สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ชุดปฏิบัติการทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877

โดย
สุรพงษ์ สิริพงศ์ดี

RCH
TJ
223
.M6
ส๕๖๕ ก.1
ตขหมู่.....
ลขทะเบียน 116132
วัน,เดือน,ปี 2 พ.ค. 2554

ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
งานวิจัยฉบับนี้ได้รับเงินอุดหนุนการวิจัยจากโครงการสนับสนุนงานวิจัยที่มุ่งเน้นผลิต
นักวิจัยหน้าใหม่โดยใช้เงินรายได้ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีงบประมาณ 2546

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

b 12314256
i

ชุดปฏิบัติการทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877

โดย
สุรพงษ์ สิริพงศ์ดี

ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
งานวิจัยฉบับนี้ได้รับเงินอุดหนุนการวิจัยจากโครงการสนับสนุนงานวิจัยที่มุ่งเน้นผลิตนักวิจัยหน้าใหม่โดยใช้เงินรายได้ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีงบประมาณ 2546

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PIC16F877 MICROCONTROLLER LABORATORY

BY

SURAPONG SIRIPONGDEE

DEPARTMENT OF ENGINEERING EDUCATION

FACULTY OF INDUSTRIAL EDUCATION

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2003

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงการวิจัย	:	ชุดปฏิบัติการทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877
ผู้ดำเนินการวิจัย	:	สุรพงษ์ สิริพงศ์ดี
หน่วยงาน	:	ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีงบประมาณ	:	2546

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 1) ชุดปฏิบัติการทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877 2) แบบประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการ 3) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 1 ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จำนวน 30 คน แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นแบบทดสอบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 50 ข้อ มีค่าความยากง่ายอยู่ในช่วง 0.35-0.74 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.53 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ในช่วง 0.32-0.65 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.39 และความเชื่อมั่นของแบบทดสอบมีค่าเท่ากับ 0.73

ผลการวิจัยพบว่าชุดปฏิบัติการทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877ที่สร้างขึ้น ซึ่งได้ผ่านการประเมินระดับคุณภาพของชุดปฏิบัติการโดยผู้ทรงคุณวุฒิมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.52 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.27 แสดงว่าชุดปฏิบัติการมีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก ส่วนใบงานการทดลองมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.34 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.39 มีคุณภาพอยู่ในระดับดี ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนมีคะแนนจากการทำแบบทดสอบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ดังนั้นชุดปฏิบัติการทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877 ที่สร้างขึ้นสามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Research Title : PIC16F877 Microcontroller Laboratory
Researchers : Surapong Siripongdee
Department : Department of Engineering Education Faculty of Industrial Education King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
Year : 2003

ABSTRACT

The proposes of this research were to development and evaluation of efficiency for the global positioning system laboratory module. The research tools consisted of 1) PIC16F877 Microcontroller laboratory module 2) the quality assessment form of the laboratory module and 3) the achievement test. The samples were 30 students of the Bachelor of Science in Industrial Education from the Department of Education Engineering in Telecommunication Engineering, Faculty of Industrial Education, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang.

The achievement test was the multiple choice for 50 items with the difficulty of 0.35 - 0.74 and mean 0.52 , the discrimination of 0.32 - 0.65 and mean 0.39, and the reliability of 0.73.

The results of study shown that the quality of the global positioning system laboratory module reviewed by the experts was at the average mean 4.25 and standard deviation at 0.27, which was in the very good level. The quality of the laboratory sheet was the average mean 4.34 and standard deviation at 0.39, which was in the good level. Study of the laboratory module at the post-test was statistical significant higher than that of the pre-test at the 0.01 level Thus, the global positioning system laboratory module which could be used effectively for teaching and learning.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยในการวิจัยครั้งนี้ มีความมุ่งหวังเพื่อนำผลการวิจัยไปใช้ให้เกิดประโยชน์กับการเรียนการสอนในวิชาการทดลองปฏิบัติการทางวิศวกรรม ตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล. คณะผู้วิจัยสามารถดำเนินการวิจัยได้อย่างมีประสิทธิภาพและสำเร็จลุล่วงด้วยดี เพราะคณะผู้วิจัยได้รับเงินสนับสนุนการวิจัยจากเงินรายได้ในโครงการสนับสนุนงานวิจัยที่มุ่งเน้นผลิตนักวิจัยหน้าใหม่ ประจำปีงบประมาณ 2546 ของคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล. คณะผู้วิจัยขอขอบคุณคณะกรรมการพิจารณาโครงการวิจัยทุกท่าน ที่ได้ให้โอกาสคณะผู้วิจัยได้ทำการวิจัยครั้งนี้

ในโอกาสนี้คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิ ที่ได้กรุณาสละเวลาในการประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการ ตรวจสอบแก้ไข และให้คำแนะนำอันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการปรับปรุงเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยให้มีคุณภาพสูงสุด ขอขอบคุณคณาจารย์และเจ้าหน้าที่ทุกท่านของภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม ที่อำนวยความสะดวกในการวิจัย ขอขอบคุณนักศึกษากลุ่มตัวอย่างที่ได้ให้ความร่วมมือ เสียสละเวลา และกำลังความคิดในการร่วมมือในการวิจัยครั้งนี้จนประสบความสำเร็จ

คณะผู้วิจัย

กันยายน 2546

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II

กิตติกรรมประกาศ III

สารบัญ IV

สารบัญตาราง VI

สารบัญภาพ VII

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 2

1.3 สมมติฐานการวิจัย 2

1.4 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย 2

1.5 ขอบเขตของการวิจัย 3

1.6 ข้อตกลงเบื้องต้น 3

1.7 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย 3

1.8 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย 4

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 6

2.1 การศึกษาเนื้อหาวิชา 6

2.2 การวิจัยเชิงทดลอง 7

2.3 การสร้างสื่อการเรียนการสอน ประเภทชุดปฏิบัติการ 7

2.4 วิธีการสร้างชุดปฏิบัติการ และใบงานการทดลอง 8

2.5 การประเมินคุณภาพสื่อการเรียนการสอน 9

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 10

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 12

3.1 การเตรียมการวิจัย 12

3.2 การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง 13

3.3 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย 13

3.4 การดำเนินการทดลอง และเก็บรวบรวมข้อมูล 19

3.5 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล 21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 24

4.1 ผลการประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการ 24

4.2 ผลการประเมินคุณภาพของใบงานการทดลอง 26

4.3 ผลการวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางเรียน 30

4.4 ผลการหาค่าประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการ 30

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ 31

5.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 31

5.2 สมมติฐานการวิจัย 31

5.3 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง 31

5.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 32

5.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล 32

5.6 การวิเคราะห์ข้อมูล 33

5.7 สรุปผลการวิจัย 33

5.8 อภิปรายผลการวิจัย 34

5.9 ข้อเสนอแนะจากการวิจัย 36

บรรณานุกรม 37

ภาคผนวก ก รายละเอียดของชุดปฏิบัติการ 39

ภาคผนวก ข ใบงานการทดลอง 59

ภาคผนวก ค คู่มือการใช้งาน 109

ภาคผนวก ง แบบประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการ 123

ภาคผนวก จ การวิเคราะห์ข้อมูล 130

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

4.1 ผลการประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาของชุดปฏิบัติการ 24
4.2 ผลการประเมินคุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่อของชุดปฏิบัติการ 25
4.3 ผลการประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการ 25
4.4 ผลการประเมินคุณภาพของใบงานการทดลองรวมทั้ง 12 รายการ 26
4.5 ผลการประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาของใบงานการทดลองที่ 1-3 27
4.6 ผลการประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาของใบงานการทดลองที่ 4-6 28
4.7 ผลการประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาของใบงานการทดลองที่ 7-9 29
4.8 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่ได้จากชุดปฏิบัติการ 30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่ **หน้า**

3.1 ขั้นตอนการสร้างชุดปฏิบัติการ 13
3.2 ขั้นตอนการสร้างใบงานการทดลอง 14
3.3 ขั้นตอนการสร้างแบบประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการ 15
3.4 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 19
3.5 สรุปขั้นตอนการหาประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการ 21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง มีการเปิดสอนหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต (ต่อเนื่อง 2 ปี) สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ และคอมพิวเตอร์ กำหนดให้วิชาการทดลองปฏิบัติการทางวิศวกรรม เป็นวิชาชีพบังคับเรียน จำนวนหน่วยกิต 3 หน่วยกิต ปฏิบัติ 6 คาบต่อสัปดาห์ โดยให้มีการเรียนการสอนเรื่องทดลองปฏิบัติตามหัวข้อเกี่ยวกับการปฏิบัติการเกี่ยวกับระบบอิเล็กทรอนิกส์ การทำงานของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ เทคนิคในการบัดกรี การออกแบบและประกอบแผ่นวงจรพิมพ์ การฝึกเดินสายไฟฟ้าภายในและภายนอกอาคาร การฝึกพันหม้อแปลงไฟฟ้า มอเตอร์ไฟฟ้า การใช้เครื่องมือวัดอิเล็กทรอนิกส์แบบต่างๆ โดยคำนึงถึงความปลอดภัยในการใช้งาน และการทดลองวงจรอิเล็กทรอนิกส์ซึ่งทางภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ยังขาดแคลนชุดปฏิบัติการที่เกี่ยวข้องกับไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877 เพื่อใช้ประกอบการเรียนการสอน เนื่องจากยังไม่มีการจัดผลิตและจำหน่ายในท้องตลาด อีกทั้งในส่วนของแหล่งค้นคว้าข้อมูลและองค์ประกอบความรู้ทางด้านไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877 ยังมีไม่แพร่หลาย ทำให้นักศึกษายังขาดความเข้าใจในการติดตั้งใช้งาน ดังนั้นเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ของรายวิชา จึงจำเป็นต้องจัดหาสื่อการเรียนการสอนประเภทชุดปฏิบัติการ และใบงานการทดลองให้มีประสิทธิภาพและทันสมัยอยู่ตลอดเวลา

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อสร้างชุดปฏิบัติการทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877ที่มีคุณภาพ ในวิชา 03376010 การปฏิบัติการทางวิศวกรรม หน่วยกิต 3(0-6) ตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

2. เพื่อหาประสิทธิภาพชุดปฏิบัติการทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877 ในวิชาการ 03376010 การปฏิบัติการทางวิศวกรรม หน่วยกิต 3(0-6) ตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 สมมติฐานของการวิจัย

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาด้วยชุดปฏิบัติการทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

1.4 กรอบแนวความคิดที่ใช้ในการวิจัย

การสร้างชุดปฏิบัติการทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877 ผู้วิจัยยึดขั้นตอนการออกแบบชุดปฏิบัติการได้นำแนวคิดของ Alessi and Trollip (อ้างใน ถนอมพร เลาหจรัสแสง. 2541 : 29-39) มีทั้งหมด 7 ขั้นตอนและขั้นตอนที่ 8 การหาประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการ (อรพันธ์ ประสิทธิรัตน์. 2530: 80-84) มาใช้ในการสร้างและหาประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877 ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การเตรียมการ (Preparation)

ขั้นตอนที่ 2 การออกแบบชุดปฏิบัติการ (Instruction Design)

ขั้นตอนที่ 3 การเขียนผังงาน (Flowchart)

ขั้นตอนที่ 4 การสร้างสตอรี่บอร์ด (Create Storyboard)

ขั้นตอนที่ 5 การสร้างชุดปฏิบัติการ (Construction)

ขั้นตอนที่ 6 การผลิตเอกสารประกอบชุดปฏิบัติการ (Produce Supporting Materials)

ขั้นตอนที่ 7 การประเมินและแก้ไข (Evaluate and Revise)

ขั้นตอนที่ 8 การหาประสิทธิภาพ (Efficiency)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา.และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 ขอบเขตของการวิจัย

1.5.1 ประชากร และกลุ่มตัวอย่าง

การวิจัยครั้งนี้ครอบคลุมประชากร และกลุ่มตัวอย่าง ดังนี้

1. ประชากร คือ นักศึกษาชั้นปีที่ 1 ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ลงทะเบียนเรียนวิชา 03376010 การปฏิบัติการทางวิศวกรรม จำนวน 40 คน

2. กลุ่มตัวอย่าง คือ นักศึกษาชั้นปีที่ 1 ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ที่ลงทะเบียนเรียนวิชา 03376010 การปฏิบัติการทางวิศวกรรม โดยเลือกจากการสุ่มอย่างง่าย ด้วยวิธีการจับฉลาก จำนวน 25 คน

1.5.2 ตัวแปรที่จะศึกษา

1.1 ตัวแปรอิสระ (Independent Variables) คือ ชุดปฏิบัติการทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877

1.2 ตัวแปรตาม (Dependent Variables) คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาด้วยชุดปฏิบัติการทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877

1.6 ข้อตกลงเบื้องต้น

1. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง สามารถใช้ระบบปฏิบัติการ Windows ได้ทุกคน

2. ชุดปฏิบัติการทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877 นำมาใช้เป็นสื่อการเรียนการสอนวิชา 03376010 การปฏิบัติการทางวิศวกรรม ในลักษณะที่ติดตั้งอยู่กับที่เท่านั้น

3. การประเมินของผู้ทรงคุณวุฒิถือว่าได้กระทำไปด้วยดุลยพินิจจากหลักการ และความจริงใจ ซึ่งแสดงถึงความรู้สึกอันแท้จริง

1.7 นิยามคำศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย

เพื่อความเข้าใจที่ถูกต้องตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย จึงกำหนดความหมายของคำต่างๆ ที่ใช้ในการวิจัย ดังนี้ คือ

1. ชุดปฏิบัติการ หมายถึง ตัวเครื่องของชุดปฏิบัติการทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877 พร้อมโปรแกรมแสดงผลการทำงาน และใบงานการทดลอง 03376010 การปฏิบัติการทางวิศวกรรม ตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. เนื้อหา หมายถึง ทฤษฎีที่ใช้ประกอบในใบงานการทดลองที่ให้ความรู้ในส่วนความรู้ความจำ เกี่ยวกับเครื่องเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง รวมทั้งความรู้ที่เป็นทฤษฎีประกอบการทดลองการปฏิบัติการทางวิศวกรรม ตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

3. ใบงานการทดลอง หมายถึง เอกสารการเรียนรู้ภาคปฏิบัติ ที่เป็นไปตามลำดับอย่างเป็นขั้นตอน รวมทั้งบันทึกผลของการปฏิบัติลงในตารางที่กำหนด เช่น ตัวเลขของค่าที่วัดได้จากการทดลอง กราฟ หรืออื่นๆ ลงในตารางที่กำหนดให้ เป็นต้น

4. คุณภาพของชุดปฏิบัติการ หมายถึง การประเมินรายการประเด็นต่างๆ ของชุดปฏิบัติการและใบงานการทดลองที่วัดได้จากแบบประเมินโดยผู้ทรงคุณวุฒิ โดยมีค่าคะแนนเฉลี่ยไม่ต่ำกว่า 3.50

5. ประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการ หมายถึง ความสามารถของชุดปฏิบัติการที่สร้างขึ้นซึ่งวัดได้จากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนจากชุดปฏิบัติการทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

6. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง แบบทดสอบก่อนเรียนและแบบทดสอบหลังเรียน

7. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คะแนนที่ได้จากการทดสอบหลังจากการใช้ชุดปฏิบัติการทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877 โดยวัดจากแบบทดสอบที่ได้ผ่านการวิเคราะห์ทางสถิติซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้น

8. นักศึกษา หมายถึง นักศึกษาชั้นปีที่ 1 ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชา 03376010 การปฏิบัติการทางวิศวกรรม

9. ผู้ทรงคุณวุฒิประเมินคุณภาพ หมายถึง ผู้ที่ปฏิบัติการสอน หรือมีประสบการณ์สอนหรือเป็นผู้ฝึกอบรมวิชาการทดลองปฏิบัติการทางวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ ในหัวข้อไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC หรือมีเนื้อหาวิชาที่คล้ายคลึงกัน สัมพันธ์กัน เช่น ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 เป็นต้น มาไม่น้อยกว่า 3 ปี และมีคุณวุฒิทางการศึกษาไม่ต่ำกว่าระดับปริญญาตรี

1.8 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

1. ได้ชุดปฏิบัติการทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877 และใบงานการทดลองที่มีประสิทธิภาพ เหมาะสมสามารถนำไปใช้สำหรับวิชา 03376010 การปฏิบัติการทางวิศวกรรม ตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต คณะครุศาสตร์อุสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ชุดปฏิบัติการที่ใช้คอมพิวเตอร์แสดงผลการทำงานต่างๆ นั้นทำให้ผู้เรียนได้เรียนตามขั้นตอน เข้าใจได้ง่าย จึงทำให้เกิดทักษะและการเรียนรู้ได้อย่างรวดเร็วยิ่งขึ้น

3. เป็นแนวทางสำหรับผู้ที่ค้นคว้าวิจัย ในการสร้างชุดปฏิบัติการและใบงานการทดลองที่มีประสิทธิภาพในการใช้งาน เพื่อใช้ในการเรียนการสอน ในวิชาอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยการสร้างชุดปฏิบัติการทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877เพื่อหาประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการ โดยที่ผู้วิจัยมุ่งเน้นให้ผู้เข้ารับการทดลองได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง เพราะการเรียนในภาคปฏิบัติจะทำให้ได้รับประสบการณ์ตรง โดยได้ลำดับหัวข้อการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อศึกษาข้อมูลต่างๆ ดังนี้

2.1 การศึกษาเนื้อหาวิชา

2.2 การวิจัยเชิงทดลอง

2.3 การสร้างสื่อการเรียนการสอนประเภทชุดปฏิบัติการ

2.4 วิธีการสร้างชุดปฏิบัติการ และใบงานการทดลอง

2.5 การประเมินคุณภาพสื่อการเรียนการสอน

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การศึกษาเนื้อหาวิชา

ในการวิจัยเพื่อการสร้างและหาประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877 ได้ศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต กลุ่มวิชาชีพวิศวกรรม วิชาการทดลองปฏิบัติการทางวิศวกรรม หน่วยกิต3 สังเขปรายวิชา คือ ทดลองปฏิบัติตามหัวข้อเกี่ยวกับระบบอิเล็กทรอนิกส์ การทำงานของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ เทคนิคในการบัดกรี การออกแบบและประกอบแผ่นวงจรพิมพ์ การฝึกเดินสายไฟฟ้าภายในและภายนอกอาคาร การฝึกพันหม้อแปลงไฟฟ้า มอเตอร์ไฟฟ้า การใช้เครื่องมือวัดอิเล็กทรอนิกส์แบบต่างๆ โดยคำนึงถึงความปลอดภัยในการใช้งาน และการทดลองวงจรอิเล็กทรอนิกส์

2.2 การวิจัยเชิงทดลอง

การวิจัยเชิงทดลอง เป็นวิธีการแสวงหาความรู้อย่างมีระบบ และมีเหตุผล การทดลองเป็นวิธีการทดสอบสมมติฐานอย่างหนึ่ง คือเมื่อผู้วิจัยมีปัญหาที่จะวิจัยแล้ว ก็ตั้งสมมติฐาน ซึ่งสมมติฐานนี้อาจจะถูกหรือผิดก็ได้ การที่สมมติจะได้รับการยืนยัน หรือไม่ได้รับการยืนยันจากข้อมูล ขึ้นอยู่กับการควบคุมความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรว่ามีความถูกต้องเพียงใด จุดมุ่งหมายของการวิจัยเชิงทดลอง ก็เพื่อพยากรณ์เหตุการณ์ที่ได้ผลจากการทดลอง และหาผลสรุปที่เกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่างๆ (พุธทอง โพธิปัญญา. 2540 : 6)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีดำเนินการวิจัยเชิงทดลอง ประกอบด้วยขั้นตอนต่างๆ ดังนี้

1. การศึกษางานวิจัย หนังสือ บทความต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาที่จะทำการวิจัย

2. กำหนดจุดมุ่งหมาย และนิยามปัญหา ที่จำเป็นให้ชัดเจน

3. ตั้งสมมติฐาน นิยามคำศัพท์เฉพาะ และตัวแปรให้ชัดเจน

4. สร้างแบบแผนการทดลองให้เป็นตัวแทนของข้อมูลทั้งหมด ระบุตัวแปรที่ไม่เกี่ยวข้องทั้งหมด เลือกแผนการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับปัญหา เลือกกลุ่มตัวอย่างที่เป็นตัวแทนของประชากรทั้งหมด คัดเลือกเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย โดยพิจารณาถึงความเที่ยงตรงของเครื่องมือแล้วแปลงสมมติฐานให้เป็นข้อมูลทางสถิติ

5. ดำเนินการทดลอง และต้องควบคุมสิ่งต่างๆ ให้คงที่

6. จำกัดลักษณะการกระทำ ที่อาจจะทำให้ได้ข้อมูลที่ผิด และที่มีอิทธิพลต่อการทดลอง

7. นำวิธีทางสถิติมาทดสอบสมมติฐาน และพิจารณาความเชื่อมั่นของผลการวิจัยที่ได้

2.3 การสร้างสื่อการเรียนการสอน ประเภทชุดปฏิบัติการ

แนวทางในการปรับปรุงกระบวนการเรียนการสอน สาขาช่างอุตสาหกรรม คือ การมีสื่อการเรียนการสอนที่สอดคล้องกับหลักสูตร และผู้สอนได้นำไปใช้อย่างถูกวิธี จะเป็นผลให้คุณภาพการสอนดีขึ้น ในการผลิตสื่อเพื่อการสอน โดยเฉพาะวิชาการทดลองปฏิบัติการ นอกจากจะพิจารณาถึงระบบและวิธีสอนที่ต้องใช้แล้ว ยังมีหลักอีก 3 ประการ คือ (วัลลภ จันทร์ตระกูล. 2539 : 97-101)

1. เทคนิคการผลิต

2. ความคิดสร้างสรรค์ในการผลิต

3. การออกแบบให้สอดคล้องกับกระบวนการสอน จุดมุ่งหมายการสอน และลักษณะที่จะนำ ไปใช้

สำหรับแนวทางในการออกแบบสื่อการเรียนการสอนให้มีคุณภาพนั้นประกอบด้วยกระบวนการ 5 ขั้นตอน คือ

1. กำหนดขอบข่ายเนื้อหาวิชา ด้วยองค์ประกอบ 4 ประการ ที่ควบคู่กันไป คือ การศึกษาเชิงวิเคราะห์ เนื้อหาวิชาการศึกษาเปรียบเทียบหลักสูตร การสำรวจโรงงาน และการสำรวจสถานศึกษา

2. การกำหนดเนื้อหาและวัตถุประสงค์ จากขอบข่ายเนื้อหาที่ได้นำมาศึกษา เพื่อให้สามารถจำแนกเป็นส่วนต่างๆ เท่าที่จำเป็น กล่าวคือ ให้รู้ถึงจุดมุ่งหมายและหน้าที่ของชุดปฏิบัติการว่าทำอย่างไร จึงสามารถทำงานได้ตามต้องการ และสามารถตอบสนองจุดมุ่งหมายของเนื้อหาวิชาได้อย่างครบถ้วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การออกแบบและการสร้างชุดสื่อการเรียนการสอน วัตถุประสงค์ของชุดปฏิบัติการที่ผ่านการวิเคราะห์ และตรวจสอบแล้ว เป็นแนวทางในการออกแบบ และสร้างอุปกรณ์การสอน หรือชุดปฏิบัติการที่ทำการออกแบบนี้ สามารถนำไปใช้เป็นอุปกรณ์การสอนของครู และอุปกรณ์ในการทำกิจกรรมของนักศึกษา ชุดปฏิบัติการจึงมีความสำคัญมาก ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาและความสามารถทำงานด้านช่างอุตสาหกรรม เพื่อที่จะสามารถปฏิบัติงานได้เป็นอย่างดี การออกแบบและสร้างสื่อประเภทชุดปฏิบัติการนั้น จำเป็นต้องนำเอาหลักการด้านการออกแบบทางด้านวิศวกรรมเชิงปฏิบัติ มาประยุกต์กับงานที่ออกแบบสร้าง

4. การทดลองใช้ชุดสื่อการเรียนการสอน จะถูกนำไปใช้ในสถานศึกษาโดยผู้วิจัย เพื่อค้นหาข้อบกพร่องต่างๆ อาทิเช่น ความถูกต้อง ความเที่ยงตรง ความยาก ความซับซ้อน ความทนทาน ความสะดวกในการใช้งาน และการลอกเลียนแบบขึ้นมาทำใหม่

5. การปรับปรุงข้อมูลและประสบการณ์ที่ได้จากการทดลองข้างต้น จะถูกนำมาใช้ในการปรับปรุงชุดสื่อการเรียนการสอน ให้มีคุณภาพจนเป็นที่ยอมรับได้

2.4 วิธีการสร้างชุดปฏิบัติการ และใบงานการทดลอง

วิธีการสร้างชุดปฏิบัติการ และใบงานการทดลอง มีลำดับขั้นตอนการสร้างดังต่อไปนี้

2.4.1 ขั้นเตรียมเอกสาร และข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง

2.4.2 ขั้นเตรียมการหาบุคลากร ที่จะช่วยในการสร้างชุดปฏิบัติการและใบงานการทดลอง ซึ่งประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญ หรือผู้ชำนาญการ ในสาขาวิชานั้น

2.4.3 ขั้นดำเนินการ

1. เลือกเนื้อหาวิชา
2. การกำหนดเวลา
3. กำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม
4. จัดลำดับเนื้อหา
5. วางแผนวิธีการสอน สื่อที่ใช้สอน กิจกรรมการเรียน และรูปแบบการประเมินผล
6. ขั้นตอนการผลิตสื่อ แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

6.1 การสร้างชุดปฏิบัติการ ซึ่งเป็นตัวเครื่องที่จะนำไปทดลอง โดยทั่วไปแล้วชุดปฏิบัติการ 1 ชุด จะใช้กับนักศึกษาจำนวนไม่เกิน 5 คน การสร้างโดยทั่วไปใช้อุปกรณ์ที่หาซื้อง่ายและต้องมีราคาถูกคุณภาพดี

6.2 การสร้างใบงานการทดลอง จะต้องมีรายละเอียด ทั้งทฤษฎีบรรยาย ประกอบรูป คำตอบ สรุป และแบบฝึกหัดท้ายการทดลอง

7. นำชุดปฏิบัติการ และใบงานการทดลอง ไปทดลองใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. นำกลับมาปรับปรุงแก้ไข (ถ้ามี)

9. ผลิตชุดปฏิบัติการและใบงานการทดลองที่สมบูรณ์ให้เพียงพอกับการใช้งานต่อไป

2.5 การประเมินคุณภาพสื่อการเรียนการสอน

เพื่อให้รู้ว่าสื่อที่ผลิตขึ้นมานั้นสามารถใช้สอนได้ตามต้องการหรือไม่ จะต้องมีการประเมินคุณภาพสื่อการสอน ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

2.5.1 คุณภาพการสื่อความหมาย ด้านวิชาการ

1. ด้านวัตถุประสงค์

1.1 สื่อครอบคลุมวัตถุประสงค์

1.2 สื่อเหมาะสมกับระดับความยากง่ายของวัตถุประสงค์

2. ด้านเนื้อหา

2.1 เนื้อหาวิชาถูกต้องไม่มีจุดผิด

2.2 เนื้อหาวิชาสามารถแยกย่อยได้

2.3 เนื้อหาวิชาเรียงลำดับเป็นตรรก

3. คุณภาพ และประสิทธิผลในการสื่อความหมาย

3.1 บรรลุเป้าหมายตามวัตถุประสงค์

3.2 สามารถลดปริมาณของการให้เนื้อหาแบบเลื่อนลอยให้มีความหมาย และมีเป้าหมายมากขึ้น

3.3 สามารถลดเวลาในการสื่อความหมายให้เข้าใจได้ดี และมีเวลาสั้นลง

3.4 ช่วยเพิ่มกิจกรรมในการเรียนการสอน ให้ผู้เรียนกระตือรือร้นมากขึ้น

3.5 ดึงดูดความสนใจของผู้เรียนให้ดีขึ้น

2.5.2 องค์ประกอบที่เกี่ยวกับคน

1. ด้านผู้เรียน สื่อต้องให้เหมาะสมกับผู้เรียน

2. ด้านผู้สอน สื่อการสอนไม่จำเป็นต้องอาศัยความสามารถพิเศษในการใช้สอน และประสบการณ์ของผู้สอน

2.5.3 องค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับความพร้อม และการนำไปใช้งาน

1. ด้านวัสดุและอุปกรณ์

1.1 ใช้วัสดุพอสมควรกับความจำเป็น

1.2 ใช้วัสดุที่หาได้ในท้องถิ่น

1.3 อุปกรณ์ที่ใช้ประกอบส่วนใหญ่ หาได้ง่าย

2. ด้านเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1 เวลาที่ใช้ในการผลิตไม่มากนัก

2.2 เวลาที่ใช้ในการแสดงสื่อนั้นไม่มากนัก

3. ด้านการใช้งาน

3.1 สามารถนำไปใช้งานง่าย และสะดวก

3.2 ไม่ยุ่งยากในการเตรียมงาน

3.3 ไม่ต้องมีอุปกรณ์ช่วยพิเศษอื่นๆ ขณะนำไปใช้งาน

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษางานวิจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องเพื่อใช้เป็นแนวทางในการวิจัย โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

พุธทอง โพธิปัญญา. (2540 : บทคัดย่อ) วิจัยเรื่องการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดประลองการติดต่อสื่อสารด้วยเส้นใยแก้วนำแสง วิธีการโดยสร้างชุดประลองการติดต่อสื่อสารด้วยเส้นใยแก้วนำแสง ด้วยการวิเคราะห์หาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เพื่อประกอบการเรียนการสอนวิชาหลักการเบื้องต้นของระบบรับส่ง ด้วยเส้นใยแก้วนำแสง แผนกวิชามัลติเพล็กซ์ มีเป้าหมายเพื่อนำไปลดปัญหาการขาดแคลนชุดประลอง และช่วยส่งเสริมทักษะการเรียนให้ดียิ่งขึ้น วิธีดำเนินการวิจัยผู้วิจัยได้ออกแบบและสร้างชุดประลองให้ตรงตามหลักสูตร ครอบคลุมเนื้อหาจำนวน 6 เรื่อง โดยการเลือกใช้อุปกรณ์ที่หาซื้อได้ง่ายในประเทศไทย ราคาประหยัด จากนั้นนำไปทดลองใช้เพื่อหาประสิทธิภาพ เครื่องมือที่ใช้ในการหาประสิทธิภาพได้แก่ ใบประลอง แบบทดสอบหลังการประลอง และแบบทดสอบรวมทุกการประลอง กลุ่มตัวอย่างจำนวน 20 คน ผลการวิจัยพบว่า ชุดประลองการติดต่อสื่อสารด้วยเส้นใยแก้วนำแสงที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 84.42 /85.57 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยเพื่อหาประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877 ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัย เป็นขั้นตอนดังต่อไปนี้

3.1 การเตรียมการวิจัย

3.2 การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.3 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

3.4 การดำเนินการทดลอง และเก็บรวบรวมข้อมูล

3.5 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 การเตรียมการวิจัย

ศึกษารายละเอียด ตามหัวข้อต่อไปนี้

3.1.1 สำรวจและศึกษาปัญหาที่เกิดขึ้นจากการเรียนการสอนในรายวิชา03376010 การปฏิบัติการทางวิศวกรรม ในภาคปฏิบัติ โดยทำการรวบรวมข้อมูลปัญหาที่เกิดขึ้นจากผู้สอนต่างๆ ด้วยการเก็บข้อมูลจากการสอบถาม และทำการค้นคว้าจากเอกสารทางวิชาการ เพื่อจะกำหนดแนวทางในการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.1.2 ศึกษารายละเอียดของหลักสูตร ในรายวิชา 03376010 การปฏิบัติการทางวิศวกรรม ตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง โดยผู้วิจัยทำการวิเคราะห์จากลักษณะรายวิชา เพื่อกำหนดหัวข้อการทดลองและวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยปรึกษากับอาจารย์ผู้สอน ที่มีประสบการณ์ในรายวิชานี้

3.1.3 ศึกษา ออกแบบลักษณะการทดลอง และลักษณะของชุดปฏิบัติการซึ่งจะนำมาสร้างเป็นชุดปฏิบัติการทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877 เพื่อให้สะดวกต่อการใช้ทดลอง ตลอดจนคุณสมบัติของวัสดุอุปกรณ์ที่จะนำมาใช้สร้างชุดปฏิบัติการ

3.1.4 ศึกษาขั้นตอนและวิธีการสร้างชุดปฏิบัติการทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877

3.1.5 ศึกษาขั้นตอนและวิธีดำเนินการหาประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877ที่สร้างขึ้นมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

การวิจัยครั้งนี้เป็นการสร้างและหาประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการ ซึ่งผู้วิจัยได้กำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่างดังนี้

1. ประชากร คือ นักศึกษาชั้นปีที่ 1 ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาการทดลองปฏิบัติการทางวิศวกรรมโทรคมนาคม จำนวน 40 คน

2. กลุ่มตัวอย่าง คือ นักศึกษาชั้นปีที่ 1 ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ลงทะเบียนเรียนวิชา 03376010 การปฏิบัติการทางวิศวกรรม โดยเลือกจากการสุ่มอย่างง่าย ด้วยวิธีการจับฉลาก จำนวน 30 คน

3.3 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

การสร้างเครื่องมือต่างๆ ที่ใช้ในการวิจัยมีขั้นตอนดังนี้

3.3.1 การสร้างชุดปฏิบัติการทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877 และใบงานการทดลอง

3.3.2 สร้างแบบประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการ

3.3.3. การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.3.1 การสร้างชุดปฏิบัติการทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877 และใบงานการทดลอง

1. การสร้างชุดปฏิบัติการทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877

ขั้นตอนการสร้างชุดปฏิบัติการทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877 มีดังต่อไปนี้

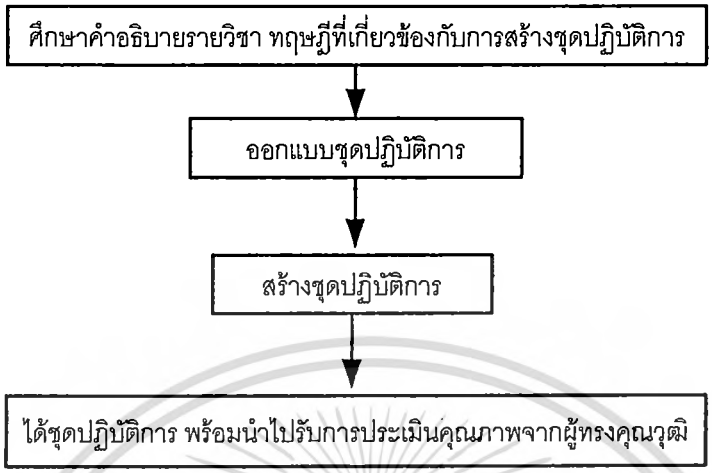
1.1 ศึกษารายละเอียดคำอธิบายรายวิชา 03376010 การปฏิบัติการทางวิศวกรรม วัตถุประสงค์ตามหลักสูตรที่กำหนด และเอกสารที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบการสร้างเครื่องมือ ที่ใช้ในการวิจัยแบบต่างๆ ทั้งตัวเครื่องของชุดปฏิบัติการ ใบงานการทดลอง และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เพื่อให้สามารถใช้กับรายวิชาที่ต้องการให้มีคุณภาพมากที่สุด

1.2 ออกแบบชุดปฏิบัติการ หากมีข้อบกพร่องต้องทำการแก้ไขปรับปรุงต่อไป

1.3 นำชุดปฏิบัติการมาทำการตรวจสอบทางด้านเทคนิคการผลิตสื่อโดยคณาจารย์ จำนวน 3 คน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4. ได้ชุดปฏิบัติการพร้อมที่จะนำไปรับการประเมินคุณภาพ จากผู้ทรงคุณวุฒิซึ่งลำดับขั้นตอนการสร้างชุดปฏิบัติการ แสดงดังภาพที่ 3.1



ภาพที่ 3.1 ขั้นตอนการสร้างชุดปฏิบัติการทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877

2. **สร้างใบงานการทดลอง**

มีขั้นตอนการสร้างใบงานการทดลอง ดังนี้

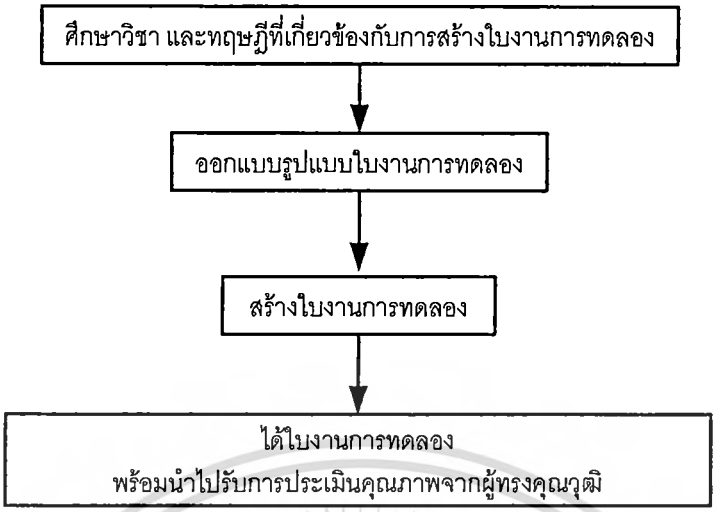
2.1 ศึกษาหลักการระบุพิกัดตำแหน่งบนพื้นโลก และทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับวิธีการสร้างใบงาน ซึ่งได้สร้างใบงานการทดลองควบคู่กับการสร้างชุดปฏิบัติการ โดยรายละเอียดในใบงานการทดลองจะประกอบด้วย ส่วนต่างๆ ดังนี้

1. ชื่อหัวเรื่องการทดลอง
2. วัตถุประสงค์การทดลอง
3. ทฤษฎี และหลักการเบื้องต้น
4. รายการเครื่องมือ และอุปกรณ์
5. ลำดับขั้นตอนการทดลอง
6. บันทึกผลการทดลอง
7. สรุปผลการทดลอง

2.2 ออกแบบรูปแบบใบงานการทดลอง แล้วทำการสร้างใบงานการทดลอง ตรวจสอบความสมบูรณ์ และความถูกต้อง หากมีข้อบกพร่อง ต้องทำการปรับปรุงแก้ไขต่อไป

2.3 ได้ใบงานการทดลองพร้อมที่จะนำไปรับการประเมินคุณภาพของใบงานการทดลองจากผู้ทรงคุณวุฒิ ซึ่งลำดับขั้นตอนการสร้างใบงานการทดลอง แสดงดังภาพที่ 3.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.2 ขั้นตอนการสร้างใบงานการทดลอง

3.3.2 **สร้างแบบประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการ**

ขั้นตอนการดำเนินงานสร้างแบบประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการและใบงานการทดลอง มีดังนี้

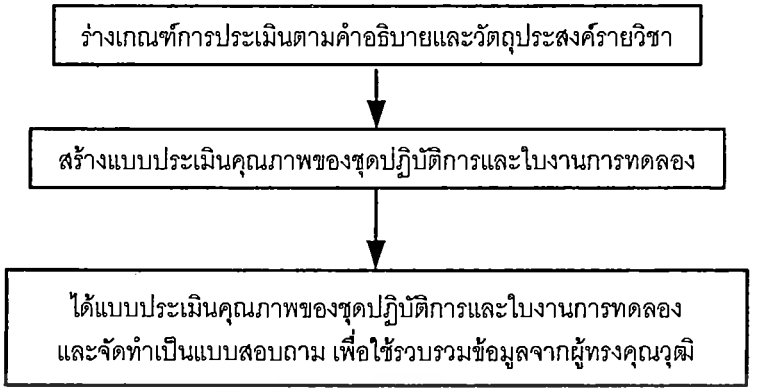
1. จัดทำร่างเกณฑ์การประเมินขึ้นตามคำอธิบาย และวัตถุประสงค์รายวิชา การทดลองปฏิบัติการทางวิศวกรรมโทรคมนาคม โดยร่างเกณฑ์การประเมินของชุดปฏิบัติการและใบงานการทดลอง ใช้แบบวัดเจตคติของเบส (Best's Scale) ซึ่งเป็นข้อมูลชนิดเลือกตอบ และกำหนดระดับความคิดเห็นเป็นค่าให้น้ำหนักคะแนน เป็น 5 ระดับ (Best. 1970 : 179-187)

2. กำหนดเกณฑ์การประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการและใบงานการทดลอง

3. หลังจากที่ได้เกณฑ์การประเมิน ผู้วิจัยนำเกณฑ์การประเมินดังกล่าว มาจัดทำเป็นแบบประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการและใบงานการทดลอง

4. นำแบบประเมินคุณภาพมาจัดทำเป็นแบบสอบถาม เพื่อใช้ในการรวบรวมข้อมูลจากผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 คน ลำดับขั้นตอนการสร้างแบบประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการและใบงานการทดลอง แสดงดังภาพที่ 3.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.3 ขั้นตอนการสร้างแบบประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการ

3.3.3. การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จากการทดลองกับชุดปฏิบัติการทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877ของนักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จำนวน 30 คน เป็นแบบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก ซึ่งได้ดำเนินการสร้างตามลำดับ ดังนี้

1. ศึกษาวิธีการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากเอกสารต่างๆ ที่เกี่ยวกับขั้นตอนการสร้าง วิธีการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จากนั้นทำการวิเคราะห์หลักสูตรและกำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้

2. สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งจะประกอบด้วยแบบทดสอบก่อนเรียนและแบบทดสอบหลังเรียน เป็นแบบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก โดยมีคำตอบถูกเพียงคำตอบเดียว และคำตอบลวง 3 คำตอบ ให้ครอบคลุมวัตถุประสงค์ ตรงตามเนื้อหา ซึ่งมีเกณฑ์การให้คะแนนในแต่ละข้อ คือ ข้อที่ตอบถูกให้เป็น 1 คะแนน และข้อที่ตอบผิดให้เป็น 0 คะแนน

3. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ไปตรวจสอบคุณภาพ ดังนี้

3.1 ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาเป็นรายข้อ โดยนำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สร้างขึ้นไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิประเมินคุณภาพจำนวน 3 คน

ผู้ทรงคุณวุฒิประเมินคุณภาพจำนวน 3 คน ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้หลักเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

คะแนน +1 สำหรับแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คะแนน 0 สำหรับแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ไม่แน่ใจว่ามีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

คะแนน –1 สำหรับแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่แน่ใจว่าไม่มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

นำผลการพิจารณาแต่ละข้อของผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 คน ไปหาดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยใช้สูตรหาค่า *IOC* (พวงรัตน์ มณีรัตน์. 2540 : 117)

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

เมื่อ $\sum R$ คือ คะแนนรวมในแต่ละข้อจากผู้ทรงคุณวุฒิทุกคน

N คือ จำนวนของผู้ทรงคุณวุฒิ

ค่าดัชนี IOC มีความหมาย ดังนี้

$IOC > 0.5$ หมายถึง มีความตรงเชิงเนื้อหา

$IOC \leq 0.5$ หมายถึง ไม่มีความตรงเชิงเนื้อหา

จากนั้นจึงเลือกข้อสอบที่มีดัชนีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไปนำไปใช้งาน

3.2 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ข้อที่ผ่านการประเมินมีค่าเฉลี่ยต่ำกว่า 0.5 เป็นข้อสอบที่ไม่มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมนำมาปรับปรุงและแก้ไขข้อบกพร่อง (บุญชม ศรีสะอาด. 2535 : 61)

3.3 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผ่านการประเมินแล้วไปทดลองใช้กับนักศึกษาชั้นปีที่ 2 ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่เคยเรียนวิชา 03376010 การปฏิบัติการทางวิศวกรรม ในหัวข้อการระบุพิกัดตำแหน่งบนพื้นโลกมาแล้ว จำนวน 30 คน เพื่อนำผลที่ได้จากการทดสอบมาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

3.4 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมาตรวจให้คะแนนข้อที่ตอบถูกให้คะแนนเป็น 1 ข้อที่ตอบผิด ข้อที่ไม่ได้ทำ หรือข้อที่ตอบมากกว่า 1 คำตอบให้คะแนนเป็น 0

3.5 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมารวมคะแนน เรียงจากคนที่ได้คะแนนสูงสุดไปหาคนที่ได้คะแนนต่ำสุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

3.6 คัดเลือกเอาคะแนนต่ำสุดลงมา 50% ของจำนวนผู้เข้าสอบทั้งหมดซึ่งจัดว่าเป็นกลุ่มต่ำ และคัดเลือกเอาคะแนนสูงสุดขึ้นไป 50% ของจำนวนผู้เข้าสอบทั้งหมดซึ่งจัดว่าเป็นกลุ่มสูง

3.7 หาความถี่ของคนตอบถูกในกลุ่มสูง และกลุ่มต่ำเป็นรายข้อ และมาวิเคราะห์หาความยากง่าย (Difficulty) ของแบบทดสอบ เพื่อเลือกแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่มีความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.20-0.80 โดยใช้สูตรดังนี้ (รวีวรรณ ชินะตระกูล. 2538 : 237)

$$p=\frac{f_H+f_L}{N_H+N_L} \tag{3.2}$$

เมื่อ p คือ ระดับความยากง่ายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

f_H คือ จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มสูง

f_L คือ จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มต่ำ

N_H คือ จำนวนนักเรียนทั้งหมดในกลุ่มสูง

N_L คือ จำนวนนักเรียนทั้งหมดในกลุ่มต่ำ

เกณฑ์ขอบเขตของค่า p และความหมาย

0.80 - 1.00 หมายถึง เป็นข้อสอบที่ง่ายมาก

0.60 - 0.79 หมายถึง เป็นข้อสอบค่อนข้างง่าย (ใช้ได้)

0.40 - 0.59 หมายถึง เป็นข้อสอบที่ยากง่ายพอเหมาะ (ใช้ได้ดี)

0.20 - 0.39 หมายถึง เป็นข้อสอบที่ค่อนข้างยาก (ใช้ได้)

0.00 - 0.19 หมายถึง เป็นข้อสอบที่ยากมาก

3.8 หาค่าอำนาจจำแนก (r) คัดเลือกข้อที่มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไปถือว่าเป็นข้อสอบที่สามารถจำแนกคนเก่งและคนอ่อนได้ แล้วปรับปรุงแก้ไขเพิ่มเติมในบางรายข้อเพื่อให้สอดคล้องตามวัตถุประสงค์โดยใช้สูตร ดังนี้ (รวีวรรณ ชินะตระกูล. 2538 : 237)

$$r=\frac{f_H-f_L}{N_H} \tag{3.3}$$

เมื่อ r คือ ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ

f_H คือ จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มสูง

f_L คือ จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มต่ำ

N_H คือ จำนวนนักเรียนทั้งหมดในกลุ่มสูง

เกณฑ์ขอบเขตของค่า r และความหมาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

116132

0.40 ขึ้นไป หมายถึง อำนาจการจำแนกสูง คุณภาพของข้อสอบดีมาก

0.30 - 0.39 หมายถึง อำนาจการจำแนกปานกลาง คุณภาพของข้อสอบดีพอสมควร

0.20 - 0.29 หมายถึง อำนาจการจำแนกค่อนข้างต่ำ คุณภาพของข้อสอบพอใช้ได้

0.00 - 0.19 หมายถึง อำนาจการจำแนกต่ำ คุณภาพของข้อสอบไม่ควรนำมาใช้

3.9 หาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้สูตร *KR-20* ของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน (รวีวรรณ ชินะตระกูล. 2538 : 142)

$$r_{tt} = \frac{k}{k-1}\left[1-\frac{\sum pq}{S_t^2}\right] \tag{3.4}$$

$$S_t^2 = \frac{N\sum X^2 - \left(\sum X\right)^2}{N(N-1)} \tag{3.5}$$

เมื่อ r_{tt} คือ ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

k คือ จำนวนข้อสอบทั้งหมด

p คือ สัดส่วนของผู้ที่ตอบถูก

q คือ สัดส่วนของผู้ที่ตอบผิด

S_t^2 คือ ความแปรปรวนของคะแนนของผู้เข้าสอบทั้งหมด

N คือ จำนวนผู้เข้าสอบ

ΣX คือ คะแนนรวมของผู้เข้าสอบ

เกณฑ์ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

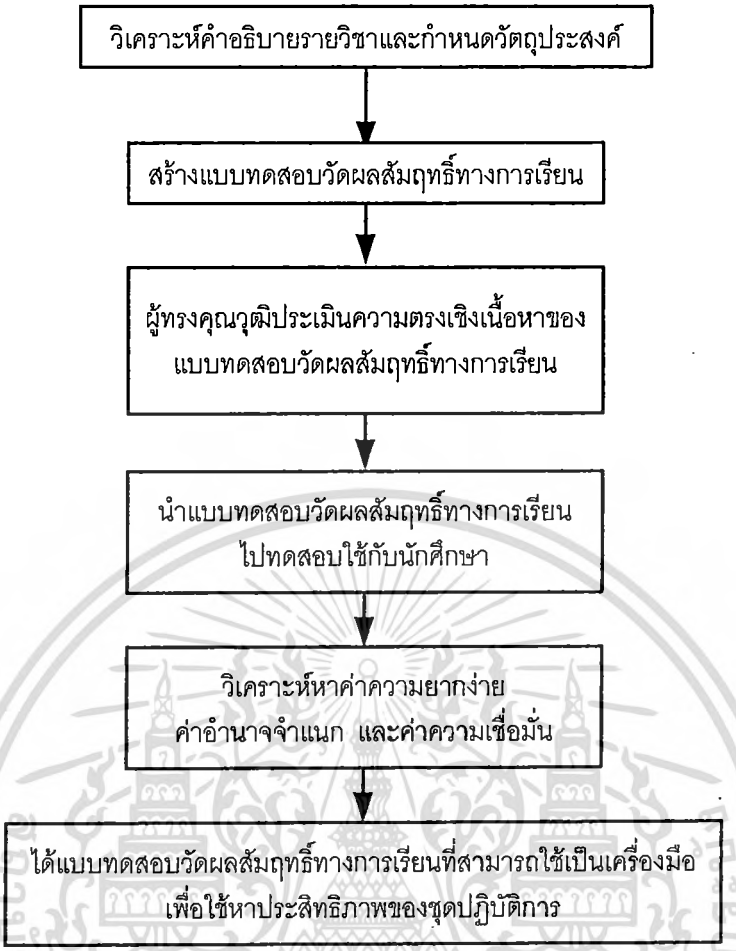
0.7-1.0 แสดงว่า แบบทดสอบมีความเชื่อมั่นสูง

0.3-0.7 แสดงว่า แบบทดสอบมีความเชื่อมั่นปานกลาง

ต่ำกว่า 0.3 แสดงว่า แบบทดสอบมีความเชื่อมั่นต่ำ

3.10 ได้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สมบูรณ์แล้ว สามารถนำไปใช้เป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จากขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผู้วิจัยได้สรุปขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนออกมา ดังภาพที่ 3.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.4 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.4 การดำเนินการทดลอง และเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการเก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อศึกษาหาประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการ มีขั้นตอนดังนี้

3.4.1 การดำเนินการทดลอง เพื่อศึกษาหาคุณภาพของชุดปฏิบัติการ

3.4.2 การดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลของแบบทดสอบ เพื่อหาค่าความยากง่าย อำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่น

3.4.1 การดำเนินการทดลอง เพื่อศึกษาหาคุณภาพของชุดปฏิบัติการ

1. ขอความร่วมมือจากผู้ทรงคุณวุฒิ 3 คน ในการวิจัย และเข้าชี้แจงรายละเอียดต่างๆ กับผู้ทรงคุณวุฒิ เพื่อขอคำยืนยันยินดีตอบรับในการประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการและใบงานการทดลอง

2. นำชุดปฏิบัติการและใบงานการทดลอง ส่งมอบให้กับผู้ทรงคุณวุฒิ เพื่อศึกษาและทดลองใช้งานเป็นเวลา 7 วัน พร้อมแนบแบบประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการดังกล่าว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยแบบประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการ ได้กำหนดระดับความคิดเห็นเป็นค่าให้น้ำหนักคะแนน 5 ระดับ คือ (Best. 1970 : 179-187)

5 หมายถึง มีคุณภาพดีมาก

4 หมายถึง มีคุณภาพมาก

3 หมายถึง มีคุณภาพปานกลาง

2 หมายถึง มีคุณภาพพอใช้

1 หมายถึง มีคุณภาพควรปรับปรุง

เกณฑ์การประเมินคุณภาพชุดปฏิบัติการ จัดระดับค่าเฉลี่ย 5 ระดับ ดังนี้

4.50 – 5.00 หมายถึง มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก

3.50 – 4.49 หมายถึง มีคุณภาพอยู่ในระดับดี

2.50 – 3.49 หมายถึง มีคุณภาพอยู่ในระดับปานกลาง

1.50 – 2.49 หมายถึง มีคุณภาพอยู่ในระดับพอใช้

1.00 – 1.49 หมายถึง มีคุณภาพอยู่ในระดับควรปรับปรุง

โดยเกณฑ์การประเมินคุณภาพชุดปฏิบัติการทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877 กำหนดเกณฑ์การประเมินต้องอยู่ในระดับค่าเฉลี่ยไม่ต่ำกว่า 3.50 จึงถือว่าสื่อการเรียนการสอนนั้นมีคุณภาพ (บุญเลียง อบแสงทอง. 2544 : 46)

3. หลังจาก 7 วัน จึงไปพบกับผู้ทรงคุณวุฒิอีกครั้ง และเก็บรวบรวมแบบประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการและใบงานการทดลองจากผู้ทรงคุณวุฒิทั้งหมดจำนวน 3 คน นำมาวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีทางสถิติ

3.4.2 การดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลของแบบทดสอบ เพื่อหาค่าความยากง่าย อำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่น

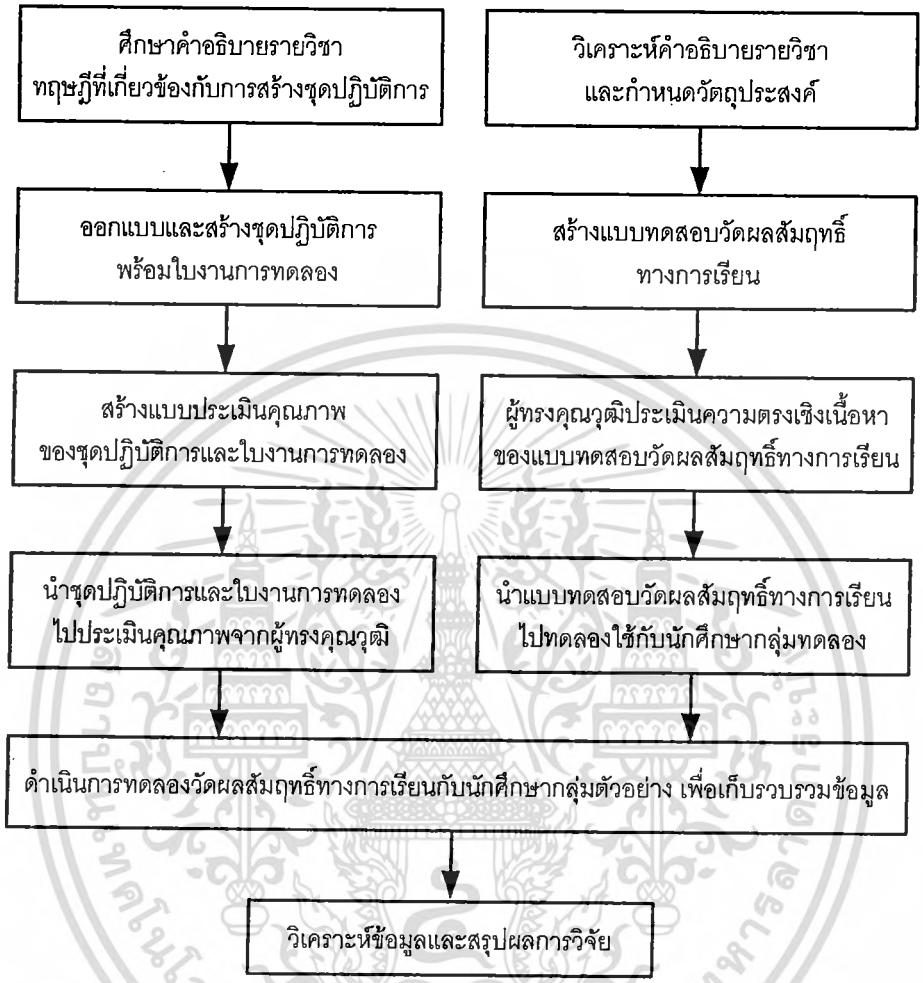
ในการทดลองเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ ผู้วิจัยจะดำเนินการโดยนำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไปทดลองใช้กับนักศึกษา เพื่อวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของชุดปฏิบัติการและใบงานการทดลอง ก่อนนำไปใช้งานจริง ดังนี้

1. ทำการนัดหมายกับนักศึกษากลุ่มทดลองจำนวน 30 คน ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่เคยเรียนวิชาการทดลองปฏิบัติการทางวิศวกรรม ในหัวข้อการระบุพิกัดตำแหน่งบนพื้นโลกมาแล้ว เพื่อทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2. นำผลที่ได้จากการทดลองมาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (p) ให้อยู่ระหว่าง 0.20-0.80 ค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป และวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (รวีวรรณ ชินะตระกูล. 2538 : 237)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่หาประสิทธิภาพแล้ว นำไปใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่าง



ภาพที่ 3.5 สรุปขั้นตอนการหาประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการ

3.5 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

3.5.1 การวิเคราะห์คุณภาพของชุดปฏิบัติการทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877

ข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามเป็นข้อมูลชนิดเลือกตอบ โดยใช้แบบวัดเจตคติวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีทางสถิติ โดยใช้การแจกแจงความถี่ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เพื่อใช้สรุปผลการศึกษาคุณภาพของชุดปฏิบัติการระบุพิกัดตำแหน่งจากผู้ทรงคุณวุฒิ ดังสถิติต่อไปนี้

1. มัชฌิมเลขคณิตหรือค่าเฉลี่ย (Arithmetic Mean) กรณีข้อมูลแจกแจงความถี่ (พรรณี ลีกิจวัฒนะ. 2544 : 8)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\overline{X} = \frac{\sum fX}{n} \qquad (3.6)$$

เมื่อ $\overline{X}$ แทน ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง

X แทน ในกรณีข้อมูลแจกแจงความถี่แบบไม่จัดกลุ่ม หมายถึง คะแนนแต่ละค่า

f แทน ความถี่ของคะแนนแต่ละชั้น

n แทน จำนวนสมาชิกในกลุ่มตัวอย่าง

2. ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) เป็นการวัดการกระจายของคะแนนรอบๆ ค่าเฉลี่ย ถ้าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่ามาก แสดงว่ามีการกระจายมาก ถ้าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าน้อย แสดงว่ามีการกระจายน้อย (พรรณี ลีกิจวัฒนะ. 2544 : 10)

$$S = \sqrt{\frac{n\sum fX^2 - \left(\sum fX\right)^2}{n(n-1)}} \qquad (3.7)$$

เมื่อ S แทน ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากข้อมูลแจกแจงความถี่ โดยใช้คะแนนดิบ สำหรับข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างขนาดเล็ก ($n < 30$)

f แทน ค่าความถี่ของคะแนนแต่ละชั้น กรณีแจกแจงความถี่แบบไม่จัดกลุ่ม

X แทน คะแนนแต่ละค่า กรณีแจกแจงความถี่แบบไม่จัดกลุ่ม

n แทน จำนวนสมาชิกในกลุ่มตัวอย่าง ($n < 30$)

3.5.2 การหาประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877

ผู้วิจัยจะนำผลการทดลองมาวิเคราะห์ข้อมูลโดยการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนก่อนเรียน (Pre-test) และหลังเรียน (Post-test) ภายในกลุ่มตัวอย่างเดียวกันสองครั้ง กลุ่มตัวอย่างที่ได้รับการเลือกแบบสุ่มอย่างง่าย โดยใช้ t-test Dependent Samples โดยใช้สูตรดังนี้ (พิทักษ์ เขียวขาว. 2544 :40)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{n\sum D^2 - (\sum D)^2}{n-1}}} \qquad df = n-1 \qquad (3.8)$$

D คือ ผลต่างระหว่างคะแนนทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนแต่ละคู่

$\sum D$ คือ ผลรวมของผลต่างระหว่างคะแนนทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนแต่ละคู่

$(\sum D)^2$ คือ ผลรวมของผลต่างระหว่างคะแนนทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนแต่ละคู่ยกกำลังสอง

n คือ จำนวนคู่ของนักเรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ มีจุดประสงค์เพื่อหาประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877 ซึ่งจำแนกผลการวิจัยได้ดังนี้

4.1 ผลการประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการ

4.2 ผลการประเมินคุณภาพของใบงานการทดลอง

4.3 ผลการวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางเรียน

4.4 ผลการหาค่าประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการ

4.1 ผลประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการ

ชุดปฏิบัติการระบุพิกัดตำแหน่งบนพื้นโลก ประเมินและตรวจสอบคุณภาพด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อโดยผู้ทรงคุณวุฒิด้านละ 3 ท่าน ผลการประเมินของผู้ทรงคุณวุฒิ แสดงดังตารางที่ 4.1 และตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.1 ผลการประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาของชุดปฏิบัติการ

รายการที่ประเมิน	$\overline{X}$	$S.D.$	ระดับคุณภาพ
1. รูปร่างและขนาดของชุดปฏิบัติการมีความเหมาะสม	4.67	0.58	ดีมาก
2. การจัดตำแหน่งของอุปกรณ์มีความเหมาะสม	4.33	0.58	ดี
3. สะดวกต่อการต่อสายและอุปกรณ์ข้างเคียง	4.33	0.58	ดี
4. การบำรุงรักษาสามารถทำได้ง่าย	4.00	0.00	ดี
5. มีความปลอดภัยในขณะทำการทดลอง	4.67	0.58	ดีมาก
6. รูปแบบของชุดปฏิบัติการกระตุ้นและจูงใจผู้ทดลอง	4.00	0.00	ดี
7. มีความเหมาะสมกับระดับความรู้ของผู้ทดลอง	4.33	0.58	ดี
8. สามารถทำให้ผู้ทดลองบรรลุตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้	4.33	0.58	ดี
9. ชุดปฏิบัติการใช้งานได้สะดวกและเป็นไปตามขั้นตอน	4.00	0.00	ดี
10. มีลำดับขั้นตอนการทดลองสัมพันธ์กับใบงานการทดลอง	4.33	0.58	ดี
11. สร้างเสริมประสบการณ์ในการฝึกทักษะความรู้ใหม่ๆ	5.00	0.00	ดีมาก
12. ผู้ทดลองสามารถนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ได้	4.67	0.58	ดีมาก
เฉลี่ยรวม	4.39	0.38	ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อพิจารณาระดับการประเมินด้านเนื้อหาของชุดปฏิบัติการ โดยผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 3 ท่าน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.39 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.38 แสดงว่าชุดปฏิบัติการมีคุณภาพด้านเนื้อหาอยู่ในระดับดี (รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ฉ.)

ตารางที่ 4.2 ผลการประเมินคุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่อของชุดปฏิบัติการ

รายการที่ประเมิน	$\overline{X}$	*S.D.*	ระดับคุณภาพ
1. การจัดตำแหน่งของอุปกรณ์มีความเหมาะสม	5.00	0.00	ดีมาก
2. รูปร่างและขนาดของชุดปฏิบัติการมีความเหมาะสม	5.00	0.00	ดีมาก
3. สะดวกต่อการต่อสายและอุปกรณ์ข้างเคียง	5.00	0.00	ดีมาก
4. ความเหมาะสมของวัสดุที่นำมาใช้สร้างชุดปฏิบัติการ	5.00	0.00	ดีมาก
5. ความแข็งแรงทนทานของชุดปฏิบัติการ	5.00	0.00	ดีมาก
6. การบำรุงรักษาสามารถทำได้ง่าย	4.33	0.58	ดี
7. การวางรูปแบบของหน้าจอ	5.00	0.00	ดีมาก
8. ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษรและสีตัวอักษร	5.00	0.00	ดีมาก
9. ความเหมาะสมของภาพและตาราง	5.00	0.00	ดีมาก
10. ความเหมาะสมของสีพื้น	4.67	0.58	ดีมาก
11. โปรแกรมการทดลองติดตั้งและใช้งานง่าย	4.33	0.58	ดี
12. โปรแกรมการทดลองมีลักษณะจูงใจ และน่าสนใจในการเรียน	4.67	0.58	ดีมาก
เฉลี่ยรวม	4.83	0.19	ดีมาก

เมื่อพิจารณาระดับการประเมินด้านเทคนิคการผลิตสื่อของชุดปฏิบัติการ โดยผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 3 ท่าน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.83 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.19 แสดงว่าชุดปฏิบัติการมีคุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่ออยู่ในระดับดีมาก (รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ฉ.)

ตารางที่ 4.3 ผลการประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการ

รายการที่ประเมิน	$\overline{X}$	*S.D.*	ระดับคุณภาพ
1. ด้านเนื้อหา	4.39	0.38	ดี
2. ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ	4.83	0.19	ดีมาก
เฉลี่ยรวมทั้งหมด	4.61	0.29	ดีมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อพิจารณาระดับการประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการของผู้ทรงคุณวุฒิ ทั้งด้านเทคนิคการผลิตสื่อและด้านเนื้อหามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.61 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.29 แสดงว่าชุดปฏิบัติการ มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก

4.2 ผลการประเมินคุณภาพของใบงานการทดลอง

และเมื่อพิจารณาระดับการประเมินคุณภาพของใบงานการทดลองของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.44 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.37 แสดงว่าใบงานการทดลองมีคุณภาพอยู่ในระดับดี (รายละเอียดแสดงในภาคผนวก จ.)

ตารางที่ 4.4 ผลการประเมินคุณภาพของใบงานการทดลองรวมทั้ง 12 รายการ

ใบงานการทดลอง	$\bar{X}$	*S.D.*	ระดับคุณภาพ
ใบงานการทดลองที่ 1	4.50	0.38	ดีมาก
ใบงานการทดลองที่ 2	4.47	0.43	ดี
ใบงานการทดลองที่ 3	4.53	0.34	ดีมาก
ใบงานการทดลองที่ 4	4.42	0.29	ดี
ใบงานการทดลองที่ 5	4.36	0.48	ดี
ใบงานการทดลองที่ 6	4.33	0.29	ดี
ใบงานการทดลองที่ 7	4.45	0.43	ดี
ใบงานการทดลองที่ 8	4.36	0.34	ดี
ใบงานการทดลองที่ 9	4.50	0.29	ดีมาก
เฉลี่ยรวม	4.44	0.37	ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 ผลการประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาของใบงานการทดลองที่ 1-3

รายการที่ประเมิน	ใบงานการทดลองที่ 1			ใบงานการทดลองที่ 2			ใบงานการทดลองที่ 3		
	$\overline{X}$	*S.D.*	ระดับ	$\overline{X}$	*S.D.*	ระดับ	$\overline{X}$	*S.D.*	ระดับ
1. บอกวัตถุประสงค์ของการทดลองในใบงาน	4.67	0.58	ดีมาก	4.67	0.58	ดีมาก	4.33	0.58	ดี
2. ความถูกต้องของเนื้อหา	4.67	0.58	ดีมาก	4.67	0.58	ดีมาก	4.67	0.58	ดีมาก
3. การทดลองมีการเรียงลำดับจากง่ายไปหายาก	4.33	0.58	ดี	5.00	0.00	ดีมาก	5.00	0.00	ดีมาก
4. ความเหมาะสมของลำดับขั้นการทดลอง	5.00	0.00	ดีมาก	4.67	0.58	ดี	5.00	0.00	ดีมาก
5. ความชัดเจนในการอธิบายลำดับขั้นการทดลอง	4.00	0.00	ดี	4.00	0.00	ดี	4.33	0.58	ดี
6. ความเหมาะสมของคำถามท้ายการทดลอง	4.33	0.58	ดี	4.33	0.58	ดี	4.33	0.58	ดี
7. ความถูกต้องของรูปและตาราง	4.67	0.58	ดีมาก	4.33	0.58	ดี	4.67	0.58	ดีมาก
8. ความชัดเจนเหมาะสมของขนาดตัวอักษรรูปภาพและตาราง	5.00	0.00	ดีมาก	4.67	0.58	ดีมาก	4.67	0.58	ดีมาก
9. ความเหมาะสมของรูปแบบใบงาน	4.67	0.58	ดีมาก	4.33	0.58	ดี	4.00	0.00	ดี
10. ความสะดวกในการบันทึกค่าต่างๆ	4.33	0.58	ดี	4.67	0.58	ดี	5.00	0.00	ดีมาก
11. การทดลองในใบงานดึงดูดความสนใจในการทดลอง	4.00	0.00	ดี	4.33	0.58	ดี	4.33	0.58	ดี
12. สามารถนำความรู้ไปใช้งานที่ซับซ้อนขึ้นได้	4.33	0.58	ดี	4.00	0.00	ดี	4.00	0.00	ดี
เฉลี่ยรวม	4.50	0.38	ดีมาก	4.47	0.43	ดี	4.53	0.34	ดีมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ตารางที่ 4.6 ผลการประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาของใบงานการทดลองที่ 4-6

รายการที่ประเมิน	ใบงานการทดลองที่ 4			ใบงานการทดลองที่ 5			ใบงานการทดลองที่ 6		
	$\overline{X}$	*S.D.*	ระดับ	$\overline{X}$	*S.D.*	ระดับ	$\overline{X}$	*S.D.*	ระดับ
1. บอกวัตถุประสงค์ของการทดลองในใบงาน	5.00	0.00	ดีมาก	4.33	0.58	ดี	5.00	0.00	ดีมาก
2. ความถูกต้องของเนื้อหา	4.67	0.58	ดีมาก	4.67	0.58	ดีมาก	4.33	0.58	ดี
3. การทดลองมีการเรียงลำดับจากง่ายไปหายาก	4.33	0.58	ดี	4.33	0.58	ดี	4.00	0.00	ดี
4. ความเหมาะสมของลำดับขั้นการทดลอง	5.00	0.00	ดีมาก	4.67	0.58	ดีมาก	4.00	0.00	ดี
5. ความชัดเจนในการอธิบายลำดับขั้นการทดลอง	4.00	0.00	ดี	4.67	0.58	ดีมาก	4.00	0.00	ดี
6. ความเหมาะสมของคำถามท้ายการทดลอง	4.33	0.58	ดี	4.33	0.58	ดี	4.67	0.58	ดีมาก
7. ความถูกต้องของรูปและตาราง	4.67	0.58	ดีมาก	4.67	0.58	ดีมาก	4.33	0.58	ดี
8. ความชัดเจนเหมาะสมของขนาดตัวอักษรรูปภาพและตาราง	4.67	0.58	ดีมาก	4.00	0.00	ดี	4.00	0.00	ดี
9. ความเหมาะสมของรูปแบบใบงาน	4.00	0.00	ดี	4.67	0.58	ดีมาก	4.67	0.58	ดีมาก
10. ความสะดวกในการบันทึกค่าต่างๆ	4.33	0.58	ดี	3.67	0.58	ดี	4.00	0.00	ดี
11. การทดลองในใบงานดึงดูดความสนใจในการทดลอง	4.33	0.58	ดี	4.33	0.58	ดี	4.67	0.58	ดีมาก
12. สามารถนำความรู้ไปใช้งานที่ซับซ้อนขึ้นได้	4.00	0.00	ดี	4.00	0.00	ดี	4.33	0.58	ดี
เฉลี่ยรวม	4.42	0.29	ดี	4.36	0.48	ดี	4.33	0.29	ดี

ตารางที่ 4.7 ผลการประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาของใบงานการทดลองที่ 7-9

รายการที่ประเมิน	ใบงานการทดลองที่ 4			ใบงานการทดลองที่ 5			ใบงานการทดลองที่ 6		
	$\overline{X}$	*S.D.*	ระดับ	$\overline{X}$	*S.D.*	ระดับ	$\overline{X}$	*S.D.*	ระดับ
1. บอกวัตถุประสงค์ของการทดลองในใบงาน	4.67	0.58	ดีมาก	4.33	0.58	ดี	4.67	0.58	ดีมาก
2. ความถูกต้องของเนื้อหา	4.67	0.58	ดีมาก	4.67	0.58	ดีมาก	4.67	0.58	ดีมาก
3. การทดลองมีการเรียงลำดับจากง่ายไปหายาก	4.33	0.58	ดี	4.33	0.58	ดี	4.33	0.58	ดี
4. ความเหมาะสมของลำดับขั้นการทดลอง	5.00	0.00	ดีมาก	4.67	0.58	ดีมาก	5.00	0.00	ดีมาก
5. ความชัดเจนในการอธิบายลำดับขั้นการทดลอง	4.00	0.00	ดี	4.67	0.58	ดีมาก	4.00	0.00	ดี
6. ความเหมาะสมของคำถามท้ายการทดลอง	4.33	0.58	ดี	4.33	0.58	ดี	4.33	0.58	ดี
7. ความถูกต้องของรูปและตาราง	4.67	0.58	ดีมาก	5.00	0.00	ดีมาก	4.67	0.58	ดีมาก
8. ความชัดเจนเหมาะสมของขนาดตัวอักษรรูปภาพและตาราง	5.00	0.00	ดีมาก	4.00	0.00	ดี	5.00	0.00	ดีมาก
9. ความเหมาะสมของรูปแบบใบงาน	4.67	0.58	ดีมาก	4.33	0.58	ดี	4.67	0.58	ดีมาก
10. ความสะดวกในการบันทึกค่าต่างๆ	4.33	0.58	ดี	4.67	0.58	ดีมาก	4.33	0.58	ดี
11. การทดลองในใบงานดึงดูดความสนใจในการทดลอง	4.00	0.00	ดี	5.00	0.00	ดีมาก	4.00	0.00	ดี
12. สามารถนำความรู้ไปใช้งานที่ซับซ้อนขึ้นได้	4.33	0.58	ดี	4.00	0.00	ดี	4.33	0.58	ดี
เฉลี่ยรวม	4.50	0.38	ดีมาก	4.36	0.48	ดี	4.50	0.38	ดีมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 ผลการวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางเรียน

การวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยค่าความยากง่ายอยู่ในช่วง 0.30-0.77 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.50 หมายถึงเป็นข้อสอบที่ยากง่ายพอเหมาะ (ใช้ได้ดี) ค่าอำนาจจำแนกอยู่ในช่วง 0.20-0.60 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.32 หมายถึงอำนาจการจำแนกปานกลาง คุณภาพของข้อสอบดีพอสมควร และความเชื่อมั่นของแบบทดสอบมีค่าเท่ากับ 0.71 แสดงว่าแบบทดสอบมีความเชื่อมั่นสูง (รายละเอียดแสดงในภาคผนวก จ.)

4.4 ผลการหาค่าประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการ

จากการทดลองใช้ชุดปฏิบัติการทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877 โดยกลุ่มตัวอย่าง ผลการเปรียบเทียบคะแนนสอบก่อนเรียนกับคะแนนสอบหลังเรียน โดยการทดสอบหาค่าที (t-test) ปรากฏผลดังตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่ได้จากชุดปฏิบัติการ

คะแนนจากการสอบ	จำนวนผู้เรียน (N)	คะแนนเฉลี่ย $\overline{X}$ (คะแนนเต็ม 50 คะแนน)	ค่าทดสอบ t
ก่อนเรียน (Pre- test)	30	15.44	26.736
หลังเรียน (Post- test)	30	38.72	

จากตารางที่ 4.8 เมื่อเปรียบเทียบผลคะแนนจากการทดสอบหลังเรียนและการทดสอบก่อนเรียนของกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้วิธีทดสอบทางสถิติ t-test พบว่าค่าทดสอบทางสถิติมีค่าเท่ากับ 26.736 ตกอยู่นอกเขตสมมุติฐานในการทดสอบ ซึ่งเขตวิกฤตเท่ากับ 2.756 แสดงว่าคะแนนสอบหลังเรียนกับคะแนนสอบก่อนเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 จึงยอมรับสมมุติฐานการวิจัยที่ว่า การเรียนด้วยชุดปฏิบัติการระบุพิกัดตำแหน่งบนพื้นโลก มีผลคะแนนจากการทำแบบทดสอบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน (รายละเอียดแสดงในภาคผนวก จ.)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเพื่อหาประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877 สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เพื่อนำชุดปฏิบัติการทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877 มาใช้ประกอบการเรียนการสอนในวิชา 03376010 การปฏิบัติการทางวิศวกรรม และในสาขาวิชาหรือหลักสูตรอื่นๆ ที่มีรายละเอียดเนื้อหาวิชาที่คล้ายคลึงกัน

5.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อสร้างชุดปฏิบัติการทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877ที่มีคุณภาพ ใน 03376010 การปฏิบัติการทางวิศวกรรม หน่วยกิต 3(0-6) ตามหลักสูตร ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
2. เพื่อหาประสิทธิภาพชุดปฏิบัติการทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877 ในวิชา 03376010 การปฏิบัติการทางวิศวกรรม หน่วยกิต 3(0-6) ตามหลักสูตร ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

5.2 สมมติฐานการวิจัย

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาด้วยชุดปฏิบัติการทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

5.3 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

การวิจัยครั้งนี้เป็นการสร้างและหาประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการ ซึ่งผู้วิจัยได้กำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่างดังนี้

1. ประชากร คือ นักศึกษาชั้นปีที่ 1 ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาการทดลองปฏิบัติการทางวิศวกรรม จำนวน 40 คน
2. กลุ่มตัวอย่าง คือ นักศึกษาชั้นปีที่ 1 ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทดลองปฏิบัติการทางวิศวกรรม โดยเลือกจากการสุ่มอย่างง่าย ด้วยวิธีการจับฉลาก จำนวน 30 คน

5.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ ชุดปฏิบัติการทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877 และแบบทดสอบเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. ชุดปฏิบัติการทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877 ประกอบด้วยใบงานการทดลองและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2. แบบประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877 เพื่อหาคุณภาพของชุดปฏิบัติการโดยให้ผู้ทรงคุณวุฒิประเมินคุณภาพ ทั้ง 2 ด้านดังนี้

2.1 แบบประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาของชุดปฏิบัติการ แบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือส่วนชุดปฏิบัติการและส่วนของใบงานการทดลอง

2.2 แบบประเมินคุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่อของชุดปฏิบัติการ

3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีลักษณะเป็นแบบทดสอบ ปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก โดยให้ครอบคลุมวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้ จำนวน 50 ข้อ โดยมีค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.66-1.00 ค่าดัชนีความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.30-0.77 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.20-0.60 และมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.71

5.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยได้นำชุดปฏิบัติการทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877 ไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 1 ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จำนวน 30 คน มีขั้นตอนดำเนินการดังนี้

1. ให้กลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) จำนวน 50 ข้อ โดยใช้เวลาประมาณ 80 นาที

2. หลังจากนั้น แนะนำวิธีการเริ่มใช้ชุดปฏิบัติการ โดยแนะนำการติดตั้งใช้งาน ตำแหน่งของสถานีรับสัญญาณทั้ง 4 จุด การติดตั้งใช้งานโปรแกรมเบื้องต้น และข้อควรระมัดระวังอื่นๆ ที่อาจจะทำความเสียหายให้กับชุดปฏิบัติการได้ โดยใช้เวลาในการแนะนำเบื้องต้นประมาณ 10 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ให้กลุ่มตัวอย่างทดลอง โดยใช้เวลาเรียน 4 ชั่วโมง เมื่อทดลองครบทุกคนแล้ว ทำการนัดหมายเพื่อทำแบบทดสอบหลังเรียน (Post-test) โดยใช้เวลาทำแบบทดสอบประมาณ 80 นาที นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไปตรวจแล้ววิเคราะห์หาประสิทธิภาพชุดปฏิบัติการ

5.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลของชุดปฏิบัติการทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877 ดังนี้

1. วิเคราะห์ข้อมูลจากแบบประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการ ซึ่งนำผลที่ได้จากแบบการประเมินชุดปฏิบัติการด้านเนื้อหาและเทคนิคการผลิตสื่อของผู้ทรงคุณวุฒิ และใบงานการทดลอง มาหาค่าทางสถิติโดยใช้การหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2. วิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางเรียน เลือกแบบทดสอบที่มีความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.20-0.80 ค่าอำนาจจำแนก (r) คัดเลือกข้อที่มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไปถือว่าเป็นข้อสอบที่สามารถจำแนกคนเก่งและคนอ่อนได้ เกณฑ์ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอยู่ระหว่าง 0.3-1.0 ที่มีความเชื่อมั่นปานกลางจนถึงระดับสูง

3. วิเคราะห์ประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการ โดยเปรียบเทียบผลคะแนนจากการทำแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของผู้เรียนด้วยชุดปฏิบัติการทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877 โดยใช้สถิติ t-test แบบ Dependents

5.7 สรุปผลการวิจัย

ผลการวิเคราะห์แบบประเมินความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิจากแบบประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาของชุดปฏิบัติการ มีคะแนนเฉลี่ยที่ 4.39 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.38 มีความหมายของระดับคุณภาพอยู่ในระดับดี ผลประเมินคุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่อของชุดปฏิบัติการ มีคะแนนเฉลี่ยที่ 4.83 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.19 มีความหมายของระดับคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก จากการประเมินคุณภาพสื่อการเรียนทั้งสองด้านรวมกันมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.61 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.29 มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก แสดงว่าผู้ทรงคุณวุฒิยอมรับชุดปฏิบัติการ ที่สร้างขึ้นสามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนได้ และผลการวิเคราะห์แบบประเมินคุณภาพของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา ด้านสื่อการสอนปรากฏผลดังนี้

ผลระดับคะแนนเฉลี่ยของแบบประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการด้านเนื้อหา วิเคราะห์ตามรายการประเมิน 12 รายการ มีเกณฑ์คุณภาพอยู่ในระดับดีมาก 4 รายการ และมีเกณฑ์คุณภาพอยู่ในระดับดี 8 รายการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลระดับคะแนนเฉลี่ยของแบบประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการด้านสื่อการสอน วิเคราะห์ตามรายการประเมิน 12 รายการ มีเกณฑ์คุณภาพอยู่ในระดับดีมาก 10 รายการ และมีเกณฑ์คุณภาพอยู่ในระดับดี 2 รายการ

การเปรียบเทียบผลคะแนนจากการทดสอบหลังเรียนและการทดสอบก่อนเรียนของกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้วิธีทดสอบทางสถิติ t-test พบว่าค่าทดสอบทางสถิติมีค่าเท่ากับ 26.736 ตกอยู่นอกเขตสมมุติฐานในการทดสอบ ซึ่งเขตวิกฤตเท่ากับ 2.756 แสดงว่าคะแนนสอบหลังเรียนกับคะแนนสอบก่อนเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 จึงยอมรับสมมุติฐานการวิจัยที่ว่า การเรียนด้วยชุดปฏิบัติการทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877 มีผลคะแนนจากการทำแบบทดสอบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

5.8 อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการวิจัยชุดปฏิบัติการทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877 ที่สร้างขึ้น ผลการเปรียบเทียบคะแนนสอบหลังเรียนสูงกว่าคะแนนสอบก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และจากการประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.61 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.29 ซึ่งมีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก เป็นไปตามสมมติฐานของการวิจัยที่ตั้งไว้ จากผลของการวิจัยนี้สอดคล้องกับผลการวิจัยของ พุธ ทอง โพธิปัญญา. (2540 : บทคัดย่อ) วิจัยเรื่องการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดประลองการติดต่อสื่อสารด้วยเส้นใยแก้วนำแสง วิธีการโดยสร้างชุดประลองการติดต่อสื่อสารด้วยเส้นใยแก้วนำแสง ด้วยการวิเคราะห์หาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เพื่อประกอบการเรียนการสอนวิชา หลักการเบื้องต้นของระบบรับส่ง ด้วยเส้นใยแก้วนำแสง แผนกวิชามัลติเพล็กซ์ มีเป้าหมายเพื่อนำไปลดปัญหาการขาดแคลนชุดประลอง และช่วยส่งเสริมทักษะการเรียนให้ดียิ่งขึ้น วิธีดำเนินการวิจัย ผู้วิจัยได้ออกแบบและสร้างชุดประลองให้ตรงตามหลักสูตร ครอบคลุมเนื้อหาจำนวน 6 เรื่อง โดยการเลือกใช้อุปกรณ์ที่หาซื้อได้ง่ายในประเทศไทย ราคาประหยัด จากนั้นนำไปทดลองใช้เพื่อหาประสิทธิภาพ เครื่องมือที่ใช้ในการหาประสิทธิภาพได้แก่ ใบประลอง แบบทดสอบหลังการประลอง และแบบทดสอบรวมทุกการประลอง กลุ่มตัวอย่างจำนวน 20 คน ผลการวิจัยพบว่า ชุดประลองการติดต่อสื่อสารด้วยเส้นใยแก้วนำแสงที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 84.42 /85.57 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัย

จากผลการวิจัยชุดปฏิบัติการทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877ที่สร้างขึ้นมีคุณภาพ และมีผลคะแนนสอบหลังเรียนสูงกว่าคะแนนสอบก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ซึ่งมีผลการวิจัยสอดคล้องกับงานวิจัยสร้างชุดปฏิบัติการอื่น ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทั้งนี้ เนื่องจากมีเหตุผลที่สนับสนุนให้ชุดปฏิบัติการที่สร้างขึ้นมีคุณภาพและมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่เรียนด้วยชุดปฏิบัติการทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877สูงขึ้น ดังนี้

1. ขั้นตอนการสร้างชุดปฏิบัติการ มีการวางแผนเพื่อควบคุมคุณภาพทุกขั้นตอน โดยมีผู้ทรงคุณวุฒิให้คำแนะนำข้อบกพร่องและการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น จึงทำให้ได้ชุดปฏิบัติการที่มีคุณภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด ดังนั้นชุดปฏิบัติการที่สร้างขึ้นจึงมีคุณภาพ สามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนได้จริง

2. ชุดปฏิบัติการที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีข้อดีหลายประการได้แก่ ชุดปฏิบัติการมีส่วนประกอบทั้งฮาร์ดแวร์และโปรแกรมการทดลอง ขณะทำการทดลองผู้เรียนได้เปรียบเทียบผลที่ได้การทดลองกับหลักการทางทฤษฎี นอกจากนั้นในโปรแกรมการทดลองยังมีเนื้อหารายละเอียดทฤษฎี ทำให้นักศึกษาที่ต้องการทบทวนเนื้อหาที่เกี่ยวข้อกับการทดลองสามารถทำได้อย่างสะดวก จึงทำให้ชุดปฏิบัติการมีคุณภาพและมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่เรียนด้วยชุดปฏิบัติการสูงขึ้น

3. การประเมินคุณภาพจากแบบประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการด้านเนื้อหาของผู้ทรงคุณวุฒิ เกี่ยวกับความเหมาะสมของชุดปฏิบัติการที่สร้างขึ้น พบว่าระดับความเหมาะสมอยู่ในเกณฑ์คุณภาพระดับดี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.39 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.38 เมื่อพิจารณาลงไปในด้านต่างๆจะพบว่า ในแต่ละด้านมีระดับความเหมาะสมอยู่ในเกณฑ์คุณภาพระดับดี ซึ่งมีค่าเฉลี่ยไม่ต่ำกว่า 4.00 โดยเฉพาะด้านสร้างเสริมประสบการณ์ในการฝึกทักษะความรู้ใหม่ๆ มีค่าเฉลี่ยสูงสุดคือ 5.00 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.00 ซึ่งผู้ทรงคุณวุฒิให้กำลังใจว่ามีความตั้งใจทำได้ดีมาก ส่วนแบบประเมินที่มีค่าเฉลี่ยต่ำสุดคือ 4.00 ด้านสะดวกต่อการต่อสายและอุปกรณ์ข้างเคียงและชุดปฏิบัติการใช้งานได้สะดวกและเป็นไปตามขั้นตอน

4. จากการประเมินคุณภาพจากแบบประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการด้านเทคนิคการผลิตสื่อของผู้ทรงคุณวุฒิ เกี่ยวกับความเหมาะสมของชุดปฏิบัติการที่สร้างขึ้น พบว่าระดับความเหมาะสมอยู่ในเกณฑ์คุณภาพระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.83 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.19 เมื่อพิจารณาลงไปในด้านต่างๆ จะพบว่ามีระดับความเหมาะสมอยู่ในเกณฑ์คุณภาพระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยสูงสุดคือ 5.00 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.00 ได้แก่ การจัดตำแหน่งของอุปกรณ์มี รูปร่างและขนาดของชุดปฏิบัติการ วัสดุที่นำมาใช้สร้าง ความแข็งแรงทนทาน การวางรูปแบบของหน้าจอ สีพื้น ขนาดตัวอักษรและสีตัวอักษร ภาพและตาราง รวมทั้งหมดถึง 8 รายการ แบบประเมินจำนวน 2 รายการมีค่าเฉลี่ย 4.67 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.58 ได้แก่ ความเหมาะสมของสีพื้น และลักษณะจูงใจความน่าสนใจในการเรียน ส่วนแบบประเมินอีก 2 รายการที่เหลือมีค่าเฉลี่ย 4.33 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.58 ได้แก่ บำรุงรักษา และโปรแกรมการทดลองติดตั้งใช้งานง่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. สำหรับข้อเสนอแนะจากคำถามแบบปลายเปิดของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อและด้านเนื้อหา ผู้วิจัยได้นำมาพิจารณาแก้ไขปรับปรุงในส่วนต่างๆ ดังนี้คือ

5.1 ปรับความยาวของเนื้อหาการทดลองให้มีความใกล้เคียงกันทุกๆ ใบงาน

5.2 ใส่สารบัญให้กับคู่มือการทดลองและใบงานการทดลองเพื่อสะดวกในการเปิดอ่าน

5.3 ระบุความต้องการของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ต้องการใช้ในการทดลอง

6. เมื่อพิจารณาชุดปฏิบัติการที่สร้างขึ้นมีผลคะแนนจากการทำแบบทดสอบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 เนื่องจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สร้างขึ้น ตามสัดส่วนน้ำหนักความสำคัญของจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ได้ผ่านการตรวจสอบความเหมาะสมจากผู้ทรงคุณวุฒิ แล้วนำมาทดลองใช้เพื่อมาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย อำนาจจำแนก และความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยมีค่าความยากง่ายอยู่ในช่วง 0.30-0.77 มีค่าอำนาจจำแนกอยู่ในช่วง 0.20-0.60 และความเชื่อมั่นของแบบทดสอบมีค่าเท่ากับ 0.71 นอกจากนี้การสร้างและพัฒนาแบบทดสอบอย่างมีขั้นตอนและรัดกุมทำให้ได้แบบทดสอบที่มีคุณภาพสามารถใช้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่ทดลองด้วยชุดปฏิบัติการที่พัฒนาขึ้นได้ ซึ่งจะทำให้การเรียนด้วยชุดปฏิบัติการนี้มีผลคะแนนจากแบบทดสอบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

จากการเปรียบเทียบผลคะแนนหลังเรียนกับคะแนนก่อนเรียน โดยใช้สถิติ t-test ทดสอบพบว่าผลคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยจะมีค่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 15.44 คะแนน คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนมีค่าเท่ากับ 38.72 คะแนน (จากคะแนนเต็ม 50 คะแนน) และมีค่าคะแนนเฉลี่ยเพิ่มขึ้นเท่ากับ 23.28 คะแนน

5.9 ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

จากผลการวิจัยการสร้างเพื่อหาประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะดังนี้

1. ด้านการนำชุดปฏิบัติการไปใช้เพื่อการเรียนการสอนจริงในสถาบันการศึกษา จะต้องจัดเตรียมฮาร์ดแวร์ให้มีจำนวนเพียงพอและเหมาะสมตามที่ได้ระบุไว้ มิฉะนั้นอาจทำให้ผู้เรียนเกิดความเบื่อหน่ายขณะทำการทดลองได้ ซึ่งอาจมีผลกระทบต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน

2. ควรพัฒนาให้มีอัตราความเร็วในการรับและส่งข้อมูลที่เร็วขึ้น เพราะจะทำให้ข้อมูลที่ปรากฏที่ผลการทดลอง Real time มากยิ่งขึ้น

3. ควรเพิ่มขนาดตัวอักษรของแต่ละวงจรให้ใหญ่ขึ้นและเพิ่มระยะห่างของอุปกรณ์เพื่อง่านในการต่อและถอดสายไฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

ดำรงฤทธิ์ วิบูลกิจธนากร. 2534. "การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์และความคงทนทางการเรียนระหว่างการเรียนด้วยบทเรียนเทปโทรทัศน์ที่ใช้รูปแบบเสียงบรรยายที่แตกต่างกัน" วิทยานิพนธ์ ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีเทคนิคศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

ธีรวุฒิ เอกะกุล. 2542. **เอกสารประกอบการสอนรายวิชาการวัดเจตคติ.** อุบลราชธานี : คณะครุศาสตร์ สถาบันราชภัฏอุบลราชธานี.

นิคม ลนขุนทด. 2540 . "การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์และความคงทนทางการเรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่เสนอเนื้อหาแบบต่อเนื่อง กับแบบสมบูรณ์ในการสอนเรื่องลอจิกเกตพื้นฐาน" วิทยานิพนธ์ ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีเทคนิคศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

บุญชม ศรีสะอาด. 2535. **การวิจัยเบื้องต้น.** พิมพ์ครั้งที่ 2 กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์สุวีริยาสาสน์.

บุญเลียง อบแสงทอง. 2544. "บทเรียนโมดูล เรื่องการติดตั้งสายอากาศโทรทัศน์." วิทยานิพนธ์ ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

พรรณี ลีกิจวัฒนะ. 2543. "เอกสารประกอบการสอนวิชาสถิติเพื่อการวิจัย เรื่อง การสร้างเครื่องมือเก็บรวบรวมข้อมูล การวัดแนวโน้มเข้าสู่ส่วนกลาง การวัดการกระจาย." กรุงเทพฯ : คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. เอกสารอัดสำเนา.

พุธทอง โพธิปัญญา. 2540. "การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดประลองการติดต่อสื่อสารด้วยเส้นใยแก้วนำแสง" วิทยานิพนธ์ ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาไฟฟ้า บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

พวงรัตน์ มณีรัตน์. 2540. "วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์". กรุงเทพมหานคร : สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

เมธี มานันตพงศ์. 2541. "การศึกษาเกี่ยวกับเครื่องรับสัญญาณ GPS." ปริญญานิพนธ์ วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต สาขาวิศวกรรมโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

ยงยุทธ สุทธิชาติ. 2544. "บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องไดโอด" วิทยานิพนธ์ ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาบริหารอาชีวศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยี พระจอมเกล้าลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ยุพดี เฉลาภักตร์. 2536 "การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการจำวิชาวงจรดิจิตอล 1 ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 3 ที่เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบให้ข้อมูลป้อนกลับแบบอธิบายและไม่อธิบายคำตอบ" วิทยานิพนธ์ ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีเทคนิคศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

รวีวรรณ ชินะตระกูล. 2538. **วิธีวิจัยการศึกษา.** พิมพ์ครั้งที่ 2 กรุงเทพฯ : ภาพพิมพ์.

วัลลภ จันทร์ตระกูล. 2543. **สื่อการเรียนการสอน** Instructional Media 200231. กรุงเทพฯ : ศูนย์ผลิตตำราเรียนสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

อนุรักษ์ เมฆพะโยม. 2542 "การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดประลอง วิชาระบบเครื่องรับเครื่องส่งวิทยุ หลักสูตรระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล" วิทยานิพนธ์ ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาไฟฟ้า บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

อารี พันธ์มณี. 2538. **จิตวิทยาการเรียนการสอน.** พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : ต้นอ้อ

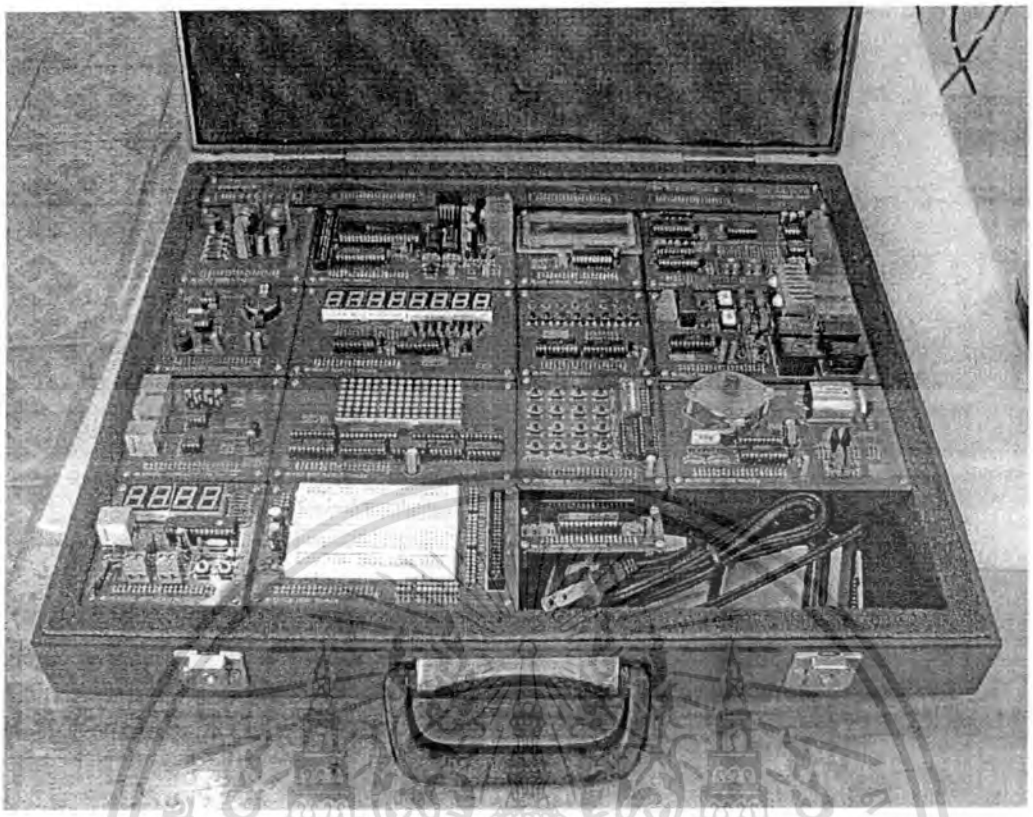
อาภรณ์ ใจเที่ยง. 2540. **หลักการสอน.** พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : โอ.เอส.พริ้นติ้งเฮ้าส์.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

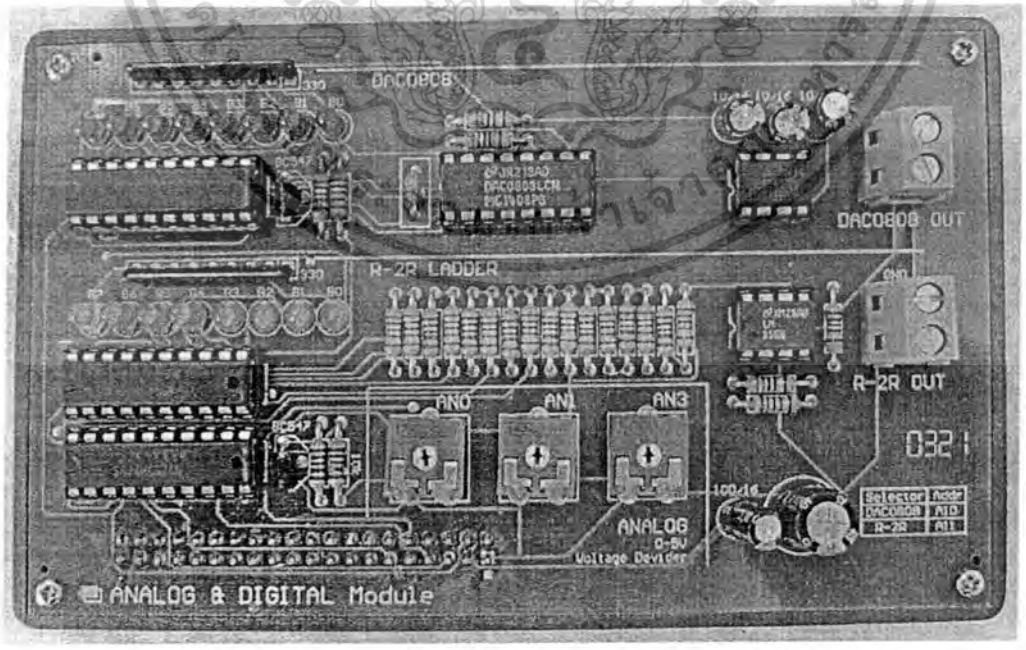
ภาคผนวก ก

รายละเอียดของชุดปฏิบัติการทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

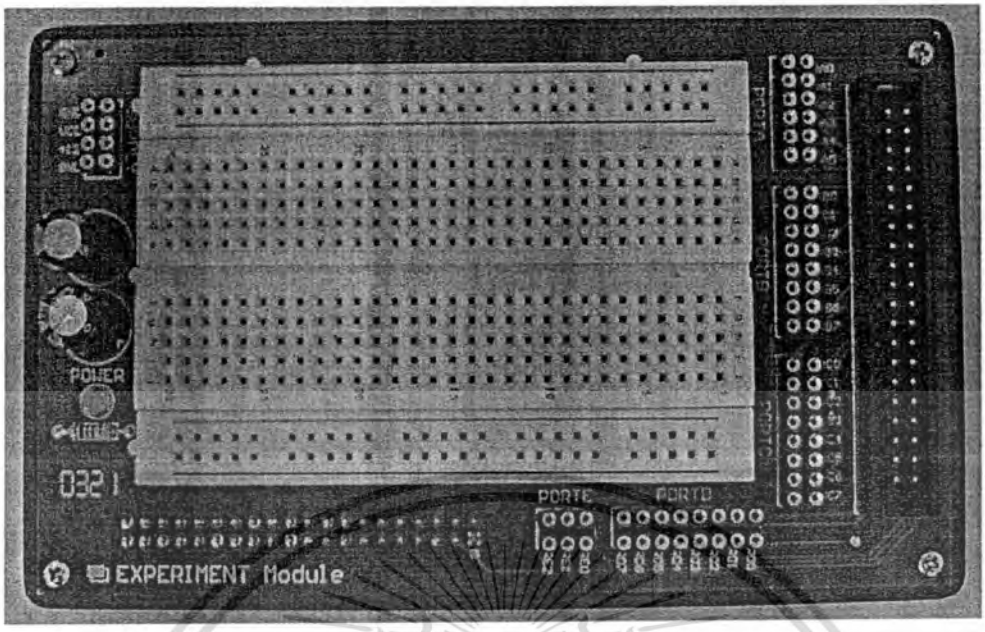


รูปที่ 1 แสดงชุดปฏิบัติการทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877

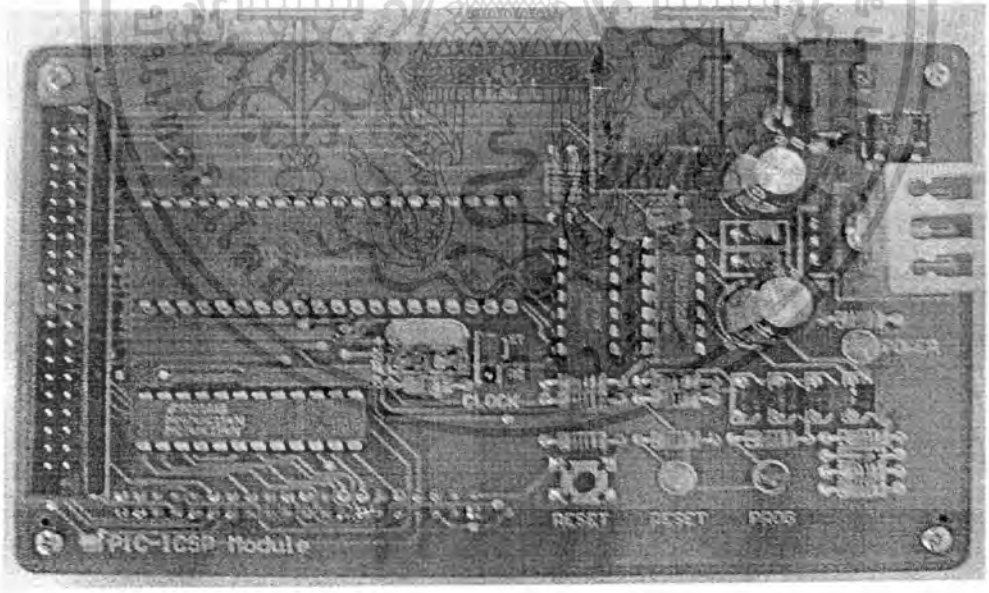


รูปที่ 2 แสดงชุด Analog และ Digital Module

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

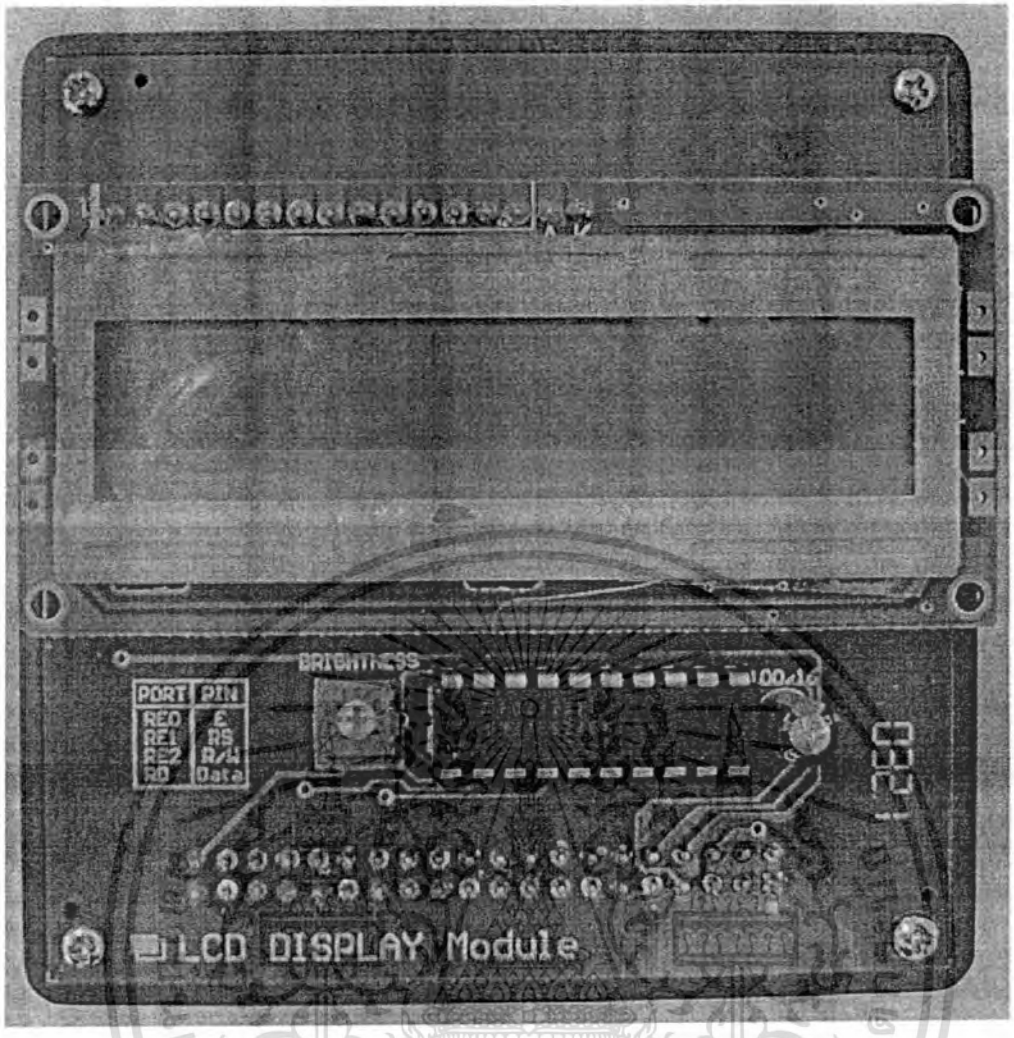


รูปที่ 3 แสดงชุด Experiment Module



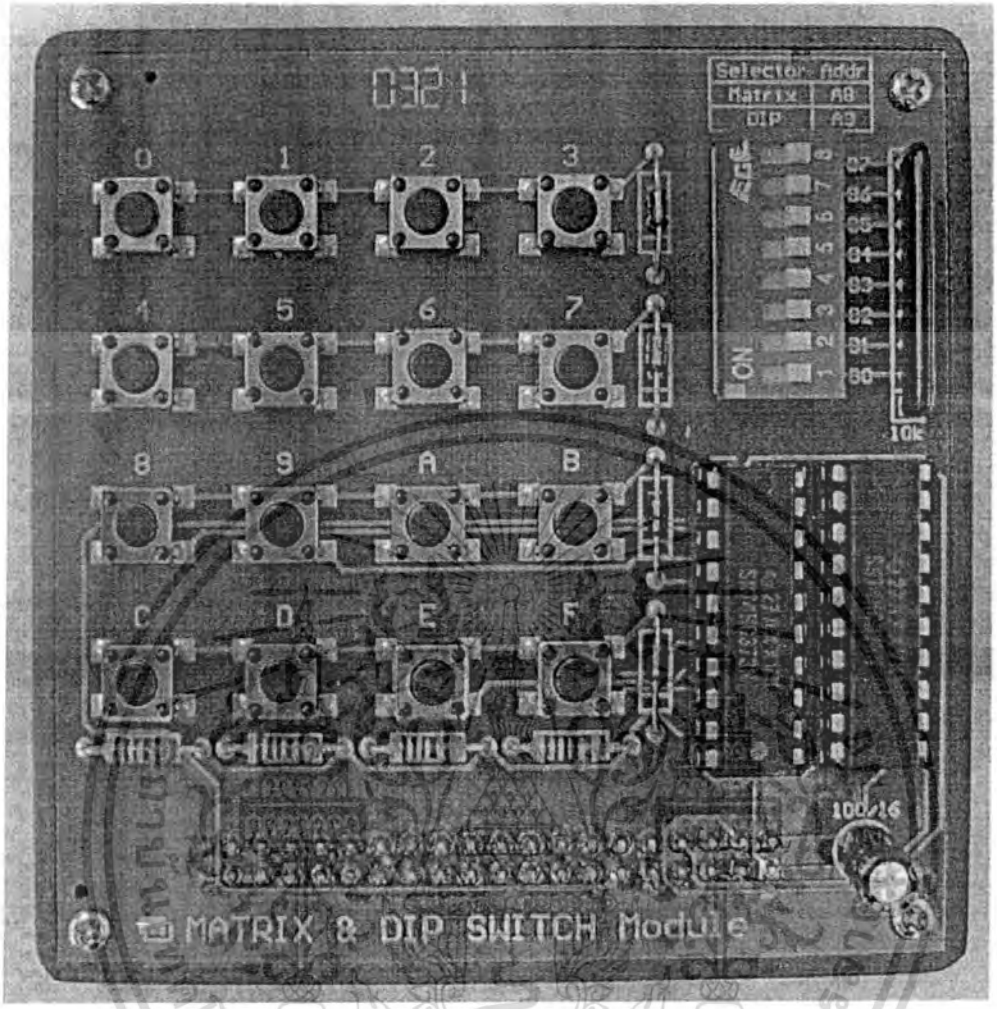
รูปที่ 4 แสดง PIC-ICSP Module

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



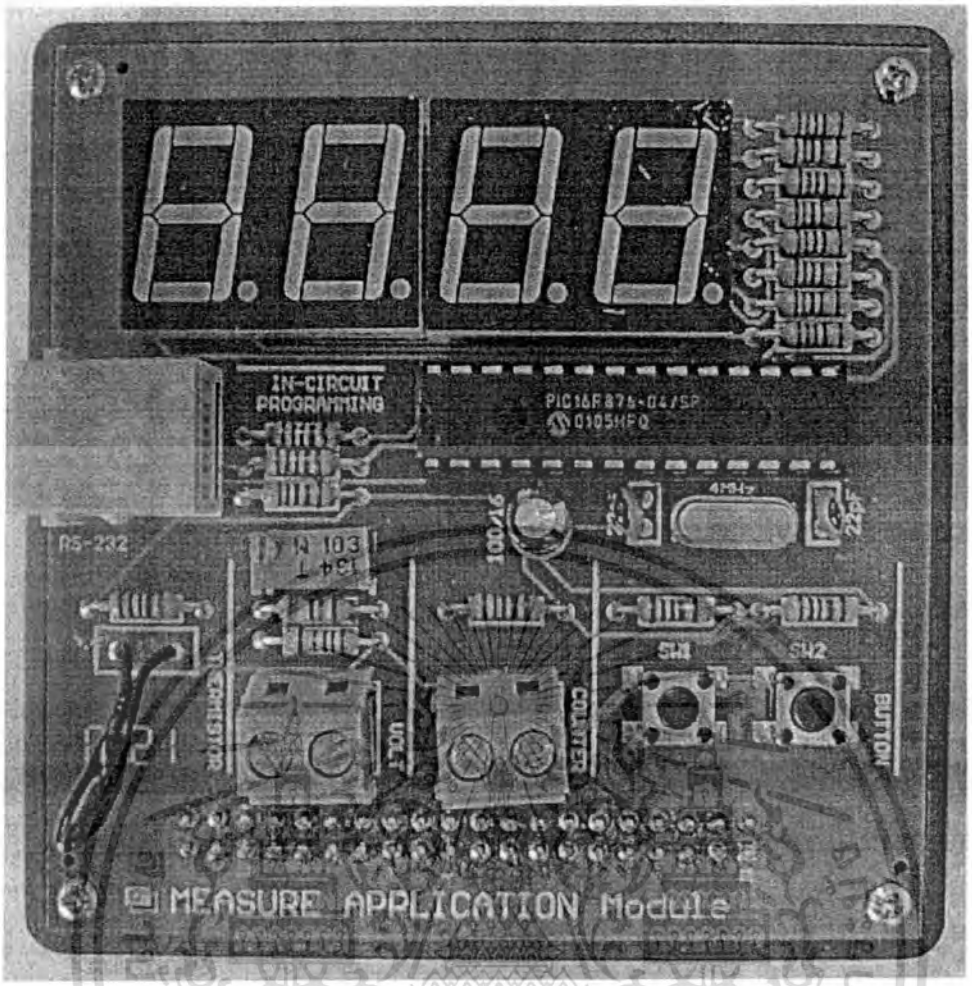
รูปที่ 5 แสดงชุด LCD Display Module

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

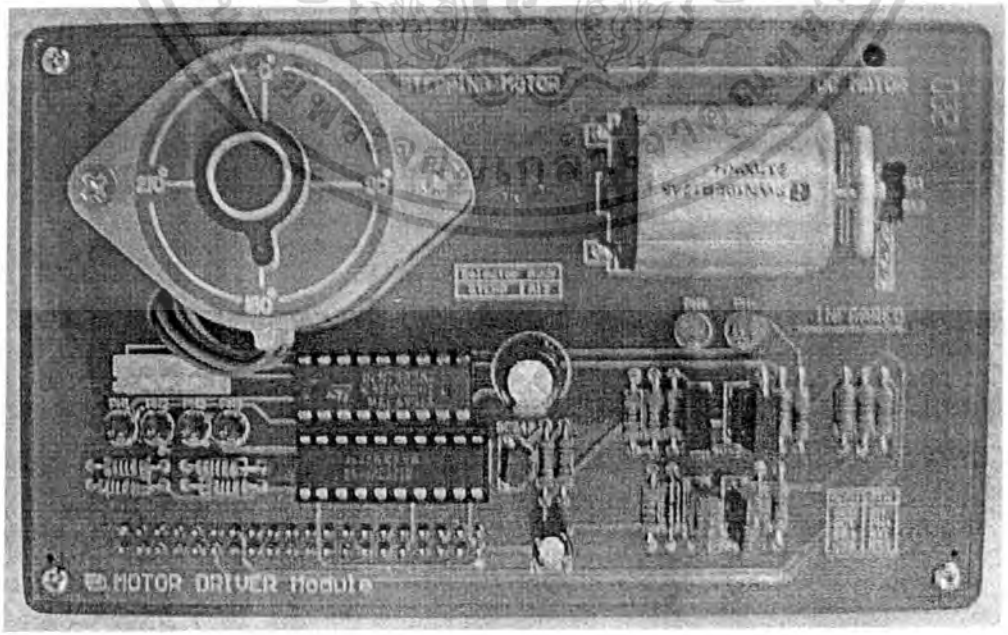


รูปที่ 6 แสดงชุด Matrix and DIP Switch Module

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

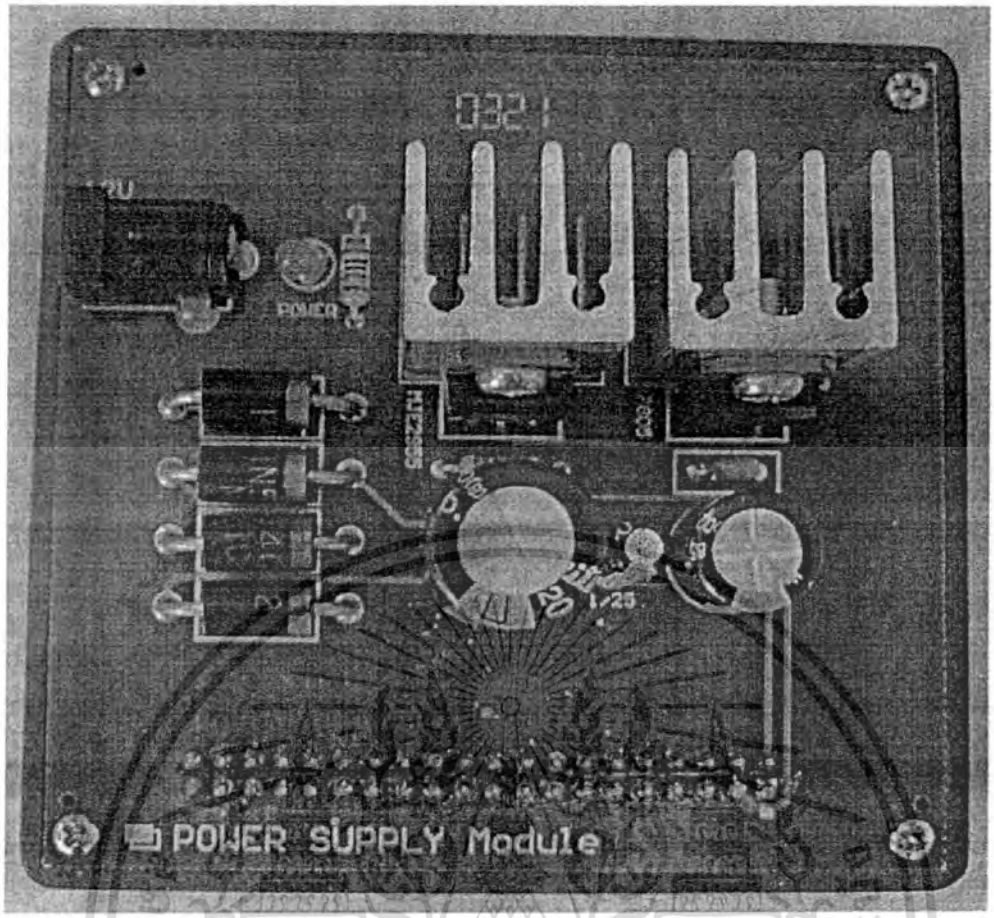


รูปที่ 7 แสดงชุด Measure Application Module

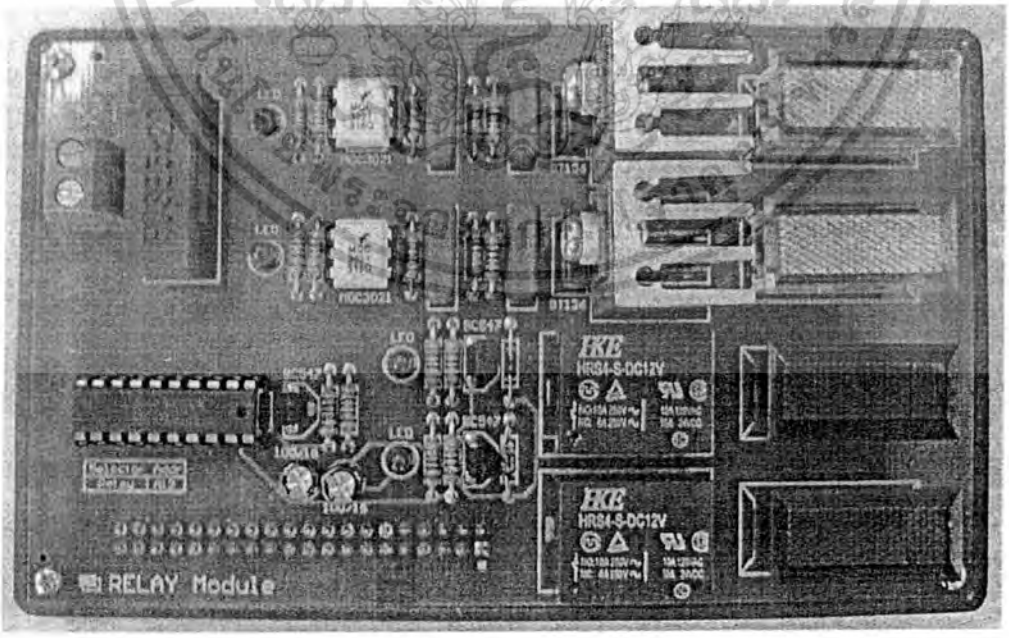


รูปที่ 8 แสดงชุด Motor Driver Module

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

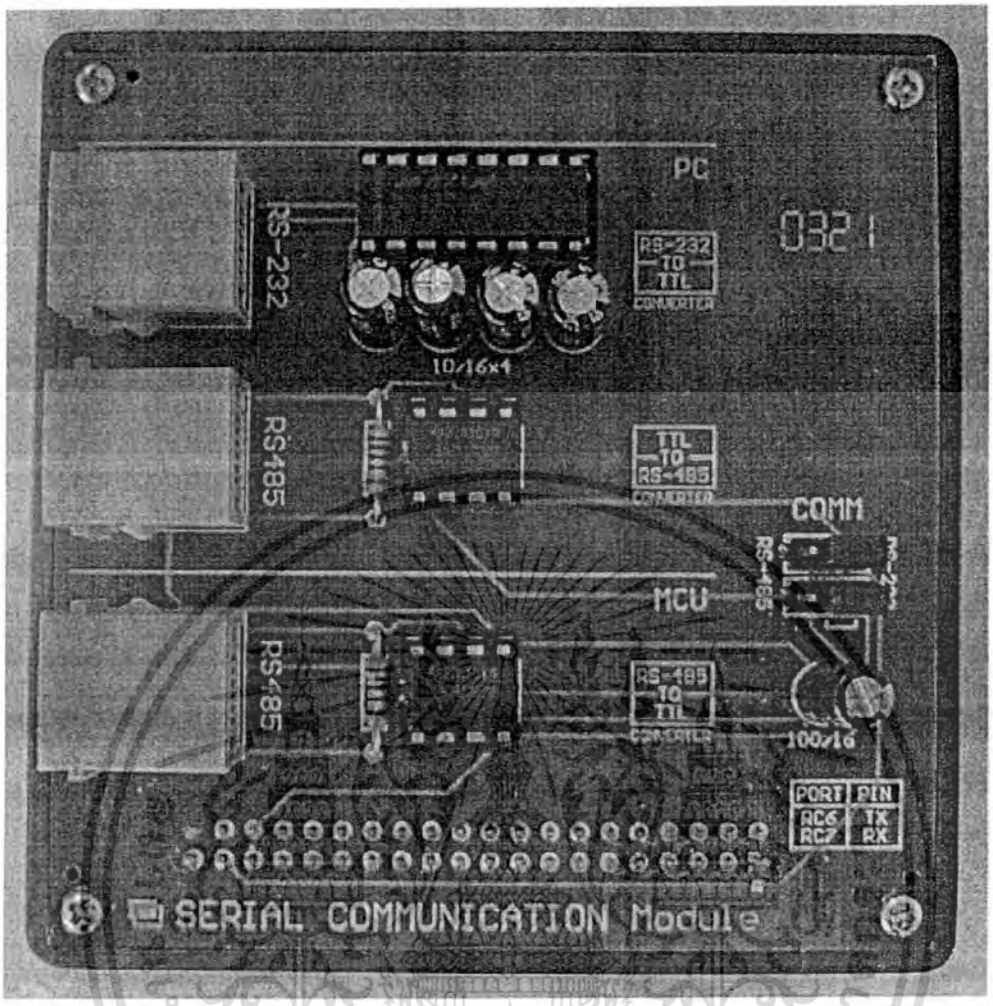


รูปที่ 9 แสดงชุด Power Supply Module

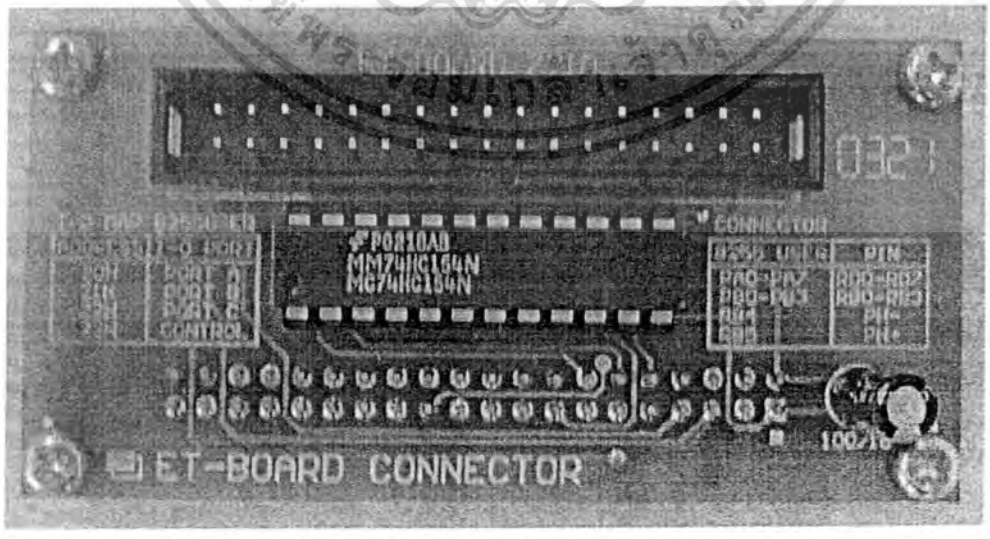


รูปที่ 10 แสดงชุด Relay Module

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

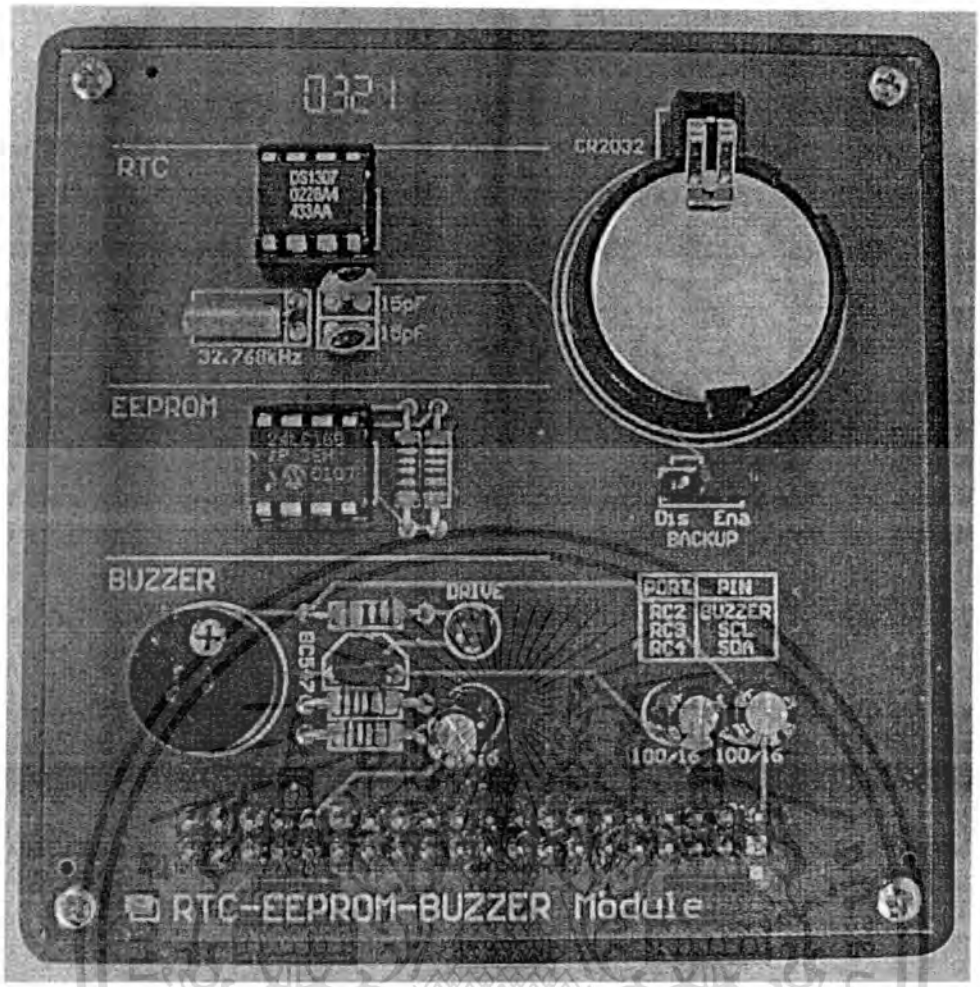


รูปที่ 11 แสดงชุด Serial Communication Module

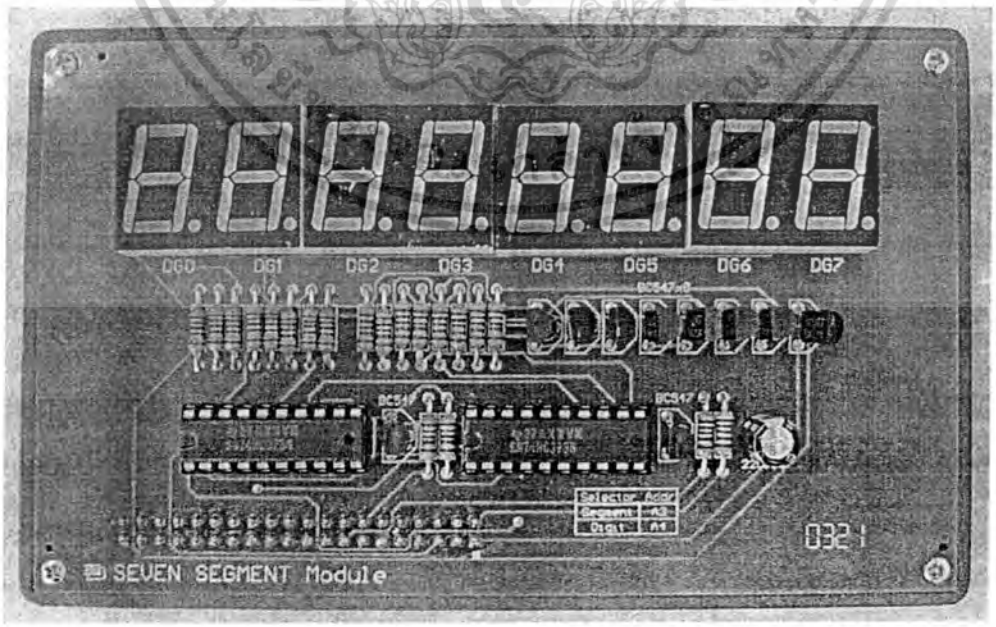


รูปที่ 12 แสดงชุด ET-Board Connector Module

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

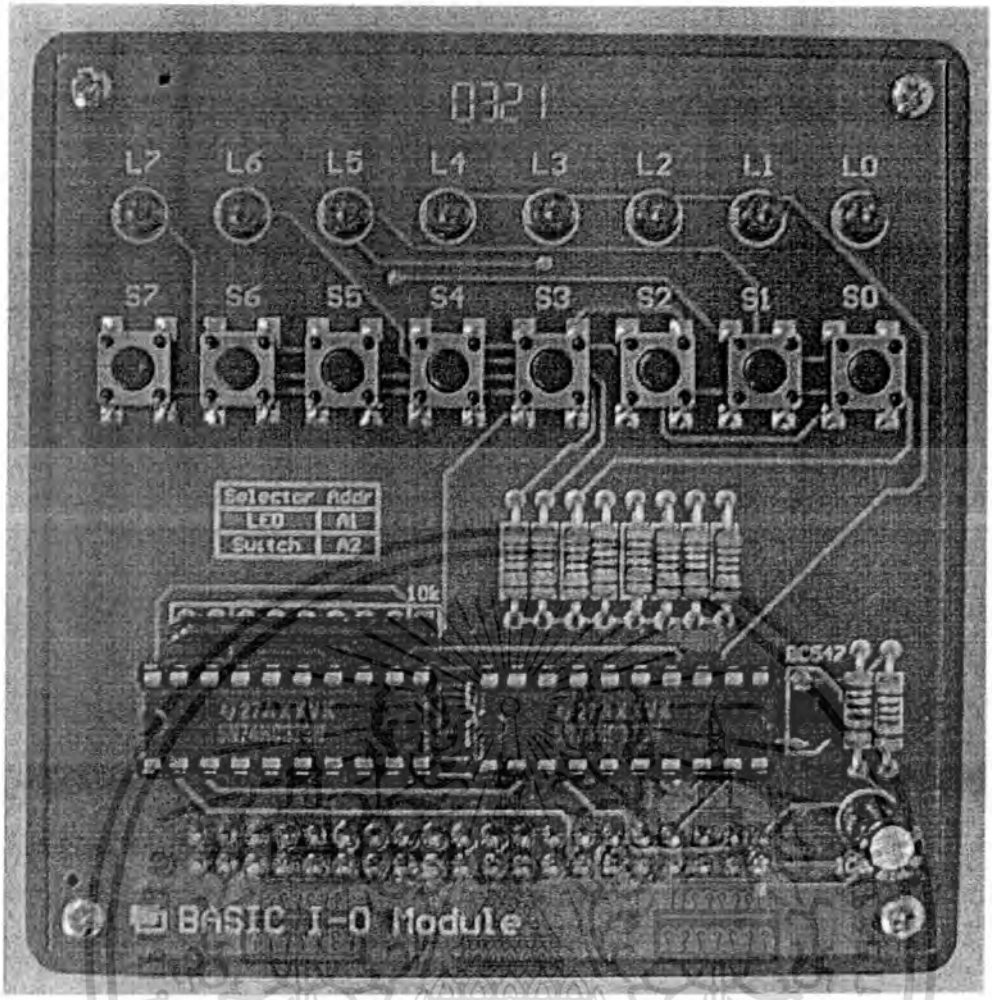


รูปที่ 13 แสดงชุด RTC-EEPROM-Buzzer Module

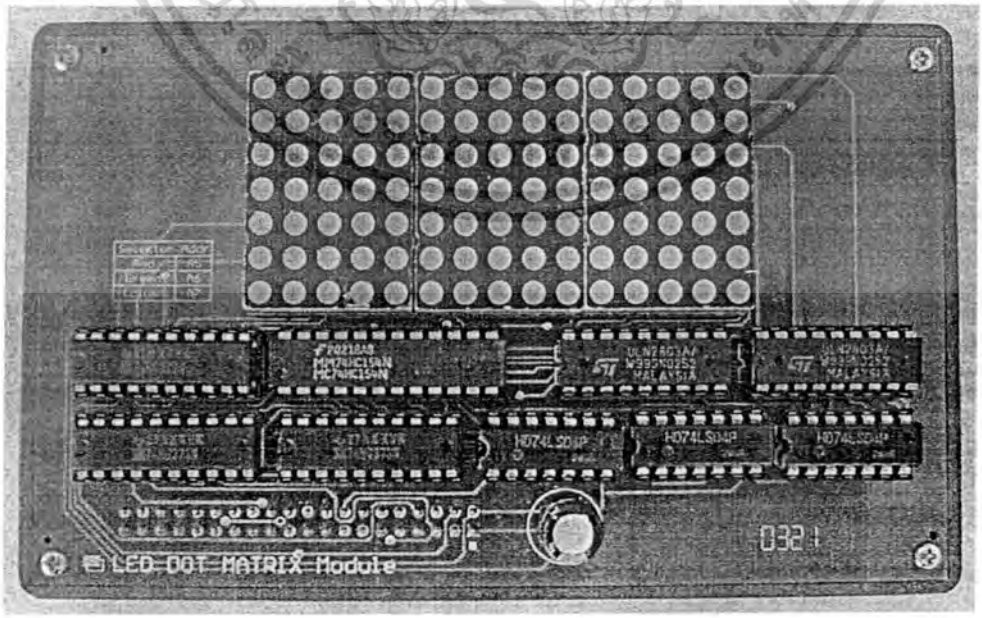


รูปที่ 14 แสดงชุด 7's Segment Module

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 15 แสดงชุด Basic I-O Module



รูปที่ 16 แสดงชุด LED Dot Matrix Module

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

ใบงานการทดลองประกอบชุดปฏิบัติการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงานที่ 1
การใช้งาน Port Output ขับ LED

จุดประสงค์

1. เพื่อให้สามารถเขียนโปรแกรมใช้งานพอร์ต เป็นพอร์ตเอาต์พุตได้
2. เพื่อให้สามารถเขียนโปรแกรมส่งข้อมูล ขับ Basic LED ขนาด 8 บิตได้

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. โมดูลหลัก PIC – ICSP
2. โมดูล Basic I-O
3. คอมพิวเตอร์พีซีที่ติดตั้งโปรแกรม MPLAB
4. สายเชื่อมต่อระหว่างโมดูลหลัก PIC – ICSP กับคอมพิวเตอร์พีซี
5. สายเชื่อมต่อพอร์ตระหว่างโมดูล

ทฤษฎีเบื้องต้น

ในการใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877 สิ่งหนึ่งที่จำเป็นมากคือ การติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอก การรับและส่งข้อมูลกับอุปกรณ์ภายนอก สามารถกระทำผ่าน อินพุต/เอาต์พุตโดยตัวของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877 นั้นมีทั้งหมด 5 พอร์ต คือ พอร์ต A, B, C, D และ E รวมทั้งสิ้น 33 ขาสัญญาณ ซึ่งในแต่ละขานั้นอาจทำงานได้ในหลายหน้าที่ ในลักษณะของการมัลติเพล็กซ์ ซึ่งรายละเอียดการใช้งานของแต่ละพอร์ตมีดังนี้

PORTA จะมีจำนวนขาใช้งานทั้งหมด่ 6 ขาสัญญาณ สามารถเป็นได้ทั้งอินพุต และเอาต์พุต โดยในการกำหนดสถานะการทำงานให้เป็นอินพุตหรือเอาต์พุตนั้นขึ้นอยู่กับการกำหนดข้อมูลให้กับรีจิสเตอร์ TRISA ซึ่งเป็นรีจิสเตอร์ควบคุมสถานะการทำงานของพอร์ต A โดยหากกำหนดข้อมูลเป็น “1” ให้บิตใดจะหมายถึงกำหนดให้บิตนั้นเป็นอินพุต และกลับกันหากกำหนดบิตใดๆ เป็น “0” จะหมายถึงให้บิตนั้นเป็นเอาต์พุต

PORTB จะมีจำนวนขาใช้งานทั้งหมด 8 ขาสัญญาณ ทุกขาสัญญาณนั้นสามารถใช้เป็น อินพุต/เอาต์พุตได้ทั้งหมด โดยการกำหนดการทำงานที่บิต TRISB จะมีลักษณะเดียวกันกับ PORT คือ หากบิตใดในรีจิสเตอร์ TRISB เป็น “0” บิตนั้นจะเป็นเอาต์พุต และถ้าบิตใดเป็น “1” บิตนั้นจะเป็นอินพุต

PORTC จะมีจำนวนขาใช้งานทั้งหมด 8 ขาสัญญาณ ซึ่งทุกขาจะเป็นแบบ bi – directional คือ สามารถทำงานได้ทั้ง 2 ทิศทางโดยเป็นได้ทั้งอินพุตและเอาต์พุต ขึ้นอยู่กับการกำหนดค่าในรีจิสเตอร์ TRISC เหมือนกับพอร์ตอื่นๆ

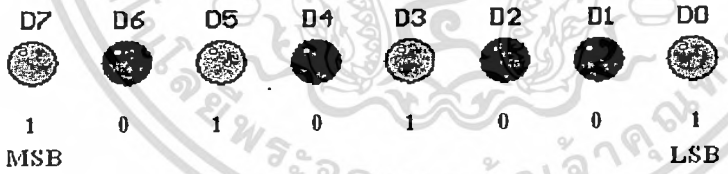
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PORTD จะมีจำนวนขาใช้งานทั้งหมด 8 ขาสัญญาณ โดยบัฟเฟอร์จะเป็นแบบ ชมิตทริกเกอร์ เมื่อทำงานเป็น I/O ปกติ และจะเป็นแบบ TTL เมื่อใช้งานในโหมดการสื่อสาร parallel Slave Port ขาสัญญาณของพอร์ต D สามารถกำหนดให้เป็นอินพุต หรือเอาต์พุต ได้ทุกขาขึ้นอยู่กับการกำหนดค่าในรีจิสเตอร์ TRISD เหมือนกับพอร์ตที่ผ่านๆ มา

PORTE จะมีจำนวนขาใช้งานทั้งหมด 3 ขาสัญญาณ ซึ่งสามารถใช้งานเป็นอินพุต หรือเอาต์พุตได้ และทั้ง 3 ขาจะมีโครงสร้างเหมือนกับขาสัญญาณของ พอร์ต D คือ เมื่อทำงานเป็น I/O ปกติ จะมีวงจรบัฟเฟอร์ภายในเป็นแบบ ชมิตทริกเกอร์และจะมีโครงสร้างเป็นแบบ TTL เมื่อทำงานในโหมดการสื่อสารParallel Slave Port ส่วนการใช้งานในโหมดอินพุต/เอาต์พุตปกตินั้น เนื่องจากเมื่อเกิด Reset ขาสัญญาณของ PORTE จะถูกกำหนดให้ทำงานในโหมดของ A/D คือ เป็นขาอินพุตของสัญญาณแอนะลอก ดังนั้นจะต้องทำการกำหนดค่าให้รีจิสเตอร์ ADCON1 ให้อยู่ในโหมดการทำงานที่เป็น Digital I/O โดยการโหลดค่า 07h ให้กับรีจิสเตอร์ ADCON1 จากนั้นจึงกำหนดหน้าที่ของบิตต่างๆ ให้เป็นอินพุต/เอาต์พุตโดยการกำหนดค่าที่รีจิสเตอร์ TRISE <2:0> การกำหนดเป็น "1" จะเป็นอินพุต และ "0" จะเป็นเอาต์พุต

ในการสั่งงานไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC เพื่อควบคุมการแสดงผลของ LED ตามต้องการ สามารถทำโดยสั่งงานให้ Port I/O ของ PIC เป็น Output แล้วส่งข้อมูลขนาด 1 Byte (8 bit) ออกไปควบคุม LED จำนวน 8 ดวง

เมื่อต้องการให้ LED บิตใดติดก็ส่งข้อมูลให้บิตนั้นเป็น "1" ส่วน LED บิตใดที่ต้องการให้ดับ ก็ส่งข้อมูลบิตนั้นเป็น "0" จากรูปที่ 1.1 ข้อมูลที่ส่งให้ LED คือ 10101001B (A9H)

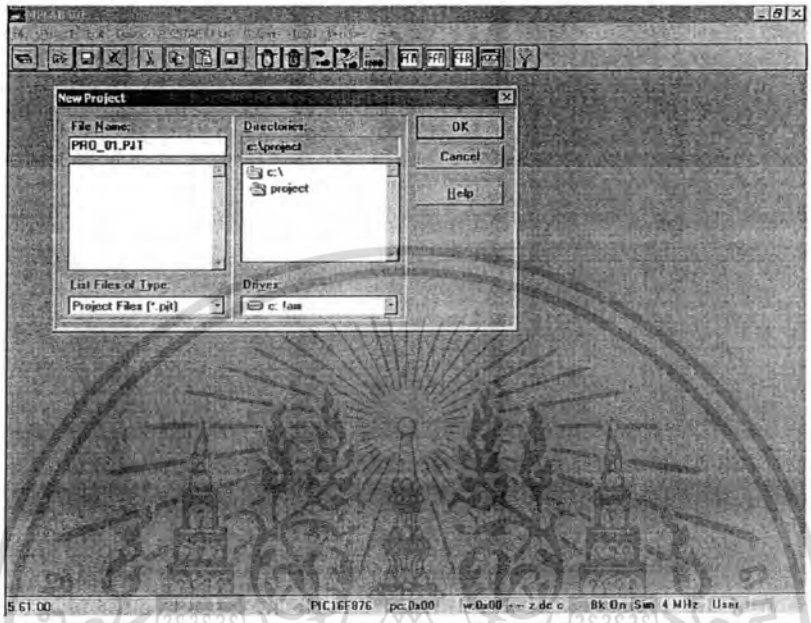


รูปที่ 1.1 แสดงลักษณะของ LED เมื่อข้อมูลที่จะส่งไปให้ LED คือ 10101001B = A9H

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

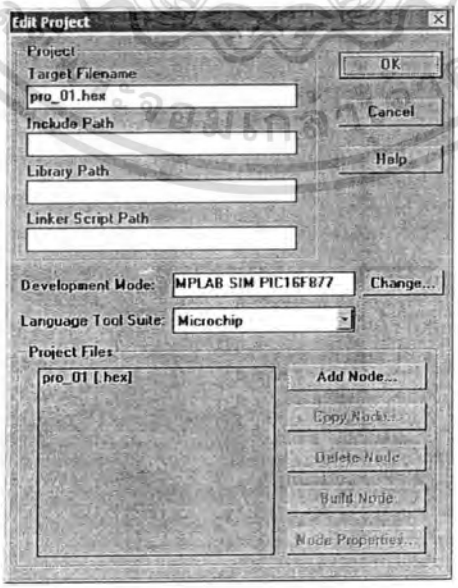
ลำดับขั้นการทดลองใบงาน

1. เปิดโปรแกรม MPLAB.EXE แล้วสร้างไฟล์โปรเจคขึ้นใหม่ ไปที่เมนู Project \ New Project แล้วบันทึกไฟล์โปรเจคชื่อ PRO_01.PJT



รูปที่ 1.2 แสดงหน้าต่างของโปรแกรม MPLAB

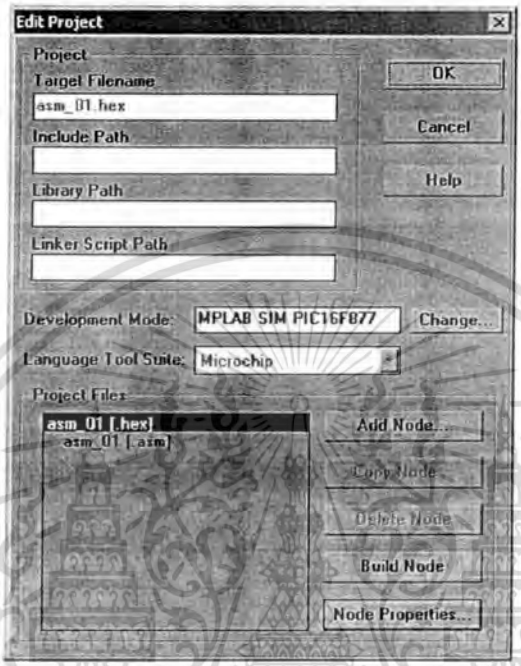
2. เมื่อปรากฏหน้าต่าง Edit Project คลิก OK



รูปที่ 1.3 แสดงหน้าต่างของการสร้างไฟล์โปรเจค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. สร้างไฟล์ ASM ขึ้นใหม่สำหรับเขียน Source แอสเซมบลี ไปที่เมนู File / New แล้วบันทึกไฟล์ที่เมนู File / Save As บันทึกเป็นไฟล์ชื่อ ASM_01.ASM ไว้ในแฟ้มเดียวกับไฟล์โปรเจค
4. รวมไฟล์ ASM_01.ASM เข้าไปในโปรเจคโดย เมนู Project / Edit Project จะปรากฏหน้าต่าง Edit Project อีกครั้ง คลิกที่ Add Node แล้วเลือกไฟล์ ASM_01.ASM จากนั้นที่หน้าต่าง Edit Project คลิก OK



รูปที่ 1.4 แสดงหน้าต่างของการสร้างไฟล์โปรเจค

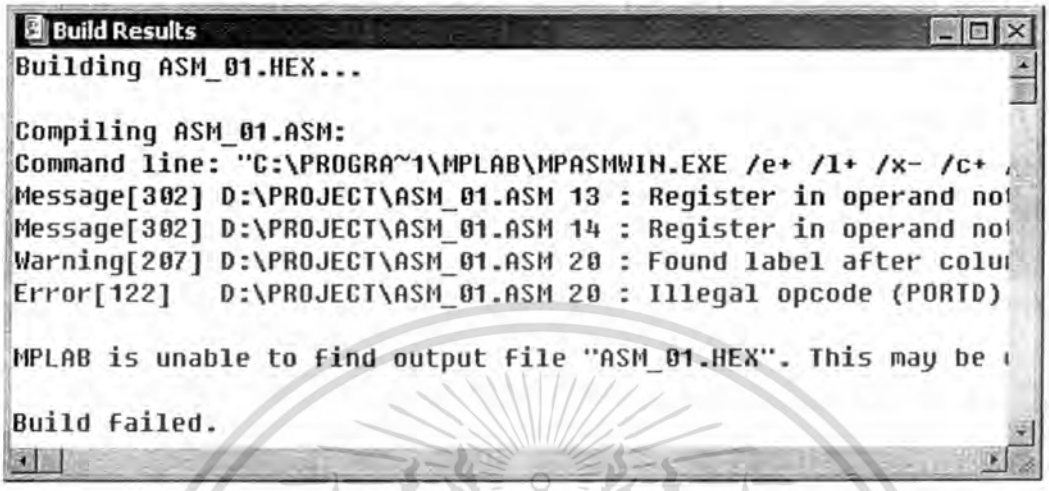
5. ในไฟล์ ASM_01.ASM เขียนโปรแกรมที่ ASM_01 ลงไป แล้วทำการแอสเซมเบลอร์ ที่เมนู Project / Build All หรือคลิกที่ปุ่ม บนแถบเมนู

โปรแกรม ASM_01 สำหรับส่งข้อมูลผ่านพอร์ตเอาต์พุตเพื่อควบคุมการแสดงผลของ LED

```
list p=16f877
        include "p16f877.inc"
        __config _WDT_OFF & _PWRTE_ON & _LVP_OFF & _XT_OSC

        DataBus         equ     PORTD
        ControlBus      equ     PORTB

        cblock  0x20
        Temp                    ;REG Delay DataBus
        endc

        org     0x00

        bsf     STATUS,RP0      ;BANK1
        clrf    TRISB           ;ControlBus = OUTPUT
        clrf    TRISD           ;DataBus = OUTPUT
        bcf     STATUS,RP0      ;BANK0
        clrf    DataBus         ;DataBus = 0
        clrf    ControlBus      ;ControlBus = 0

        movlw   0xA9            ;SEND DATA TO DataBus
        movwf   DataBus

        movlw   0x01            ;ControlBus = 0x01
        movwf   ControlBus      ;ENABLE BASIC LED
        call    DELAY
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

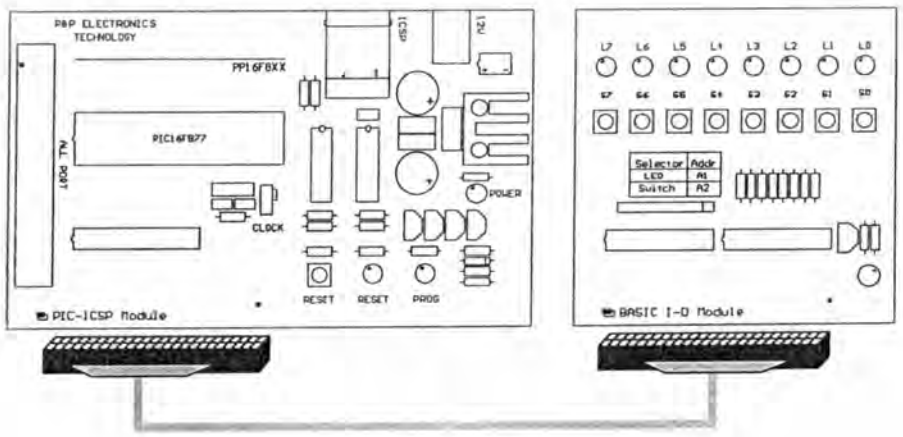
6. หากการแอสเซมเบลอร์ผิดพลาด ให้ตรวจสอบความถูกต้องของ Source ASM โดยผลลัพธ์จากการแอสเซมเบลอร์จะแสดงดังรูปที่ 1.5



รูปที่ 1.5 แสดงหน้าต่างเมื่อการแอสเซมเบลอร์เกิดความผิดพลาด

7. เมื่อการแอสเซมเบลอร์เสร็จสมบูรณ์ จะได้ไฟล์ผลลัพธ์คือ ASM_01.HEX สำหรับดาวน์โหลดลงไปใน ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC
8. เชื่อมต่อโมดูล PIC-ICSP กับ Basic I-O ด้วยสายแพ BUS40 ตามรูปที่ 1.6
9. ดาวน์โหลด ASM_01.HEX ลงในโมดูล PIC-ICSP ด้วยโปรแกรม !amPIC.EXE
10. บันทึก ผลลัพธ์ในการแสดงผลของ Basic LED (ให้ระบาย LED ดวงที่ติด) ลงในรูปที่ 1.7

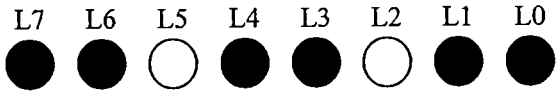
รูปที่ 1.7 แสดงลักษณะการแสดงผลของ LED



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 1.6 แสดงการเชื่อมต่อโมดูล PIC-ICSP กับ Basic I-O ด้วยสายแพ BUS40

11. ถ้าต้องการให้ Basic LED แสดงผลดังรูปที่ 1.8 จะต้องเขียนโปรแกรมอย่างไร



รูปที่ 1.8 แสดงการติดของโมดูล Basic LED

.....

.....

.....

12. ในบรรทัด movlw 0xA9 ;SEND DATA TO DataBus ถ้าเปลี่ยนข้อมูลจาก 0xA9 เป็น 0X99 จะได้ผลดังแสดงในรูปที่ 1.9

รูปที่ 1.9 แสดงลักษณะการติดของ Basic LED

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามท้ายการทดลอง

1. จงอธิบายวิธีการทำให้ PORTC เป็นเอาต์พุต
2. จงอธิบายวิธีการส่งข้อมูลให้แก่ DataBus และ ControllBus
3. จงเขียนโปรแกรมขับให้ LED ในโมดูล Basic LED ติดทุกดวง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงานที่ 2
การใช้งาน PORT I/O ร่วมกับโมดูล Basic I-O

จุดประสงค์

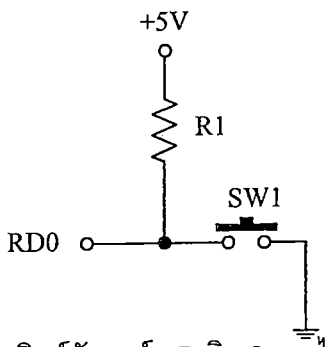
1. เพื่อให้สามารถเขียนโปรแกรมใช้งานพอร์ตเป็นพอร์ตอินพุตได้
2. เพื่อให้สามารถเขียนโปรแกรมใช้งานพอร์ตเป็นพอร์ตเอาต์พุตได้
3. เพื่อให้สามารถเขียนโปรแกรมรับค่าข้อมูลจาก Basic Switch ขนาด 8 บิตได้
4. เพื่อให้สามารถเขียนโปรแกรมส่งข้อมูลขับ Basic LED ขนาด 8 บิตได้

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. โมดูลหลัก PIC – ICSP
2. โมดูล Basic I-O
3. คอมพิวเตอร์พีซีที่ติดตั้งโปรแกรม MPLAB
4. สายเชื่อมต่อระหว่างโมดูลหลัก PIC – ICSP กับคอมพิวเตอร์พีซี
5. สายเชื่อมต่อพอร์ตระหว่างโมดูล

ทฤษฎีเบื้องต้น

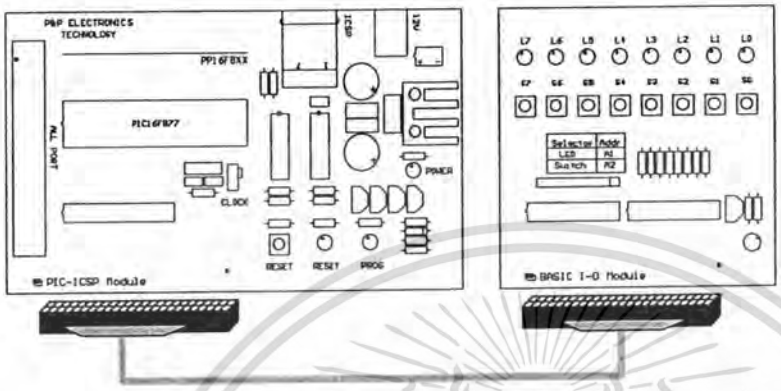
การรับข้อมูลจากภายนอกเข้าสู่ตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877 เพื่อนำข้อมูลไปประมวลผลจะต้องกำหนดให้สามารถกระทำผ่านพอร์ตที่มีสถานะเป็นอินพุต โดยการเขียนข้อมูลที่รีจิสเตอร์ TRIS ของแต่ละพอร์ต บิตใดที่ต้องการให้เป็นอินพุตก็ให้กำหนดให้บิตนั้นเป็น "1" หากต้องการให้ทั้งพอร์ตเป็นอินพุตก็เขียนข้อมูล 0xFF ลงในรีจิสเตอร์ TRIS ซึ่งไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877 จะมีพอร์ตทั้งหมด 5 พอร์ตคือ PORTA, PORTB, PORTC, PORTD และ PORTE สามารถใช้งานเป็นอินพุตได้ทั้ง 5 พอร์ตโดยการกำหนดค่าในรีจิสเตอร์ TRISA, TRISB, TRISC, TRISD และ TRISE ได้ตามลำดับ



รูปที่ 2.1 แสดงการต่อไมโครสวิตช์กับพอร์ต D บิต 0 ของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อกำหนดทิศทางของพอร์ตเป็นอินพุตแล้ว ก็สามารถอ่านข้อมูลจากพอร์ตได้ที่รีจิสเตอร์ ของพอร์ตที่กำหนดนั้นได้ทันที โดยอุปกรณ์ภายนอกที่ใช้ในการติดต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877 ในใบงานนี้คือ ไมโครสวิตช์ (Micro Switch) ซึ่งเป็นสวิตช์แบบกดติดปล่อยดับ จากลักษณะการต่อวงจรสวิตช์ร่วมกับไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877 ดังแสดงในรูปที่ 2.1 จะทำให้ไมโครคอนโทรลเลอร์อ่านค่าข้อมูลได้ลอจิก "0" เมื่อมีการกดสวิตช์



รูปที่ 2.2 แสดงการเชื่อมต่อโมดูล PIC – ICSP กับโมดูล Basic I-O

โปรแกรม ASM_02 สำหรับรับข้อมูลจาก Basic Switch และนำข้อมูลที่ได้ไปแสดงผลที่ Basic LED

```
        list p=16f877
        include "p16f877.inc"
        __config _WDT_OFF & _PWRTE_ON & _LVP_OFF & _XT_OSC

        DataBus         equ     PORTD
        ControlBus      equ     PORTB

        cblock  0x20
        Temp                    ;REG Delay DataBus
        Switch                  ;REG Data Switch
        endc

        org     0x00

        bsf     STATUS,RP0      ;BANK1
        clrf    TRISB           ;ControlBus = OUTPUT
        clrf    TRISD           ;DataBus = OUTPUT
        bcf     STATUS,RP0      ;BANK0
        clrf    DataBus         ;DataBus = 0
        clrf    ControlBus      ;ControlBus = 0

LOOP    bsf     STATUS,RP0      ;BANK1
        movlw   0xff
        movwf   TRISD           ;DataBus = INPUT
        bcf     STATUS,RP0      ;BANK0

        movlw   0x02            ;ControlBus = 2
        movwf   ControlBus      ;ENABLE BASIC SWITCH
        call    DELAY

        movf    DataBus,W       ;READ DATA SWITCH FROM DataBus
        movwf   Switch
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        clrf    ControlBus      ;DISABLE BASIC SWITCH

        bsf     STATUS,RP0      ;BANK1
        clrf    TRISD           ;DataBus = OUTPUT
        bcf     STATUS,RP0      ;BANK0

        comf    Switch,F
        movf    Switch,W
        movwf   DataBus         ;SEND DATA TO DataBus

        movlw   0x01            ;ControlBus = 1
        movwf   ControlBus      ;ENABLE BASIC LED
        call    DELAY
        clrf    ControlBus      ;DISABLE BASIC LED

        goto    LOOP
;
;***** Delay *****
;
DELAY   movlw   0x05            ;DELAY LATCH
        movwf   Temp
DEL1    decfsz  Temp,F
        goto    DEL1
        return

        end
```

ลำดับขั้นการทดลองใบงาน

1. สร้างโปรเจคใหม่ชื่อ PRO_02.PJT และสร้างซอร์สไฟล์ชื่อ ASM_02.ASM
2. เขียนซอร์สตามโปรแกรมที่ ASM_02
3. ทำการแอสแซมเบลอร์โปรแกรม ASM_02 จะได้ไฟล์ผลลัพธ์คือ ASM_02.HEX สำหรับดาวน์โหลดลงไปในไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877
4. เชื่อมต่อโมดูล PIC-ICSP กับโมดูล Basic I-O ด้วยสายแพ BUS40 ตามรูปที่ 2.2
5. ดาวน์โหลด ASM_01.HEX ลงในโมดูล PIC-ICSP ด้วยโปรแกรม !amPIC.EXE
6. บันทึกผลลัพธ์ในการแสดงผลของโมดูล Basic I-O ลงในตารางที่ 2.1 เมื่อกำหนดให้กดสวิตช์ครั้งละ 1 ตัวเรียงตามลำดับตั้งแต่ SW0-SW7

ตารางที่ 2.1 ผลการแสดงผลของ Basic LED เมื่อทำการกดสวิตช์ทีละตัว

	L7	L6	L5	L4	L3	L2	L1	L0
SW0	○	○	○	○	○	○	○	○
SW1	○	○	○	○	○	○	○	○
SW2	○	○	○	○	○	○	○	○
SW3	○	○	○	○	○	○	○	○
SW4	○	○	○	○	○	○	○	○
SW5	○	○	○	○	○	○	○	○
	L7	L6	L5	L4	L3	L2	L1	L0
SW6	○	○	○	○	○	○	○	○
SW7	○	○	○	○	○	○	○	○

หมายเหตุ ให้ระบายในตำแหน่งของ LED ตัวที่ติดสว่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. บันทึกผลลัพธ์ในการแสดงผลของโมดูล Basic I-O ลงในตารางที่ 2.2 เมื่อกำหนดให้กดสวิตช์ตามคำสั่งในตาราง

ตารางที่ 2.2 ผลการแสดงผลของ Basic LED เมื่อทำการกดสวิตช์ตามคำสั่งในตาราง

	L7	L6	L5	L4	L3	L2	L1	L0
SW0	○	○	○	○	○	○	○	○
SW1, SW2	○	○	○	○	○	○	○	○
SW1, SW2, SW3	○	○	○	○	○	○	○	○
SW3, SW4,	○	○	○	○	○	○	○	○
SW4, SW5, SW6	○	○	○	○	○	○	○	○
SW1, SW3, SW5	○	○	○	○	○	○	○	○
SW6, SW7	○	○	○	○	○	○	○	○
SW4, SW5 ,SW6, SW7	○	○	○	○	○	○	○	○

หมายเหตุ - ในหนึ่งช่องถ้ากำหนดสวิตช์มากกว่า1ตัวให้กดสวิตช์เหล่านั้นพร้อมกัน

- ให้ระบายในตำแหน่งของ LED ตัวที่ติดสว่าง

สรุปผลการทดลอง

.....

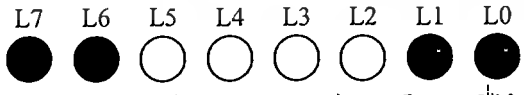
.....

.....

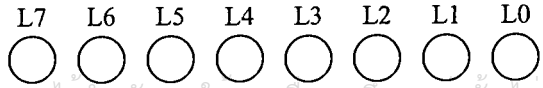
.....

คำถามท้ายการทดลอง

1. ถ้าต้องการให้ LED แสดงดังรูปจะต้องกดสวิตช์อะไรบ้างและต้องกดอย่างไร



2. จากโปรแกรม ASM_02 ทำไมต้องคอมพลีเมนต์ข้อมูลที่ได้จากการกดสวิตช์ในรีจิสเตอร์ Switch ก่อนที่จะทำการส่งให้ LED แสดงผล
3. ถ้ากดสวิตช์ SW1, SW3, SW5, SW7 พร้อมกัน Basic LED จะแสดงผลอย่างไร (ให้ระบายดวงที่ติดสว่าง)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงานที่ 3
การใช้งาน Port Output ขับ LED ให้แสดงผลในลักษณะไฟกระพริบ

จุดประสงค์

1. เพื่อให้สามารถเขียนโปรแกรมหน่วงเวลาได้
2. เพื่อให้สามารถเขียนโปรแกรมส่งข้อมูลขับ LED ให้แสดงผลในลักษณะไฟกระพริบได้

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. โมดูลหลัก PIC – ICSP
2. โมดูล Basic I-O
3. คอมพิวเตอร์พีซีที่ติดตั้งโปรแกรม MPLAB
4. สายเชื่อมต่อระหว่างโมดูลหลัก PIC – ICSP กับคอมพิวเตอร์พีซี
5. สายเชื่อมต่อพอร์ตระหว่างโมดูล

ทฤษฎีเบื้องต้น

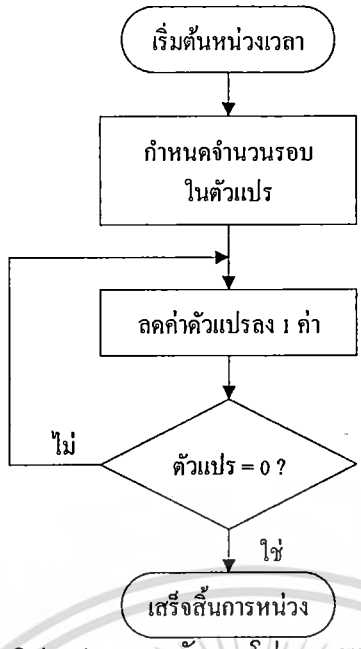
การเขียนโปรแกรมเกี่ยวกับการแสดงผล โดยพื้นฐานที่สุดคือการควบคุมการติดดับของหลอดแอลอีดีให้เป็นไปในลักษณะต่างๆ หรือที่เรียกว่าไฟกระพริบ นั่นคือการเขียนโปรแกรมส่งข้อมูลการแสดงผลตามรูปแบบที่ต้องการไปให้แอลอีดี ต่อเนื่องกันเป็นจังหวะทำให้ดูเหมือนเป็นการเคลื่อนไหว

การเขียนโปรแกรมไฟกระพริบนั้น มีหลักการง่ายๆ คือ ส่งข้อมูลที่ต้องการให้ติดไปให้แอลอีดีเป็นเฟรมๆ ต่อเนื่องกัน โดยในระหว่างเฟรมจะสั่งให้ไมโครคอนโทรลเลอร์หน่วงเวลาการติดไว้ชักครู่ก่อนส่งข้อมูลเฟรมต่อไป เมื่อทำอย่างนี้ต่อเนื่องกันก็จะเห็นเป็นไฟที่เคลื่อนไหวได้

ช่วงเวลาที่รอระหว่างเฟรมนี้เรียกว่า *การหน่วงเวลา* ความหมายของมันก็ตรงตัวคือหยุดรอเวลาชักครู่ แต่ไม่ได้หมายความว่าให้ไมโครคอนโทรลเลอร์หยุดทำงานชักครู่ เนื่องจากไมโครคอนโทรลเลอร์ไม่สามารถหยุดทำคำสั่งได้ เหมือนกับเครื่องบินที่หน่วงเวลาการลงจอด ก็ไม่ได้หมายความว่าให้เครื่องบินหยุดรออยู่บนท้องฟ้า แต่จะให้มันบินวนแทนจนกว่าจะลงจอดได้ ซึ่งไมโครคอนโทรลเลอร์ก็เช่นกัน การหน่วงเวลาคือการให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ทำคำสั่งวนอยู่กับที่ จนกว่าจะได้ระยะเวลาตามต้องการ แล้วไปทำคำสั่งอื่นๆ ต่อไป

เนื่องจากการทำคำสั่งแต่ละคำสั่งของไมโครคอนโทรลเลอร์ จะใช้ระยะเวลาที่แน่นอน เราสามารถดูได้จากสเปคการทำคำสั่งในแต่ละคำสั่งและความถี่ของคริสตอลที่ใช้ ดังนั้นการวนรอบในแต่ละรอบเราจึงรู้ว่าใช้เวลาไปเท่าใด หากเราต้องการให้หน่วงเวลาตามระยะเวลาที่เราต้องการ ก็สามารถกำหนดได้จากจำนวนรอบที่วนนี้ ซึ่งแผนผังของโปรแกรมหน่วงเวลาแสดงดังรูปที่ 3.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.1 แสดงแผนผังของโปรแกรมหน่วงเวลา

ตัวอย่าง โปรแกรมย่อยหน่วงเวลาที่เขียนตามโฟลวชาร์ต

```
        call    Delay       ; ไปยังโปรแกรมย่อย
Delay   movlw   0x64        ; จำนวน 100 รอบ
        movwf   VAR         ; เก็บเข้าตัวแปร
Loop    decfsz  VAR, F      ; ลดค่าตัวแปร แล้วตรวจสอบ = 0 ?
        goto    Loop        ; ถ้าไม่ใช่วนกลับ
        return              ; ถ้าใช่ กลับโปรแกรมหลัก
```

ถ้าหาก PIC ใช้ความถี่คริสตอล 4 MHz ค่าความถี่ของสัญญาณนาฬิกาภายในจะถูกหารด้วย 4 ซึ่งเท่ากับ 1 MHz เมื่อเปลี่ยนเป็นค่าเวลาหรือไซเคิลจะเท่ากับ 1 ไมโครวินาที

คำสั่งส่วนใหญ่ของ PIC จะใช้เวลา 1 ไซเคิล แต่บางคำสั่งที่เกี่ยวกับการกระโดดจะใช้ 2 ไซเคิล เมื่อมีการวนทำคำสั่งซ้ำๆ ก็จำเป็นต้องนับว่าคำสั่งนั้นถูกทำกี่ครั้ง แล้วเอาค่าเวลาทั้งหมดมารวมกัน

คำสั่ง	***จำนวนไซเคิล***	**จำนวนครั้งที่ทำ**	**เวลาที่ใช้ (ไซเคิล)**
call	2	1	2
Movlw	1	1	1
Movwf	1	1	1
Decfsz	1, 2 ถ้าลดค่าแล้วเป็น 0	100 ครั้งสุดท้ายเป็น 0	(1*99) + 2
Goto	2	99	2*99
Return	2	1	2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้นเวลาที่ใช้ทำโปรแกรมย่อยนี้คือ

เวลาหน่วง = 2 + 1 + 1 + 99 + 2 + 198 + 2

= 305 ไซเคิล

= 305 ไมโครวินาที

ถ้าหากกำหนดจำนวนรอบจาก 100 เป็น 255 ซึ่งเป็นค่าสูงสุดที่สามารถกำหนดได้ของตัวแปรขนาด 1 ไบต์ ก็จะสามารถหน่วงเวลาได้สูงสุดนาน 770 ไมโครวินาที

แต่ถ้าหากต้องการหน่วงเวลาให้นานขึ้นก็จะทำโดยการวนรอบซ้อนลูปโดยใช้ตัวแปรสำหรับนับรอบ 2 ตัว ซึ่งแผนผังการเขียนโปรแกรมนี้แสดงดังรูปที่ 3.2

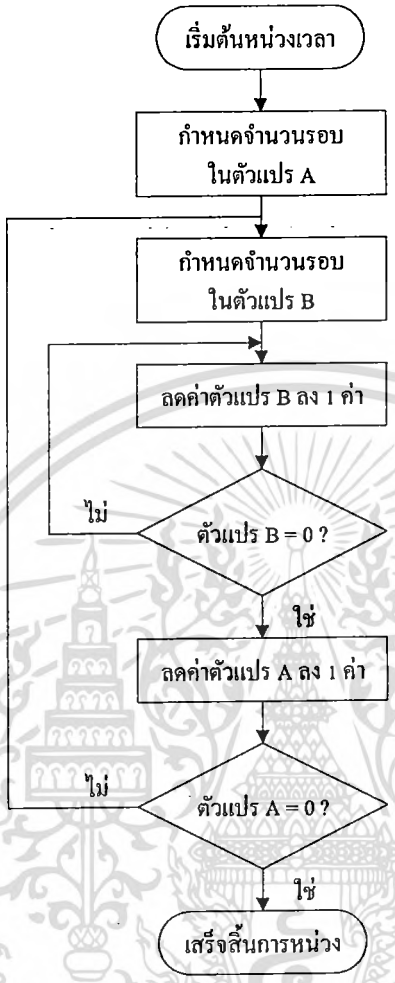
ตัวอย่าง โปรแกรมหน่วงเวลาที่ใช้การซ้อนลูป

```
            call    Delay
Delay       movlw   0xff
            movwf   VAR1
Loop2       movlw   0xff
            movwf   VAR2
Loop1       decfsz  VAR2, F
            goto    Loop1
            decfsz  VAR1, F
            goto    Loop2
            return
```

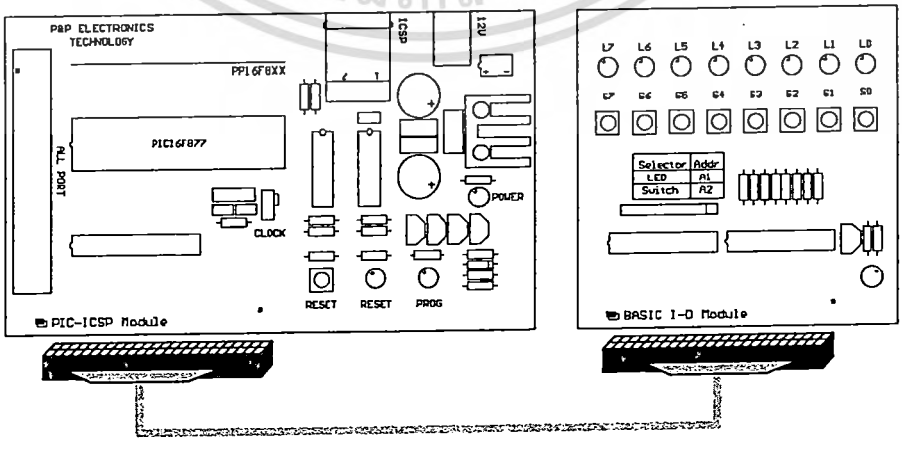
เมื่อเพิ่มจำนวนลูปขึ้นเป็น 2 ลูปก็จะสามารถหน่วงเวลาได้สูงสุด 196,612 ไมโครวินาที แต่ถ้าต้องการหน่วงเวลาให้ได้นานขึ้นกว่านี้ก็สามารถเพิ่มลูปขึ้นเป็น 3 ลูป หรือมากขึ้นไปเรื่อยๆ ได้ โดยใช้หลักการนี้ ซึ่งจะเสียจำนวนตัวแปรมากขึ้นตามจำนวนลูปที่ใช้

อย่างไรก็ตาม การหน่วงเวลาแบบนี้ ค่าเวลาจะขึ้นอยู่กับความถี่ของคริสตอลที่ใช้เป็นสำคัญ ถ้าหากเปลี่ยนความถี่คริสตอลให้เร็วขึ้น แต่ยังใช้โปรแกรมหน่วงเวลาเดิม ค่าเวลาหน่วงก็จะน้อยลงตามความเร็วของไซเคิลที่เปลี่ยนไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.2 แสดงแผนผังของการเขียนโปรแกรมหน่วงเวลาที่ใช้ตัวแปร 2 ตัว



รูปที่ 3.3 แสดงการเชื่อมต่อโมดูล PIC-ICSP กับ โมดูล Basic I-O

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรม ASM_03 สำหรับส่งข้อมูลควบคุมการแสดงผลของ LED ในลักษณะไฟกระพริบ

```
        list p=16f877
        include "p16f877.inc"
        __config _WDT_OFF & _PWRTE_ON & _LVP_OFF & _XT_OSC

        DataBus         equ     PORTD
        ControlBus      equ     PORTB

        cblock  0x20
        Temp                    ;REG Delay DataBus
        Led                     ;REG Data LED Loop
        Delay1ms                ;REG Delay
        Delay100ms              ;REG Delay
        Delay1000ms             ;REG Delay
        endc

        org     0x00
        bsf     STATUS,RP0      ;BANK1
        clrf    TRISB           ;ControlBus = OUTPUT
        clrf    TRISD           ;DataBus = OUTPUT
        bcf     STATUS,RP0      ;BANK0
        clrf    DataBus         ;DataBus = 0
        clrf    ControlBus      ;ControlBus = 0

LOOP    movlw   0x01
        movwf   Led
LOOP1   movwf   DataBus         ;SEND DATA TO DataBus

        movlw   0x01            ;ControlBus = 0x01
        movwf   ControlBus      ;ENABLE BASIC LED
        call    DELAY
        clrf    ControlBus      ;DISABLE BASIC LED

        movlw   0x05            ;Delay 500 ms
        movwf   Delay1000ms
        call    DELAY_100ms

        bcf     STATUS,C
        rlf     Led,F           ;ROTATE RIGHT DATA
        movf    Led,W
        btfsc   STATUS,C
        goto    LOOP
        goto    LOOP1
;
;***** Delay *****
;
DELAY   movlw   0x05            ;DELAY LATCH
        movwf   Temp
DEL1    decfsz  Temp,F
        goto    DEL1
        return
DELAY_1000ms    movlw   0x0a            ;DELAY LOOP x3
        movwf   Delay1000ms
DELAY_100ms     movlw   0x64            ;DELAY_100ms x Delay1000ms
        movwf   Delay100ms
DELAY_1ms       movlw   0xf9            ;DELAY_1ms x Delay100ms
        movwf   Delay1ms
DELAY_1ms_1     decfsz  Delay1ms,F
        goto    DELAY_1ms_1
DELAY_100ms_1   decfsz  Delay100ms,F
        goto    DELAY_1ms
DELAY_1000ms_1 decfsz  Delay1000ms,F
        goto    DELAY_100ms
        return

        end
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับขั้นการทดลองใบงาน

1. สร้างโปรเจคใหม่ชื่อ PRO_03.PJT และสร้างซอร์สไฟล์ชื่อ ASM_03.ASM
2. เขียนซอร์สตามโปรแกรมที่ ASM_03
3. ทำการแอสแซมเบลอร์โปรแกรม ASM_03 จะได้ไฟล์ผลลัพธ์คือ ASM_03.HEX สำหรับดาวน์โหลดลงไปในไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877
4. เชื่อมต่อโมดูล PIC-ICSP กับ Basic I-O ด้วยสายแพ Bus40 ตามรูปที่ 3.3
5. ดาวน์โหลด ASM_03.HEX ลงในโมดูล PIC-ICSP ด้วยโปรแกรม !amPIC.EXE
6. อธิบายลักษณะการแสดงผลของ LED

.....

.....

.....

7. เปลี่ยนคำสั่งในบรรทัด LOOP movlw 0x01 จาก 0x01 เป็น 0x80
   และ rlf Led,F ;ROTATE RIGHT DATA จาก rlf เป็น rrf พร้อมอธิบายลักษณะการแสดงผลของ Basic LED

.....

.....

.....

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามท้ายการทดลอง

1. โปรแกรมรีเลย์มีประโยชน์อย่างไรกับการเขียนให้ LED แสดงผลในลักษณะไฟกระพริบ
2. เมื่อไมโครคอนโทรลเลอร์มีความถี่หลัก 12 เมกะเฮิร์ต จงเขียนโปรแกรมหน่วงเวลา 500 mS
3. จงเขียนโปรแกรมไฟกระพริบโดยให้ LED วิ่งจากซ้ายไปขวา (กำหนด LED คือL7-L4) และขวาไปซ้าย (กำหนด LED คือL3-L0) ในเวลาเดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงานที่ 4
การใช้งาน Port Output ขับ LED ตัวเลข 7 ส่วน

จุดประสงค์

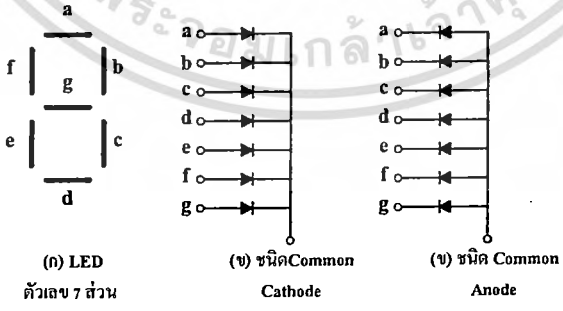
1. เพื่อให้สามารถใช้ PIC16F877 นำข้อมูลออกไปแสดงผลที่ LED ตัวเลข 7 ส่วนได้
2. เพื่อให้สามารถเขียนโปรแกรมเพื่อแสดงผลบน LED ตัวเลข 7 ส่วนในลักษณะมัลติเพล็กซ์ได้

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. โมดูลหลัก PIC – ICSP
2. โมดูล 7-Segment
3. คอมพิวเตอร์พีซีที่ติดตั้งโปรแกรม MPLAB
4. สายเชื่อมต่อระหว่างโมดูลหลัก PIC – ICSP กับคอมพิวเตอร์พีซี
5. สายเชื่อมต่อพอร์ตระหว่างโมดูล

ทฤษฎีเบื้องต้น

7 - Segment หรือ LED ตัวเลข 7 ส่วน ก็คือแอลอีดีที่ถูกนำมาวางให้อยู่ในรูปของตัวเลข แล้วรวมขาใดขาหนึ่งของแอลอีดีทั้งหมดเข้าด้วยกัน เรียกว่า คอมมอน (Common) โดยขาคอมมอนนี้ จะนำมาใช้ในการแบ่งชนิด ถ้ารวมขาแอโนดเข้าด้วยกันก็จะเรียกว่า แบบคอมมอนแอโนด (Common Anode) ถ้ารวมขาแคโทดก็จะเรียกว่า แบบคอมมอนแคโทด (Common Cathode) โครงสร้างของ 7 - Segment แสดงดัง รูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 แสดงโครงสร้างของ 7 - Segment

อุปกรณ์ 7 - Segment ทั่วไปจะเพิ่มแอลอีดีขึ้นอีก 1 ดวงเพื่อใช้เป็นจุด ดังนั้นจึงประกอบไปด้วยแอลอีดีทั้งหมด 8 ดวง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การต่อใช้งาน 7 – Segment

7 - Segment 1 หลักจะมีขาที่ต้องต่อไฟอยู่ 9 ขา ถ้าหากใช้งาน 7 - Segment เพียงหลักเดียว ก็จะนำขาคอมมอนนี้ต่อเข้ากับไฟโดยตรง และใช้ขาที่เหลือสำหรับการขับแอลอีดีแต่ละส่วน แต่ถ้าหากใช้งาน 7 - Segment 2 หลักขึ้นไปจะต่อใช้งานในลักษณะมัลติเพล็กซ์ (Multiplex) เพื่อความประหยัดจำนวนพอร์ตที่จะต่อใช้งาน โดยการต่อจะรวมเอาขาเซ็กเมนต์เดียวกันของทุกหลักเข้าไว้ด้วยกัน แล้วใช้ขาคอมมอนสำหรับเลือกว่าจะให้หลักใดติด การขับจะเป็นการทำให้ติดทีละหลักเรียงกันไปด้วยความเร็วสูง เพื่อไม่ให้สายตาของมนุษย์จับทัน ก็จะดูเหมือนว่า 7 - Segment ทุกหลักติดพร้อมกัน ซึ่งเป็นผลดีที่จะทำให้

วงจรไม่กินกระแสมากด้วย เพราะไม่ว่าจะมี 7 - Segment อยู่กี่หลัก แต่แอลอีดีจะติดพร้อมกันได้สูงสุดไม่เกิน 8 ดวงเท่านั้น

ทางด้านเซ็กเมนต์ที่ต้องป้อนข้อมูลเลือกส่วนที่ติดนี้ จะมีขนาด 8 บิตพอดีกับแอลอีดี 8 ดวง ข้อมูลที่จะต้องส่งไปให้ก็คือข้อมูลคงที่ ของตัวเลขหรือสัญลักษณ์ที่ต้องการแสดงผล โดยส่วนมาก การเขียนโปรแกรมจะเก็บข้อมูลคงที่นี้ไว้ในตาราง ซึ่งเรียกว่า look up table โดยตัวอย่างของข้อมูลดังตารางที่ 4.1

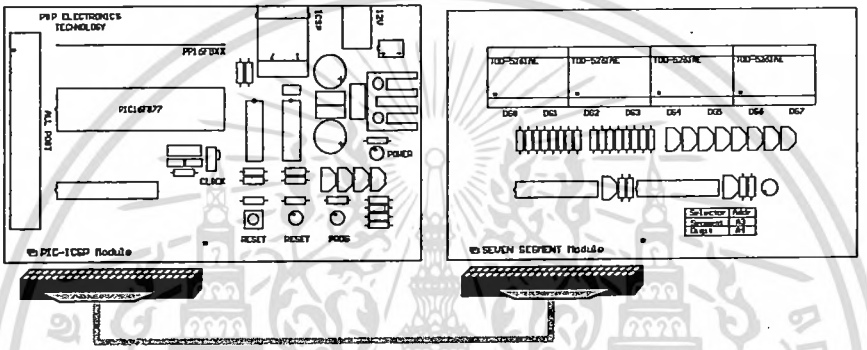
ตารางที่ 4.1 แสดงค่าข้อมูลคงที่สำหรับส่งให้เซ็กเมนต์แสดงตัวเลขและตัวอักษรต่างๆ

ตัวเลขที่แสดงผล	ข้อมูลค่าคงที่สำหรับส่งให้เซ็กเมนต์								
	dp	g	F	e	D	c	b	a	HEX
	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	
0	0	0	1	1	1	1	1	1	0x3F
1	0	0	0	0	1	1	0	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
A	0	1	1	1	0	1	1	1	0x77
b	0	1	1	1	1	1	0	0	0x7C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

C	0	0	1	1	1	0	0	1	0x39
d	0	1	0	1	1	1	1	0	0x5E
E	0	1	1	1	1	0	0	1	0x79
F	0	1	1	1	0	0	0	1	0x71

การส่งข้อมูลไปให้วงจรขับ 7 - Segment นั้นขึ้นอยู่กับว่า เป็น 7 - Segment ชนิดใด และก็ขึ้นอยู่กับวงจรที่ต่อใช้งานด้วย การทำให้แอลอีดีติด ก็ต้องป้อนไฟตามไบอัสของแอลอีดี ถ้าเป็นคอมมอนแคโทด ก็ป้อนไฟลบเข้าที่ขาคอมมอน และป้อนไฟบวกเข้าที่ขาเซ็กเมนต์ แต่ถ้าเป็นชนิดคอมมอนแอโนด ก็จะป้อนไฟสลับขั้วกัน ซึ่งข้อมูลที่จะส่งให้เซ็กเมนต์ก็ต้องกลับสถานะ (Invert) ด้วย เช่น แทนที่จะเป็น 0x3F ก็ต้องกลับบิตให้เป็น 0xC0 เป็นต้น



รูปที่ 4.2 แสดงการเชื่อมต่อระหว่างโมดูล PIC-ICSP กับโมดูล 7 –Segment

โปรแกรม ASM_04 สำหรับควบคุมการแสดงผลของ 7 - Segment แบบมัลติเพล็กซ์

```
        list p=16f877
        include "p16f877.inc"
        __config _WDT_OFF & _PWRTE_ON & _LVP_OFF & _XT_OSC

        DataBus         equ     PORTD
        ControlBus      equ     PORTB

        cblock  0x20
        Temp                    ;REG Delay DataBus
        Seg                     ;DATA Segment
        Com                     ;DATA Common
        Delaylms                ;REG DELAY
        endc

        org     0x00

        bsf     STATUS,RP0      ;BANK1
        clrf    TRISB           ;ControlBus = OUTPUT
        clrf    TRISD           ;DataBus = OUTPUT
        bcf     STATUS,RP0      ;BANK0
        clrf    DataBus         ;DataBus = 0
        clrf    ControlBus      ;ControlBus = 0

LOOP    movlw   0x80            ;LSB 7-SEG COMMON
        movwf   Com
        movlw   0x00            ;START DATA 7-SEG
        movwf   Seg
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
LOOP1   call    TABLE           ;CALL READ DATA 7-SEG FROM TABLE
        movwf   DataBus         ;SEND DATA TO DataBus

        movlw   0x03            ;ControlBus = 3
        movwf   ControlBus      ;ENABLE 7-SEG DATA
        call    DELAY
        clrf    ControlBus      ;DISABLE 7-SEG DATA

        movf    Com,W           ;SEND COMMON TO DataBus
        movwf   DataBus

        movlw   0x04            ;ControlBus = 4
        movwf   ControlBus      ;ENABLE 7-SEG COMMON
        call    DELAY
        clrf    ControlBus      ;DISABLE 7-SEG COMMON

        call    DELAY_1ms

        clrf    DataBus         ;CLR DataBus

        movlw   0x03            ;ControlBus = 3
        movwf   ControlBus      ;ENABLE 7-SEG DATA
        call    DELAY
        clrf    ControlBus      ;DISABLE 7-SEG DATA

        movlw   0x04            ;ControlBus = 4
        movwf   ControlBus      ;ENABLE 7-SEG COMMON
        call    DELAY
        clrf    ControlBus      ;DISABLE 7-SEG COMMON

        bcf     STATUS,C
        rrf     Com,F           ;ROTATE RIGHT COMMON

        btfsc   STATUS,C
        goto    LOOP

        incf    Seg,F           ;INC DATA 7-SEG
        movf    Seg,W

        goto    LOOP1

;
;***** Table *****
;

TABLE   addwf   PCL,F
        dt      0x3f,0x06,0x5b,0x4f,0x66,0x6d,0x7d,0x07,0x7f,0x6f,0x00

;
;***** Delay *****
;
DELAY   movlw   0x05            ;DELAY LATCH
        movwf   Temp
DEL1    decfsz  Temp,F
        goto    DEL1
        return

DELAY_1ms       movlw   0xf9    ;DELAY LOOP x1
        movwf   Delay1ms
DELAY_1ms_1     decfsz  Delay1ms,F
        goto    DELAY_1ms_1
        return

        end
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับขั้นตอนการทดลองใบงาน

1. สร้างโปรเจคใหม่ชื่อ PRO_04.PJT และสร้างซอร์สไฟล์ชื่อ ASM_04.ASM
2. เขียนซอร์สตามโปรแกรมที่ ASM_04
3. ทำการแอสแซมเบลอร์โปรแกรม ASM_04 จะได้ไฟล์ผลลัพธ์คือ ASM_04.HEX สำหรับดาวน์โหลดลงไปในไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877
4. เชื่อมต่อโมดูล PIC-ICSP กับโมดูล 7 - Segment ด้วยสายแพ Bus40 ตามรูปที่ 4.2
5. ดาวน์โหลด ASM_04.HEX ลงในโมดูล PIC-ICSP ด้วยโปรแกรม ! amPIC.EXE
6. อธิบายลักษณะการแสดงผลของ 7 - Segment
7. ให้ตัดบรรทัดเหล่านี้ออกจากโปรแกรม ASM_04

```
incf    Seg,F           ;INC DATA 7-SEG
```

และอธิบายลักษณะการแสดงผลของ 7 - Segment พร้อมทั้งอธิบายสาเหตุของการเปลี่ยนแปลงการแสดงผล

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามท้ายการทดลอง

1. จงอธิบายการต่อใช้งานในลักษณะมัลติเพล็กซ์ (Multiplex) พร้อมทั้งบอกข้อดีของการต่อใช้งานในลักษณะนี้
2. จงอธิบายประโยชน์ของคำสั่ง RRFC, RLFC, INCF, DECF ในการเขียนโปรแกรมควบคุมการแสดงผลของ LED ตัวเลข 7 ส่วน
3. จงเขียนโปรแกรมเพื่อให้ LED ตัวเลข 7 ส่วน แสดงผลในลักษณะไฟวิ่งของตัวเลข 0-7 โดยมีทิศทางการวิ่งจากซ้ายไปขวา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงานที่ 5
การใช้งานไทเมอร์ของ PIC16F877 ในการหน่วงเวลา

จุดประสงค์

1. เพื่อให้สามารถเขียนโปรแกรมหน่วงเวลาโดยใช้ไทเมอร์ 0 ได้
2. เพื่อให้สามารถเขียนโปรแกรมหน่วงเวลาโดยใช้ไทเมอร์ 1 ได้

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. โมดูลหลัก PIC – ICSP
2. โมดูล Basic I-O
3. คอมพิวเตอร์พีซีที่ติดตั้งโปรแกรม MPLAB
4. สายเชื่อมต่อระหว่างโมดูลหลัก PIC – ICSP กับคอมพิวเตอร์พีซี
5. สายเชื่อมต่อพอร์ตระหว่างโมดูล

ทฤษฎีเบื้องต้น

ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877 มีไทเมอร์ทั้งหมด 3 ตัวด้วยกันคือ Timer 0, Timer 1และ Time2 โดยที่ไทเมอร์ 0 และ 2 มีขนาด 8บิต ส่วนไทเมอร์ 1 มีขนาด 16 บิต

การทำงานในโหมด ไทเมอร์ 0 (Timer 0 Mode) การทำงานในโหมดนี้เรามักจะใช้เป็นตัวสร้างฐานเวลา ซึ่งค่าเวลาที่ได้จะมาจากการนับสัญญาณนาฬิกาภายใน โดยการใช้งานไทเมอร์ ในโหมดนี้ CPU จะทำการเพิ่มค่าในรีจิสเตอร์ TMR0 ตามการเปลี่ยนแปลงของสัญญาณนาฬิกาภายใน ซึ่งหากใช้ร่วมกับ ปรีสเกลเลอร์ สัญญาณนาฬิกาที่เข้ามาก็จะถูกหารลงตามสัดส่วนของปรีสเกลเลอร์ ทำให้เราสามารถกำหนดค่าเวลาได้นานขึ้น โดยการเลือกใช้งานในโหมดนี้ทำได้โดยการเคลียร์บิต T0CS ในรีจิสเตอร์ OPTION<5> ให้เป็น "0" เมื่อเข้าสู่การทำงานในโหมดนี้ ค่าของรีจิสเตอร์ TMR0 จะมีค่าเพิ่มขึ้น 1 ครั้ง ทุกๆ ไซเคิลสัญญาณนาฬิกาของ CPU (Fosc/4) และหากมีการเพิ่มค่าขึ้นเรื่อยๆ จนกระทั่งถึง FFh แล้วมีการเปลี่ยนแปลงค่าจาก FFh เป็น 00h เหตุการณ์นี้จะเรียกว่าการเกิด โอเวอร์โฟลวหากมีการ Enable อินเตอร์รัพท์ของไทม์เมอร์นี้ไว้ก็จะเกิดอินเตอร์รัพท์ขึ้นทันที โดยบิต T0IF (บิตร้องขอ หรือบิตแสดงสถานะการอินเตอร์รัพท์ของไทเมอร์ 0) จะเป็นเป็น "1" รีจิสเตอร์ที่เกี่ยวกับกับไทเมอร์ 0 คือ รีจิสเตอร์ TMR0 และรีจิสเตอร์ OPTION

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TMR0 เป็นรีจิสเตอร์ขนาด 8 บิต โดยข้อมูลที่เกิดจากการทำงานของไทเมอร์ 0 ทั้งหมดจะได้รับการเขียนและเก็บไว้ที่รีจิสเตอร์ TMR0 นี้และเมื่อต้องการอ่านค่าของไทเมอร์ 0 ก็ต้องมาอ่านที่รีจิสเตอร์ TMR0 นี้เช่นกัน

OPTION เป็นรีจิสเตอร์ขนาด 8 บิต แสดงรายละเอียดดังนี้

$\overline{\text{ADFM}}$	INTEDG	T0CS	T0SE	PSA	PS2	PS1	PS0
Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0

บิต $\overline{\text{ADFM}}$ คือ บิตเอ็นเอเบิลการพูลอัฟพอร์ต B

บิต INTEDG คือ บิตเลือกขอบขาของสัญญาณอินเตอร์รัพต์จากภายนอกที่ขา RB0/INT

บิต T0CS คือ บิตเลือกแหล่งจ่ายสัญญาณนาฬิกาของไทเมอร์ 0

"0" เลือกรับสัญญาณจากสัญญาณนาฬิกาจากภายในไมโครคอนโทรลเลอร์

"1" เลือกรับสัญญาณจากภายนอกที่ขา RA4/T0CK1

บิต T0SE คือ บิตเลือกการเปลี่ยนแปลงของระดับสัญญาณเพื่อทำให้ไทเมอร์ 0 เพิ่มค่าขึ้นการกำหนดข้อมูลในบิตนี้เป็นขั้นตอนที่ต่อเนื่องจากการเลือกแหล่งกำเนิดสัญญาณนาฬิกาให้แก่ไทเมอร์ 0 ที่บิต T0CS หากเลือกรับสัญญาณนาฬิกาจากภายนอกจะต้องมาเลือกการเปลี่ยนแปลงของสัญญาณที่บิตนี้

"0" เลือกการเปลี่ยนแปลงระดับสัญญาณจากต่ำไปสูง

"1" เลือกการเปลี่ยนแปลงระดับสัญญาณร่วมกับไทเมอร์ 0

บิต PSA คือ บิตเลือกการทำงานของปรีสเกลเลอร์

"0" เลือกให้ปรีสเกลเลอร์ทำงานร่วมกับไทเมอร์ 0

"1" เลือกให้ปรีสเกลเลอร์ทำงานร่วมกับวอตช์ด็อกไทเมอร์ เมื่อปรีสเกลเลอร์ทำงานกับวอตช์ด็อกไทเมอร์จะเรียกว่า โพสต์สเกลเลอร์

บิต PS2 –PS0 คือ บิตเลือกอัตราส่วนของปรีสเกลเลอร์ใช้กำหนดอัตราส่วนในการทำงานของปรีสเกลเลอร์เมื่อทำงานร่วมกับทั้งวอตช์ด็อกไทเมอร์และไทเมอร์ 0 ซึ่งจะมีอัตราส่วนที่แตกต่างกัน โดยที่ปรีสเกลเลอร์ เป็นตัวนับขนาด 8 บิต ดังมีรายละเอียดการกำหนดค่าดังนี้

PS2	PS1	PS0	อัตราส่วนของปรีสเกลเลอร์	
			เมื่อทำงานร่วมกับ TMR0	เมื่อทำงานร่วมกับ WDT
0	0	0	1:2	1:1
0	0	1	1:4	1:2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

0	1	0	1:8	1:4
0	1	1	1:16	1:8
1	0	0	1:32	1:16
1	0	1	1:64	1:32
1	1	0	1:128	1:64
1	1	1	1:256	1:128

การหน่วงเวลาโดยใช้ไทเมอร์ 0 วิธีที่นิยมใช้กันมากคือ กำหนดค่าในรีจิสเตอร์ TMR0 แล้วสั่งให้ไทเมอร์ทำการนับค่าจากนั้นรอให้เกิดโอเวอร์โฟลว ก็จะได้ค่าเวลาที่ต้องการหน่วง วิธีการคำนวณค่า TMR0 มีดังนี้

1. กำหนดค่าให้ไทเมอร์ทำงานด้วยสัญญาณนาฬิกาภายใน โดยมีความถี่ของสัญญาณนาฬิกาหลักเท่ากับ 4 MHz
2. สัญญาณนาฬิกาภายในที่ใช้ในการนับค่าของไทเมอร์ 0 มีค่าเท่ากับ 4 MHz/4 MHz = 1 MHz คาบเวลาเท่ากับ 1 ไมโครวินาที ทำให้การนับค่าของไทเมอร์ 0 มีค่าไซเคิลละ 1 ไมโครวินาที
3. คำนวณค่าในรีจิสเตอร์ TMR0 ได้จากสมการที่ 1

$$TMR0 = 256 - \left[\frac{Tdelay}{PR} \times \frac{fosc}{4} \right] \qquad \text{(สมการที่ 1)}$$

เมื่อ Tdelay คือ ค่าเวลาที่ต้องการหน่วง มีหน่วยเป็นวินาที

fosc คือ ค่าความถี่ของออสซิลเลเตอร์ที่ใช้ มีหน่วยเป็นเฮิรตซ์

PR คือ ค่าของปรีสเกลเลอร์

ตัวอย่างที่ 5.1 ถ้าต้องการให้ไทเมอร์ 0 หน่วงเวลา 100 ไมโครวินาที ทำการคำนวณค่าของ TMR0 ได้ดังนี้ ไทเมอร์ 0 เป็นไทเมอร์ขนาด 8 บิต ดังนั้นจะสามารถเก็บค่าของการนับได้ทั้งหมด 256 ไซเคิล หรือ 256 วินาที ที่ความถี่สัญญาณนาฬิกา 4 MHz ถ้าต้องการหน่วงเวลา 100 ไมโครวินาที อันเป็นค่าที่น้อยกว่าค่า TMR0 ดังนั้นจึงไม่จำเป็นต้องใช้ปรีสเกลเลอร์ จะได้ค่าของ TMR0 เท่ากับ 256-100 = 156 ไซเคิล ไทเมอร์ 0 จึงเริ่มนับตั้งแต่ค่าที่ 156 ขึ้นไปจนครบ 100 ไซเคิลก็จะทำให้เกิดโอเวอร์โฟลวขึ้น นั่นคือได้เวลาที่ต้องการหน่วงเท่ากับ 100 ไมโครวินาที

ตัวอย่างที่ 5.2 ถ้าต้องการให้ไทเมอร์ 0 หน่วงเวลา 1 มิลลิวินาที เนื่องจากเวลาที่ต้องการหน่วงมีค่ามากกว่าค่าของ TMR0 จะเก็บได้ ดังนั้นต้องนำปรีสเกลเลอร์มาช่วยในการหารความถี่ลงก่อน เลือกใช้ค่าของปรีสเกลเลอร์เท่ากับ 4

จะได้จำนวนไซเคิลเท่ากับ $256 - \left[\frac{0.001}{4} \times \frac{4\text{MHz}}{4} \right] = 256\text{-}250 = 6$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไทเมอร์ 0 จะเริ่มต้นนับที่ค่า 6 ขึ้นไปเรื่อยๆ จนครบ 250 ไซเคิล จะเกิดโอเวอร์โฟลวขึ้น

การทำงานในโหมดไทเมอร์ 1 (Timer 1 Mode) จะแตกต่างจากไทเมอร์ 0 คือมีขนาดมากกว่า จะเป็นไทเมอร์ขนาด 16 บิต รีจิสเตอร์ที่เกี่ยวข้องกับไทเมอร์ 1มีด้วยกัน 2 ตัวคือ TMR1 และ T1CON

TMR1 จะเป็นรีจิสเตอร์เก็บข้อมูลของไทเมอร์/เคาน์เตอร์ มีขนาด 16 บิต สามารถแบ่งเป็นรีจิสเตอร์ขนาด 8 บิตได้อีก 2 ตัวคือ TMR1H ใช้เก็บค่าของไทเมอร์/เคาน์เตอร์ในไบต์สูงหรือ 8 บิตบน และ TMR1L ใช้เก็บค่าไบต์ล่างหรือ 8 บิตล่าง ดังนั้นค่าไทเมอร์1 จึงสามารถเกิดขึ้นได้ตั้งแต่ 0x0000-0xFFFF และเมื่อค่าของไทเมอร์เปลี่ยนจาก 0xFFF วนกลับมาเป็น 0x0000 ก็จะเกิดการโอเวอร์โฟลว บิต TMR1F ในรีจิสเตอร์ PIR1(บิต 0) จะเซต

T1CON เป็นรีจิสเตอร์ขนาด 8 บิต

-	-	T1CKPS1	T1CKKPS0	T1OSCEN	$\overline{\text{T1SYNC}}$	TMR1CS	TMR1ON
Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0

บิต 6-7 คือ บิตที่ไม่ใช้งาน อ่านค่าได้เป็น "0"

บิต T1CKPS1-T1CKPS0 คือ บิตเลือกอัตราการทำงานของปรีสเกลเลอร์ในไทเมอร์ 1

"00" อัตราการทำงานของปรีสเกลเลอร์เป็น 1 : 1

"01" อัตราการทำงานของปรีสเกลเลอร์เป็น 1 : 2

"10" อัตราการทำงานของปรีสเกลเลอร์เป็น 1 : 4

"11" อัตราการทำงานของปรีสเกลเลอร์เป็น 1 : 8

บิต T1OSCEN คือ บิตควบคุมวงจรออสซิลเลเตอร์ไทเมอร์ 1

"0" ดิสเอเบิลหรือปิดการทำงานของวงจรออสซิลเลเตอร์

"1" เอ็นเอเบิลการทำงานของวงจรออสซิลเลเตอร์

บิต $\overline{\text{T1SYNC}}$ คือ บิตควบคุมจังหวะของสัญญาณกระตุ้นจากภายนอกให้สัมพันธ์กับสัญญาณนาฬิกาภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์หรือการซิงโครไนซ์ โดยบิตนี้จะต้องทำงานสัมพันธ์กับบิต TMR1CS

ในกรณีบิต $\overline{\text{TMR1CS}}$ = "0" ไม่ใช้งาน เนื่องจากเมื่อ TMR1CS = "0" หมายความว่าใช้สัญญาณกระตุ้นหรือสัญญาณนาฬิกาจากภายใน

ถ้าในกรณีบิต TMR1CS = "1"

"0" กำหนดให้สัญญาณกระตุ้นจากภายนอกสัมพันธ์กับสัญญาณนาฬิกาภายใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

"1" ไม่ต้องการให้สัญญาณกระตุ้นจากภายนอกสัมพันธ์กับสัญญาณนาฬิกาภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์ หรือไม่เกิดการซิงโครไนซ์

บิต TMR1CS คือ บิตเลือกแหล่งกำเนิดสัญญาณกระตุ้นของไทเมอร์ 1

"0" ใช้สัญญาณนาฬิกาภายในความถี่เท่ากับ ¼ เท่าของความถี่หลัก

"1" เลือกสัญญาณกระตุ้นหรือสัญญาณนาฬิกาจากภายนอกผ่านทางขา RB6/T1OSO/T1CKI โดยทำงานที่ขอบขาขึ้นของสัญญาณ

บิต TMR1ON คือ บิตควบคุมทำงานของไทเมอร์ 1

"1" หยุดทำงาน

"0" เอ็นเอเบิลให้ไทเมอร์ 1 ทำงาน

การหน่วงเวลาโดยใช้ไทเมอร์ 1 จะใช้วิธีการกำหนดค่าที่ต้องการนับไปที่รีจิสเตอร์ TMR1H และ TMR1L จากนั้นตรวจสอบบิตแฟลก TMR1F ในรีจิสเตอร์ PIR1 ว่าเกิดการเซตหรือไม่ ถ้าใช่ แสดงว่าไทเมอร์ 1 นับค่ามาถึงค่าที่ต้องการแล้ว หลังจากนั้นทำการเคลียร์บิตแฟลก TMR1F แล้วสั่งให้ทำการนับต่อไป โดยค่า TMR1 หาได้จากสมการที่ 1

$$TMR1 = 65536 - \left[\frac{Tdelay}{PR} \times \frac{fosc}{4} \right] \qquad \text{(สมการที่ 2)}$$

การทำงานในโหมดไทเมอร์ 2 (Timer 2 Mode) เป็นไทเมอร์ขนาด 8 บิต ที่มีทั้งปรีสเกลเลอร์และโพสต์สเกลเลอร์ สามารถใช้เป็นฐานเวลาในการสร้างสัญญาณ PWM เมื่อกำหนดให้ทำงานกับโมดูล CCP และสัญญาณเอาต์พุตของไทเมอร์ 2 ยังถูกใช้ในโมดูลสื่อสารข้อมูลอนุกรมแบบซิงโครนัส เพื่อเป็นสัญญาณสำหรับเลื่อนข้อมูล รีจิสเตอร์ที่เกี่ยวข้องกับไทเมอร์ 2 มีดังนี้

TMR2 คือ รีจิสเตอร์ ที่ใช้เก็บข้อมูลของไทเมอร์ 2 สามารถเข้าถึงเพื่อทำการอ่านและเขียนได้ เมื่อเกิดการรีเซตไม่ว่าจากสาเหตุใดค่าของของ TMR2 จะถูกเคลียร์เป็น 0x00 ด้วยเสมอ

T2CON คือ รีจิสเตอร์ที่ใช้ควบคุมการทำงานของไทเมอร์ 2 มีรายละเอียดดังนี้

-	TOUTPS3	TOUTPS2	TOUTPS1	TOUTPS0	TMR2ON	T2CKPS1	T2CKPS0
Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0

บิต 7 คือ บิตไม่ใช้งาน อ่านค่าได้เป็น "0"

บิต TOUTPS3 – TOUTPS0 คือบิตเลือกอัตราสัญญาณเอาต์พุตของโพสต์สเกลเลอร์ในไทเมอร์ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

"0000" อัตราการทำงานเป็น 1 : 1

"0001" อัตราการทำงานเป็น 1 : 2

"0010" อัตราการทำงานเป็น 1 : 3

"0011" อัตราการทำงานเป็น 1 : 4

"0100" อัตราการทำงานเป็น 1 : 5

"0101" อัตราการทำงานเป็น 1 : 6

"0110" อัตราการทำงานเป็น 1 : 7

"0111" อัตราการทำงานเป็น 1 : 8

"1000" อัตราการทำงานเป็น 1 : 9

"1001" อัตราการทำงานเป็น 1 : 10

"1010" อัตราการทำงานเป็น 1 : 11

"1011" อัตราการทำงานเป็น 1 : 12

"1100" อัตราการทำงานเป็น 1 : 13

"1101" อัตราการทำงานเป็น 1 : 14

"1110" อัตราการทำงานเป็น 1 : 15

"1111" อัตราการทำงานเป็น 1 : 16

บิต TMR2ON คือ บิตควบคุมการทำงานของไทเมอร์ 2

"0" ปิดการทำงาน

"1" เปิดการทำงานของไทเมอร์ 2

บิต T2CKPS1 – T2CKPS0 คือ บิตเลือกอัตราการทำงานของปรีสเกลเลอร์ในไทเมอร์ 2

"00" ปรีสเกลเลอร์เท่ากับ 1

"01" ปรีสเกลเลอร์เท่ากับ 4

"10" ปรีสเกลเลอร์เท่ากับ 8

"11" ปรีสเกลเลอร์เท่ากับ 16

PR2 คือ รีจิสเตอร์ขนาด 8 บิต เมื่อค่าของไทเมอร์ 2 เพิ่มจาก 0x00 จนถึงค่าของ PR2 จะทำให้ TMR2 ถูกเคลียร์เป็น 0x00 ในไซเคิลถัดไป นั่นหมายความว่าผู้ใช้งานสามารถกำหนดขอบเขตในการเพิ่มค่าของไทเมอร์ 2 ด้วยการกำหนดค่าลงในรีจิสเตอร์ PR2 สำหรับรีจิสเตอร์ PR2 นี้เมื่อไมโครคอนโทรลเลอร์เกิดการรีเซต ค่าของมันจะกลายเป็น 0xFF

เมื่อค่าของ TMR2 เท่ากับ PR2 จะเกิดการกระตุ้นให้โพสต์สเกลเลอร์ทำงาน โดยอัตราการทำงานของโพสต์สเกลเลอร์สามารถเลือกได้ตั้งแต่ 1:1 ถึง 1:16 โดยกำหนดที่บิต TOUTPS3 – TOUTPS0 เมื่อโพสต์สเกลเลอร์ทำงานก็จะเซตบิต TMR2IF เพื่อกระตุ้นให้เกิดการอินเตอร์รัปต์ต่อไปใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

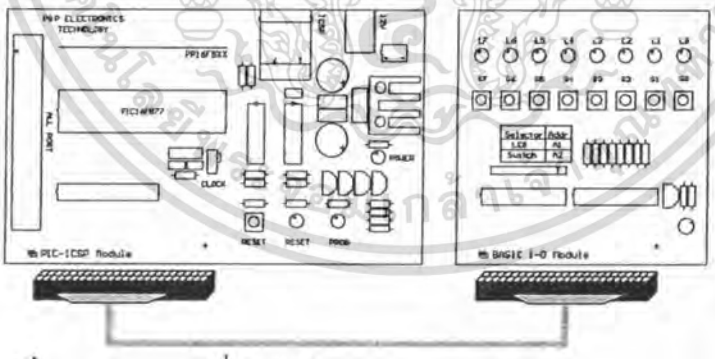
กรณีที่มีการเอ็นเอเบิลไว้ ยกตัวอย่างเช่น หากกำหนดให้โพสต์สเกลเลอร์ทำงานด้วยอัตรา 1: 8 จะเกิดเอาต์พุตก็ต่อเมื่อค่าของ TMR2 และ PR2 ต้องเท่ากับ 8 ครั้ง (โดยเมื่อเท่ากัน TMR2 จะเคลียร์เป็น 0x00 แล้วกลับมาเพิ่มค่าใหม่จนเท่ากับ PR2 ก็จะเกิดการเคลียร์ค่าอีก วนเช่นนี้จนครบ 8 ครั้ง) ถึงแม้ว่าไทเมอร์ 2 จะมีเพียง 8 บิต แต่เมื่อกำหนดให้ทำงานร่วมกับปรีสเกลเลอร์และโพสต์สเกลเลอร์ที่อัตราส่วนสูงสุดแล้วจะทำให้ ไทเมอร์ 2 ทำงานเหมือนกับเป็นไทเมอร์ 16 บิตได้ สามารถคำนวณหาค่าเวลาไทเมอร์ 2 ของโพสต์
สเกลเลอร์ ได้จากสมการที่ 3

$$T = PR \times (PR2 + 1) \times P_{OST} \times \frac{4}{f_{OSC}} \text{ วินาที} \qquad \text{(สมการที่ 3)}$$

และสามารถคำนวณหาค่าของรีจิสเตอร์ PR2 ได้จากสมการที่ 4

$$PR2 = \left[\frac{T \times f_{OSC}}{4 \times PR \times P_{OST}} \right] - 1 \qquad \text{(สมการที่ 4)}$$

โดยที่ T คือ เวลาที่ต้องการ มีหน่วยเป็นวินาที
PR2 คือ ค่าของรีจิสเตอร์
f_{OSC} คือ ความถี่ของออสซิลเลเตอร์
PR คือ ค่าของปรีสเกลเลอร์
P_{OST} คือ ค่าของโพสต์สเกลเลอร์



รูปที่ 5.1 แสดงการเชื่อมต่อโมดูล PIC-ICSP กับ โมดูล Basic I-O

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรม ASM_05_T0 สำหรับหน่วงเวลาโดยใช้ไทเมอร์0

```
        list p=16f877
        include "p16f877.inc"
        __config _WDT_OFF & _PWRTE_ON & _LVP_OFF & _XT_OSC

        DataBus         equ     PORTD
        ControlBus      equ     PORTB
        TOIF            equ     2

        cblock  0x20
        Temp                    ;REG Delay DataBus
        Led                     ;REG Data LED Loop
        Count_delay             ;REG Delay
        endc

        org     0x00

        bsf     STATUS,RP0      ;BANK1
        clrf    TRISB           ;ControlBus = OUTPUT
        clrf    TRISD           ;DataBus = OUTPUT
        movlw   b'11010011'     ;Prescaler = /16, Timer0 ON
        movwf   OPTION_REG
        bcf     STATUS,RP0      ;BANK0
        clrf    DataBus         ;DataBus = 0
        clrf    ControlBus      ;ControlBus = 0

LOOP    movlw   0x01            ;Start Led Register
        movwf   Led
```

```
LOOP1   movwf   DataBus         ;SEND DATA TO DataBus

        movlw   0x01            ;ControlBus = 1
        movwf   ControlBus      ;ENABLE BASIC LED
        call    DELAY
        clrf    ControlBus      ;DISABLE BASIC LED

        call    DELAY_500ms

        bcf     STATUS,C
        rlf     Led,F           ;ROTATE RIGHT DATA
        movf    Led,W

        btfsc   STATUS,C
        goto    LOOP
        goto    LOOP1
;
;***** Delay *****
;
DELAY   movlw   0x05            ;DELAY LATCH
        movwf   Temp
DEL1    decfsz  Temp,F
        goto    DEL1
        return

DELAY_500ms movlw       .122    ;Time delay = (256-TMR0) x Prescaler x 1uS x Count_delay
        movwf   Count_delay
DELAY_500ms_1 clrf      TMR0    ;Count_delay = 122, Prescaler = 16, TMR0 = 0
        bcf     INTCON,TOIF     ;Clr Overflow TMR0
DELAY_500ms_2  btfss   INTCON,TOIF
        goto    DELAY_500ms_2
        decfsz  Count_delay,F
        goto    DELAY_500ms_1
        return

        end
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรม ASM_05_T1 สำหรับหน่วงเวลาโดยใช้ไทเมอร์1

```
        list p=16f877
        include "p16f877.inc"
        __config _WDT_OFF & _PWRTE_ON & _LVP_OFF & _XT_OSC

        DataBus         equ     PORTD
        ControlBus      equ     PORTB
        TMR1IF          equ     0

        cblock  0x20
        Temp                    ;REG Delay DataBus
        Led                     ;REG Data LED Loop
        endc

        org     0x00

        bsf     STATUS,RP0      ;BANK1
        clrf    TRISB           ;ControlBus = OUTPUT
        clrf    TRISD           ;DataBus = OUTPUT
        bcf     STATUS,RP0      ;BANK0

        movlw   b'00110001'     ;Prescaler = /8,Timer1 ON
        movwf   T1CON
        clrf    DataBus         ;DataBus = 0
        clrf    ControlBus      ;ControlBus = 0

LOOP    movlw   0x01            ;Start Led Register
        movwf   Led
```

```
LOOP1   movwf   DataBus         ;SEND DATA TO DataBus

        movlw   0x01            ;ControlBus = 1
        movwf   ControlBus      ;ENABLE BASIC LED
        call    DELAY
        clrf    ControlBus      ;DISABLE BASIC LED

        call    DELAY_500ms

        bcf     STATUS,C
        rlf     Led,F           ;ROTATE RIGHT DATA
        movf    Led,W

        btfsc   STATUS,C
        goto    LOOP
        goto    LOOP1
;
;***** Delay *****
;
DELAY   movlw   0x05            ;DELAY LATCH
        movwf   Temp
DEL1    decfsz  Temp,F
        goto    DEL1
        return

DELAY_500ms     movlw   0x0B    ;Time delay = (65536-TMR1) x Prescaler x 1uS
        movwf   TMR1H           ;Prescaler = 8, TMR1 = 3036'D = 0BDC'H
        movlw   0xDC
        movwf   TMR1L
        bcf     PIR1,TMR1IF
DELAY_500ms_1   btfss   PIR1,TMR1IF
        goto    DELAY_500ms_1
        return

        end
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับขั้นการทดลองใบงาน

1. สร้างโปรเจคใหม่ชื่อ PRO_05_T0.PJT และสร้างซอร์สไฟล์ชื่อ ASM_05_T0.ASM
2. เขียนซอร์สตามโปรแกรมที่ ASM_05_T0
3. ทำการแอสแซมเบลอร์โปรแกรม ASM_05_T0 จะได้ไฟล์ผลลัพธ์คือ ASM_05_T0.HEX สำหรับดาวน์โหลดลงไปในไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877
4. เชื่อมต่อโมดูล PIC-ICSP กับ โมดูล Basic I-O ด้วยสายแพ Bus40 ตามรูปที่ 5.1
5. ดาวน์โหลด ASM_05_T0.HEX ลงในโมดูล PIC-ICSP ด้วยโปรแกรม ! amPIC.EXE
6. อธิบายลักษณะการแสดงผลของ LED

.....

.....

.....

.....

.....

.....

7. เปลี่ยนค่าปรีสเกลเลอร์ในรีจิสเตอร์ OPTION จาก 16 เป็น 256 พร้อมอธิบายลักษณะการแสดงผลของ LED

.....

.....

.....

.....

8. สร้างโปรเจคใหม่ชื่อ PRO_05_T1.PJT และสร้างซอร์สไฟล์ชื่อ ASM_05_T1.ASM
9. เขียนซอร์สตามโปรแกรมที่ ASM_05_T1
10. ทำการแอสแซมเบลอร์โปรแกรม ASM_05_T1 จะได้ไฟล์ผลลัพธ์คือ ASM_05_T1.HEX สำหรับดาวน์โหลดลงไปในไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877
11. เชื่อมต่อโมดูล PIC-ICSP กับ โมดูล Basic I-O ด้วยสายแพ Bus40 ตามรูปที่ 5.1
12. ดาวน์โหลด ASM_05_T1.HEX ลงในโมดูล PIC-ICSP ด้วยโปรแกรม ! amPIC.EXE
13. อธิบายลักษณะการแสดงผลของ LED

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

14. เปลี่ยนค่าปรีสเกลเลอร์ในรีจิสเตอร์ OPTION จาก 8 เป็น 16 คำนวณหาค่า TMR1 โดยใช้สมการเดียวกับโปรแกรม ASM_05_T1 พร้อมแก้ไขโปรแกรมตามค่าที่คำนวณได้ และอธิบายลักษณะการแสดงผลของ LED

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามท้ายการทดลอง

1. จงอธิบายการเกิดโอเวอร์โฟลวของไทเมอร์ 0 และไทเมอร์ 1
2. จงอธิบายความแตกต่างของการใช้โปรแกรมหน่วงเวลากับการหน่วงเวลาโดยใช้ไทเมอร์0 และไทเมอร์ 1
3. ปรีสเกลเลอร์มีความสำคัญอย่างไรกับไทเมอร์
4. จงคำนวณค่า TMR0 เมื่อกำหนดให้หน่วงเวลา 5 มิลลิวินาทีเมื่อใช้ปรีสเกลเลอร์เท่ากับ 32 ความถี่หลักมีค่า 4 เมกะเฮิรตซ์
5. จงคำนวณค่า TMR1 เมื่อกำหนดให้หน่วงเวลา 250 มิลินาทีเมื่อใช้ปรีสเกลเลอร์เท่ากับ 4 ความถี่หลักมีค่า 4 เมกะเฮิรตซ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงานที่ 6
การใช้งานบริการอินเตอร์รัปต์ ของPIC16F877

จุดประสงค์

1. สามารถเขียนโปรแกรมเพื่อใช้งานบริการอินเตอร์รัปต์ของ PIC 16F877 ได้
2. สามารถเขียนโปรแกรมหน่วงเวลาโดยใช้บริการอินเตอร์รัปต์ของ PIC 16F877 ได้

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. โมดูลหลัก PIC – ICSP
2. โมดูล Basic I-O
3. คอมพิวเตอร์พีซีที่ติดตั้งโปรแกรม MPLAB
4. สายเชื่อมต่อระหว่างโมดูลหลัก PIC – ICSP กับคอมพิวเตอร์พีซี
5. สายเชื่อมต่อพอร์ตระหว่างโมดูล

ทฤษฎีเบื้องต้น

การอินเตอร์รัปต์ (Interrupt) หมายถึง การขัดจังหวะการทำงานปกติของไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อไปทำคำสั่งในโปรแกรมย่อยที่เตรียมไว้สำหรับการอินเตอร์รัปต์

โดยปกติไมโครคอนโทรลเลอร์ จะกระทำคำสั่งเรียงกันไปทีละแอสเดรสโดยเริ่มต้นที่แอดเดรส 0x000 จนกว่าจะไปเจอคำสั่งที่เกี่ยวกับการกระโดด ก็จะกระโดดไปยังแอดเดรสที่กำหนดในคำสั่งและก็ทำต่อเนื่องไปเรื่อยๆ ทีละแอดเดรส เมื่อเกิดการอินเตอรรัปต์ขึ้น ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC จะทำคำสั่งที่กำลังทำอยู่ให้เสร็จ จากนั้นจะกระโดดไปยังตำแหน่ง 0x004 ที่เรียกว่าอินเตอร์รัปต์เวคเตอร์ (Interrupt vector) เองโดยที่ไม่ต้องมีคำสั่งใดๆ สั่งให้กระโดดมา ซึ่งเราจะต้องวางโปรแกรมย่อยเอาไว้ให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC ทำงานที่ตำแหน่งนี้ เรียกโปรแกรมย่อยส่วนนี้ว่า โปรแกรมย่อยบริการอินเตอร์รัปต์ (Interrupt Service Routine) เมื่อทำงานไปจนเจอคำสั่ง RETFIE จึงจะกระโดดกลับไปทำงานที่แอดเดรสปกติต่อไป

ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877 สามารถเลือกแหล่งกำเนิดของสัญญาณอินเตอร์รัปต์ได้ 14 แหล่ง โดยการเลือกค่าในแต่ละบิตของรีจิสเตอร์สำหรับการอินเตอร์รัปต์ คือ INTCON, PIE1, PIE2, PIR1, PIR2 ซึ่งแหล่งกำเนิดอินเตอร์รัปต์ 1 แหล่งจะประกอบไปด้วยบิตสำคัญสองบิตคือ บิตสำหรับเลือกว่าจะใช้งานหรือไม่ใช้งานอินเตอร์รัปต์ชนิดนั้น ชื่อของบิตจะลงท้ายด้วย E และบิตสำหรับบ่งบอกว่า เกิดอินเตอร์รัปต์แบบนั้นขึ้นแล้ว เรียกว่า แฟลก (Flag) ลงท้ายด้วย F รายละเอียดของรีจิสเตอร์สำหรับการอินเตอร์รัปต์แสดงดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รีจิสเตอร์ INCON

R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-x
GIE	PEIE	T0IE	INTE	RBIE	T0IF	INTF	RBIF
บิต 7							บิต 0

R = อ่านค่าได้
W = เขียนค่าได้
U = ไม่ใช้ อ่านค่าได้ "0"
-n = ค่าหลังจาก POR รีเซ็ต

บิต 7 GIE : บิตเปิดการใช้งานอินเตอร์รัปต์รวม

"1" = ให้การอินเตอร์รัปต์ต่างๆ ใช้งานได้

"0" = ไม่ให้มีการอินเตอร์รัปต์ใดๆ ทำงาน

บิต 6 PEIE : บิตเปิดการใช้งานอินเตอร์รัปต์อุปกรณ์ต่อพ่วง

"1" = ให้อินเตอร์รัปต์ทำงานได้

"0" = ไม่ให้มีการอินเตอร์รัปต์จากอุปกรณ์ต่อพ่วง

บิต 5 T0IE : บิตอินเตอร์รัปต์จากไทเมอร์ 0 โอเวอร์โฟลว

"1" = ใช้งาน

"0" = ไม่ใช้งาน

บิต 4 INTE : บิตอินเตอร์รัปต์จากสัญญาณภายนอกที่ขา RB0/INT

"1" = ใช้งาน

"0" = ไม่ใช้งาน

บิต 3 RBIE : บิตอินเตอร์รัปต์จากการเปลี่ยนแปลงระดับลอจิกที่ขา RB4-RB7

"1" = ใช้งาน

"0" = ไม่ใช้งาน

บิต 2 T0IF : บิตแฟลกแสดงการโอเวอร์โฟลวของ ไทเมอร์ 0

"1" = ไทเมอร์ 0 เกิดโอเวอร์โฟลวต้องเคลียร์ด้วยซอฟต์แวร์

"0" = ไทเมอร์ 0 ไม่เกิดโอเวอร์โฟลว

บิต 1 INTF : บิตแฟลกแสดงการเกิดสัญญาณอินเตอร์จากภายนอกที่ขา RB0/INT

"1" = มีสัญญาณอินเตอร์รัปต์ ต้องเคลียร์ด้วยซอฟต์แวร์

"0" = ไม่มีสัญญาณอินเตอร์รัปต์

บิต 0 RBIF : บิตแฟลกแสดงการเปลี่ยนลอจิกที่ขา RB4-RB7

"1" = มีการเปลี่ยนระดับลอจิกขาใดขาหนึ่งของ RB4-RB7 ต้องเคลียร์ด้วยซอฟต์แวร์

"0" = ไม่มีการเปลี่ยนแปลงระดับลอจิก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รีจิสเตอร์ PIE1

R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0
PSPIE	ADIE	RCIE	TXIE	SSPIE	CCP1IE	TMR2IE	TMR1IE
บิต 7							บิต 0

R = อ่านค่าได้
W = เขียนค่าได้

บิต 7 PSPIE : บิตอินเตอร์รัปต์เมื่อเกิดการอ่าน/เขียน ข้อมูลกับอุปกรณ์เชื่อมต่อแบบขนาน

"1" = ใช้งาน

"0" = ไม่ใช้งาน

บิต 6 ADIE : บิตอินเตอร์รัปต์เมื่ออุปกรณ์แปลงสัญญาณแอนะลอกทำงานเสร็จ

"1" = ใช้งาน

"0" = ไม่ใช้งาน

บิต 5 RCIE : บิตอินเตอร์รัปต์เมื่อมีการรับข้อมูลจากอุปกรณ์สื่อสารแบบอนุกรมเสร็จสิ้น

"1" = ใช้งาน

"0" = ไม่ใช้งาน

บิต 4 TXIE : บิตอินเตอร์รัปต์เมื่อการส่งข้อมูลจากอุปกรณ์สื่อสารแบบอนุกรมเสร็จสิ้น

"1" = ใช้งาน

"0" = ไม่ใช้งาน

บิต 3 SSPIE : บิตอินเตอร์รัปต์สำหรับการติดต่อกับอุปกรณ์สื่อสารอนุกรม SSP

"1" = ใช้งาน

"0" = ไม่ใช้งาน

บิต 2 CCP1IE : บิตอินเตอร์รัปต์ของอุปกรณ์ CCP1

"1" = ใช้งาน

"0" = ไม่ใช้งาน

บิต 1 TMR2IE : บิตอินเตอร์รัปต์เมื่อค่าไทเมอร์2 ตรงกับรีจิสเตอร์ PR2

"1" = ใช้งาน

"0" = ไม่ใช้งาน

บิต 0 TMR1IE : บิตอินเตอร์รัปต์เมื่อไทเมอร์1 เกิดโอเวอร์โฟลว

"1" = ใช้งาน

"0" = ไม่ใช้งาน

รีจิสเตอร์ PIE2

U-0	R/W-0	U-0	R/W-0	R/W-0	U-0	U-0	R/W-0
	-		EEIE	BCLIE			CCP2IE
บิต 7							บิต 0

R = อ่านค่าได้
W = เขียนค่าได้
U = ไม่ใช้ อ่านค่าได้ "0"
-n = ค่าหลังจาก POR รีเซ็ต

บิต 7 บิตไม่ใช้งาน อ่านค่าได้ "0"

บิต 6 บิตสงวนการใช้งาน อ่านค่าได้ "0"

บิต 5 บิตไม่ใช้งาน อ่านค่าได้ "0"

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บิต 4 EEIE : บิตอินเตอร์รัปต์เมื่อการเขียนข้อมูลในหน่วยความจำ EEPROM เสร็จสิ้น

"1" = ใช้งาน

"0" = ไม่ใช้งาน

บิต 3 BCLIE :บิตอินเตอร์รัปต์เมื่อมีการชนกันของข้อมูลในอุปกรณ์เชื่อมต่อแบบขนาน (PSP)

"1" = ใช้งาน

"0" = ไม่ใช้งาน

บิต 2-1 บิตไม่ใช้งาน อ่านค่าได้ "0"

บิต 0 CCP2IE : บิตอินเตอร์รัปต์ของอุปกรณ์ CCP2

"1" = ใช้งาน

"0" = ไม่ใช้งาน

รีจิสเตอร์ PIR1

R/W-0	R/W-0	R-0	R-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0
PSPIF	ADIF	RCIF	TXIF	SSPIF	CCP1IF	TMR2IF	TMR1IF
บิต 7							บิต 0

R = อ่านค่าได้
W = เขียนค่าได้
U = ไม่ใช้ อ่านค่าได้ "0"
-n = ค่าหลังจาก POR รีเซ็ต

บิต PSPIF : บิตแสดงการอ่านหรือเขียนข้อมูล ที่บัส PSP

"1" = มีการอ่านหรือเขียนข้อมูลเกิดขึ้น ต้องเคลียร์ด้วยซอฟต์แวร์

"0" = ไม่มีการอ่านหรือเขียนข้อมูล

บิต ADIF : บิตแสดงสถานะการแปลงสัญญาณแอนาลอก

"1" = การแปลงแอนาลอกเสร็จสมบูรณ์

"0" = การแปลงแอนาลอกยังทำงานไม่เสร็จ

บิต RCIF : บิตแสดงสถานะการรับข้อมูลของโมดูลสื่อสารอนุกรม USART

"1" = บัฟเฟอร์รับข้อมูลเต็ม มีการรับข้อมูลเข้ามาใหม่

"0" = บัฟเฟอร์รับข้อมูลว่าง ไม่มีการรับข้อมูลใหม่

บิต TXIF : บิตแสดงสถานะบัฟเฟอร์ส่งข้อมูลโมดูลสื่อสารอนุกรม USART

"1" = บัฟเฟอร์ส่งข้อมูลว่าง การส่งข้อมูลเสร็จแล้ว

"0" = บัฟเฟอร์ส่งข้อมูลเต็ม ยังไม่มีการส่งข้อมูล

บิต SSPIF : บิตแสดงสถานะของโมดูลสื่อสารอนุกรม SSP

"1" = มีสภาวะการสื่อสารเกิดขึ้น จะต้องเคลียร์ก่อนออกจากโปรแกรมบริการอินเตอร์รัปต์

"0" = ไม่เกิดสภาวะการสื่อสาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บิต CCP1IF : บิตแสดงสถานะของโมดูล CCP1 ตามโหมดดังนี้

- โหมดตรวจจับสัญญาณ Capture Mode

"1" = มีการตรวจจับสัญญาณเกิดขึ้นที่รีจิสเตอร์ TMR1 ต้องเคลียร์ด้วยซอฟต์แวร์

"0" = ไม่มีการตรวจจับสัญญาณ

- โหมดเปรียบเทียบสัญญาณ Compare Mode

"1" = การเปรียบเทียบข้อมูลที่รีจิสเตอร์ TMR1 เท่ากัน ต้องเคลียร์ด้วยซอฟต์แวร์

"0" = การเปรียบเทียบข้อมูลไม่เท่ากัน

- ไม่มีการใช้งานบิตนี้ในโหมด PWM

บิต TMR2IF : บิตแสดงสภาวะการเท่ากันของรีจิสเตอร์ TMR2 กับ PR2

"1" = มีค่าเท่ากัน ต้องเคลียร์ด้วยซอฟต์แวร์

"0" = ค่าไม่เท่ากัน

บิต TMR1IF : บิตแสดงการโอเวอร์โฟลวของไทเมอร์ 1

"1" = ไทเมอร์ 1 เกิดโอเวอร์โฟลว ต้องเคลียร์ด้วยซอฟต์แวร์

"0" = ไม่เกิดการโอเวอร์โฟลว

รีจิสเตอร์ PIR2

U-0	R/W-0	U-0	R/W-0	R/W-0	U-0	U-0	R/W-0
-	-	-	EEIF	BCLIF	-	-	CCP2IF
บิต 7							บิต 0

R = อ่านค่าได้
W = เขียนค่าได้
U = ไม่ใช้ อ่านค่าได้ "0"
-n = ค่าหลังจาก POR รีเซ็ต

บิต 7 : ไม่ใช้งาน อ่านค่าได้ "0"

บิต 6 : สงวนการใช้งาน อ่านค่าได้ "0"

บิต 5 : ไม่ใช้งาน อ่านค่าได้ "0"

บิต EEIF : บิตแสดงการเขียนข้อมูลใน EEPROM

"1" = การเขียนข้อมูลเสร็จ ต้องเคลียร์ด้วยซอฟต์แวร์

"0" = การเขียนข้อมูลไม่เสร็จ หรือไม่มีการเขียนข้อมูล

บิต BCLIF : บิตแสดงการชนกันของบัสในโมดูล SSP

"1" = มีการชนกันของข้อมูลในโมดูล SSP เมื่อใช้งานในแบบ I^2C Master

"0" = ไม่มีการชนกันของข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บิต 1-2 :ไม่ใช้งาน อ่านค่าได้ "0"

บิต CCP2IF : บิตแสดงสถานะของโมดูล CCP2 ตามโหมดดังนี้

- โหมดตรวจจับสัญญาณ Capture Mode

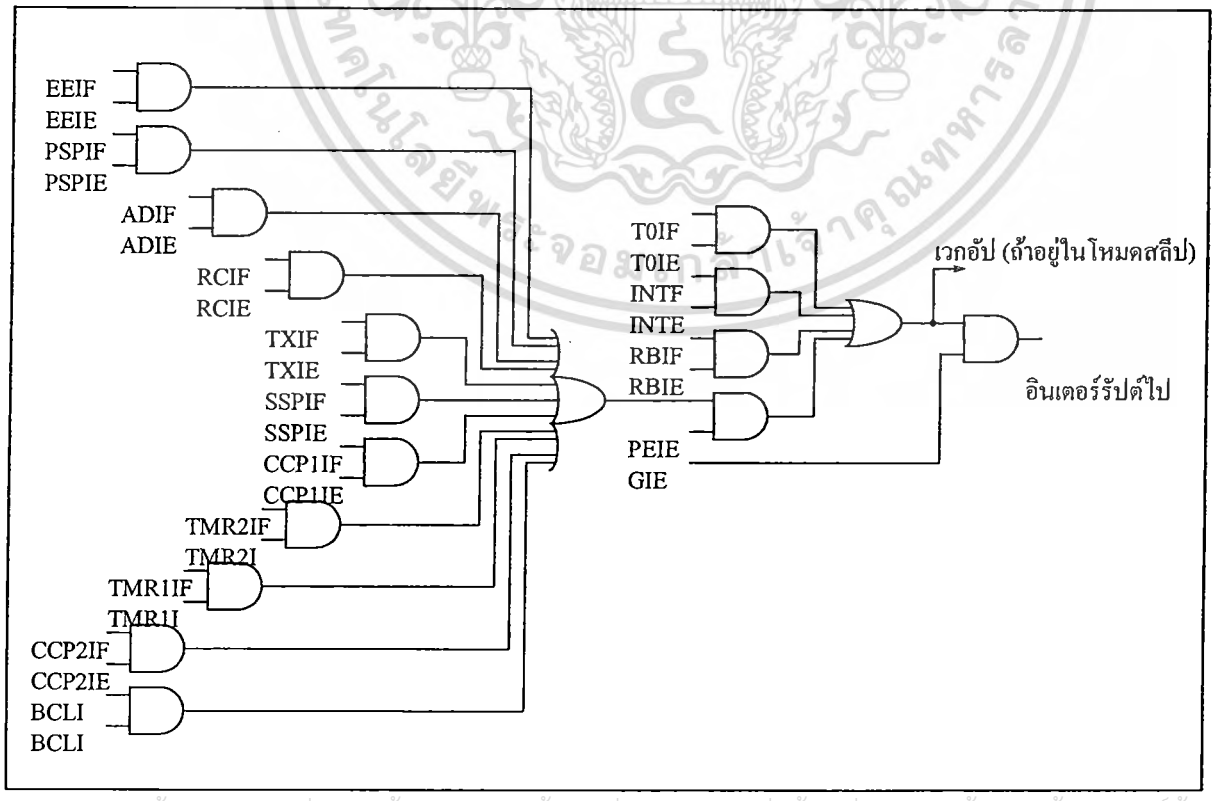
"1" = มีการตรวจจับสัญญาณเกิดขึ้นที่รีจิสเตอร์ TMR1 ต้องเคลียร์ด้วยซอฟต์แวร์ "0" = ไม่มีการตรวจจับสัญญาณ

- โหมดเปรียบเทียบสัญญาณ Compare Mode

"1" = การเปรียบเทียบข้อมูลที่รีจิสเตอร์ TMR1 เท่ากัน ต้องเคลียร์ด้วยซอฟต์แวร์ "0" = การเปรียบเทียบข้อมูลไม่เท่ากัน

- ไม่มีการใช้งานบิตนี้ในโหมด PWM

แหล่งอินเตอร์รัปต์ จะแบ่งออกเป็นสองส่วน ส่วนแรกเป็นส่วนที่อยู่ในรีจิสเตอร์ INT และส่วนที่สองเป็นส่วนที่อยู่ในรีจิสเตอร์ PIE1, PIE2 ซึ่งเป็นอินเตอร์รัปต์ที่มาจากอุปกรณ์ต่อพ่วงรอบนอก (Peripheral) เมื่อเกิดการอินเตอร์รัปต์เกิดขึ้น ซีพียูจะทำการเคลียร์ค่าในรีจิสเตอร์ GIE เพื่อดิสเอเบิลการอินเตอร์รัปต์ทุกแหล่งไว้เพื่อป้องการกันการเกิดอินเตอร์รัปต์ซ้อน จากนั้นจะเก็บค่าแอสเดรสของคำสั่งที่จะทำต่อไปไว้ในสแต็ก แล้วก็จะกระโดดไปยังแอดเดรส 0x004 ซึ่งเป็นตำแหน่งของอินเตอร์รัปต์เวคเตอร์เพื่อทำคำสั่งในโปรแกรมย่อยบริการอินเตอร์รัปต์ ถ้าหากมีการใช้งานอินเตอร์รัปต์จากหลายแหล่ง การหาว่าอินเตอร์รัปเกิดขึ้นจากแหล่งใดโดยตรวจสอบที่บิตแฟลกแสดงสถานะของอินเตอร์รัปต์ทุกๆ แหล่ง ถ้าบิตแฟลกใดเซ็ตก็คืออินเตอร์รัปต์จากแหล่งนั้น



รูปที่ 6.1 แสดงโมดูลของการอินเตอร์รัปต์ในรูปลอจิกเกท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

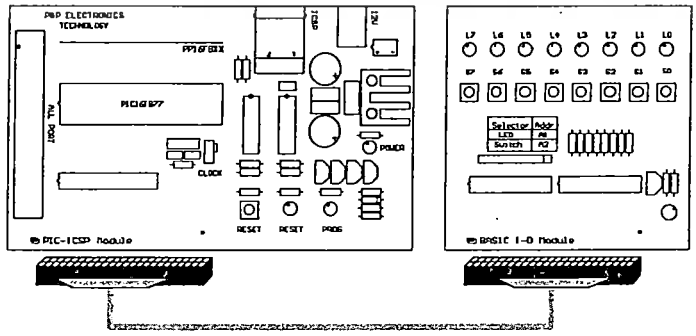
ในโปรแกรมบริการอินเตอร์รัปต์ จะต้องมีส่วนที่ทำหน้าที่สำรองข้อมูลเดิมของรีจิสเตอร์ที่จะใช้งาน ไว้ในหน่วยความจำก่อน เช่นรีจิสเตอร์ STATUS, W เป็นต้น เนื่องจากรีจิสเตอร์นี้จะถูกใช้ในโปรแกรมบริการอินเตอร์รัปต์ด้วย ถ้าหากไม่เก็บค่าเดิมไว้ เมื่อกระโดดกลับไปทำงานยังโปรแกรมเดิมค่าต่างๆ ในรีจิสเตอร์ก็จะเปลี่ยนไป ทำให้ซีพียูทำงานผิดพลาด

ตัวอย่างขั้นตอนการสำรองค่าของรีจิสเตอร์ มีดังนี้

1. เมื่อเกิดอินเตอร์รัปต์ขึ้น ซีพียูจะกระโดดมาที่โปรแกรมบริการอินเตอร์รัปต์ ขั้นแรกก็ให้เก็บค่าในรีจิสเตอร์ W ลงในหน่วยความจำแบงค์ปัจจุบัน
2. เก็บข้อมูลของรีจิสเตอร์ STATUS ลงในแบงค์ 0
3. ทำคำสั่งโปรแกรมย่อยบริการอินเตอร์รัปต์
4. คืนค่าของรีจิสเตอร์ STATUS จากหน่วยความจำแบงค์ 0
5. คืนค่าของรีจิสเตอร์ W จากหน่วยความจำแบงค์ปัจจุบัน
6. ออกจากโปรแกรมบริการอินเตอร์รัปต์

ตัวอย่างโปรแกรมสำหรับเก็บและเรียกคืนค่าในรีจิสเตอร์ในโปรแกรมบริการอินเตอร์รัปต์

```
movwf   W_Temp          ; เก็บค่า W ในหน่วยความจำแบงค์ปัจจุบัน
swapf   STATUS, W       ; สลับนิบเบิลใน STATUS เข้าใน W
clrf    STATUS          ; เลือกแบงค์ 0
movwf   Status_Temp     ; เก็บค่า STATUS ในหน่วยความจำ
movf    PCLATH, W       ;
movwf   Pclath_Temp     ; เก็บค่า PCLATH ในหน่วยความจำ
clrf    PCLATH          ; เลือกหน้า 0
:
: (ISR)
:
movf    Pclath_Temp, W  ; คืน
movwf   PCLATH
swapf   Status_Temp, W  ; คืนค่า STATUS จากหน่วยความจำ
movwf   STATUS
swapf   W_Temp, F       ; คืนค่า W จากหน่วยความจำ
swapf   W_Temp, W

; ต้องใช้คำสั่ง swapf เพื่อไม่ให้ไม่มีผลต่อแฟลกในรีจิสเตอร์ STATUS
```



รูปที่ 6.2 แสดงการเชื่อมต่อระหว่างโมดูลหลัก PIC – ICSP และโมดูล Basic I-O

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์ ห้ามนำไปใช้เพื่อประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรม ASM_06 สำหรับขับ LED แสดงผลในลักษณะไฟกระพริบ

```
        list p=16f877
        include "p16f877.inc"
        __config _WDT_OFF & _PWRTE_ON & _LVP_OFF & _XT_OSC

        DataBus         equ     PORTD
        ControlBus      equ     PORTB
        TOIF            equ     2
        TOIE            equ     5

        cblock  0x20
        Temp                    ;REG Delay DataBus
        Led                     ;REG Data LED Loop
        Count_delay             ;REG Delay
        SAVE_W                  ;REG SAVE REG W
        SAVE_S                  ;REG SAVE REG STATUS
        endc

        org     0x00
        goto    START

        org     0x004           ;INTERRUP Vector
        goto    INTERRUP_ALL
;
;***** START PROGRAM *****
;
START   bsf     STATUS,RP0      ;BANK1
        clrf    TRISB           ;ControlBus = OUTPUT
        clrf    TRISD           ;DataBus = OUTPUT
        movlw   b'11010011'     ;Prescaler = /16,Timer0 ON
        movwf   OPTION_REG
        bcf     STATUS,RP0      ;BANK0
        clrf    DataBus         ;DataBus = 0
        clrf    ControlBus      ;ControlBus = 0

        bcf     INTCON,TOIF     ;Clr Overflow TMR0
        bsf     INTCON,TOIE     ;Enable Interrup TMR0
        bsf     INTCON,GIE      ;Start Interrup

        movlw   0x01            ;Start Led Register
        movwf   Led

        goto    $
;
;***** INTERRUP *****
;
INTERRUP_ALL movwf  SAVE_W  ;Save W Register
        swapf   STATUS,W
        movwf   SAVE_S          ;Save STATUS Register

        bcf     INTCON,TOIF     ;Clr Overflow TMR0

        incf    Count_delay,F   ;Time delay = (256-TMR0) x Prescaler x 1uS x Count_delay
        movlw   .122            ;Count_delay = 122, Prescaler = 16, TMR0 = 255
        subwf   Count_delay,W
        btfss   STATUS,Z
        goto    RET

        clrf    Count_delay     ;START Count_delay New
        movf    Led,W
        movwf   DataBus         ;SEND DATA TO DataBus

        movlw   0x01            ;ControlBus = 1
        movwf   ControlBus      ;ENABLE BASIC LED
        call    DELAY
        clrf    ControlBus      ;DISABLE BASIC LED

        bcf     STATUS,C
        rlf     Led,F           ;ROTATE RIGHT DATA

        btfsc   STATUS,C
        goto    RET1

RET     swapf   SAVE_S,W  ;Return STATUS Register
        movf    STATUS,F
        movf    SAVE_W,W  ;Return W Register
        retfie

RET1    movlw   0x01
        movwf   Led

        swapf   SAVE_S,W  ;Return STATUS Register
        movf    STATUS,F
        movf    SAVE_W,W ;Return W Register
        retfie
;
;***** Delay *****
;
DELAY   movlw   0x05            ;DELAY LATCH
        movwf   Temp
DEL1    decfsz  Temp,F
        goto    DEL1
        return
        end
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับขั้นตอนการทดลองใบงาน

1. สร้างโปรเจคใหม่ชื่อ PRO_06.PJT และสร้างซอร์สไฟล์ชื่อ ASM_06.ASM
2. เขียนซอร์สตามโปรแกรมที่ ASM_06
3. ทำการแอสแซมเบลอร์โปรแกรม ASM_06 จะได้ไฟล์ผลลัพธ์คือ ASM_06.HEX สำหรับดาวน์โหลดลงไปในไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877
4. เชื่อมต่อโมดูล PIC-ICSP กับ โมดูล Baic I-O ด้วยสายแพ Bus40 ตามรูปที่ 6.2
5. ดาวน์โหลด ASM_06.HEX ลงในโมดูล PIC-ICSP ด้วยโปรแกรม ! amPIC.EXE
6. อธิบายลักษณะการแสดงผลของ LED

.....

.....

.....

.....

7. เปลี่ยนค่าในบรรทัด movlw .122 จาก .122 เป็น .250 พร้อมอธิบายลักษณะการแสดงผลของ LED

.....

.....

.....

.....

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามท้ายการทดลอง

1. จงอธิบายเหตุผลการใช้คำสั่ง SWAPF ในการย้ายข้อมูลของรีจิสเตอร์ Status
2. จงอธิบายความสำคัญของโปรแกรมอินเตอร์รัปต์ที่มีต่อโปรแกรม ASM_06

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงานที่ 7

การขับ LED ตัวเลข 7 ส่วนโดยใช้บริการอิเตอร์รัปต์และหน่วงเวลาโดย Timer1

จุดประสงค์

1. สามารถเขียนโปรแกรมหน่วงเวลาโดยใช้ ไทเมอร์1 ได้
2. สามารถเขียนโปรแกรมใช้งานบริการอินเตอร์รัปต์ได้
3. สามารถเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมการขับ LED ตัวเลข 7 โดยใช้ Timer และการ Interrupt ได้

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. โมดูลหลัก PIC – ICSP
2. โมดูล 7-Segment
3. คอมพิวเตอร์พีซีที่ติดตั้งโปรแกรม MPLAB
4. สายเชื่อมต่อระหว่างโมดูลหลัก PIC – ICSP กับคอมพิวเตอร์พีซี
5. สายเชื่อมต่อพอร์ตระหว่างโมดูล

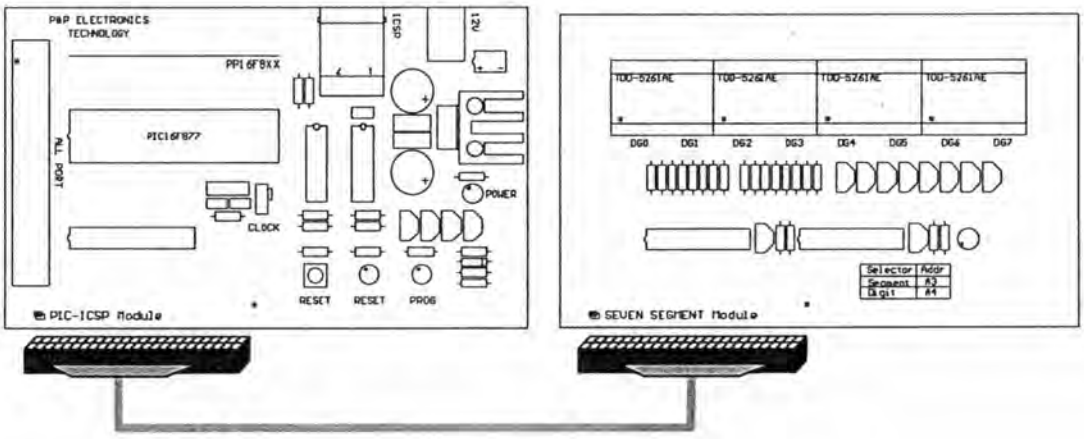
ทฤษฎีเบื้องต้น

จากโปรแกรมตามใบงานที่ 4 เป็นการขับ Seven Segment โดยใช้ลูปโปรแกรมย่อยเพื่อหน่วงเวลา ให้ Seven Segment ติดทีละหลัก เรียงกันไป 8 หลัก จากนั้นก็ออกจากโปรแกรมย่อยการขับ Seven Segment เพื่อไปทำโปรแกรมในส่วนอื่นๆ ก่อนกลับมาขับในรอบต่อไป

จะเห็นว่า ช่วงเวลาที่ออกไปทำงานยังส่วนอื่นๆ ของโปรแกรมนี้ Seven Segment จะไม่มีการสแกน ถ้าหากว่าการทำคำสั่งในส่วนอื่นๆ ต้องใช้เวลามากกว่า 20mS ขึ้นไป การสแกนก็จะมีอัตราเร็วประมาณไม่ถึง 50 ครั้งต่อวินาที ซึ่งความเร็วขนาดนี้จะทำให้สายตามนุษย์สามารถมองเห็นการดับของ Seven Segment ได้ โดยจะเห็นเป็นการกระพริบ มองแล้วไม่สบายตา และยังเป็นการยุ่งยากในการเขียนโปรแกรม ถ้าหากว่าในระบบจะต้องมีการจัดการกับอุปกรณ์อื่นๆ ที่ต่อร่วมอยู่ด้วยอีกมากมาย

วิธีการที่จะทำให้การจัดการโปรแกรมง่ายขึ้น ทำได้โดยใช้ Timer เข้ามาควบคุมช่วงเวลาในการสแกนร่วมกับใช้บริการ Interrupt ของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877 เพื่อแบ่งช่วงเวลาการทำคำสั่งให้ PIC กระโดดมาทำการแสกน Seven Segment ทุกช่วงเวลาที่กำหนด โดยไม่ต้องยุ่งเกี่ยวกับโปรแกรมในส่วนอื่นๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 7.1 แสดงการเชื่อมต่อโมดูล PIC-ICSP กับโมดูล 7 - Segment

โปรแกรม ASM_07 สำหรับขับ 7-Segment โดยใช้บริการอินเตอร์รัปต์ร่วมกับไทเมอร์0

```
        list p=16f877
        include "p16f877.inc"
        __config _WDT_OFF & _PWRTE_ON & _LVP_OFF & _XT_OSC

        DataBus         equ     PORTD
        ControlBus      equ     PORTB
        TMR1IF          equ     0
        TOIF            equ     2
        TOIE            equ     5

        cblock  0x20
        Temp                    ;REG Delay DataBus
        Count_delay             ;REG Delay
        SAVE_W                  ;REG SAVE REG W
        SAVE_S                  ;REG SAVE REG STATUS
        Seg1                    ;REG Data Segment1
        Seg2                    ;REG Data Segment2
        Seg3                    ;REG Data Segment3
        Seg4                    ;REG Data Segment4
        Seg5                    ;REG Data Segment5
        Seg6                    ;REG Data Segment6
        Seg7                    ;REG Data Segment7
        Seg8                    ;REG Data Segment8
        ScanDig                 ;REG Common 7-Segment
        Count                   ;REG Count
        endc

        org     0x00
        goto    START
        org     0x004           ;INTERRUP Vector
        goto    INTERRUP_ALL
;
;***** START PROGRAM *****
;
START   bsf     STATUS,RP0      ;BANK1
        clrf    TRISB           ;ControlBus = OUTPUT
        clrf    TRISD           ;DataBus = OUTPUT
        movlw   b'11010000'     ;Prescaler = /2,Timer0 ON
        movwf   OPTION_REG
        bcf     STATUS,RP0      ;BANK0
        clrf    DataBus         ;DataBus = 0
        clrf    ControlBus      ;ControlBus = 0

        bcf     INTCON,TOIF     ;Clr Overflow TMR0
        bsf     INTCON,TOIE     ;Enable Interrup TMR0
        bsf     INTCON,GIE      ;Start Interrup
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        movlw   b'00110001'     ;Prescaler = /8,Timer1 ON
        movwf   T1CON

        clrf    ScanDig         ;Start Data  = 00000000
        clrf    Seg1            ;Seg1 = 0 , LSB
        clrf    Seg2            ;Seg2 = 0
        clrf    Seg3            ;Seg3 = 0
        clrf    Seg4            ;Seg4 = 0
        clrf    Seg5            ;Seg5 = 0
        clrf    Seg6            ;Seg6 = 0
        clrf    Seg7            ;Seg7 = 0
        clrf    Seg8            ;Seg8 = 0 , MSB
        movlw   0x0a
        movwf   count

Loop    call    DELAY_100ms
                                ;Data = Data+1
        incf    Seg1,F          ;Seg1 = Seg1+1
        movf    count,W
        subwf   Seg1,W
        btfss   STATUS,Z
        goto    Loop

        clrf    Seg1            ;Seg1 = 10 , Clr Seg1 = 0
        incf    Seg2,F          ;Seg2 = Seg2+1
        movf    count,W
        subwf   Seg2,W
        btfss   STATUS,Z
        goto    Loop

        clrf    Seg2            ;Seg2 = 10 , Clr Seg2 = 0
        incf    Seg3,F          ;Seg3 = Seg3+1
        movf    count,W
        subwf   Seg3,W
        btfss   STATUS,Z
        goto    Loop

        clrf    Seg3            ;Seg3 = 10 , Clr Seg3 = 0
        incf    Seg4,F          ;Seg4 = Seg4+1
        movf    count,W
        subwf   Seg4,W
        btfss   STATUS,Z
        goto    Loop

        clrf    Seg4            ;Seg4 = 10 , Clr Seg4 = 0
        incf    Seg5,F          ;Seg5 = Seg5+1
        movf    count,W
        subwf   Seg5,W
        btfss   STATUS,Z
        goto    Loop

        clrf    Seg5            ;Seg5 = 10 , Clr Seg5 = 0
        incf    Seg6,F          ;Seg6 = Seg6+1
        movf    count,W
        subwf   Seg6,W
        btfss   STATUS,Z
        goto    Loop

        clrf    Seg6            ;Seg6 = 10 , Clr Seg6 = 0
        incf    Seg7,F          ;Seg7 = Seg7+1
        movf    count,W
        subwf   Seg7,W
        btfss   STATUS,Z
        goto    Loop

        clrf    Seg7            ;Seg7 = 10 , Clr Seg7 = 0
        incf    Seg8,F          ;Seg8 = Seg8+1
        movf    count,W
        subwf   Seg8,W
        btfss   STATUS,Z
        goto    Loop

        clrf    Seg8            ;Seg8 = 10 , Clr Seg8 = 0
        goto    Loop
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;
;***** INTERRUP *****
;
INTERRUP_ALL movwf   SAVE_W    ;Save W Register
        swapf   STATUS,W
        movwf   SAVE_S         ;Save STATUS Register

        bcf     INTCON,TOIF    ;Clr Overflow TMR0

        clrf    DataBus        ;CLR DataBus

        movlw   0x04           ;ControlBus = 4
        movwf   ControlBus     ;ENABLE 7-SEG COMMON
        call    DELAY
        clrf    ControlBus     ;DISABLE 7-SEG COMMON

        movlw   0x03           ;ControlBus = 3
        movwf   ControlBus     ;ENABLE 7-SEG DATA
        call    DELAY
        clrf    ControlBus     ;DISABLE 7-SEG DATA

        movlw   0x00
        subwf   ScanDig,W
        btfss   STATUS,Z
        goto    SET1
        movlw   0x80           ;ScanDig = 0 , SendData Seg1 to 7-Segment Dig1
        call    SETDIG
        movf    Seg1,W
        goto    SETDATASEG

SET1    movlw   0x01
        subwf   ScanDig,W
        btfss   STATUS,Z
        goto    SET2

        movlw   0x00           ;Test Seg2+Seg3+Seg4+Seg5+Seg6+Seg7+Seg8=0 , goto SET2
        addwf   Seg2,W
        addwf   Seg3,W
        addwf   Seg4,W
        addwf   Seg5,W
        addwf   Seg6,W
        addwf   Seg7,W
        addwf   Seg8,W
        sublw   0x00
        btfsc   STATUS,Z
        goto    SET2

        movlw   0x40           ;ScanDig = 1 , SendData Seg2 to 7-Segment Dig2
        call    SETDIG
        movf    Seg2,W
        goto    SETDATASEG

SET2    movlw   0x02
        subwf   ScanDig,W
        btfss   STATUS,Z
        goto    SET3

        movlw   0x00           ;Test Seg3+Seg4+Seg5+Seg6+Seg7+Seg8=0 , goto SET3
        addwf   Seg3,W
        addwf   Seg4,W
        addwf   Seg5,W
        addwf   Seg6,W
        addwf   Seg7,W
        addwf   Seg8,W
        sublw   0x00
        btfsc   STATUS,Z
        goto    SET3

        movlw   0x20           ;ScanDig = 2 , SendData Seg3 to 7-Segment Dig3
        call    SETDIG
        movf    Seg3,W
        goto    SETDATASEG
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
SET3    movlw   0x03
        subwf   ScanDig,W
        btfss   STATUS,Z
        goto    SET4

        movlw   0x00            ;Test Seg4+Seg5+Seg6+Seg7+Seg8=0 , goto SET4
        addwf   Seg4,W
        addwf   Seg5,W
        addwf   Seg6,W
        addwf   Seg7,W
        addwf   Seg8,W
        sublw   0x00
        btfsc   STATUS,Z
        goto    SET4

        movlw   0x10            ;ScanDig = 3 , SendData Seg4 to 7-Segment Dig4
        call    SETDIG
        movf    Seg4,W
        goto    SETDATASEG

SET4    movlw   0x04
        subwf   ScanDig,W
        btfss   STATUS,Z
        goto    SET5

        movlw   0x00            ;Test Seg5+Seg6+Seg7+Seg8=0 , goto SET5
        addwf   Seg5,W
        addwf   Seg6,W
        addwf   Seg7,W
        addwf   Seg8,W
        sublw   0x00
        btfsc   STATUS,Z
        goto    SET5

        movlw   0x08            ;ScanDig = 4 , SendData Seg5 to 7-Segment Dig5
        call    SETDIG
        movf    Seg5,W
        goto    SETDATASEG

SET5    movlw   0x05
        subwf   ScanDig,W
        btfss   STATUS,Z
        goto    SET6

        movlw   0x00            ;Test Seg6+Seg7+Seg8=0 , goto SET6
        addwf   Seg6,W
        addwf   Seg7,W
        addwf   Seg8,W
        sublw   0x00
        btfsc   STATUS,Z
        goto    SET6

        movlw   0x04            ;ScanDig = 5 , SendData Seg6 to 7-Segment Dig6
        call    SETDIG
        movf    Seg6,W
        goto    SETDATASEG

SET6    movlw   0x06
        subwf   ScanDig,W
        btfss   STATUS,Z
        goto    SET7

        movlw   0x00            ;Test Seg7+Seg8=0 , goto SET7
        addwf   Seg7,W
        addwf   Seg8,W
        sublw   0x00
        btfsc   STATUS,Z
        goto    SET7

        movlw   0x02            ;ScanDig = 6 , SendData Seg7 to 7-Segment Dig7
        call    SETDIG
        movf    Seg7,W
        goto    SETDATASE
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
SET7    movlw   0x07
        subwf   ScanDig,W
        btfss   STATUS,Z
        goto    SET8

        movlw   0x00            ;Tes Seg8=0 , goto SET8
        addwf   Seg8,W
        sublw   0x00
        btfsc   STATUS,Z
        goto    SET8

        movlw   0x01            ;ScanDig = 7 , SendData Seg8 to 7-Segment Dig8
        call    SETDIG
        movf    Seg8,W
        goto    SETDATASEG

SET8    clrf    ScanDig         ;ScanDig = 0;
        goto    RETT

SETDATASEG call         TABLE           ;CALL READ DATA 7-SEG FROM TABLE
        movwf   DataBus         ;SEND DATA TO DataBus

        movlw   0x03            ;ControlBus = 3
        movwf   ControlBus      ;ENABLE 7-SEG DATA
        call    DELAY
        clrf    ControlBus      ;DISABLE 7-SEG DATA

SETDATASEG1 incf  ScanDig,F     ;ScanDig = ScanDig+1
        movlw   0x08
        subwf   ScanDig,W
        btfsc   STATUS,Z
        clrf    ScanDig         ;ScanDig = 8 , Clr ScanDig = 0

RETT    swapf   SAVE_S,W        ;Return STATUS Register
        movf    STATUS,F
        movf    SAVE_W,W        ;Return W Register
        retfie

SETDIG  movwf   DataBus

        movlw   0x04            ;ControlBus = 4
        movwf   ControlBus      ;ENABLE 7-SEG COMMON
        call    DELAY
        clrf    ControlBus      ;DISABLE 7-SEG COMMON
        return

;
;***** Table *****
;
TABLE   addwf   PCL,F
        dt      0x3f,0x06,0x5b,0x4f,0x66,0x6d,0x7d,0x07,0x7f,0x6f,0x77,0x7c
        dt      0x39,0x5e,0x79,0x71

;
;***** Delay *****
;
DELAY   movlw   0x05            ;DELAY LATCH
        movwf   Temp
DEL1    decfsz  Temp,F
        goto    DEL1
        return

DELAY_100ms     movlw   0xcf    ;Time delay = (65536-TMR1) x Prescaler x 1uS
        movwf   TMR1H           ;Prescaler = 8, TMR1 = 53036'D = CF2C'H
        movlw   0x2c
        movwf   TMR1L
        bcf     PIR1,TMR1IF
DELAY_100ms_1   btfss   PIR1,TMR1IF
        goto    DELAY_100ms_1
        return

        end
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับขั้นตอนการทดลองใบงาน

1. สร้างโปรเจคใหม่ชื่อ PRO_07.PJT และสร้างซอร์สไฟล์ชื่อ ASM_07.ASM
2. เขียนซอร์สตามโปรแกรมที่ ASM_07
3. ทำการแอสแซมเบลอร์โปรแกรม ASM_07 จะได้ไฟล์ผลลัพธ์คือ ASM_07.HEX สำหรับดาวน์โหลดลงไปในไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877
4. เชื่อมต่อโมดูล PIC-ICSP กับโมดูล 7 - Segment ด้วยสายแพ Bus40 ตามรูปที่ 7.1
5. ดาวน์โหลด ASM_07.HEX ลงในโมดูล PIC-ICSP ด้วยโปรแกรม ! amPIC.EXE
6. อธิบายลักษณะการแสดงผลของ 7 – Segment
7. จากคำสั่งข้างล่างนี้ให้เปลี่ยน movlw 0x0a ในโปรแกรม ASM_07 เป็น movlw 0x10 จากนั้นอธิบายลักษณะการแสดงผลของ 7-Segment ที่ได้จากการเปลี่ยนค่าข้อมูลในโปรแกรม

```
clrf    Seg8        ;Seg8 = 0 , MSB
movlw   0x0a
movwf   count
```

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามท้ายการทดลอง

1. จงอธิบายวิธีการสแกนหลักของ 7-Segment โดยใช้บริการอินเตอร์รัปต์ร่วมกับไทเมอร์1 อย่างละเอียด
2. จงเขียนโปรแกรมแสดงผลให้ 7-Segment นับค่าตัวเลขฐานสิบหกตั้งแต่ 0-FFh

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงานที่ 8
การใช้งาน Port Output ขับ LED Dot Matrix

จุดประสงค์

1. เพื่อให้สามารถใช้ PIC16F877 นำข้อมูลไปแสดงผลที่ LED Dot Matrix ได้
2. เพื่อให้สามารถเขียนโปรแกรมเพื่อแสดงผลบน LED Dot Matrix ในลักษณะมัลติเพล็กซ์ได้

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

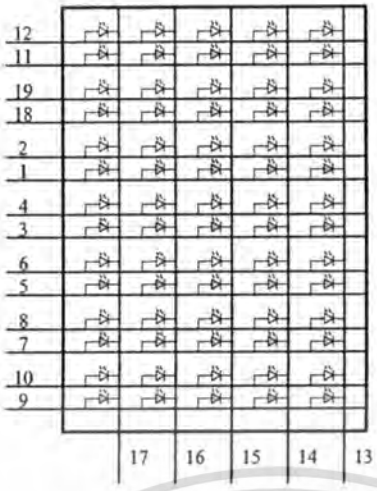
1. โมดูลหลัก PIC – ICSP
2. โมดูล LED DOT Matrix
3. คอมพิวเตอร์พีซีที่ติดตั้งโปรแกรม MPLAB
4. สายเชื่อมต่อระหว่างโมดูลหลัก PIC – ICSP กับคอมพิวเตอร์พีซี
5. สายเชื่อมต่อพอร์ตระหว่างโมดูล

ทฤษฎีเบื้องต้น

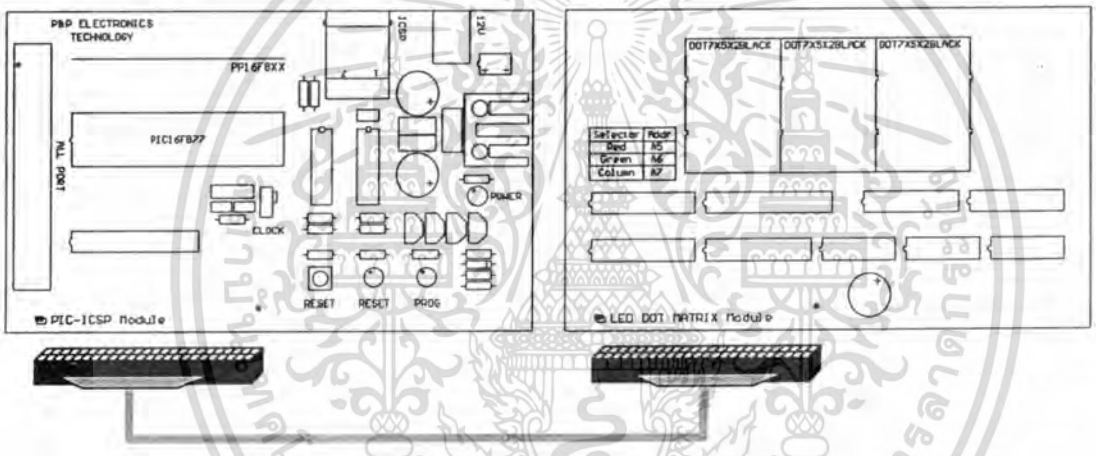
LED Dot Matrix คือการต่อ แอลอีดี (LED) ที่มีการต่อใช้งานสลับซับซ้อนกว่าการต่อ LED ทั่วไป โดย LED จะถูกต่อกันในแนวแกนตั้งและแนวแกนนอน โดยจะเรียกแนวแกนตั้งว่า หลักหรือคอลัมน์ (column) และเรียกแนวแกนนอนว่า แถวหรือโรว์ (row) ซึ่งการต่อ LEDในลักษณะเมตริกซ์นี้มีข้อดี คือสามารถรองรับการเพิ่มของ LED ได้อย่างสะดวกเพียงเพิ่มเติมจำนวน LED และแก้ไขซอฟแวร์เพียงเล็กน้อย นอกจากนี้ยังช่วยประหยัดสายต่อใช้งานได้อีกด้วย โดย LED แบบเมตริกซ์นี้สามารถหาซื้อได้สะดวกและมีหลายขนาดให้เลือกใช้ หรือผู้ใช้งานจะทำขึ้นเองก็ได้ ลักษณะการต่อ LED แบบเมตริกซ์แสดงดังรูปที่ 8.1

จากรูปที่ 8.1 เป็นวงจรภายในของ LED Dot Matrix จำนวน 1 ตัว โดยมีขนาด 5 × 7 หลัก (มีจำนวนแกนตั้ง 5 และมีจำนวนแกนนอน 7) ในหนึ่งหลักจะมี LED ต่ออยู่ 2 ตัว คือสีเขียว และสีแดง และสามารถแสดงผลได้ 3 สี คือ สีเขียว สีแดง และสีเหลือง (ให้สีเขียวและสีแดงติดพร้อมกัน) โดย LED Dot Matrix ในรูปที่ 8.1 เป็นตัวที่ใช้ในการทดลองใบงานนี้นี่เอง ผู้ใช้สามารถเขียนโปรแกรมควบคุมให้ LED Dot Matrix แสดงผลเป็นตัวอักษร, ตัวเลข หรือสัญลักษณ์ใดๆ ก็ได้ ขึ้นอยู่กับการกำหนดค่าข้อมูลที่ได้จากแกนตั้งและแกนนอนในการพล๊อตค่าของสิ่งที่ต้องการให้แสดงผลนั่นเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 8.1 แสดงวงจรภายในของ LED DOT Matrix ขนาด5 X 7 หลัก



รูปที่ 8.2 แสดงการเชื่อมต่อระหว่างโมดูล PIC-ICSP กับโมดูล LED Dot Matrix

โปรแกรม ASM_08 สำหรับควบคุมการแสดงผลของ LED Dot Matrix

```
        list p=16f877
        include "p16f877.inc"
        __config _WDT_OFF & _PWRTE_ON & _LVP_OFF & _XT_OSC

        DataBus         equ     PORTD
        ControlBus      equ     PORTB

        cblock  0x20
        Temp                    ;REG Delay DataBus
        Com                     ;REG Common CHARACTER 5*7 DOT Matrix LED
        Delay1ms                ;REG Delay
        LoopRGY1                ;REG Loop CHARACTER 5*7 DOT Matrix LED
        LoopRGY2                ;REG Data CHARACTER 5*7 DOT Matrix LED
        endc

        org     0x00
        bsf     STATUS,RP0      ;BANK1
        clrf    TRISB           ;ControlBus = OUTPUT
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        clrf    TRISD           ;DataBus = OUTPUT
        bcf     STATUS,RP0      ;BANK0
        clrf    DataBus         ;DataBus = 0
        clrf    ControlBus      ;ControlBus = 0

LOOP    movlw   0x00            ;LSB DOT Matrix LED COMMON
        movwf   Com

        movlw   0x05
        movwf   LoopRGY1        ;LOOP CHARACTER 5*7 DOT Matrix LED
        movlw   0x00
        movwf   LoopRGY2        ;DATA START CHARACTER 5*7 DOT Matrix LED

LOOP_R  movf    LoopRGY2,W
        call    TABLE_A         ;CALL READ DATA 7-SEG FROM TABLE DATA 'A'
        call    RED_SCAN        ;CALL RED LED
        call    COUND_DIG       ;CALL SCAN DOT Matrix LED COMMON
        decfsz  LoopRGY1,F
        goto    LOOP_R

        movlw   0x05
        movwf   LoopRGY1        ;LOOP CHARACTER 5*7 DOT Matrix LED
        movlw   0x00
        movwf   LoopRGY2        ;DATA START CHARACTER 5*7 DOT Matrix LED

LOOP_G  movf    LoopRGY2,W
        call    TABLE_B         ;CALL READ DATA 7-SEG FROM TABLE DATA 'B'
        call    GREEN_SCAN      ;CALL GREEN LED
        call    COUND_DIG       ;CALL SCAN DOT Matrix LED COMMON
        decfsz  LoopRGY1,F
        goto    LOOP_G

        movlw   0x05
        movwf   LoopRGY1        ;LOOP CHARACTER 5*7 DOT Matrix LED
        movlw   0x00
        movwf   LoopRGY2        ;DATA START CHARACTER 5*7 DOT Matrix LED

LOOP_Y  movf    LoopRGY2,W
        call    TABLE_C         ;CALL READ DATA 7-SEG FROM TABLE DATA 'C'
        call    YELLOW_SCAN     ;CALL YELLOW LED
        call    COUND_DIG       ;CALL SCAN DOT Matrix LED COMMON
        decfsz  LoopRGY1,F
        goto    LOOP_Y

        goto    LOOP
;
;***** RED SCAN *****
;
RED_SCAN movwf DataBus          ;SEND DATA TO DataBus

        movlw   0x05            ;ControlBus = 5
        movwf   ControlBus      ;ENABLE RED DOT Matrix LED
        call    DELAY
        clrf    ControlBus      ;DISABLE RED DOT Matrix LED

        clrf    DataBus         ;CLR DataBus

        movlw   0x06            ;ControlBus = 6
        movwf   ControlBus      ;ENABLE GREEN DOT Matrix LED
        call    DELAY
        clrf    ControlBus      ;DISABLE GREEN DOT Matrix LED

        return
;
;***** GREEN SCAN *****
;
GREEN_SCAN movwf DataBus        ;SEND DATA TO DataBus

        movlw   0x06            ;ControlBus = 5
        movwf   ControlBus      ;ENABLE RED DOT Matrix LED
        call    DELAY
        clrf    ControlBus      ;DISABLE RED DOT Matrix LED

        clrf    DataBus         ;CLR DataBus
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        movlw   0x05            ;ControlBus = 6
        movwf   ControlBus      ;ENABLE GREEN DOT Matrix LED
        call    DELAY
        clrf    ControlBus      ;DISABLE GREEN DOT Matrix LED

        return
;
;***** YELLOW SCAN *****
;
YELLOW_SCAN movwf DataBus       ;SEND DATA TO DataBus

        movlw   0x05            ;ControlBus = 5
        movwf   ControlBus      ;ENABLE RED DOT Matrix LED
        call    DELAY
        clrf    ControlBus      ;DISABLE RED DOT Matrix LED

        movlw   0x06            ;ControlBus = 6
        movwf   ControlBus      ;ENABLE GREEN DOT Matrix LED
        call    DELAY
        clrf    ControlBus      ;DISABLE GREEN DOT Matrix LED

        return
;
;***** COUND DIG *****
;
COUND_DIG movf Com,W            ;SEND COMMON TO DATABUS
        movwf   DataBus

        movlw   0x07            ;ControlBus = 7
        movwf   ControlBus      ;ENABLE DOT Matrix LED COMMON
        call    DELAY
        clrf    ControlBus      ;DISABLE DOT Matrix LED COMMON

        call    DELAY_1ms

        movlw   0x0F            ;CLR DOT Matrix LED COMMON
        movwf   DataBus

        movlw   0x07
        movwf   ControlBus      ;ENABLE DOT Matrix LED COMMON
        call    DELAY
        clrf    ControlBus      ;DISABLE DOT Matrix LED COMMON

        incf    Com,F           ;INC DATA DOT Matrix LED
        incf    LoopRGY2,F

        return
;
;***** Table *****
;
TABLE_A addwf   PCL,F
        dt      0x3f,0x48,0x48,0x48,0x3f
TABLE_B addwf   PCL,F
        dt      0x7f,0x49,0x49,0x49,0x36
TABLE_C addwf   PCL,F
        dt      0x3e,0x41,0x41,0x41,0x22
;
;***** Delay *****
;
DELAY   movlw   0x05            ;DELAY LATCH
        movwf   Temp
DEL1    decfsz  Temp,F
        goto    DEL1
        return

DELAY_1ms       movlw   0xf9    ;DELAY LOOP x1
        movwf   Delay1ms
DELAY_1ms_1     decfsz  Delay1ms,F
        goto    DELAY_1ms_1
        return

        end
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับขั้นตอนการทดลองใบงาน

1. สร้างโปรเจคใหม่ชื่อ PRO_08.PJT และสร้างซอร์สไฟล์ชื่อ ASM_08.ASM
3. เขียนซอร์สตามโปรแกรมที่ ASM_08
4. ทำการแอสแซมเบลอร์โปรแกรม ASM_08 จะได้ไฟล์ผลลัพธ์คือ ASM_08.HEX สำหรับดาวน์โหลดลงไปในไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877
5. เชื่อมต่อโมดูล PIC-ICSP กับโมดูล LED Dot Matrix ด้วยสายแพ Bus40 ตามรูปที่ 8.2
6. ดาวน์โหลด ASM_08.HEX ลงในโมดูล PIC-ICSP ด้วยโปรแกรม ! amPIC.EXE
7. อธิบายลักษณะการแสดงผลของ LED Dot Matrix
8. เปลี่ยนข้อมูลในลาเบล TABLE_A เป็น dt 0x0C, 0x14, 0x24, 0x7F, 0x04
   เปลี่ยนข้อมูลในลาเบล TABLE_B เป็น dt 0x7A, 0x49, 0x49, 0x49, 0x46
   เปลี่ยนข้อมูลในลาเบล TABLE_C เป็น dt 0x3F, 0x49, 0x49, 0x49, 0x26

   ในโปรแกรม ASM_08 และอธิบายลักษณะการแสดงผลของ LED Dot Matrix ที่ได้จากการเปลี่ยนข้อมูลในโปรแกรม

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามท้ายการทดลอง

1. จงเขียนโปรแกรมให้ LED Dot Matrix แสดงผลเป็นตัวเลข 1,2 และ 3 โดยเรียงจากซ้ายมือไปขวามือตามลำดับ กำหนดให้เลข 1 แสดงเป็นสีเหลือง, เลข 2 แสดงเป็นสีแดง และเลข 3 แสดงเป็นสีเขียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงานที่ 9
การใช้งาน Port I /O ในการสแกนคีย์ Switch Matrix

จุดประสงค์

1. เพื่อให้สามารถเขียนโปรแกรมสแกนคีย์รับค่าข้อมูลจาก Switch Matrixได้
2. เพื่อให้สามารถเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของพอร์ตอินพุต/เอาต์พุต เพื่อรับค่าข้อมูลจาก Switch Matrix และควบคุมการแสดงผลของ 7 - Segment ได้

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. โมดูลหลัก PIC – ICSP
2. โมดูล Matrix & Dip Switch
3. โมดูล 7-Segment
4. คอมพิวเตอร์พีซีที่ติดตั้งโปรแกรม MPLAB
5. สายเชื่อมต่อระหว่างโมดูลหลัก PIC – ICSP กับคอมพิวเตอร์พีซี
6. สายเชื่อมต่อพอร์ตระหว่างโมดูล

ทฤษฎีเบื้องต้น

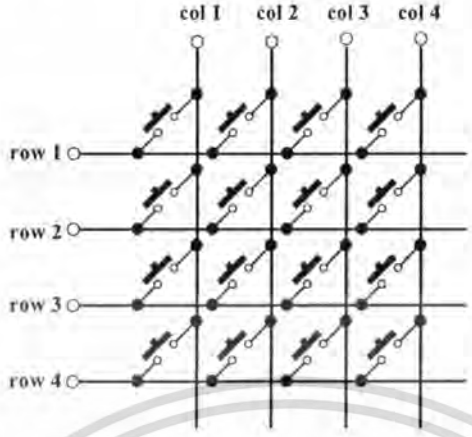
สวิตช์เมตริกซ์ (Switch Matrix) หรือคีย์แพด (Keypad) คือสวิตช์ที่มีการต่อใช้งานสลับซับซ้อนกว่าสวิตช์ทั่วไปโดยสวิตช์จะถูกต่อกันในแนวแกนตั้งและแนวแกนนอน โดยจะเรียกแนวแกนตั้งว่า หลักหรือคอลัมน์ (column) และเรียกแนวแกนนอนว่า แถวหรือโรว์ (row) ซึ่งการต่อสวิตช์ในลักษณะเมตริกซ์นี้มีข้อดี คือสามารถรองรับการเพิ่มของสวิตช์ได้อย่างสะดวก เพียงเพิ่มเติมจำนวนสวิตช์และแก้ไขซอฟแวร์เพียงเล็กน้อย โดยสวิตช์แบบเมตริกซ์นี้สามารถซื้อหาได้สะดวก และมีหลายขนาดให้เลือกใช้หรือผู้ใช้งานจะทำขึ้นเองก็ได้ ลักษณะการต่อสวิตช์แบบเมตริกซ์แสดงดังรูปที่ 9.1

การต่อใช้งานจะนำสายสัญญาณในแนวคอลัมน์ของคีย์แพดจะต่อเข้ากับพอร์ตเอาต์พุต ส่วนสายสัญญาณในแนวแถวจะต่อเข้ากับพอร์ตอินพุต ไมโครคอนโทรลเลอร์จะส่งสัญญาณ "0" ออกมาทางพอร์ตเอาต์พุต ถ้าหากสวิตช์ถูกกดพอร์ตอินพุตจะอ่านค่า "0" เข้าสู่ไมโครคอนโทรลเลอร์ จากหลักการนี้ถ้าหากคีย์แพดมีจำนวนแถวและหลักมากกกว่า 1 เส้นดังรูปที่ 9.1 ขั้นตอนการอ่านค่าสวิตช์ที่ถูกกดเริ่มต้นด้วย

ไมโครคอนโทรลเลอร์ส่งสัญญาณออกมาทางพอร์ตเอาต์พุตเข้ามาแต่ละคอลัมน์ของคีย์แพดไล่เรียงกันไปทีละคอลัมน์แล้วอ่านค่าจากสายสัญญาณแต่ละหลักทางพอร์ตอินพุต ถ้าหากค่าของอินพุตที่อ่านเข้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

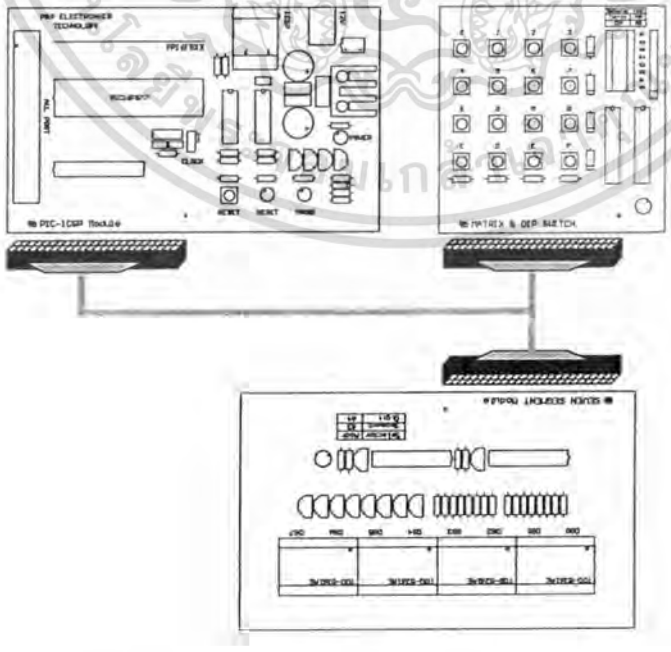
มามีค่าไม่เท่ากับค่าของเอาต์พุตที่ส่งออกไปหรือยังเป็นค่าเดิมแสดงว่ายังไม่มีการกดสวิตช์ เมื่อใดที่ค่าของอินพุตอ่านเข้ามามีค่าเท่ากับค่าของเอาต์พุตที่ส่งออกไปแสดงว่ามีการกดสวิตช์เกิดขึ้น



รูปที่ 9.1 แสดงวงจรของสวิตช์แบบเมตริกซ์ ขนาด 4 × 4

ขั้นตอนการค้นหาตำแหน่งของสวิตช์ที่ถูกกด สายสัญญาณของแถวที่ต่ออยู่กับสวิตช์ที่ถูกกดนั้นจะเป็นลอจิก "0" ไมโครคอนโทรลเลอร์จะนำค่าของเอาต์พุตที่ส่งออกไปก่อนโดยในแถวแรกจะต้องกำหนดค่าตัวบวกไว้เท่ากับ "0" จากนั้นอ่านค่าในแนวหลักกลับมา ถ้าไม่มีการกดคีย์ใดๆ ในแถวนั้นค่าที่อ่านได้จะเป็นค่าเดิมคือค่าลอจิก 1 อันเป็นผลมาจากค่าความต้านทานที่ต่อพูลอัปเอาไว้ จากนั้นก็ทำการอ่านค่าในแถวหลักไปพร้อมทั้งเพิ่มค่าตัวบวกเข้าไปด้วยจะทำเช่นนี้ไปจนครบทุกแถวแล้วกลับมาเริ่มต้นที่แถวแรกใหม่จนกว่าจะมีการกด

เมื่อมีการกดคีย์เกิดขึ้นไมโครคอนโทรลเลอร์จะนำค่าของคอลัมน์ที่มีการกดคีย์มีค่าอยู่ระหว่าง 4 หลักไปบวกกับค่าของแถวนั้น



รูปที่ 9.2 แสดงการเชื่อมต่อโมดูล PIC-ICSP,โมดูล Matrix & Dip Switch และ โมดูล 7- Segment

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรม ASM_09 สำหรับรับค่าข้อมูลจากสวิตช์เมตริกซ์ เพื่อควบคุมการแสดงผลของ 7 - Segment

```
        list p=16f877
        include "p16f877.inc"
        __config _WDT_OFF & _PWRTE_ON & _LVP_OFF & _XT_OSC

        DataBus         equ     PORTD
        ControlBus      equ     PORTB

        cblock  0x20
        DataKey                 ;REG Data Key
        LoopKey                 ;REG Loop Key
        Temp                    ;REG Delay DataBus
        Delay1ms                ;REG Delay
        endc

        org     0x00

        bsf     STATUS,RP0      ;BANK1
        clrf    TRISB           ;ControlBus = OUTPUT
        clrf    TRISD           ;DataBus = OUTPUT
        bcf     STATUS,RP0      ;BANK0
        clrf    DataBus         ;DataBus = 0
        clrf    ControlBus      ;ControlBus = 0

        movlw   0x00            ;SEND COMMON TO DataBus
        movwf   DataBus

        movlw   0x04            ;ControlBus = 4
        movwf   ControlBus      ;ENABLE 7-SEG COMMON
        call    DELAY
        clrf    ControlBus      ;DISABLE 7-SEG COMMON

LOOP    call    SCANKEY         ;Scan Key Switch Matrix
        movlw   0x00
        subwf   DataKey,W
        btfsc   STATUS,Z        ;Test Push Key
        goto    LOOP

        movf    DataKey,W       ;Push Key On , Send DataKey to 7-Segment
        call    TABLE           ;CALL READ DATA 7-SEG FROM TABLE
        movwf   DataBus         ;SEND DATA TO DataBus

        movlw   0x03            ;ControlBus = 3
        movwf   ControlBus      ;ENABLE 7-SEG DATA
        call    DELAY
        clrf    ControlBus      ;DISABLE 7-SEG DATA

        movlw   0x80            ;SEND COMMON TO DataBus
        movwf   DataBus

        movlw   0x04            ;ControlBus = 4
        movwf   ControlBus      ;ENABLE 7-SEG COMMON
        call    DELAY
        clrf    ControlBus      ;DISABLE 7-SEG COMMON

        goto    LOOP

;
;***** Table *****
;
TABLE   addwf   PCL,F
        dt      0x00
        dt      0x3f,0x06,0x5b,0x4f     ;0 1 2 3
        dt      0x66,0x6d,0x7d,0x07     ;4 5 6 7
        dt      0x7f,0x6f,0x77,0x7c     ;8 9 A B
        dt      0x39,0x5e,0x79,0x71     ;C D E F
;
;***** SCAN KEY *****
;
SCANKEY movlw   0x08            ;ControlBus = 8
        movwf   ControlBus      ;ENABLE KEY Matrix
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        bsf     STATUS,RP0      ;BANK1
        movlw   0x0f            ;DataBus,4 - DataBus,7 = Output
        movwf   TRISD           ;DataBus,0 - DataBus,3 = Input
        bcf     STATUS,RP0      ;BANK0

        movlw   0x00            ;Start DataKey Count
        movwf   DataKey
        movlw   0xef            ;Start Loop ScanKey Common
        movwf   LoopKey

SKEY    movf    LoopKey,W
        movwf   DataBus         ;Send Loop ScandKey to DataBus

        incf    DataKey,F       ;DataKey=DataKey+1
        btfss   DataBus,0
        goto    ESCKEY          ;Switch DataBus0 Push
        incf    DataKey,F       ;DataKey=DataKey+1
        btfss   DataBus,1
        goto    ESCKEY          ;Switch DataBus1 Push
        incf    DataKey,F       ;DataKey=DataKey+1
        btfss   DataBus,2
        goto    ESCKEY          ;Switch DataBus2 Push
        incf    DataKey,F       ;DataKey=DataKey+1
        btfss   DataBus,3
        goto    ESCKEY          ;Switch DataBus3 Push


        bsf     STATUS,C
        rlf     LoopKey,F       ;LoopKey Rotate Left
        btfsc   STATUS,C
        goto    SKEY

        movlw   0x00            ;END LoopKey
        movwf   DataKey

ESCKEY  clrf    ControlBus      ;DISABLE KEY Matrix
        bsf     STATUS,RP0      ;BANK1
        clrf    TRISD           ;DataBus = OUTPUT
        bcf     STATUS,RP0      ;BANK0
        return

;
;***** DELAY *****
;
DELAY   movlw   0x05            ;DELAY LATCH
        movwf   Temp
DEL1    decfsz  Temp, F
        goto    DEL1
        return

        end
```

ลำดับขั้นตอนการทดลองใบงาน

1. สร้างโปรเจคใหม่ชื่อ PRO_09.PJT และสร้างซอร์สไฟล์ชื่อ ASM_09.ASM
2. เขียนซอร์สตามโปรแกรมที่ ASM_09
3. ทำการแอสแซมเบลอร์โปรแกรม ASM_09 จะได้ไฟล์ผลลัพธ์คือ ASM_09.HEX สำหรับดาวน์โหลดลงไปในไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877
4. เชื่อมต่อโมดูล PIC-ICSP กับ โมดูล Matrix & Dip Switch และ โมดูล 7- Segment ด้วยสายแพ Bus40 ตามรูปที่ 9.2
5. ดาวน์โหลด ASM_09.HEX ลงในโมดูล PIC-ICSP ด้วยโปรแกรม ! amPIC.EXE
6. อธิบายลักษณะการแสดงผลของ 7-Segment

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

.....

.....

ตารางที่ 9.1 ให้กดหมายเลขสวิตช์ตามตารางต่อไปนี้

Switch	0	1	2	3	4	5	6	7
จงวาดลักษณะของ 7-Segment ลงในช่องของสวิตช์ที่ทำการกด								
Switch	8	9	A	B	C	D	E	F
จงวาดลักษณะของ 7-Segment ลงในช่องของสวิตช์ที่ทำการกด								

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำถามท้ายการทดลอง

1. จงเขียนโปรแกรมสแกนคีย์ Switch Matrix ขนาด 4 × 4 โดยให้แสดงผลที่ 7-Segment ดังนี้

ถ้ากดคีย์ SW0	7-Segmentแสดงเลข	A
ถ้ากดคีย์ SW1	7-Segmentแสดงเลข	b
ถ้ากดคีย์ SW2	7-Segmentแสดงเลข	C
ถ้ากดคีย์ SW3	7-Segmentแสดงเลข	d
ถ้ากดคีย์ SW4	7-Segmentแสดงเลข	E
ถ้ากดคีย์ SW5	7-Segmentแสดงเลข	F
ถ้ากดคีย์ SW6	7-Segmentแสดงเลข	9
ถ้ากดคีย์ SW7	7-Segmentแสดงเลข	8
ถ้ากดคีย์ SW8	7-Segmentแสดงเลข	7
ถ้ากดคีย์ SW9	7-Segmentแสดงเลข	6
ถ้ากดคีย์ SW10	7-Segmentแสดงเลข	5
ถ้ากดคีย์ SW11	7-Segmentแสดงเลข	4
ถ้ากดคีย์ SW12	7-Segmentแสดงเลข	3
ถ้ากดคีย์ SW13	7-Segmentแสดงเลข	2
ถ้ากดคีย์ SW14	7-Segmentแสดงเลข	1
ถ้ากดคีย์ SW15	7-Segmentแสดงเลข	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

คู่มือการใช้งาน
ชุดปฏิบัติการทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คู่มือการใช้งาน
ชุดปฏิบัติการทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877

ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F8XX เป็นชุดฝึกตระกูล PIC Experiment Practical Set ใช้สำหรับทดลองเรียนรู้การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F8XX ของบริษัท Microchip Technology โดยเน้นการปฏิบัติเพื่อการเรียนรู้จากการใช้งานจริงจากฮาร์ดแวร์

อุปกรณ์ต่างๆ ได้ถูกออกแบบโดยแยกเป็นโมดูล จำนวน 14 โมดูลตามหน้าที่ของอุปกรณ์ เพื่อให้สามารถเลือกเรียนรู้ได้ตามต้องการ โดยสามารถใช้งานบางโมดูล หรือทั้งหมดพร้อมกันก็ได้ ประกอบไปด้วยโมดูลดังนี้

1. PIC-ICSP Module คือโมดูลหลักของชุดปฏิบัติการ PIC16F8XX ใช้เพื่อทำการโปรแกรมหรือดาวน์โหลดข้อมูลคำสั่ง จากคอมพิวเตอร์เข้าสู่หน่วยความจำโปรแกรมของ PIC

2. Basic I-O Module คือโมดูลที่ใช้สวิตช์เป็นอุปกรณ์สร้างสัญญาณอินพุต และแอลอีดีเป็นหน่วยแสดงผลเอาท์พุตพื้นฐาน

3. Seven Segment Module คือโมดูลแสดงผลโดยใช้อุปกรณ์ Seven Segment ขนาด 8 หลัก

4. LED Dot Matrix คือโมดูลแสดงผลโดยใช้แอลอีดีแบบเมตริกซ์ ขนาด 5x7 จุดแต่ละจุดสามารถแสดงผลได้ 2 สีคือ สีแดงหรือสีเขียว หรือให้ติดพร้อมกันเป็นสีส้ม

5. Matrix & Dip Switch Module คือโมดูลสร้างสัญญาณอินพุต ซึ่งประกอบไปด้วยดิพสวิตช์ขนาด 8 บิต และเมตริกสวิตช์ขนาด 4x4

6. LCD Display Module คือโมดูลหน่วยแสดงผลแบบผลึกเหลว ขนาด 16x2 ตัวอักษร พร้อมกรอบป้องกันการเสียหายของ LCD

7. Analog & Digital Module คือโมดูลสร้างสัญญาณแอนาลอก และแปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นแอนะลอก

8. RTC-EEPROM-BUZZER Module คือโมดูลที่ประกอบไปด้วยไอซีสร้างฐานเวลาจริงเบอร์ DS1307 ไอซีหน่วยความจำ EEPROM เบอร์ 24LC16 และบัซเซอร์สำหรับกำเนิดเสียง

9. Serial Communication Module คือโมดูลสำหรับทดลองการสื่อสารข้อมูลกับคอมพิวเตอร์ผ่านพอร์ตอนุกรม RS-232 และแบบมาตรฐาน RS-485

10. Motor Module คือโมดูลสำหรับการทดลองขับมอเตอร์ทั้งแบบดีซีมอเตอร์ พร้อมทั้งอุปกรณ์ตรวจจับการหมุนของดีซีมอเตอร์ และสเต็ปปิ้งมอเตอร์ พร้อมทั้งเข็มบอกทิศทางการหมุนและองศาเพื่อควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

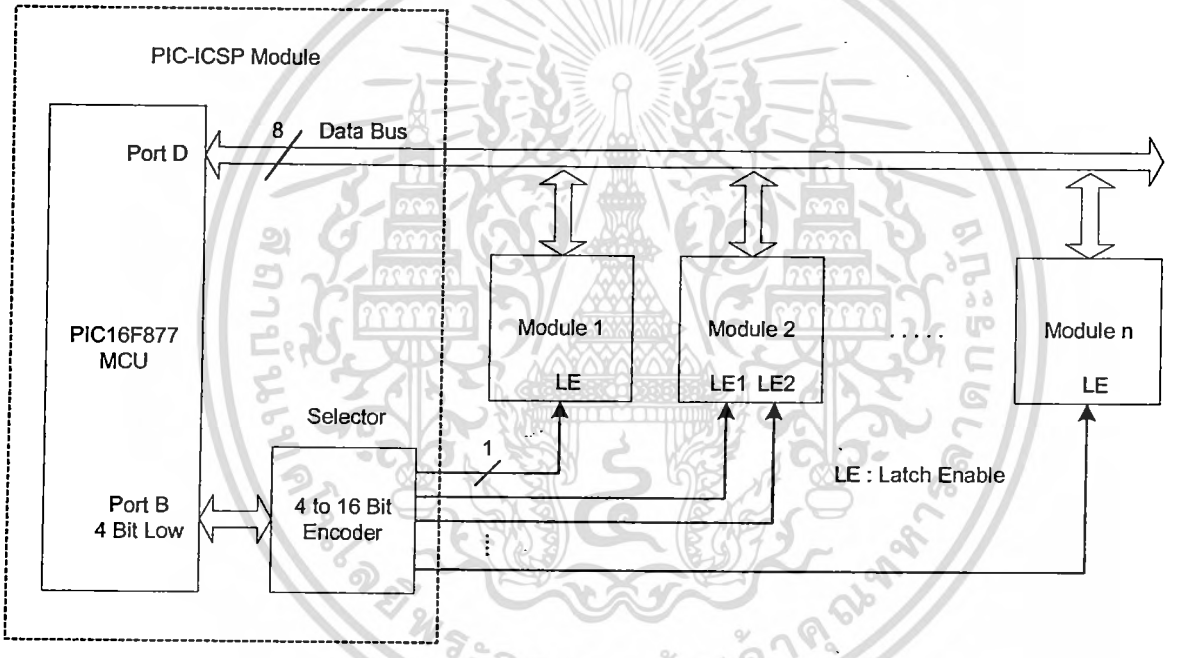
11. Relay Module คือโมดูลสำหรับทดลองการขับสวิตช์รีเลย์ทั้งแบบกลไก และโซลิดสเตทรีเลย์

12. Measure APIClication Module คือโมดูลตัวอย่างที่ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F458 สร้างเป็นเครื่องวัดแรงดัน, ความถี่ และอุณหภูมิ

13. Experiment Module คือโมดูลแผงทดลองวงจร สำหรับการสร้างวงจรทดลองเอง

14. Power SuPICly Module คือโมดูลภาคจ่ายไฟ 5VDC และ 12VDC สำหรับการทดลอง

การเชื่อมต่อโมดูลเข้ากับโมดูลหลัก ได้ออกแบบให้ใช้การเชื่อมต่อแบบบัสรับส่งข้อมูลขนาด 8 บิต โดยอุปกรณ์แต่ละชุดในโมดูลจะมีหมายเลขสำหรับอ้างตำแหน่ง เพื่อเลือกว่าจะให้ PIC ติดต่อกับอุปกรณ์ชุดใด โดยจะแสดงแผนผังการทำงานในรูปที่ 1



รูปที่ 1 แสดงแผนผังการต่อบัสเพื่อเลือกให้ PIC ติดต่อกับอุปกรณ์ชุดใด

จากแผนผังในรูปที่ 1 จะใช้ Port D ของ PIC เป็นบัสสำหรับรับ-ส่งข้อมูล (Data Bus) ที่เชื่อมต่อกับอุปกรณ์ในแต่ละโมดูล และใช้ Port B 4 บิตล่างสำหรับกำหนดว่าจะรับ-ส่งข้อมูลกับอุปกรณ์ในโมดูลใด โดยผ่านไอซีถอดรหัส 4 เป็น 16 เส้น เบอร์ 74HC154 เลือกให้ไอซีแลชเบอร์ 74HC373 ที่อยู่ในโมดูลทำการแลชข้อมูลที่ส่งไปให้ หรืออีนาเบิลเอาท์พุตให้ส่งข้อมูลกลับมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมายเลขของอุปกรณ์ในแต่ละโมดูลแสดงดังตารางที่ 1

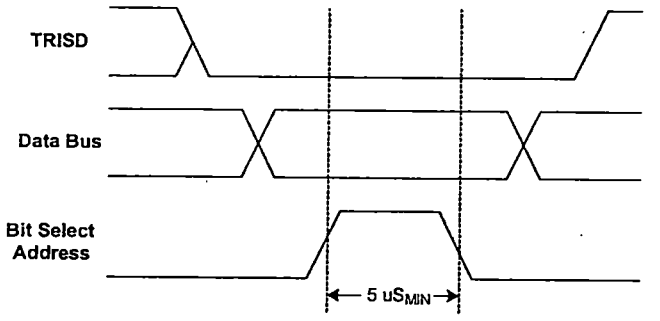
โมดูล	หมายเลขแอดเดรส	อุปกรณ์ต่อพ่วง	ทิศทางพอร์ต
	A0	ตำแหน่งว่าง	-
โมดูล	**หมายเลขแอดเดรส**	**อุปกรณ์ต่อพ่วง**	**ทิศทางพอร์ต**
Basic I-O	A1	LED Basic	Output
	A2	Switch Basic	Input
Seven Segment	A3	Segment Data	Output
	A4	Segment Digit	Output
LED Dot Matrix	A5	Red Row	Output
	A6	Green Row	Output
	A7	Column	Output
Matrix & Dip Switch	A8	Matrix Switch	Input/Output
	A9	Dip Switch	Input
ADC & DAC	A10	DAC0808	Output
	A11	DAC R-2R ladder	Output
Motor	A12	StePICing Motor	Output
Relay	A13	Relay	Output
	A14	ไม่ใช้งาน	-
	A15	ไม่ใช้งาน	-

ตารางที่1 แสดงหมายเลขของอุปกรณ์ในแต่ละโมดูล

เมื่อต้องการติดต่อกับอุปกรณ์ชนิดใด ก็กำหนดทิศทางของดาต้าบัสตามอุปกรณ์ที่จะติดต่อ โดยกำหนดลงในรีจิสเตอร์ TRISD ใน PIC

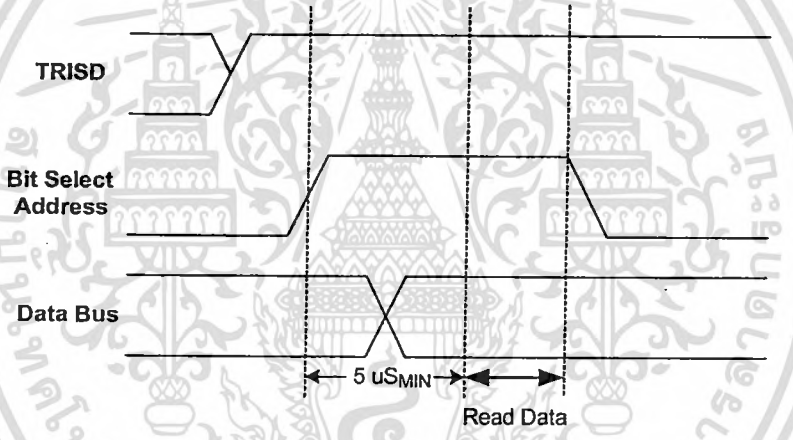
ถ้าเลือกใช้เป็นพอร์ตเอาท์พุตก็ทำการส่งข้อมูลที่ต้องการไปยังดาต้าบัสแล้วส่งสัญญาณเลือกตำแหน่งของอุปกรณ์นั้นออกไปเป็นพัลส์ เพื่อสั่งให้อุปกรณ์ตัวนั้นรับเอาข้อมูลจากดาต้าบัสไป โดยคาบเวลาการส่งข้อมูลไปยังอุปกรณ์เอาท์พุตแสดงดังรูปที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2 แสดงคาบเวลาการส่งข้อมูลไปยังอุปกรณ์เอาต์พุต

ถ้าเลือกใช้เป็นพอร์ตอินพุต ก็ส่งสัญญาณ "1" ไปเลือกตำแหน่งของอุปกรณ์ตัวนั้น อุปกรณ์ก็จะส่งข้อมูลมายังดาต้าบัส แล้วก็ให้ PIC อ่านข้อมูลจากดาต้าบัสไปใช้งาน จากนั้นก็ส่งสัญญาณ "0" เพื่อหยุดการติดต่อกับอุปกรณ์ โดยคาบเวลาการอ่านข้อมูลจากอุปกรณ์อินพุตแสดงดังรูปที่ 3



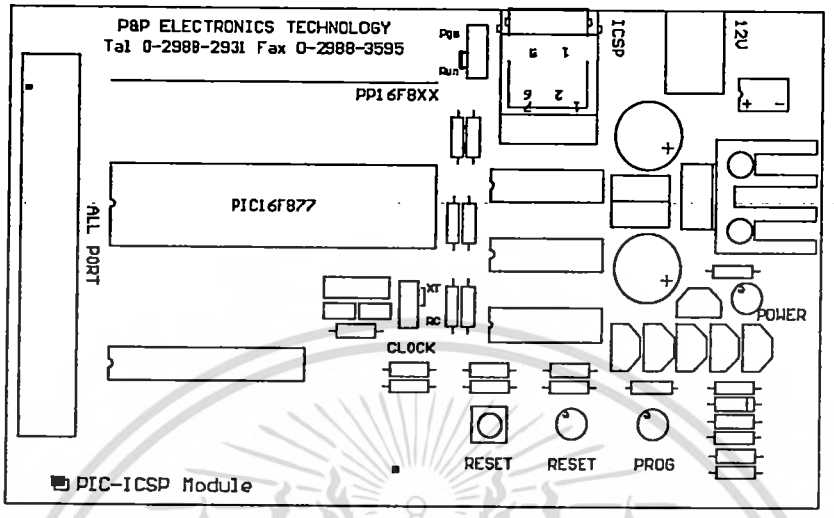
รูปที่ 3 แสดงคาบเวลาการอ่านข้อมูลจากอุปกรณ์อินพุต

ในบางโมดูล จะมีการเชื่อมต่อเข้ากับพอร์ตอื่นๆ ของ PIC เนื่องจากต้องการใช้คุณสมบัติพิเศษของ PIC ในการทำงาน เช่นอุปกรณ์สร้างสัญญาณแอนาลอกที่อยู่ใน Analog & Digital Module จะต่อเข้ากับ ADC ที่อยู่ในตัว PIC ซึ่งจะถูกแยกบิตในการเชื่อมต่อโดยเฉพาะ โดยจะกล่าวในรายละเอียดของแต่ละโมดูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายละเอียดของโมดูล

1. โมดูล PIC-ICSP



รูปที่ 4 แสดง PIC-ICSP Module

จากรูปที่ 4 คือโมดูลหลัก PIC-ICSP จะประกอบไปด้วยชิพไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F458 ซึ่งในโมดูล PIC-ICSP จะมีเครื่องมือสำหรับโปรแกรม/ดาวน์โหลดข้อมูลคำสั่งจากเครื่องคอมพิวเตอร์ผ่านพอร์ตขนาน เข้าสู่หน่วยความจำโปรแกรมของ PIC ซึ่งเป็นแบบ In-Curcuit Serial Programming (ICSP) คือโปรแกรมในขณะที่กำลังต่อวงจรทดลอง นอกจากนี้ยังมีสวิตช์สำหรับรีเซ็ตการทำงานมีแอลอีดีบอกสถานะการโปรแกรมและการรีเซ็ต

สามารถเลือกชนิดของสัญญาณนาฬิกาได้ว่าจะใช้จากคริสตอล 4 MHz หรือจะใช้ RC ออสซิสเล-เตอร์ ซึ่งขึ้นอยู่กับการเลือกใช้ในซ็อฟแวร์ และการเซ็ตจั้มเปอร์ CLOCK

มีไอซี #74LS154 ซึ่งเป็นไอซีถอดรหัส 4 เป็น 16 เส้นสำหรับการเลือกอุปกรณ์เชื่อมต่อ ตามหมายเลขอุปกรณ์ที่อยู่ในแต่ละโมดูล

การเชื่อมต่อกับโมดูลจะเชื่อมต่อสัญญาณทั้งหมดผ่านสายสัญญาณ 40 เส้น (BUS40) โดยจะแบ่งสัญญาณออกได้ดังนี้

Data Bus บัสสำหรับรับ-ส่งข้อมูลจำนวน 8 เส้น RD0-RD7

Selector Bus เส้นสัญญาณสำหรับเลือกอุปกรณ์เชื่อมต่อ จำนวน 13 เส้น A1-A13

Port Bit สำหรับการเชื่อมต่อพอร์ตบิตพิเศษของ PIC เข้ากับอุปกรณ์โดยตรง 16 เส้น

Power Bus บัสสำหรับภาคจ่ายไฟ 5VDC, 12VDC และกราวน์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

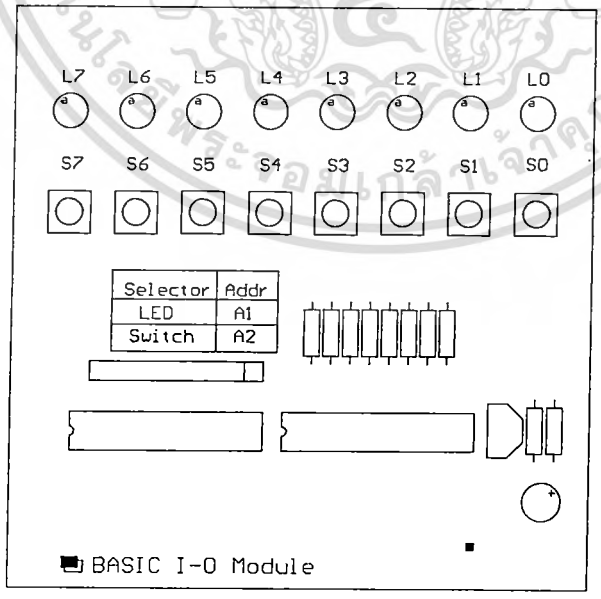
คอนเน็คเตอร์ ALL PORT ขนาด 40 เส้น ใช้สำหรับการทดลองสร้างวงจรขึ้นทดลองเองในโมดูล Experiment โดยจะกอบไปด้วยพอร์ตสำหรับเชื่อมต่อทั้งหมดของ PIC18F458 (จำนวน 33 เส้น) คือ PortA, PortB, PortC, PortD, PortE และบัสสำหรับภาคจ่ายไฟอีก 3 เส้น

นอกจากนี้ในโมดูล PIC-ICSP ยังประกอบไปด้วยภาคจ่ายไฟ 5VDC, 12VDC ซึ่งใช้จ่ายไฟให้กับโมดูลอื่นๆ ได้ในกรณีที่ไม่ได้ใช้โมดูลภาคจ่ายไฟ

2. โมดูล Basic I-O

จากรูปที่ 5 คือ Basic I-O Module ใช้สำหรับการเชื่อมต่อพื้นฐาน ประกอบไปด้วยสวิตช์กดติดปล่อยดับจำนวน 8 ตัว สำหรับสร้างสัญญาณลอจิกพื้นฐาน และแอลอีดีจำนวน 8 ดวง สำหรับเป็นหน่วยแสดงผลพื้นฐาน ในส่วนของสวิตช์ จะใช้ไอซีแลช #74LS373 ต่อเป็นบัฟเฟอร์ต่อเข้ากับดาต้าบัส เมื่อต้องการอ่านข้อมูลกดสวิตช์ ก็ส่งสัญญาณ Selector บิตหมายเลข A2 มายังไอซีแลชเพื่ออีนาเบิลเอาท์พุตของไอซีแลช ให้ส่งข้อมูลไปยังดาต้าบัส จากนั้นก็ทำการอ่านข้อมูลจากบัสไปใช้งาน แล้วก็หยุดการส่งสัญญาณ Selector เพื่อให้ไอซีแลชยกเลิกการจองดาต้าบัส

ในส่วนของแอลอีดี ก็จะมีไอซีแลชเบอร์เดียวกัน ที่ต่อเป็นวงจรแลชสัญญาณและเป็นทั้งตัวขับแอลอีดีให้ติดสว่างด้วย เมื่อต้องการส่งข้อมูลการแสดงผลก็ทำได้โดยส่งข้อมูลมายังดาต้าบัส จากนั้นก็ส่งสัญญาณ Selector บิตหมายเลข A1 มายังไอซีแลชให้ทำการแลชข้อมูลจากดาต้าบัสส่งไปให้แอลอีดี จากนั้นก็หยุดสั่งสัญญาณ Selector ข้อมูลก็จะยังคงค้างอยู่ในไอซีแลช แอลอีดีก็จะติดค้างอยู่ตามข้อมูลที่ส่งมา



รูปที่ 5 แสดง BASIC I-O Module

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. **โมดูล** Seven Segment

SEVEN SEGMENT Module เป็นโมดูลแสดงผลแบบตัวเลข 7 ส่วน ขนาด 8 หลัก ชนิดแคโถดร่วม โดยมีตำแหน่งสำหรับส่งข้อมูลอยู่ 2 ตำแหน่งคือ A3 และ A4 โดย A3 สำหรับส่งข้อมูลด้านเซ็กเมนต์ เมื่อต้องการให้เซ็กเมนต์ใดติดก็ส่งข้อมูล "1" มายังบิตนั้น ส่วน A4 สำหรับเลือกว่าจะให้หลักใดติด บิตของหลักใดเป็น "1" หลักนั้นก็จะติดสว่างขึ้น

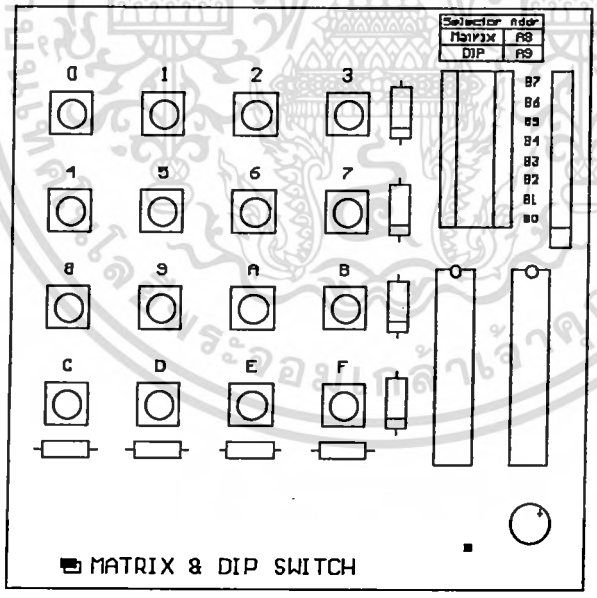
การส่งข้อมูลจะกระทำเหมือนการส่งข้อมูลให้แอลอีดีเบสิกในโมดูล Basic I-O ต่างกันตรงที่หมายเลข Selector จาก A2 เป็น A3 และ A4

4. **โมดูล** LED Dot Matrix

โมดูล LED DOT MATRIX เป็นอุปกรณ์แสดงผลแบบแอลอีดีดอตเมตริกซ์ขนาด 7x5 จุด 2 สี คือสีแดงและสีเขียว และเมื่อสั่งให้ทั้งสองสีติดพร้อมกันก็จะแสดงเป็นสีส้ม จึงสามารถแสดงผลได้ 3 สี

วงจรจะใช้ไอซีแลช สำหรับแลชข้อมูลการติดของแถวสีแดง, แถวสีเขียว และการแลชของคอลัมน์ นั่นคือแอลอีดีจะติดทีละคอลัมน์ จะให้จุดใดในคอลัมน์ติดบ้างก็ส่งข้อมูลไปกำหนด ซึ่งแบ่งเป็นข้อมูลสีแดง และข้อมูลสีเขียว จากนั้นก็ส่งข้อมูลคอลัมน์ว่าจะให้คอลัมน์ใดติดสแกนไปเรื่อยๆ ด้วยความเร็ว

5. **โมดูล** Matrix & Dip Switch



รูปที่ 8 แสดง MATRIX & DIP SWITCH MODULE

จากรูปที่ 8 คือ MATRIX & DIP SWITCH MODULE เป็นโมดูลสวิตช์เมตริกขนาด 4 แถว 4 หลัก เป็นอุปกรณ์สำหรับรับข้อมูลการกดคีย์ให้ PIC รับรู้ แต่ในการสั่งงานจะต้องใช้พอร์ต ที่เป็นทั้งเอาต์พุตและอินพุตในเวลาเดียวกันเนื่องจากการทำงานของสวิตช์เมตริกจะใช้การสแกนแถวและหลักด้วยความเร็ว นั่นคือจะต้องส่งข้อมูลมาเลือกแถวที่ต้องการด้วยพอร์ตเอาต์พุต และใช้พอร์ตอินพุตใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

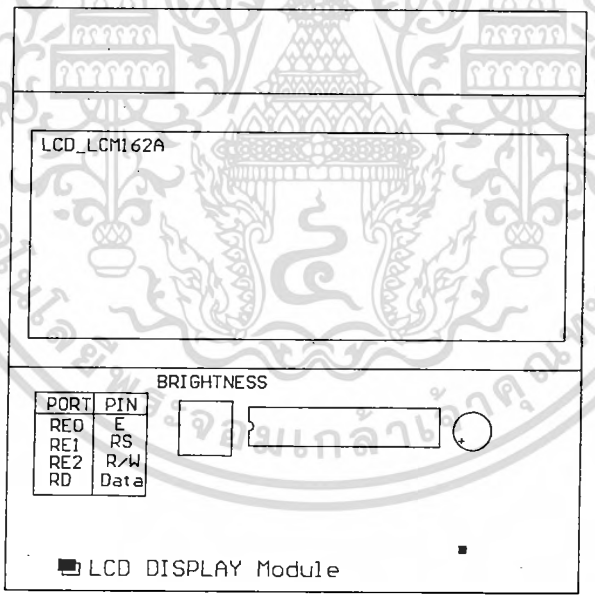
การอ่านว่ามีหลักใดในแถวนั้นถูกกดหรือไม่ นั่นคือ 4 แถวจะเป็นอุปกรณ์เอาต์พุต 4 หลักเป็นอุปกรณ์อินพุต

ดังนั้นเมื่อต้องการติดต่อกับอุปกรณ์สวิตช์เมตริก จะต้องกำหนดให้ทิศทางของบัสให้ 4 บิตบนเป็นเอาท์พุตสำหรับส่งข้อมูลเลือกแถว และ 4 บิตล่างเป็นอินพุตอ่านข้อมูลการกดของหลัก

สวิตช์ดิพเป็นขนาด 8 บิต ใช้ 74LS373 ต่อเป็นบัฟเฟอร์สำหรับเปิดปิดเส้นทางการอ่านข้อมูลจากสวิตช์ดิพนี้

6. โมดูล LCD DISPLAY

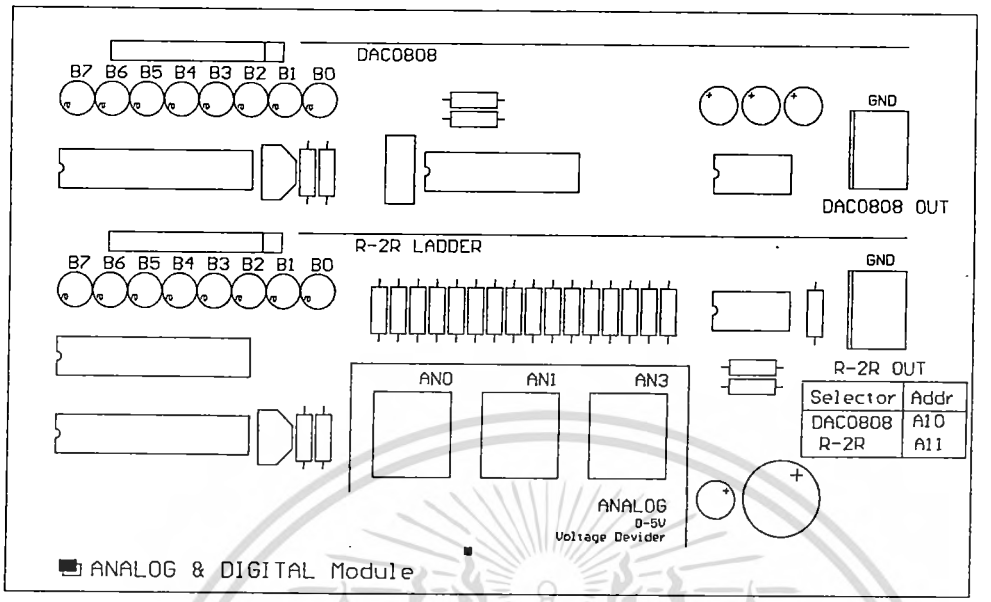
จากรูปที่ 9 คือ LCD DISPLY Module เป็นอุปกรณ์แสดงผลแบบผลึกเหลวชนิดแสดงผลเป็นตัวอักษรขนาด 16 อักษร 2 แถว มีแสงไฟส่องสว่างที่พื้นหลัง วงจรเชื่อมต่อแบบรับส่งข้อมูล 8 บิต โดยจะใช้ดาต้าบัสในการรับส่งข้อมูล แต่จะไม่มีหมายเลขตำแหน่งในการรับส่งข้อมูล เนื่องจากจะใช้ Port E ของ PIC ต่อเข้ากับขาควบคุมของ LCD ดังนั้นเมื่อต้องการติดต่อกับ LCD จะต้องเลือกแอสเดรสเป็นตำแหน่งว่าง (0x00) เพื่อให้ดาต้าบัสว่าง และรับส่งข้อมูลด้วยการสั่งงานทาง Port E ของ PIC แทน



รูปที่ 9 แสดง LCD DISPLAY Module

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. โมดูล Analog & Digital



รูปที่ 10 แสดง ANALOG & DIGITAL Module

จากรูปที่ 10 คือ ANALOG & DIGITAL Module จะประกอบไปด้วยส่วนสร้างสัญญาณแอนะลอก เพื่อใช้ป้อนให้กับตัวเปลี่ยนสัญญาณแอนะลอกเป็นดิจิตอลในตัว PIC โดยใช้ตัวต้านทานแบบปรับค่าได้ ต่อเป็นวงจรแบ่งแรงดัน 0-5 โวลต์ จำนวน 3 ช่องสัญญาณ

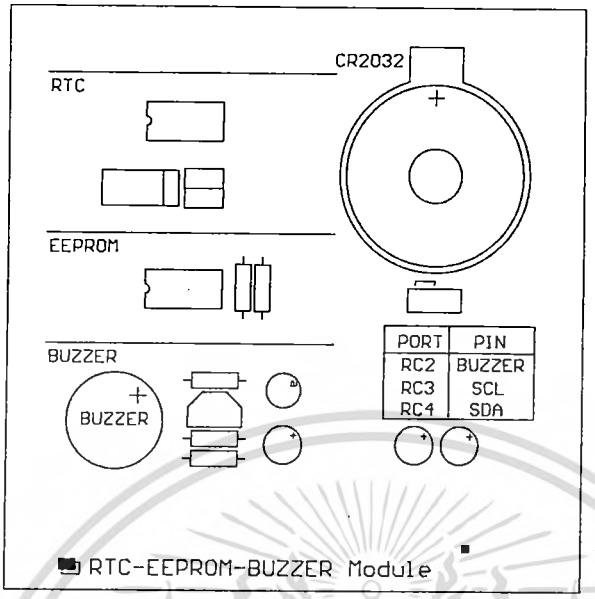
วงจรเปลี่ยนสัญญาณดิจิตอลเป็นแอนาลอก มีให้เรียนรู้ทั้งแบบใช้ไอซีเบอร์ DAC0808 และแบบวงจร R-2R Ladder ทั้งสองแบบจะเป็นขนาด 8 บิต

8. โมดูล RTC-EEPROM-BUZZER

จากรูปที่ 11 คือ RTC- EEPROM-BUZZER Module จะประกอบไปด้วยอุปกรณ์สร้างฐานเวลาจริง โดยใช้ไอซี DS1307 ซึ่งจะใช้การเชื่อมต่อมาตรฐาน I^2C ใช้บัสร่วมกับอุปกรณ์หน่วยความจำ EEPROM เบอร์ 24LC16 ที่ใช้มาตรฐานการเชื่อมต่อเดียวกัน

อุปกรณ์เปล่งเสียง บัซเซอร์ ต่ออยู่กับพอร์ต RC2 ของ PIC ซึ่งสามารถเขียนโปรแกรมสั่งงานให้เปล่งเสียงโดยใช้ได้ทั้งโปรแกรมแบบลูป หรือจะใช้ PWM ที่อยู่ในตัว PIC สำหรับสร้างความถี่ก็ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



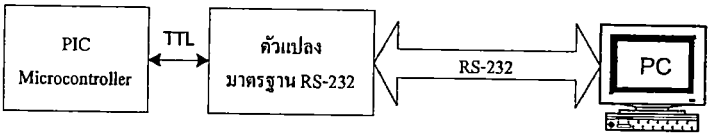
รูปที่11 แสดง RTC-EEPROM-BUZZER Module

9. โมดูล Serial Communication

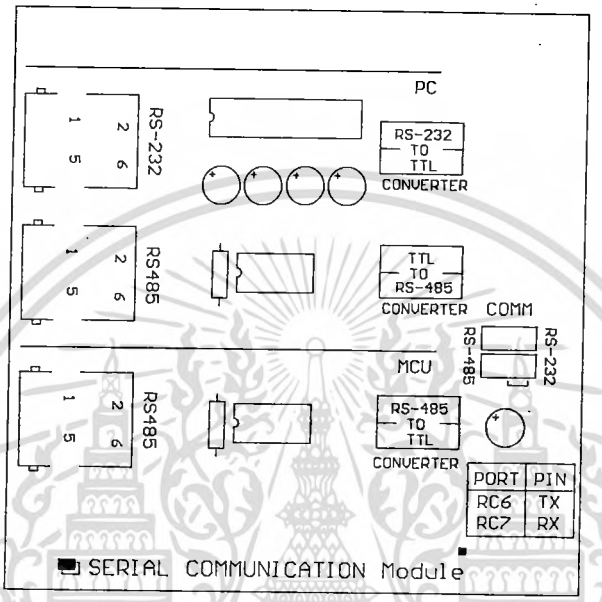
จากรูปที่ 12 คือ RTC-EEPROM –BUZZER Module จะประกอบไปด้วยวงจรแปลงมาตรฐานการรับส่งข้อมูลอนุกรม RS-232 สำหรับเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ และวงจรแปลงมาตรฐานการรับส่งข้อมูลอนุกรม RS-485 สำหรับใช้ในการเชื่อมต่อในระยะทางไกลๆ โดยมีจั้มเปอร์สำหรับเลือกชนิดของมาตรฐาน เพื่อเลือกการต่อดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเชื่อมต่อกับ PC ด้วยมาตราฐาน RS-232



รูปที่ 14 แสดงการเชื่อมต่อ PC ด้วยมาตรฐาน RS-232



รูปที่ 12 แสดง SERIAL COMMUNICATION Module

การเชื่อมต่อกับ PC ด้วยมาตราฐาน RS-485

รูปที่ 14 แสดงการเชื่อมต่อกับ PC ด้วยมาตรฐาน RS-485

10. โมดูล Motor Driver

จากรูปที่ 15 คือ MOTOR DRIVER Module จะประกอบด้วยสเตปปิ้งมอเตอร์ ซึ่งใช้ไอซีขับกระแสเบอร์ ULN2803 ซึ่งขับกระแสได้สูงสุด 500 มิลลิแอมป์ต่อแชลแนล การสั่งงานจะใช้ไอซีแลชข้อมูลจากดาต้าบัส

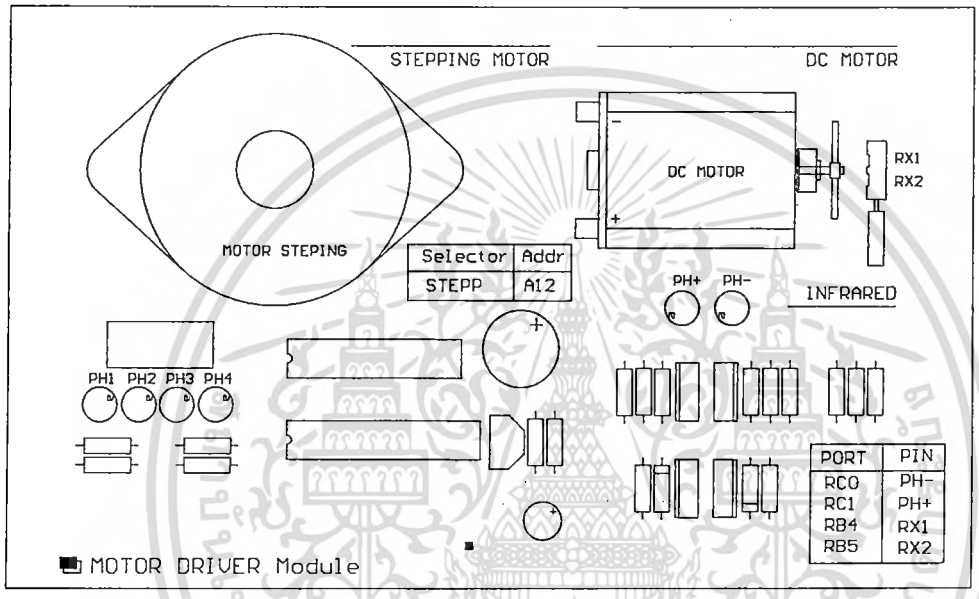
และมอเตอร์กระแสตรง จะใช้บิตสำหรับขับโดยตรงจาก PIC เพื่อให้สามารถใช้การขับมอเตอร์ด้วย PWM เพื่อให้สามารถปรับค่าดิวตี้ไซเคิลได้ เพื่อใช้ควบคุมความเร็วของมอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนของวงจรเซนเซอร์ การหมุนของมอเตอร์กระแสตรง จะใช้แสงอินฟาเรดจากตัวส่ง 1 ตัว และตัวรับ 2 ตัว เพื่อให้สามารถนับรอบการหมุนของมอเตอร์ได้ โดยจะต่อเข้ากับบิต RB4 และ RB5 ของ PIC ซึ่งสามารถใช้อินเตอร์รัพในการรับสัญญาณได้

สเตปปิ้งมอเตอร์ จะใช้ไอซีขับประแสเบอร์ ULN2803 ซึ่งขับกระแสได้สูงสุด 500 มิลลิแอมป์ต่อแชลแนล การสั่งงานจะใช้ไอซีแลชข้อมูลจากดาต้าบัส

มอเตอร์กระแสตรง จะใช้บิตสำหรับขับโดยตรงจาก PIC เพื่อให้สามารถใช้การขับมอเตอร์ด้วย PWM เพื่อให้สามารถปรับค่าดิวตี้ไซเคิลได้ เพื่อใช้ควบคุมความเร็วของมอเตอร์

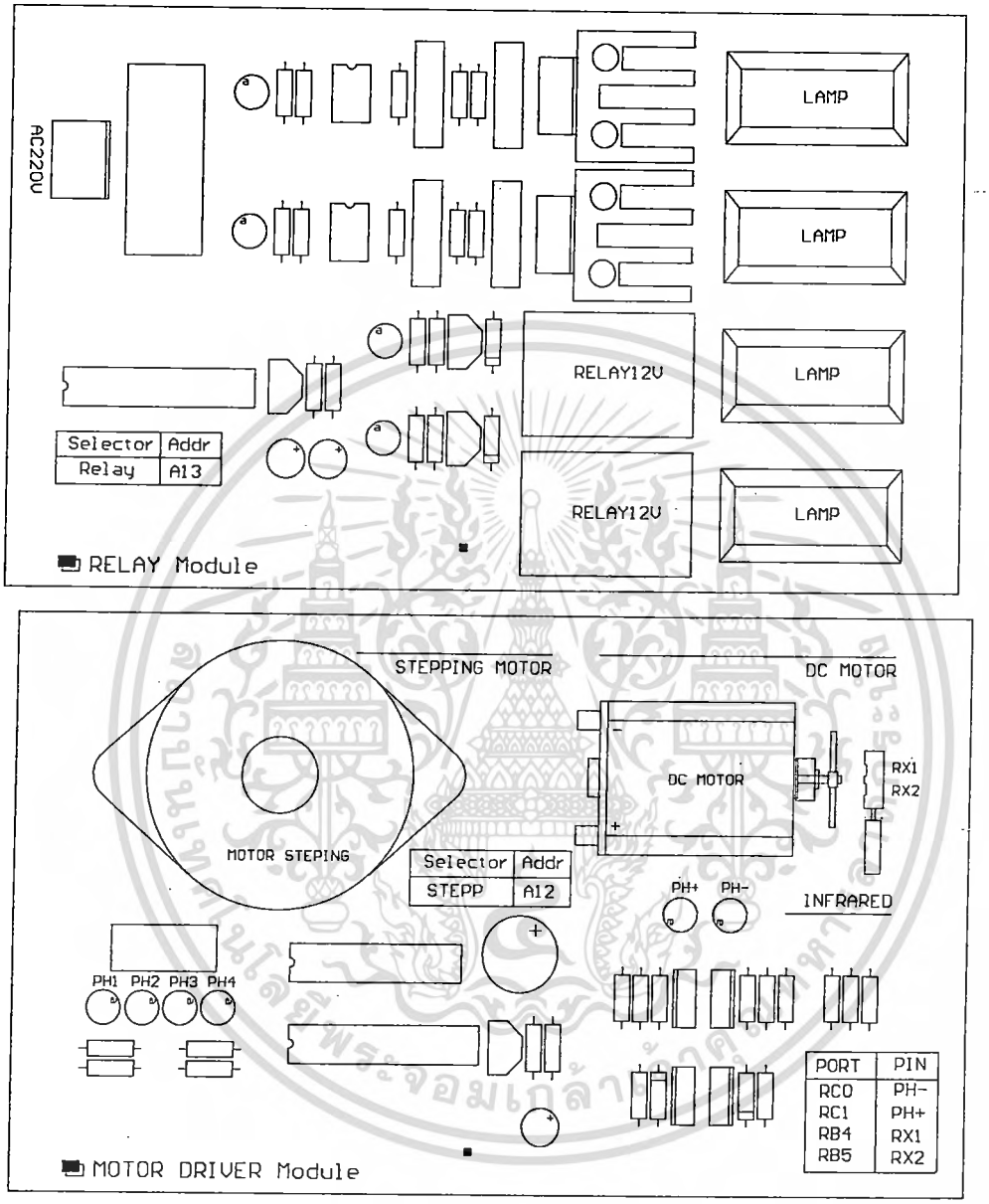


รูปที่ 15 แสดง MOTOR DRIVER Module

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

11. โมดูล Relay

RELAY Module จะประกอบไปด้วยรีเลย์แบบกลไกหน้าสัมผัสและโซลิดสเตท รีเลย์ โดยมีโหลดเป็นแอลอีดีสำหรับแสดงผล สำหรับแสดงผลการทำงานของหน้าสัมผัส



รูปที่ 16 แสดง RELAY Module

12. โมดูล Measure APIClication

MEASURE APICLICATION Module เป็นโมดูลตัวอย่างการใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC ควบคุมการทำงานของเครื่องมือวัด ที่ประกอบไปด้วยเครื่องวัดแรงดัน, เครื่องวัดความถี่ และเครื่องวัดอุณหภูมิ ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F876 ซึ่งเป็นเบอร์ที่อยู่ในตระกูลเดียวกับ PIC18F458 แต่มีขนาดเล็กกว่า การทำงานของโมดูลนี้จะไม่มีส่วนเกี่ยวข้องกับโมดูลหลัก ICSP แต่จะใช้แหล่งจ่ายไฟจากระบบเท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง

แบบประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินคุณภาพสื่อการเรียนการสอนด้านเนื้อหา

แบบประเมินคุณภาพชุดนี้เป็นแบบสอบถามความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิเกี่ยวกับการประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877 ในด้านความเหมาะสม และความถูกต้องของเนื้อหา

คำชี้แจง

แบบประเมินคุณภาพชุดนี้ แบ่งออกเป็น 2 ตอน

ตอนที่ 1 แบบประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877 ในด้านความเหมาะสม และความถูกต้องของเนื้อหา

ตอนที่ 2 แบบสอบถามเกี่ยวกับความคิดเห็น และข้อเสนอแนะอื่นๆ

การประเมิน

ตอนที่ 1 กรุณาใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง **ระดับคุณภาพ** เพียงช่องเดียว ที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน โดยกำหนดเกณฑ์การเลือกไว้ 5 ระดับ ดังนี้

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

ตอนที่ 2 โปรดเขียนแสดงความคิดเห็น และข้อเสนอแนะ โดยลำดับหัวข้อตามระดับความสำคัญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตอนที่ 1 แบบประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877ในด้านความเหมาะสม และความถูกต้องของเนื้อหา

ข้อที่	รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ				
		5	4	3	2	1
1.	รูปร่างและขนาดของชุดปฏิบัติการมีความเหมาะสม					
2.	การจัดตำแหน่งของอุปกรณ์มีความเหมาะสม					
3.	สะดวกต่อการต่อสายและอุปกรณ์ข้างเคียง					
4.	การบำรุงรักษาสามารถทำได้ง่าย					
5.	มีความปลอดภัยในขณะทำการทดลอง					
6.	รูปแบบของชุดปฏิบัติการกระตุ้นและจูงใจผู้ทดลอง					
7.	มีความเหมาะสมกับระดับความรู้ของผู้ทดลอง					
8.	สามารถทำให้ผู้ทดลองบรรลุตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้					
9.	ชุดปฏิบัติการใช้งานได้สะดวกและเป็นไปตามขั้นตอน					
10.	มีลำดับขั้นตอนการทดลองสัมพันธ์กับใบงานการทดลอง					
11.	สร้างเสริมประสบการณ์ในการฝึกทักษะความรู้ใหม่ๆ					
12.	ผู้ทดลองสามารถนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ได้					

ตอนที่ 2 แบบสอบถามเกี่ยวกับความคิดเห็น และข้อเสนอแนะอื่นๆ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(.....)

ผู้ทรงคุณวุฒิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินคุณภาพใบงานการทดลอง

แบบประเมินคุณภาพชุดนี้เป็นแบบสอบถามความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิเกี่ยวกับใบงานการทดลองประกอบชุดปฏิบัติการทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877

คำชี้แจง

แบบประเมินคุณภาพชุดนี้ แบ่งออกเป็น 2 ตอน

ตอนที่ 1 แบบประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877 ในด้านความเหมาะสม และความถูกต้อง ของใบงานการทดลอง

ตอนที่ 2 แบบสอบถามเกี่ยวกับความคิดเห็น และข้อเสนอแนะอื่นๆ

การประเมิน

ตอนที่ 1 กรุณาใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง **ระดับคุณภาพ** เพียงช่องเดียว ที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน โดยกำหนดเกณฑ์การเลือกไว้ 5 ระดับ ดังนี้

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

ตอนที่ 2 โปรดเขียนแสดงความคิดเห็น และข้อเสนอแนะ โดยลำดับหัวข้อตามระดับความสำคัญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตอนที่ 1 แบบประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877ในด้านความเหมาะสม และความถูกต้องของใบงานการทดลอง

ใบงานการทดลองที่ ..... เรื่อง						
ข้อที่	รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ				
		5	4	3	2	1
1.	บอกวัตถุประสงค์ของการทดลองในใบงาน					
2.	ความถูกต้องของเนื้อหา					
3.	การทดลองมีการเรียงลำดับจากง่ายไปหายาก					
4.	ความเหมาะสมของลำดับขั้นการทดลอง					
5.	ความชัดเจนในการอธิบายลำดับขั้นการทดลอง					
6.	ความเหมาะสมของคำถามท้ายการทดลอง					
7.	ความถูกต้องของรูปและตาราง					
8.	ความชัดเจนเหมาะสมของขนาดตัวอักษร รูปภาพและตาราง					
9.	ความเหมาะสมของรูปแบบใบงาน					
10.	ความสะดวกในการบันทึกค่าต่างๆ					
11.	การทดลองในใบงานดึงดูดความสนใจในการทดลอง					
12.	สามารถนำความรู้ไปใช้งานที่ซับซ้อนขึ้นได้					

ตอนที่ 2 แบบสอบถามเกี่ยวกับความคิดเห็น และข้อเสนอแนะอื่นๆ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(.....)

ผู้ทรงคุณวุฒิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินคุณภาพสื่อการเรียนการสอนด้านการผลิตสื่อ

แบบประเมินคุณภาพชุดนี้เป็นแบบสอบถามความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิเกี่ยวกับชุดปฏิบัติการทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877ในด้านการผลิตสื่อ

คำชี้แจง

แบบประเมินคุณภาพชุดนี้ แบ่งออกเป็น 2 ตอน

ตอนที่ 1 แบบประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877 ในด้านการผลิตสื่อ

ตอนที่ 2 แบบสอบถามเกี่ยวกับความคิดเห็น และข้อเสนอแนะอื่นๆ

การประเมิน

ตอนที่ 1 กรุณาใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง **ระดับคุณภาพ** เพียงช่องเดียว ที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน โดยกำหนดเกณฑ์การเลือกไว้ 5 ระดับ ดังนี้

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

ตอนที่ 2 โปรดเขียนแสดงความคิดเห็น และข้อเสนอแนะ โดยลำดับหัวข้อตามระดับความสำคัญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตอนที่ 1 แบบประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877 ในด้านการผลิตสื่อ

ข้อที่	รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ				
		5	4	3	2	1
1.	การจัดตำแหน่งของอุปกรณ์มีความเหมาะสม					
2.	รูปร่างและขนาดของชุดปฏิบัติการมีความเหมาะสม					
3.	สะดวกต่อการต่อสายและอุปกรณ์ข้างเคียง					
4.	ความเหมาะสมของวัสดุที่นำมาใช้สร้างชุดปฏิบัติการ					
5.	ความแข็งแรงทนทานของชุดปฏิบัติการ					
6.	การบำรุงรักษาสามารถทำได้ง่าย					
7.	การวางรูปแบบของหน้าจอ					
8.	ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษรและสีตัวอักษร					
9.	ความเหมาะสมของภาพและตาราง					
10.	ความเหมาะสมของสีพื้น					
11.	โปรแกรมการทดลองติดตั้งและใช้งานง่าย					
12.	โปรแกรมการทดลองมีลักษณะจูงใจ และน่าสนใจในการเรียน					

ตอนที่ 2 แบบสอบถามเกี่ยวกับความคิดเห็น และข้อเสนอแนะอื่นๆ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(.....)

ผู้ทรงคุณวุฒิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ

การวิเคราะห์ข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ จ.1 ผลการประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาของชุดปฏิบัติการ โดยผู้ทรงคุณวุฒิ

รายการที่ประเมิน	ระดับความเหมาะสม			$\overline{X}$	S.D.
	คนที่1	คนที่2	คนที่3		
1. รูปร่างและขนาดของชุดปฏิบัติการมีความเหมาะสม	5	4	5	4.67	0.58
2. การจัดตำแหน่งของอุปกรณ์มีความเหมาะสม	5	4	4	4.33	0.58
3. สะดวกต่อการต่อสายและอุปกรณ์ข้างเคียง	5	4	4	4.33	0.58
4. การบำรุงรักษาสามารถทำได้ง่าย	4	4	4	4.00	0.00
5. มีความปลอดภัยในขณะทำการทดลอง	5	4	5	4.67	0.58
6. รูปแบบของชุดปฏิบัติการกระตุ้นและจูงใจผู้ทดลอง	4	4	4	4.00	0.00
7. มีความเหมาะสมกับระดับความรู้ของผู้ทดลอง	4	5	4	4.33	0.58
8. สามารถทำให้ผู้ทดลองบรรลุตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้	4	5	4	4.33	0.58
9. ชุดปฏิบัติการใช้งานได้สะดวกและเป็นไปตามขั้นตอน	4	4	4	4.00	0.00
10. มีลำดับขั้นตอนการทดลองสัมพันธ์กับใบงานการทดลอง	5	4	4	4.33	0.58
11. สร้างเสริมประสบการณ์ในการฝึกทักษะความรู้ใหม่ๆ	5	5	5	5.00	0.00
12. ผู้ทดลองสามารถนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ได้	5	5	4	4.67	0.58
เฉลี่ยรวม				4.39	0.38

ตารางที่ จ.2 ผลการประเมินคุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่อ โดยผู้ทรงคุณวุฒิ

รายการที่ประเมิน	ระดับความเหมาะสม			$\overline{X}$	S.D.
	คนที่1	คนที่2	คนที่3		
1. การจัดตำแหน่งของอุปกรณ์มีความเหมาะสม	5	5	5	5.00	0.00
2. รูปร่างและขนาดของชุดปฏิบัติการมีความเหมาะสม	5	5	5	5.00	0.00
3. สะดวกต่อการต่อสายและอุปกรณ์ข้างเคียง	5	5	5	5.00	0.00
4. ความเหมาะสมของวัสดุที่นำมาใช้สร้างชุดปฏิบัติการ	5	5	5	5.00	0.00
5. ความแข็งแรงทนทานของชุดปฏิบัติการ	5	5	5	5.00	0.00
6. การบำรุงรักษาสามารถทำได้ง่าย	5	4	4	4.33	0.58
7. การวางรูปแบบของหน้าจอ	5	5	5	5.00	0.00
8. ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษรและสีตัวอักษร	5	5	5	5.00	0.00
9. ความเหมาะสมของภาพและตาราง	5	5	5	5.00	0.00
10. ความเหมาะสมของสีพื้น	4	5	5	4.67	0.58
11. โปรแกรมการทดลองติดตั้งและใช้งานง่าย	4	5	4	4.33	0.58
12. โปรแกรมการทดลองมีลักษณะจูงใจ และน่าสนใจ	5	5	4	4.67	0.58
เฉลี่ยรวม				4.83	0.19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ จ.3 ผลการประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาของใบงานการทดลองที่ 1-3 โดยผู้ทรงคุณวุฒิ

รายการที่ประเมิน	ใบงานการทดลองที่ 1					ใบงานการทดลองที่ 2					ใบงานการทดลองที่ 3				
	ระดับความเหมาะสม			$\bar{X}$	*S.D.*	ระดับความเหมาะสม			$\bar{X}$	*S.D.*	ระดับความเหมาะสม			$\bar{X}$	*S.D.*
	คนที่1	คนที่2	คนที่3			คนที่1	คนที่2	คนที่3			คนที่1	คนที่2	คนที่3		
1. บอกวัตถุประสงค์ของการทดลองในใบงาน	4	5	5	4.67	0.58	5	4	5	4.67	0.58	5	4	4	4.33	0.58
2. ความถูกต้องของเนื้อหา	4	5	5	4.67	0.58	4	5	5	4.67	0.58	4	5	5	4.67	0.58
3. การทดลองมีการเรียงลำดับจากง่ายไปหายาก	5	4	4	4.33	0.58	5	5	5	5.00	0.00	5	5	5	5.00	0.00
4. ความเหมาะสมของลำดับขั้นการทดลอง	5	5	5	5.00	0.00	4	5	5	4.67	0.58	5	5	5	5.00	0.00
5. ความชัดเจนในการอธิบายลำดับขั้นการทดลอง	4	4	4	4.00	0.00	4	4	4	4.00	0.00	4	5	4	4.33	0.58
6. ความเหมาะสมของคำถามท้ายการทดลอง	4	4	5	4.33	0.58	5	4	4	4.33	0.58	5	4	4	4.33	0.58
7. ความถูกต้องของรูปและตาราง	4	5	5	4.67	0.58	4	5	4	4.33	0.58	4	5	5	4.67	0.58
8. ความชัดเจนเหมาะสมของขนาดตัวอักษร รูปภาพและตาราง	5	5	5	5.00	0.00	4	5	5	4.67	0.58	4	5	5	4.67	0.58
9. ความเหมาะสมของรูปแบบใบงาน	5	5	4	4.67	0.58	5	4	4	4.33	0.58	4	4	4	4.00	0.00
10. ความสะดวกในการบันทึกค่าต่างๆ	4	5	4	4.33	0.58	5	4	5	4.67	0.58	5	5	5	5.00	0.00
11. การทดลองในใบงานดึงดูดความสนใจ	4	4	4	4.00	0.00	5	4	4	4.33	0.58	4	4	5	4.33	0.58
12. สามารถนำความรู้ไปใช้งานที่ซับซ้อนขึ้นได้	5	4	4	4.33	0.58	4	4	4	4.00	0.00	4	4	4	4.00	0.00
เฉลี่ยรวม				4.50	0.38	-			4.47	0.43	-			4.53	0.34

ตารางที่ จ.4 ผลการประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาของใบงานการทดลองที่ 4-6 โดยผู้ทรงคุณวุฒิ

รายการที่ประเมิน	ใบงานการทดลองที่ 4					ใบงานการทดลองที่ 5					ใบงานการทดลองที่ 6				
	ระดับความเหมาะสม			$\bar{X}$	*S.D.*	ระดับความเหมาะสม			$\bar{X}$	*S.D.*	ระดับความเหมาะสม			$\bar{X}$	*S.D.*
	คนที่1	คนที่1	คนที่2			คนที่1	คนที่2	คนที่3			คนที่1	คนที่2	คนที่3		
1. บอกวัตถุประสงค์ของการทดลองในใบงาน	5	5	5	5.00	0.00	5	4	4	4.33	0.58	5	5	5	5.00	0.00
2. ความถูกต้องของเนื้อหา	4	5	5	4.67	0.58	4	5	5	4.67	0.58	4	5	4	4.33	0.58
3. การทดลองมีการเรียงลำดับจากง่ายไปหายาก	4	4	4	4.00	0.00	4	5	4	4.33	0.58	4	4	4	4.00	0.00
4. ความเหมาะสมของลำดับขั้นการทดลอง	5	4	4	4.33	0.58	4	5	5	4.67	0.58	4	4	4	4.00	0.00
5. ความชัดเจนในการอธิบายลำดับขั้นการทดลอง	5	5	5	5.00	0.00	4	5	5	4.67	0.58	4	4	4	4.00	0.00
6. ความเหมาะสมของคำถามท้ายการทดลอง	4	4	4	4.00	0.00	5	4	4	4.33	0.58	5	4	5	4.67	0.58
7. ความถูกต้องของรูปและตาราง	5	4	5	4.67	0.58	5	4	5	4.67	0.58	5	4	4	4.33	0.58
8. ความชัดเจนเหมาะสมของขนาดตัวอักษร รูปภาพและตาราง	5	5	4	4.67	0.58	4	4	4	4.00	0.00	4	4	4	4.00	0.00
9. ความเหมาะสมของรูปแบบใบงาน	4	4	4	4.00	0.00	5	5	4	4.67	0.58	5	5	4	4.67	0.58
10. ความสะดวกในการบันทึกค่าต่างๆ	5	4	4	4.33	0.58	4	3	4	3.67	0.58	4	4	4	4.00	0.00
11. การทดลองในใบงานดึงดูดความสนใจ	4	4	5	4.33	0.58	4	4	5	4.33	0.58	4	5	5	4.67	0.58
12. สามารถนำความรู้ไปใช้งานที่ซับซ้อนขึ้นได้	4	4	4	4.00	0.00	4	4	4	4.00	0.00	4	4	5	4.33	0.58
เฉลี่ยรวม				4.42	0.29	-			4.36	0.48	-			4.33	0.29

ตารางที่ จ.7 ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิกับความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

แบบทดสอบ	คะแนนความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ			รวม	ค่า IOC	ผลการประเมิน
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
ข้อที่ 1	1	1	1	3	1	ยอมรับได้
ข้อที่ 2	1	1	1	3	1	ยอมรับได้
ข้อที่ 3	1	1	1	3	1	ยอมรับได้
ข้อที่ 4	1	1	1	3	1	ยอมรับได้
ข้อที่ 5	1	1	1	3	1	ยอมรับได้
ข้อที่ 6	1	1	1	3	1	ยอมรับได้
ข้อที่ 7	1	0	0	1	0.33	ปรับปรุง
ข้อที่ 8	1	1	1	3	1	ยอมรับได้
ข้อที่ 9	1	0	1	2	0.66	ยอมรับได้
ข้อที่ 10	1	1	1	3	1	ยอมรับได้
ข้อที่ 11	1	1	1	3	1	ยอมรับได้
ข้อที่ 12	1	1	1	3	1	ยอมรับได้
ข้อที่ 13	1	1	1	3	1	ยอมรับได้
ข้อที่ 14	1	0	1	2	0.66	ยอมรับได้
ข้อที่ 15	1	1	1	3	1	ยอมรับได้
ข้อที่ 16	1	1	1	3	1	ยอมรับได้
ข้อที่ 17	1	1	1	3	1	ยอมรับได้
ข้อที่ 18	1	1	1	3	1	ยอมรับได้
ข้อที่ 19	0	1	1	2	0.66	ยอมรับได้
ข้อที่ 20	1	1	1	3	1	ยอมรับได้
ข้อที่ 21	1	1	1	3	1	ยอมรับได้
ข้อที่ 22	1	1	1	3	1	ยอมรับได้
ข้อที่ 23	1	1	1	3	1	ยอมรับได้
ข้อที่ 24	1	1	1	3	1	ยอมรับได้
ข้อที่ 25	1	1	1	3	1	ยอมรับได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ จ.7 (ต่อ)

แบบทดสอบ	คะแนนความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ			รวม	ค่า IOC	ผลการประเมิน
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
ข้อที่ 26	1	1	1	3	1	ยอมรับได้
ข้อที่ 27	1	1	1	3	1	ยอมรับได้
ข้อที่ 28	1	1	1	3	1	ยอมรับได้
ข้อที่ 29	1	1	1	3	1	ยอมรับได้
ข้อที่ 30	1	1	1	3	1	ยอมรับได้
ข้อที่ 31	1	1	1	3	1	ยอมรับได้
ข้อที่ 32	1	1	1	3	1	ยอมรับได้
ข้อที่ 33	1	1	1	3	1	ยอมรับได้
ข้อที่ 34	1	1	1	3	1	ยอมรับได้
ข้อที่ 35	1	-1	1	1	0.33	ปรับปรุง
ข้อที่ 36	1	1	1	3	1	ยอมรับได้
ข้อที่ 37	1	1	1	3	1	ยอมรับได้
ข้อที่ 38	1	1	1	3	1	ยอมรับได้
ข้อที่ 39	1	1	1	3	1	ยอมรับได้
ข้อที่ 40	1	1	1	3	1	ยอมรับได้
ข้อที่ 41	1	1	1	3	1	ยอมรับได้
ข้อที่ 42	1	1	0	2	0.66	ยอมรับได้
ข้อที่ 43	1	1	1	3	1	ยอมรับได้
ข้อที่ 44	1	1	1	3	1	ยอมรับได้
ข้อที่ 45	1	-1	1	1	0.33	ปรับปรุง
ข้อที่ 46	1	1	1	3	1	ยอมรับได้
ข้อที่ 47	1	1	1	3	1	ยอมรับได้
ข้อที่ 48	1	1	1	3	1	ยอมรับได้
ข้อที่ 49	1	1	1	3	1	ยอมรับได้
ข้อที่ 50	1	1	1	3	1	ยอมรับได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ จ.8 ค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบที่สร้างขึ้น ที่ N=30

แบบทดสอบ	กลุ่มเก่ง (f_H)	กลุ่มอ่อน (f_L)	ความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	ค่า (q)	ค่า (pq)	ผลการประเมิน
ข้อที่ 1	13	5	0.60	0.53	0.40	0.24	ยอมรับได้
ข้อที่ 2	12	7	0.63	0.33	0.37	0.23	ยอมรับได้
ข้อที่ 3	11	7	0.60	0.27	0.40	0.24	ยอมรับได้
ข้อที่ 4	13	9	0.73	0.27	0.27	0.20	ยอมรับได้
ข้อที่ 5	12	6	0.60	0.40	0.40	0.24	ยอมรับได้
ข้อที่ 6	11	7	0.60	0.27	0.40	0.24	ยอมรับได้
ข้อที่ 7	12	8	0.67	0.27	0.33	0.22	ยอมรับได้
ข้อที่ 8	11	7	0.60	0.27	0.40	0.24	ยอมรับได้
ข้อที่ 9	13	7	0.67	0.40	0.33	0.22	ยอมรับได้
ข้อที่ 10	11	5	0.53	0.40	0.47	0.25	ยอมรับได้
ข้อที่ 11	12	6	0.60	0.40	0.40	0.24	ยอมรับได้
ข้อที่ 12	8	4	0.40	0.27	0.60	0.24	ยอมรับได้
ข้อที่ 13	12	3	0.50	0.60	0.50	0.25	ยอมรับได้
ข้อที่ 14	13	4	0.57	0.60	0.43	0.25	ยอมรับได้
ข้อที่ 15	10	2	0.40	0.53	0.60	0.24	ยอมรับได้
ข้อที่ 16	13	9	0.73	0.27	0.27	0.20	ยอมรับได้
ข้อที่ 17	14	7	0.70	0.47	0.30	0.21	ยอมรับได้
ข้อที่ 18	12	9	0.70	0.20	0.30	0.21	ยอมรับได้
ข้อที่ 19	14	8	0.73	0.40	0.27	0.20	ยอมรับได้
ข้อที่ 20	12	9	0.70	0.20	0.30	0.21	ยอมรับได้
ข้อที่ 21	11	7	0.60	0.27	0.40	0.24	ยอมรับได้
ข้อที่ 22	12	9	0.70	0.20	0.30	0.21	ยอมรับได้
ข้อที่ 23	8	2	0.33	0.40	0.67	0.22	ยอมรับได้
ข้อที่ 24	11	7	0.60	0.27	0.40	0.24	ยอมรับได้
ข้อที่ 25	11	5	0.53	0.40	0.47	0.25	ยอมรับได้
ข้อที่ 26	12	9	0.70	0.20	0.30	0.21	ยอมรับได้
ข้อที่ 27	12	5	0.57	0.47	0.43	0.25	ยอมรับได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ จ.8 (ต่อ)

แบบทดสอบ	กลุ่มเก่ง (f_H)	กลุ่มอ่อน (f_L)	ความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	ค่า (q)	ค่า (pq)	ผลการประเมิน
ข้อที่ 28	10	6	0.53	0.27	0.47	0.25	ยอมรับได้
ข้อที่ 29	12	7	0.63	0.33	0.37	0.23	ยอมรับได้
ข้อที่ 30	12	8	0.67	0.27	0.33	0.22	ยอมรับได้
ข้อที่ 31	11	5	0.53	0.40	0.47	0.25	ยอมรับได้
ข้อที่ 32	12	5	0.57	0.47	0.43	0.25	ยอมรับได้
ข้อที่ 33	9	3	0.40	0.40	0.60	0.24	ยอมรับได้
ข้อที่ 34	13	7	0.67	0.40	0.33	0.22	ยอมรับได้
ข้อที่ 35	7	2	0.30	0.33	0.70	0.21	ยอมรับได้
ข้อที่ 36	14	7	0.70	0.47	0.30	0.21	ยอมรับได้
ข้อที่ 37	8	4	0.40	0.27	0.60	0.24	ยอมรับได้
ข้อที่ 38	11	5	0.53	0.40	0.47	0.25	ยอมรับได้
ข้อที่ 39	10	4	0.47	0.40	0.53	0.25	ยอมรับได้
ข้อที่ 40	12	9	0.70	0.20	0.30	0.21	ยอมรับได้
ข้อที่ 41	14	8	0.73	0.40	0.27	0.20	ยอมรับได้
ข้อที่ 42	13	10	0.77	0.20	0.23	0.18	ยอมรับได้
ข้อที่ 43	14	8	0.73	0.40	0.27	0.20	ยอมรับได้
ข้อที่ 44	11	5	0.53	0.40	0.47	0.25	ยอมรับได้
ข้อที่ 45	11	7	0.60	0.27	0.40	0.24	ยอมรับได้
ข้อที่ 46	13	6	0.63	0.47	0.37	0.23	ยอมรับได้
ข้อที่ 47	12	6	0.60	0.40	0.40	0.24	ยอมรับได้
ข้อที่ 48	10	4	0.47	0.40	0.53	0.25	ยอมรับได้
ข้อที่ 49	12	9	0.70	0.20	0.30	0.21	ยอมรับได้
ข้อที่ 50	12	8	0.67	0.27	0.33	0.22	ยอมรับได้
รวม	579	316	29.83	17.53	-	$\Sigma pq = 11.41$	
เฉลี่ย	10	5	0.50	0.32	-	-	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ จ.9 ค่าคะแนนของผู้ทดสอบและค่าคะแนนกำลังสองเพื่อใช้คำนวณค่าความแปรปรวน

ผู้ทดสอบ	X	X^2
กลุ่มสูงคนที่ 1	47	2,209
กลุ่มสูงคนที่ 2	46	2,116
กลุ่มสูงคนที่ 3	46	2,116
กลุ่มสูงคนที่ 4	45	2,025
กลุ่มสูงคนที่ 5	45	2,025
กลุ่มสูงคนที่ 6	44	1,936
กลุ่มสูงคนที่ 7	42	1,764
กลุ่มสูงคนที่ 8	42	1,764
กลุ่มสูงคนที่ 9	42	1,764
กลุ่มสูงคนที่ 10	40	1,600
กลุ่มสูงคนที่ 11	40	1,600
กลุ่มสูงคนที่ 12	40	1,600
กลุ่มสูงคนที่ 13	39	1,521
กลุ่มสูงคนที่ 14	38	1,444
กลุ่มสูงคนที่ 15	38	1,444
กลุ่มต่ำคนที่ 1	37	1,369
กลุ่มต่ำคนที่ 2	36	1,296
กลุ่มต่ำคนที่ 3	36	1,296
กลุ่มต่ำคนที่ 4	36	1,296
กลุ่มต่ำคนที่ 5	35	1,225
กลุ่มต่ำคนที่ 6	33	1,089
กลุ่มต่ำคนที่ 7	32	1,024
กลุ่มต่ำคนที่ 8	31	961
กลุ่มต่ำคนที่ 9	31	961
กลุ่มต่ำคนที่ 10	30	900
กลุ่มต่ำคนที่ 11	30	900
กลุ่มต่ำคนที่ 12	29	841

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ จ.9 (ต่อ)

ผู้ทดสอบ	X	X^2
กลุ่มต่ำคนที่ 13	29	841
กลุ่มต่ำคนที่ 14	28	784
กลุ่มต่ำคนที่ 15	27	729
รวม	$\Sigma x = 1{,}114$	$\Sigma x^2 = 42440$

$$S_t^{\,2} = \frac{n\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}{n(n-1)}$$

$$S_t^{\,2} = \frac{30 \times 42440 - (1114)^2}{30 \times 29}$$

$$S_t^{\,2} = \frac{1273200 - 1240996}{870}$$

$$S_t^{\,2} = 37.02$$

การหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ ใช้สูตร KR-20

$$r_{tt} = \frac{K}{K-1}\left[1 - \frac{\Sigma pq}{S_t^2}\right]$$

$$r_{tt} = \frac{50}{50-1}\left[1 - \frac{11.41}{37.02}\right]$$

$$r_{tt} = 1.02[1 - 0.31]$$

$$r_{tt} = 0.71$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ จ.10 การวิเคราะห์หาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของชุดปฏิบัติการทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877

คนที่	คะแนนสอบก่อนเรียน (คะแนนเต็ม 50 คะแนน)	คะแนนสอบหลังเรียน (คะแนนเต็ม 50 คะแนน)	ผลต่าง (D)	ผลต่าง^2 (D^2)
1	17	37	19	367
2	12	40	28	803
3	14	39	25	625
4	12	32	19	367
5	16	36	20	400
6	13	37	24	584
7	14	37	23	544
8	17	32	15	225
9	20	41	21	434
10	12	39	27	711
11	21	42	22	469
12	13	40	27	711
13	13	47	33	1,111
14	17	37	19	367
15	13	39	26	667
16	12	42	31	951
17	13	36	22	506
18	22	42	21	434
19	12	37	25	625
20	14	40	26	667
21	17	32	15	225
22	14	38	24	584
23	21	47	26	667
24	17	42	25	625
25	13	27	13	178
26	12	42	31	951

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ จ.10 (ต่อ)

คนที่	คะแนนสอบก่อนเรียน (คะแนนเต็ม 50 คะแนน)	คะแนนสอบหลังเรียน (คะแนนเต็ม 50 คะแนน)	ผลต่าง (D)	ผลต่าง^2 (D^2)
27	15	41	26	667
28	19	37	18	336
29	17	38	22	469
30	19	44	25	625
รวม	463	1,162	698	16,899
เฉลี่ย	15	39	-	-

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{n\sum D^2 - (\sum D)^2}{n-1}}} \qquad df = n-1$$

$$t = \frac{698}{\sqrt{\frac{30*16,899 - (698)^2}{29}}}$$

$$t = \frac{698}{26.107}$$

$$t = 26.736$$

ค่า $df = n-1 = 30-1 = 29$

กำหนดค่า $\alpha = 0.01$

เปิดตาราง t ได้ค่า $t_{.01,29} = \pm 2.756$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้