค่าบนหน้าจอ OLED

ใบงานการทดลองที่ 9-3 OLED Display Module White (I2C 128X64 pixel 0.96")

วัตถุประสงค์การทดลอง

1. เพื่อศึกษาการแสดงผล ในโหมดการติดต่อแบบ I2C OLED Display Module White (I2C 128X64pixel 0.96") module
2. ทดลองเขียนโปรแกรมเพื่อแสดงผลในโหมดการติดต่อแบบ I2C

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. ARDUINO BASIC BOARD 1 บอร์ด
2. สายต่อวงจร
3. สาย USB สำหรับการดาวโหลดโปรแกรม 1 เส้น
4. คอมพิวเตอร์พร้อมติดตั้งโปรแกรม ARDUINO IDE 1 เครื่อง

ลำดับขั้นตอนการทดลอง

1. ต่อสาย USB สำหรับการดาวโหลดโปรแกรมเข้ากับพอร์ท USB port ของคอมพิวเตอร์
2. เปิดสวิตช์แหล่งจ่าย
3. เปิดโปรแกรม ARDUINO IDE และสร้างไฟล์ที่ต้องการใช้งานโดยไปที่ MENU BAR ที่ FILE -> NEW
4. ทำการเขียนโปรแกรมเพื่อการแสดงผล ในโหมดการติดต่อแบบ I2C OLED Display Module White (I2C 128X64 pixel 0.96") module

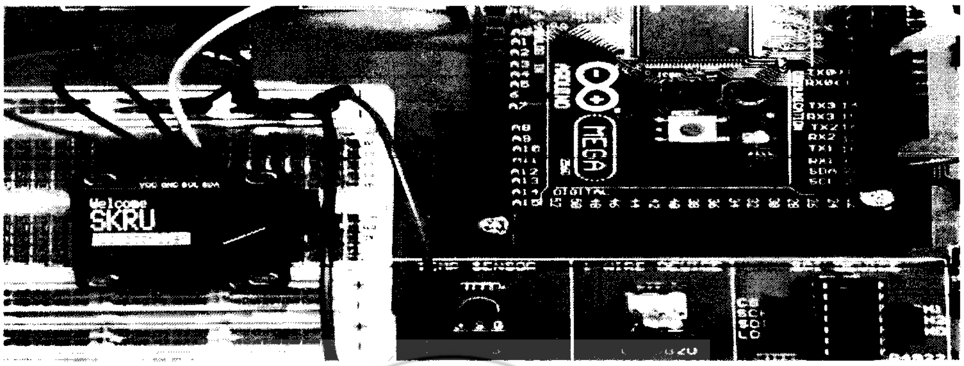
Code

```
#include <SPI.h>
#include <Wire.h>
#include <Adafruit_GFX.h>
#include <Adafruit_SSD1306.h>
#define OLED_RESET 4
Adafruit_SSD1306 display(OLED_RESET);
```

```
void setup() {
display.begin(SSD1306_SWITCHCAPVCC, 0x3c); //initialize I2C addr 0x3c
display.clearDisplay(); // clears the screen and buffer
display.drawPixel(127, 63, WHITE);

display.drawLine(0, 63, 127, 21, WHITE);
display.drawCircle(110, 50, 12, WHITE);
display.fillCircle(45, 50, 8, WHITE);
display.drawTriangle(70, 60, 90, 60, 80, 46, WHITE);
display.setTextSize(1);
display.setTextColor(WHITE);
display.setCursor(0,0);
display.println("Welcome All to");
display.setTextSize(2);
display.println("ArduinoAll");
display.setTextColor(BLACK, WHITE);
display.setTextSize(1);
display.println("www.ArduinoAll.com");
display.setTextColor(WHITE, BLACK);
display.display();
}

void loop() {
}
```

ที่มา http://arduino.cc/en/Main/Software

ผลการทดลองแสดงผล ในโหมดการติดต่อแบบ I2C OLED Display Module White (I2C 128X64 pixel 0.96") module



รูปผลการทดลองแสดงผล ในโหมดการติดต่อแบบ I2C OLED Display Module White (I2C 128X64 pixel 0.96") module

แบบฝึกหัดท้ายใบงานการทดลองที่ 9-3

1. จงเขียนโปรแกรมเพื่อการแสดงผล ในโหมดการติดต่อแบบ I2C OLED Display Module White (I2C128X64pixel 0.96") module โดยให้ค่าจาก Ultrasonic Module (HY-SRF05) module มาแสดงค่าบนหน้าจอ I2C OLED Display Module White (I2C 128X64 pixel 0.96") module

2. จงเขียนโปรแกรมเพื่อการแสดงผล ในโหมดการติดต่อแบบ I2C OLED Display Module White (I2C128X64pixel 0.96") module โดยให้ค่าจาก **Percision clock module** มาแสดงค่าบนหน้าจอ I2C OLED Display Module White (I2C 128X64 pixel 0.96") module

ใบงานการทดลองที่ 10 ARDUINO กับอุปกรณ์ 1Wire Device การต่อเซนเซอร์อุณหภูมิ ด้วย IC DS DS18B20

วัตถุประสงค์การทดลอง

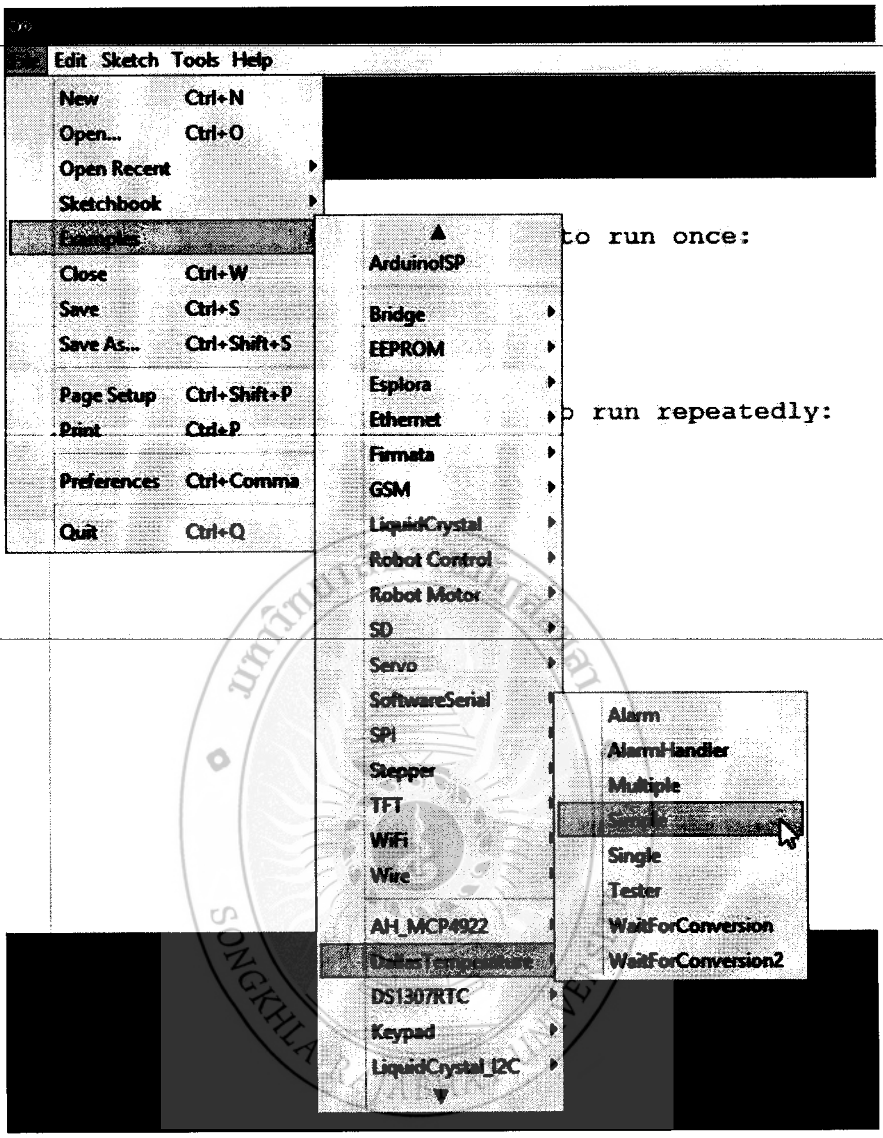
1. เพื่อศึกษาการอ่านค่าอุณหภูมิจาก IC DS18B20
2. ทดลองเขียนโปรแกรมอ่านค่าอุณหภูมิจาก IC DS18B20 แสดงผลบน serial monitor

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. ARDUINO BASIC BOARD 1 บอร์ด
2. สายต่อวงจร
3. สาย USB สำหรับการดาวโหลดโปรแกรม 1 เส้น
4. คอมพิวเตอร์พร้อมติดตั้งโปรแกรม ARDUINO IDE 1 เครื่อง

ลำดับขั้นตอนการทดลอง

1. ต่อสาย USB สำหรับการดาวโหลดโปรแกรมเข้ากับพอร์ท USB port ของคอมพิวเตอร์
2. เปิดสวิตช์แหล่งจ่าย
3. เปิดโปรแกรม ARDUINO IDE จากนั้นทำการเปิดโปรแกรมที่ชื่อ Simple ใน Example ดังรูป



รูป โปรแกรมที่ชื่อ Simple ใน Example

ที่มา http://arduino.cc/en/Main/Software

Code

```
#include <OneWire.h>
#include <DallasTemperature.h>
// Data wire is plugged into port 2 on the Arduino
#define ONE_WIRE_BUS 2
// Setup a oneWire instance to communicate with any OneWire devices (not just Maxim/Dallas
temperature ICs)
OneWire oneWire(ONE_WIRE_BUS);
// Pass our oneWire reference to Dallas Temperature.
DallasTemperature sensors(&oneWire);
void setup(void)
{
  // start serial port
  Serial.begin(9600);
  Serial.println("Dallas Temperature IC Control Library Demo");

  // Start up the library
  sensors.begin();
}
void loop(void)
{
  // call sensors.requestTemperatures() to issue a global temperature
  // request to all devices on the bus
  Serial.print("Requesting temperatures...");
  sensors.requestTemperatures(); // Send the command to get temperatures
  Serial.println("DONE");
  Serial.print("Temperature for the device 1 (index 0) is: ");
  Serial.println(sensors.getTempCByIndex(0));
}
```

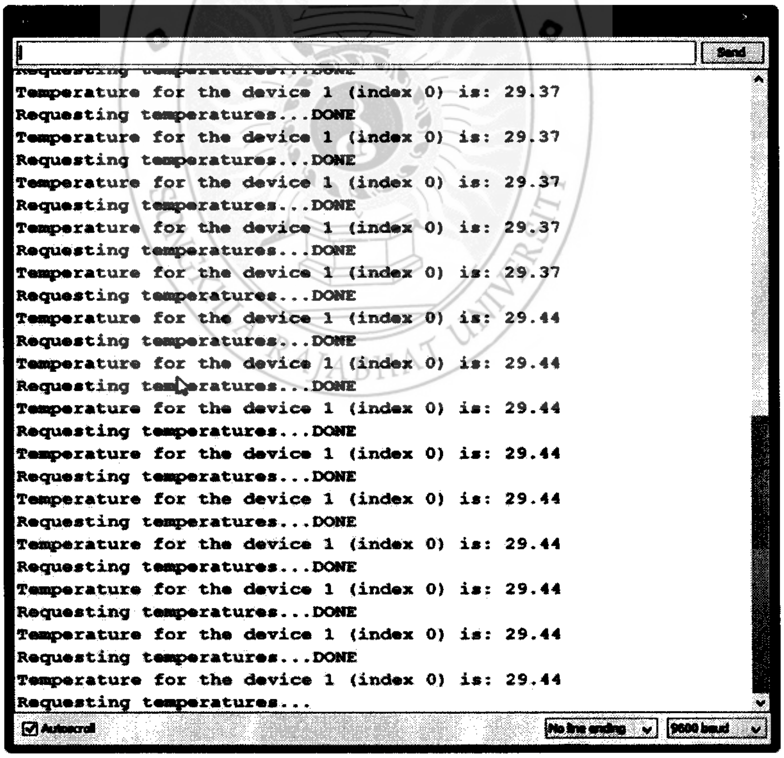
ที่มา http://arduino.cc/en/Main/Software

SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

การทำงานของโปรแกรม

จากโปรแกรมบรรทัดที่ 1-2 เป็นการเรียกใช้งานไลบรารี่สำหรับการเชื่อมต่อกับ IC DS18B20 จากนั้นในบรรทัดที่ 4 เป็นการกำหนดขาพอร์ตที่จะใช้เชื่อมต่อกับ IC ในที่นี้กำหนดไว้ที่ PIN 2 บรรทัดที่ 5 และ 7 เป็นการกำหนดตำแหน่งของการเชื่อมต่อให้กับไลบรารี่สำหรับการเชื่อมต่อกับ IC DS18B20 จากนั้นในฟังก์ชั่น setup จะเป็นการเริ่มต้นใช้งานการสื่อสารทาง serial port และเริ่มต้นการทำงานของไลบรารี่ สำหรับการเชื่อมต่อกับ IC DS18B20 ภายในฟังก์ชั่น loop จะใช้คำสั่ง sensors.requestTemperatures(); เพื่อแจ้งไปยังไอซีว่าต้องการอ่านค่าอุณหภูมิ จากนั้นใช้คำสั่ง sensors.getTempCByIndex(0) ; เพื่อดึงค่าอุณหภูมิออกมาแล้วทำการส่งออกไปแสดงผลที่หน้าจอ serial monitor

4. ทำการคอมไพล์ และอัพโหลดโปรแกรมเข้าสู่ บอร์ด Arduino จากนั้นเปิดหน้าต่าง serial monitor เพื่อแสดงข้อมูลที่รับมาจาก IC DS18B20 อธิบายผลการทดลองที่เกิดขึ้นการแสดงผลของค่าอุณหภูมิที่อ่านได้จากตัว IC สามารถอ่านค่าได้ง่ายมากยิ่งขึ้น



รูปผลการแดงค่าจอ serial monitor

ที่มา http://arduino.cc/en/Main/Software

ผลการทดลอง1 Wire Device การต่อ Sensor วัดอุณหภูมิ

รูปผลการทดลอง ARDUINOอุปกรณ์1 Wire Device การต่อ Sensor วัดอุณหภูมิ

แบบฝึกหัดท้ายใบงานการทดลองที่ 10

1. จงเขียนโปรแกรมอ่านค่าอุณหภูมิจาก IC DS18B20 แสดงผลบนหน้าจอ LCD

SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

ใบงานการทดลองที่ 11 ARDUINO กับอุปกรณ์ SPI

ใบงานการทดลองที่ 11 OLED Display Module White (SPI 128X64 pixel 0.96")

วัตถุประสงค์การทดลอง

1. เพื่อศึกษาอุปกรณ์ **OLED Display Module White (SPI 128X 64 pixels 0.96")**
2. ทดลองเขียนโปรแกรมแสดงผลด้วย SPI

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. ARDUINO BASIC BOARD1 บอร์ด
2. สายต่อวงจร
3. สาย USB สำหรับการดาวโหลดโปรแกรม 1 เส้น
4. คอมพิวเตอร์พร้อมติดตั้งโปรแกรม ARDUINO IDE 1 เครื่อง

ลำดับขั้นตอนการทดลอง

1. ต่อสาย USB สำหรับการดาวโหลดโปรแกรมเข้ากับพอร์ท USB port ของคอมพิวเตอร์
2. เปิดสวิตช์แหล่งจ่าย
3. เปิดโปรแกรม ARDUINO IDE และสร้างไฟล์ที่ต้องการใช้งานโดยไปที่ MENU BAR ที่ FILE -> NEW
4. ทำการเขียนโปรแกรมเพื่อการแสดงผล ในโหมดการติดต่อแบบ OLED Display Module White (SPI 128X64 pixel 0.96")

Code

```
//////////////////////////////////////////////////////////////////////////
// Author: RSP @ Embedded System Lab (ESL), KMUTNB, Thailand
// File: OLED_SSD1306_SPI_Demo.ino
// Last Modified: 2014-07-13
// Note:
//   This Arduino sketch demonstrates how to use the OLED_SSD1306_SPI class.
```

```
//  We use a Blue-color, 128x64 OLED display module (SPI mode).
//  VCC=+3.3V only,  =// SCL-PIN51// SDA-PIN52 //RES-PIN7//DC-PIN9//
//////////////////////////////////////////////////////////////////////

#include <SPI.h>
#include "OLED_SSD1306_SPI.h"

using namespace esl;

OLED_SSD1306_SPI oled( 9 /*dc*/, 8 /*cs*/, 7 /*rst*/ );

char sbuf[20];
uint32_t timestamp;

void setup() {
 // initialize the SPI first
 SPI.begin();
 SPI.setDataMode( SPI_MODE0 );
 SPI.setBitOrder( MSBFIRST );
 SPI.setClockDivider( SPI_CLOCK_DIV4 );

 oled.init(); // initialize the OLED display

 show_start_page(); // show the start page for 10 seconds
 delay(10000);

 timestamp = millis();
}

uint32_t value = 1000;

void loop() {
 if ( millis() - timestamp >= 100 ) {
   oled.clearBuffer();
```

```
    oled.useNormalFont();
    oled.drawText( 4, 8, "Meter ID:" );
    oled.drawText( 4, 24, "Electric Energy (kWh)" );
    oled.useBoldFont();
    oled.drawText( 64, 8, "123456" );
    sprintf( sbuf, "%05u.%03u", (uint16_t)(value/1000), (uint16_t)(value%1000) );
    oled.drawText( 22, 46, sbuf );
    oled.drawRect( 1 0 , 3 6 , OLED_SSD1 3 0 6 _SPI::LCD_WIDTH-1 0 ,
OLED_SSD1306_SPI::LCD_HEIGHT-1 );
    oled.update();
    value += 1;
    timestamp += 100;
  }
}
0

static prog_uchar face_bitmap [48 * 64 / 8] PROGMEM = {
 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0x7F, 0x7F, 0x3F, 0x0F, 0x0F,
 0x07, 0x07, 0x07, 0x03, 0x03, 0x03, 0x03, 0x03, 0x03, 0x03, 0x03, 0x03, 0x07, 0x07, 0x07, 0x7F,
 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF,
 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0x7F, 0x07, 0x81, 0x80, 0x00, 0x80, 0x80, 0x80, 0x80,
 0x80, 0x80, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x80, 0xC0, 0xE0, 0xF0, 0xF0,
 0xF0, 0xFB, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF,
 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0x7F, 0x3F, 0x0F, 0x87, 0xC7, 0xC7, 0xC7, 0xE7, 0xE7, 0xE7,
 0xE7, 0xCF, 0x0F, 0x04, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0xC0, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF,
 0xFF, 0x7F, 0x3F, 0x7F, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF,
 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0x07, 0x00, 0x00, 0x03, 0x03, 0x00, 0x00, 0x01, 0x03, 0x03, 0x01,
 0x01, 0x01, 0x01, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x04, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xF8, 0xE0,
 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x03, 0x03, 0x03, 0x03, 0x03, 0x03, 0x07, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF,
 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
```

```
0x00, 0x10, 0x70, 0x20, 0x30, 0x30, 0x78, 0xFC, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF,
0xFC, 0xF0, 0xE0, 0xC0, 0x80, 0x80, 0x00, 0x00, 0x80, 0xE0, 0xF0, 0xFE, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF,
0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0x80, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x80, 0x80, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x40, 0x40, 0x60, 0x60, 0x71, 0x73, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF,
0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF,
0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xF8, 0xC0, 0x80, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x01, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x0C, 0x0C, 0x0C, 0x0C, 0x0F, 0x1F, 0xFF, 0xFF, 0xFF,
0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF,
0x7F, 0x7F, 0x3F, 0x3F, 0x3F, 0x1F, 0x1F, 0xFF, 0x1E, 0x18, 0x10, 0xC0, 0x80, 0x80, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x80, 0x80, 0x80, 0xC0, 0xE0, 0xF0, 0xF8, 0xFF, 0xFF, 0xFF,
0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF
};

void show_start_page() {
 uint8_t x, y;
 for ( uint16_t i=0; i < (48*64/8); i++ ) {
  x = (i % 48) + (OLED_SSD1306_SPI::LCD_WIDTH - 48)/2; //centered in x direction
  y = 8*(i / 48);
  oled.writeByteToBuffer( x, y, pgm_read_byte_near( face_bitmap + i ) ^ 0xff );
 }
 oled.useNormalFont();
 oled.drawText( 2, 2, "Hello" );
 oled.update();
}

////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////
```

ที่มา http://arduino.cc/en/Main/Software

รูปผลการทดลองARDUINOกับอุปกรณ์ OLED Display Module White (SPI 128X 64 pixels 0.96")

รูปผลการทดลองARDUINOกับอุปกรณ์ **OLED Display Module White (SPI 128X 64 pixels 0.96")**

แบบฝึกหัดท้ายใบงานการทดลองที่ 11

1. จงเขียนโปรแกรมเพื่อการแสดงผล ในโหมดการติดต่อแบบ OLED Display Module White (SPI128X64pixel 0.96") module โดยให้ค่าจาก Ultrasonic Module (HY-SRF05) module มาแสดงค่าบนหน้าจอ OLED Display Module White (SPI 128X64 pixel 0.96") module

2. จงเขียนโปรแกรมเพื่อการแสดงผล ในโหมดการติดต่อแบบ OLED Display Module White (SPI128X64pixel 0.96") module โดยให้ค่าจาก Percision clock module มาแสดงค่าบนหน้าจอ OLED Display Module White (SPI 128X64 pixel 0.96") module

ใบงานการทดลองที่ 12 ARDUINO กับอุปกรณ์ LED RGB

ใบงานการทดลองที่ 12 ARDUINO LED RGB

วัตถุประสงค์การทดลอง

1. เพื่อศึกษาการแสดงผล LED RGB
2. ทดลองเขียนโปรแกรม LED RGB

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. ARDUINO BASIC BOARD 1 บอร์ด
2. สายต่อวงจร
3. สาย USB สำหรับการดาวโหลดโปรแกรม 1 เส้น
4. คอมพิวเตอร์พร้อมติดตั้งโปรแกรม ARDUINO IDE 1 เครื่อง

ลำดับขั้นตอนการทดลอง

1. ต่อสาย USB สำหรับการดาวโหลดโปรแกรมเข้ากับพอร์ท USB port ของคอมพิวเตอร์
2. เปิดสวิตช์แหล่งจ่าย
3. เปิดโปรแกรม ARDUINO IDE และสร้างไฟล์ที่ต้องการใช้งานโดยไปที่ MENU BAR ที่ FILE -> NEW
4. ทำการเขียนโปรแกรมเพื่อการแสดงผล ในโหมดการติดต่อแบบ ARDUINO LED RGB

Code LED RGB

```
/*
Adafruit Arduino - Lesson 3. RGB LED
*/

int redPin = 11;
int greenPin = 10;
int bluePin = 9;
```

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

```
//uncomment this line if using a Common Anode LED
//#define COMMON_ANODE

void setup()
{
        pinMode(redPin, OUTPUT);
        pinMode(greenPin, OUTPUT);
        pinMode(bluePin, OUTPUT);
}
 void loop()
{
        setColor(255, 0, 0);  // red
        delay(5000);
        setColor(0, 255, 0);  // green
        delay(5000);
        setColor(0, 0, 255);  // blue
        delay(5000);
        setColor(255, 255, 0);  // yellow
        delay(5000);
        setColor(80, 0, 80);  // purple
        delay(5000);
        setColor(0, 255, 255);  // aqua
        delay(5000);
}
void setColor(int red, int green, int blue)
{
  #ifdef COMMON_ANODE
         red = 255 - red;
        green = 255 - green;
        blue = 255 - blue;
```

```
#endif
        analogWrite(redPin, red);
        analogWrite(greenPin, green);
        analogWrite(bluePin, blue);
}
```

ที่มา http://arduino.cc/en/Main/Software

ผลการทดลอง ARDUINO กับอุปกรณ์ LED RGB

รูปผลการทดลอง ARDUINO กับอุปกรณ์ LED RGB

แบบฝึกหัดท้ายใบงานการทดลองที่ 12

1. จงเขียนโปรแกรมเพื่อการแสดงผล ในโหมดการติดต่อแบบ ARDUINO LED RGB โดยการปรับค่าความเข้มของสีแต่ละสี

ประวัติคณะผู้วิจัย

หัวหน้าโครงการวิจัย

1. **ชื่อ-นามสกุล (ภาษาไทย)** นายลัญฉกร นิลทรัตน์

   ชื่อ-นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) Mr.Lanchakorn Nintarat

2. **เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน** 3-9099-00419-62-2

3. **ตำแหน่งปัจจุบัน** อาจารย์

4. **หน่วยงานที่อยู่ที่ติดต่อได้สะดวก**

   โปรแกรมวิชาอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา อ.เมือง จ.สงขลา 90000

   โทร 074-314993 ต่อ 282, Mobile 091-0489818

5. **ประวัติการศึกษา**

   ระดับปริญญาโท วุฒิการศึกษา ค.อ.ม. (วิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร)

   สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

   ระดับปริญญาตรี วุฒิการศึกษา คอ.บ. (วิศวกรรมโทรคมนาคม)

   สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

6. **สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ**

   6.1 ด้านการออกแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์

   6.2 ด้านระบบไมโครคอนโทรลเลอร์และสมองกลฝังตัว

   6.3 ด้านการผลิตพลังงานไฟฟ้าด้วยพลังงานทดแทน

   6.4 ด้านการประยุกต์ใช้พลังงานทดแทนเพื่อการเกษตร

7. **ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้อง**

   7.1 งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว

1. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท เรื่อง "ชุดปฏิบัติการวงจรกรองความถี่แบบแอคทีฟ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พ.ศ.2546 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา"

2. งานวิจัย เรื่อง "ระบบตรวจสอบนักศึกษาเข้าออกเวลาเรียนด้วยการสแกนลายนิ้วมือ" แหล่งทุนงบประมาณเงินรายได้คณะฯ 2553

3. งานวิจัย เรื่อง "การออกแบบและสร้างเครื่องอัดผสม อี เอ็ม บอล แหล่งทุนงบประมาณแผ่นดินปีงบประมาณ 2553 สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

4. งานวิจัย เรื่อง “การสร้างเครื่องบำบัดน้ำเสียด้วยระบบอิเล็กทรอนิกส์” แหล่งทุนงบประมาณเงินรายได้คณะฯ 2554

5. งานวิจัย เรื่อง “พฤติกรรมการใช้พลังงานไฟฟ้าของผู้ปฏิบัติงานและมุมมองของผู้บริหารในการบริหารต้นทุนค่าไฟฟ้าของคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา แหล่งทุนงบประมาณเงินรายได้คณะฯ 2557

6. งานวิจัย เรื่อง “การพัฒนาชุดตรวจวัดปริมาณแก๊สชีวภาพด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์”แหล่งทุนงบประมาณสนับสนุน 2557 สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

7. งานวิจัย เรื่อง การออกแบบสร้างเครื่องอัดผสม อี เอ็ม บอล แหล่งทุนงบประมาณแผ่นดิน (สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ)

7.2 ผลงานวิชาการอื่น ๆ (เช่น Proceeding ตำรา ฯลฯ)

1. **Lanchakorn nintarat** Wasana kwannimit Supayotin na sonkhla and Winai jaikklat. Four Quadrant Current-mode Multiplier Using CCCDTAs. Joint International Conference on Information & Communication Technology, Electronic and Electrical Engineering (JICTEE) Luangprabang Lao PDR 21-24 December 2010

2. SARUN CHOOCADEE **and LANCHAKORN NINTARAT**. THE DEVELOPMENT OF SIMULATION TOOLS FOR DESIGN OF WAVEGUIDE FILTER USING RESONANT IRIS CIRCUIT. The 2012 5th International Conference on Computer and Electrical Engineering (ICCEE 2012), Hong Kong, China, 26-27 October 2012

3. **ลัญฉกร นิลทรัตน์**, ธภัทร ชัยชูโชค, ศรัณย์ ชูคดี. <u>การพัฒนาแหล่งพลังงานไฟฟ้าโดยใช้พลังงานชีวภาพ.</u> การประชุมวิชาการครุศาสตร์อุตสาหกรรมระดับชาติ ครั้งที่ 6 (TechEd-6), มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี พระจอมเกล้าพระนครเหนือ, ประเทศไทย, 27-28 พฤศจิกายน 2556 หน้าที่ 27–31.

4. กุลยุทธ บุญเซ่ง , ศรีวรรณ ขำตรี, **ลัญฉกร นิลทรัตน์**. <u>การออกแบบเครื่องอัดผสม อี เอ็ม บอล</u> การประชุมวิชาการระดับชาติข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหการ 2555 มหาวิทยาลัยศรีปทุม, ประเทศไทย, 17-19 ตุลาคม 2555 หน้าที่ 1399-1404

<u>ผู้ร่วมโครงการวิจัย</u>

1. **ชื่อ-นามสกุล (ภาษาไทย)** นายสมมารถ ขำเกลี้ยง

ชื่อ-นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) Mr. Sommart Khamkleang

2. **เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน** 3930800023737

3. **ตำแหน่งปัจจุบัน** ผู้ช่วยศาสตราจารย์

4. **หน่วยงานที่อยู่ที่ติดต่อได้สะดวก**

โปรแกรมวิชาอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

มหาวิทยาลัยราชภัฏ สงขลา อ.เมือง จ.สงขลา 90000

โทร 080-7141955, e-mail: khamkleang@gmail.com

5. **ประวัติการศึกษา**

ระดับปริญญาเอก วุฒิการศึกษา ปร.ด (ไฟฟ้าศึกษา)
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ระดับปริญญาโท วุฒิการศึกษา ค.อ.ม (ไฟฟ้า)
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ระดับปริญญาตรี วุฒิการศึกษา วศ.ม. (วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์)
มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต

6. **สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ**

6.1 การจำลองคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า สำหรับการวิเคราะห์วงจรไมโครเวฟ

6.2 การออกแบบวงจรไมโครเวฟ

6.3 การพัฒนาการเรียนการสอนทางด้านวิทยาศาสตร์ และวิศวกรรมไฟฟ้า

6.4 การพัฒนาโปรแกรมโดยใช้ MATLAB GUI สำหรับการวิเคราะห์ในงานวิศวกรรม

7. **ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้อง**

7.1 งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว

1. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท เรื่อง "การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการสอน เรื่อง สนามแม่เหล็กและสนามแม่เหล็กไฟฟ้า วิชาทฤษฎีแม่เหล็กไฟฟ้า (04-210-206) หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2545) วิชาเอก<u>วิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล</u> " , สาขาวิชาไฟฟ้า, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2547.

2. วิทยานิพนธ์ปริญญาเอก เรื่อง "การพัฒนารูปแบบการวิเคราะห์คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า โดยใช้วิธีการวนรอบของคลื่น เพื่อประยุกต์ใช้กับการศึกษาวงจรคลื่นระนาบไมโครเวฟ", สาขาวิชาไฟฟ้าศึกษา, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2552.

7.2 ผลงานวิชาการอื่น ๆ (เช่น Proceeding ตำรา ฯลฯ)

1. **สมมารถ ขำเกลี้ยง** ,สมศักดิ์ อรรคทิมากูล (2552). การจำลองสนามแม่เหล็กไฟฟ้าสำหรับการวิเคราะห์วงจรกรองความถี่ไมโครสตริป, *วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ*, ปีที่ 19 ฉบับที่ 2, พฤษภาคม-สิงหาคม 2552.

2. **สมมารถ ขำเกลี้ยง** (2553). การวิเคราะห์การแพร่กระจายคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในโดเมนทางเวลา ด้วยวิธีการวนรอบของคลื่น สำหรับการศึกษาและการวิจัยวงจรกรองความถี่ไมโครสตริป, *วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา*, ปีที่ 3 ฉบับที่ 2, กรกฎาคม-ธันวาคม 2553.

3. **สมมารถ ขำเกลี้ยง** และสมศักดิ์ อรรคทิมากูล (2555). "การวิเคราะห์วงจรกรองความถี่ต่ำผ่านไมโคร สตริปที่มีโครงสร้างเป็นอิมพีแดนซ์แบบขั้นและการคับปลิ้งแบบขนานปลายเปิดที่ให้ย่านแถบหยุดกว้าง โดยใช้วิธีการวนรอบของคลื่น", *วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ*, ปีที่ 22 ฉบับที่ 2, พฤษภาคม-สิงหาคม. 295-304.

4. จงรัก สามารถ, **สมมารถ ขำเกลี้ยง** และสมศักดิ์ อรรคทิมากูล (2556). การพัฒนาโปรแกรมจำลองวงจรกรองความถี่ สำหรับประยุกต์ใช้ในการศึกษาด้านวิศวกรรมโทรคมนาคม *วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ*, ปีที่ 23 ฉบับที่ 3, กันยายน-ธันวาคม. 580-593.

4. ไพศาล คงเรือง และ **สมมารถ ขำเกลี้ยง** (2558). "โปรแกรมออกแบบระบบไฟฟ้าสำหรับมอเตอร์ไฟฟ้าตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2556". *วารสารวิชาการคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏลาปาง*, ปีที่ 8 ฉบับที่ 1 มกราคม 2558 – มิถุนายน 2558. หน้า 46-48.

5. **สมมารถ ขำเกลี้ยง** (2558). "การพัฒนาซอฟต์แวร์สำหรับการวิเคราะห์ผลตอบสนองของวงจรไฟฟ้าอันดับหนึ่งและวงจรไฟฟ้าอันดับสองเบื้องต้นโดยใช้จียูไอของแมทแล็ป", *วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ*, ปีที่ 25 ฉบับที่ 3, กันยายน-ธันวาคม. 2558. หน้า 337-348.

6. **สมมารถ ขำเกลี้ยง** และเสกสรร ชะนะ (2558). "การประยุกต์ใช้ "แนวคิดสอนน้อย เรียนมาก" สู่การจัดการเรียนรู้ทางด้านเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม ตามรูปแบบการเรียนรู้แบบซีเดีย กรณีศึกษาวิชานิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์", *วารสารวิชาการครุศาสตร์อุตสาหกรรม พระจอมเกล้าพระนครเหนือ*, ปีที่ 6 ฉบับที่ 2, กรกฎาคม-ธันวาคม. 2558.

7. S.Akatimagool and **S.Khamkleang** "A Planar Source Characteristics Analysis for Wave Iterative Method Simulation". Electrical Engineering /Electronics, Computer, Telecommunications and Information Technology (ECTI-CON 2007), Chiengrai, 9-12 May 2007.

8. **Sommart Khamkleang** and Somsak Akatimagool, "Microwave Filter Education Supported by Wave Iterative Simulation Program". Electrical Engineering /Electronics, Computer, Telecommunications and Information Technology (ECTI-CON 2008), Krabi, 15-17 May 2008.

9. **Sommart Khamkleang** and Somsak Akatimagool, "Microwave Planar Circuit Design Tool in the Teaching of Microwave Engineering". Electrical Engineering /Electronics, Computer, Telecommunications and Information Technology (ECTI-CON 2009), Chonburi, Thailand, 6-9 May 2009.

10. **Sommart Khamkleang**, Rattapon Jeenawong, and Somsak Akatimagool. "Develoment of Instructional Media Integration (IMI) with SEDEA Learning Model for Microwave Engineering Course". The 1st International Conference on Technical Education (ICTE 2009), King Mongkut's University of Technology North Bangkok, Bangkok, 2010.

11. S. Noulnoppadol and **S. Khamkleang**. Analysis of Double Stub Filter by Wave Iterative Method (WIM). Spring World Congress on Engineering and Technology (SCET2012), Xi'an China, 26-29 May, 2012.

12. **S. Khamkleang** and W. Nuansoi. Analysis of Microstrip Low-Pass Elliptic Filter by Wave Iterative Method (WIM). Spring World Congress on Engineering and Technology (SCET2012), Xi'an China, 26-29 May, 2012.

13. Tantiviwat Sugchai, Jeenawong Rattapon and **Khamkleang Sommart**. A Design of Wide Stopband Microstrip Diplexers With Multiorder spurious-Mode Suppression Using Stepped-Impedance Resonators. Spring World Congress on Engineering and Technology (SCET2012), Xi'an China, 26-29 May, 2012.

14. **Sommart Khamkleang**, Analysis of Active Filter Circuit Basic using MATLAB-GUI for Electrical Engineering Education. The 7th PSU-UNS International Conference on Engineering and Technology, (ICET-CON 2015), Phuket, Thailand, 19-20 June 2015.pp: 32-35.

การประชุมวิชาการระดับชาติ (วิจัย)

15. สมศักดิ์ อรรคทิมากูล, สุภทัต บุพพวงศ์ และ**สมมารถ ขำเกลี้ยง**. "การลดเวลาการประมวลผลโดยใช้โครงสร้างหลายมาตราส่วนสำหรับวิธีการวนรอบของคลื่น" การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้า ครั้งที่ 29, โรงแรมแอมบาสซาเดอร์ จอมเทียน, ชลบุรี, ประเทศไทย, 9-10 ตุลาคม 2549.

16. **สมมารถ ขำเกลี้ยง**, สมศักดิ์ อรรคทิมากูล, อัศวิน ปานขาว, อลงกรณ์ พรมที. "โปรแกรมการจำลองการสูญเสียของวงจรไมโครเวฟโดยใช้หลักการการแพร่กระจายของคลื่นสำหรับการเรียนการสอนขั้นสูง" การประชุมวิชาการระดับชาติด้านคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ ครั้งที่ 3, คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ, สจพ. 25-26 พฤษภาคม 2550.

สมมารถ ขำเกลี้ยง, สมศักดิ์ อรรคทิมากูล และมงคล หวังสถิตวงษ์. "โปรแกรมการออกแบบวงจร

17. คลื่นระนาบไมโครเวฟสำหรับการศึกษาระดับสูง" การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้า ครั้งที่ 30, โรงแรมเฟลิกซ์ริเวอร์แควรีสอร์ท, กาญจนบุรี, ประเทศไทย, 25-26 ตุลาคม 2550.

18. **สมมารถ ขำเกลี้ยง**, สมศักดิ์ อรรคทิมากูล และมงคล หวังสถิตวงษ์, "การจำลองสนามแม่เหล็กไฟฟ้าด้วยวิธีการวนรอบของคลื่นสำหรับการวิเคราะห์วงจรกรองความถี่ไมโครสตริป" การประชุมวิชาการ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 46, 29 มกราคม -1 กุมภาพันธ์ 2551.

19.**สมมารถ ขำเกลี้ยง**, สมศักดิ์ อรรคทิมากูล และมงคล หวังสถิตวงษ์, "การวิเคราะห์สนามแม่เหล็กไฟฟ้าของวงจรช่องว่างไมโครสตริปด้วยวิธีการวนรอบของคลื่น", การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ครั้งที่ 6, 8-9 พฤษภาคม 2551.

20. **สมมารถ ขำเกลี้ยง**, สมศักดิ์ อรรคทิมากูล, รัฐพล จินะวงศ์, "การศึกษาการลู่เข้าหาคำตอบของวิธีการวนรอบของคลื่นสำหรับการจำลองสนามแม่เหล็กไฟฟ้าอย่างเร็ว" การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้า ครั้งที่ 31, ณ รอยัลฮิลล์ กอล์ฟรีสอร์ท แอนด์ สปา จังหวัดนครนายก, ประเทศไทย, 29-31 ตุลาคม 2551.

21. **สมมารถ ขำเกลี้ยง**, สมศักดิ์ อรรคทิมากูล และมงคล หวังสถิตวงษ์, "การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญเรื่องการออกแบบและวิเคราะห์วงจรคลื่นระนาบไมโครเวฟ", การประชุมวิชากามหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 46, 17-20 มีนาคม 2552.

22. **สมมารถ ขำเกลี้ยง**, สมศักดิ์ อรรคทิมากูล และมงคล หวังสถิตวงษ์, "การวิเคราะห์การแพร่กระจายคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในโดเมนทางเวลาสำหรับการศึกษาวงจรไมโครเวฟ",

การประชุมวิชาการครุศาสตร์อุตสาหกรรมระดับชาติ ครั้งที่ 2, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, ประเทศไทย, 9-11 กรกฎาคม 2552.

23. ไพฑูรย์ สุวรรณโณ, สมศักดิ์ อรรคทิมากูล และ**สมมารถ ขำเกลี้ยง**, "การออกแบบและวิเคราะห์ลักษณะสมบัติของวงจรกรองความถี่ไมโครเวฟโดยใช้การวนรอบของคลื่น", การประชุมวิชาการครุศาสตร์อุตสาหกรรมระดับชาติ ครั้งที่ 2, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, ประเทศไทย, 9-11 กรกฎาคม 2552.

24. จงรัก สามารถ, **สมมารถ ขำเกลี้ยง** และสมศักดิ์ อรรคทิมากูล. "การวิเคราะห์วงจรความถี่ต่ำผ่านไมโครสตริปที่มีการคับปลิ้งแบบปลายเปิดและแบบขนาน ด้วยการจำลองคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า". การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้า ครั้งที่ 32 โรงแรมทราวดีรีสอร์ท, ปราจีนบุรี, 2552.

พ.ศ.2553

สมมารถ ขำเกลี้ยง, สุริยาวุธ เสาวคน และมานิตย์ สิทธิชัย, "โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับการสอน เรื่องการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้ากระแสสลับ โดยใช้ MATLAB®", การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, ครั้งที่ 8, 22-23 เมษายน 2553.

สมมารถ ขำเกลี้ยง, รัฐพล จินะวงษ์ และสมศักดิ์ อรรคทิมากูล "การวิเคราะห์วงจรกรองความถี่ต่ำผ่านไมโครสตริปแบบสเต็บอิมพีแดนซ์ ที่มีย่านแถบหยุดกว้าง ด้วยวิธีการวนรอบของคลื่น", การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, ครั้งที่ 8, 22-23 เมษายน 2553.

สมมารถ ขำเกลี้ยง , และศิวดล นวลนภดล. "การพัฒนาชุดทดลองเสมือนจริงด้วยคอมพิวเตอร์ สำหรับการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้ากระแสสลับ". การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้า ครั้งที่ 33 โรงแรมเซ็นทารา ดวงตะวัน, เชียงใหม่, 1-3 ธันวาคม 2553.

จงรัก สามารถ, **สมมารถ ขำเกลี้ยง** และสมศักดิ์ อรรคทิมากูล. "การพัฒนาชุดการทดลองเสมือนจริงด้วยคอมพิวเตอร์สำหรับการออกแบบวงจรกรองความถี่พาสซีฟไมโครเวฟ". การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้า ครั้งที่ 33 โรงแรมเซ็นทารา ดวงตะวัน, เชียงใหม่, 1-3 ธันวาคม 2553.

ศักดิ์ชัย ตันติวิวัทน์, สมศักดิ์ อรรคทิมากูล และ**สมมารถ ขำเกลี้ยง.** "การออกแบบวงจรกรองผ่านแถบความถี่โดยใช้เรโซเนเตอร์แบบคัปเปิ้ล สำหรับระบบสื่อสารย่านไมโครเวฟ".การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้า ครั้งที่ 33 โรงแรมเซ็นทารา ดวงตะวัน, เชียงใหม่, 1-3 ธันวาคม 2553.

พ.ศ.2554

ศิวดล นวนนภดล, **สมมารถ ขำเลี้ยง.** "การพัฒนาซอฟแวร์สำหรับการศึกษาทฤษฎีสนามแม่เหล็กไฟฟ้าและสายส่งไมโครสตริป"การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, ครั้งที่ 9, 2-3 พฤษภาคม 2554.

สมมารถ ขำเกลี้ยง. "การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามรูปแบบการเรียนรู้แบบซีเดีย เรื่องมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับวิชาหลักมูลของวิศวกรรมไฟฟ้า หลักสูตรอุตสาหกรรมศาสตร์บัณฑิต สาขาเทคโนโลยีเครื่องจักรกลเกษตร วิทยาลัยรัตภูมิ" การประชุมวิชาการครุศาสตร์อุตสาหกรรมระดับชาติ ครั้งที่ 4, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, ประเทศไทย, 7-8 กรกฎาคม 2554.

วันประชา นวลสร้อย และ **สมมารถ ขำเกลี้ยง**. "การพัฒนาบทเรียนผ่านห้องเรียนเสมือนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเรื่องการสื่อสารไร้สายโดยใช้โปรแกรม NS-2" การประชุมวิชาการครุศาสตร์อุตสาหกรรมระดับชาติ ครั้งที่ 4, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, ประเทศไทย, 7-8 กรกฎาคม 2554.

พ.ศ.2555

สมมารถ ขำเกลี้ยง. "การวิเคราะห์วงจรกรองความถี่ต่ำผ่านไมโครสตริปที่มีแถบหยุดกว้างด้วยวิธีการวนรอบของคลื่น".การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้า ครั้งที่ 35 โรงแรมรอยัล ฮิลกอล์ฟ รีสอร์ท แอนด์ สปา, นครนายก, 12-14 ธันวาคม 2555.

พ.ศ.2556

สมมารถ ขำเกลี้ยง, ธนูศิลป์ บุญจันทร์ และอนุวัฒน์ แก้วศรีสังข์ . "โปรแกรมจำลองสำหรับการศึกษาสภาวะชั่วครู่ของวงจรไฟฟ้ากระแสตรงที่ประกอบไปด้วยตัวต้านทาน ตัวเก็บประจุ และตัวเหนี่ยวนำต่อแบบอนุกรม".การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมไฟฟ้ามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 5, โรงแรมหัวหินแกรนด์ แอนด์ พลาซ่า จังหวัดประจวบคีรีขันธ์, 27-29 มีนาคม 2556.

ศิวดล นวลนภดล, **สมมารถ ขำเกลี้ยง,** ชาคริน ดวงพัตรา และประสิทธิ์ จุฑทอง. "EEVLab: โปรแกรมจำลองสำหรับการศึกษาทฤษฎีวงจรอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น".การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมไฟฟ้ามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 5, โรงแรมหัวหินแกรนด์ แอนด์ พลาซ่า จังหวัดประจวบคีรีขันธ์, 27-29 มีนาคม 2556.

สมมารถ ขำเกลี้ยง. "การพัฒนา GUI ของ MATLAB สำหรับการวิเคราะห์ผลตอบสนองการสะสมพลังงานของอุปกรณ์ RL และ RC ในวงจรไฟฟ้ากระแสตรง".การประชุมวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ 5 ฐานการวิจัยมหาวิทยาลัยกับการพัฒนาท้องถิ่น, 17-18 กรกฎาคม 2556.

สมมารถ ขำเกลี้ยง และ ศรันย์ ชูคดี. "การพัฒนา GUI ของ MATLAB 2012a สำหรับการจำลองวงจรขยายความนำ และการประยุกต์ใช้กับการสอนวิชาเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์ ". การประชุมวิชาการครุศาสตร์อุตสาหกรรมระดับชาติ ครั้งที่ 6, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, ประเทศไทย, 28-29 พฤศจิกายน 2556.

ศิวดล นวลนภดล และ สมมารถ ขำเกลี้ยง. "การพัฒนาโปรแกรมจำลองสำหรับการวิเคราะห์ผลตอบสนองของวงจรอันดับสอง RLC โดยใช้ MAT LAB 2012a GUIs". การประชุมวิชาการครุศาสตร์อุตสาหกรรมระดับชาติ ครั้งที่ 6, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, ประเทศไทย, 28-29 พฤศจิกายน 2556.

สุริยาวุธ เสาวคน, โกเมศ กาบแก้ว และ สมมารถ ขำเกลี้ยง. "การพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนแบบบูรณาการตามรูปแบบการเรียนรู้ MIAP เรื่องการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้ากระแสตรง วิชาการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า 1" การประชุมวิชาการครุศาสตร์อุตสาหกรรมระดับชาติ ครั้งที่ 6, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, ประเทศไทย, 28-29 พฤศจิกายน 2556.

พ.ศ.2557

สมมารถ ขำเกลี้ยง. "ประสิทธิภาพของวิธีการคำนวณโดยใช้หลักการของคลื่นสำหรับการวิเคราะห์วงจรกรองความถี่สูงผ่านไมโครสตริปโดยใช้สตับแบบปิด".การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมไฟฟ้ามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 6, ณ มาริไทม์ ปาร์คแอนสปารีสอร์ท จังหวัดกระบี่, 26-28 มีนาคม 2557.

พิสิฐ สอนละ, สมศักดิ์ อรรคทิมากูล และ**สมมารถ ขำเกลี้ยง.** "การพัฒนานวัตกรรมสื่อการสอนเรื่องวงจรกรองความถี่แบบไมโครสตริป".การประชุมระดับชาติ "ศึกษาศาสตร์วิจัย" ครั้งที่ 1, ณ โรงแรมหรรษา เจบี หาดใหญ่ จังหวัดสงขลา, 29-30 พฤษภาคม 2557.

สมมารถ ขำเกลี้ยง, ไพศาล คงเรือง "การออกแบบระบบไฟฟ้าที่มีโหลดเป็นมอเตอร์ไฟฟ้าตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2556 โดยใช้จียูไอของแมทแลป".การประชุมวิชาการครุศาสตร์อุตสาหกรรมระดับชาติ ครั้งที่ 7, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, ประเทศไทย, วันที่ 6 พฤศจิกายน 2557.หน้า 34-39.

ธนะวิทย์ ทองวิเชียร, **สมมารถ ขำเกลี้ยง.** "การประยุกต์ใช้โปรแกรม FluidSIM สำหรับการเรียนการสอนวิชานิวเมติกส์และไฮดรอลิกส์ ตามรูปแบบการเรียนรู้แบบซีเดีย". การประชุมวิชาการครุศาสตร์อุตสาหกรรมระดับชาติ ครั้งที่ 7, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, ประเทศไทย, วันที่ 6 พฤศจิกายน 2557.หน้า 76-81.

ไพศาล คงเรือง, **สมมารถ ขำเกลี้ยง** "การพัฒนาชุดสื่อการเรียนการสอนสำหรับการออกแบบระบบแก้เพาเวอร์เฟคเตอร์".การประชุมวิชาการครุศาสตร์อุตสาหกรรมระดับชาติ ครั้งที่ 7, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, ประเทศไทย, วันที่ 6 พฤศจิกายน 2557.หน้า 109-114.

ศิวดล นวลนภดล, **สมมารถ ขำเกลี้ยง**. "การวิเคราะห์และออกแบบวงจรไบอัสทรานซิสเตอร์โดยใช้จียูไอของแมทแลป สำหรับการเรียนการสอนวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์". การประชุมวิชาการครุศาสตร์อุตสาหกรรมระดับชาติ ครั้งที่ 7, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, ประเทศไทย, วันที่ 6 พฤศจิกายน 2557.หน้า 144-149.

พ.ศ.2558

สมมารถ ขำเกลี้ยง และ เสกสรร ชะนะ. "การพัฒนาโปรแกรมสำหรับการวิเคราะห์วงจรกรองความถี่แบบพาสซีพโดยใช้ฟังก์ชั่นจียูไอของ MATLAB". การประชุมวิชาการระดับชาติมหาวิทยาลัยทักษิณ ครั้งที่ 25, ประเทศไทย, วันที่ 10-12 มิถุนายน 2558.หน้า 349-356.

สมมารถ ขำเกลี้ยง. "โปรแกรมจำลองแบบแผนสนามไฟฟ้าและสนามแม่เหล็กตามขวางในท่อนำคลื่นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า โดยใช้จียูไอของแมทแลป".การประชุมวิชาการครุศาสตร์อุตสาหกรรมระดับชาติ ครั้งที่ 8, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, ประเทศไทย, วันที่ 26 พฤศจิกายน 2558.หน้า 31-36.

ไพศาล คงเรือง และ **สมมารถ ขำเกลี้ยง.** "โปรแกรมออกแบบระบบไฟฟ้าที่มีโหลดเป็นเครื่องเชื่อมไฟฟ้า ตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้า สำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2556 โดยใช้จียูไอของแมทแลป".การประชุมวิชาการครุศาสตร์อุตสาหกรรมระดับชาติ ครั้งที่ 8, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, ประเทศไทย, วันที่ 26 พฤศจิกายน 2558.หน้า 37-42.

พ.ศ.2559

สมมารถ ขำเกลี้ยง และ จอมกัณศักดิ์ เหมทานนท์. "การพัฒนาโปรแกรมวิเคราะห์ระบบควบคุมเบื้องต้นโดยใช้จียูไอของแม็ทแลป".การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมไฟฟ้ามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 8, ณ โรงแรมดวงจิตต์ รีสอร์ท แอนด์ สปา จังหวัดภูเก็ต, 25-27 พฤษภาคม พ.ศ. 2559. หน้า 797-800.