

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR ATMEGA 32

LABORATORY SET ON AVR ATMEGA32 MICROCONTROLLER



T128768



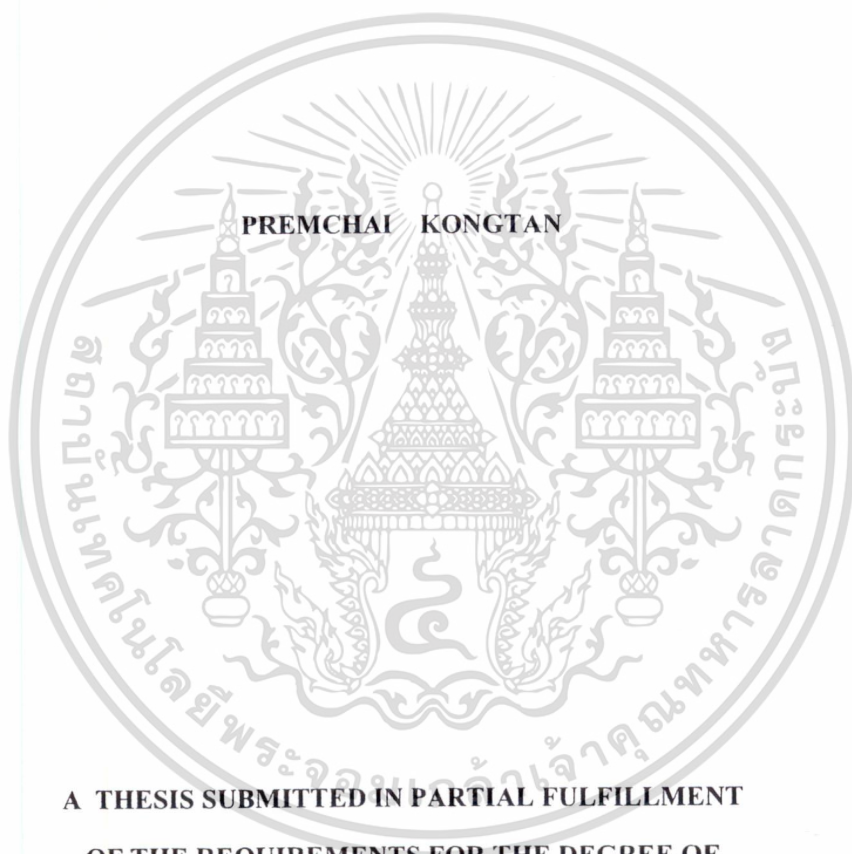
วพ.  
๒/๗/๒๕  
๒๕๖๕  
เลขหมู่.....  
เลขทะเบียน.....  
วัน เดือน ปี 15 11 ๒๕55

ที่ id  
b. 12550383  
i.....

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต  
สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร  
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
พ.ศ. 2555  
KMITL-2012-ED-M-231-001

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**LABORATORY SET ON AVR ATMEGA32 MICROCONTROLLER**



**A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT  
OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF  
MASTER OF SCIENCE IN INDUSTRIAL EDUCATION  
IN ELECTRICAL COMMUNICATIONS ENGINEERING  
FACULTY OF INDUSTRIAL EDUCATION**

**KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG**

**2012**

**KMITL-2012-ED-M-231-001**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



**COPYRIGHT 2012**

**FACULTY OF INDUSTRIAL EDUCATION**

**KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ใบรับรองวิทยานิพนธ์

หัวข้อวิทยานิพนธ์ ชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR ATMEGA 32  
Laboratory Set on AVR ATMEGA 32 Microcontrollers  
นักศึกษา นายเปรมชัย คงตัน  
รหัสประจำตัว 51063520  
ปริญญา ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต  
สาขาวิชา วิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร  
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รศ.ดร.วิสุทธิ์ สุนทรกนกพงศ์  
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม รศ.พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์

| คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ |                     | ลายมือชื่อ  |
|--------------------------|---------------------|---|
| ผศ.ดร.ธีระพล             | เทพหัตติน ญ อัยุธยา |    |
| รศ.ดร.วิสุทธิ์           | สุนทรกนกพงศ์        |    |
| รศ.พีระวุฒิ              | สุวรรณจันทร์        |   |
| ดร.สมชาย                 | หมื่นสายญาติ        |  |
| รศ.ดร.กัลยาณี            | จิตต์การุณย์        |  |

วัน / เดือน/ ปี ที่สอบ 13 มกราคม 2555 เวลา 10.00 น. เป็นต้นไป

สถานที่สอบ ณ ห้องสมาคมศิษย์เก่าบัณฑิตศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมรับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์ พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์)

คณบดี คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

วันที่ 12 เดือน มีนาคม พ.ศ. 2555

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์

ชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR ATMEGA 32

นักศึกษา

นายเปรมชัย คงตัน

รหัสประจำตัว

51063520

ปริญญา

ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต

สาขาวิชา

วิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร

พ.ศ.

2554

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

รศ.ดร.วิสุทธิ์ สุนทรกนกพงศ์

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

รศ.พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์

### บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนา และหาคุณภาพรวมทั้งประสิทธิภาพของชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR ATMEGA 32 โดย  $E_1/E_2$  ไม่ต่ำกว่า 80/80 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย ชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ใบบางทดลองจำนวน 5 ใบบาง และแบบวัดความสามารถทางการปฏิบัติ เครื่องมือที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นทั้งหมด ได้ผ่านการตรวจสอบคุณภาพจากผู้ทรงคุณวุฒิ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 2 สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคฉะเชิงเทรา จำนวน 24 คน ระหว่างภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 ผลจากการวิจัยพบว่า ชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR ATMEGA 32 ที่สร้างขึ้นมีคุณภาพด้านบอร์ดทดลอง ในระดับ ดีมากมีค่า  $(\bar{X}) = 4.64$  ค่า  $S.D = 0.47$  และ ด้านใบบางอยู่ในระดับดี มีค่า  $(\bar{X}) = 4.50$  มี  $S.D = 0.51$  และมีประสิทธิภาพ 80.92/82.50 เป็นไปตามเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้ และเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัย

|                          |  |
|--------------------------|--|
| <b>Thesis Title</b>      | Laboratory Set on AVR ATMEGA32 Microcontroller |
| <b>Student</b>           | Mr. Premchai Kongtan                           |
| <b>Student ID.</b>       | 51063520                                       |
| <b>Degree</b>            | Master of Science in Industrial Education      |
| <b>Program</b>           | Electrical Communication Engineering           |
| <b>Year</b>              | 2011   |
| <b>Thesis Advisor</b>    | Assoc. Prof. Dr. Wisuit Sunthonkanokpong       |
| <b>Thesis Co-Advisor</b> | Assoc. Prof. Peerawut Suwanjan                 |

## ABSTRACT

The objective of this research was to develop and to find out the quality as well as efficiency of the Laboratory Set on AVR ATMEGA 32 Microcontrollers which  $E_1/E_2$  was set at 80/80. The tools utilized for this study consisted of the Laboratory Set on AVR ATMEGA 32 Microcontrollers, 5 labsheets and the checklist behavioral objective. Moreover these tools have been validated by the experts in content and experimental field. The research sample groups were 24 of the 2<sup>nd</sup> years students in the Diploma degree of the Electronics department at Chasoengsao Technical College in the 1<sup>st</sup> semester academic year 2011. The research results were found that the quality of the Laboratory Set on AVR ATMEGA 32 Microcontrollers on the the laboratory set ( $\bar{X}=4.64$ , S.D. =0.47) was at the great level. While the labsheet ( $\bar{X}=4.50$ , S.D. =0.51) was at the good level The efficiency of laboratory set or  $E_1/E_2$  was 80.92/82.50 which was met the specified criteria or 80/80.

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วง ได้ก็ด้วยความอนุเคราะห์จาก รศ.ดร.วิสุทธิ์ สุนทรกนกพงศ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ รศ.พิระวุฒิ สุวรรณจันทร์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำ ช่วยเหลือ และช่วยตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ จนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้อย่างสมบูรณ์ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณา และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ทุกท่าน ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำ ตรวจสอบ แก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ในขั้นตอนสุดท้ายจนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความถูกต้องสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณ ผศ.ปิยะ สุภวราวุฒินันท์ ผศ.สุชิน อาจหาญ ผศ.วรวิทย์ สมหาร ศศ.กิตติพงศ์ มะโน อาจารย์บรรพต จันทร์แดง และผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 5 ท่าน ที่ได้กรุณาช่วยเหลือให้คำแนะนำและตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ของเครื่องมือวิจัยในครั้งนี้ เพื่อปรับปรุงให้มีคุณภาพและมีความเหมาะสมต่อการวิจัย

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ทุกท่านทั้งในอดีต และปัจจุบันที่ได้ประสิทธิ์ประสาทความรู้ ตลอดจนแง่คิดต่างๆ อันก่อให้เกิดประโยชน์ต่อการวิจัยในครั้งนี้จนประสบผลสำเร็จลุล่วงเป็นอย่างดี

ขอขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ น้องสาว ผู้เป็นที่รัก รวมถึงแฟนสาวของผู้วิจัย ที่คอยเป็นกำลังใจ สนับสนุน และช่วยเหลือในทุกด้านมาโดยตลอด

ขอขอบคุณเพื่อนๆ จากสาขาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร รุ่น 14 ทุกคน ที่เป็นเพื่อนคุย แลกเปลี่ยน ข้อคิดเห็น ตลอดจนคอยให้กำลังใจ และเป็นแรงผลักดันให้แก่ผู้วิจัย

ขอขอบใจ นักศึกษาแผนกอิเล็กทรอนิกส์วิทยาลัยเทคนิคจะเชิงเทรา ที่ให้ความร่วมมือในการเก็บข้อมูลได้เป็นอย่างดี สุดท้ายขอขอบคุณ งานบัณฑิตศึกษาคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม เจ้าหน้าที่ทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือ ในการอำนวยความสะดวกด้านการติดต่อสอบถามสำหรับการจัดทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบแต่ บิดาและน้องสาวผู้ล่วงลับ ของผู้วิจัย และผู้มีพระคุณทุกท่านด้วยความเคารพยิ่ง หากมีข้อผิดพลาดประการใด ผู้วิจัยขออภัยมา ณ ที่นี้ด้วย

เปรมชัย คงตัน

# สารบัญ

|   | หน้า |
|---|------|
| บทคัดย่อภาษาไทย.....  | I    |
| บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....   | II   |
| กิตติกรรมประกาศ.....  | III  |
| สารบัญ.....   | IV   |
| สารบัญตาราง.....  | VII  |
| สารบัญภาพ.....  | VIII |
| บทที่ 1 บทนำ  |      |
| 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....   | 1    |
| 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....  | 2    |
| 1.3 สมมติฐานของการวิจัย.....  | 2    |
| 1.4 กรอบแนวคิดในการวิจัย.....   | 2    |
| 1.5 ขอบเขตการวิจัย.....   | 3    |
| 1.6 คำนียามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย.....  | 4    |
| บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....                                       | 5    |
| 2.1 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ พ.ศ. 2546..... | 5    |
| 2.2 การศึกษาหลักสูตรวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์.....                                    | 6    |
| 2.3 ไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR เบอร์ ATMEGA32.....                                     | 8    |
| 2.4 ใบงานการทดลอง.....  | 21   |
| 2.5 สื่อการเรียนการสอนประเภททดลอง.....  | 27   |
| 2.6 การสอนแบบทดลอง.....   | 28   |
| 2.7 การหาประสิทธิภาพชุดทดลอง.....   | 33   |
| 2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....  | 33   |

## สารบัญ(ต่อ)

|  | หน้า |
|--|------|
| บทที่ 3 วิธีดำเนินการงานวิจัย.....                                 | 36   |
| 3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....                                   | 36   |
| 3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....                                | 36   |
| 3.3 วิธีการดำเนินการวิจัยและเก็บรวบรวมข้อมูล.....                  | 43   |
| 3.4 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....                           | 44   |
| บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....                                  | 47   |
| 4.1 การวิเคราะห์คุณภาพของชุดทดลอง.....                             | 47   |
| 4.2 การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดทดลอง.....                      | 50   |
| บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....                | 51   |
| 5.1 สรุปผลการวิจัย.....  | 51   |
| 5.2 อภิปรายผลการวิจัย.....   | 55   |
| 5.3 ข้อเสนอแนะ.....  | 55   |
| บรรณานุกรม.....  | 57   |
| ภาคผนวก.....   | 59   |
| ภาคผนวก ก หนังสือราชการประกอบการดำเนินการวิจัย.....                | 60   |
| ภาคผนวก ข รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ.....                                 | 67   |
| ภาคผนวก ค แบบประเมินคุณภาพ.....                                    | 69   |
| ภาคผนวก ง ตัวอย่างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....            | 73   |
| ภาคผนวก จ การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ.....                          | 85   |
| ภาคผนวก ฉ ตัวอย่างใบงานทดลองพร้อมเฉลย.....                         | 89   |
| ภาคผนวก ช คู่มือการใช้ชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR ATMEGA 32..... | 102  |
| ประวัติผู้เขียน.....   | 115  |

# สารบัญตาราง

| ตารางที่  | หน้า |
|---|------|
| 2.1 ข้อมูลแสดงผลตัวเลข 0-9 ของ 7 Segment แบบแค โดคร่วม.....                                       | 14   |
| 2.2 ข้อมูลแสดงผลตัวเลข 0-9 ของ 7 Segment แบบแอน โนคร่วม.....                                      | 15   |
| 2.3 ข้อมูลคำสั่งการทำงาน (LCD Command).....   | 18   |
| 2.4 การกระตุ้นแบบฟูลสแต็ป 1 เฟส.....  | 19   |
| 2.5 การกระตุ้นแบบฟูลสแต็ป 2 เฟส.....  | 20   |
| 2.6 การกระตุ้นแบบฮาล์ฟสแต็ป.....  | 20   |
| 4.1 ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับคุณภาพของบอร์ดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR ATMEGA 32..... | 48   |
| 4.2 ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับคุณภาพของใบงาน.....                                     | 49   |
| 4.3 ประสิทธิภาพของชุดทดลอง.....   | 50   |
| จ.1 แสดงค่าเฉลี่ยเบี่ยงเบน และ ระดับคุณภาพของบอร์ดทดลอง ไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR ATMEGA32.....       | 86   |
| จ.2 แสดงค่าเฉลี่ยเบี่ยงเบน และ ระดับคุณภาพของใบงาน.....   | 87   |
| จ.3 แสดงค่า ประสิทธิภาพของชุดทดลอง ใช้กับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 24 คน.....                            | 87   |
| จ.4 แสดงค่า คะแนนและค่าเฉลี่ยในการปฏิบัติใบงาน.....   | 88   |

# สารบัญภาพ

| ภาพที่   | หน้า |
|--|------|
| 2.1 แสดงสถาปัตยกรรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ ATMEGA 32.....                     | 9    |
| 2.2 การจัดหาเพื่อต่อใช้งานของไมโครคอนโทรลเลอร์ ATMEGA 32.....              | 10   |
| 2.3 การเชื่อมต่อ LED เข้ากับ PORTA.....                                    | 11   |
| 2.4 การสร้างลอจิกจากสวิตช์.....  | 12   |
| 2.5 การต่อสวิตช์เข้ากับ PORTA.....   | 12   |
| 2.6 โครงสร้าง LED 7 Segment.....   | 13   |
| 2.7 การเชื่อมต่อ 7 Segment แบบแคโอดร่วมเข้ากับตัว ATMEGA 32.....           | 13   |
| 2.8 โครงสร้าง LED 7 Segment.....   | 14   |
| 2.9 การเชื่อมต่อ 7 Segment แบบแอนโอดร่วม เข้ากับ ATMEGA 32.....            | 15   |
| 2.10 การเชื่อมต่อ 7Segment แคโอดร่วม แบบมัลติเพล็กซ์เข้ากับ ATMEGA 32..... | 16   |
| 2.11 การเชื่อมต่อสวิตช์เมทริกซ์เข้ากับไมโครคอนโทรลเลอร์.....               | 16   |
| 2.12 โมดูล LCD แบบ 16 ตัวอักษร 2 บรรทัด.....                               | 17   |
| 2.13 การเชื่อมต่อและสายสัญญาณ.....   | 17   |
| 2.14 ลักษณะของขดลวดและการต่อสาย.....                                       | 19   |
| 2.15 การต่อ ไอซี ULN 2003 กับ สเต็ปมอเตอร์.....                            | 21   |
| 3.1 การสร้างชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR ATMEGA 32.....                   | 38   |
| 3.2 การสร้างแบบวัดความสามารถทางการปฏิบัติ.....                             | 42   |
| ช.1 ชุดบอร์ดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR ATMEGA 32.....                      | 103  |
| ช.2 บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR ATMEGA 32.....                              | 104  |
| ช.3 วงจรบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR ATMEGA 32 โดยรวม.....                   | 105  |
| ช.4 ภาคแหล่งจ่ายไฟ POWER SUPPLY.....                                       | 106  |
| ช.5 ภาคไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR ATMEGA32 MICROCONTROLLER.....                 | 107  |
| ช.6 ภาคแสดงผล LED 8 ช่อง LED DISPLAY 8 CHANEL.....                         | 108  |
| ช.7 ภาคสวิตช์อินพุตแบบกด 8 ช่อง 8 CHANNELS PUSH BUTTON SWITCH.....         | 108  |
| ช.8 ภาคการสื่อสารแบบอนุกรม SERIAL PORT COMMUNICATION.....                  | 109  |
| ช.9 AVR PROGRAMMER BOARD.....  | 110  |
| ช.10 LCD DISPLAY BOARD.....  | 111  |

## สารบัญภาพ(ต่อ)

| ภาพที่  | หน้า |
|---|------|
| ช.11 STEPPING MOTOR DRIVE BOARD.....              | 112  |
| ช.12 BOARD RELAY CONTROL 4 CH.....                | 113  |
| ช.13 ชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR ATMEGA 32..... | 114  |



# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การจัดการเรียนการสอนทางด้านช่างอุตสาหกรรม ด้วยการสอนแบบทำการทดลองสอน (Laboratory Instruction) เป็นวิธีการเน้นให้ผู้เรียนนำความรู้ทางด้าน ทฤษฎีที่ได้ศึกษาไปประยุกต์ใช้ในการฝึกทักษะ ทำให้เกิดความรู้ความเข้าใจ ได้ดียิ่งขึ้น อีกทั้งยังเป็นการพัฒนา กิจนิสัยที่ดีของช่าง เสริมสร้างทัศนคติที่ดีต่องาน และทำให้ผู้เรียนมีโอกาสสัมผัสกับวัสดุอุปกรณ์ กระตุ้นให้เกิดการคิด เสนอความคิดเห็น และการแก้ปัญหา ทำให้เกิดการพัฒนา ทางด้านทักษะ และความรู้แก่ผู้เรียน การสอนแบบทดลอง หากมีการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสม จะทำให้ผู้เรียน นำทฤษฎีที่ได้จากการเรียนรู้ ไปประยุกต์เพื่อให้เกิดประสบการณ์ตรง แต่ถ้าผู้สอนไม่สามารถจัดการสภาพแวดล้อมของการเรียน การทดลองให้เหมาะสมกับเป้าหมาย หรือวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้ และมีการเรียนการสอนโดย ใช้สื่อ หรือชุดทดลองที่ไม่มีประสิทธิภาพ อาจทำให้ผู้เรียนไม่เกิดการเรียนรู้และสิ้นเปลืองวัสดุใน การทดลอง

รายวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นรายวิชาที่มีเนื้อหาในการนำอุปกรณ์ตัว ไมโครคอนโทรลเลอร์ มาพัฒนาหรือเขียนโปรแกรมเพื่อใช้ควบคุม ในระบบอัตโนมัติ ซึ่งได้รับความนิยมนำไปใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม ธุรกิจขนาดย่อม และในครัวเรือนใช้ไฟฟ้าภายในบ้าน ปัญหาในการจัดการเรียนการสอนแบบทดลอง ในรายวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ทางการ ปฏิบัตินั้น มักเกิดปัญหาจากความไม่พร้อมของอุปกรณ์ เครื่องมือ ที่ใช้ในการเรียน ผู้สอนต้องนำ วงจรมาประกอบบนแผง เบรด์บอร์ด (Breadboard) ทำให้เสียเวลาในการประกอบ หรือเชื่อมต่อ วงจร อีกทั้งผู้สอนบางคน อาจไม่เชี่ยวชาญในการวิเคราะห์เนื้อหา การเตรียมอุปกรณ์ หรือจัดหา อุปกรณ์ที่เหมาะสมกับการทดลอง ส่งผลให้ประสบปัญหาในการสอน เตรียมอุปกรณ์ เสียเวลาใน การจัดซื้อ ส่งผลให้เกิดความไม่สอดคล้องกับระยะเวลา หรือทักษะที่จะฝึกผู้เรียน

สาเหตุที่สำคัญอีกประการหนึ่งที่ทำให้ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน อยู่ในเกณฑ์ที่ไม่ดี เนื่องมาจาก ประสิทธิภาพของสื่อการเรียน และการขาดแคลนของชุดทดลองในภาคปฏิบัติ ดังนั้น การจัดการกระบวนการเรียนการสอน จึงจำเป็นต้องมีสื่อประกอบในการเรียนการสอน เพื่อให้ผู้เรียน เข้าใจเนื้อหาในเรื่องที่เรียนอย่างลึกซึ้ง ส่งผลให้การเรียนการสอนบรรลุวัตถุประสงค์ และเกิดประสิทธิภาพสูงสุด

จากความสำคัญ และแนวทางการแก้ปัญหาข้างต้นผู้วิจัยจึงสนใจที่จะทำการวิจัยเรื่อง ชุดทดลอง ไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR ATMEGA 32 เพื่อใช้ในการเรียนการสอนในรายวิชา เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไมโครคอนโทรลเลอร์ และคาดหวังว่าจะช่วยให้ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ของผู้เรียนสูงขึ้น และผู้เรียนสามารถนำความรู้ที่ได้ ไปประยุกต์เพื่อใช้ในด้านต่างๆ เช่น การควบคุม เครื่องใช้ไฟฟ้า หุ่นยนต์ ระบบยานยนต์ และงานทางด้านอุตสาหกรรม อีกทั้งยังช่วยลดเวลาในการต่อวงจร เพื่อให้ผู้เรียน จะได้มีเวลาศึกษา สารระหรือเนื้อหาที่สำคัญมากขึ้น ในการสร้างชุดทดลองในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้คำนึงถึง ความสอดคล้องตามเนื้อหาหลักสูตรในสถานศึกษา เพื่อช่วยให้การจัดกิจกรรมทางการเรียนการสอนเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ อีกทั้งยังเป็นการส่งเสริมให้มีสื่อการเรียนการสอนที่เหมาะสม และพัฒนาขึ้นใช้เองในประเทศ

## 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อพัฒนาชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR ATMEGA 32 ที่มีคุณภาพ

1.2.2 เพื่อหาประสิทธิภาพของชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR ATMEGA 32 ที่พัฒนาขึ้น

## 1.3 สมมติฐานของการวิจัย

1.3.1 ชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR ATMEGA 32 มีคุณภาพจากการประเมินของผู้ทรงคุณวุฒิอยู่ในระดับดีขึ้นไป ( $\bar{X} \geq 3.5$ )

1.3.2 ชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR ATMEGA 32 ที่ใช้ประกอบการเรียนรายวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด ไม่น้อยกว่า 80/80 ( $E_1/E_2$ )

## 1.4 กรอบแนวคิดการวิจัย

การสร้างชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR ATMEGA 32 ผู้วิจัยได้ใช้กรอบแนวความคิดของ วัลลภ จันทรตระกูล. (2543:110-128) มาประยุกต์ใช้ในการวิจัยเพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพ ของชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR ATMEGA 32 โดยมีรายละเอียดลำดับขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. กำหนดเนื้อหาและวัตถุประสงค์
2. ออกแบบ และสร้างชุดสื่อการเรียนการสอน
3. วิเคราะห์ และตัดสินใจเลือกชิ้นส่วนอุปกรณ์
4. ทดลองใช้ชุดสื่อการเรียนการสอน
5. ปรับปรุงแก้ไข
6. หาประสิทธิภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 1.5 ขอบเขตการวิจัย

### 1.5.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

#### 1.5.1.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 2 สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคฉะเชิงเทรา ที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชาไมโครคอนโทรเลอร์ รหัส 3105-2014 ปีการศึกษา 2554 จำนวนทั้งหมด 80 คน

#### 1.5.1.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 2 สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคฉะเชิงเทรา ที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชาไมโครคอนโทรเลอร์ รหัส 3105-2014 ปีการศึกษา 2554 จำนวน 24 คน โดยการเลือกแบบเจาะจง

### 1.5.2 เนื้อหาที่นำมาสร้างชุดทดลอง

เนื้อหาสอดคล้องกับคำอธิบายรายวิชาไมโครคอนโทรเลอร์รหัส 3105-2014 ในหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) พุทธศักราช 2546 สาขาช่างอิเล็กทรอนิกส์ ของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ประกอบด้วยใบงานระหว่างเรียนจำนวน 4 ใบงาน และใบงานรวม ดังต่อไปนี้

1. ใบงานที่ 1 AVR ATMEGA 32 กับ LED
2. ใบงานที่ 2 AVR ATMEGA 32 กับ SWITCH
3. ใบงานที่ 3 AVR ATMEGA 32 กับ LCD DISPLAY
4. ใบงานที่ 4 AVR ATMEGA 32 กับ STEPPING MOTOR
5. ใบงานรวม

### 1.5.3 องค์ประกอบของใบงาน มีดังนี้

1. วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม
2. เครื่องมือและอุปกรณ์
3. ทฤษฎี
4. ลำดับขั้นการทดลอง
5. สรุปผลการทดลอง
6. คำถามท้ายการทดลอง

## 1.6 นิยามคำศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย

เพื่อความเข้าใจที่ถูกต้องตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย จึงกำหนดความหมายของคำต่างๆที่ใช้ในการวิจัยดังนี้

1.6.1 ชุดทดลอง หมายถึง ชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR ATMEGA 32 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ พ.ศ.2546 ประกอบด้วย บอร์ดทดลองที่สร้างขึ้น ใบงาน และคู่มือ

1.6.2 ใบงานทดลอง หมายถึง ใบงานจำนวน 4 ใบงาน ประกอบด้วย ใบงานที่ 1 AVR ATMEGA32 กับ LED ใบงานที่ 2 AVR ATMEGA32 กับ SWITCH ใบงานที่ 3 AVR ATMEGA32 กับ LCD DISPLAY และใบงานที่ 4 AVR ATMEGA32 กับ STEPIING MOTOR

1.6.3 ใบงานรวม หมายถึง ใบงานที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เพื่อใช้ในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาหลังจากที่เรียนใบงานทดลองทั้ง 4 ใบครบแล้ว

1.6.4 คู่มือ หมายถึง คู่มือการใช้งานชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR เบอร์ ATMEGA 32 ในตัวคู่มือจะประกอบไปด้วย ตำแหน่งจุ่มเชื่อมต่อ และวงจรของตัวชุดทดลอง

1.6.5 แบบวัดความสามารถทางการปฏิบัติใบงานทดลอง หมายถึง แบบวัดความสามารถทางการปฏิบัติระหว่างการปฏิบัติใบงานระหว่างเรียนของนักศึกษาที่เรียนด้วยชุดทดลอง

1.6.6 แบบวัดความสามารถทางการปฏิบัติใบงานรวม หมายถึง แบบวัดความสามารถทางการปฏิบัติระหว่างการปฏิบัติใบงานรวมของนักศึกษาที่เรียนด้วยชุดทดลอง

1.6.7 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คะแนนของนักศึกษาจากการปฏิบัติงานตามชุดทดลองที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

1.6.8 ประสิทธิภาพของชุดทดลอง หมายถึง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาโดยวัดจากผลการปฏิบัติงานของนักศึกษาที่เรียนด้วยชุดทดลอง ตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 ( $E_1/E_2$ )

( $E_1$ ) หมายถึง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในการปฏิบัติใบงานระหว่างเรียนที่ได้จากคะแนนของแบบวัดความสามารถทางการปฏิบัติใบงานระหว่างเรียนของนักศึกษาคิดเป็นร้อยละ 80 ขึ้นไป

( $E_2$ ) หมายถึง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในการปฏิบัติใบงานรวมที่ได้จากคะแนนของแบบวัดความสามารถทางการปฏิบัติใบงานรวมคิดเป็นร้อยละ 80 ขึ้นไป

1.6.9 ผู้ทรงคุณวุฒิ หมายถึง ผู้ที่มีประสบการณ์การสอนในวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ หรือวิชาที่มีเนื้อหาสัมพันธ์กัน เช่น วิชาไมโคร โปรเซสเซอร์ วิชาการเขียนโปรแกรมภาษาคอมพิวเตอร์ หรือวิชาการออกแบบวงจรดิจิทัล มาไม่น้อยกว่า 5 ปี หรือมีวุฒิการศึกษาระดับปริญญาโทหรือสูงกว่า

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยในครั้งนี้ได้ศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในเรื่องการศึกษาหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและศึกษาประสิทธิภาพของชุดทดลอง ภายใต้ขอบเขตเนื้อหารายวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยใช้ชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR ATMEGA32 เป็นสื่อในการเรียนรู้ เพื่อเป็นการพัฒนาความสามารถ ให้แก่ผู้เรียน โดยมีรายละเอียดการนำเสนอ และลำดับหัวข้อดังต่อไปนี้

- 2.1 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ พ.ศ. 2546
- 2.2 การศึกษาหลักสูตรวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์
- 2.3 ไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR เบอร์ ATMEGA 32
- 2.4 ใบงานการทดลอง
- 2.5 สื่อการเรียนการสอนประเภทชุดทดลอง
- 2.6 การสอนแบบทดลอง
- 2.7 การหาประสิทธิภาพชุดทดลอง
- 2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### 2.1 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ พ.ศ. 2546

2.1.1 หลักการของหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ปี 2546 มีดังนี้

2.1.1.1 เป็นหลักสูตรที่มุ่งผลิตและพัฒนาแรงงานระดับผู้ชำนาญการเฉพาะสาขาอาชีพ สอดคล้องกับตลาดแรงงาน สภาพเศรษฐกิจ สังคม วัฒนธรรม เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม สามารถเป็นหัวหน้างานหรือผู้ประกอบการได้

2.1.1.2 เป็นหลักสูตรที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนมีสมรรถนะในการประกอบอาชีพ มีความรู้เต็มภูมิ ปฏิบัติได้จริง และเข้าใจชีวิต

2.1.1.3 เป็นหลักสูตรที่เปิดโอกาสให้ผู้ประกอบการวิชาชีพมีส่วนร่วมในการเรียนการสอนวิชาชีพสามารถถ่ายโอนประสบการณ์การเรียนรู้จากสถานประกอบการ และสามารถสะสมการเรียนรู้และประสบการณ์ได้

2.1.2 จุดประสงค์ของหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ พ.ศ. 2546 มีดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผู้ที่สำเร็จการศึกษาหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2546 ประเภทวิชาอุตสาหกรรม สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ สามารถปฏิบัติงานระดับช่างเทคนิคผู้ควบคุมงาน ผู้ช่วยวิศวกรหรือประกอบอาชีพส่วนตัว มีความรู้ความสามารถ เจตคติและประสบการณ์ด้านต่างๆ ดังต่อไปนี้

2.1.2.1 เพื่อให้มีความรู้ และทักษะพื้นฐานเกี่ยวกับ ภาษาสังคม มนุษย์ศาสตร์ คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ นำไปใช้ในการค้นคว้า พัฒนาตนเองและวิชาชีพ อิเล็กทรอนิกส์ ให้เกิดความเจริญก้าวหน้า

2.1.2.2 เพื่อให้มีความรู้ และทักษะในหลักการและกระบวนการทำงานพื้นฐานของช่างเทคนิคที่เกี่ยวกับการบริหารจัดการ และการวางแผนในงานอุตสาหกรรม และสามารถติดตามความเจริญก้าวหน้าทางเทคโนโลยีนำมาพัฒนางานอาชีพ อิเล็กทรอนิกส์ ให้มีประสิทธิภาพและประสิทธิผล

2.1.2.3 เพื่อให้มีความคิดเชิงวิเคราะห์ แก้ปัญหา สร้างสรรค์ และนำเทคโนโลยีมาใช้ในการพัฒนางานอิเล็กทรอนิกส์

2.1.2.4 เพื่อให้มีบุคลิกภาพที่ดี มีความรับผิดชอบต่อตนเอง ครอบครับ และสังคม มีคุณธรรม จริยธรรม และกิจนิสัยที่ดีในงานอาชีพ

2.1.2.5 เพื่อให้สามารถประกอบอาชีพในสถานประกอบการอุตสาหกรรม หรือสร้างสรรค์หรือประกอบอาชีพในสาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์

## 2.2 การศึกษาหลักสูตรวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเนื้อหาวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2546 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์

### 2.2.1 สังเขปรายวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์

|                 |  |
|-----------------|--|
| รหัสวิชา        | 3105-2014                                  |
| ชื่อวิชา        | ไมโครคอนโทรลเลอร์                          |
| ระดับ           | ปวส.2                                      |
| พื้นฐาน         | ไมโครโปรเซสเซอร์                           |
| เวลาเรียน       | 3 คาบ/ สัปดาห์ (ปฏิบัติ 3)                 |
| จำนวนหน่วยกิต   | 3 หน่วยกิต                                 |
| คำอธิบายรายวิชา | ศึกษาและปฏิบัติ โครงสร้างและสถาปัตยกรรมของ |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไมโครคอนโทรลเลอร์ ลักษณะสัญญาณและกระบวนการทำงาน การรับ- ส่งข้อมูลกับอุปกรณ์เชื่อมต่อภายนอก ชุดคำสั่ง และการเขียน โปรแกรม การวัดและทดสอบ วงจรการใช้งานของไมโครคอนโทรลเลอร์ การประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์

## 2.2.2 จุดประสงค์รายวิชา

2.2.2.1 เพื่อให้เข้าใจโครงสร้างและหลักการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ การใช้ชุดคำสั่งการประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์กับงานอื่นๆ

2.2.2.2 เพื่อให้สามารถเขียนโปรแกรมควบคุม วิเคราะห์และทดสอบระบบทำงาน ประยุกต์ไมโครคอนโทรลเลอร์กับงานอื่นๆ

2.2.2.3 เพื่อให้มีทัศนคติในการทำงานด้วยความประณีต รอบคอบและปลอดภัย ตระหนักถึงคุณภาพของงาน และมีจริยธรรมในงานอาชีพ

## 2.2.3 รายการสอนของรายวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ แบ่งหน่วยการสอนได้ดังนี้

|  |            |
|--|------------|
| หน่วยที่ 1 โครงสร้างและสถาปัตยกรรมของไมโครคอนโทรลเลอร์.....      | 6 ชั่วโมง  |
| หน่วยที่ 2 พื้นฐานภาษาซีสำหรับไมโครคอนโทรลเลอร์.....             | 12 ชั่วโมง |
| หน่วยที่ 3 การส่งข้อมูลกับอุปกรณ์เชื่อมต่อภายนอก.....            | 6 ชั่วโมง  |
| ใบงานที่ 1 AVR ATMEGA32 กับ LED                                  |            |
| ใบงานที่ 3 AVR ATMEGA32 กับ LED 7SEGMENT                         |            |
| หน่วยที่ 4 การรับข้อมูลกับอุปกรณ์เชื่อมต่อภายนอก.....            | 6 ชั่วโมง  |
| ใบงานที่ 2 AVR ATMEGA32 กับ SWITCH                               |            |
| ใบงานที่ 4 AVR ATMEGA32 กับ MATRIX SWITCH                        |            |
| หน่วยที่ 5 การประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR ATMEGA 32..... | 24 ชั่วโมง |
| ใบงานที่ 5 AVR ATMEGA32 กับ LCD DISPLAY                          |            |
| ใบงานที่ 6 AVR ATMEGA32 กับ DC MOTOR                             |            |
| ใบงานที่ 7 AVR ATMEGA32 กับ STEPPING MOTOR                       |            |
| ใบงานที่ 8 AVR ATMEGA32 กับ วงจรมอดูเลชันทางความกว้างพัลส์ (PWM) |            |
| ใบงานที่ 9 AVR ATMEGA 32 กับ โซลิตสเตร์เลย์ (Solid State Relay)  |            |
| ใบงานที่ 10 AVR ATMEGA32 กับ การสื่อสารผ่านพอร์ตอนุกรม           |            |
| ใบงานที่ 11 AVR ATMEGA32 การแปลงสัญญาณอะนาล็อกเป็นดิจิทัล        |            |
| ใบงานที่ 12 AVR ATMEGA 32 เชื่อมต่อกับไอซีวัดอุณหภูมิ DS18X20    |            |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผู้วิจัยได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลในหน่วยการสอนที่ 3 ถึงหน่วยที่ 5 โดยการคัดเลือกจากหน่วยการสอนต่างๆ รวมเป็น 4 ใบงานเพื่อใช้ในการวิจัยและแทนด้วยใบงานที่ 1, 2, 3, และ 4 ตามลำดับดังนี้

ใบงานที่ 1 AVR ATMEGA32 กับ LED

ใบงานที่ 2 AVR ATMEGA32 กับ SWITCH

ใบงานที่ 3 AVR ATMEGA32 กับ LCD DISPLAY

ใบงานที่ 4 AVR ATMEGA32 กับ STEPPING MOTOR

จากนั้นผู้วิจัยได้ทำการสร้างใบงานรวมขึ้นอีก 1 ใบงาน เพื่อใช้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในการเรียนแต่ละใบงานจะใช้เวลา 3 ชั่วโมงรวมทั้งสิ้น 15 ชั่วโมง

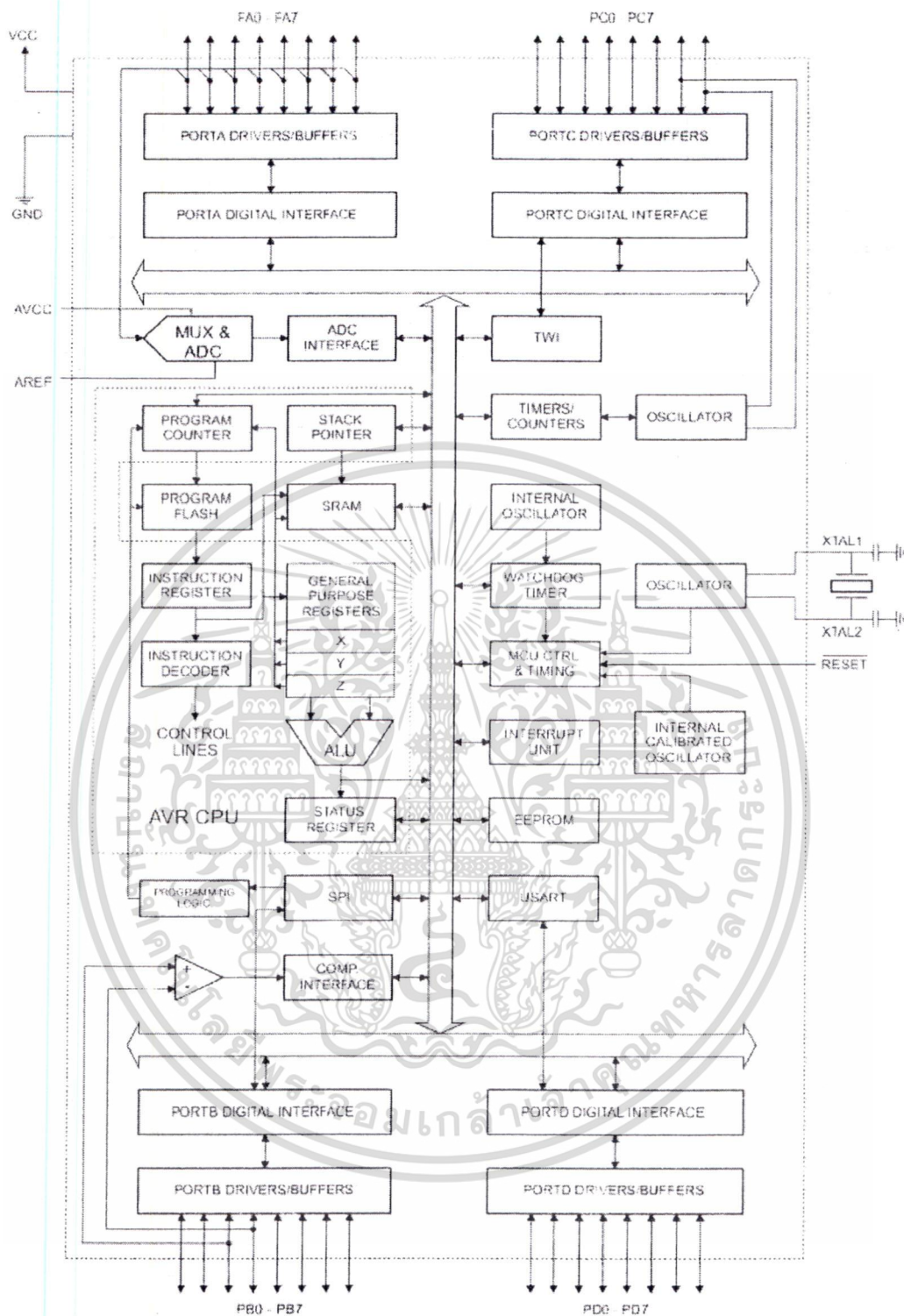
## 2.3 ไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR เบอร์ ATMEGA 32

การสร้างชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR ATMEGA 32 ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์คำอธิบายรายวิชา 3105-2014 ไมโครคอนโทรลเลอร์ ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2546 สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ ศึกษาเนื้อหาทฤษฎีที่มีหลักการเกี่ยวข้องกับไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR เบอร์ ATMEGA32 มีด้วยกันหลายประการดังนี้

### 2.3.1 ความรู้เบื้องต้นของไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR เบอร์ ATMEGA 32

ไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR เป็นหนึ่งในไมโครคอนโทรลเลอร์ ที่ผลิตโดยบริษัท ATMEL จัดเป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูลใหม่จาก ATMEL มีสถาปัตยกรรมแบบ RISC (Advanced RICS Architecture) คือในหนึ่งคำสั่งการทำงานจะใช้สัญญาณนาฬิกาเพียงหนึ่งลูก (Instructions in a Single Clock Cycle)

AVR ATMEGA 32 จะมีหน่วยความจำแบบ ROM แบบ FLASH ที่สามารถเขียนและลบได้มากกว่า 10,000 ครั้ง ถึง 32 กิโลไบต์มี อีพรอมขนาด 1 กิโลไบต์ และมีแรม 2 กิโลไบต์ อีกทั้งยังสามารถทำการโปรแกรมลงบนตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ได้โดยตรงโดยไม่ต้องถอดออกจากบอร์ดทดลอง มีโมดูลสร้างสัญญาณ Pulse Width Modulator มีโมดูลแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิทัล อีกทั้งมีขาให้เลือกใช้งานมากมายตามความต้องการและยังมีการพัฒนาด้วยโปรแกรมด้วยภาษา C ใช้ ซอร์ฟแวร์ที่พัฒนาได้ฟรีไม่คิดค่าใช้จ่าย ด้วยโปรแกรม AVR Studio สถาปัตยกรรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ ATMEGA 32 แสดงดังภาพที่ 2.1

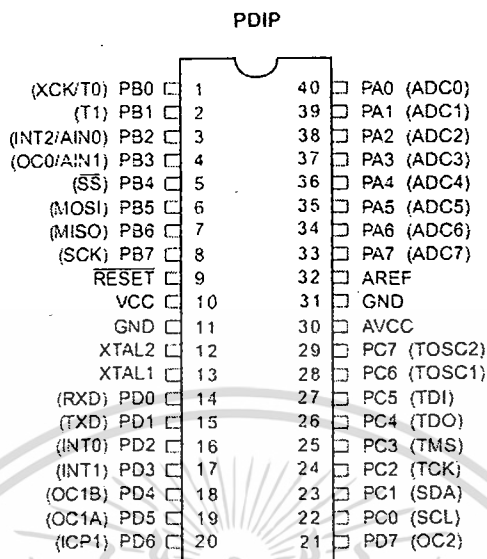


ภาพที่ 2.1 สถาปัตยกรรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ ATMEGA 32

**ขาพอร์ตอินพุตเอาต์พุต**

ขาพอร์ตอินพุตเอาต์พุตของ ตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ ATMEGA32 มีจำนวน 40 ขา โดยสามารถแบ่งเป็นพอร์ตอินพุต เอาต์พุตขนาด 8บิต จำนวน 4 พอร์ต ประกอบไปด้วย PORT A, PORT B, PORT C, PORT D และขาพอร์ตที่เกี่ยวกับสัญญาณอนาล็อก 2 ขาคือ AREF และ AVCC ค่าเอกสารนี้...  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การจัดขาของ AVR ATMEGA32 ไมโครคอนโทรลเลอร์ ATMEGA 32 มีการจัดเรียงขา ดังรูป



ภาพที่ 2.2 การจัดขาเพื่อต่อใช้งานของไมโครคอนโทรลเลอร์ ATMEGA 32

รายละเอียดการใช้งานของแต่ละขา

VCC ขาจ่ายแรงดันไฟตรง

GND ขากราวด์

AREF เป็นขาแรงดันอ้างอิงที่ใช้งานในส่วนของวงจรแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิทัลจะต่อกับขา VCC

AVCC ใช้จ่ายไฟให้กับวงจรแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิทัล มักต่อเข้ากับขา VCC เช่นกัน

X-TAL1, X-TAL2 เป็นขาที่ใช้ป้อนสัญญาณนาฬิกาให้แก่ตัวไมโครคอนโทรลเลอร์

PORT A (PA0-PA7)

ขาพอร์ตอินพุตเอาต์พุตดิจิทัล กำหนดการพูลอัพภายในขาพอร์ตได้ (Internal Pull-Up Register) อีกทั้งยังสามารถใช้เป็นพอร์ตอินพุตสัญญาณอนาล็อกได้ (A/D Converter)

PORT B (PB0-PB7)

ขาพอร์ตอินพุตเอาต์พุตดิจิทัล กำหนดการพูลอัพภายในขาพอร์ตได้ และเป็นขาพอร์ตหน้าที่พิเศษ เช่น ขาสำหรับโปรแกรมชิพ ขาป้อนสัญญาณนาฬิกาภายนอก

PORT C (PC0-PC7)

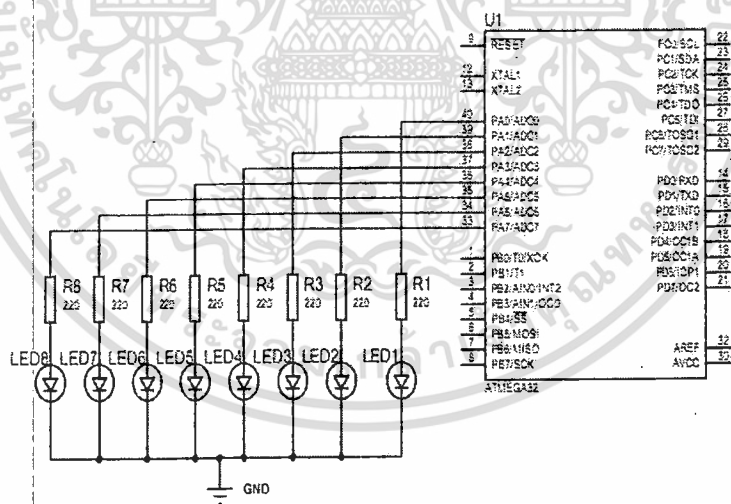
ขาพอร์ตอินพุตเอาต์พุตดิจิทัล กำหนดการพูลอัพภายในขาพอร์ตได้ และยังเป็นขาพอร์ตหน้าที่พิเศษ เช่นขาเชื่อมต่อการดีบั๊กและการเชื่อมต่อการโปรแกรมแบบ JTAG

PORT D (PD0-PD7)

ขาพอร์ตอินพุตเอาต์พุตดิจิทัล กำหนดการพูลอัพภายในขาพอร์ตได้ และยังเป็นขาพอร์ตหน้าที่พิเศษ การเชื่อมต่อกับพอร์ตอนุกรม ขาอินเตอร์รัปต์เนื่องจากสัญญาณภายนอก

2.3.2 การเชื่อมต่อ AVR เบอร์ ATMEGA 32 กับไดโอดเปล่งแสง

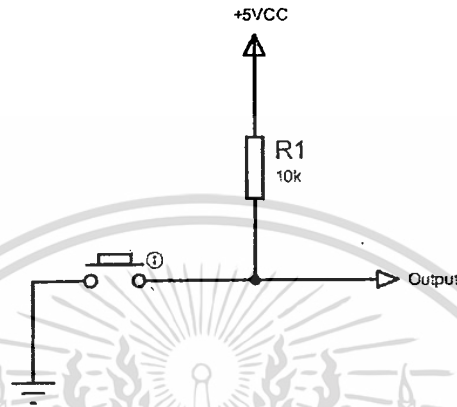
ไดโอดเปล่งแสง หรือ LED (Light Emitting Diode) เป็นอุปกรณ์ที่สามารถใช้แสดงผลลอจิก “1” หรือลอจิก “0” ได้ การทำให้ LED สว่างจะต้องไบอัสด้วยความต่างศักย์ประมาณ 1.5 – 3 โวลต์ และให้กระแสไหลผ่านหลอดในช่วง 5 ถึง 25 มิลลิแอมป์ ถ้าหากต้องการนำหลอด LED มาต่อกันกับ PORT A สามารถทำได้ดังภาพที่ 2.3 ถ้าหากบิดไคเป็นลอจิก “1” จะทำให้มีแรงดันตกคร่อมที่ขาขึ้นเท่ากับ 5 โวลต์ และมีตัวต้านทาน 220 โอห์มต่ออยู่เพื่อควบคุมกระแสให้ไหลผ่าน LED ประมาณ 20 มิลลิแอมป์



ภาพที่ 2.3 การเชื่อมต่อ LED เข้ากับ PORT A

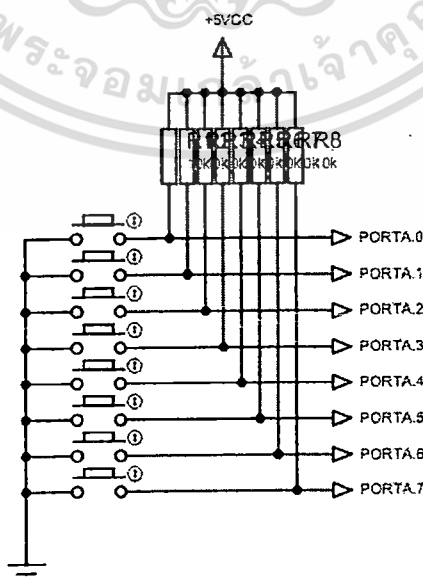
### 2.3.3 การเชื่อมต่อกับสวิตช์

สวิตช์หรือ Keyboard เป็นอุปกรณ์อินพุตพื้นฐานที่ระบบไมโครคอนโทรลเลอร์ สามารถรับข้อมูลได้ การสร้างสวิตช์ให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์ทำได้ดังภาพที่ 2.4 โดยการต่อเข้ากับบิตของพอร์ตอินพุต ถ้าสวิตช์ ถูกกดจะให้ลอจิก “0” แต่ถ้าสวิตช์ไม่ถูกกดจะให้ลอจิก “1”



ภาพที่ 2.4 การสร้างลอจิกจากสวิตช์

การเชื่อมต่อสวิตช์เข้ากับพอร์ตไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR เบอร์ ATMEGA 32 สามารถทำได้ดังภาพที่ 2.5 การต่อดังภาพที่แสดงเป็นวิธีการต่อสวิตช์ที่ง่ายที่สุด เหมาะสำหรับระบบที่ไม่ต้องการสวิตช์มากนัก สำหรับการเขียนโปรแกรมจะต้องอ่านค่าจากสวิตช์ คือการอ่านค่าจากพอร์ตที่ต่อใช้งาน เมื่อได้ค่าจากการกดสวิตช์ที่แน่นอนแล้วก็ทำการตรวจสอบว่าค่าที่อ่านได้นั้นเป็นการกดจากสวิตช์ใด



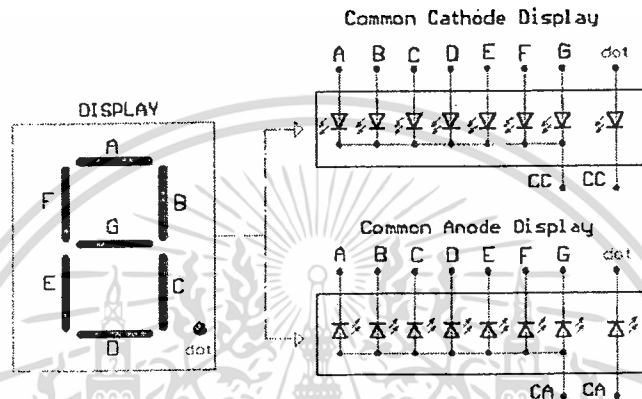
ภาพที่ 2.5 การต่อสวิตช์เข้ากับ PORTA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.3.4 การแสดงผลด้วย 7 Segment

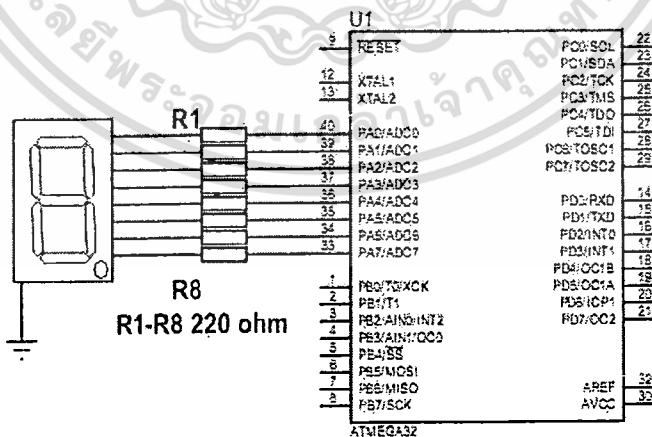
LED 7Segment เป็นการนำเอา LED 8 ตัว มาต่อรวมกันในตัวถังเดียวและจัดให้มีรูปแบบคล้ายกับเลข 8 เพื่อที่จะได้สามารถแสดงตัวเลขได้ตั้งแต่ 0 ถึง 9 และตัวอักษรที่นิยมใช้กัน 6 ตัว ได้แก่ A, b, C, d, E, F การควบคุม LED แต่ละตัวจะทำให้เกิดเป็นตัวเลขต่างๆ เราสามารถแบ่ง LED 7Segment ออกเป็น 2 แบบคือ

1.แบบแคโทดร่วม (Common Cathode) จะทำงานโดยการจ่ายไฟบวกแต่ละขาและจ่ายไฟลบเข้าที่ขาาร่วม



ภาพที่ 2.6 โครงสร้าง LED 7 Segment

1.1 แบบแคโทดร่วม (Common Cathode) คือการนำขาแคโทดที่ต่อร่วมกันมาต่อลงกราวด์ ดังภาพที่ 2.6 แล้ว ดังนั้น แอลอีดีแต่ละส่วนจะสว่างด้วยแรงดันที่ขาแอนโนด โดยถ้าแรงดันเกิน 1.5 โวลต์จะทำให้ แอลอีดีแต่ละส่วนสว่าง ถ้าแรงดันต่ำกว่านี้แอลอีดีแต่ละส่วนจะดับ



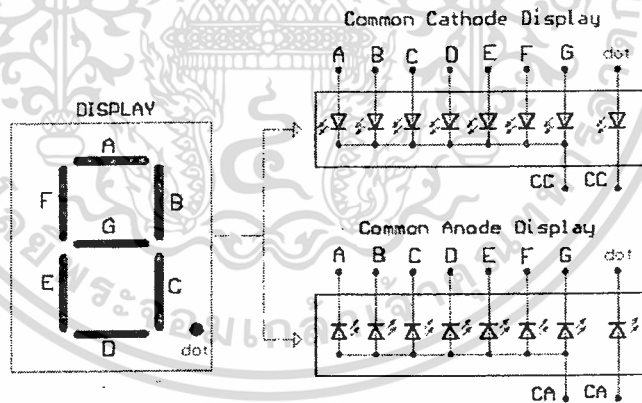
ภาพที่ 2.7 การเชื่อมต่อ 7 Segment แบบแคโทดร่วมเข้ากับตัว ATMEGA 32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 ข้อมูลแสดงผลตัวเลข 0-9 ของ 7 Segment แบบแคโอดร่วม

| ตัวเลข | เซกเมนต์ |   |   |   |   |   |   |   | ข้อมูลเลขฐาน 16 |
|--------|----------|---|---|---|---|---|---|---|-----------------|
|        | Dot      | G | F | E | D | C | B | A |                 |
| 0      | 0        | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0x3F            |
| 1      | 0        | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0x06            |
| 2      | 0        | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0x5B            |
| 3      | 0        | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0x4F            |
| 4      | 0        | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0x66            |
| 5      | 0        | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0x6D            |
| 6      | 0        | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0x7D            |
| 7      | 0        | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0x07            |
| 8      | 0        | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0x7F            |
| 9      | 0        | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0x6F            |

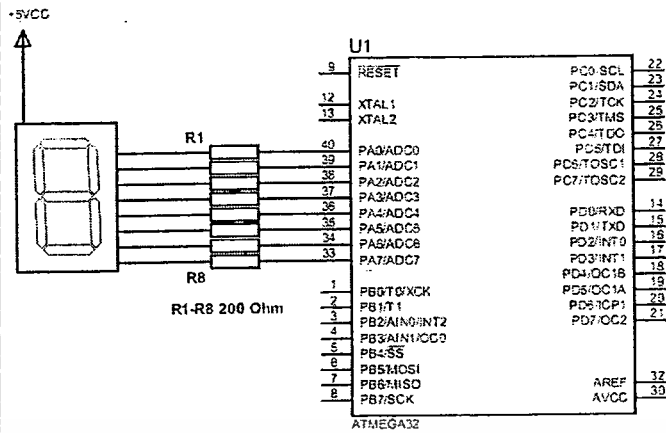
2.แบบแอโนดร่วม (Common Anode) จะทำงานโดยการจ่ายไฟบนแต่ละขาและจ่ายไฟบวกเข้าที่ขาร่วม



ภาพที่ 2.8 โครงสร้าง LED 7 Segment

2.แบบแอโนดร่วม (Common Anode) คือการนำขาแอโนดที่ต่อรวมกันมาต่อกับไฟเลี้ยง ดังภาพที่ 2.5 แล้ว ดังนั้นแอลอีดีแต่ละส่วนจะสว่างด้วยแรงดันที่ขาแคโอด โดยถ้าแรงดันต่ำกว่า 1.5 โวลต์จะทำให้ แอลอีดีแต่ละส่วนสว่าง ถ้าแรงดันสูงกว่านั้นแอลอีดีแต่ละส่วนจะดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.9 การเชื่อมต่อ 7 Segment แบบแอนโตร่วม เข้ากับ ATMEGA 32

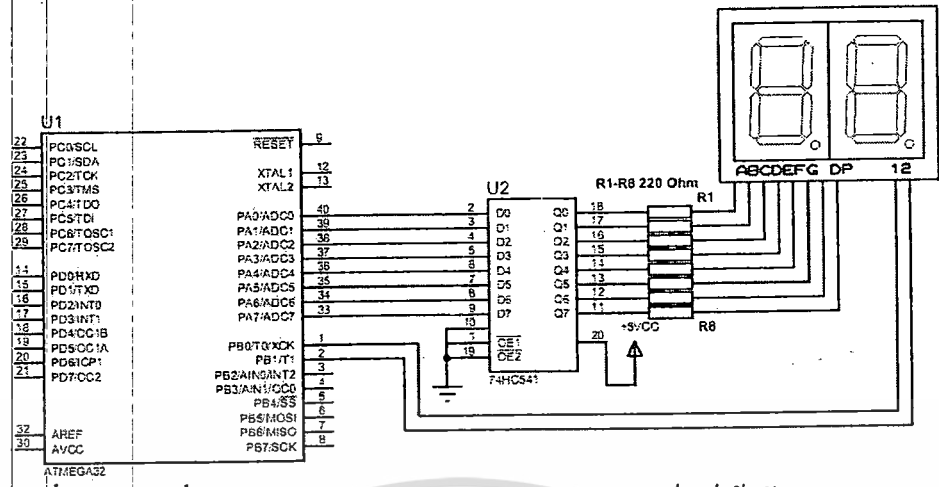
ตารางที่ 2.2 ข้อมูลแสดงผลตัวเลข 0-9 ของ 7 Segment แบบแอนโตร่วม

| ตัวเลข | เซกเมนต์ |   |   |   |   |   |   |   | ข้อมูลเลขฐาน 16 |
|--------|----------|---|---|---|---|---|---|---|-----------------|
|        | Dot      | G | F | E | D | C | B | A |                 |
| 0      | 1        | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0xC0            |
| 1      | 1        | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0xF9            |
| 2      | 1        | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0xA4            |
| 3      | 1        | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0xB0            |
| 4      | 1        | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0x99            |
| 5      | 1        | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0x92            |
| 6      | 1        | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0x82            |
| 7      | 1        | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0xF8            |
| 8      | 1        | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0x80            |
| 9      | 1        | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0x90            |

ในการต่อใช้งานที่ใช้กันโดยทั่วไป เราจะใช้วิธีการที่เรียกว่า การมัลติเพล็กซ์เข้ามาช่วยโดยการ ใช้วิธีควบคุมขาคอมมอนของตัว 7Segment ให้เกิดการแสดงผลหรือไม่แสดงผล โดยการ กำหนดให้ตัว 7Segment แสดงผลทีละ 1 หลักเรียงตามลำดับกันไป ในการแสดงผลแบบสลับหลัก โดยใช้ความเร็วที่ตามนุษย์ไม่สามารถตรวจจับการเคลื่อนไหวได้ทัน ดังภาพที่ 2.8 เป็นการต่อใช้งาน 7 Segment จำนวน 2 หลัก โดยใช้ขาข้อมูล (A-DP) ร่วมกันและต่อเข้ากับพอร์ตเอาต์พุตของ 74HC541 ที่รับอินพุตมาจาก PORT A ของ ATMEGA 32 ส่วนขาคอมมอนจะต่อแยกกัน โดยจะต่อเข้ากับ PORT B.0 และ PORT B.1 เพื่อควบคุมการทำงาน เมื่อต้องการให้ 7 Segment หลักไหนติดก็

ทำการส่งลอจิก 0 ให้หลักนั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารเพื่อการเรียนการสอนเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

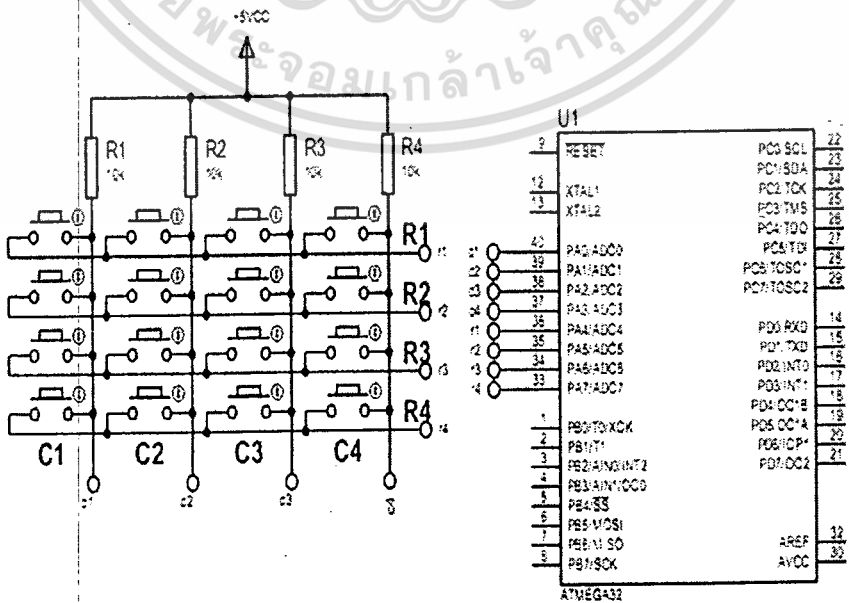


ภาพที่ 2.10 การเชื่อมต่อ 7Segment แด โดตรง่วม แบบมัลติเพล็กซ์เข้ากับ ATMEGA 32

### 2.3.5 การเชื่อมต่อเมทริกซ์สวิตช์

การอ่านค่าคีย์สวิตช์ปุ่มกด หากใช้การต่อพอร์ตอินพุตต่อเข้ากับปุ่มกดโดยตรง จะทำให้สิ้นเปลืองเพราะจำนวนพอร์ตจะถูกใช้ไปเท่ากับจำนวนของสวิตช์ที่ใช้งาน หากใช้สวิตช์จำนวน 16 ตัวจะต้องเสียพอร์ตไปทั้งหมด 16 ขา ดังนั้นการต่อใช้งานสวิตช์จำนวนมากๆจึงนิยมต่อใช้งานในรูปแบบของสวิตช์แบบเมทริกซ์

ในการออกแบบสวิตช์กดแบบจำนวนมากๆแบบเมทริกซ์ นั้นจะช่วยลดจำนวนของเส้นสัญญาณที่เชื่อมต่อกับขาพอร์ตที่ใช้ในการควบคุมสวิตช์แต่ละตัวลงได้ เช่นหากเป็นสวิตช์เมทริกซ์แบบ 4x4 (Row x Column) จะใช้เส้นสัญญาณในการควบคุมเพียง จำนวนแถว+จำนวนหลักของขาของไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ใช้เท่านั้น ลักษณะของการต่อของคีย์แบบสวิตช์เมทริกซ์มีการเชื่อมต่อดังภาพ



ภาพที่ 2.11 การเชื่อมต่อสวิตช์เมทริกซ์เข้ากับขาไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยชนด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

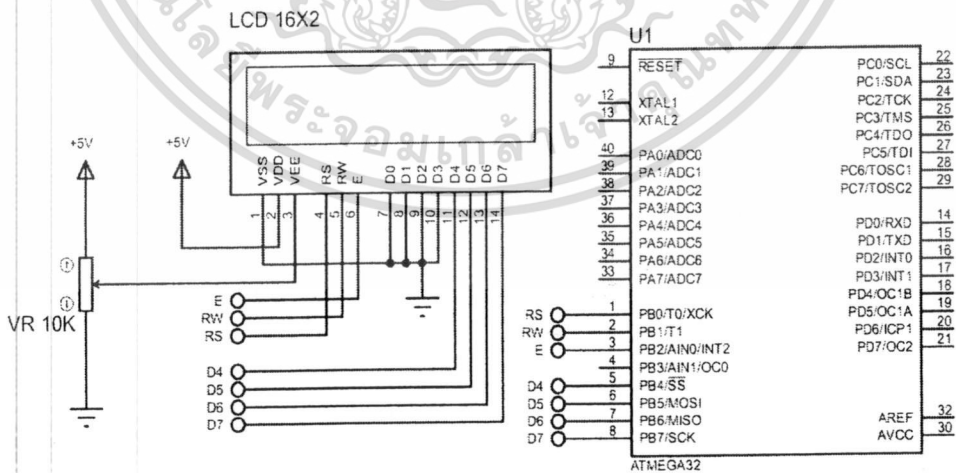
จากภาพที่ 2.11 มีจำนวนสวิทช์ทั้งหมด 16 ตัว (4x4) จะใช้สัญญาณควบคุมเพียง 8 เส้น โดยที่การต่อสวิทช์แบบเมทริกซ์นั้น จะนิยมต่อแบบใช้ pull-up สัญญาณ โดยใช้ตัวต้านทานค่า 10 กิโลโอห์ม เพราะฉะนั้นค่าของสัญญาณจะมีค่าเป็นลอจิก 1 หรือ High ทั้งหมด จากนั้นเมื่อต้องการอ่านค่าสวิทช์ จะต้องกำหนดค่าหลักที่ต้องการอ่านก่อน (Column) โดยกำหนดให้เป็นลอจิก 0 หรือ Low เพราะหลักจะเป็นขาสัญญาณควบคุม เมื่อเขียน โปรแกรมและอ่านค่าจากแถว หรือ (Row) ทั้งหมด โดยหากแถวใดมีการเปลี่ยนแปลงสถานะ แสดงว่าแถวนั้นมีการกดสวิทช์ ทำให้ทราบว่าคีย์สวิทช์ตัวไหนมีการกดเกิดขึ้น

### 2.3.6 การเชื่อมต่อกับ LCD

หน่วยแสดงผลโมดูล LCD (Liquid Crystal Display module) หรือหน่วยแสดงผลแบบผลึกเหลวโดยโมดูล LCD จะสามารถแบ่งออกได้เป็นสองชนิด คือ แบบตัวอักษร และแบบกราฟิก โครงสร้างพื้นฐานของโมดูล LCD แบบตัวอักษรแสดงดังภาพที่ 2.12 และมีชุดคำสั่งที่ใช้ในการควบคุมการแสดงผลของ โมดูล LCD ดังตารางที่ 2.3



ภาพที่ 2.12 โมดูล LCD แบบ 16 ตัวอักษร 2 บรรทัด



ภาพที่ 2.13 การเชื่อมต่อและสายสัญญาณ

### รายละเอียดของขาสัญญาณของโมดูล LCD มีดังนี้

ขาที่ 1 GND สำหรับต่อกราวด์ของวงจร

ขาที่ 2 ต่อกับไฟเลี้ยง +5 โวลต์

ขาที่ 3 VO สำหรับปรับความสว่างของหน้าจอ โมดูล LCD

ขาที่ 4 RS (Register Select) ขาเลือกการติดต่อกับรีจิสเตอร์คำสั่งหรือข้อมูล (0 จะติดต่อกับคำสั่ง 1 ติดต่อข้อมูล)

ขาที่ 5 R/W (Read/Write control) ขาอ่านหรือเขียนข้อมูลกับ โมดูล LCD

ขาที่ 6 E (Enable) ขาป้อนสัญญาณพัลส์ Enable ให้โมดูล LCD เริ่มทำงาน

ขาที่ 7 ถึง 14 D0-D7 (DATA) เป็นขาข้อมูล

หมายเหตุ โมดูล LCD ที่มีไฟส่องหลัง (Backlight) จะมีขา A และ K เพิ่มเติม โดยที่ขา A ใช้ต่อแรงดัน +5V (ขาควบคุมไฟส่องหลัง) และขา K ใช้ต่อขากราวด์ (GND)

### ตารางที่ 2.3 ข้อมูลคำสั่งการทำงาน (LCD Command)

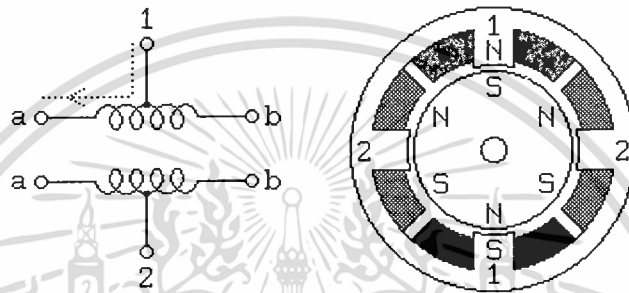
| คำสั่งการทำงาน(LCD Command)                             | ค่าที่ส่งให้กับโมดูล LCD (Hex) |
|---|--------------------------------|
| กำหนดแสดงผลขนาด 2 บรรทัด ความละเอียด 5x7 จุด ขนาด 4 บิต | 0x28                           |
| เคลียร์หน้าจอ LCD และเลื่อนเคอร์เซอร์ทางซ้ายสุด         | 0x01                           |
| เลื่อนเคอร์เซอร์ไปตำแหน่งเริ่มต้นซ้ายสุด                | 0x02                           |
| แสดงข้อมูลและเลื่อนเคอร์เซอร์ไปทางขวา                   | 0x04                           |
| เลื่อนเคอร์เซอร์ไปทางขวา                                | 0x05                           |
| แสดงข้อมูลและเลื่อนเคอร์เซอร์ไปทางซ้าย                  | 0x06                           |
| เลื่อนเคอร์เซอร์ไปทางซ้าย                               | 0x07                           |
| ไม่แสดงข้อความและไม่แสดงเคอร์เซอร์                      | 0x08                           |
| ไม่แสดงข้อความแต่แสดงเคอร์เซอร์                         | 0x0A                           |
| แสดงข้อความแต่ไม่แสดงเคอร์เซอร์                         | 0x0C                           |
| แสดงข้อความและแสดงเคอร์เซอร์                            | 0x0E                           |
| แสดงข้อความและแสดงเคอร์เซอร์กระพริบ                     | 0x0F                           |
| เลื่อนตำแหน่งเคอร์เซอร์ไปทางซ้าย                        | 0x10                           |
| เลื่อนตำแหน่งเคอร์เซอร์ไปทางขวา                         | 0x14                           |
| เลื่อนตัวอักษรไปทางซ้าย                                 | 0x18                           |
| เลื่อนตัวอักษรไปทางขวา                                  | 0x1C                           |
| กำหนดแสดงผลเริ่มต้นที่ตำแหน่ง 0x80 ซ้ายสุดบรรทัดบน      | 0x80                           |
| กำหนดแสดงผลเริ่มต้นที่ตำแหน่ง 0xC0 ซ้ายสุดบรรทัดล่าง    | 0xC0                           |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.7 การเชื่อมต่อกับสเต็ปปีงมอเตอร์

สเต็ปปีงมอเตอร์ เป็นมอเตอร์ที่หมุนตามจำนวนองศาหรือตามจำนวนรอบที่ต้องการ ทั้งนี้ การความละเอียดของการหมุนจะขึ้นอยู่กับจำนวนองศาต่อหนึ่งจังหวะการหมุน เนื่องจากการหมุนของมอเตอร์ชนิดนี้มีการหมุนเป็นจังหวะ จึงเรียกว่าสเต็ปปีงมอเตอร์ และส่วนใหญ่ที่นิยมนำมาต่อใช้งานจะเป็นแบบ ยูนิโพลาร์ (Uni-Polar Stepping Motor) สเต็ปปีงแบบยูนิโพลาร์ จะมีการพันขดลวด 2 ขดบนแต่ละขั้วบนแม่เหล็กของสเตเตอร์ แต่ละขดจะแบ่งเป็น 2 เฟส ในมอเตอร์หนึ่งตัวจะมี 4 เฟสคือ เฟส 1, 2, 3 และเฟส 4 ในการต่อสายไฟของสเต็ปปีงมอเตอร์ จะมีทั้งแบบ 5 สายและแบบ 6 สาย ในแบบ 5 สายนั้นจะนำสายไฟเลี้ยงของแต่ละขดมาต่อร่วมกันเป็นสายเดียว



ภาพที่ 2.14 ลักษณะของขดลวดและการต่อสาย

การขับสเต็ปปีงมอเตอร์ให้หมุนโดยการกระตุ้นเฟสนั้น จะใช้หลักการควบคุมการควบคุมกระแสที่จ่ายให้ขดลวดสเตเตอร์ (Stator) ในแต่ละเฟสของสเต็ปปีงมอเตอร์ อย่างเป็นลำดับที่แน่นอน ถ้าหากเราต้องการให้กระแสไหลในเฟสใดๆ ก็จะทำให้สถานะของเฟสนั้นๆ เป็นลอจิก 1 และรูปแบบการกระตุ้นเพื่อให้ สเต็ปปีงมอเตอร์มีด้วยกัน 3 แบบหลักคือ การกระตุ้นแบบฟูลสเต็ป 1 เฟส (Single-Phase Driver) แสดงดังตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4 การกระตุ้นแบบฟูลสเต็ป 1 เฟส

| สเต็ปที่ | เฟสที่ 1 | เฟสที่ 2 | เฟสที่ 3 | เฟสที่ 4 |
|----------|----------|----------|----------|----------|
| 1        | 1        | 0        | 0        | 0        |
| 2        | 0        | 1        | 0        | 0        |
| 3        | 0        | 0        | 1        | 0        |
| 4        | 0        | 0        | 0        | 1        |

การกระตุ้นเฟสแบบฟูลสเต็ป 2 เฟส (2-Phase Driver) แสดงดังตารางที่ 2.5 เป็นการป้อนกระแส ให้กับขดลวด 2 ขด ของสเต็ปปีงมอเตอร์พร้อมกันไป และจะกระตุ้นเรียงถัดกันไป เช่นเดียวกับแบบหนึ่งเฟส ดังนั้นการกระตุ้นแบบนี้จึงต้องใช้กำลังไฟมากขึ้น และจะทำให้มีแรงบิด

ของมอเตอร์มากกว่าการกระตุ้นแบบ 1 เฟส การศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.5 แสดงการกระตุ้นแบบฟูลสเต็ป 2 เฟส

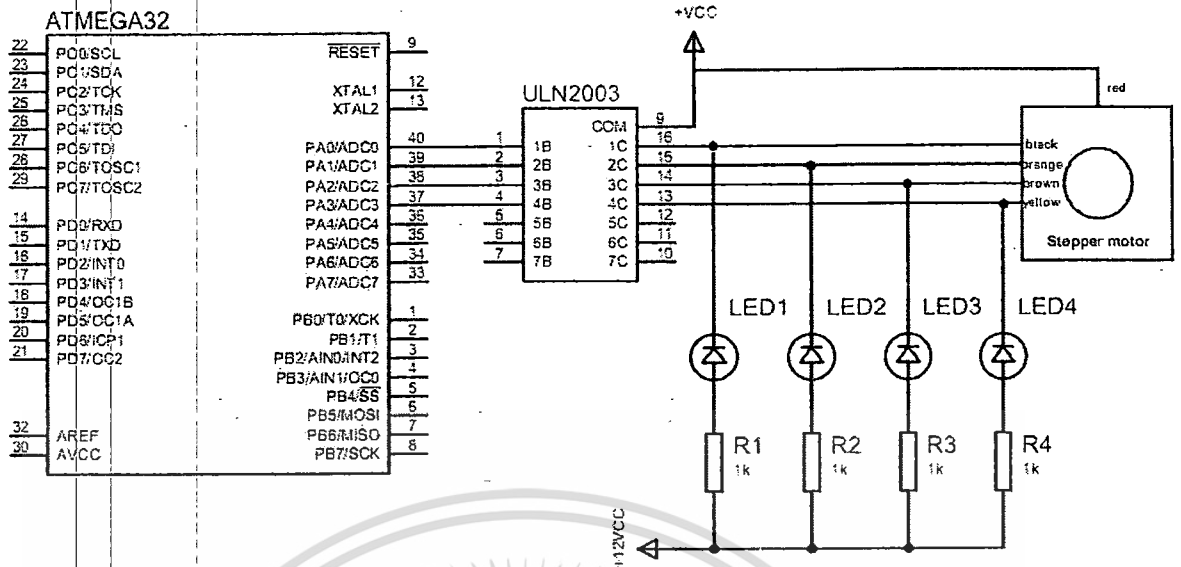
| สเต็ปที่ | เฟสที่ 1 | เฟสที่ 2 | เฟสที่ 3 | เฟสที่ 4 |
|----------|----------|----------|----------|----------|
| 1        | 1        | 1        | 0        | 0        |
| 2        | 0        | 1        | 1        | 0        |
| 3        | 0        | 0        | 1        | 1        |
| 4        | 1        | 0        | 0        | 1        |

การกระตุ้นแบบฮาล์ฟ (Half Step) หรือ One-Two Phase Driver คือการกระตุ้นเฟสแบบฟูลสเต็ป 1 เฟส และ 2 เฟส เรียงลำดับกันไป แสดงดังตารางที่ 6 แรงบิดที่ได้จากการกระตุ้นเฟสแบบนี้จะมีเพิ่มมากขึ้น เพราะช่วงของสเต็ปมีระยะสั้นลง ในการกระตุ้นแบบนี้ เราจะต้องมีการกระตุ้นที่เฟส ถึง 2 ครั้งจึงจะได้ระยะของ สเต็ปเท่ากับการกระตุ้นเพียงครั้งเดียว ของแบบฟูลสเต็ป 2 แบบแรก ความละเอียดของการหมุนตำแหน่งองศาสเต็ป ก็เป็นสองเท่าของแบบแรกความถูกต้องของตำแหน่งที่กำหนดจึงมีมากขึ้น

ตารางที่ 2.6 การกระตุ้นแบบฮาล์ฟสเต็ป

| สเต็ปที่ | เฟสที่ 1 | เฟสที่ 2 | เฟสที่ 3 | เฟสที่ 4 |
|----------|----------|----------|----------|----------|
| 1        | 1        | 0        | 0        | 0        |
| 2        | 1        | 1        | 0        | 0        |
| 3        | 0        | 1        | 0        | 0        |
| 4        | 0        | 1        | 1        | 0        |
| 5        | 0        | 0        | 1        | 0        |
| 6        | 0        | 0        | 1        | 1        |
| 7        | 0        | 0        | 0        | 1        |
| 8        | 1        | 0        | 0        | 1        |

การขับสเต็ปปึงมอเตอร์ ในงานทางด้านไมโครคอนโทรลเลอร์นั้นจะใช้ไอซีขับสเต็ปปึงมอเตอร์เบอร์ ULN 2003 ซึ่งมีเอาต์พุตแบบคอลเล็กเตอร์เปิด (open collector) และสามารถขับกระแสสูงสุดแต่ละขาได้ถึง 500 mA โดยสามารถเชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์ได้โดยตรง ส่วนแอลอีดีที่ต่อไว้ใ้ในวงจรต่อไว้เพื่อแสดงการทำงานเวลากระตุ้นแต่ละเฟส



ภาพที่ 2.15 การต่อ ไอซี ULN 2003 กับ สเต็ปปีงมอเตอร์

## 2.4 ใบงานการทดลอง

ใบงานการทดลอง (Laboratory Sheet หรือ Lab Sheet) หมายถึง เอกสารที่ใช้เป็นคำสั่งให้ปฏิบัติงาน หรืออาจเป็นคำแนะนำที่ทำให้ผู้เรียนสามารถทำการทดลอง เพื่อให้เป็นไปตามจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้ อีกทั้งอาจเป็นคำแนะนำเพื่อให้ผู้เรียนสามารถที่จะทำการทดลองให้บรรลุตามจุดมุ่งหมายที่ระบุไว้ตามใบงานการทดลอง การพัฒนาใบงานการทดลองนั้นควรพิจารณาถึงสิ่งต่างๆดังนี้ (ชูศักดิ์ เปลี่ยนภู .2539)

1. ลักษณะเนื้อหาที่เหมาะสมกับการเรียนการสอนแบบทดลอง (Laboratory Concept)
  - 1.1 เนื้อเรื่องที่พัฒนาทางสมอง เช่นการวิเคราะห์ การสอบสวน การแก้ปัญหา
  - 1.2 เป็นเรื่องที่ศึกษาถึงความสำคัญของตัวแปรต่างๆ
  - 1.3 เป็นเรื่องที่เกี่ยวข้องกับพฤติกรรมภายในที่สำคัญ ของอุปกรณ์ และเครื่องมือ
  - 1.4 เป็นเรื่องที่สามารถฝึกหัดการทำงานเป็นขั้นตอน
  - 1.5 ให้อรรถประโยชน์และคุ้มค่ายกกับกลไกของเครื่องมือและอุปกรณ์
2. หลักในการตั้งชื่อเรื่อง ลักษณะที่ดีของชื่อการทดลองควรอาศัยหลักการดังนี้
  - 2.1 ใช้ภาษาที่ง่ายและรัดกุม
  - 2.2 มีลักษณะที่ท้าทายชวนให้ศึกษา
  - 2.3 มีความหมายแสดงให้เห็นภาพพจน์ของงานที่แท้จริง
3. คุณสมบัติของใบงานทดลองที่ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ 3-1 ครอบคลุมเนื้อหามากที่สุด ในหนึ่งใบงานทดลอง ให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 พัฒนาความสามารถได้มากที่สุด

3.3 มีปัญหาในการในการปฏิบัติการน้อย คือ ข้อมูลชัดเจนตรงประเด็น กะทัดรัด และเหมาะสม

3.4 ผู้เรียนช่วยตนเองได้มากที่สุด

3.5 สามารถจัดเป็นระบบได้ มีประสิทธิภาพสูงสุด คือ มีจำนวนใบงานการทดลองน้อย ลงทุนน้อยแปลได้ผลมากที่สุด

#### 4. องค์ประกอบของใบงานการทดลอง

4.1 ใบงานการทดลองอาจจะมีรูปแบบที่แตกต่างกันออกไปตามแบบแผนของสถาบันแต่ละแห่ง แต่ไม่ว่าจะออกมาในรูปแบบใด ใบงานการทดลอง (Lab Sheet) ควรจะประกอบด้วยข้อมูล ดังต่อไปนี้

1. วัตถุประสงค์ของการทดลองจะต้องกำหนดให้ครอบคลุมความสามารถตามพิสัย (Domains) ให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ ซึ่งจะประกอบด้วยวัตถุประสงค์ทั่วไปและวัตถุประสงค์จำเพาะที่สนับสนุนการทดลองแต่ละเรื่องนั้น โดยที่มีไม่ให้มีวัตถุประสงค์ทั่วไปมากนัก อาจจะมีได้ตั้งแต่ 1 ถึง 3 วัตถุประสงค์ทั่วไปนั้น จะมีวัตถุประสงค์จำเพาะซึ่งเป็นรายละเอียดที่ครอบคลุมวัตถุประสงค์ทั่วไปทั้งหมด

2. ความจำเป็นและขอบเขตของการทดลอง (Need and Scope of Experiment) เป็นข้อมูลที่แสดงเหตุผลและประโยชน์ของการทดลอง ซึ่งจะทำให้ผู้ปฏิบัติเกิดความกระตือรือร้นและเตรียมตัวได้ถูกต้อง

3. การวางแผน (Planning and Organizing) เป็นข้อมูลและแนวคิดสำหรับการดำเนินงานให้แก่ผู้เรียน ข้อมูลเหล่านี้ได้แก่ เรื่องของวงจรที่ทำการทดลองหรือเครื่องมืออุปกรณ์และวัสดุที่ใช้ในการทดลอง ปัญหาและอุปสรรคที่มักเกิดขึ้นเสมอ

4.2 ข้อมูลพื้นฐานสำหรับการทดลอง (Background Information) คือ ข้อมูลที่ช่วยให้ผู้เรียนได้อาศัยหลักในการวางแผนดำเนินงานและเป็นข้อมูลที่ช่วยให้ผู้เรียนได้มีโอกาสสำรวจและปรับปรุงตัวเองในสิ่งที่ขาด เพื่อที่จะได้เตรียมตัวหาข้อมูลหรือพัฒนาความรู้ให้พร้อมก่อนที่จะลงมือทำการทดลอง ข้อมูลดังกล่าวได้แก่

1. ความรู้เกี่ยวกับเครื่องมือ อุปกรณ์และวัสดุที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ ข้อมูลเกี่ยวกับคุณลักษณะพิเศษของเครื่องมือ อุปกรณ์ ข้อควรระวัง หรือปัญหาที่มักจะเกิดขึ้นเสมอ

2. ความรู้ที่ควรมีก่อนเรียน (Entry Behavior) เป็นการระบุว่าผู้ที่จะปฏิบัติงานที่กำหนดได้นั้น จะต้องมีความรู้ความสามารถหรือมีประสบการณ์อย่างใดมาก่อน ทั้งนี้เพื่อป้องกันอันตรายหรือความเสียหายที่อาจจะเกิดขึ้นกับสิ่งของ หรือผู้ปฏิบัติงานได้

3. ความรู้ในเนื้อหาวิชา เป็นข้อมูลในลักษณะของการสรุปประเด็นสำคัญและข้อสรุปประเด็นของปัญหาทางทฤษฎี ในเชิงวิเคราะห์เพื่อให้เห็นจุดสำคัญที่จะทำการทดลอง โดยขั้นตอนการดำเนินการ ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 ข้อมูลสำหรับการดำเนินการ (Procedural Information) ข้อมูลที่จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถดำเนินงานตามขั้นตอนที่เหมาะสม หรือตามกำหนดให้ในงานแต่ละเรื่องได้ลักษณะของงานนี้ควรเป็นขั้นตอนของการลงมือปฏิบัติจริง ตั้งแต่การวางแผนการปฏิบัติจริงๆ จากร่างแบบของงาน การกำหนดวงจร และเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง จนกระทั่งถึงวิธีการเก็บข้อมูลที่ได้ซึ่งสามารถแยกออกได้ดังนี้

1. คำแนะนำเกี่ยวกับการปฏิบัติงาน เป็นคำสั่งหรือคำแนะนำในการลงมือปฏิบัติจริงจะประกอบไปด้วยข้อมูลต่อไปนี้

1.1 ข้อมูลเกี่ยวกับวางแผนการทดลอง (Experiment Planning) ข้อมูลในขั้นนี้อาจเป็น ในรูปของคำสั่งให้ปฏิบัติหรือให้แนวคิด ในการเริ่มทำการทดลอง เช่น การเสนอรูปแบบของการทดลอง

1.2 ข้อมูลเกี่ยวกับการเลือกใช้เครื่องมือ เป็นการกำหนดชนิดของเครื่องมือทำการทดลอง หรือเป็นการให้แนวคิดในการตัดสินใจเลือกใช้เครื่องมือพร้อมทั้งตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ให้อยู่ในสภาพที่พร้อมใช้งาน

1.3 ข้อมูลในการดำเนินการทดลอง เป็นข้อมูลที่แนะนำข้อปฏิบัติ ตั้งแต่การเริ่มงานสร้าง วงจรทดลองและการต่อสายติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆ

1.4 คำแนะนำในการเก็บรวบรวมข้อมูล (Data Collection Process) เป็นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการปรับแต่งเครื่องมืออุปกรณ์หรือตั้งอัตราวัด เพื่อหาผลลัพธ์ของการทดลองที่เหมาะสมข้อมูลเหล่านี้ประกอบไปด้วย

- การสังเกต (Observation) เป็นข้อมูลที่ช่วยให้ผู้ปฏิบัติพิจารณาผลลัพธ์ที่ได้จากการทดลอง เช่น ให้ปิดเครื่อง ปรับค่าความต้านทาน การกำหนดย่านของการทดลองและสังเกตปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นตามลำดับขั้นที่ควรจะเป็น

- การรวบรวมผลลัพธ์ที่ได้ (Data Collection) หลังจากการสังเกตผลลัพธ์ที่ได้จากการทดลอง ผู้ที่ปฏิบัติจะต้องรวบรวมและบันทึกข้อมูลที่ได้อย่างมีระบบประสิทธิภาพของข้อมูลที่ได้นี้นิยมขึ้นอยู่กับการวางแผนการทดลอง โดยเฉพาะย่านของการทดลองที่เหมาะสม การดำเนินงานเกี่ยวข้องกับข้อมูลที่ได้นี้อาจจะทำในรูปของการรวมกลุ่มของข้อมูลตามความเหมาะสมหรือจัดทำตารางข้อมูลเพื่อความสะดวกในการวินิจฉัย

4.4 ข้อมูลเกี่ยวกับการสรุปผลลัพธ์และรายงาน (Conclusion of Report) ใบบางทดลองที่ดีนั้น จะให้ข้อมูลในลักษณะที่เป็นคำสั่ง หรือคำแนะนำให้ผู้ปฏิบัติแสดงผลลัพธ์ที่ได้ อย่างมีระบบและสามารถสรุปผลของการทดลองได้ตามรูปแบบที่เหมาะสม ข้อมูลภายในใบบางทดลอง จะช่วยให้ผู้ปฏิบัติสามารถทำรายงานและสรุปผลการทดลองได้ ลักษณะข้อมูลดังกล่าวอาจจะเป็นคำถามให้คิดหรือหัวข้อที่ให้ผู้เรียนหาข้อมูลสนับสนุน ข้อมูลประกอบไปด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ข้อมูลที่ช่วยในการเสนอข้อมูล (Presentation of Data) เป็นขั้นเสนอผลลัพธ์ที่ได้จากการทดลองในรูปลักษณะของเอกสารรายงาน การเสนอข้อมูลลักษณะนี้อาจต้องทำอย่างมีระบบ โดยการจัดทำข้อมูลเป็นกลุ่มที่มีความสัมพันธ์กัน อาจจะทำในลักษณะของตารางตัวเลขหรือในรูปแบบของแผนภูมิต่างๆ ใบงานการทดลองที่ดีจะต้องกำหนดหรือเสนอแนะแนวทางให้ผู้ปฏิบัติสามารถดำเนินการได้ตามต้องการ

2. ข้อมูลที่ช่วยในการตีความหมายข้อมูล (Interpretation of Data) ใบงานการทดลองจะให้ข้อมูลนำผู้ปฏิบัติในการจับประเด็นของข้อมูล วิธีการสรุปผลจากกลุ่มของข้อมูลที่มีอยู่ การเลือกตัวแปรและการคำนวณหาผลลัพธ์ของข้อมูลที่ได้จากการทดลอง การให้ข้อมูลในเรื่องนี้อาจมีความละเอียดมากน้อยต่างกันตามประเภทของการทดลอง

3. ข้อมูลที่ช่วยในการอ้างอิงหลักการ (Reference of Data) เป็นขั้นตอนของการเขียนรายงานโดยอาศัยหลักทฤษฎีและอาศัยหลักต่างๆ อ้างอิงในลักษณะของ

- การสรุปรวมของการค้นพบ (Generalization of Finding)
- การนำเอาผลลัพธ์ที่ได้ไปใช้งาน (Implication of Finding)
- การพยากรณ์ผลที่อาจเกิดขึ้นจากสิ่งอื่นใด (Prediction Behavior of Other

Material)

- การประเมินผลของการทดลอง (Critical Approach of Experimental Procedure and Finding) เป็นการประเมินในเชิงวิจารณ์เกี่ยวกับกระบวนการทดลองและผลลัพธ์ของการทดลอง ใบงานทดลองที่ดี ควรจะให้ข้อมูลด้วยการเสนอแนะหรือกระบวนการตั้งคำถามเพื่อนำทางให้ผู้ปฏิบัติ สามารถหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องมาสนับสนุนผลลัพธ์สำหรับการเขียนรายงานที่ถูกต้อง

4. ลักษณะบางประการของการเขียนรายงาน (Lab Report) การรายงานเป็นส่วนสำคัญของการทดลอง เพราะเป็นส่วนที่แสดงถึงความเข้าใจในการทดลอง การเขียนรายงานอาจจะถือเป็นศิลปะอย่างหนึ่งที่ช่วยพัฒนาความสามารถในการเผยแพร่ข้อมูลต่อสังคม ลักษณะและรูปแบบของการรายงานนั้นมีรายละเอียดมากมาย โดยสรุปแล้วองค์ประกอบที่สำคัญจะแนะนำควรประกอบด้วย

1. บทคัดย่อ (Abstract) ของเรื่อง เป็นการสรุปเรื่องทั้งหมดที่ทำอย่างรัดกุม (Concise)

2. คำนำ (Introduction) บทนำ เป็นการอารัมภบทเรื่อง เป็นการประสานเรื่อง ระหว่างงานที่ปฏิบัติกับหลักทางทฤษฎีเพื่อให้ผู้อ่านเข้าใจเรื่องที่ทำ

3. หลักการและจุดมุ่งหมายของการทำงาน (Notation and Theory) เป็นการอธิบายความหมายของคำศัพท์หรือสัญลักษณ์ที่ใช้กล่าวถึง ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องโดยสรุป

4. การดำเนินงานและผลลัพธ์ (Procedure and Result) กล่าวถึง

เอกสารที่สำคัญของการดำเนินงานและผลลัพธ์ที่ดีได้ศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. แผนภูมิ (Diagrams) บางครั้งการเขียนรายงานต้องอาศัยรูปหรือวงจรประกอบคำอธิบายทั้งนี้ก็แล้วแต่เหตุการณ์

6. การอภิปราย (Discussion of Result) ขั้นตอนนี้มีความสำคัญ คือ จะเป็นขั้นที่แสดงออกถึงความสามารถเชิงความคิดของผู้ทำการทดลองในการให้เหตุผลของภาค้นพบ ด้วยการมีหลักฐานอ้างอิงอย่าง สมบูรณ์ ความเชื่อถือได้ (Reliability) ของการทดลองเป็นเรื่องสำคัญอีกเรื่องหนึ่งที่จะทำให้ผลงานได้ยอมรับจากผู้อื่น ในกรณีนี้ผู้ทำการทดลองจะต้องหาพิสูจน์ข้อมูลเพื่อพิสูจน์ความเชื่อถือของข้อมูลในรายงานให้ได้

7. ข้อสรุป (Conclusion) เป็นการสรุปเรื่องที่ต้องอาศัยความสามารถของการใช้ภาษาด้วยการใช้คำบรรยายที่มีความชัดเจน สั้นและรัดกุม

8. หลักฐานอ้างอิง (Reference) เป็นการแสดงหลักฐานของข้อมูลที่น่ามาใช้ในการประกอบการอ้างอิงหรือสรุปเรื่อง การอ้างอิงเป็นสาระสำคัญที่จะสร้างความเชื่อถือจากผู้อื่น เท่าที่กล่าวนี้เป็นลักษณะรูปแบบหนึ่งของการเขียนรายการทดลอง (Lab Report) ซึ่งการทดลองแต่ละประเภทนั้น มีความต้องการรายงานไม่เหมือนกัน เพราะฉะนั้นจึงเป็นหน้าที่อันหนึ่งที่เป็นงานทดลองต้องใช้คำสั่งหรือคำแนะนำที่เหมาะสมและชัดเจน

4.5 ข้อมูลสำหรับการประเมินผล (Assessment Information) หมายถึง ข้อมูลที่ใช้ในการตรวจสอบความรู้ความสามารถ และเข้าใจในเรื่องที่เรียนได้ปฏิบัติงานการตรวจสอบในเรื่องนี้ข้อมูลที่เป็นคำถามใบใบงานการทดลองนั้น อาจเป็นลักษณะของคำถามที่แบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทคือ

1. คำถามในเนื้อหาการทดลอง (Assessment Question) คือข้อมูลที่เป็นคำถามในเรื่องที่เกี่ยวกับงานที่ได้ปฏิบัติโดยเฉพาะเรื่องของเหตุผลในการทำงานแต่ละขั้นตอนเป็นการทดสอบความรู้และความเข้าใจในการทดลองโดยตลอด

2. คำถามเชิงวิจารณ์ (Critical Question) เป็นคำถามที่ค่อนข้างจะออกไปนอกเรื่องของงาน เป็นการประเมินความสามารถในการมองภาพรวมของเรื่อง (Generalize) ที่ทำทั้งหมด และสามารถนำความรู้ความสามารถที่ได้จากการทดลองนั้นไปใช้ในงานอื่นได้อย่างไร ซึ่งมักเรียกว่า การถ่ายโยงความรู้ (Transfer of Learning) ข้อมูลที่ใบงานทดลองควรจะให้ได้ในขั้นตอนนี้ คือ การตั้งคำถามให้ผู้เรียนได้คิดในลักษณะของความคิดตรรกะในเรื่องที่เรียนรู้อยู่แล้ว ผู้เรียนจะต้องมีความสามารถในการวิเคราะห์และพยากรณ์เหตุการณ์ต่างๆ ที่อาจเกิดขึ้นได้

#### 5. การสร้างใบงานการทดลอง

งานการทดลองนั้นเริ่มต้นจากการสร้างใบงาน การสร้างอุปกรณ์การทดลอง การประเมินผล จนกระทั่งถึงขั้นการสร้างคู่มือการทดลอง ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนดังนี้

5.1 การวิเคราะห์เนื้อหาที่จะสร้างใบงาน การศึกษารายละเอียดของเนื้อหาในการ

เอกสารที่คล่องเกี่ยวกับเรื่องใดก็ตามผู้สร้างใบงานที่ทดลองควรทราบรายละเอียดเกี่ยวกับเนื้อหาเป็นอย่างดี ไม่ควรฉาบฉวย ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และเขียนออกมาเป็นภาษาเขียน จะทำให้ผู้สร้างเห็นความสัมพันธ์ของความคิดรวบยอด (Concept) และหลักการ (Principle) ภายในเนื้อหาได้เป็นอย่างดี และมองเห็นขั้นตอนการทดลองที่ควรจะเป็นได้อย่างชัดเจน จนสามารถกำหนดจุดประสงค์สำคัญของการสอน (Teaching Point) ที่เหมาะสมได้

5.2 การวิเคราะห์ความสามารถในการปฏิบัติงานย่อย การดำเนินงานขั้นนี้ทำเพื่อหาข้อมูลสำหรับเขียนใบงานตามรูปแบบให้ข้อมูลในการทดลอง (Conventional Format) ทำให้ได้มาซึ่งองค์ประกอบของใบงานดังที่แสดงไว้ในตารางแสดงข้อมูลและที่มาขององค์ประกอบของใบงานการทดลอง

5.3 การกำหนดวัตถุประสงค์ของการทดลอง การกำหนดวัตถุประสงค์ของการทดลองกระทำหลังจากวิเคราะห์ความสามารถในการปฏิบัติงานแล้ว ซึ่งจะได้ความรู้และทักษะที่ใช้ในการทำงานว่ามีอะไรบ้างจึงจะทำให้ผู้เรียนบรรลุผลตามเป้าหมายในการทำงานนั้น ความรู้และทักษะเป็นจะนำไปใช้ในการเขียนใบงานได้ 2 กรณีคือ ความรู้และทักษะที่ใช้ในการทำงานนำไปกำหนดเป็นความรู้และความสามารถก่อนเรียน ความรู้และทักษะที่จะได้รับการทำงานนำไปกำหนดเป็นวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่หวังจะให้ผู้เรียนได้รับ

5.4 เขียนใบงานการทดลอง ข้อมูลที่ใช้ในการเขียนใบงานการทดลอง จะได้จากใบวิเคราะห์เนื้อหา ใบวิเคราะห์ความสามารถในการปฏิบัติงาน และใบวิเคราะห์วัตถุประสงค์การสอนเอกสารต่างๆเหล่านี้จะให้ข้อมูลเพื่อเขียนองค์ประกอบของใบงานแบบให้ข้อมูลในการทดลอง ซึ่งมีแนวทางการเขียนดังนี้

1. ชื่อเรื่อง แสดงถึงขอบเขตของการปฏิบัติการทดลองนั้น
2. วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม แสดงถึงสิ่งที่คาดหวังให้เกิดแก่ผู้เรียนหลังจากการปฏิบัติการทดลองนั้นสิ้นสุดลง
3. เนื้อหา แสดงถึงภาพรวมของเรื่องที่ต้องการศึกษา คืออะไร ทำงานได้อย่างไร และมืองค์ประกอบที่สำคัญอะไรบ้าง
4. ความรู้ที่ควรมีก่อนเรียน แสดงถึงผู้ที่ปฏิบัติงานที่กำหนดได้นั้นจะต้องมีความรู้ความสามารถอย่างใดอย่างหนึ่งมาก่อน จึงจะปฏิบัติงานนี้ได้ทั้งนี้เพื่อป้องกันอันตราย หรือความเสียหายที่อาจจะเกิดขึ้นกับสิ่งของหรือผู้ปฏิบัติงานได้
5. ชนิดและจำนวนวัสดุอุปกรณ์ เครื่องมือ วงจรการทดลอง แสดงถึงลักษณะงานของการทดลองนั้น
6. ข้อควรระวัง แสดงถึงสิ่งที่ต้องระมัดระวังเพื่อป้องกันความเสียหายของอุปกรณ์เครื่องมือและอันตรายต่อผู้ปฏิบัติการทดลอง
7. ลำดับขั้นตอนปฏิบัติการทดลอง แสดงถึงข้อมูลที่แต่ละขั้นตอนของการ

เอกสารดำเนินงานที่เป็นจริงตามที่ได้จากการวิเคราะห์ความสามารถจากการปฏิบัติงาน ใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. ตารางบันทึกข้อมูลการทดลอง แสดงถึงข้อมูลที่ได้แต่ละขั้นตอนของการทดลองที่ต้องบันทึกลงในแบบฟอร์ม เพื่อนำผลไปสรุปต่อไป

9. สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง แสดงถึงข้อสรุปที่ได้จากการทดลองนั้นและการวิจารณ์ผลการทดลองที่ได้ว่าสัมพันธ์กับทฤษฎีหรือไม่ได้ค้นพบอะไรจากการทดลองนั้น

10. คำถาม เป็นคำถามในเรื่องเกี่ยวกับงานที่ได้ปฏิบัติการทดลอง โดยเฉพาะ เรื่องของเหตุผลในการปฏิบัติการทดลองแต่ละขั้นตอนเป็นการทดสอบความรู้และความเข้าใจในการปฏิบัติการทดลอง

5.6 การสร้างอุปกรณ์ทดลอง

5.7 การทดลองเบื้องต้น

5.8 การสร้างคู่มืองานการทดลอง

## 2.5 สื่อการเรียนการสอนประเภททดลอง

(สุมาลี จันทร์ชโล. 2547:29-34) ได้กล่าวไว้ว่า สื่ออาจมีหลายประเภท มีบทบาทในการเรียนการสอน มีลักษณะ และคุณสมบัติแตกต่างกัน บางประเภทใช้สำหรับเรียนรู้ด้วยตัวเอง บางประเภทใช้ประกอบการสอน เพื่อสื่อสารในเนื้อหาให้มากขึ้น สื่อการเรียนการสอนอาจแบ่งได้เป็น

1. สื่อสิ่งพิมพ์ ได้แก่ ตำรา หนังสือประกอบการเรียน เอกสารการสอน ใบงาน แผนภูมิ เป็นต้น

2. สื่อวัสดุ อุปกรณ์, รวมทั้ง โปรแกรม Software ต่างๆ

3. สื่อครุภัณฑ์มีหลายประเภท ตามลักษณะวิชา

สื่อบางประเภทเหมาะสำหรับครูเป็นผู้ใช้ บางประเภทผู้เรียนเป็นผู้ใช้ ครูนักวิจัยอาจจะใช้สื่อประเภทใดประเภทหนึ่งสร้างเป็นนวัตกรรมและนำไปใช้ในการเรียนการสอนเพื่อให้เกิดการพัฒนา ตัวอย่างสื่อ สำหรับครูเช่น แผนการสอน เอกสารประกอบการสอน เครื่องมือวัด ชุดการสอน เป็นต้น ส่วนสื่อสำหรับผู้เรียน เช่น บทเรียนสำเร็จรูป ชุดทดลอง เอกสารประกอบการเรียน ใบงาน

การสร้างชุดทดลองการประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR เบอร์ ATMEGA 32 ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาหลักการสร้างสื่อการเรียนการสอนประเภทชุดทดลอง เพื่อทำการสร้างชุดทดลอง ให้ผู้เรียนเป็นผู้ปฏิบัติการทดลอง วัลลภ จันทร์ตระกูล. (2543:110-128) ได้อธิบายขั้นตอนการสร้างสื่อการเรียนการสอนประเภทชุดทดลองดังนี้

1. กำหนดวัตถุประสงค์ในการนำชุดทดลองไปใช้ในการสอน การนำชุดทดลองไปใช้ในการสอน ควรกำหนดให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการเรียน ซึ่งการออกแบบสร้างจะสำเร็จผล

ตามเป้าหมาย และใช้ได้ จริงจะต้องศึกษาข้อมูลต่างๆประกอบ ได้แก่ สภาพการณ์ในการเรียนการสอน เอกสารเป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่ขึ้นด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สอน ศึกษาข้อมูลด้านวิชาการและกลุ่มผู้เรียน จากนั้นก็นำไปใช้เขียนวัตถุประสงค์เป็นข้อๆและ กำหนดขอบเขตคุณลักษณะของชุดทดลองที่จะออกแบบสร้าง สุดท้ายจะต้องตรวจสอบความ สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของบทเรียนอีกครั้ง

2. กำหนดหน้าที่ (Function) ของชุดทดลอง จากคำบรรยายคุณลักษณะ ของชุดทดลอง ที่ กำหนดขึ้นในข้อที่ 1 นำมาวิเคราะห์เพื่อค้นหาคำพื้นฐาน (Basic Term) ซึ่งจะทราบถึงรายการหน้าที่ ต่างๆของชุดทดลอง ศึกษาพิจารณาปัจจัยที่จะทำให้อุปกรณ์ทำงานได้ตามรายการหน้าที่

3. การศึกษาปัจจัยที่จะทำให้ชุดทดลองทำงานได้ตามรายการหน้าที่ ในขั้นนี้เป็นการคิดค้น สิ่งที่ทำให้อุปกรณ์สามารถทำงานได้ตามรายการหน้าที่ ที่กำหนด โดยทั่วไปจะอยู่ในรูปของวัสดุ พลังงาน และสัญญาณ สิ่งที่ต้องกำหนด อาจเขียนเป็นคำสั้นๆ หรือภาพสเกตต่างๆ เพื่อให้ได้ ชิ้นส่วนประกอบของอุปกรณ์มากที่สุด ชิ้นส่วนที่คิดค้นขึ้นมาควรพิจารณาถึงการประกอบความ ยากง่ายในการผลิตและค่าใช้จ่าย

4. การวิเคราะห์และตัดสินใจเลือกชิ้นส่วนของอุปกรณ์ จากการเลือกในข้อที่ 2.5.3 นำมา เลือกหาผลลัพธ์ที่ดีที่สุด โดยพิจารณาเกณฑ์กำหนดเรื่องประสิทธิภาพในการทำงาน ขนาดรูปร่าง ความคงทน การบำรุงรักษาและราคา

5. การสร้างต้นแบบและตรวจสอบ เมื่อเลือกชิ้นส่วนได้แล้วจะต้องนำมาร่างเป็น ภาพประกอบต้นแบบคร่าวๆหรือเป็นภาพชิ้นงานชิ้นง่ายุก่อน จากนั้นจึงทำการสร้างต้นแบบ ในตอนนี้จะต้องมีการทดลองซึ่งต้องทดลองกลไกหน้าที่อุปกรณ์บางอย่าง การทำชุดทดลอง ต้นแบบจะต้องทำการตรวจสอบทางเทคนิค ค้นหาข้อมูลบางอย่างเพื่อให้แน่ใจว่าอุปกรณ์นั้นมี คุณลักษณะตรงตามความต้องการ

6. การเขียนแบบ เพื่อประโยชน์ในการผลิตครั้งต่อไปงานเขียนแบบนี้มีความสำคัญ มาก แบบงานจะเป็นข้อมูลสำหรับดำเนินการผลิต ดังนั้นแบบงานของชุดทดลองจะต้องมีแบบทั้ง แบบภาพประกอบและการแยกชิ้น

7. การเตรียมเอกสารประกอบอุปกรณ์ที่ออกแบบสร้างโดยทั่วไปควรต้องจัดเอกสาร ประกอบหรือคู่มือการใช้งาน เพื่อให้ผู้ใช้จะได้ใช้อุปกรณ์ได้อย่างถูกต้องสอดคล้องกับ วัตถุประสงค์ในการออกแบบและสร้างอุปกรณ์

## 2.6 การสอนแบบทดลอง

การสอนภาคปฏิบัติในการสอนทางด้านช่างอุตสาหกรรมนั้นจัดว่ามีความสำคัญเป็นอย่าง มาก เพราะเป็นการพัฒนาความสามารถของผู้เรียนจากการจัดประสบการณ์ที่เป็นโอกาสให้ ผู้เรียนได้รับความรู้ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาวิชา และการฝึกทักษะที่จำเป็นของการทำงานเพื่อเป็นการ เตรียมความพร้อมของผู้เรียน ไปสู่งานทางด้านอุตสาหกรรม งานปฏิบัติการที่ผสมผสานกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้ผู้ใดเห็นว่าเป็นประโยชน์ในการค้า ไม่ว่ากรรมใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระหว่างความรู้ข้อมูลในศาสตร์ ความสามารถทางสมอง (Intellectual Skill and Cognitive Strategies) ความสามารถทางกาย (Manipulative Skill) และการพัฒนาทัศนคติ (Affective) กิจกรรมการเรียนการสอนที่สนับสนุนความสามารถเหล่านี้ ได้แก่การสอนแบบทดลอง ซึ่งจากการศึกษาพบว่าได้มีการพัฒนารูปแบบ การสอนแบบทดลองเพื่อนำมาใช้ในการสอนช่างอุตสาหกรรมทำให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาความรู้ ทักษะ ความสารด และประสบการณ์เป็นอย่างมาก โดยมีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของการสอนแบบทดลองไว้ดังนี้

บุญชม ศรีสะอาด (2537) ได้ให้ความหมายของการสอนปฏิบัติการทดลองคือ การสอนที่ให้ผู้กระทำกิจกรรมการเรียนการสอนภายใต้การแนะนำช่วยเหลืออย่างใกล้ชิด โดยทำการทดลองปฏิบัติผ่านการสังเกตการทดลองสภาพที่ควบคุมไว้ ทำให้ผู้เรียนมีความฉลาดในการใช้เครื่องมือในการทำงานรู้จักสังเกตหาข้อมูลจาก สถานการณ์จริงและสามารถสรุปผลจากการศึกษาค้นพบได้ถูกต้อง

ชูศักดิ์ เปลี่ยนภู (2539) ได้ให้ความหมายของการปฏิบัติการทดลอง (Laboratory Instruction) ไว้ว่า การทดลอง (Laboratory) เป็นการให้การศึกษาโดยให้ผู้เรียนได้มีโอกาส สัมผัส และได้รับประสบการณ์เกี่ยวกับการใช้เครื่องมือ และวัสดุด้วยการลงมือปฏิบัติ เป็นงานที่ฝึกการประสานงานระหว่างข้อมูลทางวิชาการในศาสตร์ ความสามารถทางสมองหรือความคิดกับประสาทสัมผัสต่างๆ (Co-ordination between mental and perception) เป็นการให้ประสบการณ์หลายมิติที่พัฒนาความสามารถของมนุษย์หลายประการ

พิสิฐ และธีรพล (2531) ได้ให้ความหมายของการสอนปฏิบัติการทดลองไว้ว่า การทดลองเป็นการให้การศึกษาโดยให้ผู้เรียนได้มีโอกาสสัมผัสและได้รับประสบการณ์เกี่ยวกับการใช้เครื่องมือ และวัสดุด้วยการลงมือปฏิบัติ ประสบการณ์ที่ได้รับ เริ่มจากการวางแผน การออกแบบ การต่อวงจร การใช้เครื่องมือสำหรับการทดลอง การสังเกต การบันทึกข้อมูลทางเทคนิค การสรุปการวิเคราะห์ผล ตลอดจนการทำงานที่เกี่ยวข้องกับบุคคลในลักษณะต่างๆ ตั้งแต่การปรึกษาหารือระหว่างผู้ร่วมงานจนถึงการติดต่อเพื่อหาข้อมูลจากผู้อื่น การจัดการเรียนการสอน ในการปฏิบัติการทดลองให้บรรลุเป้าหมายได้จึงต้องมีการกำหนดสิ่งต่างๆ ให้สอดคล้อง เช่นบทบาทผู้สอน ลำดับขั้นตอนของการสอน และกิจกรรมปฏิบัติการสอน และกิจกรรมปฏิบัติการทดลอง

จากความหมายดังกล่าว สรุปได้ว่าการสอนปฏิบัติการทดลอง เป็นวิธีการสอนที่จะต้องจัดรูปแบบของการเรียนการสอนให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ เพื่อให้เกิดโอกาสในการฝึกทักษะ เกิดความสามารถทั้งทางด้าน ร่างกายและสมอง และเป็นการนำเอาความรู้ในการเรียนในส่วนของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคทฤษฎีไปสู่การเรียนรู้ภาคปฏิบัติ เพื่อเป็นการพิสูจน์ข้อเท็จจริง เพื่อสร้างความเข้าใจที่ถูกต้อง หรืออาจก่อให้เกิดความรู้ใหม่จากการผลการทดลองที่แตกต่างกันออกไป

ผู้สอนจะต้องรู้เนื้อหาหรือขอบเขตที่จะสอน และเข้าใจขั้นตอนการปฏิบัติ จึงจะสามารถถ่ายทอดองค์ความรู้หรือกระบวนการปฏิบัติได้ การจัดองค์ประกอบการสอนแบบทดลอง ที่ช่วยพัฒนาความสามารถของผู้เรียนอันได้จากการเรียนรู้ของระบบการเรียนการสอนแบบทดลองซึ่งเป็นวัตถุประสงค์ที่ต้องการ จากการตระหนักถึงความสำคัญ ผู้วิจัยจึงต้องการที่จะทำการศึกษาและวิจัยในเรื่องดังกล่าว ซึ่งพิธีฐและธีรพล (2531) ได้อธิบายการจัดองค์ประกอบการสอนแบบทดลอง 3 ด้านคือ 1. บทบาทของผู้สอนในการเรียนการสอนแบบทดลอง 2. ลำดับขั้นตอนการสอนแบบทดลอง 3. ประเภทของการจัดกิจกรรมปฏิบัติการทดลอง

1. บทบาทของผู้สอนในการสอนแบบทดลอง การเรียนการสอนแบบทดลองนี้ ถึงแม้จะกำหนดให้ผู้เรียนเป็นผู้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเองก็ตาม แต่ผู้สอนก็ยังมีบทบาทต่อการสอนด้วย โดยผู้สอนจะทำหน้าที่เป็นผู้คอยดูแลช่วยเหลือผู้เรียนเมื่อผู้เรียนต้องการความช่วยเหลือ ผู้สอนจะมีบทบาทเพียงผู้คอยให้คำแนะนำ คอยช่วยเหลือ และคอยสนับสนุนให้ผู้เรียนสนใจที่จะปฏิบัติการทดลอง โดยผู้สอนอยู่ในห้องที่ผู้เรียนทำการทดลองตลอดเวลา และควรยืนอยู่ในตำแหน่งที่ผู้เรียนทุกคนสามารถมองเห็นได้ทั่วถึง ผู้สอนไม่ควรมีบทบาทมากเกินไป ควรจะเปิดโอกาสให้ผู้เรียนทำการ ค้นคว้า และปฏิบัติการทดลองด้วยตนเอง ผู้สอนจำเป็นต้องเตรียมการสอนอย่างดี นอกจากการเตรียมตัวในการสอนแล้วผู้สอนจะต้องเตรียมผู้เรียน โดยการสร้างแรงจูงใจเพื่อให้ผู้เรียนเกิดความสนใจอยากที่จะเรียน อยากที่จะทำการทดลอง ผู้สอนอาจจะสาธิตเทคนิค หรือ อธิบายหลักการวิธีการในการทำงานให้ผู้เรียนได้เข้าใจเสียก่อน แนะนำให้ผู้เรียนรู้จักใช้ข้อมูลที่รวบรวมได้ จากการปฏิบัติการทดลองมาสรุปผล และประเมินผลการปฏิบัติงาน บทบาทของผู้สอนในกระบวนการเรียนการสอนที่มีการทดลอง แบ่งออกได้เป็น 3 ขั้นตอนคือ

1.1 การอภิปรายก่อนการทดลอง (Pre-Lab Discussion) ผู้สอนจะต้องพยายามเตรียมคำถามต่างๆ เพื่อเป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนอยากรู้ อยากเห็น คิด หรือ สงสัย หรือแนวทางเพื่อที่ผู้เรียนจะได้สืบเสาะหาคำตอบต่อไปตลอดจนให้คำแนะนำต่างๆ ในการทดลอง อาทิ ควรทำอะไรก่อนหรือไม่ควรทำอะไรตลอดจนเตือนเรื่องความปลอดภัย เป็นต้น

1.2 การให้ผู้เรียนปฏิบัติการทดลอง (Experiment Period) ผู้สอนจะต้องดูแลให้คำแนะนำอย่างใกล้ชิด คอยกระตุ้น สนับสนุน และเป็นที่ปรึกษาอยู่ด้วย มิใช่ปล่อยให้ผู้เรียนปฏิบัติการทดลองตามลำพังฝ่ายเดียว

1.3 การอภิปรายหลังการทดลอง (Post-Lab Discussion) ผู้สอนจะต้องเตรียมคำถามต่างๆ เพื่อช่วยให้ผู้เรียนสามารถใช้ข้อมูล หรือผลการทดลองที่รวบรวมไว้ได้ สรุปเป็น

กฎเกณฑ์ ทฤษฎี หรือหลักการต่างๆ รวมทั้งอภิปรายข้อผิดพลาด (Error) ของการทดลองที่อาจเป็นไปได้

ผู้สอนจะมีบทบาทเพียงผู้ที่คอยแนะนำคอยช่วยเหลือ และคอยสนับสนุนให้ผู้เรียนสนใจทำปฏิบัติการทดลอง ผู้สอนไม่ควรมีบทบาทมากเกินไป ควรปล่อยให้ผู้เรียนทำการค้นคว้าทดลองด้วยตนเอง

2. ลำดับขั้นตอนของการสอนแบบทดลอง การสอนแบบทดลองเป็นการสอนที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ตรงและส่งเสริมการค้นพบด้วยตนเอง อาจเป็นการพิสูจน์สิ่งที่คนอื่นค้นพบไว้แล้ว ขณะเดียวกันอาจเป็นการค้นคว้าสิ่งใหม่ๆ ไปด้วย อีกทั้งยังเป็นการฝึกใช้เครื่องมือ การสังเกต การเก็บรวบรวมข้อมูล การแปลความหมายและการเสนอข้อมูล ขั้นตอนการสอนปฏิบัติการทดลองสามารถแบ่งออกได้ 3 ชั้น

2.1 ชั้นปฐมนิเทศและการสร้างแรงจูงใจ ผู้สอนจะเป็นผู้เสนอแนะสิ่งที่จะทำการทดลอง โดยอธิบายให้ผู้เรียนเข้าใจในวิธีการทดลอง และแจกคำแนะนำในการทดลอง การที่ทำให้ผู้เรียนได้เกิดความเข้าใจอย่างชัดเจนในสิ่งที่จะทำการทดลอง จะช่วยไม่ให้ผู้เรียนเสียเวลาและจะทำการทดลองด้วยความเชื่อมั่นในตนเอง

2.2 ชั้นปฏิบัติการ ผู้เรียนทุกคนอาจจะทำการทดลองในปัญหาเดียวกัน หรือแตกต่างกันก็ได้ การทดลองจะกินเวลานานเท่าใด ขึ้นอยู่กับลักษณะของการทดลอง และความแตกต่าง ระหว่างบุคคล ในขั้นนี้ผู้เรียนจะทำงานภายใต้การสนับสนุนของผู้สอน ความแตกต่างระหว่างบุคคลเป็นสิ่งที่ควรนำมาพิจารณาในการมอบหมายงาน หรือเวลาในการทำงาน

2.3 ชั้นสรุปผล หลังจากการทดลองเสร็จเรียบร้อยแล้ว จะเป็นขั้นสรุปผลการทดลอง ซึ่งอาจจะดำเนินการ โดย อธิบายถึงธรรมชาติ และความสำคัญของปัญหาแต่ละกลุ่ม หรือแต่ละคนได้ทำการทดลอง รายงานข้อมูลหรือข้อค้นพบที่รวบรวมได้ แสดงตัวอย่างที่ได้จากผลงาน แสดงนิทรรศการผลงานพร้อมอธิบายประกอบ

3. ประเภทของการจัดกิจกรรมปฏิบัติการทดลอง สำหรับการให้ผู้เรียนทำปฏิบัติการทดลองนั้น มีวิธีการปฏิบัติที่แตกต่างกัน จำแนกได้เป็น 5 รูปแบบ คือ

3.1 แบบดั้งเดิม (Conventional Type) เป็นการทดลองที่ให้ข้อมูล ให้ผู้เรียนปฏิบัติทดลองอย่างสมบูรณ์ ซึ่งมีรูปแบบตั้งแต่การบอกรวบรวมข้อมูล ขั้นตอนการทดลอง การติดตั้งอุปกรณ์ กรรมวิธีการใช้เครื่องมือ ขั้นตอนการวัดและสังเกตผล การวัดค่าต่างๆ วิธีการบันทึกข้อมูล ตลอดจนการสรุปผลการทดลองประเภทนี้ มีจุดมุ่งหมายให้ผู้เรียน ได้รู้จักวิธีการใช้เครื่องมือ อุปกรณ์หลักการ หรือทฤษฎีบทต่างๆ ตลอดจนการสร้างความรู้ความคุ้นเคยกับขบวนการทดลอง

3.2 แบบค้นคว้าด้วยตนเองอย่างมีแนวทาง (Structural Discovery) เป็นการทดลองที่มุ่งให้ผู้เรียนได้ศึกษาตัวแปรต่างๆ ที่ได้จากทดลอง เพื่อหากฎเกณฑ์เกี่ยวกับหลักการหรือ

เอกสารปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น หรือศึกษาการทำงานของเครื่องมืออุปกรณ์ต่างๆ ตามขั้นตอนที่เหมาะสมการ  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จัดการทดลองอาศัยหลักการของ Discovery Learning โดยผู้เรียนอาศัยความสามารถของตนเองอย่างเต็มที่ ในการค้นคว้าจนถึง Guide Discovery ซึ่งผู้เรียนจะต้องศึกษาค้นคว้าภายใต้การควบคุมของผู้สอนอย่างใกล้ชิด ข้อมูลที่ใช้สำหรับการทดลองประเภทนี้ แบ่งออกเป็นส่วนๆ คือข้อมูลสำหรับการเริ่มต้นข้อมูลที่ทำให้ผู้เรียนค้นหาคำตอบเองในระหว่างการทดลอง ข้อมูลที่แนะนำให้ผู้เรียนปฏิบัติในขั้นสูงขึ้นไปอีก

3.3 แบบสืบสวนสอบสวน (Investigation Type) เป็นการทดลองที่มุ่งพัฒนาความสามารถของการใช้เครื่องมือ อุปกรณ์ ในการทดลอง เพื่อหาข้อมูลพิสูจน์ข้อสงสัย หรือพิสูจน์สมมติฐานที่ตั้งไว้ โดยปกติ การทดลองประเภทนี้จะไม่ให้ข้อมูลเกี่ยวกับวิธีการดำเนินงานอย่างสมบูรณ์ จะละทิ้งข้อมูลบางอย่างเพื่อเปิดโอกาสให้ผู้เรียนค้นหาข้อมูลได้ เอกสารการทดลอง (Laboratory Sheet) ก็จะให้ข้อมูลบางอย่าง ซึ่งอาจจะเป็นส่วนประกอบของปัญหาในการดำเนินการต่อไป ทั้งนี้เพื่อเป็นแนวทางในการสืบสวนข้อเท็จจริงต่อไป

3.4 แบบแก้ไขปัญหา (Problem Solving) เป็นการทดลองที่มีจุดมุ่งหมายให้ผู้เรียนเกิดความสามารถ ในการพัฒนาระบบการแก้ไขปัญหาให้กับตัวเอง ตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบไปด้วย ขั้นตอนต่างๆคือ กระบวนการวิเคราะห์ปัญหา กรรมวิธีในการตั้งสมมติฐานสำหรับปัญหาที่พบ การค้นหาวิธีการแก้ปัญหามในรูปแบบต่างๆ ขบวนการหาข้อมูลสำหรับการแก้ปัญหา การสรุปปัญหาวิธีการแก้ปัญห และผลลัพธ์ของการแก้ปัญห ข้อมูลของการทดลองประเภทนี้ จะมีการกำหนดชื่อเรื่องของปัญหาให้ โดยมีรายละเอียดของปัญหาที่พอเหมาะคือไม่มากเกินไป จนเป็นการปิดโอกาสที่ผู้เรียนจะคิดหาทางแก้ปัญหาคด้วยตนเอง และไม่น้อยเกินไปจนผู้เรียนขาดแนวทางที่จะปฏิบัติได้ ต่อจากปัญหาและองค์ประกอบของปัญหาก็ควรจะเป็นข้อมูลที่ช่วยในการวางแผนแก้ปัญหโดยพยายามให้ผู้เรียนสร้างระบบการแก้ไขปัญหาหลายๆวิธี และคัดเลือกวิธีการที่เหมาะสม

3.5 แบบโครงการ (Project Type) เป็นการทดลองที่มีลักษณะเปิดกว้าง ในรูปแบบของสถานการณ์จำลองที่ต้องการให้ผู้เรียนศึกษาตามองค์ประกอบของความกว้างของเนื้อหา และขอบเขตของเวลา ที่จำกัดภายใต้การควบคุมดูแลของผู้สอน แต่องค์ประกอบภายในยังเป็นงานที่มีขั้นตอนย่อยที่อยู่ในรูปแบบของการทดลองแบบต่างๆ หลากรูปแบบตั้งแต่ Discovery จนถึง Problem Solving การทดลองชนิดนี้มีจุดมุ่งหมายที่จะให้ประสบการณ์หลายด้านกับผู้เรียน ตั้งแต่การแสวงหาข้อมูลในลักษณะของการศึกษาและสำรวจสถานะของงานที่จะทำการออกแบบวงจร และการทดลองเบื้องต้นในรูปแบบต่างๆ แล้วนำผลของการทดลองนั้นมาประยุกต์รวมกันเป็นผลงานรวมที่มีความหมายในตัวเอง การทำการทดลองลักษณะนี้มีวิธีการดำเนินการทำงานหลายรูปแบบ ตั้งแต่การสร้างแก้ไข โดยอาศัยเครื่องมือที่มีจาก โรงฝึกงาน และห้องปฏิบัติการจนถึงงานแก้ปัญหาระดับสูง อย่างไรก็ตามการทดลองแบบนี้ก็เป็นงานพื้นฐานนำไปสู่งานโครงการที่ใหญ่ขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.7 การหาประสิทธิภาพชุดทดลอง

ประสิทธิภาพของชุดทดลอง หมายถึง คุณภาพของชุดทดลองที่สร้างขึ้น โดยวัดจากผลปฏิบัติงานของนักศึกษาที่เรียนด้วยชุดทดลอง และประสิทธิภาพ เป็นเครื่องมือที่สามารถทำให้ได้ข้อมูลที่ดีที่สุด เชื่อถือได้มาก โดยใช้วิธีการที่สะดวก รวดเร็ว คล่องตัว แต่เสียเวลาน้อย และลงทุนน้อย และใช้แรงงานน้อย (ภัทธา นิคมานนท์, 2539:121-151)

เพื่อเป็นการรับรองว่าชุดทดลองที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพในการสอน ผู้วิจัยต้องกำหนดเกณฑ์ขึ้น โดยคำนึงถึงหลักการที่ว่า การเรียนรู้เป็นกระบวนการที่ช่วยให้การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมบรรลุผลต้องคำนึงถึงกระบวนการและผลสัมฤทธิ์ โดยการกำหนดเป็นตัวเลขร้อยละของคะแนนเฉลี่ยมีค่าเป็น  $E_1/E_2$  ดังนั้นการคิดค่าประสิทธิภาพของชุดทดลองที่สร้างขึ้น คำนวณได้จากสูตรต่อไปนี้

$$E_1 = \frac{\sum x/N}{A} \times 100$$

$$E_2 = \frac{\sum x/N}{B} \times 100$$

|       |          |   |
|-------|----------|---|
| เมื่อ | $E_1$    | คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในการปฏิบัติใบงานทดลอง |
|       | $E_2$    | คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในการปฏิบัติใบงานรวม   |
|       | $\sum x$ | คือ คะแนนรวมของการปฏิบัติใบงานทดลองของนักศึกษา  |
|       | $\sum y$ | คือ คะแนนรวมของการปฏิบัติใบงานรวมของนักศึกษา    |
|       | A        | คือ คะแนนเต็มของการปฏิบัติใบงานทดลอง            |
|       | B        | คือ คะแนนเต็มของการปฏิบัติใบงานรวม              |
|       | N        | คือ จำนวนผู้เรียนทั้งหมด                        |

## 2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

วัลลภ จันทรตระกูล (2547: บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยการพัฒนาชุดการสอน เรื่อง ไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาสร้าง และหาประสิทธิภาพของชุดการสอน วิชา ไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งประกอบด้วยเอกสารการสอน ชุดแผ่นวงจร สำหรับประลองภาคปฏิบัติ สามารถใช้สอนนักศึกษา สาขาช่างอุตสาหกรรมด้านเครื่องกล ซึ่งไม่จำเป็นต้องมีความรู้พื้นฐานทางด้านอิเล็กทรอนิกส์ ผลจากการวิจัยพบว่าจากการดำเนินการเก็บข้อมูลได้สอบถามความคาดหวัง และทำแบบทดสอบก่อนการเริ่มการสอน กลุ่มตัวอย่างทำคะแนนได้ร้อยละ 3 หลังจากดำเนินการไม่ต่ำกว่าเกณฑ์ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สอนตามแผนการสอนที่กำหนดไว้ ทั้งภาคทฤษฎี และปฏิบัติ เมื่อถึงเวลากลางเทอม ได้ทำการทดสอบหลังเรียน กลุ่มตัวอย่างทำคะแนนได้ร้อยละ 37.37 และทำแบบทดสอบปลายเทอมอีกครั้ง กลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบได้ ร้อยละ 84.5 เมื่อคำนวณเฉลี่ยการทำแบบทดสอบหลังเรียนรวม ได้ ร้อยละ 50.16 และเมื่อสิ้นสุดการสอนได้สำรวจความคิดเห็นของกลุ่มตัวอย่าง ที่มีต่อชุดการสอน ด้านเนื้อหาการสอน และด้านวิธีการสอน ปรากฏว่าผู้เรียนส่วนใหญ่แสดงความคิดเห็นไปทางด้านดี

สุชิน ชินสีห์ (2548: บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยการสร้างและศึกษาประสิทธิภาพชุดทดลอง ไมโครคอนโทรลเลอร์ เรื่องการรับส่งข้อมูลกับอุปกรณ์เชื่อมต่อภายนอกของ PIC Microcontroller ศึกษาความคิดเห็นของนักศึกษาเกี่ยวกับชุดทดลอง ใบงานการทดลอง และการเรียนด้วยสื่อการสอนชุดทดลองเรื่องการรับส่งข้อมูลกับอุปกรณ์เชื่อมต่อภายนอกของ PIC Microcontroller ผลจากการวิจัยพบว่า นักศึกษาที่เรียนด้วยชุดทดลองการรับส่งข้อมูลกับอุปกรณ์เชื่อมต่อภายนอกของ PIC Microcontroller มีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าคะแนนก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ค่าประสิทธิภาพของชุดทดลองการรับส่งข้อมูลกับอุปกรณ์เชื่อมต่อภายนอกของ PIC Microcontroller ที่สร้างขึ้นมีค่าร้อยละ 87.33/82.92 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ร้อยละ 80/80

สุรพงษ์ สิริพงศ์ดี (2547: บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยการออกแบบและสร้างโมดูลชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC 16F876 โดยทำการทดลองและหาประสิทธิภาพจากกลุ่มผู้ทรงคุณวุฒิที่มีความเชี่ยวชาญทางด้านไมโครโปรเซสเซอร์ และไมโครคอนโทรลเลอร์ทางการศึกษาจำนวน 5 ท่าน และทางด้านวิศวกรรม จำนวน 5 ท่าน ผลการวิจัยพบว่า วงจรและโมดูลบอร์ดชุดทดลองปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC 16F876 ที่สร้างขึ้นมีคุณภาพด้านการศึกษาเท่ากับ 4.49 และทางด้านวิศวกรรมเท่ากับ 0.58 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัย

สุวัชชัย เลิศสถาพรสุข (2547: บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยการสร้างชุดทดลองการประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ผู้วิจัยได้ทำการสร้างชุดทดลองการประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 พร้อมกับใบงานจำนวน 12 ใบงาน ในการวิจัยได้เลือกใบงาน 4 ใบงาน โดยนำชุดทดลองที่สร้างขึ้นไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 2 สาขาวิชา ช่างอิเล็กทรอนิกส์ แผนกอิเล็กทรอนิกส์ โรงเรียนเทคโนโลยีสยาม จำนวน 20 คนภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2547 ผลจากการวิจัยพบว่า ชุดทดลองการประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 82.89/81.45 สูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้และเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัย

ชุตินา ประทีปชัย (2548: บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยการพัฒนาบทเรียนช่วยสอนและการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับการเรียนในชั้นเรียนปรกติ เรื่องการเชื่อมต่อไมโครโปรเซสเซอร์กับอุปกรณ์ภายนอก ผลจากการวิจัยปรากฏว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดคือ 80.80/80.16 และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองที่เรียน โดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสูงกว่ากลุ่มทดลองที่เรียนในชั้นเรียนปกติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.5

เศรษฐ์ ไชยมงคล (2551: บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยการพัฒนา บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเสริม เรื่องการเขียนโปรแกรมภาษาซีสำหรับไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS 51 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อน-หลัง ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผลจากการวิจัยปรากฏว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประสิทธิภาพของบทเรียน เท่ากับ 88.00/90.43



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 3

### วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองแบบกลุ่มเดียว เรื่องชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR ATMEGA 32 ในการเรียนวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ ตามหลักสูตรระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา โดยมีการออกแบบการวิจัย ดังนี้

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

#### 3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

##### 3.1.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 2 สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคฉะเชิงเทรา ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ ปีการศึกษา 2554 จำนวน 80 คน

##### 3.1.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 2 สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคฉะเชิงเทรา ที่ได้จากการคัดเลือกแบบเจาะจง 1 ห้องเรียน มีจำนวนนักศึกษา 24 คน

#### 3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นประกอบด้วย

##### 1. ชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR เบอร์ ATMEGA 32

ส่วนประกอบของชุดทดลองประกอบด้วย

- 1) ชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR ATMEGA32 พร้อมทั้ง คู่มือ
- 2) ใบงาน

##### 2. แบบประเมิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) แบบประเมินคุณภาพของชุดทดลอง

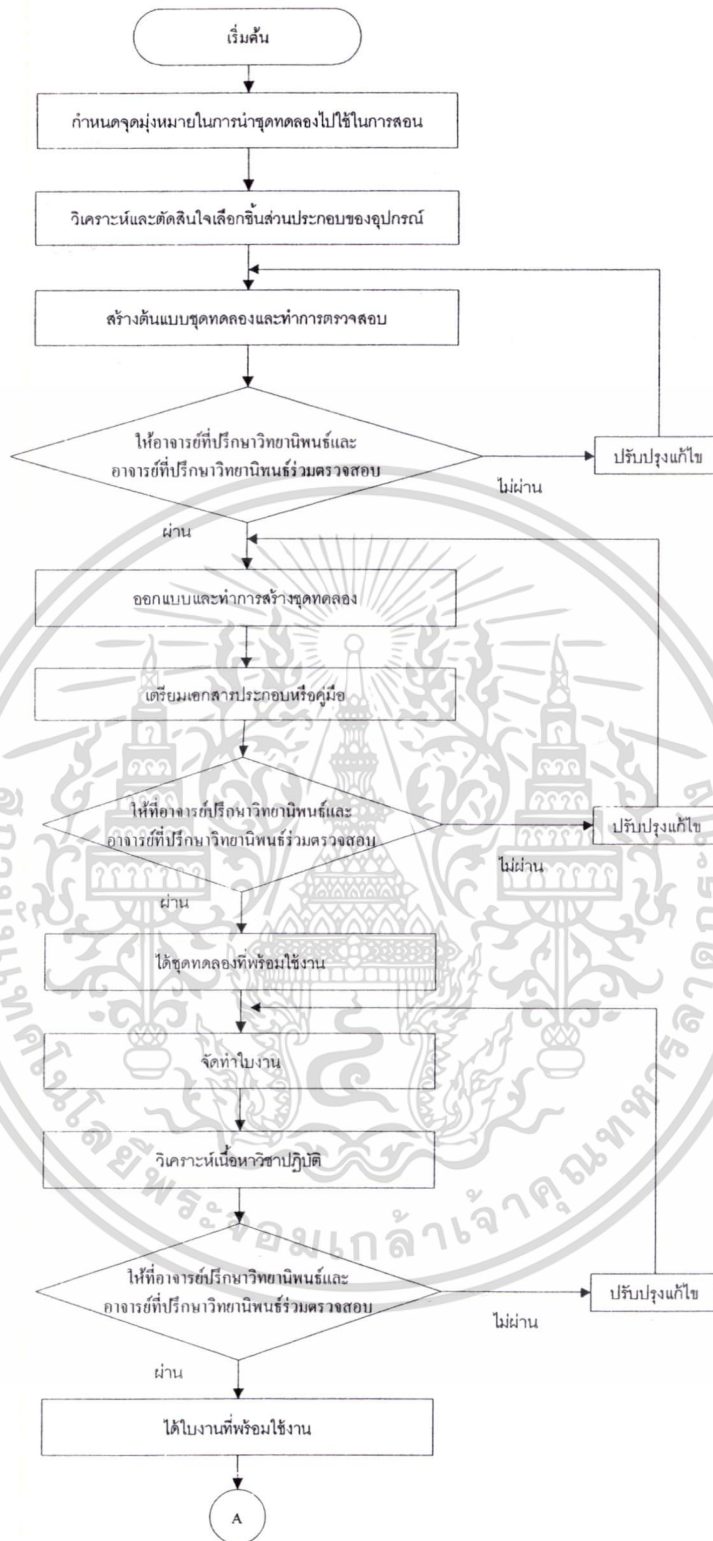
2) แบบประเมินคุณภาพของแบบวัดความสามารถทางการปฏิบัติ

3.2.1 การสร้างเครื่องมือ

3.2.1.1 การสร้างชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR เบอร์ ATMEGA

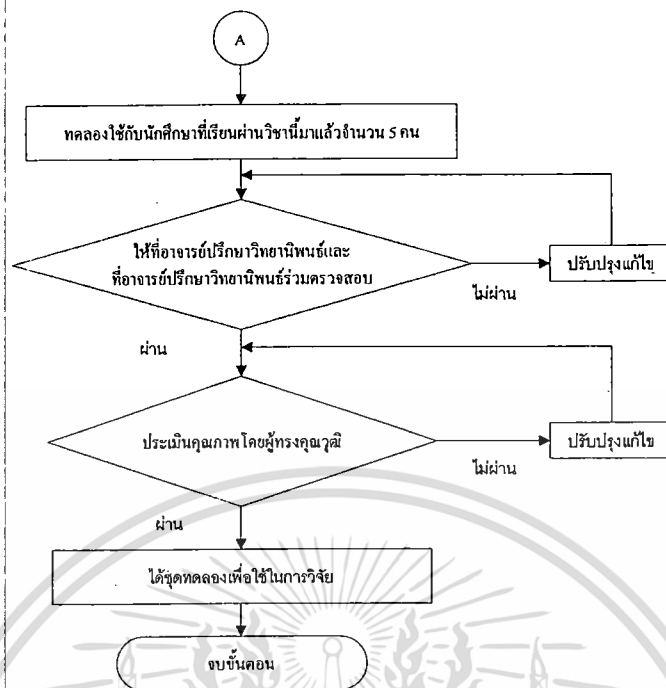
32 จะมีขั้นตอนการสร้างตามรูปที่ 3.1





ภาพที่ 3.1 การสร้างชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR ATMEGA 32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.1 (ต่อ)

ลำดับขั้นตอนการสร้างชุดทดลองมีดังนี้

- 1) กำหนดจุดมุ่งหมายในการนำชุดทดลองไปใช้ โดยกำหนดจุดมุ่งหมายในการนำชุดทดลองที่สร้างขึ้นไปใช้ในการเรียนการสอน ในรายวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาทางทฤษฎีและการประยุกต์ใช้งานของอุปกรณ์ และสอบถามอาจารย์ผู้สอนรายวิชา เพื่อกำหนดแนวทางในรายละเอียดของหัวข้อเนื้อหาต่างๆของชุดทดลอง รวมถึงศึกษาเอกสารที่เกี่ยวกับหลักการและวิธีการสร้างสื่อการเรียนการสอนประเภทชุดทดลองปฏิบัติ คำนึงว่าเอกสาร วิทยานิพนธ์และตำราต่างๆ เพื่อศึกษาเกี่ยวกับการทำงานวงจรการทดลอง และการคำนวณการออกแบบวงจร
- 2) วิเคราะห์และตัดสินใจเลือกชิ้นส่วนประกอบของอุปกรณ์ โดยการเลือกชิ้นส่วนหรือส่วนประกอบของชุดทดลอง ที่มีความคงทน ง่ายในการดูแลหรือซ่อมแซม และสามารถหาซื้อได้ง่าย
- 3) การสร้างต้นแบบของชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยการสร้างต้นแบบของชุดทดลองโดยการนำตัวอุปกรณ์ มาทำการเชื่อมต่อลงบนแผ่นปริ้นต์สำเร็จรูป จัดแนวการวางตัวอุปกรณ์ แล้วทำการทดลองใช้งาน ชุดทดลองในแต่ละส่วนว่ามีการทำงานถูกต้องหรือไม่
- 4) นำชุดต้นแบบที่ออกแบบมาให้อาจารย์ที่ปริกษาวิทยานิพนธ์และอาจารย์ที่ปริกษาวิทยานิพนธ์ร่วมตรวจสอบ ถ้าพบข้อบกพร่องต้องทำการปรับปรุงแก้ไข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5) ทำการออกแบบและสร้างชุดทดลอง โดยทำการใช้โปรแกรมออกแบบ PCB ทำการร่างแบบ และจัดวางตำแหน่ง และการเดินลายวงจร ให้ถูกต้องตามหลักทาง วิศวกรรม เพื่อส่งผลให้ชุดทดลองทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

6) เตรียมคู่มือการใช้งานชุดทดลอง โดยทำการอธิบายขั้นตอนในการต่อใช้งาน การทำงานในแต่ละส่วนของชุดทดลอง รวมถึงแสดงวงจรการเชื่อมต่อของชุดทดลอง เพื่อใช้ในการตรวจซ่อมแซม ในกรณีที่มีปัญหาในการใช้งาน

7) นำบอร์ดทดลองและคู่มือที่ออกแบบเสร็จแล้วมาให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วมตรวจสอบ ถ้าพบข้อบกพร่องทำการปรับปรุงแก้ไข

8) จัดทำใบงาน โดยมีกรวิเคราะห์เนื้อหาวิชาภาคปฏิบัติ โดยเลือกจัดทำใบงานให้ครอบคลุมกับคำอธิบายรายวิชา จัดลำดับ เนื้อหาของใบงานให้เหมาะสมกับการเรียนรู้ ลำดับขั้นตอนในการทดลอง ทฤษฎีประกอบใบงานเพื่อใช้ในการทดลอง

9) นำมาใบงานที่สร้างขึ้น มาให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วมตรวจสอบ ถ้าพบข้อบกพร่องต้องทำการปรับปรุงแก้ไข

10) นำชุดทดลองที่ได้มาทำการทดลองกับนักศึกษาสาขาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคฉะเชิงเทรา ที่เคยเรียนวิชานี้มาแล้วจำนวน 5 คน เพื่อหาข้อบกพร่องของชุดทดลองที่สร้างขึ้นมา แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข

11) นำชุดทดลองที่ได้มาให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วมตรวจสอบถ้าพบข้อบกพร่องต้องทำการปรับปรุงแก้ไข

12) นำชุดทดลองที่ได้ไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 5 ท่าน ทำการประเมินโดยแบบประเมินคุณภาพของชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR ATMEGA 32 รายนามของผู้ทรงคุณวุฒิมีดังนี้

1) รศ.กิติพงศ์ มะโน รองศาสตราจารย์ประจำสาขาวิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

2) ผศ.วรวิทย์ สมหา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประจำสาขาวิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

3) ผศ.สุชิน ออาจหาญ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประจำสาขาวิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

4) ผศ.ปิยะ สุภวาราสวัสดิ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประจำสาขาวิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

5) อาจารย์บรรพต จันท์แดง หัวหน้าแผนกอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคฉะเชิงเทรา

### 3.2.1.2 การสร้างแบบประเมินคุณภาพชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR เบอร์ ATMEGA32

การสร้างแบบประเมินคุณภาพของบอร์ดทดลองและใบงาน จะใช้เป็นแบบประเมินมาตราส่วน (Rating Scale) สามารถแบ่งเป็น 5 ระดับ ดังนี้

|   |         |                             |
|---|---------|-----------------------------|
| 5 | หมายถึง | ชุดทดลองมีคุณภาพดีมาก       |
| 4 | หมายถึง | ชุดทดลองมีคุณภาพดี          |
| 3 | หมายถึง | ชุดทดลองมีคุณภาพปานกลาง     |
| 2 | หมายถึง | ชุดทดลองมีคุณภาพพอใช้       |
| 1 | หมายถึง | ชุดทดลองมีคุณภาพควรปรับปรุง |

เกณฑ์การประเมินระดับคุณภาพ ในการวิเคราะห์ระดับคะแนนเฉลี่ยแต่ละข้อ ในทุกด้าน จะใช้เกณฑ์กำหนดช่วงคะแนนเฉลี่ยไว้เพื่อให้สะดวกในการแปลความหมายของคะแนนดังต่อไปนี้

|               |         |  |
|---------------|---------|--|
| 4.50 ถึง 5.00 | หมายถึง | ชุดทดลองมีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก       |
| 3.50 ถึง 4.49 | หมายถึง | ชุดทดลองมีคุณภาพอยู่ในระดับดี          |
| 2.50 ถึง 3.49 | หมายถึง | ชุดทดลองอยู่ในระดับปานกลาง             |
| 1.50 ถึง 2.49 | หมายถึง | ชุดทดลองมีคุณภาพอยู่ในระดับพอใช้       |
| 1.00 ถึง 1.49 | หมายถึง | ชุดทดลองมีคุณภาพอยู่ในระดับควรปรับปรุง |

#### ขั้นตอนการสร้างแบบประเมินคุณภาพของชุดทดลอง

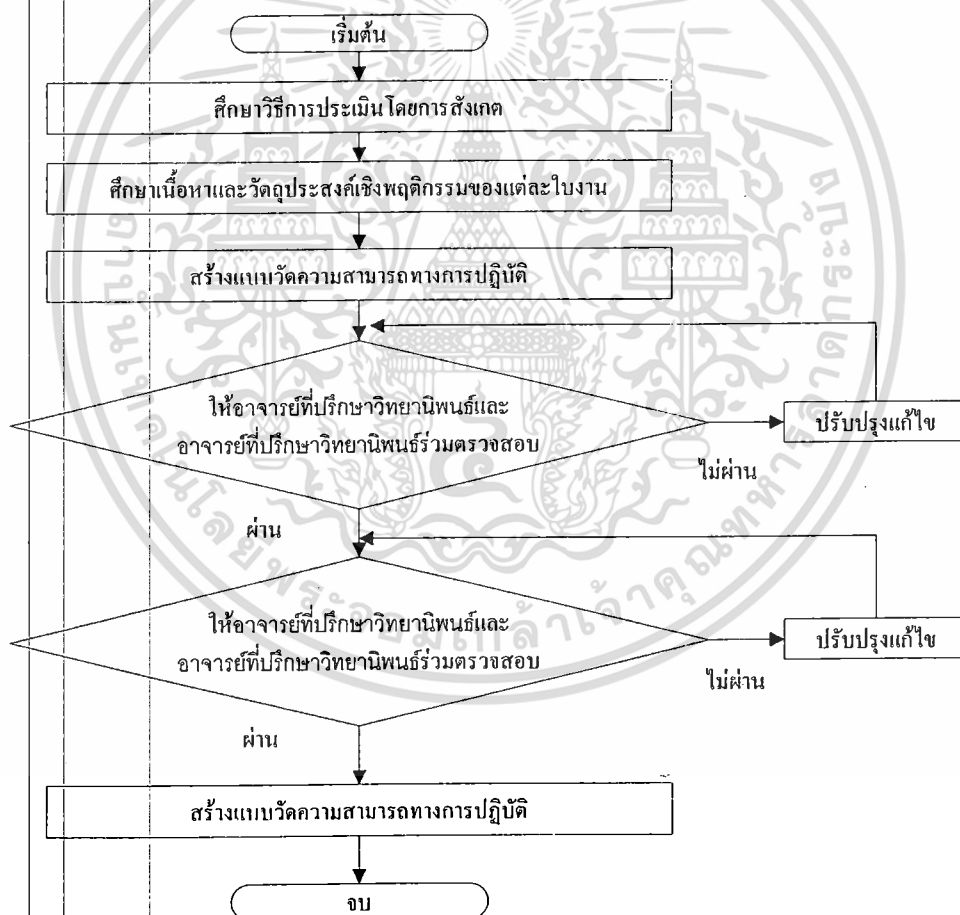
- 1) ศึกษาวิธีการประเมินคุณภาพของชุดทดลองตามแนวทางการประเมินคุณภาพสื่อการสอนของพิสิฐ เมธาภัทร และธีระพล เมธิกุล (2531)
- 2) ออกแบบประเมินคุณภาพของชุดทดลอง
- 3) นำแบบประเมินคุณภาพที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม เพื่อตรวจสอบและแก้ไขปรับปรุง
- 4) นำแบบประเมินที่ได้ไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิเพื่อใช้ในการประเมินชุดทดลอง
- 5) นำแบบแสดงความคิดเห็นที่ได้มาทำการประเมินคุณภาพโดยการวิเคราะห์ค่าทางสถิติด้วยวิธีการหาค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

### 3.2.1.3 การสร้างแบบวัดความสามารถทางการปฏิบัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีขั้นตอนดังนี้

- 1) ศึกษาวิธีการประเมินผล โดยใช้การสังเกตเพื่อวัดความสามารถและทักษะในการปฏิบัติงานของนักศึกษาจากเอกสารที่เกี่ยวข้อง
- 2) ศึกษาเนื้อหาและวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของแต่ละใบงาน
- 3) สร้างแบบวัดความสามารถทางการปฏิบัติ เป็นแบบตรวจรายการเพื่อวัดความสามารถและทักษะในการปฏิบัติงาน
- 4) นำแบบวัดความสามารถทางการปฏิบัติไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วมตรวจสอบและเพื่อปรับปรุงแก้ไข
- 5) นำแบบวัดความสามารถทางการปฏิบัติไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิทำการประเมินและเสนอแนะเพื่อปรับปรุง



ภาพที่ 3.2 การสร้างแบบวัดความสามารถทางการปฏิบัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.2.2 การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

3.2.2.1 การตรวจสอบเครื่องมือทางด้านชุดทดลอง แบบทดสอบและประเมินความสามารถทางการปฏิบัติ

ผู้วิจัยได้ตรวจสอบคุณภาพของชุดทดลองและแบบประเมิน ด้วยการสร้างแบบสอบถามความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิที่มีต่อเครื่องมือที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จำนวน 5 ท่าน รายนามของผู้ทรงคุณวุฒิมีดังนี้

- 1) รศ.กิติพงศ์ มะโน รองศาสตราจารย์ประจำสาขาวิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
- 2) ผศ.วรวิทย์ สมหา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประจำสาขาวิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
- 3) ผศ.สุชิน อจหาญ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประจำสาขาวิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
- 4) ผศ.ปิยะ ศุภวาราสวัฒน์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประจำสาขาวิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
- 5) อาจารย์บรรพต จันทร์แดง หัวหน้าแผนกอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคฉะเชิงเทรา

### 3.3 วิธีการดำเนินการวิจัยและเก็บรวบรวมข้อมูล

การทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ แผนกอิเล็กทรอนิกส์ ที่เรียนในรายวิชา ไมโครคอนโทรลเลอร์ วิทยาลัยเทคนิคฉะเชิงเทรา จำนวน 24 คน โดยการดำเนินการทดลองดังนี้

3.3.1 ให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม และผู้ทรงคุณวุฒิ ทำการตรวจสอบเครื่องมือที่จะนำไปใช้

3.3.2 กำหนดกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง

3.3.3 ทำหนังสือขอความร่วมมือในการทำวิจัยจากบัณฑิตศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เพื่อติดต่อกับผู้อำนวยการ วิทยาลัยเทคนิคฉะเชิงเทรา เพื่อทำการทดลองเก็บรวบรวมข้อมูล โดยใช้ห้องเรียนของแผนกอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคฉะเชิงเทรา

3.3.4 อธิบายขอบข่ายเนื้อหา วัตถุประสงค์และคำชี้แจงในการปฏิบัติในงานและการประเมิน ให้กับกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย

3.3.5 ทำการสอนทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการทดลองตามใบงานครั้งละ 1 ใบงาน พร้อมสาธิตการใช้งานชุดทดลอง และให้นักศึกษาทำการทดลองตามใบงานจนครบ 4 ใบงาน

3.3.6 เก็บข้อมูลการวิจัยโดยให้กลุ่มตัวอย่างทำการปฏิบัติใบงานระหว่างเรียนครั้งละ 1 ใบงาน และทำการวัดทักษะการปฏิบัติงาน โดยแบบวัดความสามารถทางการปฏิบัติใบงานระหว่างเรียน เมื่อกลุ่มตัวอย่างทำการทดลองตามใบงานเสร็จ จึงให้ทำการแบบทดสอบใบงานระหว่างเรียนทดลองจนครบ 4 ใบงาน

3.3.7 เมื่อทดลองใบงานระหว่างเรียนเสร็จแล้ว ให้นักศึกษาทำการทดลองปฏิบัติ ใบงานรวมและทำการวัดประสิทธิภาพ โดยวัดแบบวัดความสามารถทางการปฏิบัติใบงานรวม และทดสอบโดยใช้แบบทดสอบใบงานรวม

3.3.8 นำผลคะแนนที่ได้จากการปฏิบัติใบงานมาวิเคราะห์ตามวิธีการทางสถิติ

### 3.4 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

3.4.1 สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพของชุดทดลอง มีดังนี้

การหาค่าทางสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์หาคุณภาพของชุดทดลอง มีดังนี้

3.4.1.1 การหาค่าคะแนนเฉลี่ยของแบบแสดงความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ ( $\bar{X}$ ) ใช้สูตร ดังนี้ (รวิวรรณ ชินะตระกูล. 2542: 164)

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n}$$

|       |           |         |                       |
|-------|-----------|---------|-----------------------|
| เมื่อ | $\bar{X}$ | หมายถึง | ค่าเฉลี่ยของคะแนน     |
|       | $\sum X$  | หมายถึง | ผลรวมของข้อมูลทั้งหมด |
|       | $X$       | หมายถึง | คะแนนแต่ละจำนวน       |
|       | $n$       | หมายถึง | จำนวนข้อมูลทั้งหมด    |

3.4.1.2 ในการหาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) (รวิวรรณ ชินะตระกูล. 2542: 179)

$$S.D. = \sqrt{\frac{\sum (X - \bar{X})^2}{(n-1)}}$$

|       |        |         |                         |
|-------|--------|---------|-------------------------|
| เมื่อ | S.D.   | คือ     | ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน |
|       | $\sum$ | คือ     | ผลรวม                   |
|       | $X$    | หมายถึง | ผลรวมของคะแนนแต่ละคน    |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$\bar{X}$  หมายถึงค่าเฉลี่ยของคะแนนทั้งหมด  
 $n$  คือ จำนวนผู้ทรงคุณวุฒิทั้งหมด

3.4.1.3 ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม  
 ใช้สูตร ดังนี้ (พรณี ลีกิจวัฒน์. 2550:106)

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

IOC หมายถึง ดัชนีความสอดคล้อง  
 $\sum$  หมายถึง ผลรวม  
 $R$  หมายถึง คะแนนรายข้อตามดุลยพินิจของผู้ทรงคุณวุฒิ  
 $N$  หมายถึง จำนวนผู้ทรงคุณวุฒิ

แบบทดสอบที่ใช้ได้จะต้องมีค่าดัชนีความสอดคล้องมากกว่า 0.5 ขึ้นไป

3.4.2 สถิติที่ใช้ในการประเมินคุณภาพของแบบวัดความสามารถทางการปฏิบัติ

ผู้วิจัยได้ทำการประเมินคุณภาพของแบบวัดความสามารถทางการปฏิบัติโดยการใช้ค่าดัชนีความสอดคล้อง ระหว่างแบบวัดความสามารถทางการปฏิบัติในแต่ละข้อกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม คำนวณได้จากสูตรการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) หัวข้อการให้คะแนนที่ใช้ได้จะต้องมีค่าดัชนีความสอดคล้องมากกว่า 0.5 ขึ้นไป

3.4.3 การหาค่าประสิทธิภาพของชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR เบอร์ ATMEGA

32

ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล โดยใช้สถิติดังนี้

3.4.3.1 ค่าประสิทธิภาพของชุดทดลอง  $E_1/E_2$  (ไชยยศ เรืองสุวรรณ.2533:139)

$$E_1 = \left[ \frac{\sum X}{\frac{N}{A}} \right] \times 100$$

$$E_2 = \left[ \frac{\sum Y}{\frac{N}{B}} \right] \times 100$$

|       |          |   |
|-------|----------|---|
| เมื่อ | $E_1$    | คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในการปฏิบัติใบงานทดลอง |
|       | $E_2$    | คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในการปฏิบัติใบงานรวม   |
|       | $\sum X$ | คือ คะแนนรวมของการปฏิบัติใบงานทดลองของนักศึกษา  |
|       | $\sum Y$ | คือ คะแนนรวมของการปฏิบัติใบงานรวมของนักศึกษา    |
|       | A        | คือ คะแนนเต็มของการปฏิบัติใบงานทดลอง            |
|       | B        | คือ คะแนนเต็มของการปฏิบัติใบงานรวม              |
|       | N        | คือ จำนวนผู้เรียนทั้งหมด                        |



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 4

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเพื่อพัฒนาชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR ATMEGA 32 สำหรับใช้ในการประกอบการเรียนการสอนในรายวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัส 3105-2014 ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บข้อมูล เพื่อหาประสิทธิภาพของชุดทดลอง โดยการทดลองกับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ สาขางานเทคนิคคอมพิวเตอร์ แผนกอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคฉะเชิงเทรา ตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 โดยผลการวิเคราะห์ข้อมูลเป็นไปตามลำดับ ดังนี้

#### 4.1 การวิเคราะห์คุณภาพของชุดทดลอง

##### 4.1.1 การวิเคราะห์คุณภาพของชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR ATMEGA 32

##### 4.1.2 การวิเคราะห์คุณภาพของใบงาน

#### 4.2 การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดทดลอง

#### 4.1 การวิเคราะห์คุณภาพของชุดทดลอง

การวิเคราะห์คุณภาพของชุดทดลองแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ การวิเคราะห์คุณภาพของชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR ATMEGA32 การวิเคราะห์คุณภาพของใบงาน ซึ่งได้จากแบบประเมินที่ประเมินโดยผู้ทรงคุณวุฒิ ดังนี้

##### 4.1.1 การวิเคราะห์คุณภาพของชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR ATMEGA 32

การประเมินคุณภาพของชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR ATMEGA 32 ทำการประเมินโดยผู้ทรงคุณวุฒิ 5 ท่าน ซึ่งผลการประเมินมีรายละเอียด ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับคุณภาพของชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR ATMEGA 32

| ข้อที่ | รายการประเมิน                                     | $\bar{X}$ | S.D. | ระดับคุณภาพ |
|--------|---|-----------|------|-------------|
| 1      | เหมาะสมกับระดับผู้เรียน                           | 4.60      | 0.55 | ดีมาก       |
| 2      | สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียน                  | 4.20      | 0.45 | ดี          |
| 3      | มีความสะดวกในการเตรียมอุปกรณ์                     | 5.00      | 0.00 | ดีมาก       |
| 4      | อุปกรณ์การสอนทำให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ | 4.60      | 0.55 | ดีมาก       |
| 5      | อุปกรณ์การสอนให้ประสบการณ์ในการเรียนรู้           | 4.60      | 0.55 | ดีมาก       |
| 6      | ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการใช้อุปกรณ์                 | 4.80      | 0.45 | ดีมาก       |
| 7      | ความเหมาะสมในการจัดตำแหน่งติดตั้งอุปกรณ์          | 4.40      | 0.55 | ดี          |
| 8      | มีความสัมพันธ์การใช้งานร่วมกับใบงาน               | 4.80      | 0.45 | ดีมาก       |
| 9      | มีความสะดวกในการดำเนินการสอน                      | 4.80      | 0.45 | ดีมาก       |
| 10     | ความปลอดภัยในขณะที่ทำการทดลอง                     | 4.80      | 0.45 | ดีมาก       |
| 11     | รูปร่าง ขนาดมีความเหมาะสม                         | 4.40      | 0.55 | ดี          |
| 12     | มีวิธีการใช้ไม่ยุ่งยากซับซ้อน                     | 4.60      | 0.55 | ดีมาก       |
| 13     | ความสะดวกในการบำรุงรักษา                          | 4.60      | 0.55 | ดีมาก       |
| 14     | มีความคงทนแข็งแรง                                 | 4.60      | 0.55 | ดีมาก       |
| 15     | ชุดทดลองมีประโยชน์ต่อการเรียนการสอน               | 4.80      | 0.45 | ดีมาก       |
|        | ค่าเฉลี่ยรวม                                      | 4.64      | 0.47 | ดีมาก       |

จากตารางที่ 4.1 เป็นตารางแสดงการประเมินคุณภาพโดยผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 5 ท่าน สามารถวิเคราะห์ สามารถวิเคราะห์ผลการประเมินความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิที่มีต่อชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR ATMEGA 32 ตามลำดับการประเมินดังนี้

การประเมินที่ได้ระดับคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก ได้แก่ มีความสะดวกในการเตรียมอุปกรณ์  $\bar{X}=5.00$ , S.D. =0.00 รองลงมาคือ ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการใช้อุปกรณ์  $\bar{X} =4.80$ , S.D. =0.45 เหมาะสมกับระดับผู้เรียน  $\bar{X}=4.60$ , S.D. =0.55

การประเมินที่ได้รับคุณภาพอยู่ในระดับดี ได้แก่ ความเหมาะสมในการจัดตำแหน่งติดตั้งอุปกรณ์  $\bar{X}=4.40$ , S.D. =0.55 รองลงมาคือ สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียน  $\bar{X} =4.20$ , S.D. =0.45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปได้ว่าบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR ATMEGA 32 มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.64 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.47

#### 4.12 การวิเคราะห์คุณภาพของใบงาน

การประเมินคุณภาพของใบงาน ทำการประเมินโดยผู้ทรงคุณวุฒิ 5 ท่าน ซึ่งผลการประเมินมีรายละเอียด ดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับคุณภาพของใบงาน

| ข้อที่ | ข้อความ   | $\bar{X}$ | S.D. | ระดับคุณภาพ |
|--------|---|-----------|------|-------------|
| 1      | ใบงานครอบคลุมวัตถุประสงค์                         | 4.80      | 0.45 | ดีมาก       |
| 2      | ใบงานมีเนื้อหาถูกต้อง                             | 4.40      | 0.55 | ดี          |
| 3      | ใบงานมีความเหมาะสมของลำดับขั้นความรู้             | 4.40      | 0.55 | ดี          |
| 4      | ใบงานมีเนื้อหาความเหมาะสมกับผู้เรียน              | 4.20      | 0.45 | ดี          |
| 5      | เนื้อหาก่อให้เกิดแรงจูงใจในการเรียน               | 4.60      | 0.55 | ดีมาก       |
| 6      | ความชัดเจนในการอธิบายลำดับขั้นการทดลองในแต่ละขั้น | 4.40      | 0.55 | ดี          |
| 7      | ความสะดวกในการบันทึกผลที่ได้จากการทดลอง           | 4.40      | 0.55 | ดี          |
| 8      | สามารถใช้เวลาในการสื่อความหมายให้เข้าใจได้ดี      | 4.80      | 0.45 | ดีมาก       |
|        | ค่าเฉลี่ยรวม                                      | 4.50      | 0.51 | ดี          |

การประเมินที่ได้ระดับคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก ได้แก่ ใบงานครอบคลุมวัตถุประสงค์  $\bar{X} = 4.80$ , S.D. = 0.45 รองลงมาคือ เนื้อหาก่อให้เกิดแรงจูงใจในการเรียน  $\bar{X} = 4.60$ , S.D. = 0.55

การประเมินที่ได้ระดับคุณภาพอยู่ในระดับดี ได้แก่ ใบงานมีเนื้อหาถูกต้อง  $\bar{X} = 4.40$ , S.D. = 0.55 รองลงมาคือ ใบงานมีเนื้อหาความเหมาะสมกับผู้เรียน  $\bar{X} = 4.40$ , S.D. = 0.55

สรุปได้ว่า ใบงานมีระดับคุณภาพอยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.50 มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.51

#### 4.2 การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดทดลอง

การทดลองใช้ชุดทดลองโดยใช้กับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 2 แผนก อิเล็กทรอนิกส์ สาขาวิชาช่างอุตสาหกรรม ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม วิทยาลัยเทคนิคฉะเชิงเทรา เป็นการทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 24 คน มีจุดมุ่งหมายเพื่อหาประสิทธิภาพของชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR ATMEGA 32 ตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 ได้ผลดังตารางที่ 4.3 ต่อไปนี้

ตารางที่ 4.3 ประสิทธิภาพของชุดทดลอง (กลุ่มตัวอย่างจำนวน 24 คน)

| รายการ                           | จำนวนผู้เรียน | คะแนนเต็ม | คะแนนเฉลี่ยที่ได้ | ร้อยละ | เกณฑ์ร้อยละ |
|----------------------------------|---------------|-----------|-------------------|--------|-------------|
| คะแนนการปฏิบัติใบงานระหว่างเรียน | 24            | 280       | 226.58            | 80.92  | 80          |
| คะแนนการปฏิบัติใบงานรวม          | 24            | 70        | 57.75             | 82.50  | 80          |

จากตารางที่ 4.3 ผลที่ปรากฏ คือ นักศึกษาปฏิบัติใบงานระหว่างเรียน ได้คะแนนเฉลี่ยจากการทำใบงานคือ 226.58 คิดเป็นร้อยละ 80.92 และผลคะแนนจากการทำใบงานรวมได้คะแนนคิดเป็นร้อยละ 82.50 ดังนั้น ชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR ATMEGA 32 มีประสิทธิภาพเท่ากับ  $80.92/82.46$  ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80/80

## บทที่ 5

### สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเพื่อพัฒนาชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR ATMEGA 32 สำหรับประกอบการเรียนวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัสวิชา 3105-2014 สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ แผนกอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคฉะเชิงเทรา ได้สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะดังนี้

#### 5.1 สรุปผลการวิจัย

5.1.1 วัตถุประสงค์การวิจัย

5.1.2 สมมติฐานของการวิจัย

5.1.3 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

5.1.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

5.1.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล

5.1.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

5.1.7 สรุปผลการวิจัย

#### 5.2 อภิปรายผลการวิจัย

#### 5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

5.3.2 ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป

#### 5.1 สรุปผลการวิจัย

##### 5.1.1 วัตถุประสงค์การวิจัย

1) เพื่อพัฒนาชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR เบอร์ ATMEGA 32 ที่มี

คุณภาพ

2) เพื่อหาประสิทธิภาพของชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR เบอร์

ATMEGA 32 ที่พัฒนาขึ้น

##### 5.1.2 สมมติฐานของการวิจัย

5.1.2.1 ชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR เบอร์ ATMEGA 32 มีคุณภาพจาก

การประเมินของผู้ทรงคุณวุฒิอยู่ในระดับดีขึ้นไป ( $\bar{X} \geq 3.5$ )

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1.2.2 ชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR เบอร์ ATMEGA 32 ที่ใช้ประกอบการเรียนรายวิชา ไมโครคอนโทรลเลอร์ มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 ( $E_1/E_2$ )

### 5.1.3 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

#### 5.1.3.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 2 สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคฉะเชิงเทรา ที่ลงทะเบียนเรียนวิชา ไมโครคอนโทรลเลอร์ ปีการศึกษา 2554 จำนวน 80 คน

#### 5.1.3.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 2 สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคฉะเชิงเทรา ที่ได้จากการคัดเลือกแบบเจาะจง 1 ห้องเรียน มีจำนวนนักศึกษา 24 คน

#### 5.1.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ ชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR ATMEGA 32 แบบทดสอบ และแบบประเมินคุณภาพ โดยมีรายละเอียดดังนี้

##### 1) ชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR ATMEGA 32

ส่วนประกอบของชุดทดลองประกอบด้วย

1. บอร์ดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR ATMEGA 32
2. ไปงาน

##### 2) แบบทดสอบ

##### 3) แบบประเมินคุณภาพ

1. แบบประเมินคุณภาพของชุดทดลอง
2. แบบประเมินคุณภาพของแบบวัดความสามารถทางการปฏิบัติ

#### 5.1.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ ที่เรียนวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ วิทยาลัยเทคนิคฉะเชิงเทรา จำนวน 24 คน โดยดำเนินการทดลองดังนี้

1) ให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ อาจารย์ที่ปรึกษาที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วมตรวจสอบและผู้ทรงคุณวุฒิทำการประเมินคุณภาพเครื่องมือที่จะนำไปใช้

##### 2) กำหนดกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) ทำหนังสือขอความร่วมมือในการทำวิจัยจากบัณฑิตศึกษา คณะครุศาสตร์  
อุตสาหกรรมสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เพื่อติดต่อกับผู้อำนวยการ  
วิทยาลัยเทคนิคฉะเชิงเทรา เพื่อทำการทดลองเก็บรวบรวมข้อมูล โดยใช้ห้องเรียนของแผนก  
อิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคฉะเชิงเทรา

4) อธิบายข้อบ่งชี้เนื้อหา วัตถุประสงค์และคำชี้แจงในการปฏิบัติในงานและการ  
ประเมิน ให้กับกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย

5) ทำการสอนทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการทดลองตามใบงานครั้งละ 1 ใบงาน พร้อม  
สาธิตการใช้งานชุดทดลอง และให้นักศึกษาทำการทดลองตามใบงานจนครบ 4 ใบงาน

6) เก็บข้อมูลการวิจัยโดยให้กลุ่มตัวอย่างทำการปฏิบัติใบงานระหว่างเรียนครั้งละ  
1 ใบงาน และทำการวัดทักษะการปฏิบัติงาน โดยแบบวัดความสามารถทางการปฏิบัติใบงาน  
ระหว่างเรียน เมื่อกลุ่มตัวอย่างทำการทดลองตามใบงานเสร็จ จึงให้ทำการแบบทดสอบใบงาน  
ระหว่างเรียน ทดลองจนครบ 4 ใบงาน

7) เมื่อทดลองใบงานระหว่างเรียนเสร็จแล้ว ให้นักศึกษาทำการทดลองปฏิบัติ ใบ  
งานรวมและทำการวัดประสิทธิภาพโดยวัดแบบวัดความสามารถทางการปฏิบัติใบงานรวม และ  
ทดสอบโดยใช้แบบทดสอบใบงานรวม

8) นำผลคะแนนที่ได้จากการปฏิบัติใบงานมาวิเคราะห์ตามวิธีการทางสถิติ

#### 5.1.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลของชุดทดลอง ดังนี้

1) การวิเคราะห์ คุณภาพของชุดทดลอง

การประเมินคุณภาพโดยผู้ทรงคุณวุฒิ 5 ท่าน ได้ผลระดับคะแนนของผู้ทรงคุณวุฒิ  
คือ บอร์ดทดลอง ไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR ATMEGA 32 มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ย  
เท่ากับ 4.64 ค่าส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐานเท่ากับ 0.47 และการประเมินคุณภาพของใบงานพบว่าใบ  
งานมี ระดับคุณภาพอยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.50 มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.51

2) การวิเคราะห์คุณภาพของแบบวัดความสามารถทางการปฏิบัติ

การประเมินคุณภาพของแบบวัดความสามารถทางการปฏิบัติ โดยดูจากค่าดัชนี  
ความสอดคล้องของหัวข้อการให้คะแนนของแบบวัดความสามารถทางการปฏิบัติกับวัตถุประสงค์เชิง  
พฤติกรรม (IOC) โดยผู้ทรงคุณวุฒิ 5 ท่าน พบว่าหัวข้อการให้คะแนนของแบบวัดความสามารถ  
ทางการปฏิบัติทุกข้อมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม มีค่า IOC เท่ากับ 1 ทุกข้อ

3) การวิเคราะห์หาค่าประสิทธิภาพของชุดทดลอง

จากการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพพบว่าชุดทดลอง ไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR  
ATMEGA 32 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 80.92/82.50 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80/80

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 5.1.7 สรุปผลการวิจัย

จากการดำเนินการวิจัยตามขั้นตอนดังกล่าว สรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

1) คุณภาพของบอร์ดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR ATMEGA 32 จากการประเมินโดยผู้ทรงคุณวุฒิ มีความคิดเห็นว่า บอร์ดทดลองที่สร้างขึ้นมีรายการที่อยู่ในระดับดีมากในเรื่องของ มีความสะดวกในการเตรียมอุปกรณ์ ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการใช้อุปกรณ์ มีความสัมพันธ์การใช้งานร่วมกับใบงาน มีความสะดวกในการดำเนินการสอน มีความปลอดภัยในขณะที่ทำการทดลอง ชุดทดลองมีประโยชน์ต่อการเรียนการสอน เหมาะสมกับระดับผู้เรียน อุปกรณ์การสอนทำให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ อุปกรณ์การสอนให้ประสบการณ์ในการเรียนรู้ มีวิธีการใช้ไม่ยุ่งยากซับซ้อน ความสะดวกในการบำรุงรักษา มีความคงทนแข็งแรง อีกทั้งยัง ที่อยู่ในระดับดีคือ ด้านมีความเหมาะสมในการจัดตำแหน่งติดตั้งอุปกรณ์ รูปร่าง ขนาดมีความเหมาะสม สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียน สามารถสรุปได้โดยรวมว่า บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR ATMEGA 32 มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.64 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.47

2) คุณภาพของใบงาน โดยผู้ทรงคุณวุฒิ มีความคิดเห็นว่าใบงานที่สร้างขึ้นมีข้อที่ดีมากในเรื่องของ ใบงานครอบคลุมวัตถุประสงค์ สามารถลดเวลาในการสื่อความหมายให้เข้าใจได้ดี เนื้อหาก่อให้เกิดแรงจูงใจในการเรียน อีกทั้งรายการที่อยู่ในระดับดี คือ ด้านใบงานมีเนื้อหาถูกต้อง ใบงานมีความเหมาะสมของลำดับขั้นความรู้ ความชัดเจนในการอธิบายลำดับขั้นการทดลองในแต่ละชั้น ความสะดวกในการบันทึกผลที่ได้จากการทดลอง แต่มีส่วนที่ต้องพัฒนา คือ ในหัวข้อใบงานมีเนื้อหาความเหมาะสมกับผู้เรียน สามารถสรุปได้ว่า ใบงานที่สร้างขึ้นมีระดับคุณภาพอยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.50 มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.51

3) คุณภาพของแบบวัดความสามารถทางการปฏิบัติ โดยผู้ทรงคุณวุฒิ มีความคิดเห็นว่าแบบวัดความสามารถทางการปฏิบัติที่สร้างขึ้นทุกข้อมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมมีค่า IOC เท่ากับ 1 ทุกข้อ ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 0.5

4) การหาประสิทธิภาพของชุดทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง 24 คน ผลการวิจัยซึ่งได้จากการวิเคราะห์ข้อมูล ผลปรากฏว่าชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR ATMEGA 32 ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 80.92/82.50 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 80/80 และเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ โดยมีประสิทธิภาพของกระบวนการวัดผลจากการปฏิบัติใบงานระหว่างเรียนจำนวน 4 ใบงาน ได้ค่าเท่ากับ 80.92 และมีประสิทธิภาพของกระบวนการวัดผลจากการปฏิบัติใบงานรวม ได้ค่าเท่ากับ 82.50

## 5.2 อภิปรายผลการวิจัย

ผลการวิเคราะห์คุณภาพของชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR ATMEGA 32 จากผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 5 ท่านผลปรากฏว่าชุดทดลอง มีคุณภาพอยู่ในระดับ ดีมากมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.64 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ สุวัชชัย เลิศสถาพรสุข (2547) ที่ทำวิจัยเรื่อง การพัฒนาชุดทดลองการประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 หลักสูตร ครุศาสตร์มหาบัณฑิต สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง แสดงว่าชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ที่สร้างขึ้นมีระดับคุณภาพ เป็นที่ยอมรับของผู้ทรงคุณวุฒิ สามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ การที่ได้มาของค่าดังกล่าวนี้ เนื่องจากชุดทดลอง มีความสะดวกในการเตรียมอุปกรณ์ ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการใช้อุปกรณ์ เหมาะสมกับระดับผู้เรียน ความเหมาะสมในการจัดตำแหน่งติดตั้งอุปกรณ์ สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียน และที่สำคัญคือ การได้รับคำแนะนำจาก อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม รวมถึงผู้ทรงคุณวุฒิ ทำให้ชุดทดลองที่สร้างขึ้นมีคุณภาพ เหมาะสมกับการนำไปใช้งาน

การหาประสิทธิภาพของชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR ATMEGA 32 กับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 24 คน ปรากฏว่าผลจากการ ทดสอบใบงานระหว่างเรียนจำนวนทั้งสิ้น 4 ใบงาน และจากการทดสอบใบงานรวมอีก 1 ใบงาน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 80.92/82.50 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด โดยผลของประสิทธิภาพ ของชุดทดลอง โดยวัดคะแนนในการปฏิบัติใบงานระหว่างเรียน 4 ใบงาน คิดเป็น ร้อยละ 80.92 ต่ำกว่าคะแนนจากใบงานรวมที่ได้คะแนนคิดเป็นร้อยละ 82.50 เนื่องจากในการปฏิบัติใบงานรวม มีเนื้อหาที่เกิดจากการนำเนื้อหาจากใบงานที่ 1-4 มาสร้างเป็นเนื้อหาในการปฏิบัติใบงานรวม ทำให้นักศึกษาสามารถนำประสบการณ์จากการทดลองตั้งแต่ใบงานที่ 1-4 มาใช้ในใบงานรวม ทำให้มีค่าเฉลี่ยคะแนนรวมสูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ เศรษฐ์ไชยมงคล (2551) ทำวิจัยเรื่อง บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเสริม เรื่องการเขียนโปรแกรม ภาษาซีสำหรับไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

## 5.3 ข้อเสนอแนะ

### 5.3.1 ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

1. ในการจัดการเรียนการสอนก่อนที่จะให้นักศึกษาทำการปฏิบัติกับชุดทดลองนี้ ควรมีการสาธิตและการให้ความรู้เกี่ยวกับทฤษฎีเบื้องต้นที่เกี่ยวข้อง การใช้งานชุดทดลอง เพื่อให้ นักศึกษามีความรู้ก่อนการปฏิบัติใบงาน และช่วยให้นักศึกษาเข้าใจขั้นตอนการตรวจสอบและการ ปฏิบัติได้ดียิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

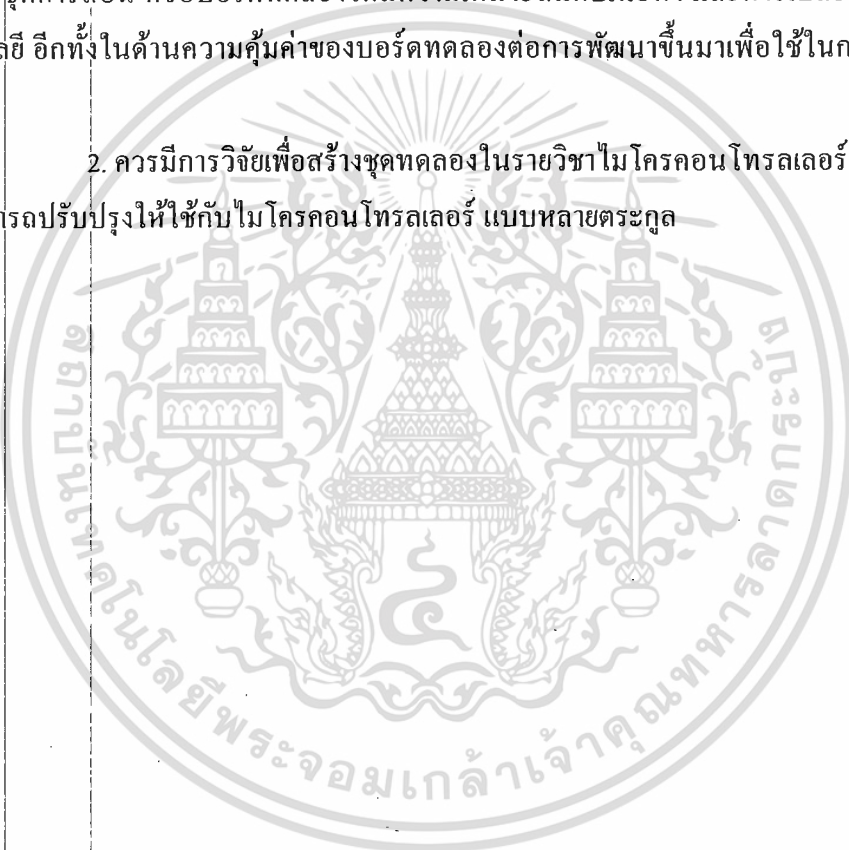
2. ในการปฏิบัติการทดลองตามใบงานเพื่อให้ได้ผลการทดลองที่ดี ควรให้มีการปฏิบัติแบบผู้เรียน 1 คนต่อ 1 ชุดทดลอง

3. ในการออกแบบชุดทดลอง ควรจะออกแบบให้สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้หลากหลาย การเลือกอุปกรณ์ควรเน้นที่ราคาไม่สูงมาก สามารถซ่อมบำรุงได้ง่าย และทำการทดสอบค่าเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดของอุปกรณ์เสียก่อน ด้วยเครื่องวัด มาตรฐาน

### 5.3.2 ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป

1. ในการพัฒนาชุด ไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อใช้ในการเรียนการสอนนั้น ควรจะมีปรับปรุงชุดการสอน หรือบอร์ดทดลองให้มีความเหมาะสมกับเนื้อหา และการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยี อีกทั้งในด้านความคุ้มค่าของบอร์ดทดลองต่อการพัฒนาขึ้นมาเพื่อใช้ในการเรียนการสอน

2. ควรมีการวิจัยเพื่อสร้างชุดทดลองในรายวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ ให้สมบูรณ์ และสามารถปรับปรุงให้ใช้กับไมโครคอนโทรลเลอร์ แบบหลายตระกูล



## บรรณานุกรม

- ชุติมา ประทีปชัย. 2548. การพัฒนาบทเรียนช่วยสอนและการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับการเรียนในชั้นเรียนปรกติ เรื่องการเชื่อมต่อไมโครโปรเซสเซอร์กับอุปกรณ์ภายนอก. วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- ชูศักดิ์ เปลี้นกู่. 2539. “ใบงานการทดลอง” เอกสารประกอบการสอนวิชา **Laboratory and Workshop Instruction**. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- ไชยยศ เรื่องสุวรรณ. 2533. เทคโนโลยีการศึกษา ทฤษฎีและการวิจัย. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.
- บุญชม ศรีสะอาด. 2537. การพัฒนาการสอน, สุวีริยาสาสน์. หน้า 68.
- ประจัน พลังสันติกุล. 2549. การเขียนโปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR ด้วยภาษา C กับ WinAVR (C Compiler). กรุงเทพฯ : บริษัท แอพซอพท์เทคโนโลยี จำกัด.
- ปิยะ ศุภวาราสวัฒน์. 2552. ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51. กรุงเทพฯ : ห้างหุ้นส่วนจำกัด มินเซอรัวิส ซัพพลาย.
- พรณี ลิกิจวัฒน์. 2550. วิธีการวิจัยทางการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
- พิสิฐ เมธภัทร และธีระพล เมธิกุล. 2531. ยุทธวิธีการเรียนการสอนวิชาเทคนิค. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- ภัทธา นิคมานนท์. 2539. การประเมินผลการเรียน. พิมพ์ครั้งที่ 1. อักษราพิพัฒน์. หน้า 121-150.
- ยุทธพิชัย กล้าหาญ. 2546. “การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดปฏิบัติการวงจรองความถี่ วิชาออปแอมป์และไอซี หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พ.ศ. 2546” วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร บัณฑิตวิทยาลัย : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- รวีวรรณ ชินะตระกูล. 2542. วิธีวิจัยทางการศึกษา. กรุงเทพฯ : ภาพพิมพ์.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538. หลักการวิจัยทางการศึกษา. กรุงเทพฯ: ศูนย์ส่งเสริมวิชาการ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- วัลลภ จันทร์ตระกูล. 2529. การเลือกใช้สื่อการเรียนการสอน, วารสารครุศาสตร์เทคโนโลยี. หน้า 44-46. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- วัลลภ จันทร์ตระกูล. 2547. การพัฒนาชุดการสอนเรื่องไมโครคอนโทรลเลอร์, วารสารวิทยาศาสตร์ประยุกต์. หน้า 35-43. เทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ หังสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา. 2546. หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พ.ศ. 2546  
กระทรวงศึกษาธิการ.

สุชิน ชินสีห์. 2548. “การสร้างและศึกษาประสิทธิภาพชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ เรื่องการ  
รับส่งข้อมูลกับอุปกรณ์เชื่อมต่อภายนอกของ PIC Microcontroller” วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์  
อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอม  
เกล้าธนบุรี.

สุมาลี จันทร์ชโล. 2547. การวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : โกลินทร์. หน้า  
29-34.

สุรพงษ์ สิริพงษ์ดี. 2547. “การออกแบบและสร้างโมดูลชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC  
16F876” วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร  
บัณฑิตวิทยาลัย: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

สุวัชชัย เลิศสถาพรสุข. 2547. “การสร้างชุดทดลองประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51”  
วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร บัณฑิต  
วิทยาลัย: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

เศรษฐ์ ไชยมงคล. 2551. “บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเสริม เรื่องการเขียนโปรแกรมภาษาซี  
สำหรับไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS51” วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต  
สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร บัณฑิตวิทยาลัย: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณ  
ทหารลาดกระบัง.

อภันตรี วังสงค์. 2553. “บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการทบทวนเรื่องการสร้างแอนิเมชัน  
แบบ โมชันทวิน” วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาการศึกษา  
วิทยาศาสตร์: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

## ภาคผนวก

ภาคผนวก ก หนังสือราชการประกอบการดำเนินการวิจัย

ภาคผนวก ข รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ

ภาคผนวก ค แบบประเมินคุณภาพ

ภาคผนวก ง ตัวอย่างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ภาคผนวก จ การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ภาคผนวก ฉ ตัวอย่างใบงานทดลองพร้อมเฉลย

ภาคผนวก ช คู่มือการใช้ชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR ATMEGA 32



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



คำสั่งคณะกรรมการสภามหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ที่ ๒๕๐ / ๒๕๕๓

เรื่อง แต่งตั้งคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ คณะกรรมการพิจารณาหัวข้อและ  
เค้าโครงวิทยานิพนธ์และคณะกรรมการสอบสำรอง ของ นายเปรมชัย คงตัน

เพื่อให้การเรียบเรียงวิทยานิพนธ์ของ นายเปรมชัย คงตัน รหัสประจำตัว 51063520  
เป็นไปด้วยความเรียบร้อยและมีประสิทธิภาพจึงแต่งตั้งคณะกรรมการเพื่อปรึกษาและพิจารณาหัวข้อ  
และเค้าโครงวิทยานิพนธ์ ดังต่อไปนี้

1. คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

|             |              |                                 |
|-------------|--------------|---------------------------------|
| รศ.วิสุทธิ  | สุนทรกนกพงศ์ | อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์     |
| รศ.พีระวุฒิ | สุวรรณจันทร์ | อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม |

2. คณะกรรมการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์

|               |              |                         |
|---------------|--------------|-------------------------|
| รศ.ดร.ปริชา   | บุพาทิน      | ประธานกรรมการ           |
| รศ.วิสุทธิ    | สุนทรกนกพงศ์ | กรรมการ                 |
| รศ.พีระวุฒิ   | สุวรรณจันทร์ | กรรมการ                 |
| ดร.สมชาย      | หมื่นสายญาติ | กรรมการ                 |
| รศ.ดร.กัลยาณี | จิตต์การุณย์ | กรรมการ (กรรมการภายนอก) |

3. คณะกรรมการสอบสำรอง

|               |              |                              |
|---------------|--------------|------------------------------|
| นอ.ดร.วีระชัย | เชาว์กานันต์ | กรรมการ (อาจารย์บัณฑิตพิเศษ) |
| ผศ.ดร.พรพิมล  | ฉวยรัศมี     | กรรมการ (อาจารย์บัณฑิตประจำ) |

ทั้งนี้ ตั้งแต่บัดนี้เป็นต้นไป

สั่ง ณ วันที่ ๒๕ กรกฎาคม พ.ศ. ๒๕๕๓

(รองศาสตราจารย์ พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์)

คณบดี

*(Handwritten signature and date)*  
๒๕ กรกฎาคม ๒๕๕๓

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ประกาศคณะกรรมการอุดมศึกษา  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
เรื่อง ผลการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์

คณะกรรมการอุดมศึกษา โดยความเห็นชอบของคณะกรรมการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ ขอประกาศรายชื่อหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ หลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร ซึ่งได้รับอนุมัติเมื่อ วันที่ 22 กันยายน 2553 ให้ดำเนินการดังนี้

นายเปรมชัย คงคัน รหัสประจำตัว 51063520 ให้ทำวิทยานิพนธ์เรื่อง “ชุดทดลอง ไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR ATMEGA 32 (Microcontroller AVR ATMEGA 32 Laboratory Set)” โดยมี รศ.วิสุทธิ สุนทรกนกพงศ์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ รศ.พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์ เป็นอาจารย์ ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

ทั้งนี้ให้นักศึกษาค้นคว้าและเขียนวิทยานิพนธ์ โดยปรึกษากับอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ให้เสร็จสิ้น ภายในเวลาที่กำหนดในระบบของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ประกาศ ณ วันที่ ๒๒ กันยายน พ.ศ. 2553

(รองศาสตราจารย์ พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์)

คณบดี



## บันทึกข้อความ

หน่วยงาน คณะวิทยาศาสตร์อุตสาหกรรม สกล ส่วนบริหารงานทั่วไป โทร 3692  
ที่ สธ 0524.04 / 2707 วันที่ 2 / กรกฎาคม 2554

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินคุณภาพชุดปฏิบัติการ เพื่อการวิจัย

เรียน ผศ.ปิยะ ศุภวราสวัสดิ์ / ผศ.สุชิน อางหาญ / ผศ.วรวิทย์ สมหา / รศ.กิตติพงศ์ มะโน

ด้วย นายเปรมชัย คงตัน นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "ชุดทดสอบไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR ATMEGA 32 Microcontroller AVR ATMEGA Laboratory Set" โดยมี รศ.วิสุทธิ สุนทรภณพงศ์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ รศ.พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินคุณภาพชุดปฏิบัติการ นี้ว่ามีความถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัยของ นายเปรมชัย คงตัน มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น พร้อมกับนี้ได้แนบแบบประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการ แบบประเมินคุณภาพของใบงานประกอบชุดปฏิบัติการ และแบบสอบถามเพื่อการวิจัย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

(รองศาสตราจารย์พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์)  
คณบดี

ที่ คธ 0524.04/ 2707



คณะวิทยาศาสตร์อุตสาหกรรม  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า  
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ถนนลาดพร้าว เขตลาดกระบัง  
กรุงเทพฯ 10520

21 กรกฎาคม 2554

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินคุณภาพชุดทดลองฯ เพื่อการวิจัย

เรียน อาจารย์บรรพต จันทน์แดง

สิ่งที่ส่งมาด้วย 1. แบบวัดความสามารถทางปฏิบัติเพื่อการวิจัย  
2. แบบประเมินคุณภาพของชุดทดลองเพื่อการวิจัย  
3. แบบสอบถามเพื่อการวิจัย

ด้วย นายเปรมชัย คงตัน นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตรอุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "ชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR ATMEGA 32" โดยมี รศ.วิสุทธิ สุนทรกนกพงศ์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ รศ.พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม คณะครุศาสตรอุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินคุณภาพชุดทดลองฯ นี้ว่ามีความถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัยของ นายเปรมชัย คงตัน มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์)  
คณบดี

ส่วนบริหารงานทั่วไป  
โทร. 02-329-8000 ต่อ 3692  
โทรสาร. 02- 329-8436  
ติดต่อนักศึกษา โทร. 089-758-0814

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ คส 0524 04/ 3051



คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า  
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง  
กรุงเทพฯ 10520

/ 5 สิงหาคม 2554

เรื่อง ขอลความอนุเคราะห์ให้นักศึกษาทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคฉะเชิงเทรา

สิ่งที่ส่งมาด้วย ประกาศผลการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ จำนวน 1 ฉบับ

ด้วย นายเปรมชัย คงคัน นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "ชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR ATMEGA" โดยมี รศ.วิสุทธิ์ สุนทรกนกพงศ์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา วิทยานิพนธ์และ รศ.พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม และได้รับอนุมัติหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์แล้ว เมื่อวันที่ 22 กันยายน 2553 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม จึงขอความอนุเคราะห์ จากท่านโปรดอนุญาตให้ นายเปรมชัย คงคัน ทดลองใช้ชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR ATMEGA กับ นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 2 แผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ และเก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อการวิจัยภายในสถานศึกษาของท่านได้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุญาตและขอขอบคุณในความอนุเคราะห์ของท่านมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์)  
คณบดี

ส่วนบริหารงานทั่วไป

โทร. 02-329-8000 ต่อ 3692

โทรสาร. 02- 329-4836

ติดต่อนักศึกษา โทร.089-758-0814

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



## บันทึกข้อความ

๗๕

หน่วยงาน...ส่วนบริหารงานทั่วไป คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม โทร.3720

ที่ ศธ. 0524.04 (1.9)/0442.....วันที่...20..ธันวาคม..2554.....

เรื่อง รับรองผลการพิจารณาบทความเพื่อตีพิมพ์ในวารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.

เรียน นายเปรมชัย คงตัน

ตามที่ท่านได้ส่งบทความ เรื่อง "ชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR ATMEGA 32" เพื่อตีพิมพ์ลงในวารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรมนั้น ทางกองบรรณาธิการและผู้ทรงคุณวุฒิได้พิจารณาแล้วว่าบทความของท่านสามารถตีพิมพ์ ในวารสารดังกล่าวได้ ในปีที่ 11 ฉบับที่ 2 กุมภาพันธ์ - พฤษภาคม 2555

จึงเรียนมาเพื่อทราบ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประเสริฐ เคนพันค้อ)  
บรรณาธิการ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ

### 1. รศ.กิติพงศ์ มะโน

รองศาสตราจารย์ประจำสาขาวิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์  
อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

### 2. ผศ.วรวิทย์ สมหา

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประจำสาขาวิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์  
อุตสาหกรรมสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

### 3. ผศ.สุชิน อางหาญ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประจำสาขาวิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์  
อุตสาหกรรมสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

### 4. ผศ.ปิยะ สุภวราสุวัฒน์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประจำสาขาวิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์  
อุตสาหกรรมสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

### 5. อาจารย์บรรพต จันทร์แดง

หัวหน้าแผนกอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคฉะเชิงเทรา



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินคุณภาพของผู้ทรงคุณวุฒิที่มีต่อชุดทดลอง

การประเมิน

ตอนที่ 1 กรุณาใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในช่องระดับการประเมินเพียงช่องเดียว โดยระดับคะแนนจะแสดง ความหมายดังนี้

- 5 มีค่าเท่ากับ ชุดทดลองมีคุณภาพดีมาก
- 4 มีค่าเท่ากับ ชุดทดลองมีคุณภาพดี
- 3 มีค่าเท่ากับ ชุดทดลองมีคุณภาพปานกลาง
- 2 มีค่าเท่ากับ ชุดทดลองมีคุณภาพพอใช้
- 1 มีค่าเท่ากับ ชุดทดลองควรปรับปรุง

ตอนที่ 2 กรุณาใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในช่องระดับการประเมิน IOC เพียงช่องเดียว โดยระดับคะแนนจะแสดง ความหมายดังนี้

- +1 หมายถึงแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม
- 0 หมายถึงไม่แน่ใจ
- 1 หมายถึงแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ไม่มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

ลงนามชื่อ.....

(.....)

ผู้ทรงคุณวุฒิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิที่มีต่อบอร์ดทดลอง

คำชี้แจง กรุณาใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน

| ข้อที่ | ข้อความ  | ระดับคะแนน |       |       |       |       |
|--------|--|------------|-------|-------|-------|-------|
|        |  | 5          | 4     | 3     | 2     | 1     |
|        | <b>บอร์ดทดลอง</b>                                      |            |       |       |       |       |
| 1      | เหมาะสมกับระดับผู้เรียน.....                           | .....      | ..... | ..... | ..... | ..... |
| 2      | สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียน.....                  | .....      | ..... | ..... | ..... | ..... |
| 3      | มีความสะดวกในการเตรียมอุปกรณ์.....                     | .....      | ..... | ..... | ..... | ..... |
| 4      | อุปกรณ์การสอนทำให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้..... | .....      | ..... | ..... | ..... | ..... |
| 5      | อุปกรณ์การสอนให้ประสบการณ์ในการเรียนรู้.....           | .....      | ..... | ..... | ..... | ..... |
| 6      | ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการใช้อุปกรณ์.....                 | .....      | ..... | ..... | ..... | ..... |
| 7      | ความเหมาะสมในการจัดตำแหน่งติดตั้งอุปกรณ์.....          | .....      | ..... | ..... | ..... | ..... |
| 8      | มีความสัมพันธ์การใช้งานร่วมกับใบงาน.....               | .....      | ..... | ..... | ..... | ..... |
| 9      | มีความสะดวกในการดำเนินการสอน.....                      | .....      | ..... | ..... | ..... | ..... |
| 10     | ความปลอดภัยในขณะที่ทำการทดลอง.....                     | .....      | ..... | ..... | ..... | ..... |
| 11     | รูปร่าง ขนาดมีความเหมาะสม.....                         | .....      | ..... | ..... | ..... | ..... |
| 12     | มีวิธีการใช้ไม่ยุ่งยากซับซ้อน.....                     | .....      | ..... | ..... | ..... | ..... |
| 13     | ความสะดวกในการบำรุงรักษา.....                          | .....      | ..... | ..... | ..... | ..... |
| 14     | มีความคงทนแข็งแรง.....                                 | .....      | ..... | ..... | ..... | ..... |
| 15     | ชุดทดลองมีประโยชน์ต่อการเรียนการสอน.....               | .....      | ..... | ..... | ..... | ..... |
|        | รวม  |            |       |       |       |       |
|        | รวมคะแนนทั้งหมด  |            |       |       |       |       |

ข้อคิดเห็นอื่นๆ

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2. ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิที่มีต่อใบงานระหว่างเรียนและใบงานรวม

คำชี้แจง กรุณาใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน

| ข้อที่ | ข้อความ  | ระดับคะแนน |       |       |       |       |
|--------|--|------------|-------|-------|-------|-------|
|        |  | 5          | 4     | 3     | 2     | 1     |
|        | <b>ใบงาน</b>   |            |       |       |       |       |
| 1      | ใบงานครอบคลุมวัตถุประสงค์.....                             | .....      | ..... | ..... | ..... | ..... |
| 2      | ใบงานมีเนื้อหาถูกต้อง.....                                 | .....      | ..... | ..... | ..... | ..... |
| 3      | ใบงานมีความเหมาะสมของลำดับขั้นความรู้.....                 | .....      | ..... | ..... | ..... | ..... |
| 4      | ใบงานมีเนื้อหาความเหมาะสมกับผู้เรียน.....                  | .....      | ..... | ..... | ..... | ..... |
| 5      | เนื้อหาก่อให้เกิดแรงจูงใจในการเรียน.....                   | .....      | ..... | ..... | ..... | ..... |
| 6      | ความชัดเจนในการอธิบายลำดับขั้นการทดลอง<br>ในแต่ละขั้น..... | .....      | ..... | ..... | ..... | ..... |
| 7      | ความสะดวกในการบันทึกผลที่ได้จากการ<br>ทดลอง.....           | .....      | ..... | ..... | ..... | ..... |
| 8      | สามารถลดเวลาในการสื่อความหมายให้เข้าใจได้<br>ดี.....       | .....      | ..... | ..... | ..... | ..... |
|        | <b>รวม</b>   |            |       |       |       |       |
|        | <b>รวมคะแนนทั้งหมด</b>                                     |            |       |       |       |       |

ข้อคิดเห็นอื่นๆ

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## การทดลองที่ 1 AVR ATMEGA32 กับ LED

### วัตถุประสงค์ทั่วไป

เพื่อศึกษาวงจรไฟวิ่งที่ควบคุมโดยไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR ATMEGA 32

### วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. ใช้คำสั่งควบคุมการส่งข้อมูลออกทางพอร์ตของไมโครคอนโทรลเลอร์ในระดับบิตได้
2. ใช้คำสั่งควบคุมการส่งข้อมูลออกทางพอร์ตของไมโครคอนโทรลเลอร์ในระดับพอร์ตได้
3. ออกแบบวงจรเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR ATMEGA 32 กับ LED ได้
4. ต่อวงจรเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR ATMEGA 32 กับ LED ได้
5. เขียนโปรแกรมควบคุมไฟวิ่งได้

### เครื่องมือและอุปกรณ์

1. ชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR ATMEGA 32
2. คอมพิวเตอร์ที่ติดตั้งโปรแกรม AVR STUDIO 4 และ WINAVR
3. สายต่อวงจร

### ทฤษฎี

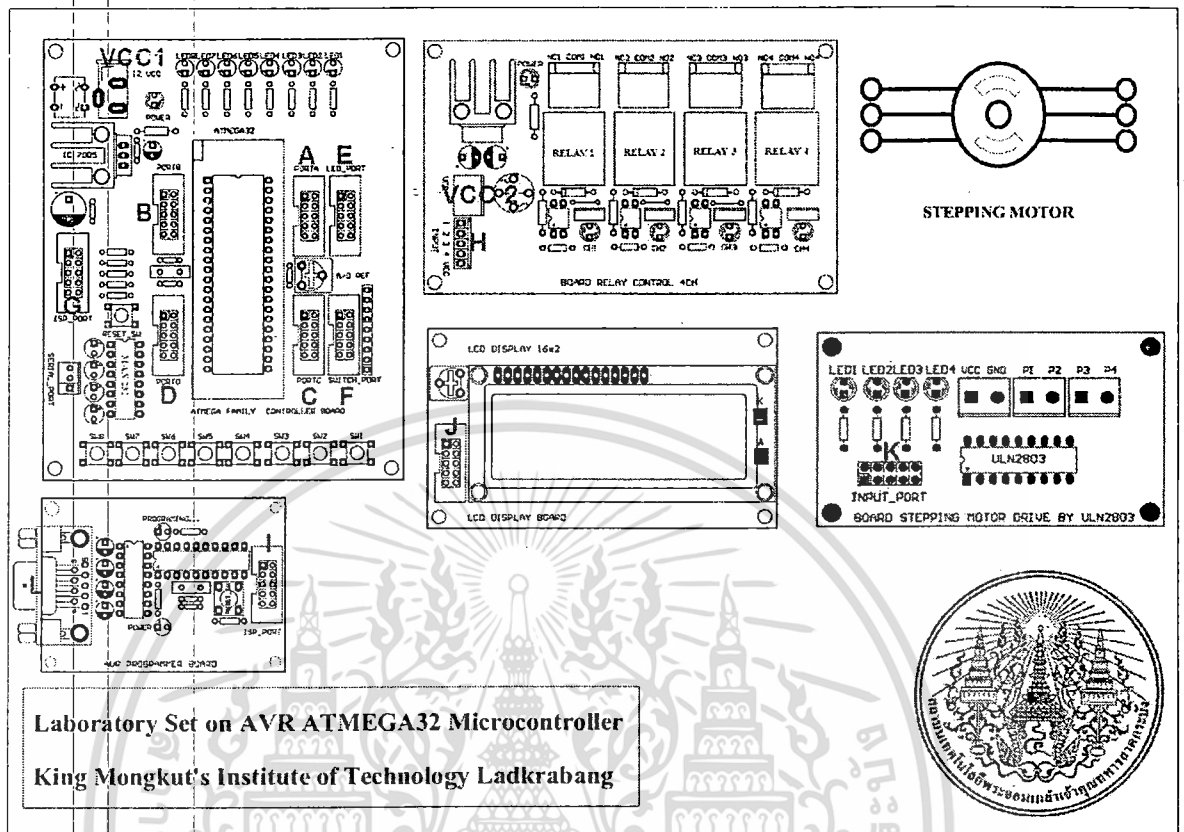
ไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR เบอร์ ATMEGA 32 ขนาด 40 ขา จะมีพอร์ตอินพุตเอาต์พุตสำหรับใช้งานพอร์ต 4 พอร์ต คือ PORTA, PORTB, PORTC และ PORTD แต่ละพอร์ตมีขนาด 8 บิต

(8 ขา) รวมแล้วมีขาใช้งานทั้งหมด 32 ขา ก่อนการใช้งาน พอร์ตอินพุตเอาต์พุตดิจิทัล จะต้องกำหนดทิศทางของพอร์ตก่อน โดยกำหนดในรีจิสเตอร์ DDRx ว่าต้องการให้เป็นอินพุตหรือเอาต์พุตพอร์ต

การส่งข้อมูลออกพอร์ตเอาต์พุตของไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR ATMEGA 32 สามารถใช้คำสั่งภาษาซีสำหรับสั่งงานได้หลายคำสั่งเช่น

- PORTA=0xff; คือ การส่งค่า 0xff หรือตัวเลขฐานสองค่า 11111111<sub>2</sub> ออกทางPORTA  
 sbi(PORTA,0) คือ การสั่งให้ PORTA.0 เป็นลอจิก 1  
 cbi(PORTB,7) คือ การสั่งให้ PORTB.7 เป็นลอจิก 0

## ลำดับขั้นตอนการทดลอง



รูปที่ 1.1 แสดงจุดเชื่อมต่อบนชุดทดลอง ไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR ATMEGA 32

## ตอนที่ 1 การเขียนโปรแกรมไฟวิ่ง

1. ทำการเชื่อมต่อจุด A กับ จุด E ด้วยสายแพร 10 PIN ที่ใช้ในการทดลอง
2. ทำการเชื่อมต่อจุด L เข้ากับ COM PORT ของคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการทดลอง
3. เขียนโปรแกรมที่ 1.1 ลงในโปรแกรม AVR Studio หลังจากนั้นทำการตรวจสอบความถูกต้องของโปรแกรม โดยใช้คำสั่ง Build จากโปรแกรม AVR Studio
4. ถ้าพบข้อผิดพลาด ให้ทำการตรวจสอบและแก้ไขโปรแกรม หลังจากนั้น ใช้คำสั่ง Build ในตัวโปรแกรมเพื่อทำการตรวจสอบข้อผิดพลาด และสร้าง Hex File
5. ทำการจ่ายไฟเลี้ยงให้กับชุดทดลอง ผ่านจุด VCC1
6. นำ Hex File ที่โปรแกรมสร้างขึ้น โปรแกรม เข้าสู่ตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยใช้คำสั่ง AVR Prog จากโปรแกรม AVR Studio

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## โปรแกรมที่ 1.1

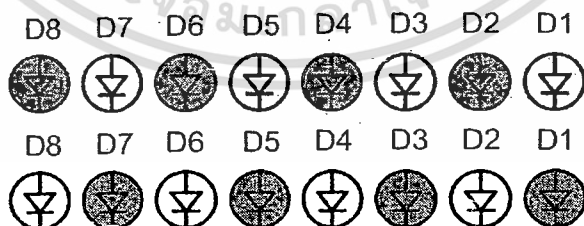
```

1. #include<avr/io.h>
2. #include<compat/deprecated.h>
3. #define F_CPU 16000000
4. #include<util/delay.h>
5. void delay(unsigned int ms){
6.     for(;ms>0;ms--){
7.         _delay_ms(1);
8.     }
9. }
10. int main(){
11.     DDRA=0b11111111;
12.     while(1){
13.         PORTA=0b00001111;
14.         delay(1000);
15.         PORTA=0b11110000;
16.         delay(1000);
17.     }
18.     return 0;
19. }

```

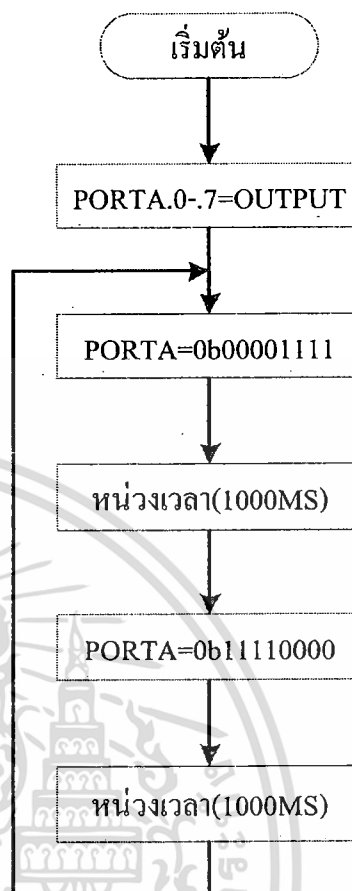
3. สังเกตการณ์ทำงานของ LED ผลที่ปรากฏคือ

4. ถ้าต้องการให้ LED ติดสลับดังรูป



ต้องแก้ไขโปรแกรมโดยจาก.....

เป็น.....



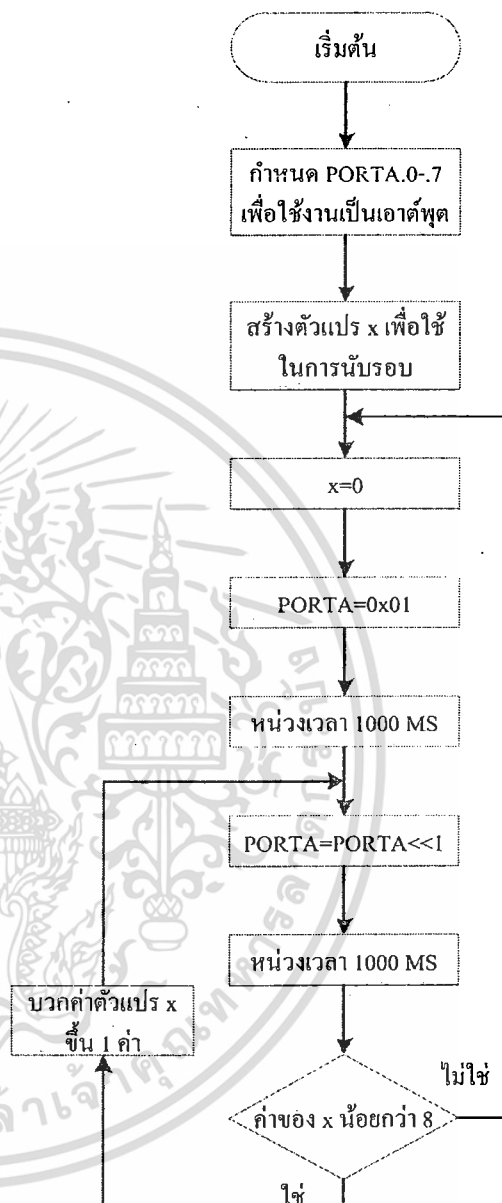
5. ศึกษาไฟล์ชาร์ต และ โค้ด โปรแกรมการทำงานของกรควบคุม LED ซึ่งเป็นการติดเรียงจากขวาไปซ้ายตลอด

### โปรแกรมที่ 1.2

```

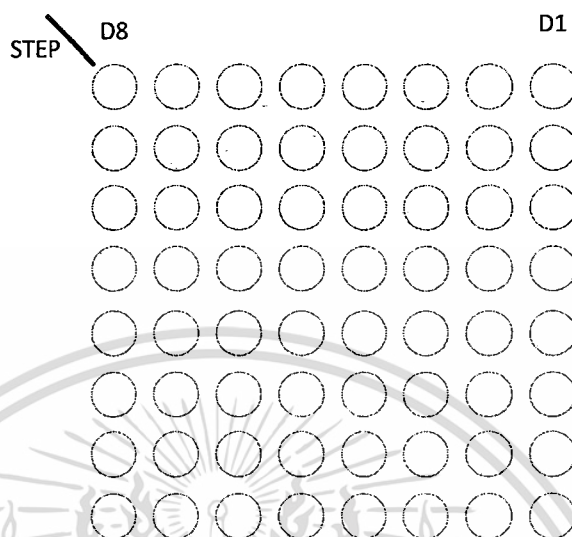
1. #include<avr/io.h>
2. #include<compat/deprecated.h>
3. #define F_CPU 16000000
4. #include<util/delay.h>
5. void delay(unsigned int ms){
6.     for(;ms>0;ms--){
7.         _delay_ms(1);
8.     }
9. }
10. int main(){
11.     DDRA=0b11111111;
12.     while(1){
13.         char x=0;
14.         PORTA=0x01;
15.         delay(1000);
16.         for(x=0;x<8;x++){
17.             PORTA=PORTA<<1;
18.             delay(1000);
19.         }
20.         if(x>8)
21.             x=0;
22.     }
23.     return 0;
24. }

```



6. เขียนโปรแกรมที่ 1.2 ทำการ Build แล้วทำการ โปรแกรมเข้าสู่ตัวไมโครคอนโทรลเลอร์

7. สังเกตการทำงานของ LED ผลการทำงานที่ได้



8. ถ้าต้องการให้ LED ติดจากซ้ายไปขวาจะต้องแก้ไขโปรแกรม ที่ 1.2 ในบรรทัดไหนและแก้ไขอย่างไร

.....

.....

.....

.....

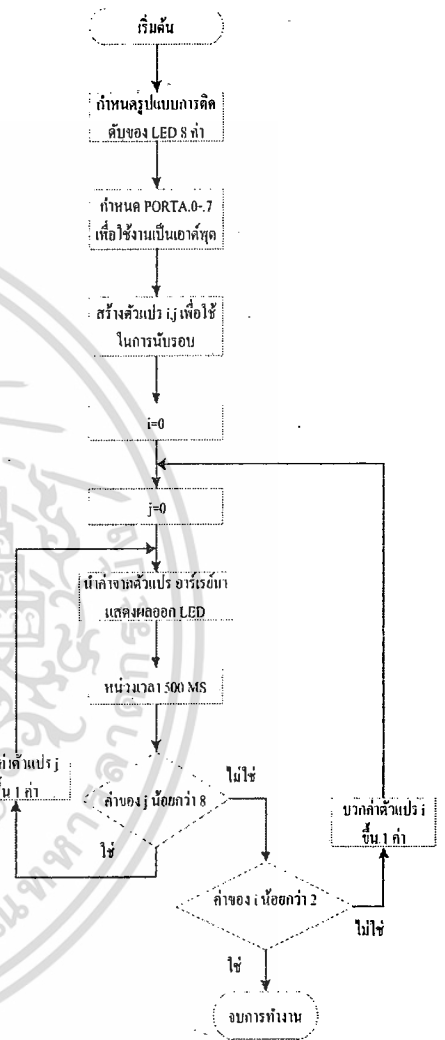
**ตอนที่ 2. การเขียนโปรแกรมไฟวิ่งโดยการอ่านค่าจากตัวแปรอาร์เรย์ (Array)**

1. ศึกษา Flow Chart และ โปรแกรมการทำงานของ การควบคุมการติดดับของ LED ซึ่งเป็นการติดดับจากซ้ายไปขวา 2 รอบแล้วหยุด โดยการอ่านค่าจากตัวแปรแบบ อาร์เรย์

**โปรแกรมที่ 1.3**

```

1. #include<avr/io.h>
2. #include<compat/deprecated.h>
3. #define F_CPU 16000000
4. #include<util/delay.h>
5. void delay(unsigned int ms){
6.     for(;ms>0;ms--){
7.         _delay_ms(1);
8.     }
9. }
10. char step_led[8]={0x80,0x40,0x20,0x10,0x08,0x04,0x02,0x01};
11. int main(){
12.     DDRA=0b11111111;
13.     int i,j;
14.     while(1){
15.         for(i=0;i<2;i++){
16.             for(j=0;j<8;j++){
17.                 PORTA=step_led[j];
18.                 delay(500);
19.             }
20.         }
21.         while(1);
22.     }
23.     return 0;
24. }
    
```



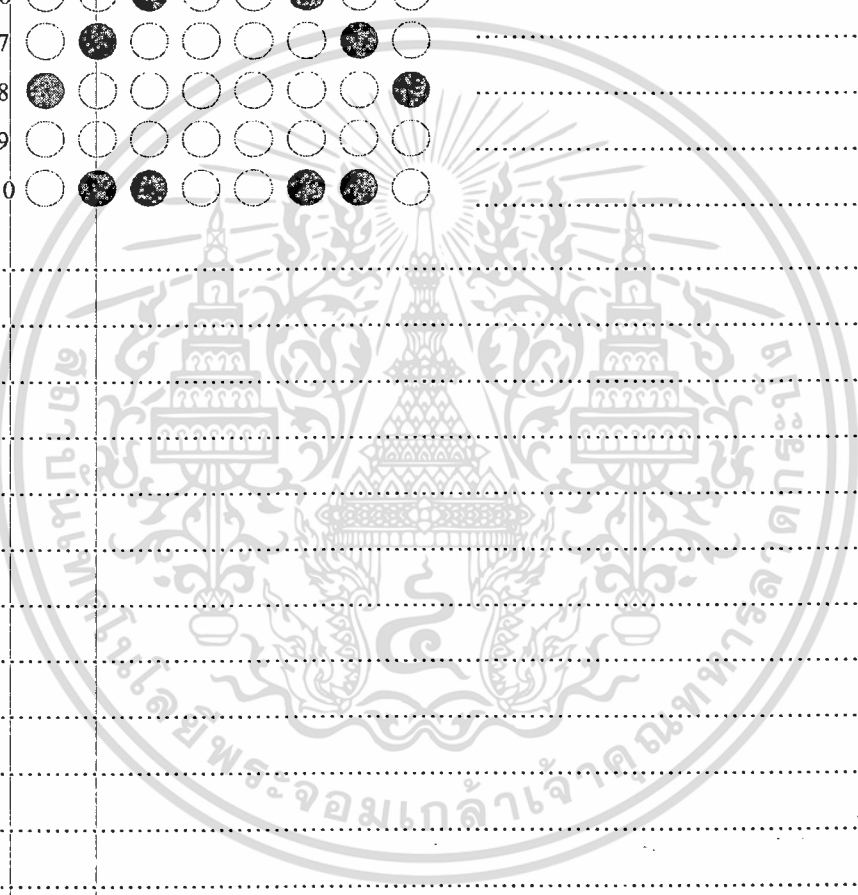
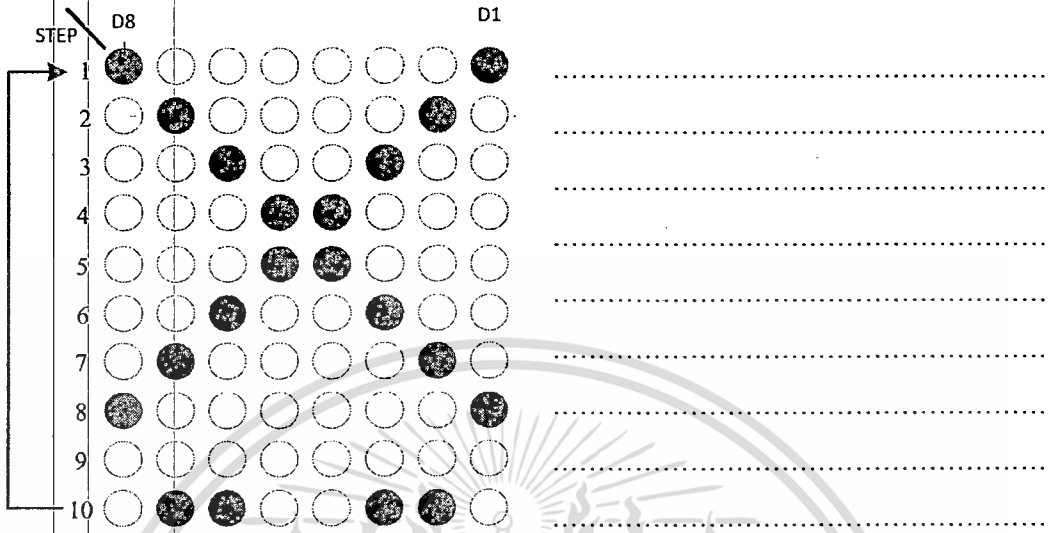
2. จากโปรแกรมที่ 1.3 LED จะมีการติดในลักษณะใดจงอธิบาย

.....

.....

.....

3. จงเขียน โฟลว์ชาร์ต และ โปรแกรม ถ้าต้องการให้ LED ติด-ดับ ตามรูปจำนวน 4 รอบ แล้วจบโปรแกรมโดยใช้การอ่านค่าจากตัวแปรแบบ อาร์เรย์



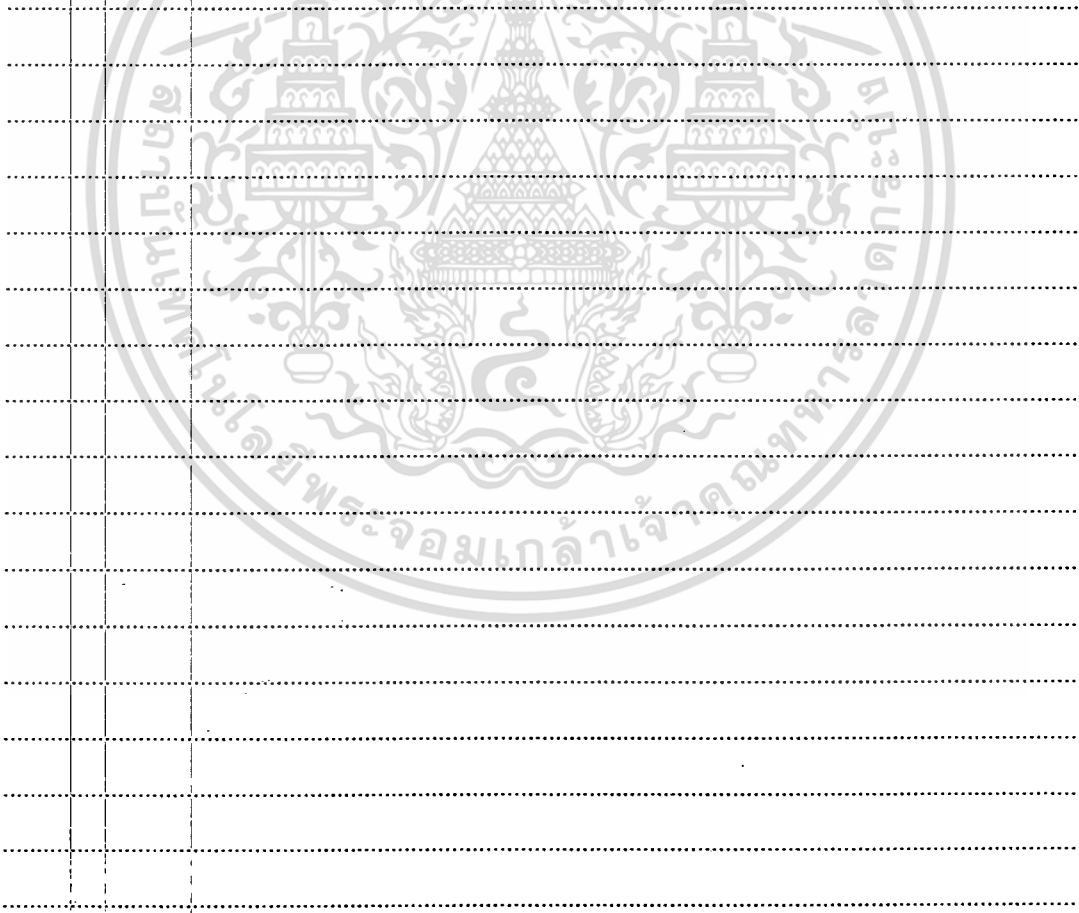
## สรุปผลการทดลอง

### คำถามท้ายการทดลอง

1. ถ้าต้องการให้ LED มีการติด-ดับเร็วขึ้น จะต้องแก้ไขส่วนใดของโปรแกรม จงเขียนพร้อมทั้งยกตัวอย่างโปรแกรมประกอบ

2. จงออกแบบโปรแกรมไฟวิ่ง 8 ดวง โดยการใช้ PORTB เขียนไฟล์ชาร์ต พร้อมทั้งโปรแกรมเพื่อควบคุมการ ติด-ดับ ของ LED โดยการอ่านค่าจากตัวแปรแบบ อาร์เรย์ และออกแบบลักษณะการติดดับของ LED ลงในตาราง

| STEP \ D8 | D1              | STEP \ D8 | D1              |
|-----------|-----------------|-----------|-----------------|
| 1         | ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ | 9         | ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ |
| 2         | ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ | 10        | ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ |
| 3         | ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ | 11        | ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ |
| 4         | ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ | 12        | ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ |
| 5         | ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ | 13        | ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ |
| 6         | ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ | 14        | ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ |
| 7         | ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ | 15        | ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ |
| 8         | ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ | 16        | ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ |



**แบบวัดความสามารถทางการปฏิบัติ**  
**ใบงานที่ 1 AVR ATMEGA32 กับ LED DISPLAY**

| หัวข้อการให้คะแนน  | ระดับคะแนน |   |   |   |   |
|--|------------|---|---|---|---|
|  | 5          | 4 | 3 | 2 | 1 |
| <b>(1) การตรวจสอบความพร้อมของชุดทดลองและเครื่องคอมพิวเตอร์ ที่ต้องใช้ในการทดลอง (20 คะแนน)</b> |            |   |   |   |   |
| 1.1 ตรวจสอบเช็คเครื่องมือก่อนการทดลอง  |            |   |   |   |   |
| 1.2 ตรวจสอบบอร์ดทดลองโดยการโปรแกรมจากเครื่องคอมพิวเตอร์ได้                                     |            |   |   |   |   |
| 1.3 ใช้เครื่องมือในการปฏิบัติถูกต้อง   |            |   |   |   |   |
| 1.4 จัดเก็บเครื่องมือเข้าที่เดิมถูกต้อง  |            |   |   |   |   |
| <b>(2) การต่อวงจรและโปรแกรม (20 คะแนน)</b>   |            |   |   |   |   |
| 2.1 ต่อวงจรการทดลองได้   |            |   |   |   |   |
| 2.2 ปฏิบัติตามขั้นตอนการทดลองได้ถูกต้อง  |            |   |   |   |   |
| 2.3 เขียนโปรแกรมทดสอบได้   |            |   |   |   |   |
| 2.4 ปฏิบัติการทดลองได้เสร็จภายในเวลาที่กำหนด   |            |   |   |   |   |
| <b>(3) ความเข้าใจในการทดลอง (30 คะแนน)</b>   |            |   |   |   |   |
| 3.1 บันทึกผลการทดลองได้ครบถ้วนและถูกต้อง   |            |   |   |   |   |
| 3.2 ปรับปรุงแก้ไขโปรแกรมได้ตามคำสั่ง   |            |   |   |   |   |
| 3.3 เขียนไฟล์ชาร์ตได้  |            |   |   |   |   |
| 3.4 เขียนโปรแกรมไฟวิ่งได้  |            |   |   |   |   |
| 3.5 สรุปผลการทดลอง   |            |   |   |   |   |
| 3.6 ตอบคำถามท้ายการทดลองได้ถูกต้อง   |            |   |   |   |   |
| <b>รวมคะแนน</b>  |            |   |   |   |   |
| <b>รวมคะแนนทั้งสิ้น</b>  |            |   |   |   |   |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

|            |   |  |
|------------|---|--|
| ระดับคะแนน | 5 | หมายถึง ผู้เรียนสามารถปฏิบัติตามขั้นตอนและแก้ปัญหาการทดลองด้วยตนเองได้ โดยไม่ต้องขอคำแนะนำจากครูผู้สอน |
|            | 4 | หมายถึง ผู้เรียนสามารถปฏิบัติตามขั้นตอนได้ โดยมีการขอคำแนะนำ 1 ครั้ง                                   |
|            | 3 | หมายถึง ผู้เรียนสามารถปฏิบัติตามขั้นตอนได้ โดยมีการขอคำแนะนำ 2 ครั้ง                                   |
|            | 2 | หมายถึง ผู้เรียนสามารถปฏิบัติตามขั้นตอนได้ โดยมีการแนะนำมากกว่า 2 ครั้ง                                |
|            | 1 | หมายถึง ผู้เรียนไม่สามารถปฏิบัติตามขั้นตอนได้ ต้องอาศัยการแนะนำทุกขั้นตอน                              |





เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ จ.1 แสดงค่าเฉลี่ยเบี่ยงเบน และ ระดับคุณภาพของบอร์ดทดลอง ไมโครคอนโทรเลอร์ AVR ATMEGA32

| ข้อ<br>ที่ | รายการประเมิน                                     | $\bar{X}$ | S.D. | ระดับ<br>คุณภาพ |
|------------|---|-----------|------|-----------------|
| 1          | เหมาะสมกับระดับผู้เรียน                           | 4.60      | 0.55 | ดีมาก           |
| 2          | สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียน                  | 4.20      | 0.45 | ดี              |
| 3          | มีความสะดวกในการเตรียมอุปกรณ์                     | 5.00      | 0.00 | ดีมาก           |
| 4          | อุปกรณ์การสอนทำให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ | 4.60      | 0.55 | ดีมาก           |
| 5          | อุปกรณ์การสอนให้ประสบการณ์ในการเรียนรู้           | 4.60      | 0.55 | ดีมาก           |
| 6          | ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการใช้อุปกรณ์                 | 4.80      | 0.45 | ดีมาก           |
| 7          | ความเหมาะสมในการจัดตำแหน่งติดตั้งอุปกรณ์          | 4.40      | 0.55 | ดี              |
| 8          | มีความสัมพันธ์การใช้งานร่วมกับใบงาน               | 4.80      | 0.45 | ดีมาก           |
| 9          | มีความสะดวกในการดำเนินการสอน                      | 4.80      | 0.45 | ดีมาก           |
| 10         | ความปลอดภัยในขณะที่ทำการทดลอง                     | 4.80      | 0.45 | ดีมาก           |
| 11         | รูปร่าง ขนาดมีความเหมาะสม                         | 4.40      | 0.55 | ดี              |
| 12         | มีวิธีการใช้ไม่ยุ่งยากซับซ้อน                     | 4.60      | 0.55 | ดีมาก           |
| 13         | ความสะดวกในการบำรุงรักษา                          | 4.60      | 0.55 | ดีมาก           |
| 14         | มีความคงทนแข็งแรง                                 | 4.60      | 0.55 | ดีมาก           |
| 15         | ชุดทดลองมีประโยชน์ต่อการเรียนการสอน               | 4.80      | 0.45 | ดีมาก           |
|            | ค่าเฉลี่ยรวม                                      | 4.64      | 0.47 | ดีมาก           |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ จ.2 แสดงค่าเฉลี่ยเบี่ยงเบน และ ระดับคุณภาพของใบงาน

| ข้อ<br>ที่ | ข้อความ   | $\bar{X}$ | S.D. | ระดับ<br>คุณภาพ |
|------------|---|-----------|------|-----------------|
| 1          | ใบงานครอบคลุมวัตถุประสงค์                             | 4.80      | 0.45 | ดีมาก           |
| 2          | ใบงานมีเนื้อหาถูกต้อง                                 | 4.40      | 0.55 | ดี              |
| 3          | ใบงานมีความเหมาะสมของลำดับขั้นความรู้                 | 4.40      | 0.55 | ดี              |
| 4          | ใบงานมีเนื้อหาความเหมาะสมกับผู้เรียน                  | 4.20      | 0.45 | ดี              |
| 5          | เนื้อหาก่อให้เกิดแรงจูงใจในการเรียน                   | 4.60      | 0.55 | ดีมาก           |
| 6          | ความชัดเจนในการอธิบายลำดับขั้นการทดลองในแต่ละ<br>ขั้น | 4.40      | 0.55 | ดี              |
| 7          | ความสะดวกในการบันทึกผลที่ได้จากการทดลอง               | 4.40      | 0.55 | ดี              |
| 8          | สามารถลดเวลาในการสื่อความหมายให้เข้าใจได้ดี           | 4.80      | 0.45 | ดีมาก           |
|            | ค่าเฉลี่ยรวม  | 4.50      | 0.51 | ดี              |

ตารางที่ จ.3 แสดงค่า ประสิทธิภาพของชุดทดลอง ใช้กับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 24 คน

| รายการ                                   | จำนวน<br>ผู้เรียน | คะแนน<br>เต็ม | คะแนนเฉลี่ยที่<br>ได้ | ร้อยละ | เกณฑ์ร้อยละ |
|--|-------------------|---------------|-----------------------|--------|-------------|
| คะแนนการปฏิบัติ<br>ใบงานระหว่าง<br>เรียน | 24                | 280           | 226.58                | 80.92  | 80          |
| คะแนนการปฏิบัติ<br>ใบงานรวม              | 24                | 70            | 57.75                 | 82.50  | 80          |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ จ.4 แสดงค่า คะแนนและค่าเฉลี่ยในการปฏิบัติใบงาน

|       |                  | คะแนนการปฏิบัติใบงาน          |        |                               |        |                               |        |                               |        |                               |        |
|-------|------------------|-------------------------------|--------|-------------------------------|--------|-------------------------------|--------|-------------------------------|--------|-------------------------------|--------|
|       |                  | ใบงานที่ 1                    |        | ใบงานที่ 2                    |        | ใบงานที่ 3                    |        | ใบงานที่ 4                    |        | ใบงานรวม                      |        |
|       |                  | แบบวัดความสามารถทางการปฏิบัติ | ร้อยละ | แบบวัดความสามารถทางการปฏิบัติ | ร้อยละ | แบบวัดความสามารถทางการปฏิบัติ | ร้อยละ | แบบวัดความสามารถทางการปฏิบัติ | ร้อยละ | แบบวัดความสามารถทางการปฏิบัติ | ร้อยละ |
| ลำดับ |                  | 70                            | 100    | 70                            | 100    | 70                            | 100    | 70                            | 100    | 70                            | 100    |
| 1     | ผู้เรียนคนที่ 1  | 60                            | 85.71  | 54                            | 77.14  | 52                            | 74.29  | 58                            | 82.86  | 59                            | 84.29  |
| 2     | ผู้เรียนคนที่ 2  | 59                            | 84.29  | 57                            | 81.43  | 52                            | 74.29  | 58                            | 82.86  | 55                            | 78.57  |
| 3     | ผู้เรียนคนที่ 3  | 62                            | 88.57  | 56                            | 80     | 58                            | 82.86  | 58                            | 82.86  | 65                            | 92.86  |
| 4     | ผู้เรียนคนที่ 4  | 64                            | 91.43  | 61                            | 87.14  | 54                            | 77.14  | 64                            | 91.43  | 59                            | 84.29  |
| 5     | ผู้เรียนคนที่ 5  | 60                            | 85.71  | 57                            | 81.43  | 50                            | 71.43  | 60                            | 85.71  | 61                            | 87.14  |
| 6     | ผู้เรียนคนที่ 6  | 58                            | 82.86  | 53                            | 75.71  | 51                            | 72.86  | 62                            | 88.57  | 59                            | 84.29  |
| 7     | ผู้เรียนคนที่ 7  | 56                            | 80     | 52                            | 74.29  | 53                            | 75.71  | 59                            | 84.29  | 55                            | 78.57  |
| 8     | ผู้เรียนคนที่ 8  | 58                            | 82.86  | 55                            | 78.57  | 52                            | 74.29  | 61                            | 87.14  | 61                            | 87.14  |
| 9     | ผู้เรียนคนที่ 9  | 64                            | 91.43  | 59                            | 84.29  | 60                            | 85.71  | 61                            | 87.14  | 61                            | 87.14  |
| 10    | ผู้เรียนคนที่ 10 | 55                            | 78.57  | 55                            | 78.57  | 57                            | 81.43  | 56                            | 80     | 58                            | 82.86  |
| 11    | ผู้เรียนคนที่ 11 | 60                            | 85.71  | 54                            | 77.14  | 57                            | 81.43  | 57                            | 81.43  | 60                            | 85.71  |
| 12    | ผู้เรียนคนที่ 12 | 58                            | 82.86  | 57                            | 81.43  | 55                            | 78.57  | 60                            | 85.71  | 59                            | 84.29  |
| 13    | ผู้เรียนคนที่ 13 | 64                            | 91.43  | 63                            | 90     | 59                            | 84.29  | 56                            | 80     | 61                            | 87.14  |
| 14    | ผู้เรียนคนที่ 14 | 66                            | 94.29  | 57                            | 81.43  | 53                            | 75.71  | 54                            | 77.14  | 57                            | 81.43  |
| 15    | ผู้เรียนคนที่ 15 | 60                            | 85.71  | 53                            | 75.71  | 50                            | 71.43  | 55                            | 78.57  | 49                            | 70     |
| 16    | ผู้เรียนคนที่ 16 | 53                            | 75.71  | 57                            | 81.43  | 51                            | 72.86  | 56                            | 80     | 52                            | 74.29  |
| 17    | ผู้เรียนคนที่ 17 | 58                            | 82.86  | 50                            | 71.43  | 55                            | 78.57  | 59                            | 84.29  | 58                            | 82.86  |
| 18    | ผู้เรียนคนที่ 18 | 60                            | 85.71  | 58                            | 82.86  | 51                            | 72.86  | 63                            | 90     | 58                            | 82.86  |
| 19    | ผู้เรียนคนที่ 19 | 58                            | 82.86  | 54                            | 77.14  | 52                            | 74.29  | 61                            | 87.14  | 61                            | 87.14  |
| 20    | ผู้เรียนคนที่ 20 | 64                            | 91.43  | 61                            | 87.14  | 55                            | 78.57  | 58                            | 82.86  | 60                            | 85.71  |
| 21    | ผู้เรียนคนที่ 21 | 56                            | 80     | 55                            | 78.57  | 53                            | 75.71  | 52                            | 74.29  | 56                            | 80     |
| 22    | ผู้เรียนคนที่ 22 | 55                            | 78.57  | 57                            | 81.43  | 50                            | 71.43  | 56                            | 80     | 54                            | 77.14  |
| 23    | ผู้เรียนคนที่ 23 | 55                            | 78.57  | 55                            | 78.57  | 52                            | 74.29  | 54                            | 77.14  | 54                            | 77.14  |
| 24    | ผู้เรียนคนที่ 24 | 58                            | 82.86  | 51                            | 72.86  | 51                            | 72.86  | 55                            | 78.57  | 54                            | 77.14  |
|       | รวม              | 1421                          | 2030   | 1341                          | 1916   | 1283                          | 1833   | 1393                          | 1990   | 1386                          | 1980   |
|       | คะแนนรวมเฉลี่ย   | 59.21                         | 84.58  | 55.875                        | 79.82  | 53.45833333                   | 76.37  | 58.04167                      | 82.92  | 57.75                         | 82.5   |
|       | คะแนนเฉลี่ย      |                               |        |                               |        |                               |        | E1                            | 80.92  | E2                            | 82.50  |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## การทดลองที่ 1 AVR ATMEGA32 กับ LED

### วัตถุประสงค์ทั่วไป

เพื่อศึกษาวงจรไฟวิ่งที่ควบคุมโดยไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR ATMEGA 32

### วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. ใช้คำสั่งควบคุมการส่งข้อมูลออกทางพอร์ตของไมโครคอนโทรลเลอร์ในระดับบิตได้
2. ใช้คำสั่งควบคุมการส่งข้อมูลออกทางพอร์ตของไมโครคอนโทรลเลอร์ในระดับพอร์ตได้
3. ออกแบบวงจรเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR ATMEGA 32 กับ LED ได้
4. ต่อวงจรเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR ATMEGA 32 กับ LED ได้
5. เขียนโปรแกรมควบคุมไฟวิ่งได้

### เครื่องมือและอุปกรณ์

1. ชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR ATMEGA 32
2. คอมพิวเตอร์ที่ติดตั้งโปรแกรม AVR STUDIO 4 และ WINAVR
3. สายต่อวงจร

### ทฤษฎี

ไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR เบอร์ ATMEGA 32 ขนาด 40 ขา จะมีพอร์ตอินพุตเอาต์พุตสำหรับใช้งานพอร์ต 4 พอร์ต คือ PORTA, PORTB, PORTC และ PORTD แต่ละพอร์ตมีขนาด 8 บิต (8 ขา) รวมแล้วมีขาใช้งานทั้งหมด 32 ขา ก่อนการใช้งาน พอร์ตอินพุตเอาต์พุตดิจิตอล จะต้องกำหนดทิศทางของพอร์ตก่อน โดยกำหนดในรีจิสเตอร์ DDRx ว่าต้องการให้เป็นอินพุตหรือเอาต์พุตพอร์ต

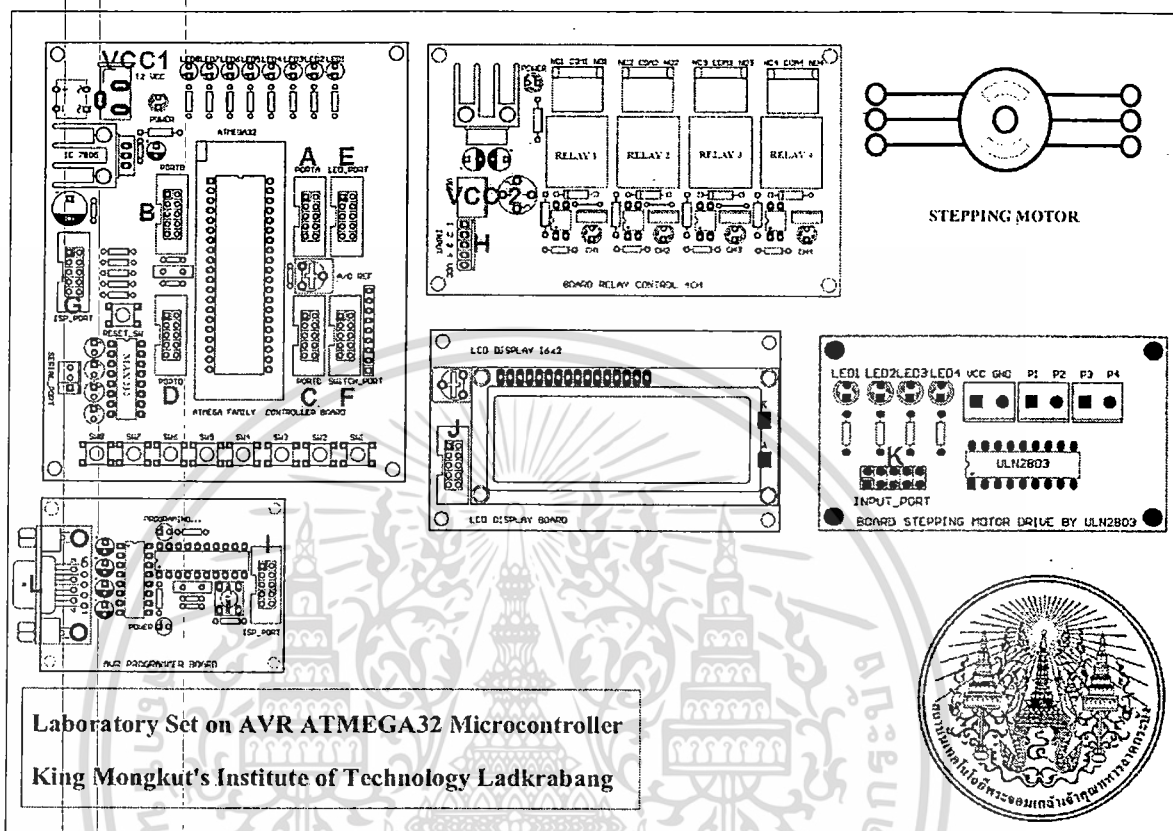
การส่งข้อมูลออกพอร์ตเอาต์พุตของไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR ATMEGA 32 สามารถใช้คำสั่งภาษาซีสำหรับสั่งงานได้หลายคำสั่งเช่น

PORTA=0xff; คือ การส่งค่า 0xff หรือตัวเลขฐานสองค่า 11111111<sub>2</sub> ออกทางPORTA

sbi(PORTA,0) คือ การสั่งให้ PORTA.0 เป็นลอจิก 1

cbi(PORTB,7) คือ การสั่งให้ PORTB.7 เป็นลอจิก 0

## ลำดับขั้นตอนการทดลอง



Laboratory Set on AVR ATMEGA32 Microcontroller  
King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

รูปที่ 1.1 แสดงจุดเชื่อมต่อบนชุดทดลอง ไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR ATMEGA 32

ตอนที่ 1 การเขียนโปรแกรมไฟวิ่ง

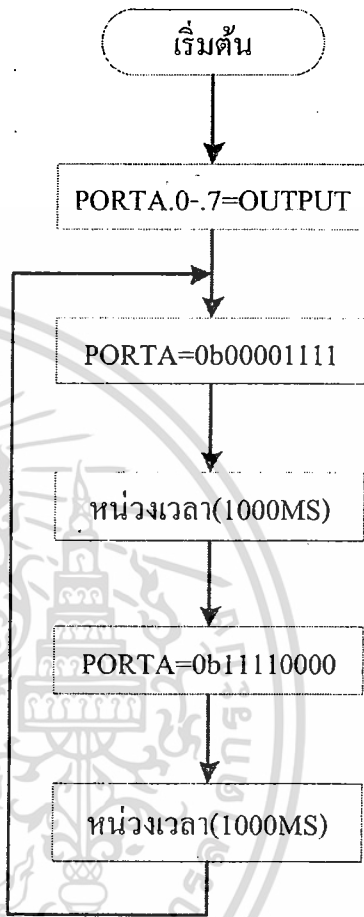
1. ทำการเชื่อมต่อจุด A กับ จุด E ด้วยสายแพร 10 PIN ที่ใช้ในการทดลอง
2. ทำการเชื่อมต่อจุด L เข้ากับ COM PORT ของคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการทดลอง
3. เขียนโปรแกรมที่ 1.1 ลงในโปรแกรม AVR Studio หลังจากนั้นทำการตรวจสอบความถูกต้องของโปรแกรม โดยใช้คำสั่ง Build จากโปรแกรม AVR Studio
4. ถ้าพบข้อผิดพลาด ให้ทำการตรวจสอบและแก้ไขโปรแกรม หลังจากนั้น ใช้คำสั่ง Build ในตัวโปรแกรม เพื่อทำการตรวจสอบข้อผิดพลาด และสร้าง Hex File
5. ทำการจ่ายไฟเลี้ยงให้กับชุดทดลอง ผ่านจุด VCC1
6. นำ Hex File ที่โปรแกรมสร้างขึ้น โปรแกรม เข้าสู่ตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยใช้คำสั่ง AVR Prog จากโปรแกรม AVR Studio

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

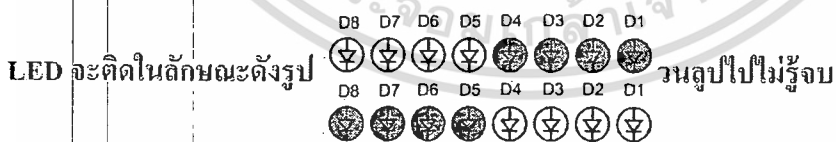
### โปรแกรมที่ 1.1

```

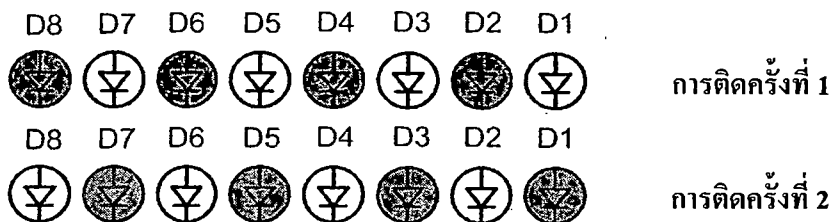
1. #include<avr/io.h>
2. #include<compat/deprecated.h>
3. #define F_CPU 16000000
4. #include<util/delay.h>
5. void delay(unsigned int ms){
6.     for(;ms>0;ms--){
7.         _delay_ms(1);
8.     }
9. }
10. int main(){
11.     DDRA=0b11111111;
12.     while(1){
13.         PORTA=0b00001111;
14.         delay(1000);
15.         PORTA=0b11110000;
16.         delay(1000);
17.     }
18.     return 0;
19. }
    
```



3. สังเกตการณ์ทำงานของ LED ผลที่ปรากฏคือ



4. ถ้าต้องการให้ LED ติดสลับดังรูป



ต้องแก้ไขโปรแกรมโดยจาก PORTA=0b00001111; ในบรรทัดที่ 13 และ PORTA=0b11110000; ในบรรทัดที่ 15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็น  $PORTA=0b10101010$ ; ในบรรทัดที่ 13 และ  $PORTA=0b01010101$ ; ในบรรทัดที่ 15

5. ศึกษาไฟล์ชาร์ต และ โค้ด โปรแกรมการทำงานของ การควบคุม LED ซึ่งเป็นการคิดเรียงจากขวา

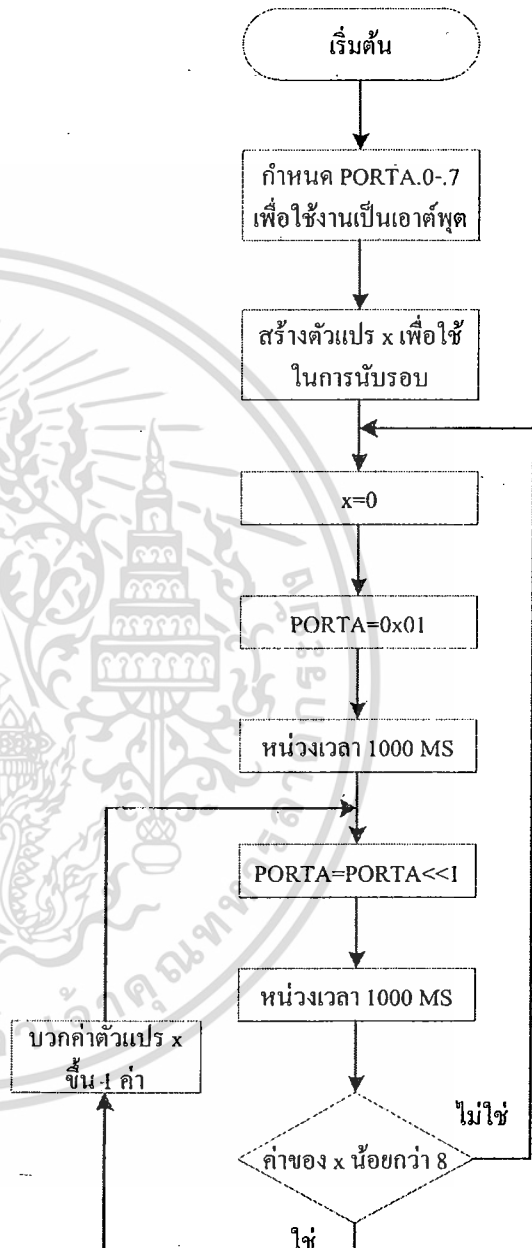
ไปซ้าย ตลอด

โปรแกรมที่ 1.2

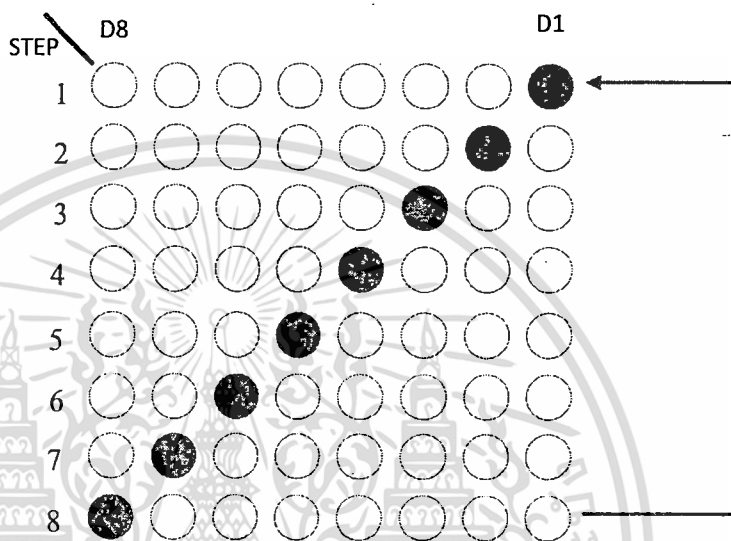
```

1. #include<avr/io.h>
2. #include<compat/deprecated.h>
3. #define F_CPU 16000000
4. #include<util/delay.h>
5. void delay(unsigned int ms){
6.     for(;ms>0;ms--){
7.         _delay_ms(1);
8.     }
9. }
10. int main(){
11.     DDRA=0b11111111;
12.     while(1){
13.         char x=0;
14.         PORTA=0x01;
15.         delay(1000);
16.         for(x=0;x<8;x++){
17.             PORTA=PORTA<<1;
18.             delay(1000);
19.         }
20.         if(x>8)
21.             x=0;
22.     }
23. return 0;
24. }

```



6. เขียน โปรแกรมที่ 1.2 ทำการ Build แล้วทำการ โปรแกรมเข้าสู่ตัวไมโครคอนโทรลเลอร์
7. สังเกตการทำงานของ LED ผลการทำงานที่ได้



8. ถ้าต้องการให้ LED ติดจากซ้ายไปขวาจะต้องแก้ไขโปรแกรม ที่ 1.2 ในบรรทัดไหนและแก้ไขอย่างไร

ในบรรทัดที่ 14 แก้เป็น `PORTA=0x80;`

ในบรรทัดที่ 17 แก้เป็น `PORTA=PORTA>>1;`

## ตอนที่ 2. การเขียนโปรแกรมไฟวิ่งโดยการอ่านค่าจากตัวแปรอาร์เรย์ (Array)

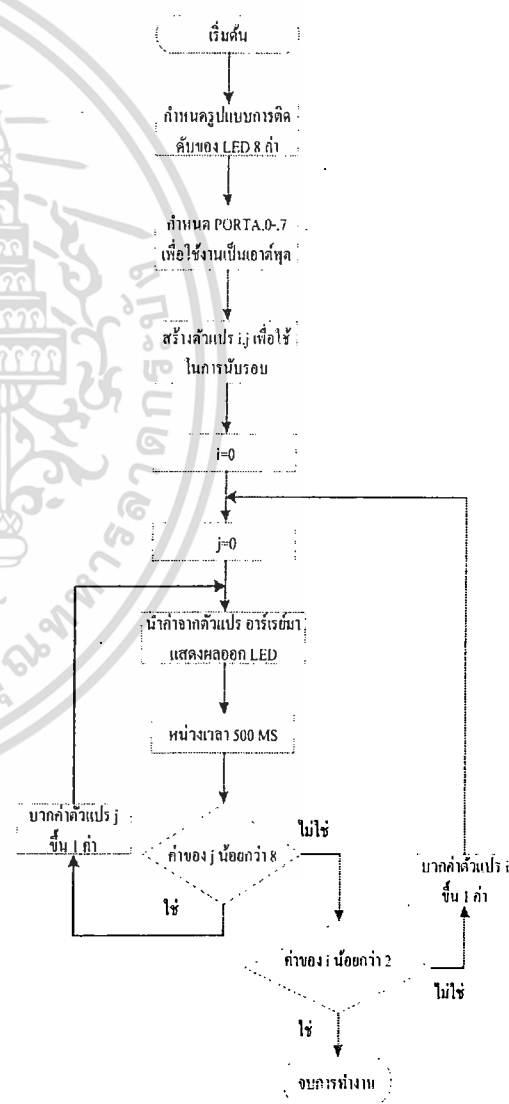
1. ศึกษา Flow Chart และ โปรแกรมการทำงานของ การควบคุมการติดดับของ LED ซึ่งเป็นการติดดับจากซ้ายไปขวา 2 รอบแล้วหยุด โดยการอ่านค่าจากตัวแปรแบบ อาร์เรย์

### โปรแกรมที่ 1.3

```

1. #include<avr/io.h>
2. #include<compat/deprecated.h>
3. #define F_CPU 16000000
4. #include<util/delay.h>
5. void delay(unsigned int ms){
6.     for(;ms>0;ms--){
7.         _delay_ms(1);
8.     }
9. }
10. char step_led[8]={0x80,0x40,0x20,0x10,0x08,0x04,0x02,0x01};
11. int main(){
12.     DDRA=0b11111111;
13.     int i,j;
14.     while(1){
15.         for(i=0;i<2;i++){
16.             for(j=0;j<8;j++){
17.                 PORTA=step_led[j];
18.                 delay(500);
19.             }
20.         }
21.         while(1);
22.     }
23.     return 0;
24. }

```



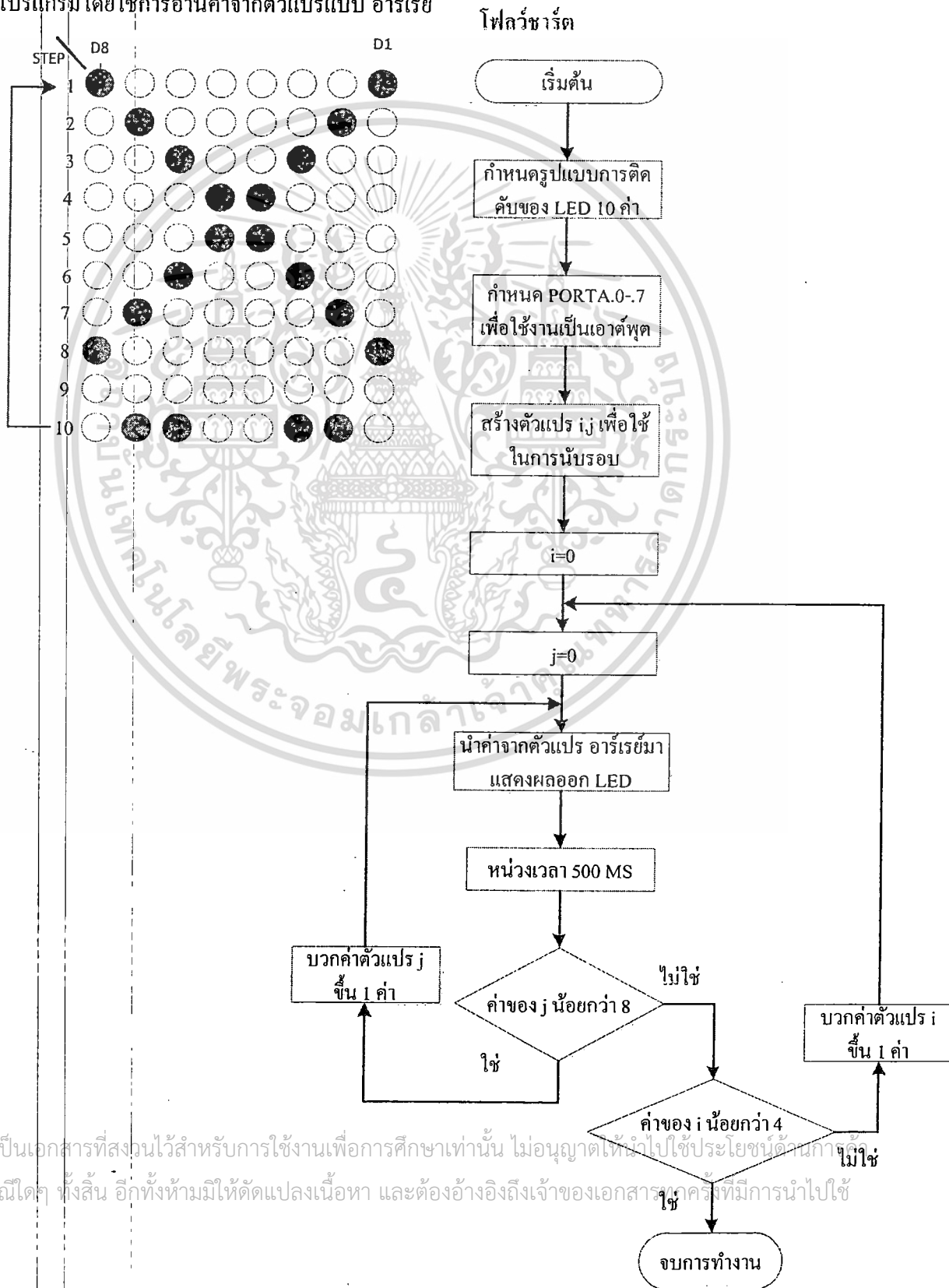
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. จากโปรแกรมที่ 1.3 LED จะมีการติดในลักษณะใดจงอธิบาย

LED จะติดในลักษณะวิ่งจากซ้ายไปขวาครบ 2 รอบแล้วหยุด

3. จงเขียน โฟลว์ชาร์ต และโปรแกรม ถ้าต้องการให้ LED ติด-ดับ ตามรูปจำนวน 4 รอบ แล้วจบ

โปรแกรมโดยใช้การอ่านค่าจากตัวแปรแบบ อาร์เรย์



## โปรแกรม

```

1. #include<avr/io.h>
2. #include<compat/deprecated.h>
3. #define F_CPU 16000000
4. #include<util/delay.h>
5. void delay(unsigned int ms){
6.     for(;ms>0;ms--){
7.         _delay_ms(1);
8.     }
9. }
10. char step_led[10]={0x81,0x42,0x24,0x18,0x18,0x24,0x42,0x81,0x00,0x66};
11. int main(){
12.     DDRA=0b11111111;
13.     int i,j;
14.     while(1){
15.         for(i=0;i<4;i++){
16.             for(j=0;j<10;j++){
17.                 PORTA=step_led[j];
18.                 delay(500);
19.             }
20.         }
21.         while(1);
22.     }
23. return 0;
24. }

```

## สรุปผลการทดลอง

## คำถามท้ายการทดลอง

1. ถ้าต้องการให้ LED มีการติด-ดับเร็วขึ้น จะต้องแก้ไขส่วนใดของโปรแกรม จงเขียนพร้อมทั้งยกตัวอย่างโปรแกรมประกอบ

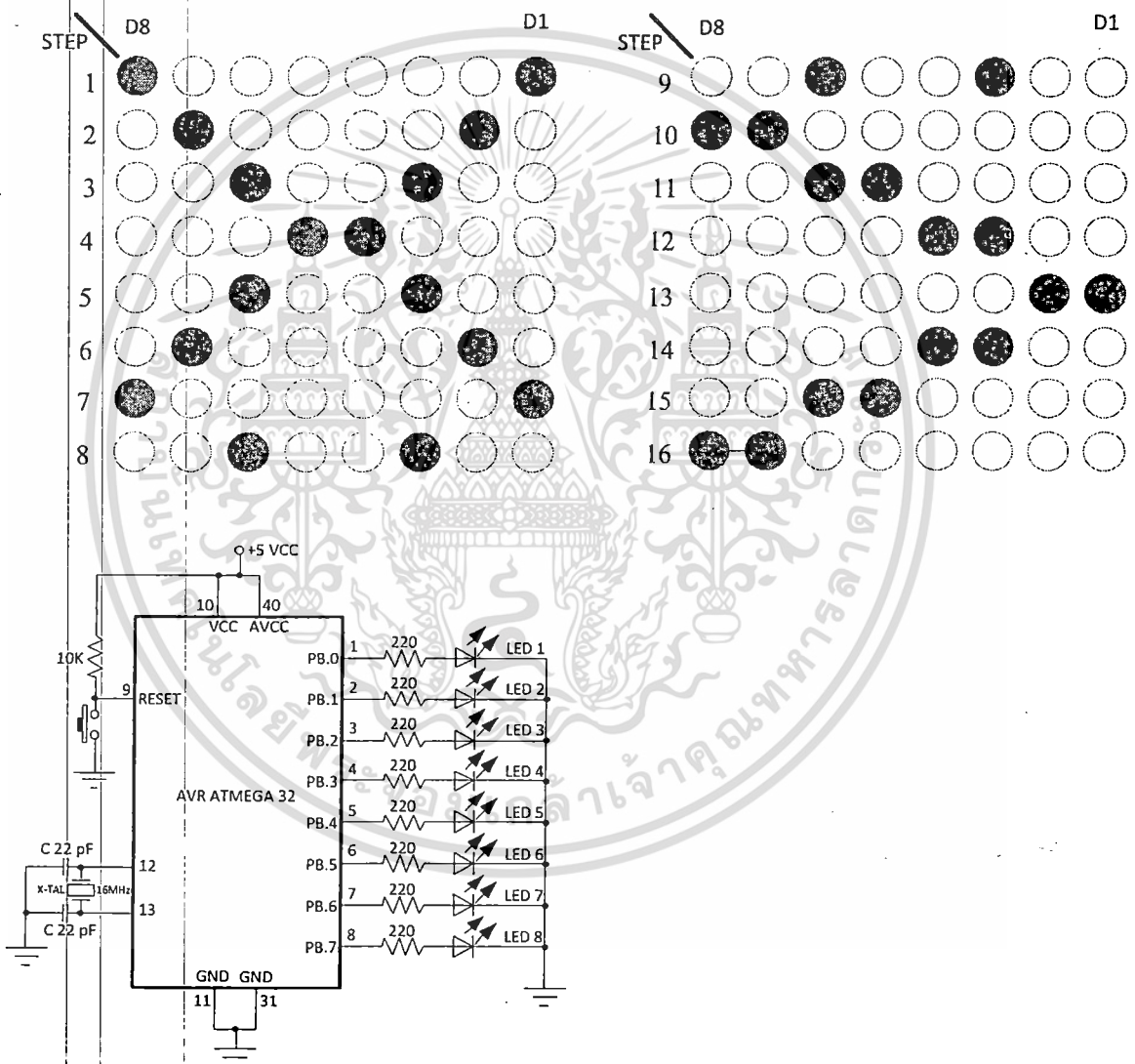
จะต้องแก้ไขในส่วนของการหน่วงเวลาก่อนที่จะแสดงผล ในส่วนของค่าที่ส่งให้ โปรแกรมย่อย

```

c 1. #include<avr/io.h>
2. #include<compat/deprecated.h>
3. #define F_CPU 16000000
4. #include<util/delay.h>
5. void delay(unsigned int ms){
6.     for(;ms>0;ms--){
7.         _delay_ms(1);
8.     }
9. }
10. char
step_led[10]={0x81,0x42,0x24,0x18,0x18,0x24,0x42
11. int main(){
12.     DDRA=0b11111111;
13.     int i,j;
14.     while(1){
15.         for(i=0;i<4;i++){
16.             for(j=0;j<10;j++){
17.                 PORTA=step_led[j];
18.                 delay(200);
19.             }
20.         }
21.         while(1);
22.     }
23. return 0;
24. }

```

2. จงออกแบบโปรแกรมไฟวิ่ง 8 ดวง โดยการใช้ PORTB เขียนโฟลว์ชาร์ต พร้อมทั้ง โปรแกรมเพื่อควบคุมการ ติด-ดับ ของ LED โดยการอ่านค่าจากตัวแปรแบบ อาร์เรย์ และออกแบบลักษณะการติดดับของ LED ลงในตาราง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## โปรแกรม

```

1. #include<avr/io.h>
2. #include<compat/deprecated.h>
3. #define F_CPU 16000000
4. #include<util/delay.h>
5. void delay(unsigned int ms){
6.     for(;ms>0;ms--){
7.         _delay_ms(1);
8.     }
9. }
10. char step_led[16]={0x81,0x42,0x24,0x18,0x24,0x42,0x81,0x24,0x24,0xc0,0x30,0x0c,0x03,0x0c,0x30,0xc0};
11. int main(){
12.     DDRB=0b11111111;
13.     int j;
14.     while(1){
15.         for(j=0;j<16;j++){
16.             PORTB=step_led[j];
17.             delay(500);
18.         }
19.     }
20. }
21. return 0;
22. }

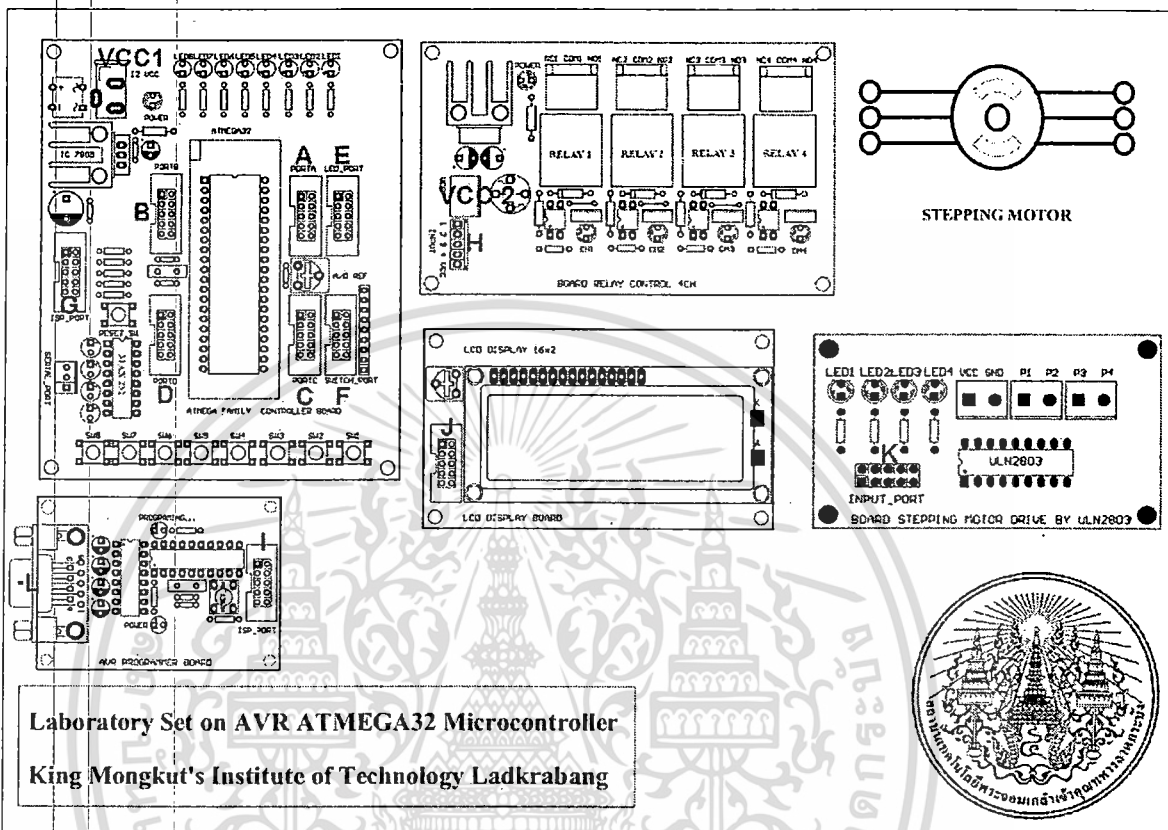
```



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# คู่มือการใช้งาน

## ชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR ATMEGA32



Laboratory Set on AVR ATMEGA32 Microcontroller  
King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

ภาพที่ ข.1 ชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR ATMEGA 32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

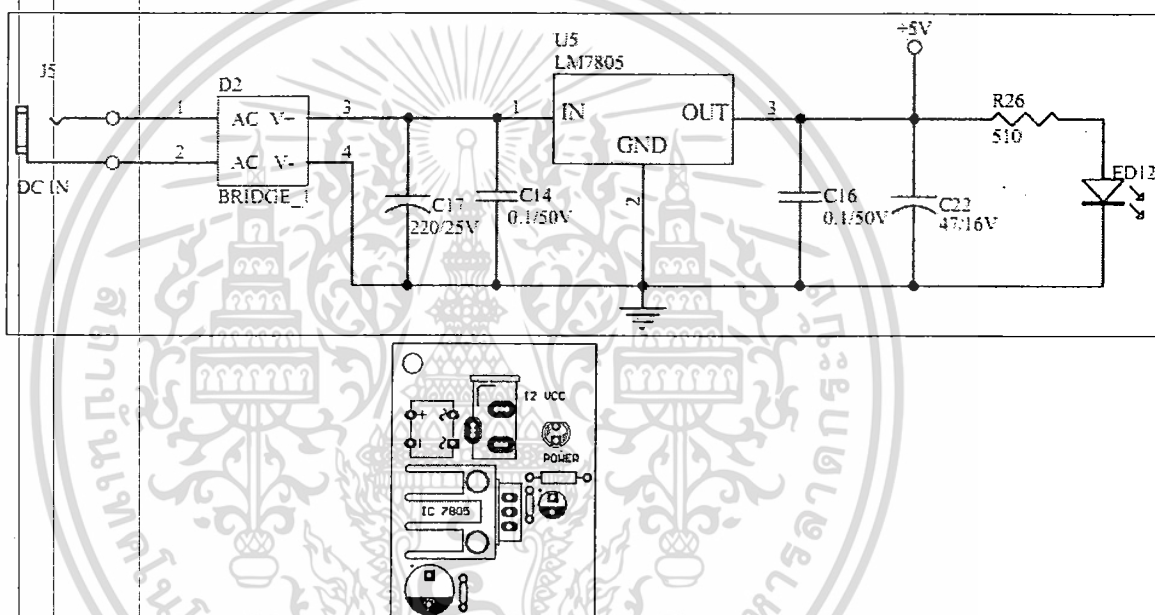




ส่วนประกอบของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR ATMEGA 32 ในตัวบอร์ดจะประกอบด้วยภาคต่าง จำนวน 5 ภาค ดังนี้

1. ภาคแหล่งจ่ายไฟ (POWER SUPPLY)
2. ภาคไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR ATMEGA32 (MICROCONTROLLER)
3. ภาคแสดงผล LED 8 ช่อง (LED DISPLAY 8 CHANEL)
4. ภาคสวิทช์อินพุตแบบกด 8 ช่อง (8 CHANELS PUSH BUTTON SWITCH)
5. ภาคการสื่อสารแบบอนุกรม (SERIAL PORT COMMUNICATION)

### 1. ภาคแหล่งจ่ายไฟ (POWER SUPPLY)



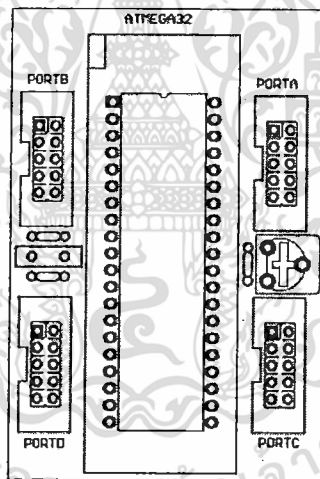
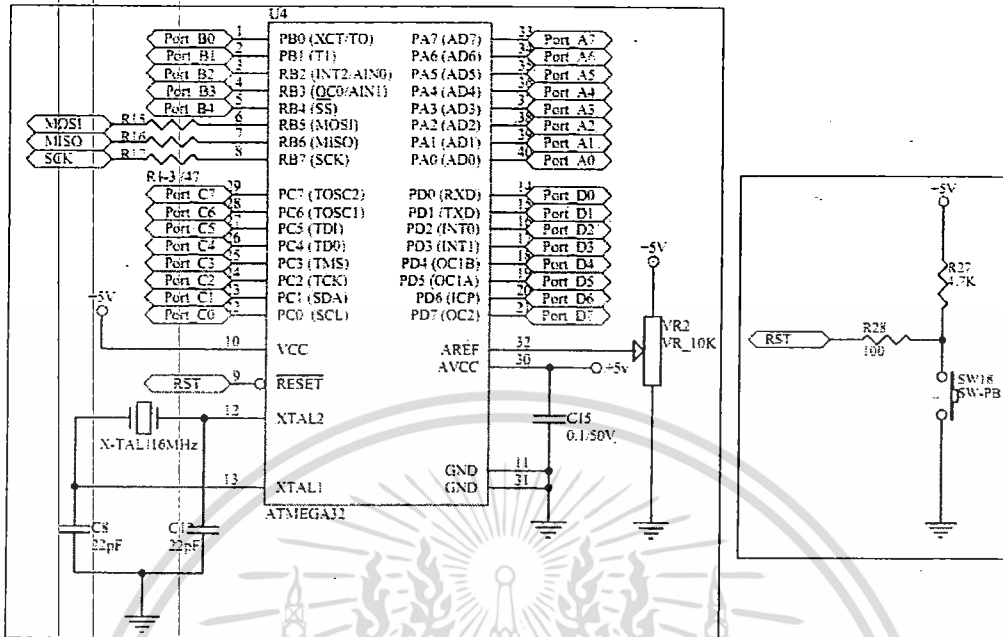
ภาพที่ ข.4 ภาคแหล่งจ่ายไฟ (POWER SUPPLY)

#### การใช้งาน

1. ทำการเชื่อมต่อ Adapter เข้ากับแหล่งจ่ายไฟ
2. ต่อขั้วเสียบของ Adapter เข้ากับขั้วเสียบของบอร์ดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR ATMRGA32
3. LED POWER จะสว่าง
4. จงจรภาคจ่ายไฟจะจ่ายไฟเลี้ยง 5 โวลต์ให้กับวงจรภาคต่างๆภายในบอร์ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ภาคไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR ATMEGA32 (MICROCONTROLLER)



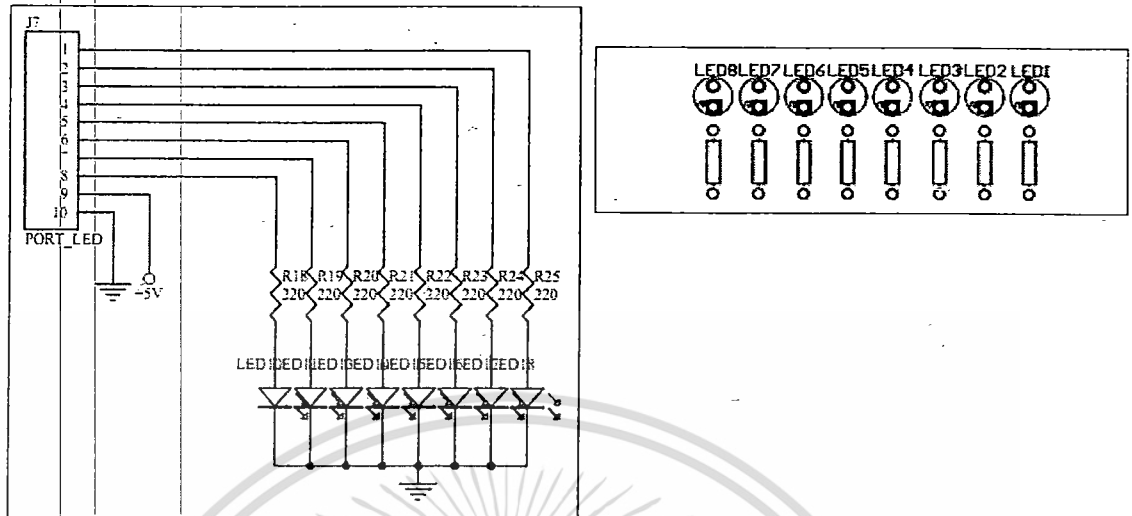
ภาพที่ ข.5 ภาคไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR ATMEGA32 (MICROCONTROLLER)

การใช้งาน

ภาคไมโครคอนโทรลเลอร์จะทำงานตาม โปรแกรม ที่เราเขียนขึ้นมา โดยจะมีการรับหรือส่ง อินพุต หรือเอาต์พุต ตามโปรแกรมที่ป้อนเข้าไป โดยจะมีพอร์ตให้ใช้งานทั้งหมด 4 พอร์ต ได้แก่ PORTA, PORTB, PORTC และ PORTD

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ภาคแสดงผล LED 8 ช่อง (LED DISPLAY 8 CHANEL)

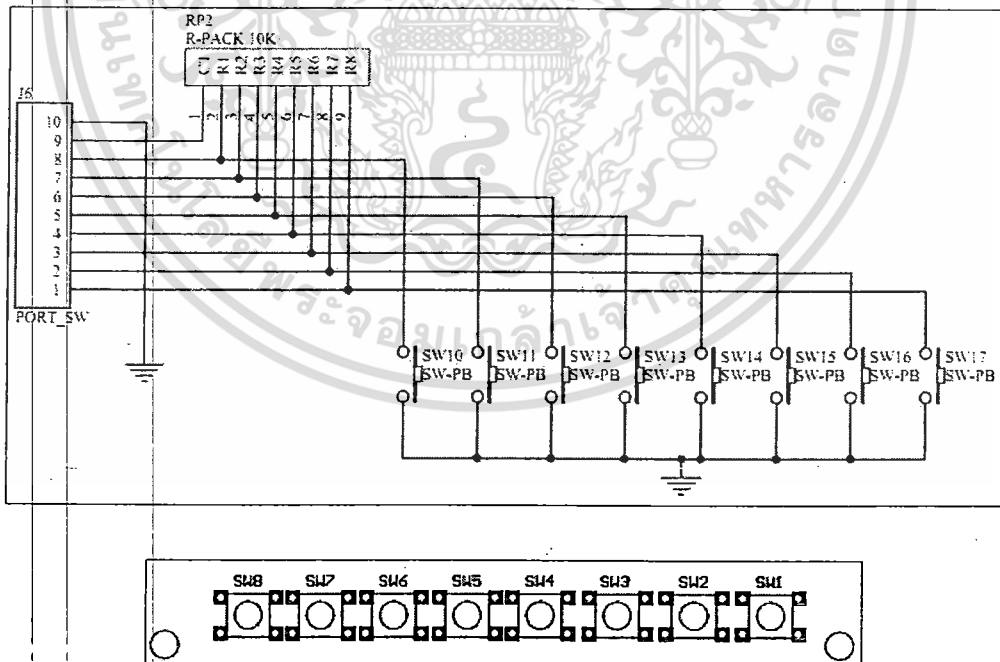


ภาพที่ ข.6 ภาคแสดงผล LED 8 ช่อง (LED DISPLAY 8 CHANEL)

การใช้งาน

ส่วนของการแสดงผลแบบ LED นั้นเมื่อต้องการให้ LED ดวงใดติดสว่าง ต้องส่งลอจิก “ 1 ” ถ้าต้องการให้ LED ดับ ต้องส่งลอจิก “ 0 ”

4. ภาคสวิตช์อินพุตแบบกด 8 ช่อง (8 CHANNELS PUSH BUTTON SWITCH)



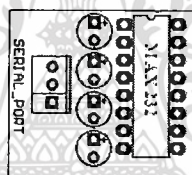
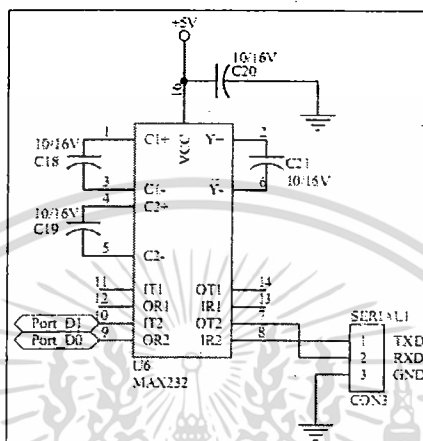
ภาพที่ ข.7 ภาคสวิตช์อินพุตแบบกด 8 ช่อง (8 CHANNELS PUSH BUTTON SWITCH)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### การใช้งาน

ในการใช้งานในส่วนของวงจรนั้นจะมีการต่อ R-Pull Up เพื่อรักษาระดับแรงดันในขณะที่ไม่มีการกดสวิตช์จะมีค่าลอจิกเป็น “ 1 ” และเมื่อทำการกดสวิตช์ จะมีค่าลอจิกเป็น “ 0 ”

### 5. ภาคการสื่อสารแบบอนุกรม (SERIAL PORT COMMUNICATION)



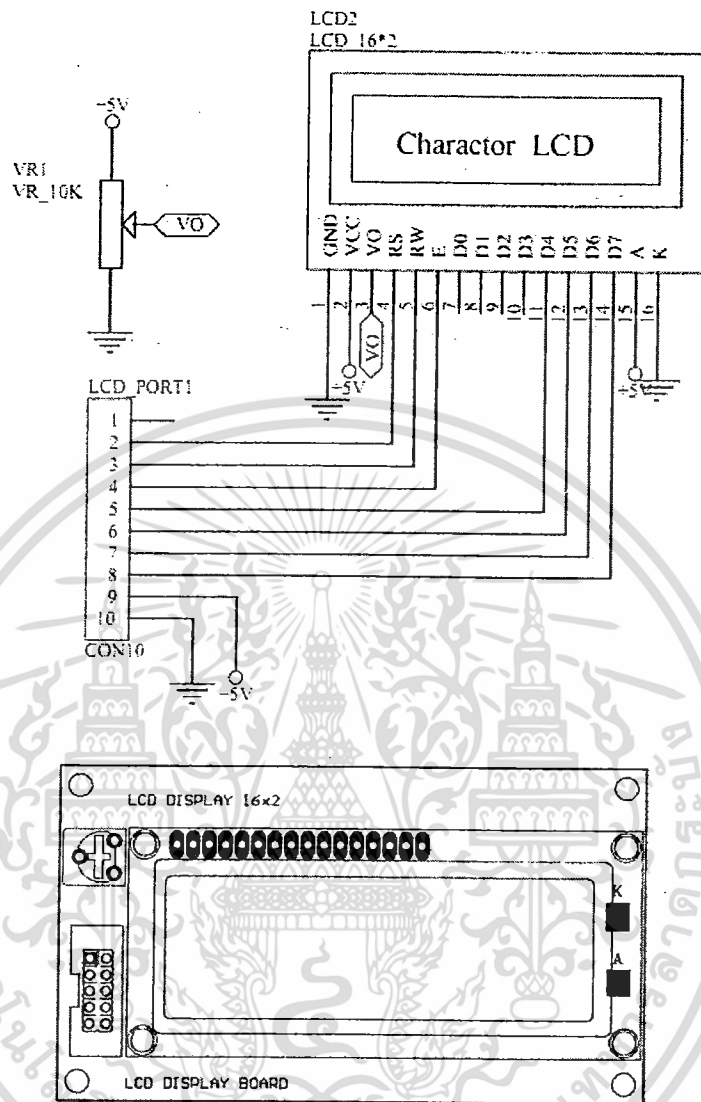
ภาพที่ ข.8 ภาคการสื่อสารแบบอนุกรม (SERIAL PORT COMMUNICATION)

### การทำงาน

นอกจากการส่งข้อมูลแบบขนานผ่านทางพอร์ตตามปกติแล้ว ไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR ATMEGA32 ยังสามารถที่จะสื่อสารแบบอนุกรมได้ โดยจะใช้ขาพอร์ต D.0(RX) และD.1 (TX)



3. LCD DISPLAY BOARD

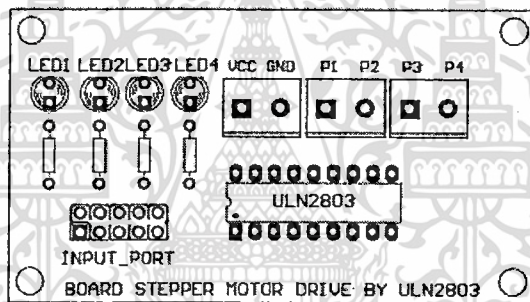
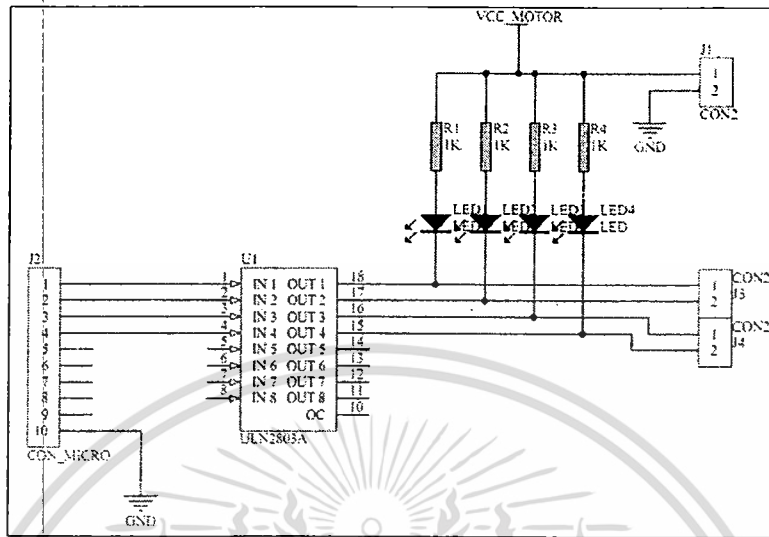


ภาพที่ ข.10 LCD DISPLAY BOARD

การใช้งาน

ส่วนของการแสดงผลแบบ LCD DISPLAY เมื่อต้องการใช้งานนั้นสามารถเชื่อมต่อเข้ากับพอร์ตที่กำหนดไว้ใน โปรแกรม และเมื่อต้องการเพิ่มความเข้มของตัวอักษร สามารถปรับได้ที่ VR ที่ทำหน้าที่ควบคุมความเข้มของตัวอักษรได้

4. STEPPER MOTOR DRIVE BOARD

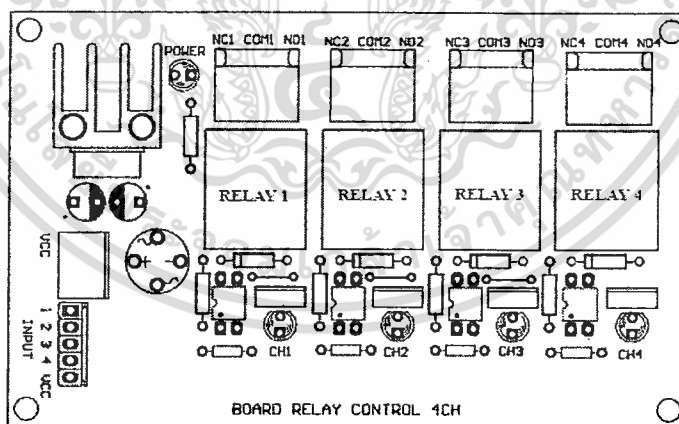
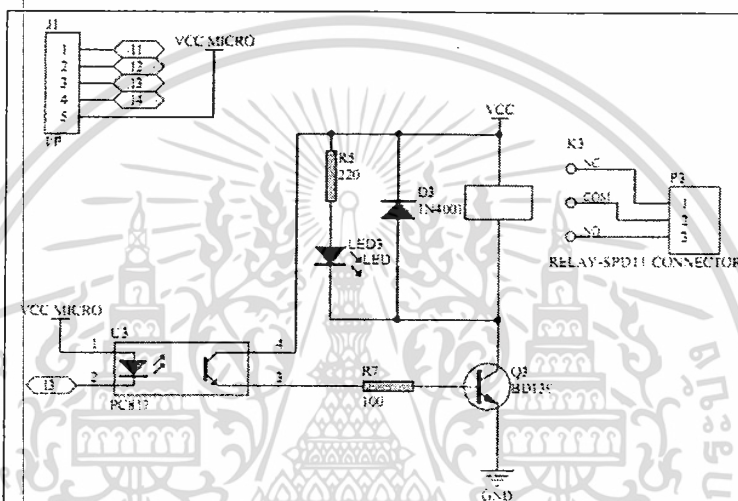
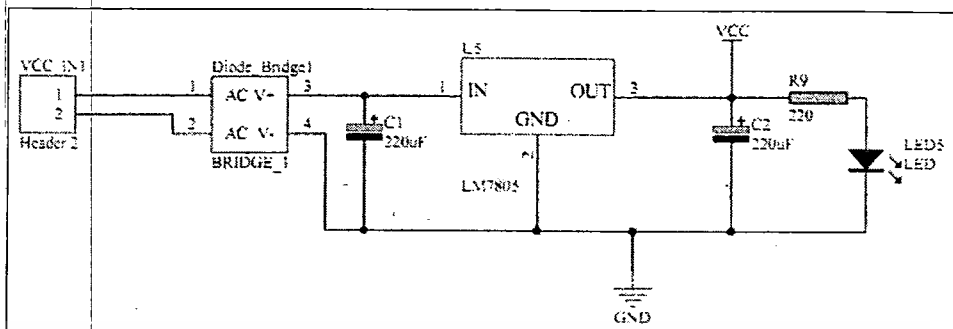


ภาพที่ ข.11 STEPPER MOTOR DRIVE BOARD

การทำงาน

STEPPER MOTOR DRIVE BOARD นั้นจะใช้ IC ULN 2803 ในการขับมอเตอร์เพราะสามารถรองรับกระแสได้สูงถึง 500 mA การใช้งานเราจะต่อ สัญญาณดิจิตอลเข้าทางด้าน อินพุตของตัวไอซี ส่วนระดับแรงดันเอาต์พุตจะมีค่าเท่ากับแรงดันที่ต่อขา +V และ ขา GND ให้ต่อลงกราวด์ของวงจร

5. BOARD RELAY CONTROL 4 CH

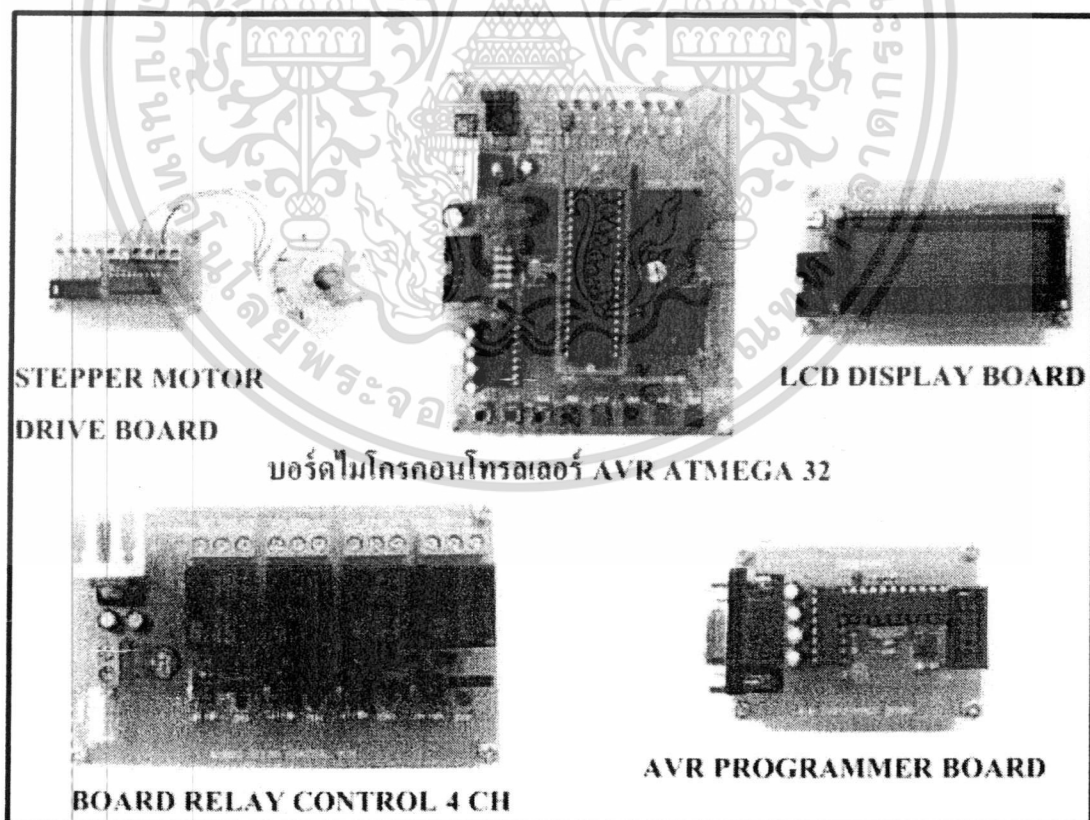
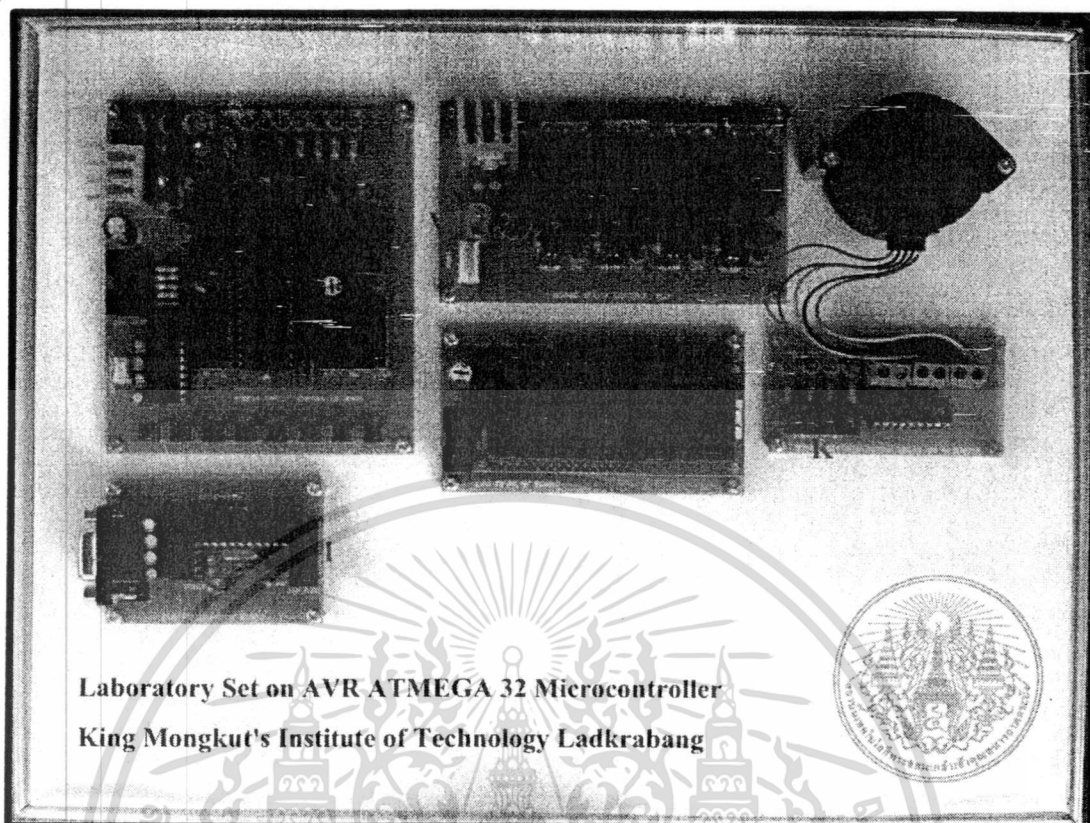


ภาพที่ ข.12 BOARD RELAY CONTROL 4 CH

การทำงาน

การทำงานของ BOARD RELAY CONTROL 4-CH นั้น จะต้องกระตุ้นด้วย ลอจิก “ 0 ” เมื่อต้องการให้ Relay เปลี่ยนแปลงสถานะของ หน้าคอนแทกจาก NC เป็น NO โดยสามารถสั่งงาน ได้ อิสระทั้ง 4 CH โดยในตัวบอร์ด จะมีภาคจ่ายไฟเลี้ยงขา Coil ของ Relay ทั้งสี่ตัวอยู่แล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ ข.13 ชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR ATMEGA 32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ประวัติผู้เขียน

|                  |  |
|------------------|--|
| ชื่อ-สกุล        | นายเปรมชัย คงตัน   |
| วัน-เดือน-ปีเกิด | 2 มกราคม 2529  |
| สถานที่เกิด      | จังหวัดเชียงใหม่   |
| ที่อยู่ปัจจุบัน  | บ้านเลขที่ 51 หมู่ 3 ตำบลท่ากว้าง อำเภอสารภี จังหวัดเชียงใหม่ 50140  |
| ประวัติการศึกษา  | ปีการศึกษา 2548 สำเร็จการศึกษาประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคเชียงใหม่<br>ปีการศึกษา 2550 สำเร็จการศึกษา ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต (ค.อ.บ.) สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง<br>ปีการศึกษา 2554 สำเร็จการศึกษา ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต (ค.อ.บ.) สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง |
| ประวัติการทำงาน  | อาจารย์ แผนกอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคจะเชิงเทรา พ.ศ. 2550-2553<br>วิศวกร บริษัท Celestica ประเทศไทย พ.ศ. 2553-2554<br>ปัจจุบัน วิศวกร บริษัท Hana Microelectronics Group   |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้