

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

เครื่องมือช่วยสอนไมโครคอนโทรลเลอร์

GRAPHIC USER INTERFACE
FOR LEARNING MICROCONTROLLER



โดย

นางสาวพริษา

ศิริธาราธิกุล

นายพีระภัทร์

อินทวิชญ์

นายศิริโรตม์

สุดแสงเทียนชัย

รฟ.
พ.794๑
2549

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....72263
วัน,เดือน,ปี.....12 ส.ย. 2550

b. 11765896
i.

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมระบบควบคุม

สาขาวิศวกรรมระบบควบคุม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2549

ภาควิชาวิศวกรรมระบบควบคุม คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง เครื่องมือช่วยสอนไมโครคอนโทรลเลอร์

GRAPHIC USER INTERFACE FOR LEARNING MICROCONTROLLER

ผู้จัดทำ

นางสาวพีรยา ศิริธาราธิกุล 46010539

นายพีระภัทร์ อินทวิชญ 46010544

นายศิโรตม์ สดเสงเทียนชัย 46010784

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(อาจารย์ วรรณดี เพชรมณีล้ำค่า)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องมือช่วยสอนไมโครคอนโทรลเลอร์

โดย

นางสาวพีรยา ศิริธราธิกุล 46010539

นายพีระภัทร์ อินทวิชญ์ 46010544

นายศิริโรคม์ สุกแสงเทียนชัย 46010784

อาจารย์ที่ปรึกษา

อาจารย์ ชวิษชัย คำศรี

อาจารย์ วรรณดี เพชรรมณีล้ำค่า

ปีการศึกษา 2549

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ นำเสนอการออกแบบเครื่องมือช่วยสอนไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยโครงสร้างของระบบประกอบด้วย หน้าต่างผู้ใช้โดยสร้างจากโปรแกรมวิซวลเบสิก และกล่องวงจรแสดงผลอิเล็กทรอนิกส์ที่เกี่ยวข้อง จุดมุ่งหมายของโครงการนี้คือการเลือกคำสั่งจากโปรแกรมวิซวลเบสิกและนำไปแสดงผลที่กำหนดบนแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ โดยการควบคุมผ่านหน้าต่างผู้ใช้

ขั้นตอนดำเนินการ เริ่มจากการกำหนดขอบเขตของโปรแกรมแสดงผล ศึกษาและออกแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่จำเป็นสำหรับขอบเขตที่กำหนดไว้ของเครื่องมือช่วยสอนไมโครคอนโทรลเลอร์ ประกอบด้วยวงจร แอล อี ซี 7-เซกเมนต์ และคีย์บอร์ด แล้วจึงเขียนโปรแกรมภาษาซี และวิซวลเบสิก เพื่อทำเป็นตัวโปรแกรมในการทำงานและแสดงผล ซึ่งส่งมายังโปรแกรมพีซีดับเบิลยู เพื่อทำการเขียนข้อมูลที่แสดงผลผ่านวงจรอิเล็กทรอนิกส์ จากการทดลองพบว่าเครื่องมือช่วยสอนไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ได้ออกแบบนั้น สามารถควบคุมได้ตามต้องการ โดยมีค่าความผิดพลาดอยู่เพียงเล็กน้อย

GRAPHIC USER INTERFACE FOR LEARNING MICROCONTROLLER

By

Miss Peeraya Siritaratikul 46010539

Mr. Peerapat Intavich 46010544

Mr. Siroth Sudsangtienchai 46010784

Advisor

Thawatchai Kamsri

Wandee Petchmaneelumka

Academic Year 2006

ABSTRACT

This thesis presents implemented procedures for Graphic User Interface for learning microcontroller using Visual Basic program, and electronics box. Choosing the command from Visual Basic program will show the display on the electronic box. So user can control the command through this program.

The first process of this project limits the results in this program. Then electronics circuit is studied and designed for the limited program of learning microcontroller. There are LED, 7-Segment and Keypads. Visual C++ and Visual Basic language is used for program the operation and transfer to CPW for writing the information for the result in electronic circuit. Then, the result is showed on the electronic box. Finally, the conclusion from this experiments show that Microcontroller help's learning can control in whatever input. The errors from the results are less.

กิตติกรรมประกาศ

โครงการ “โปรแกรมช่วยศึกษาการเขียน โปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์” จะไม่มีทางสำเร็จลุล่วงได้เลยหากไม่มีผู้มีพระคุณที่ให้การสนับสนุน ช่วยเหลือในการทำโครงการนี้ ดังนี้

1. ท่านอาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ อาจารย์ รัชชชัย คำศรี และ อาจารย์วรรณดี เพชรหมณีล้ำค่า ที่คอยดูแล, สั่งสอน, ให้คำปรึกษา รวมทั้งตั้งแต่วันผู้จัดทำให้ทำงานให้อยู่ในเป้าหมายเสมอมา
2. บริษัท ไมโครชิพ เทคโนโลยี (ประเทศไทย) จำกัด ที่เอื้อเฟื้ออุปกรณ์ประกอบโครงการ
3. ผู้ปกครองของคณะผู้จัดทำ ที่ให้ความร่วมมือและสนับสนุนในการทำโครงการ
4. เพื่อนที่ให้ความช่วยเหลือ, แนะนำ รวมทั้งสนับสนุนการทำโครงการครั้งนี้

ทางคณะผู้จัดทำขอขอบพระคุณทุกท่านมา ณ ที่นี้ด้วย

ผู้จัดทำ

นางสาวพริษา ศิริราชธิกุล

นายพีระภัทร์ อินทวิชญ์

นายศิโรดม สุกแสงเทียนชัย

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญภาพ	VI
สารบัญตาราง	IX
บทที่ 1 บทนำ	I
1.1 กล่าวนำ	1
1.2 วัตถุประสงค์ในการทำปฏิญานิพนธ์	1
1.3 ขั้นตอนการศึกษาและการจัดทำโครงการ	1
1.4 รายละเอียดของปฏิญานิพนธ์	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและความรู้ที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 วิชาลเบสิกคอตเน็ต	3
2.1.1 หลักการเขียนโปรแกรมด้วยวิชาลเบสิกคอตเน็ต	5
2.1.2 พื้นฐานในการสร้างโปรแกรมด้วยวิชาลเบสิกคอตเน็ต	6
2.1.3 การเขียนโปรแกรม	8
2.1.4 การใช้งานกราฟิกบนวิชาลเบสิกคอตเน็ต	9
2.1.5 การจัดการไฟล์บนวิชาลเบสิกคอตเน็ต	11
2.2 อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์	13
2.2.1 แอล อี ดี	13
2.2.2 เซเวน-เซกเมนต์	13
2.2.3 คีย์บอร์ด	15
2.3 ไมโครคอนโทรลเลอร์	16
2.3.1 โครงสร้างของไมโครคอนโทรลเลอร์	16
2.3.2 สัญญาณนาฬิกา	17
2.3.3 การจัดขาของไอซี	17
2.3.4 พอร์ตการใช้งานของ PIC16F877	18
2.3.5 การควบคุมพอร์ต PIC16F877	18
2.3.6 โครงสร้างภายในชิพ	19

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
บทที่ 3 หลักการออกแบบ	20
3.1 หน้าต่างโปรแกรม	21
3.2 การเขียนข้อมูลในส่วนของภาษาซี	22
3.3 วงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่เกี่ยวข้อง	22
3.3.1 แอล อี ดี และ เซเว่นเซกเมนต์	22
3.3.2 คีย์บอร์ด	23
บทที่ 4 การทดลอง	25
4.1 วิธีการทดลอง	25
4.2 ถอดสายโอนถ่ายข้อมูล ICD ออกจากบอร์ด PICDEM 2 PLUS DEMO BOARD สังเกตผลที่ได้ผลการทดลองที่ได้	33
4.2.1 ผลการทดลองการใช้ฟังก์ชันในโหมดที่ไม่ได้กำหนดค่าจากคีย์แพด	33
4.2.2 ผลการทดลองการใช้ฟังก์ชันในโหมดที่กำหนดค่าจากคีย์แพด	39
บทที่ 5 บทวิจารณ์และสรุป	47
5.1 สรุปผลการทดลอง	47
5.2 ปัญหาที่พบและแนวทางแก้ไข	47
5.3 ข้อเสนอแนะและแนวทางในการค้นคว้าพัฒนา	48
ภาคผนวก ก โปรแกรมควบคุมและประมวล	50
ก.1 โปรแกรม PIC As-Holy	50
ก.2 โค้ดภาษาซี	55
ภาคผนวก ข เอกสารคู่มืออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์	56
ข.1 เอกสารคู่มือการใช้งาน PIC16F877	56
เอกสารอ้างอิง	59

สารบัญญภาพ

รูปที่	หน้า
2.1 แสดงหน้าตาผู้ใช้	5
2.2 แสดงหน้าตาคำสั่งควบคุมการทำงานของโปรแกรม	5
2.3 ตัวอย่างของฟอร์ม	6
2.4 แสดงตัวอย่างการสร้างคอนโทรล(กล่องข้อความ)	7
2.5 แสดงหน้าตาคุณสมบัติ	7
2.6 แอลอีดี	13
2.7 ขาของเซเวนเซกเมนต์	13
2.8 เซเวนเซกเมนต์	14
2.9 จงจรภายในของเซเวนเซกเมนต์	14
2.10 การแสดงผลของ 7- เซกเมนต์	14
2.11 แบบ คอมมอน แคโทด	15
2.12 แบบ คอมมอน แอนโอด	15
2.13 คีย์บอร์ด	15
2.14 ขาของพีไอซี	17
2.15 โครงสร้างภายในพีไอซี	19
3.1 แผนผังรวมของเครื่องมือช่วยสอนไมโครคอนโทรลเลอร์	20
3.2 โปรแกรมวิซวลเบสิก	21
3.3 แอล อี ดี และ เซเวนเซกเมนต์	23
3.4 ารูปคีย์บอร์ด	23
4.1 แสดงหน้าจอโดยรวม	25
4.2 แสดงการเลือกฟังก์ชัน	25
4.3 แสดงการวางภาพ	26
4.4 แสดงการวางอุปกรณ์ให้ครบ	26
4.5 แสดงการเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์	27
4.6 แสดงการแสดงโค้ด	27
4.7 แสดงการบันทึกข้อมูลของโค้ด	28
4.8 รูปแสดงการเปิดโปรแกรม พีซีดับเบิลยู	28
4.9 รูปแสดงโปรแกรม พีซีดับเบิลยู	29

สารบัญญภาพ (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.10 แสดงการเปิดข้อมูลที่เราได้บันทึกไว้	29
4.11 รูปแสดงการเลือกปุ่มสำหรับแปลงจากภาษาโปรแกรมเป็นภาษาเครื่อง	29
4.12 รูปแสดงการเลือกเปิดโปรแกรมสำหรับเขียนข้อมูลลงในไมโครคอนโทรลเลอร์	30
4.13 รูปแสดงการ เสียบสายสำหรับเขียนโปรแกรมลงบนบอร์ดทดลอง	30
4.14 รูปแสดงการเลือกอุปกรณ์สำหรับเขียน โปรแกรม	31
4.15 รูปแสดงการนำข้อมูลที่จะ โปรแกรม	31
4.16 รูปแสดงการเลือกข้อมูลที่จะโปรแกรม	32
4.17 รูปแสดงการ โปรแกรมข้อมูลลงบนบอร์ด	32
4.18 แสดงการเลือกฟังก์ชันแอลอีดีวงทางเดียว	33
4.19 แสดงหน้าต่างกำหนดลักษณะพิเศษของฟังก์ชันแอลอีดีวงทางเดียว	33
4.20 แสดงหน้าต่างกำหนดลักษณะพิเศษของฟังก์ชันแอลอีดีไฟวิ่ง ปรับช้าเร็วได้	34
4.21 แสดงการทำงานของวงจรเมื่อยังไม่กดสวิทช์	35
4.22 แสดงการหยุดทำงานของวงจรเมื่อกดสวิทช์	35
4.23 แสดงการเลือกอุปกรณ์มาใช้ฟังก์ชันแสดงตัวเลขที่รับจาก คีย์แพค ด้วย เซเวนเซกเมนต์ ไป พร้อมๆ กับ แอลอีดี 8 ดวง	36
4.24 แสดงหน้าต่างกำหนดลักษณะของคีย์แพค	36
4.25 รูปแสดงผลเมื่อกดหมายเลขต่างๆ บนคีย์บอร์ด	37
4.26 รูปแสดงผลเป็นเลขฐาน2 เมื่อกดหมายเลขต่างๆ บนคีย์บอร์ด	38
4.27 แสดงการวางรูปแอลซีดี	39
4.28 แสดงการนับถอยหลังของฟังก์ชัน	39
4.29 แสดงข้อความเมื่อหมดเวลา	39
4.30 แสดงการเลือกโหมด	40
4.31 แสดงปุ่มให้เลือกว่าจะใช้ปุ่มใด	40
4.32 แสดงหน้าต่างเลือกอุปกรณ์ที่ต้องการ	40
4.33 แสดงลักษณะของอุปกรณ์ที่ต้องการให้แสดง	41
4.34 แสดงค่าที่กำหนดในการแสดงผลเมื่อกดเลข 1	41
4.35 ผลการทดลองเมื่อกดเลข 1 บนคีย์แพค	42
4.36 แสดงค่าที่กำหนดในการแสดงผลเมื่อกดเลข 2	42

สารบัญญภาพ (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.37 ผลการทดลองเมื่อทดลอง 2 บนคีย์แพค	43
4.38 แสดงค่าที่กำหนดในการแสดงผลเมื่อทดลอง 3	43
4.39 ผลการทดลองเมื่อทดลอง 3 บนคีย์แพค	44
4.40 แสดงค่าที่กำหนดในการแสดงผลเมื่อทดลอง 4	44
4.41 ผลการทดลองเมื่อทดลอง 4 บนคีย์แพค	45
4.42 แสดงค่าที่กำหนดในการแสดงผลเมื่อทดลอง 5	45
4.43 ผลการทดลองเมื่อทดลอง 5 บนคีย์แพค	45
4.44 แสดงค่าที่กำหนดในการแสดงผลเมื่อทดลอง 6	46
4.45 ผลการทดลองเมื่อทดลอง 6 บนคีย์แพค	46



VIII

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่

หน้า

2.1 แสดงชนิดข้อมูลที่ใช้ในโครงการนี้

9



IX

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 กล่าวนำ

การศึกษาในสาขาวิชาวิศวกรรมระบบควบคุม เป็นการศึกษาและประยุกต์ทฤษฎีต่างๆ เพื่อ ออกแบบและควบคุมระบบให้มีเสถียรภาพ และมีสมรรถนะตามความต้องการหรือให้เป็นไปตามข้อกำหนดคั้งนั้นเพื่อให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการนี้จึงจำเป็นต้องมีการศึกษาการ จำลองระบบควบคุมด้วย สมการทางคณิตศาสตร์ การออกแบบตัวควบคุมหรือตัวชดเชยแบบต่างๆ การศึกษาวงจรอิเล็กทรอนิกส์และอิเล็กทรอนิกส์กำลังรวมถึงศึกษาการเขียน โปรแกรมคอมพิวเตอร์ การศึกษาและการเลือกอุปกรณ์วัดและแปลงสัญญาณ ตลอดจนการบูรณาการเรื่องที่ศึกษาเหล่านี้ในการประยุกต์ใช้กับระบบควบคุมทางกายภาพจริงซึ่งนับเป็นสิ่งที่จำเป็นในการศึกษาในสาขาวิชานี้

ในโครงการนี้จะเลือกที่จะศึกษาเครื่องมือช่วยสอนไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งเป็นตัวอย่างหนึ่งของระบบควบคุมที่นิยมและน่าสนใจคือการศึกษา เพราะเป็นระบบพื้นฐานในการเรียนการสอน จึงจำเป็นที่จะต้องให้มีความเข้าใจในความรู้พื้นฐาน และความสามารถของ ไมโครคอนโทรลเลอร์เบื้องต้น โดยเลือกใช้การแสดงผลซึ่งมีหลายแบบ เช่นที่ หลอดแอล อี ดี เซเวนเซกเมนต์ จอ แอล ซี ดี และคีโรสคอปท์ โดยควบคุมจากโปรแกรมวิซวลเบสิก และ โปรแกรมเอ็มพีแลป เป้าหมายของการควบคุมคือการทำให้วงจรอิเล็กทรอนิกส์แสดงผลต่างๆตามที่ได้เลือกไว้ในโปรแกรมวิซวลเบสิก

1.2 วัตถุประสงค์ในการทำปริญญานิพนธ์

1. ทำการศึกษาและทดลองการใช้งานอุปกรณ์ต่างๆในระบบควบคุม
2. ทำการศึกษาและสร้างเครื่องมือช่วยสอนไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งประกอบด้วยอุปกรณ์ที่เป็นอุปกรณ์ทางอิเล็กทรอนิกส์และวิธีการเขียนโปรแกรมของระบบควบคุม โดยโครงการนี้ใช้คอมพิวเตอร์และโปรแกรมวิซวลเบสิกและภาษาซี
3. ทำการศึกษาวิธีการเขียนโปรแกรมและการต่อวงจร

1.3 ขั้นตอนการศึกษาและการจัดทำโครงการ

การศึกษาเครื่องมือช่วยสอนไมโครคอนโทรลเลอร์ จำเป็นต้องเรียนรู้และเข้าใจในตัวระบบก่อน หลังจากที่ได้ทำการศึกษาแล้วพบว่าเครื่องมือช่วยสอนไมโครคอนโทรลเลอร์ ที่เคยพบมานั้น จะมีการเขียนโปรแกรมภาษาซีเพื่อควบคุม โดยใช้โปรแกรมวิซวลเบสิกในการควบคุมการทำงานต่างๆ โดยการกำหนดฟังก์ชันต่างๆของโปรแกรมไว้ จากหลักการนี้ก็จะสามารถแสดงผลในวงจร

อิเล็กทรอนิกส์ ได้ แต่ปัญหาที่พบในการทำงานก็คือ มีข้อจำกัดในการแสดงผลหลายๆอย่างพร้อมๆ กันเนื่องจากจำนวนขาของไมโครคอนโทรลเลอร์มีจำกัด ทำให้การแสดงผลพร้อมๆกันจึงแสดงได้ บางอย่างเท่านั้น ส่งผลทำให้การเปรียบเทียบของอุปกรณ์ไม่ได้จำกัด

จากที่ได้กล่าวมาข้างต้นจึงทำให้ต้องมีข้อกำหนดในการเลือกการแสดงผลพร้อมๆกัน ใน อุปกรณ์บางอย่าง ดังนั้นโครงการนี้จึงเลือกใช้โปรแกรมวิซวลเบสิกเป็นตัวกำหนดข้อกำหนดต่างๆ โดยต้องคำนึงถึงปัญหาที่อาจเกิดขึ้นคืออุปกรณ์ที่ใช้ซ้ำๆกัน ไม่สามารถแสดงผลได้พร้อมกัน

หลังจากที่สามารถตรวจพบข้อกำหนดต่างๆแล้วจึงได้ทำการออกแบบเครื่องมือช่วยสอน ไมโครคอนโทรลเลอร์ต่อไป ซึ่งรายละเอียดต่างๆจะกล่าวในบทต่อไป

1.4 รายละเอียดของปฏิญานิพนธ์

เนื้อหาที่จะกล่าวในปฏิญานิพนธ์ฉบับนี้ประกอบด้วย

บทที่ 1 บทนำ กล่าวถึงวัตถุประสงค์ หลักการ ขั้นตอนการศึกษา และการจัดทำโครงการ พร้อมทั้งรายละเอียดของปฏิญานิพนธ์ของแต่ละบท

บทที่ 2 ทฤษฎีและความรู้ที่เกี่ยวข้อง กล่าวถึงการใช้งานวิซวลเบสิกคอปเน็ต หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องของไมโครคอนโทรลเลอร์และฮาร์ดแวร์ การใช้งานพอร์ตขนาน วงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่เกี่ยวข้องและนำเอาความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการจัดทำโครงการ

บทที่ 3 หลักการออกแบบ นำเสนอการประกอบโครงสร้างของระบบ รวมถึงแนวคิดในการทำงานก่อน-หลัง ของไมโครคอนโทรลเลอร์

บทที่ 4 การทดลอง เป็นส่วนการทดสอบเครื่องมือช่วยสอน ไมโครคอนโทรลเลอร์

บทที่ 5 บทวิจารณ์และสรุป จะสรุปผลการดำเนินงาน ปัญหาที่เกิดขึ้น และแนวทางการปรับปรุงพัฒนาโครงการต่อไป

บทที่ 2

ทฤษฎีและความรู้ที่เกี่ยวข้อง

ดังที่กล่าวไว้ในบทที่ 1 แล้วว่าก่อนที่จะทำการออกแบบหน้าตาของผู้ใช้ เขียนโปรแกรมภาษาซี และออกแบบกล่องอิเล็กทรอนิกส์จำเป็นต้องมีการศึกษาค้นคว้าทฤษฎีต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับระบบควบคุมเสียก่อน ดังนั้นในบทนี้จะในบทนี้จะศึกษาและอธิบายถึงองค์ประกอบต่างๆ ที่จะนำไปใช้งานจริงในการจัดทำโปรแกรมช่วยสอนการเขียนโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งประกอบด้วยวิซวลเบสิกคอตเน็ต ฮาร์ดแวร์(Hardware) และไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller)

2.1. วิซวลเบสิกคอตเน็ต

วิซวลเบสิกคอตเน็ต (Visual Basic.Net) เป็นเครื่องมือที่ใช้พัฒนาโปรแกรมแบบที่มีเครื่องมือช่วยพัฒนาโปรแกรมได้ง่าย โดยโปรแกรมที่สร้างจะมีลักษณะเหมือนคอนออกแบบหน้าจอ วิธีการพัฒนาโปรแกรมก็ง่ายเพียงแค่ออกแบบหน้าจอที่ต้องการ, กำหนดคุณสมบัติและเขียนโค้ดกำกับเท่านั้น ซึ่งจะช่วยให้การพัฒนาโปรแกรมสามารถทำได้อย่างรวดเร็วง่ายดาย เพื่อทำงานบนระบบปฏิบัติการวินโดวส์ ซึ่งได้รับการพัฒนามาจากภาษาเบสิก (Basic: Beginners All Purpose Symbolic Instruction Code)

วิซวลเบสิกคอตเน็ต เป็นที่นิยมอย่างแพร่หลายเนื่องจากเป็นภาษาโปรแกรมที่สามารถทำความเข้าใจได้ง่าย ทั้งยังเป็นเวอร์ชันล่าสุดของ วิซวลเบสิก ที่บริษัทไมโครซอฟท์ได้พัฒนาอย่างต่อเนื่อง (เวอร์ชันก่อนหน้านี้ได้แก่เวอร์ชัน 6) โดยได้พัฒนาขีดความสามารถเพิ่มขึ้นอีกมากมาย หลักๆ ได้แก่

- เป็นภาษา OOP(Object-Oriented Programming) เต็มตัว : วิซวลเบสิกคอตเน็ตได้รับการพัฒนาให้เป็นภาษาแบบ OOP เต็มตัวเช่นเดียวกับภาษาโปรแกรมสมัยใหม่ทั่วไป เช่น C++, Delphi หรือ Java เป็นต้น วิซวลเบสิกคอตเน็ตมีความสามารถในการทำ inheritance, overloading และ overriding เป็นต้น
- รับเอาความสามารถของ คอตเน็ต (.Net): ด้วย คอตเน็ตเฟรมเวิร์ค (.Net Framework) ซึ่งมีมาตรฐาน CLS และมาตรฐานในส่วนของชนิดข้อมูลทำให้เราสามารถเขียนโปรแกรมด้วย วิซวลเบสิกคอตเน็ต แล้วไปเรียกใช้งาน โปรแกรมที่เขียนด้วยภาษาอื่น เช่น ซีพลัสพลัสคอตเน็ต (C++.Net) ได้
- การสร้างแอปพลิเคชันแบบเว็บฟอร์ม (Web Form) และเว็บเซอร์วิส (Web Services) : วิซวลเบสิกคอตเน็ตได้รับการพัฒนาให้สามารถพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันแบบใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เรียกว่า เว็บฟอร์ม ซึ่งมีวิธีการสร้างแบบ drag-and-drop เหมือนกับการพัฒนาให้สามารถพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันบนวินโดวส์โดยทั่วไป และสามารถสร้างเว็บเซอร์วิส ซึ่งอาศัย XML(Extensible Markup Language) เป็นตัวกลางในการแลกเปลี่ยนข้อมูล

- รองรับการสร้างเว็บแอปพลิเคชันด้วยเอเอสพีคอทเน็ต(ASP.NET) : สามารถผนวกกับเอเอสพีคอทเน็ตในการสร้างเว็บแอปพลิเคชันได้อย่างรวดเร็วโดยการใช้เว็บฟอร์มและเว็บเซอร์วิส
- รองรับการสร้างแอปพลิเคชันแบบคอนโซล(Console): ซึ่งถือเป็นประเภทแอปพลิเคชันแบบใหม่ในวิซวลเบสิกคอทเน็ตเพื่อช่วยให้เราสามารถทำงานในลักษณะโปรแกรมที่รันบนคอนโซลคือแสดงผลและรับข้อมูลในลักษณะของข้อความได้
- รองรับการพัฒนาโปรแกรมระดับ Threading
- มีโครงสร้างการจัดการข้อผิดพลาดที่ดีขึ้น : วิซวลเบสิกคอทเน็ตมีการเพิ่มขีดความสามารถในการจัดการข้อผิดพลาดนี้เรียกว่า Structured error handling คือโครงสร้างคำสั่ง Try...Catch...Finally
- รองรับ เอดีไอคอทเน็ต (ADO.NET) : วิซวลเบสิกคอทเน็ต รองรับ เอดีไอคอทเน็ต ซึ่งถือเป็นเทคโนโลยีการติดต่อฐานข้อมูลแบบใหม่ ที่มาทดแทนเอดีไอ และ อาร์ดีไอ ในปี6 ทั้งนี้ เอดีไอคอทเน็ต สนับสนุนการติดต่อฐานข้อมูลแบบ stateless เพื่อการใช้งานฐานข้อมูลบนอินเทอร์เน็ต ได้เป็นอย่างดี
- ใช้วิซวลเบสิกคอทเน็ตเป็นเครื่องมือเดียวกันในการพัฒนาไม่ว่าภาษาใดๆก็ตามภายใต้คอทเน็ต : การพัฒนาแอปพลิเคชัน โดยใช้ภาษาวิซวลเบสิกคอทเน็ต,ซีพลัสพลัสคอทเน็ต,ซีชาร์ปคอทเน็ต จะใช้เครื่องมือและหน้าต่างเหมือนกัน ทำให้การเรียนรู้พัฒนาโปรแกรมด้วย วิซวลเบสิกคอทเน็ตก็สามารถพัฒนาโปรแกรมภาษาอื่นๆ ได้ง่ายขึ้น
- มีการจัดการหน่วยความจำที่ดีขึ้น: ในวิซวลเบสิกคอทเน็ตมีกลไกการจัดการหน่วยความจำโดยอาศัยซีแอลอาร์และมี automatic gabage collector ช่วยให้การจัดการหน่วยความจำมีประสิทธิภาพมากขึ้น
- จัดการอินพุท/เอาต์พุท ได้ดีขึ้น: วิซวลเบสิกคอทเน็ตมีการเพิ่มความสามารถในการจัดการอินพุท/เอาต์พุท ได้อย่างเป็นระเบียบและมีประสิทธิภาพมากขึ้นด้วยการใช้คลาส System.IO
- มีคอนโทรลเพิ่มขึ้นอีกมาก : ในวิซวลเบสิกคอทเน็ตมีคอนโทรลเพิ่มขึ้นอีกมาก และคอนโทรลเดิมก็ได้รับการเพิ่มขีดความสามารถ ซึ่งจะช่วยลดเวลาในการพัฒนาแอปพลิเคชันไปได้มาก

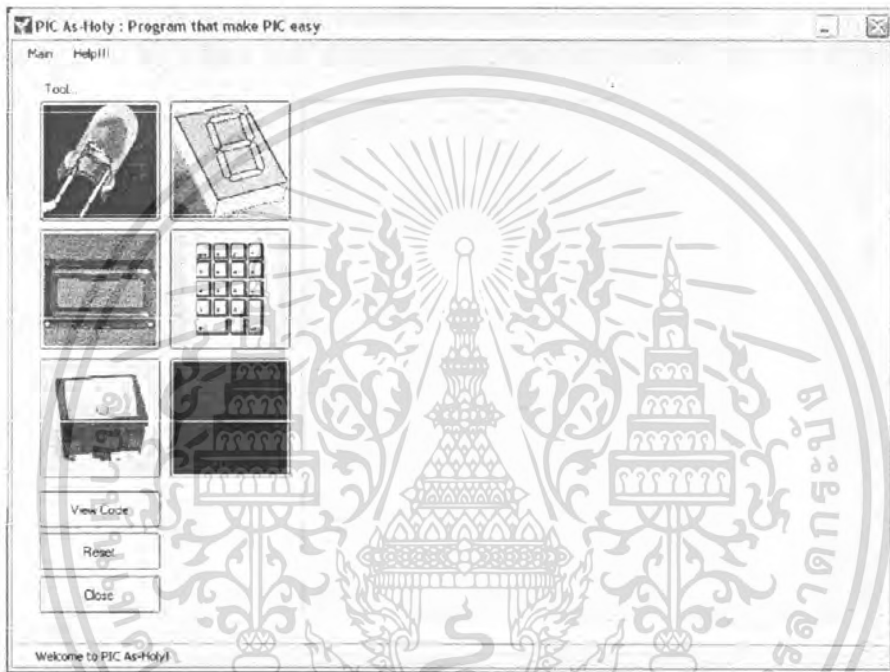
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2 พื้นฐานในการสร้างโปรแกรมด้วยวิซวลเบสิกคอตเน็ต

การเขียนโปรแกรมด้วยวิซวลเบสิกคอตเน็ตและวิซวลโปรแกรมมิ่งโดยทั่วไป สิ่งแรกที่เราควรจะต้องรู้ก็คือฟอร์มและคอนโทรลเนื่องจากเป็นองค์ประกอบพื้นฐานที่วินโดวส์และโปรแกรมต่าง ๆ บนวินโดวส์ใช้ติดต่อกับผู้ใช้งาน เนื่องจากโปรแกรมก็จะติดต่อกับฟอร์มและคอนโทรลเป็นหลัก

1. รูปแบบ (FORM)

คือวินโดวส์ที่ใช้ติดต่อกับผู้ใช้งานซึ่งถือเป็นพื้นฐานในการติดต่อระหว่างโปรแกรมกับผู้ใช้งาน ภายในฟอร์มจะประกอบด้วยออบเจกต์ต่างๆ เพื่อใช้ติดต่อกับโปรแกรมกับผู้ใช้งาน ซึ่งฟอร์มก็ถือเป็นออบเจกต์ประเภทหนึ่งเช่นเดียวกัน



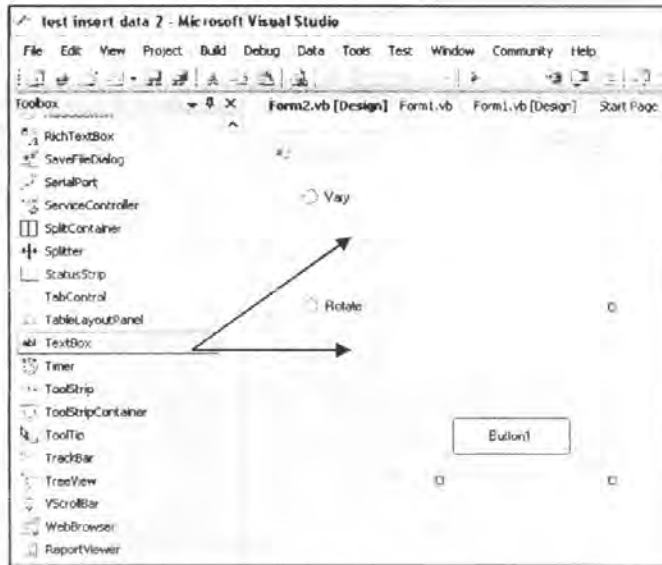
รูปที่ 2.3 ตัวอย่างของฟอร์ม

2. ควบคุม (CONTROL)

เป็นเครื่องมือสำหรับติดต่อกับผู้ใช้งาน คอนโทรลจะทำหน้าที่ต่าง ๆ กัน เช่น แสดงข้อความบนจอ(เลเบล), รับข้อความ(เท็กซ์บ็อกซ์), ปุ่มรับคำสั่ง เป็นต้น คอนโทรลบางประเภทในขณะที่รันโปรแกรมเราจะไม่เห็นบนหน้าจอแต่จะคอยทำงานอย่างเบื้องหลัง เช่น ไทม์เมอร์ เป็นต้น

ในวิซวลเบสิกคอตเน็ต มีการเตรียมคอนโทรลเหล่านี้ไว้มากมายอยู่ภายใน Toolbox (ชุดบ็อกซ์) ซึ่งมีการแบ่งหมวดหมู่ตามประเภทของคอนโทรล ซึ่งสามารถออกแบบหน้าจอได้ง่าย ๆ เพียงแค่นำคอนโทรลมาวางไว้บนฟอร์มและกำหนดคุณสมบัติเท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.4 แสดงตัวอย่างการสร้างคอนโทรล(กล่องข้อความ)

โดยจากรูปจะเห็นได้ว่าเพียงคลิกแล้วนำไปวางในตำแหน่งที่ต้องการเท่านั้น

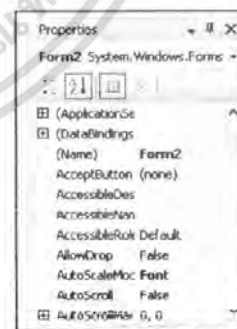
นอกจากนี้ยังมีพื้นฐานสำคัญในการสร้างโปรแกรมด้วยวิชาวสเบสิกคอปหนึ่งคือ ออบเจ็ค, พร็อพเพอร์ตี้, อีเวนต์ และเมธอด สิ่งเหล่านี้เป็นคอนเซ็ปของการเขียนโปรแกรมแบบออบเจ็ค

3. วัตถุ (OBJECT)

การเขียนโปรแกรมในวิชาวสเบสิกคอปเนี่ยจะมองทุกอย่างเป็นออบเจ็คตั้งแต่ฟอร์ม, คอนโทรล หรือแม้กระทั่งตัวแปรต่างๆ

4. คุณสมบัติ (PROPERTY)

พร็อพเพอร์ตี้ คือคุณสมบัติของออบเจ็คหรือคอนโทรล ซึ่งคอนโทรลแต่ละอันจะมีลักษณะเฉพาะต่างกันไป เราสามารถกำหนดคุณสมบัติของคอนโทรลต่างๆ ได้จากวินโดว์ Properties ดังตัวอย่าง เป็นวินโดว์ Properties ของ Form2 ซึ่งจะสามารถกำหนดคุณสมบัติของคอนโทรลหรือออบเจ็คใดๆ ได้โดยกำหนดโดยตรงจากวินโดว์นี้



รูปที่ 2.5 แสดงหน้าต่างคุณสมบัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. เหตุการณ์ (EVENT)

การเขียนโปรแกรมในวิชาเว็บสติกคอปเน็ตจะเรียกว่าเป็นการเขียนโปรแกรมแบบ Event-Driven Programming นั่นคือการที่จะโปรแกรมโมดูลจะถูกทำงานก็ต่อเมื่อมีเหตุการณ์ใดๆ เกิดขึ้น เช่น ปุ่ม OK จะไม่ถูกเรียกใช้งานจนกว่าจะมีการคลิกเมาส์ เป็นต้น

6. วิธี (METHOD)

คือคำสั่งที่อยู่ภายใต้คอนโทรลหรือฟอร์มเพื่อทำงานอย่างใดอย่างหนึ่ง เช่น Active เป็นคำสั่งให้ฟอร์มแสดงขึ้นมา เป็นต้น คอนโทรลแต่ละคอนโทรลจะมีเมธอดให้เรียกใช้งานตามความเหมาะสม

2.1.3 การเขียนโปรแกรม

ที่กล่าวมาข้างต้นเป็นเพียงการออกแบบหน้าต่างที่ติดต่อกับผู้ใช้งาน แต่ยังมีอีกส่วนหนึ่งที่จะทำให้โปรแกรมสมบูรณ์ได้นั้นคือการเขียนคำสั่งใช้งานของโปรแกรม

- การประกาศตัวแปรในวิชาเว็บสติกคอปเน็ต:

เพื่อให้วิชาเว็บสติกคอปเน็ตได้จองหน่วยความจำที่เหมาะสมให้ จึงจำเป็นต้องมีการประกาศตัวแปรล่วงหน้า มีรูปแบบดังนี้

Dim <ชื่อตัวแปร> As <ชนิดข้อมูล>

โดยชนิดข้อมูลในวิชาเว็บสติกคอปเน็ตมีมากมาย แต่ชนิดข้อมูลที่นำมาใช้ในโครงการนี้มีดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงชนิดข้อมูลที่ใช้ในโครงการนี้

ชนิดของข้อมูล	ขนาดของข้อมูล(ไบต์)	คำอธิบาย
Short	2	มีค่าตั้งแต่ -32,768 ถึง 32,768
Integer	4	มีค่าตั้งแต่ -2,147,483,648 ถึง 2,147,483,648
Char	2	มีค่าตั้งแต่ 0 ถึง 65,535
String	10+(2xความยาวของตัวอักษร)	0 ถึง 2 พันล้านอักขระ Unicode โดยประมาณ
Object	8	เป็นชนิดข้อมูลพิเศษที่สามารถใช้แทนชนิดข้อมูลอื่นๆ ในวิชาเว็บสติกคอปเน็ตได้ทั้งหมด

- การเขียนคำสั่งสั่งงานโปรแกรม:

อย่างที่ได้อ่านไปแล้วว่าวิชวลเบสิกคอตเน็ตเป็นการเขียนโปรแกรมแบบ Event-Driven Programming ดังนั้นก่อนการเขียนโปรแกรมคำสั่ง จะต้องมีการกำหนดเหตุการณ์ก่อนว่าจะให้คำสั่งนี้เกิดเมื่อเกิดเหตุการณ์ใด เช่น ให้คำสั่งปิดหน้าต่างทำงานเมื่อเกิดการคลิกที่ปุ่ม Close เป็นต้น ดังตัวอย่างต่อไปนี้

```

Private Sub Button1_Click(ByVal sender As System.Object, _
    ByVal e As System.EventArgs) Handles Button1.Click
    a = TextBox1.Text
    Me.Close()
End Sub

```

ต้องมีเหตุการณ์คือปุ่มถูกคลิก

แล้วจึงทำคำสั่งเหล่านี้

โดยคำสั่งนั้นอาจเป็นการสั่งให้แสดง ให้กระทำ หรือเปรียบเทียบเงื่อนไข ก็ได้ นอกจากนี้ยังสามารถ สร้างฟังก์ชันย่อยเพื่อเรียกใช้เวลาเกิดเหตุการณ์ใดเหตุการณ์หนึ่งเหมือนกับภาษาโปรแกรมทั่วไป เช่น ภาษาซี เป็นต้น อีกด้วย

2.1.4 การใช้งานกราฟิกบนวิชวลเบสิกคอตเน็ต:

ในโครงงานนี้เป็น โครงงานที่ต้องใช้กราฟิกมาช่วยให้การเขียนโปรแกรมง่ายขึ้น จึงทำให้การใช้งานกราฟิกบนวิชวลเบสิกคอตเน็ตเป็นสิ่งจำเป็นที่ต้องเรียนรู้ ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

- การใช้งานคอนโทรล PictureBox

ในวิชวลเบสิกคอตเน็ตมีคอนโทรลพิกเจอร์บ็อกซ์ (PictureBox) ที่ช่วยให้เราสามารถแสดงรูปภาพกราฟิกแบบต่างๆ ได้หลายชนิด ได้แก่ BMP, GIF, JPG, ICO, TIF, WMF/EMF, ICO และ EXF ซึ่งสามารถเปิดไฟล์ขึ้นมาเพื่อใช้งาน ได้ดังรูปแบบต่อไปนี้

```
<ชื่อ PictureBox>.Image = Image.FromFile(<ชื่อ ไฟล์รูปภาพที่ต้องการ>)
```

ตัวอย่างเช่น:

```
PictureBox2.Image = Image.FromFile("c:\data of My Project Program" _
    & "\" & numstring & ".gif")
```

นอกจากนี้ในโครงการนี้ยังมีการใช้คุณสมบัติสำคัญๆ ของพีคเจอร์บ็อกซ์ ดังต่อไปนี้

- Location : ใช้กำหนดจุดที่ต้องการวางรูปภาพ

รูปแบบ: <ชื่อ PictureBox>.Location = System.Drawing.Point(X, Y)

ตัวอย่าง: PictureBox4.Location = System.Drawing.Point(X, Y)

- Sizemode: ใช้กำหนดขนาดรูปภาพ

รูปแบบ: <ชื่อ PictureBox>.SizeMode = PictureBoxSizeMode.StretchImage

ตัวอย่าง: PictureBox4.SizeMode = PictureBoxSizeMode.StretchImage

ซึ่งความจริงแล้วคุณสมบัติต่างๆ เหล่านี้สามารถกำหนดในวินโดว์ Properties ของ PictureBox นั้นๆ ได้ แต่เนื่องจากในโครงการนี้เรายังไม่ทราบจุดที่จะนำรูปภาพไปวางจนกว่าผู้ใช้จะคลิกวาง จึงทำให้ จำเป็นต้องเขียนเป็นคำสั่งขึ้นมากำหนดภายหลัง

- การเขียนโปรแกรมกราฟิกด้วยวิซวลเบสิกคอตเน็ต

หลักการเขียนโปรแกรมกราฟิกด้วยวิซวลเบสิกคอตเน็ตก็เหมือนกับหลักการเขียนโปรแกรมกราฟิกโดยทั่วไป โดยสิ่งที่เราจะต้องรูประอบไปด้วย 4 ส่วนหลักๆ ดังนี้

1. สิ่งที่จะวาด เช่น วงกลม, วงรี, สี่เหลี่ยม, เส้นตรง, จุด และอื่นซึ่งในวิซวลเบสิกคอตเน็ต มีเมธอดที่ช่วยให้เราวาดรูปทรงเหล่านี้ได้ง่ายๆ เพียงแค่ใส่ค่าพารามิเตอร์ให้ถูกต้องเท่านั้น โดยในโครงการนี้ ใช้เมธอด คือ การวาดเส้นตรง (DrawLine) โดยมีรูปแบบการใช้งาน ดังนี้

รูปแบบ:

<ชื่อออบเจ็กต์กราฟิก>.DrawLine(<ชื่อออบเจ็กต์Pen>,minX, minY, maxX, maxY)

ตัวอย่าง:

g.DrawLine(New Pen(Color.Black, 5), minX, minY, maxX, maxY)

2. สิ่งที่จะวาดมีลักษณะอย่างไร เช่น ลักษณะของเส้น เป็นเส้นประ, เส้นทึบ, มีความหนาของเส้นเท่าไร? รวมถึงสีของเส้น ซึ่งสามารถกำหนดคุณลักษณะเหล่านี้ได้ ก่อนที่จะวาดบนวิซวลเบสิกคอตเน็ต

3. จะใช้เครื่องมืออะไรวาด เครื่องมือวาดภาพบนวิซวลเบสิกคอตเน็ต มีอยู่ 2 ชนิด ได้แก่ ปากกา(Pen) และ พู่กัน (Brush) ซึ่งมีจุดประสงค์การใช้งานต่างกัน คือ ปากกาจะใช้วาดเส้นและส่วนโค้ง ดังนั้นจึงจะใช้วาด กรอบ, กราฟ เป็นต้น ส่วนพู่กันจะใช้สำหรับระบายหรือเทสี โดยในโครงการนี้ใช้งานในส่วนของปากกา

2. การอ่านไฟล์ และการสร้างไฟล์

ในวิชาเว็บเทคคอปเน็ต สามารถจัดการไฟล์ได้โดยใช้คลาส File และ FileInfo ในนามสเปค System.IO เช่นกัน โดยในโครงงานนี้ใช้งานเมธอด Exists ในส่วนของคลาส File เพื่อตรวจสอบว่ามีไฟล์ที่ต้องการอ่านหรือไม่ ดังรูปแบบและตัวอย่างต่อไปนี้

รูปแบบ: `Dim <ชื่อตัวแปร> As String = <ชื่อไฟล์ที่ต้องการอ่าน>
File.Exists(<ชื่อตัวแปร>)`

ตัวอย่าง: `Dim fileName As String = "c:\name.txt"
File.Exists(fileName)`

โดยเมธอด Exists จะให้ค่าเป็น True หรือ False เพื่อใช้ในการกำหนดเงื่อนไขต่อไป

จากนั้นใช้การจัดการข้อมูลด้วยคลาส FileStream, StreamReader และ StreamWriter โดย FileStream จะเปรียบเสมือนท่อเชื่อมต่อกันระหว่างไฟล์ที่ต้องการ และกำหนดลักษณะว่าจะให้เปิดไฟล์นั้นแบบใด เช่น จะให้อ่านได้อย่างเดียว, เขียนได้อย่างเดียว หรือทั้งอ่านทั้งเขียน เป็นต้น โดยมีรูปแบบและตัวอย่างดังนี้

รูปแบบ: `Dim <ชื่อออบเจ็กต์FileStream> As New FileStream(<Path>, _
<Mode>, <Access>, <Share>`

โดยที่ Path คือ พาทของไฟล์ที่ต้องการเปิด เช่น "c:\name.txt"

Mode คือ วิธีการเปิดไฟล์ เช่น เปิดไฟล์เก่า, สร้างไฟล์ใหม่ เป็นต้น

Access คือ กำหนดความสามารถในการเข้าถึงข้อมูลของไฟล์ เช่น ให้เปิดอ่านได้อย่างเดียว หรือทั้งอ่านทั้งเขียน

Share คือ กำหนดรูปแบบการแชร์ข้อมูลขณะเปิดไฟล์ เช่นยอมให้โปรแกรมอื่นสามารถอ่าน/เขียนไฟล์ได้หรือไม่

ตัวอย่าง: `Dim MyFileStream As New FileStream("c:\name.txt", _
FileMode.Open, FileAccess.Read, FileShare.Read)`

คือ เปิดไฟล์ name.txt ในไดเรกทอรี C: โดยเป็นการเปิดไฟล์เดิมให้สามารถอ่านได้อย่างเดียว และอนุญาตให้โปรแกรมอื่นอ่านไฟล์ได้อย่างเดียวในขณะที่เปิดอยู่

หลังจากที่เชื่อมต่อไฟล์โดยใช้ FileStream เชื่อมต่อไฟล์ที่ต้องการ และกำหนดลักษณะแล้วจากนั้นก็ใช้ StreamReader/StreamWriter เพื่อ อ่าน/เขียน ข้อมูลต่อไป ดังนี้

รูปแบบ: `Dim <ชื่อออบเจ็กต์StreamReader> As New StreamReader(<ชื่อออบเจ็กต์FileStream>)`

ตัวอย่าง: `Dim MyStreamReader As New StreamReader(MyFileStream)`

สุดท้ายแล้วต้องปิดไฟล์ด้วยทุกครั้งโดยใช้ `<ชื่อออบเจ็กต์FileStream>.Close()`

2.2. อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์มีมากมายหลายประเภทซึ่งมีทั้งเป็นอุปกรณ์เพื่อแสดงผล รับค่าเพื่อนำค่าที่ได้นั้นไปประมวลผลต่อไป และมีไว้เพื่อประมวลผล อุปกรณ์ที่ได้รับความนิยมเป็นอย่างมากเนื่องมาเป็นพื้นฐานได้แก่ แอลอีดี 7-เซกเมนต์ คีย์บอร์ด

2.2.1 LED

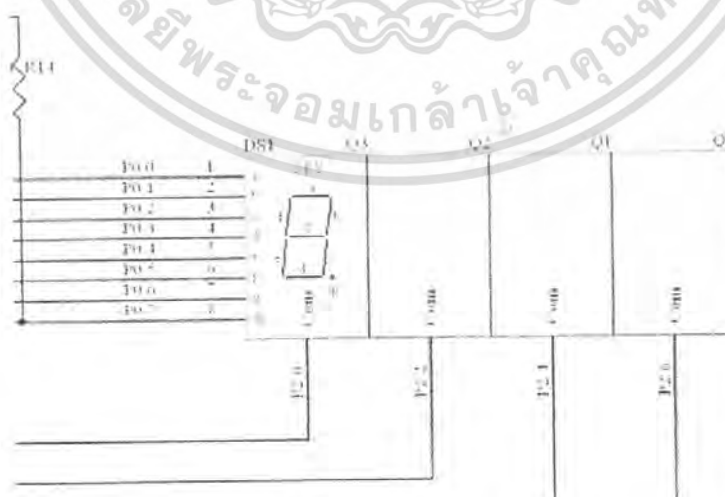


รูปที่ 2.6 แอลอีดี

LED ย่อจาก Light emitting diodes มีให้เห็นได้ทั่วไปในอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทั่วไป บางครั้งคุณเห็นได้ในนาฬิกาดิจิตอล รีโมทคอนโทรล หน้าปัดอุปกรณ์ไฟฟ้า โทรทัศน์ จัมโบ้ หรือแม้แต่ไฟจราจรตามสี่แยกเป็นต้น ที่จริงแล้วหลอด LED คือหลอดไฟขนาดเล็ก แต่มีหลักการทำงานแตกต่างจากหลอดไฟมีไส้ เพราะไม่มีการเผาไส้หลอด ดังนั้นหลอด LED จึงไม่เกิดความร้อน แสงสว่างเกิดขึ้นจากการเคลื่อนของอิเล็กตรอนภายในสารกึ่งตัวนำ ซึ่งเป็นวัสดุแบบเดียวกับที่ใช้ในการทำทรานซิสเตอร์

2.2.2 7-เซกเมนต์

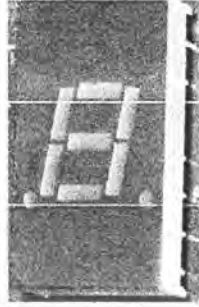
1. หลักการทำงาน 7-เซกเมนต์ ขาดังๆของ 7-เซกเมนต์แสดงดังรูปที่ 2.7



รูปที่ 2.7 ขาของเซเว่นเซกเมนต์

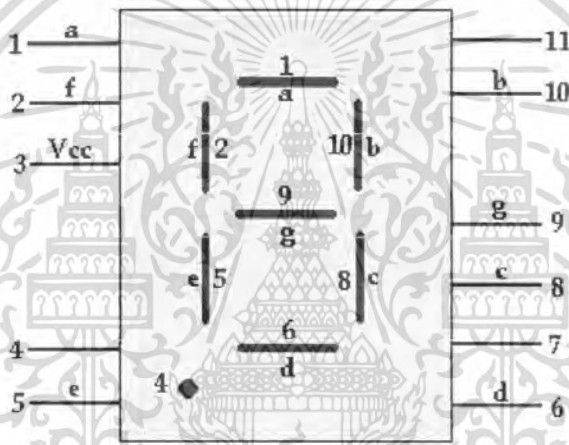
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เซเวนเซกเมนต์เป็นอุปกรณ์ที่นิยมใช้ในการแสดงผลตัวเลข เช่น ใช้ในลิฟท์ อุปกรณ์ไฟฟ้า เป็นต้น มี 2 แบบ คือ อาโนคร่วม และคาโทคร่วม



รูปที่ 2.8 เซเวนเซกเมนต์

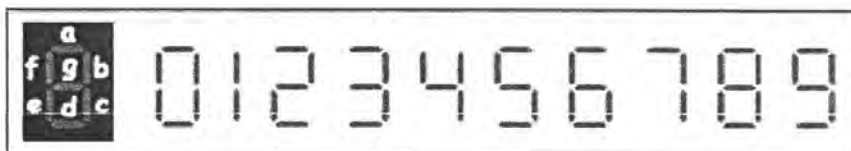
2. วงจรภายใน



รูปที่ 2.9 วงจรภายในของเซเวนเซกเมนต์

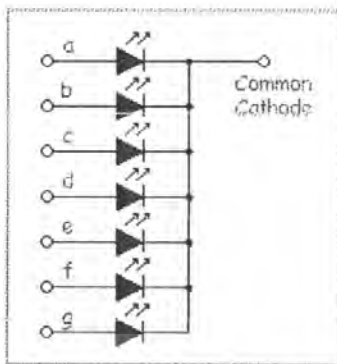
3. การออกแบบวงจรแปลงรหัส BCD เป็น 7-เซกเมนต์ สำหรับ 7-เซกเมนต์ แบบ คอมมอนแอนโอด และ คอมมอนแคโทด

ปัจจุบันการแสดงผลในรูปแบบตัวเลขนิยมใช้ แอล อี ดี 7 เซกเมนต์ ซึ่งมีโครงสร้างที่ประกอบด้วย แอล อี ดี 7 ดวงนั้นคือ a ถึง g ดังรูปที่ 2.9

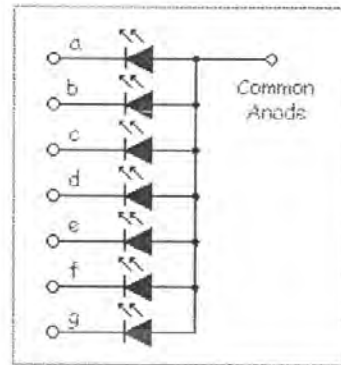


รูปที่ 2.10 การแสดงผลของ 7- เซกเมนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



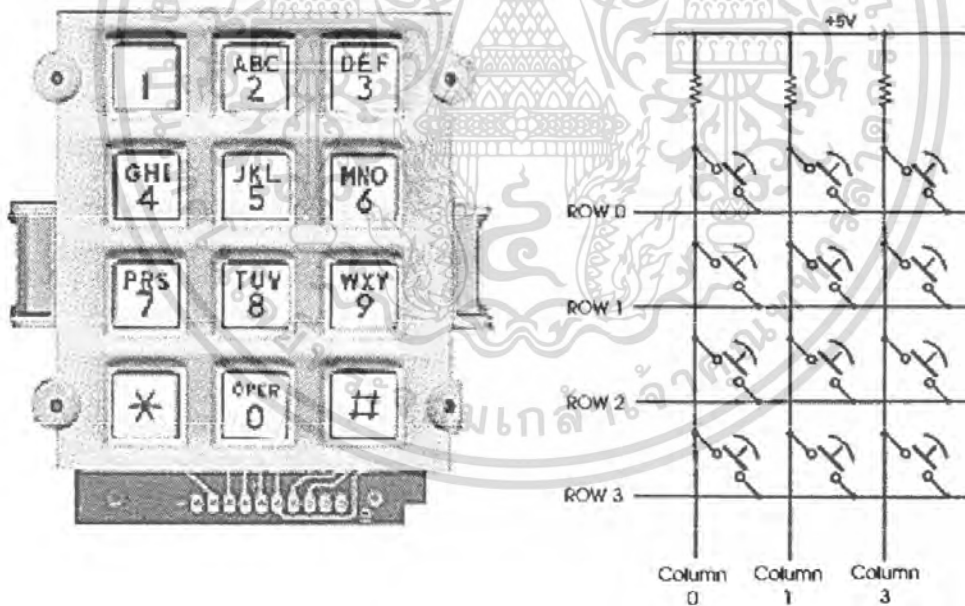
รูปที่ 2.11 แบบ คอมมอน แคโทด



รูปที่ 2.12 แบบ คอมมอน แอนโอด

2.2.3 คีย์โทรศัพท์

คีย์โทรศัพท์เป็นสวิตช์ชนิดหนึ่งซึ่งมีความสามารถมากกว่าสวิตช์ทั่วไป เพราะมีการเชื่อมต่อโดยใช้จำนวนสายน้อยกว่าจำนวนปุ่มปกติ



รูปที่ 2.13 คีย์โทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 ไมโครคอนโทรลเลอร์

ไมโครคอนโทรลเลอร์ คือ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อย่างหนึ่งซึ่งภายในประกอบด้วยวงจรอื่นๆ หลายวงจรและทำงานร่วมกัน เช่น หน่วยประมวลผลกลาง หน่วยคำนวณทางคณิตศาสตร์ และ ลอจิก วงจรออสซิลเลเตอร์ หน่วยความจำ วงจรรับสัญญาณอินพุตและขับสัญญาณเอาต์พุต เป็นต้น ด้วยเหตุนี้ไมโครคอนโทรลเลอร์จึงสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานควบคุมได้ดี เนื่องจากสามารถเขียนโปรแกรมควบคุมได้อย่างอิสระ ตามความต้องการของเรา

2.3.1 โครงสร้างของไมโครคอนโทรลเลอร์

ไมโครคอนโทรลเลอร์ พีไอซี มีโครงสร้างหลายลักษณะทั้ง 8 14 18 28 และ 40 ขา ซึ่งมีให้เลือกใช้มากมายขึ้นอยู่กับว่าจะเลือกใช้ขนาด หน่วยความจำเท่าใดให้เหมาะสมกับลักษณะงานที่ทำ โดยสามารถแบ่งหน่วยความจำได้ 3 แบบ คือ

1. หน่วยความจำโปรแกรมแบบแฟลช มีขนาดความจุ 1 – 32 กิโลบิต
2. หน่วยความจำข้อมูล มีขนาดความจุ 4 - 1536 ไบต์
3. หน่วยความจำข้อมูลอีพรอม มีขนาดความจุถึง 256 ไบต์

ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877 มีพอร์ตใช้งานทั้งสิ้น 5 พอร์ต คือพอร์ตเอ มี 6 บิต, พอร์ตบี มี 6 บิต, พอร์ตซี มี 6 บิต, พอร์ตดี มี 6 บิต, พอร์ตอี มี 3 บิต เป็นพอร์ตแบบมี 2 ทิศทาง คือ สามารถเป็นได้ทั้ง อินพุต เอาท์พุต และยังเป็นพอร์ตที่สามารถแปลงสัญญาณ เอดีซี (วงจรแปลงสัญญาณอนาล็อก ไปเป็นดิจิทัล) ได้อีกด้วย ไมโครคอนโทรลเลอร์ พีไอซี มีคุณลักษณะ ดังนี้

1. คำสั่งต่างๆ ใช้เวลาทำงาน 1 ถึง 2 รอบสัญญาณนาฬิกา
2. หน่วยความจำโปรแกรมเป็นแบบ Flash มีขนาด 8KWord (1 word=14 บิต) ซึ่งสามารถเขียนและลบได้มากกว่า 100,000 ครั้ง
3. มีแรม ขนาด 368 ไบต์
4. มี EEPROM ขนาด 256 ไบต์
5. Watchdog timer
6. ทำงานที่ไฟเลี้ยง 2VDC ถึง 5.5VDC
7. สัญญาณนาฬิกามีหลายโหมดให้เลือกใช้งาน คือ อาจจะใช้ XTAL หรือ วงจร RC
8. สามารถโปรแกรมด้วยไฟ +5VDC ได้
9. Current Sink และ Current Source อยู่ที่ 25mA
10. มี A-TO-D Converter แบบ 10 บิต จำนวน 8 ช่องนำเข้า ในตัว
11. มี I/O พอร์ตทั้งหมด 5 พอร์ต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2 สัญญาณนาฬิกา

PIC จะใช้สัญญาณนาฬิกา โดยมองเป็นลักษณะของ วงรอบ (Cycle) ซึ่งระบุเอาไว้ว่า 1 คำสั่งนั้นจะประกอบไปด้วย 1-2 วงรอบ โดยแต่ละวงรอบนั้นจะแบ่งเป็น 4 ส่วน คือ Q1, Q2, Q3 และ Q4 ด้วยเหตุนี้ ความเร็วโดยรวมของ PIC จึงเท่ากับ ค่าความถี่ของสัญญาณนาฬิกา หาร ด้วย 4

$$1\text{cycle} = Q_1 | Q_2 | Q_3 | Q_4 = \frac{XTAL}{4}$$

2.3.3 การจัดขาของไอซี

หลังจากที่ทำความเข้าใจเกี่ยวกับสัญญาณนาฬิกากันไปแล้ว เรามาดูเรื่องการจัดขาของชิพ กันดีกว่าครับ ในรูปนั้นถ้าขาใดเป็น Active Low จะใส่เครื่องหมาย ' เอาไว้ด้านหลัง เช่น MCLR' ก็คือ ขาที่ Active แบบ Low นั่นเอง



รูปที่ 2.14 ขาของพีไอซี

2.3.4 พอร์ตการใช้งานของ PIC16F877

1. พอร์ต A จำนวน 6 ช่อง(RA0-RA5) ใช้ติดต่อ อินพุต เอาท์พุต และการแปลงสัญญาณ ADC
2. พอร์ต B จำนวน 8 ช่อง(RB0-RB7) ภายในมีวงจรถูกอ็อป ใช้ติดต่อ อินพุต เอาท์พุต และยังใช้งานเป็นพอร์ตที่เกี่ยวข้องกับการใช้งานอินเตอร์รัปต์ จากภายนอกด้วย
3. พอร์ต C จำนวน 6 ช่อง(RC0-RC5) ใช้ติดต่อ อินพุต เอาท์พุต และใช้งานเป็นพอร์ตที่เกี่ยวข้องกับตัวนับ/จับเวลาและการสื่อสาร
4. พอร์ต D จำนวน 8 ช่อง(RD0-RD7) ใช้ติดต่อ อินพุต เอาท์พุต และสามารถใช้งานเป็นพอร์ตอินพุต เอาท์พุตแบบขนาน
5. พอร์ต E จำนวน 3 ช่อง(RE0-RE2) ใช้ติดต่อ อินพุต เอาท์พุต และการแปลงสัญญาณ ADC

2.3.5 การควบคุมพอร์ต PIC16F877

ในการควบคุมพอร์ตของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล PIC จะต้องมีการกำหนดเงื่อนไขก่อนการใช้งานว่าต้องการให้ขาของพอร์ตที่จะใช้งานทำหน้าที่เป็นขาพอร์ตอินพุตหรือเอาต์พุต โดยการกำหนดค่าให้กับขาพอร์ตในรีจิสเตอร์ TRIS ก่อน

ถ้ากำหนดเป็นลอจิก "0" แสดงว่าต้องการให้ขาพอร์ตทำหน้าที่เป็นเอาต์พุต

ถ้ากำหนดเป็นลอจิก "1" แสดงว่าต้องการให้ขาพอร์ตทำหน้าที่เป็นอินพุต

คำสั่งกำหนดหน้าที่ของพอร์ต

set_tris_A (value) กำหนดหน้าที่ของพอร์ต A

set_tris_B (value) กำหนดหน้าที่ของพอร์ต B

set_tris_C (value) กำหนดหน้าที่ของพอร์ต C

set_tris_D (value) กำหนดหน้าที่ของพอร์ต D

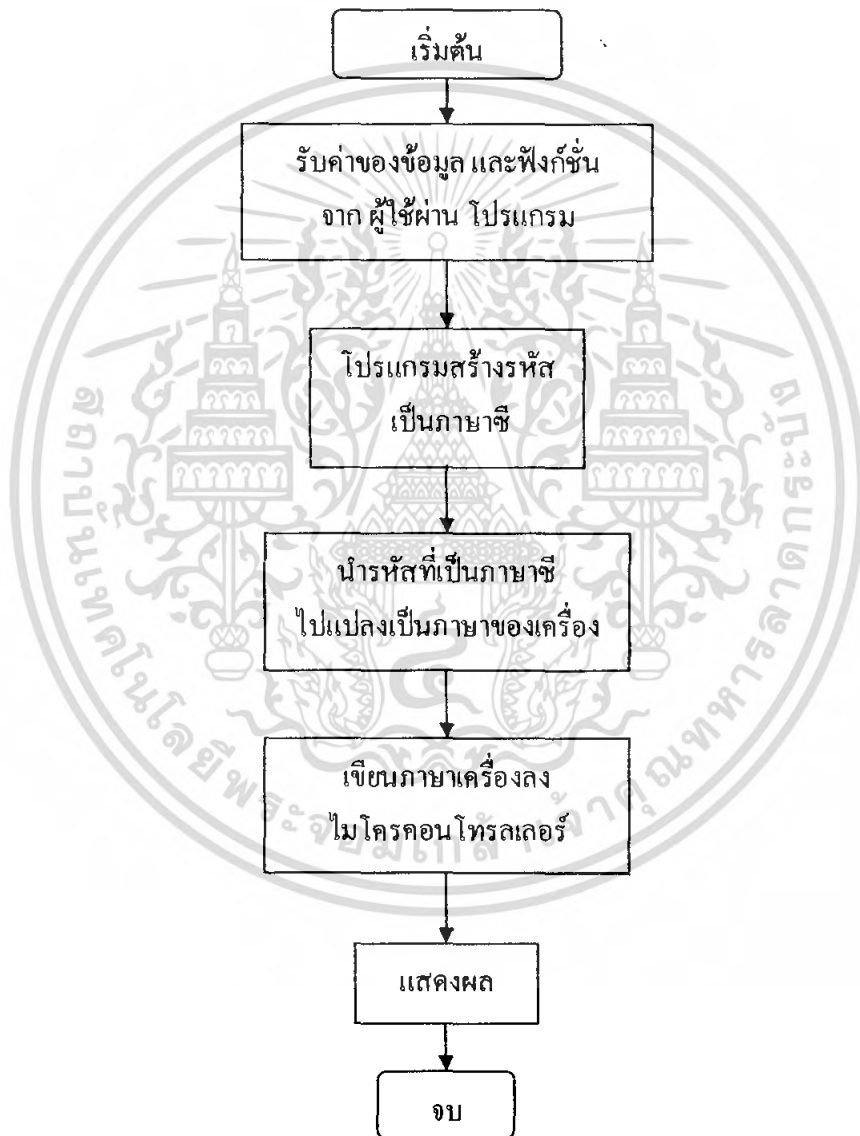
set_tris_E (value) กำหนดหน้าที่ของพอร์ต E

บทที่ 3

หลักการออกแบบ

การออกแบบเครื่องมือช่วยสอนไมโครคอนโทรลเลอร์ ในเบื้องต้นนั้นต้องเข้าใจหลักการทำงานในภาพรวมของระบบควบคุมก่อนว่ามีหลักการทำงานอย่างไร แล้วจึงพิจารณาส่วนย่อยต่างๆ อันประกอบไปด้วย ส่วนที่เป็นตัวโปรแกรม(วิซวลเบสิกและภาษาซี) ส่วนที่เป็นวงจรอิเล็กทรอนิกส์

หลักการทำงานในภาพรวมของเครื่องมือช่วยสอนไมโครคอนโทรลเลอร์ สามารถแสดงผังแผนผัง(Flow Chart) ในรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 แผนผังรวมของเครื่องมือช่วยสอนไมโครคอนโทรลเลอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 3.1 เห็นว่าระบบควบคุมตำแหน่งลูกบอลบนคานประกอบด้วยส่วนหลักๆ ดังนี้คือ

- วิชาลเบสิก
- การเขียนข้อมูล
- วงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่เกี่ยวข้อง

3.1 หน้าต่างโปรแกรม

หน้าต่างโปรแกรมเป็นส่วนที่สำคัญสำหรับโครงงานนี้ เนื่องจากเป็นหน้าต่างที่ใช้สำหรับเลือกฟังก์ชันต่างๆของการแสดงผลที่เครื่องมือช่วยสอนไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยสร้างจากวิชาลเบสิกคอตเน็ต หน้าต่างโปรแกรมของโครงงานนี้แสดงได้ดังรูปที่ 3.2

โปรแกรมที่จะนำมาใช้ในการควบคุมนั้น ต้องพิจารณาในเรื่องต่างๆ ดังนี้

- สิ่งจำเป็นสำหรับการออกแบบหน้าต่างโปรแกรม
- คุณสมบัติของโปรแกรม



รูปที่ 3.2 โปรแกรมวิชาลเบสิก

1. สิ่งจำเป็นสำหรับการออกแบบหน้าต่างโปรแกรม

- คอมพิวเตอร์
- โปรแกรมวิชาลเบสิก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. คุณสมบัติของโปรแกรม

- สามารถเลือกรูปอุปกรณ์ที่ต้องการใช้ได้อุปกรณ์ละ 1 ครั้ง ขึ้นอยู่กับฟังก์ชันที่ผู้ใช้เลือกเป็นหลัก
- สามารถเริ่มทำโปรแกรมใหม่ได้
- สามารถวาดเส้นเชื่อมระหว่างอุปกรณ์ต่าง ๆ ได้
- สามารถแสดงข้อมูลภาษาซีที่ใช้ควบคุมได้
- สามารถเรียกโปรแกรม PCW และ MPLAB ได้
- มีข้อความช่วยเหลือผู้ใช้

3.2 การเขียนข้อมูลในส่วนของภาษาซี

การเขียนข้อมูลทำหน้าที่รับข้อมูลจากโปรแกรมวิซวลเบสิก ผ่านตัวเขียนข้อมูล โดยมีโปรแกรมซึ่งทำหน้าที่เขียนคือ เอ็มพีแพล จากนั้นจะส่งคำสั่งสัญญาณควบคุมที่คำนวณได้ไปยังวงจรอิเล็กทรอนิกส์เพื่อแสดงผลต่อไป

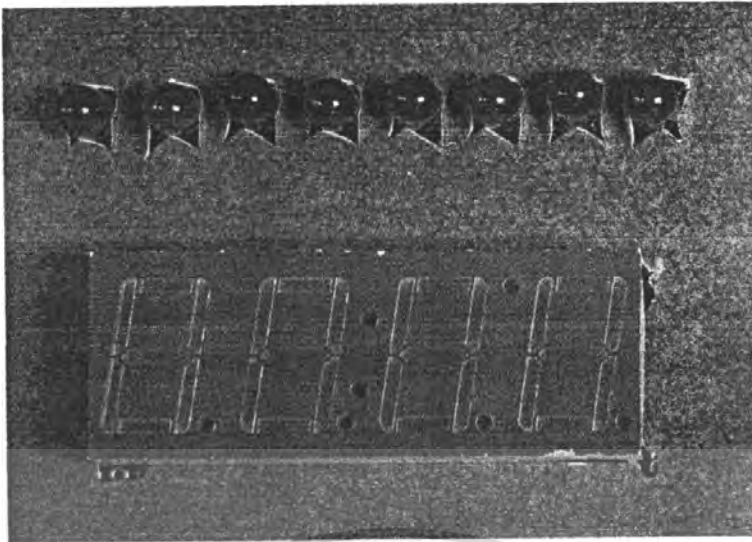
ในส่วนของโปรแกรมควบคุมระบบ เริ่มจากการเขียนโปรแกรมภาษาซีต่างๆที่กำหนดไว้ ซึ่งจะต้องเขียนให้มีความยืดหยุ่นให้ได้มากที่สุด เนื่องจากโปรแกรมนี้อาจทำให้ผู้ใช้สามารถกำหนดค่าต่างๆ ได้เอง โดยการเขียน ฟังก์ชันที่สามารถรับค่าเข้ามาได้ จากนั้นนำไปรวมกับการเขียนโปรแกรมของวิซวลเบสิก ทำให้ผู้ใช้สามารถกำหนดฟังก์ชันต่างๆ ไว้ รวมถึงการเลือกค่าต่างๆ แล้วจึงกลับมายังโปรแกรมแปลงให้เป็นภาษาเครื่อง และเขียนใส่ไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อส่งคำสั่งควบคุมเครื่องมือช่วยสอนไมโครคอนโทรลเลอร์ ที่ต้องการและให้แสดงผลต่อไป

3.3 วงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่เกี่ยวข้อง

โครงสร้างทางกายภาพของเครื่องมือช่วยสอนไมโครคอนโทรลเลอร์ประกอบด้วยส่วนต่างๆ หลายส่วน โดยหัวข้อนี้จะอธิบายถึงการออกแบบในแต่ละส่วน ดังนี้

3.3.1 แอล อี ดี และ เซเว่นเซกเมนต์

การติดตั้งแอล อี ดี และเซเว่นเซกเมนต์ต้องมีการพิจารณาถึงความเหมาะสมในการออกแบบของกระแสไฟ และแรงดันตกคร่อมให้มีความเหมาะสม โดยการใส่ตัวต้านทานเข้าไปเพื่อช่วยลดกระแสไฟฟ้าลง โครงการนี้เลือกใช้ค่าตัวต้านทาน 1.2 กิโลโอม เพราะสามารถแสดงผลหรือให้ความสว่างของหลอดแอล อี ดี และ เซเว่นเซกเมนต์ ได้เพียงพอตามความต้องการและกระแสไฟที่ไหลผ่านหลอดแอล อี ดี และ เซเว่นเซกเมนต์ที่มีค่าไม่มากจนเกินไปทำให้หลอดขาดแสดงได้ดังรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 แอล อี คี และ เซเว่นเซคเมนต์

3.3.2 คีย์โทรศัพท์

จากหัวข้อที่ 3.3.1 เป็นการแสดงวิธีต่อแอล อี คี และ เซเว่นเซคเมนต์ที่เหมาะสมในแสดงผล ในหัวข้อนี้จะอธิบายถึงการต่อวงจรของคีย์โทรศัพท์

จากรูปที่ 3.4 จะเห็นว่าในส่วน โครงสร้างของคีย์โทรศัพท์ทำมาเป็นแบบเมตริก โดยส่วนของโครงสร้างนี้จะมีขาทั้งหมด 7 ขาเพื่อควบคุม และเพื่อจ่ายต่อการต่อวงจรจึงเลือกใส่ตัวต้านทานในวงจรที่ควบคุมขาในแนวตั้งของเมตริก



รูปที่ 3.4 รูปคีย์โทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยคีย์โทรศัพท์ที่มีหน้าที่คัดเลือกฟังก์ชันต่างๆของการแสดงผลที่แอล อี ดี และ เซเวนเซค
เมนส์ต่อไป

เนื้อหาในบทนี้กล่าวถึงการออกแบบโครงงาน โปรแกรมช่วยเขียนโปรแกรม
ไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยแบ่งเป็น 3 ส่วนเช่นเคย คือ ส่วนของหน้าต่างโปรแกรม ส่วนของ
ภาษาซี และส่วนของวงจรอิเล็กทรอนิกส์ เมื่อออกแบบทั้ง 3 ส่วน แล้วจึงนำมารวมกันโดยหน้าต่าง
โปรแกรมจะดึงข้อมูลภาษาซีมาจากไฟล์ที่มีข้อมูล โครงสร้างภาษาซีอยู่แล้วนำมาปรับปรุงให้ตรง
กับฟังก์ชันที่ผู้ใช้กำหนด แล้วนำไปแปลเป็นภาษาเครื่องและเขียนลงไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อ
ควบคุมวงจรอิเล็กทรอนิกส์ต่อไป



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลอง

ในบทนี้ จะกล่าวถึงการทดลองและผลการทดลอง การใช้งาน โปรแกรม PIC As-holy เพื่อช่วยในการเขียนโปรแกรมควบคุมฮาร์ดแวร์ในโหมดการทำงานต่าง ๆ โดยมีรายละเอียดในการทดลองดังนี้

4.1 วิธีการทดลอง

การทดลองในส่วนนี้ประกอบด้วย

1. เลือกรูปที่ต้องการจากหน้าต่างผู้ใช้ โดยผู้ใช้เลือกอุปกรณ์ที่ใช้ ดังรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 แสดงหน้าจอโดยรวม

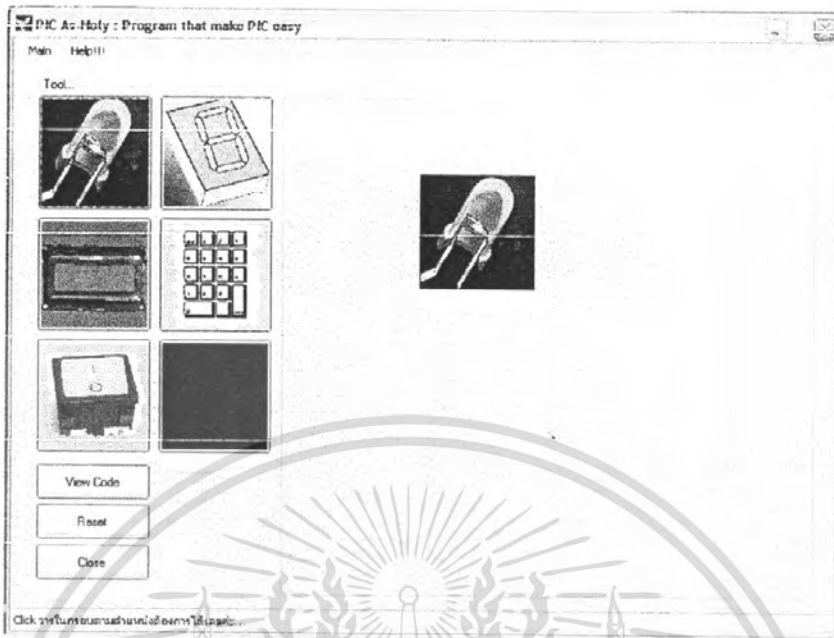
2. จากนั้นเลือกฟังก์ชันที่ต้องการ ในหน้าต่างดังรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.2 แสดงการเลือกฟังก์ชัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. แล้วคลิกพื้นที่ที่ต้องการวางรูป โดยต้องวางรูปในเส้นกรอบที่กำหนดให้เท่านั้น ดังแสดง
ในรูปที่ 4.3



รูปที่ 4.3 แสดงการวางภาพ

4. จากนั้นเลือกอุปกรณ์ที่ต้องการใช้ในฟังก์ชันนั้น แล้ววางให้ครบ ดังรูปที่ 4.4



รูปที่ 4.4 แสดงการวางอุปกรณ์ให้ครบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. วาดเส้นเชื่อมอุปกรณ์ ดังรูปที่ 4.5



รูปที่ 4.5 แสดงการเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์

6. คลิกปุ่ม View Code เพื่อเรียกดู โปรแกรม หน้าต่าง โปรแกรมจะแสดงขึ้นมา ดังรูปที่ 4.6

Display Code

```

#include <101877.h>
#define adc 8
#define delay_time 4000000
#define NO_WDT_XT, NO_PUT, NO_PROTECT, NO_BROWNOUT, NO_LVP, NO_CFD, NO_WDT, NO_DEBUG

int k;
byte x;

void main()
{
    port_b_pullups(TRUE);
    setup_adc_ports(NO_ANALOGS);
    setup_adc(ADC_OFF);
    setup_spf("SP_DISABLED");
    setup_spi(FALSE);
    setup_timer_0(TMTCC_INTERNAL_IRTCC_DIV_1);
    setup_timer_1(T1_DISABLED);
    setup_timer_2(T2_DISABLED, 0, 1);

    set_tris_b(0x00);
    output_low(pin_C1); //enable led

    while(1)
    {
        x = 0x01;

        for (k=0;k<=3;k++)
        {
            output_b(x);
            delay_ms(1000);
            rotate_left(&x,1); //rotate to left 1 bit
        }
    }
}

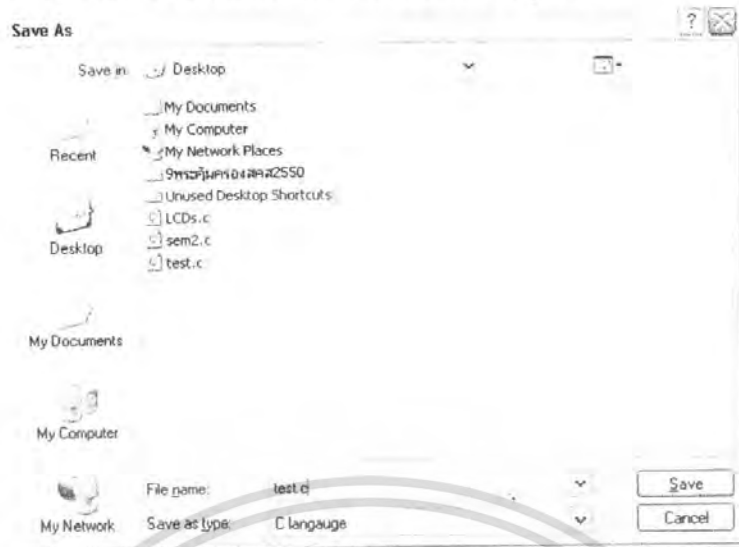
```

Save Code As... Close this window

รูปที่ 4.6 แสดงการแสดงผลโค้ด

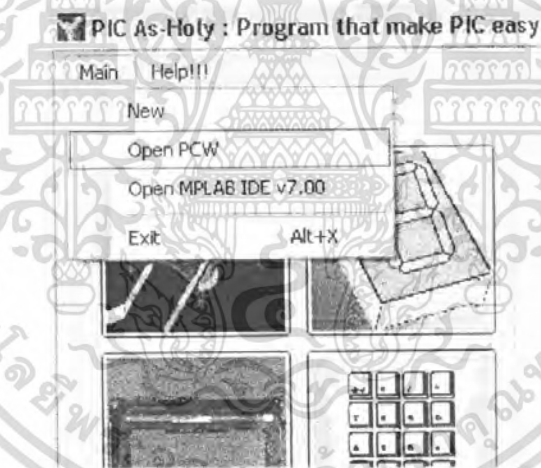
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. โดยผู้ใช้งานสามารถแก้ไขได้ตามต้องการแล้วจึงบันทึกไว้ ดังรูปที่ 4.7



รูปที่ 4.7 แสดงการบันทึกข้อมูลของโค้ด

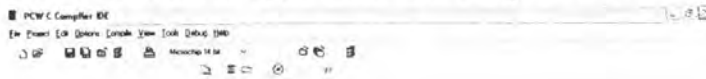
8. ในขณะที่ผู้ใช้งานจะได้โค้ดภาษาซีขึ้นมา 1 ไฟล์ จากนั้นคลิกที่ Open PCW ในเมนู Main ดังรูปที่ 4.8



รูปที่ 4.8 รูปแสดงการเปิด โปรแกรม พีซีฉบับเบสิค

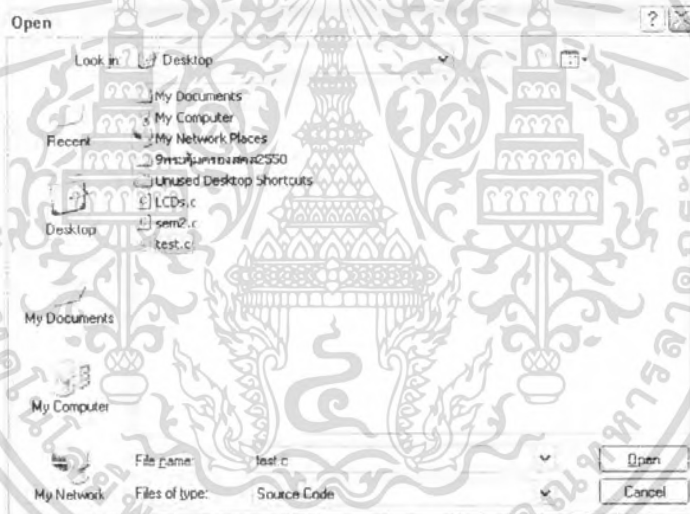
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9. เมื่อโปรแกรมเปิดขึ้นมาให้เลือก Open ใน Main จะปรากฏหน้าต่างโปรแกรมดังรูปที่ 4.9



รูปที่ 4.9 รูปแสดงโปรแกรม พีซีดีบีเบิ้ลยู

10. แล้วเลือกเปิด ไฟล์ภาษาซทบนทก วกก่อนหนนขึ้นมา ดังรูปที่ 4.10



รูปที่ 4.10 แสดงการเปิดข้อมูลที่เราได้บันทึกไว้

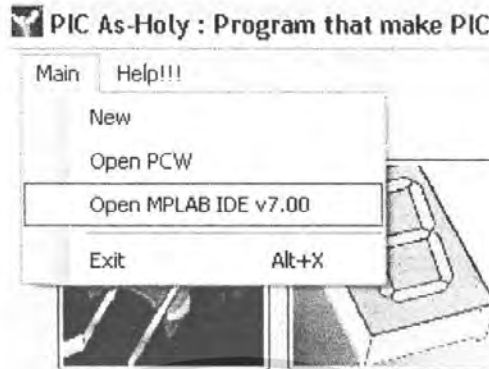
11. จากนั้นเลือก Compile ในเมนู Compile ดังรูปที่ 4.11



รูปที่ 4.11 รูปแสดงการเลือกปุ่มสำหรับแปลงจากภาษาโปรแกรมเป็นภาษาเครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

12. หรือกด F9 เพื่อทำการแปลงจากภาษาซีเป็นภาษาเครื่อง ซึ่งขณะนี้จะได้ไฟล์คอปเฮกซ์ (*.hex) ซึ่งเป็นภาษาเครื่องแล้วกลับไปโปรแกรม PIC As-holy อีกครั้งแล้วเลือก Open MPLAB IDE v7.00 ในเมนู Main ดังรูปที่ 4.12



รูปที่ 4.12 รูปแสดงการเลือกเปิด โปรแกรมสำหรับเขียนข้อมูลลงในไมโครคอนโทรลเลอร์

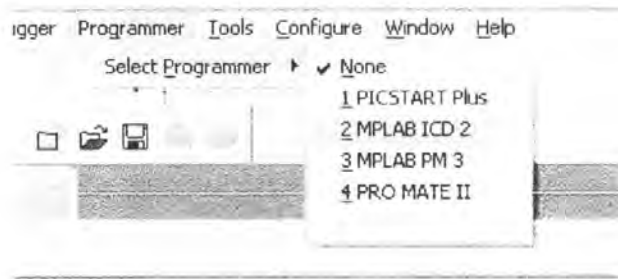
13. เพื่อเปิดโปรแกรมเขียนคำสั่งภาษาเครื่องนั้นลง PIC โดยเมื่อโปรแกรมเปิดขึ้นมาแล้วให้เสียบสายโอนถ่ายข้อมูล ICD เข้ากับบอร์ด PICDEM 2 PLUS DEMO BOARD ดังรูปที่ 4.13



รูปที่ 4.13 รูปแสดงการเสียบสายสำหรับเขียนโปรแกรมลงบนบอร์ดทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

14. เลือกอุปกรณ์ที่ใช้เขียนลง PIC ในที่นี้คือ MPLAB ICD2 ซึ่งอยู่ในเมนู Programmer > Self Programmer ดังรูปที่ 4.14



รูปที่ 4.14 รูปแสดงการเลือกอุปกรณ์สำหรับเขียนโปรแกรม

15. แล้วเลือก Import... ในเมนู Main เพื่อนำภาษาเครื่องที่บันทึกไว้ก่อนหน้าขึ้นมา ดังรูปที่ 4.15



รูปที่ 4.15 รูปแสดงการนำข้อมูลที่จะโปรแกรม

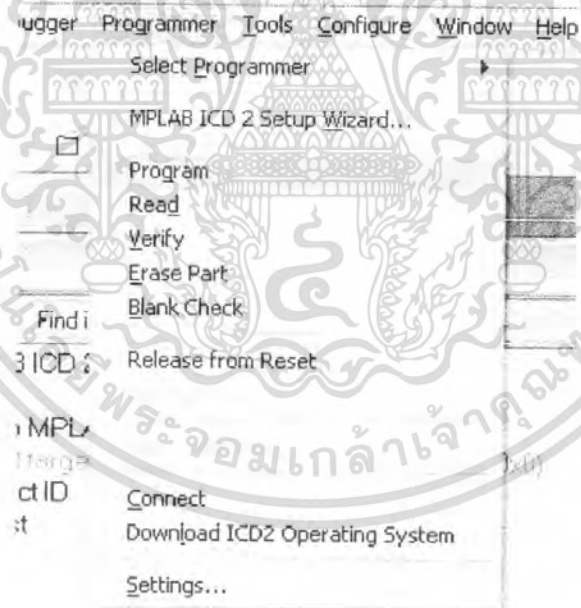
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

16. เลือกไฟล์ที่เซฟไว้ก่อนหน้า ดังรูปที่ 4.16



รูปที่ 4.16 รูปแสดงการเลือกข้อมูลที่จะโปรแกรม

17. จากนั้นเลือก Program ในเมนู Programmer ดังรูป 4.17



รูปที่ 4.17 รูปแสดงการ โปรแกรมข้อมูลลงบนบอร์ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ถอดสายโอนถ่ายข้อมูล ICD ออกจากบอร์ด PICDEM 2 PLUS DEMO BOARD แล้วสังเกตผลการทดลองที่ได้

หัวข้อนี้เป็นการแสดงผลการทดลองใช้ฟังก์ชันต่าง ๆ โดยจะแสดงการเลือกฟังก์ชันประกอบไปด้วย เพื่อความเข้าใจยิ่งขึ้น

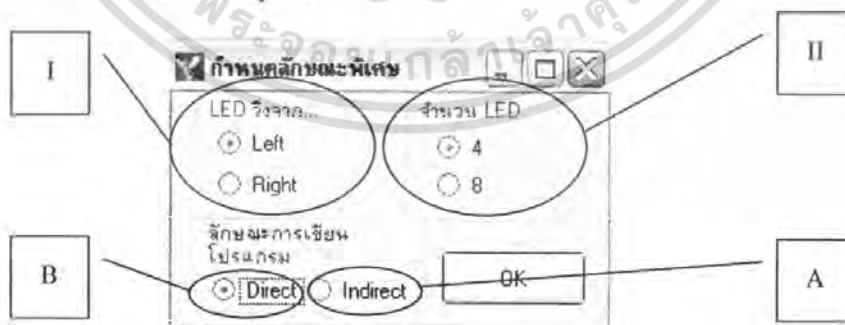
4.2.1 ผลการทดลองการใช้ฟังก์ชันในโหมดที่ไม่ได้กำหนดค่าจากคีย์แพด

1. ฟังก์ชันแอลอีดีวงทางเดียว สามารถเลือกได้หลังจากที่คลิกเลือกรูปแอลอีดีแล้วจะมีหน้าต่างฟังก์ชันปรากฏขึ้นมา ให้เลือกฟังก์ชัน ดังรูปที่ 4.18



รูปที่ 4.18 แสดงการเลือกฟังก์ชันแอลอีดีวงทางเดียว

จากนั้นจะมีอีกหน้าต่างหนึ่งปรากฏขึ้นมา เป็นหน้าต่างกำหนดลักษณะพิเศษของฟังก์ชันแอลอีดีวงทางเดียว ดังรูป 4.19



รูปที่ 4.19 แสดงหน้าต่างกำหนดลักษณะพิเศษของฟังก์ชันแอลอีดีวงทางเดียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยที่:

- A แบบตั้งเปิด- ปิด ทีละตัว
- B แบบตั้งวน(Rotate)
- C สามารถเลือก
 - I เริ่มจากซ้าย และขวา
 - II จำนวนแอลอีดี

ผลการทดลอง: เนื่องจากเป็นฟังก์ชันที่มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลาจึงไม่สามารถนำภาพนิ่งมาแสดงได้

1. ฟังก์ชันแอลอีดี ไฟวิ่งปรับช้า-เร็วได้ สามารถเลือกได้หลังจากที่คลิกเลือกรูปแอลอีดีแล้วจะมีหน้าต่างฟังก์ชันปรากฏขึ้นมา ให้เลือกฟังก์ชัน ดังรูปที่ 4.18 จากนั้นจะมีอีกหน้าต่างหนึ่งปรากฏขึ้นมา เป็นหน้าต่างกำหนดลักษณะพิเศษของฟังก์ชันแอลอีดีไฟวิ่ง ปรับช้าเร็วได้ ดังรูปที่ 4.20



รูปที่ 4.20 แสดงหน้าต่างกำหนดลักษณะพิเศษของฟังก์ชันแอลอีดีไฟวิ่ง ปรับช้าเร็วได้

โดยที่:

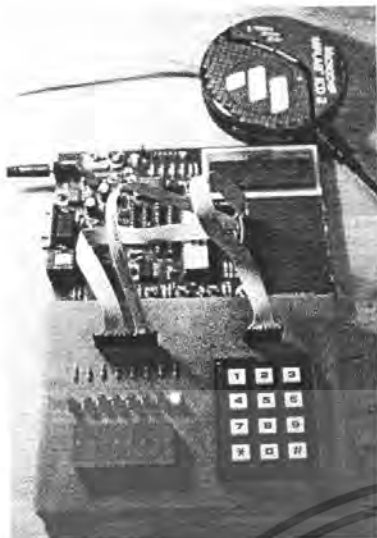
- A. เริ่มจากซ้าย และขวา
- B. จำนวน แอลอีดี

ผลการทดลอง: เนื่องจากเป็นฟังก์ชันที่มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลาจึงไม่สามารถนำภาพนิ่งมาแสดงได้

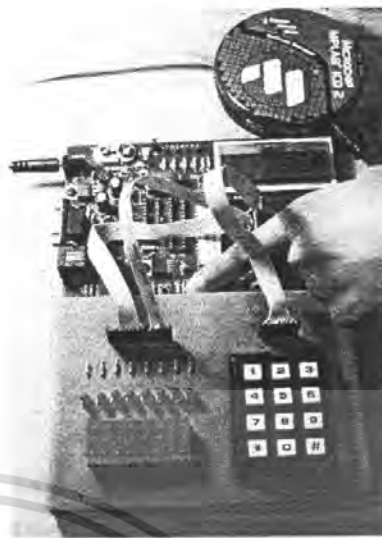
2. ฟังก์ชันแอลอีดี สวิตช์ควบคุมการเปิดปิดของการวิ่งสามารถเลือกได้หลังจากที่คลิกเลือกรูปแอลอีดีแล้วจะมีหน้าต่างฟังก์ชันปรากฏขึ้นมา ให้เลือกฟังก์ชัน ดังรูปที่ 4.18 จากนั้นจะมีอีกหน้าต่างหนึ่งปรากฏขึ้นมา เป็นหน้าต่างกำหนดลักษณะพิเศษของฟังก์ชันแอลอีดี สวิตช์ควบคุมการเปิดปิดของการวิ่ง เช่นเดียวกับฟังก์ชันแอลอีดี ไฟวิ่งปรับช้า-เร็ว ดังรูป 4.20 และในฟังก์ชันนี้จำเป็นต้องเลือกสวิตช์ มาวางด้วยเพื่อใช้ควบคุมการเปิดปิดของ แอลอีดี

ผลการทดลอง: เมื่อกดสวิตช์สามารถควบคุมการเปิดปิดการทำงานของแอลอีดีได้ ดังรูปที่ 4.21 และ รูปที่ 4.22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.21 แสดงการทำงานของวงจร
เมื่อยังไม่กดสวิตช์



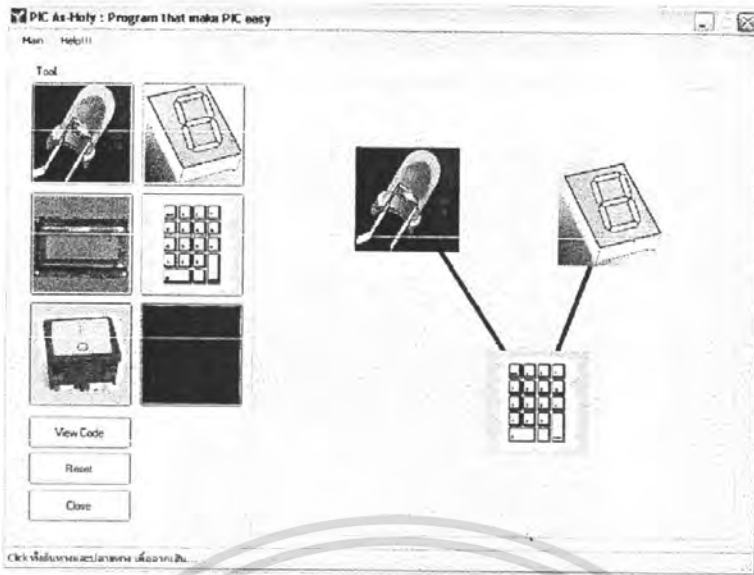
รูปที่ 4.22 แสดงการหยุดทำงานของวงจร
เมื่อกดสวิตช์

3. ฟังก์ชันแอลอีดี วิ่งไปเรื่อย ๆ เมื่อกด สวิตช์ แล้ววิ่งกลับ นั้นสามารถเลือกได้หลังจากที่คลิกเลือกรูปแอลอีดีแล้วจะมีหน้าต่างฟังก์ชันปรากฏขึ้นมา ให้เลือกฟังก์ชัน ดังรูปที่ 4.18 จากนั้นจะมีอีกหน้าต่างหนึ่งปรากฏขึ้นมา เป็นหน้าต่างกำหนดลักษณะพิเศษ ของฟังก์ชัน แอลอีดีสวิตช์ควบคุมการเปิดปิดของการวิ่ง เช่นเดียวกับฟังก์ชันแอลอีดี ไฟวิ่งปรับช้า- เร็ว ดังรูป 4.20 และในฟังก์ชันนี้จำเป็นต้องเลือกสวิตช์ มาวางด้วยเพื่อใช้ควบคุมการวิ่งกลับของ แอลอีดี

ผลการทดลอง: เมื่อกดสวิตช์สามารถควบคุมการทำงานของแอลอีดีได้ แต่ไม่สามารถแสดงด้วยภาพหนึ่งในที่นี้ได้ เนื่องจากภาพนี้ไม่สามารถแสดงทิศทางกรวิ่งของ แอลอีดีได้

4. ฟังก์ชันแสดงตัวเลขที่รับจาก คีย์แพด ด้วย เซเวนเซกเมนต์ ไปพร้อมๆ กับ แอลอีดี 8 ดวง สามารถเลือกได้หลังจากที่คลิกเลือกรูปแอลอีดีแล้วจะมีหน้าต่างฟังก์ชันปรากฏขึ้นมา ให้เลือกฟังก์ชัน ดังรูปที่ 4.18 แต่ไม่ต้องกำหนดลักษณะพิเศษของฟังก์ชัน และในฟังก์ชันนี้จำเป็นต้องเลือกเซเวนเซกเมนต์มาใช้ด้วยเพื่อให้แสดงผลไปพร้อมกัน และคีย์แพดมาใช้ด้วย เพื่อรับตัวเลขเข้าไปใช้ ดังรูปที่ 4.23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.23 แสดงการเลือกอุปกรณ์มาใช้ฟังก์ชันแสดงตัวเลขที่รับจาก คีย์แพด ด้วย เซเวนเซกเมนต์
ไปพร้อมๆ กับ แอลอีดี 8 ดวง

นอกจากนี้การเลือกฟังก์ชันหน้าต่างกำหนดลักษณะของคีย์แพดจะต้องเลือกเป็น
Fix-Function ดังรูปที่ 4.24

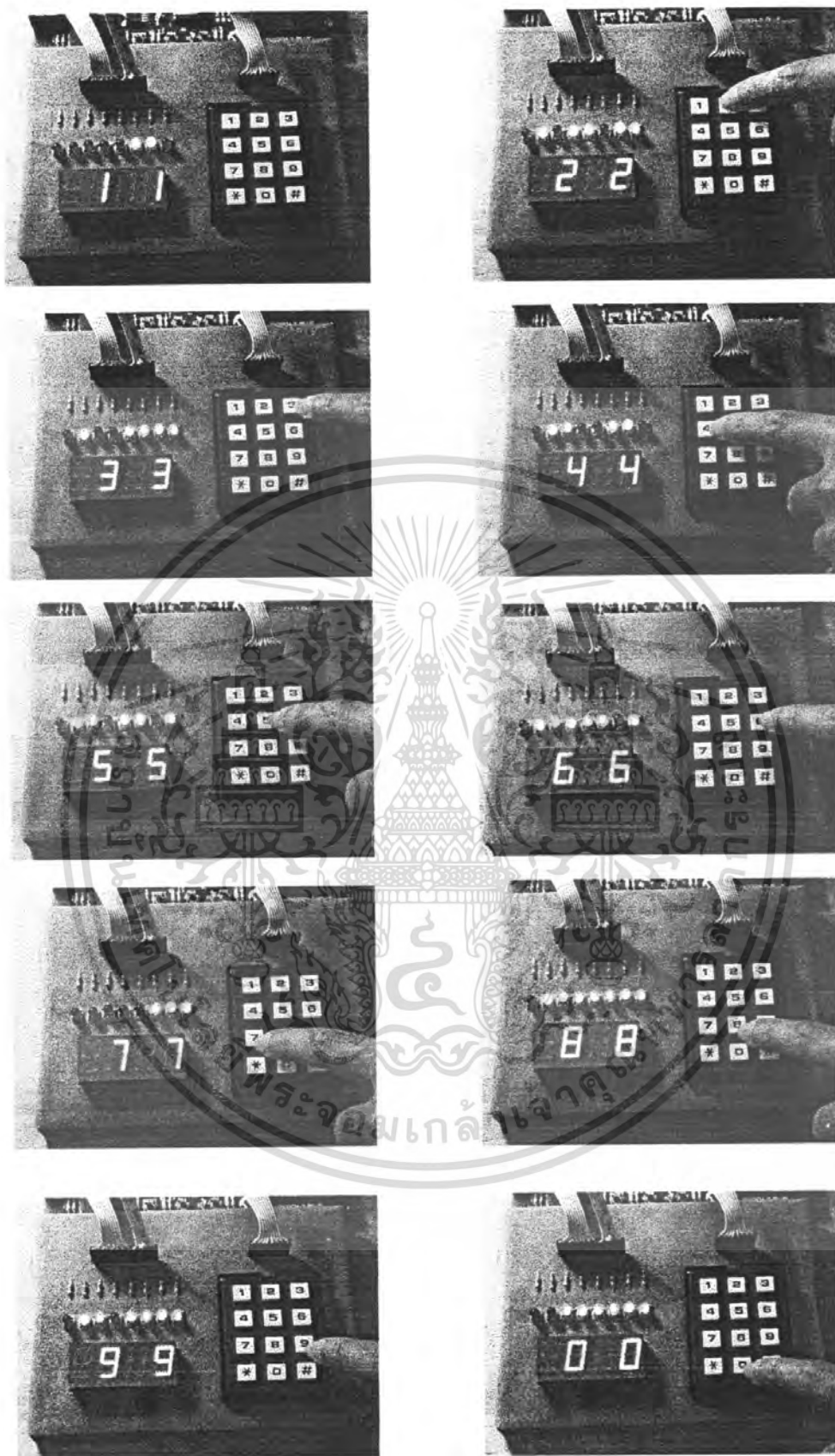


รูปที่ 4.24 แสดงหน้าต่างกำหนดลักษณะของคีย์แพด

ผลการทดลอง: จากการทดลองปรากฏว่าสามารถแสดงตัวเลขที่กดบนคีย์แพดได้ดัง

รูปที่ 4.25

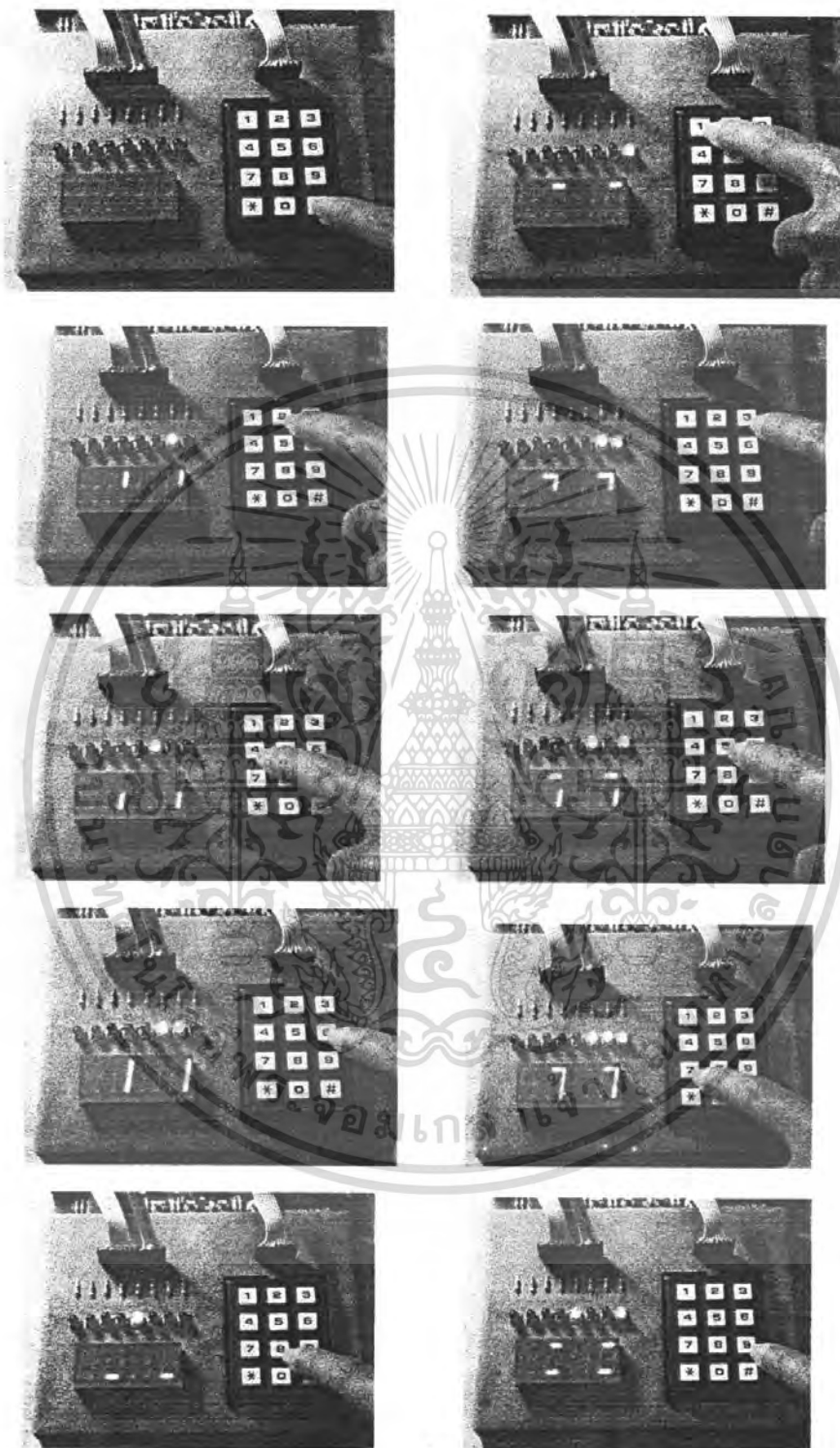
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.25 รูปแสดงผลเมื่อกดหมายเลขต่างๆ บนคีย์โทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และสามารถกดเครื่องหมายบนคีย์แพดเพื่อเปลี่ยนเป็นการแสดงเลขฐาน 2 ที่คอมพิวเตอร์เข้าใจ ได้ผลปรากฏดัง รูป 4.26



รูปที่ 4.26 รูปแสดงผลเป็นเลขฐาน 2 เมื่อกดหมายเลขต่างๆ บนคีย์โทรศัพท์
นอกจากนี้ผู้ทดลองสามารถสลับกันระหว่างเลขฐาน 2 และตัวเลข ได้ทันทีอีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ฟังก์ชันนับถอยหลังโดยแสดงตัวเลขที่ แอลซีดี แล้วให้สัญญาณ โดย แอลอีดี และบิวเซอร์(Buzzer) สามารถเลือกแอลซีดีวางผังรูปที่ 4.27 แล้วกดคีย์ข้อมูลโปรแกรมได้ทันที

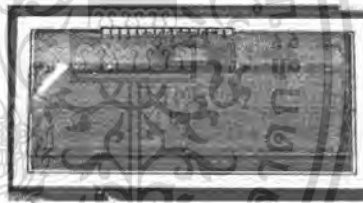


รูปที่ 4.27 แสดงการวางรูปแอลซีดี

ผลการทดลอง: ผลปรากฏว่ามีการนับถอยหลังเกิดขึ้นดังรูปที่ 4.28 และเมื่อหมดเวลา ก็ปรากฏข้อความ “Time up” พร้อมเสียงบิวเซอร์ดังขึ้น ดังรูปที่ 4.29



รูปที่ 4.28 แสดงการนับถอยหลังของฟังก์ชัน



รูปที่ 4.29 แสดงข้อความเมื่อหมดเวลา

4.2.2 ผลการทดลองการใช้ฟังก์ชันในโหมดที่กำหนดค่าจากคีย์แพด

ในโหมดนี้เป็นโหมดที่พัฒนามาจาก โหมดในข้อ 4.2.1 ซึ่งมีความยืดหยุ่นมากทำให้การที่จะแสดงผลฟังก์ชันทุกค่าอันพุดนั้นทำได้ยาก จึงได้ทำการทดลองทุกฟังก์ชัน โดยสุ่มค่าแล้วนำผลมาแสดง โดยมีวิธีทำการทดลองที่เฉพาะไม่เหมือนกับโหมดที่ผ่านมา

- วิธีการทดลอง โดยเฉพาะของโหมดที่กำหนดค่าจากคีย์แพด
 1. โดยต้องเลือกอุปกรณ์แสดงผลที่ต้องการนำมาใช้กับคีย์แพดมาวางให้หมดก่อน แล้วจึงเลือกคีย์แพดขึ้นมาจะปรากฏหน้าต่างให้เลือกว่าต้องการให้ทำโหมดไหน โดยให้เลือก Multi-Function ดังรูปที่ 4.30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



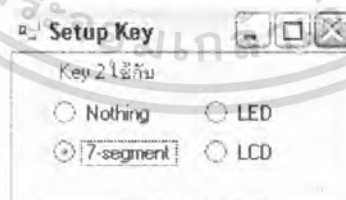
รูปที่ 4.30 แสดงการเลือกโหมด

2. แล้วจะปรากฏปุ่มให้เลือกว่าจะใช้ปุ่มไหนบ้างดังรูปที่ 4.31



รูปที่ 4.31 แสดงปุ่มให้เลือกว่าจะใช้ปุ่มใด

3. คลิกเลือกปุ่มที่ต้องการ แล้วจะปรากฏหน้าต่างให้เลือกว่าจะใช้อุปกรณ์ใด ดังรูปที่ 4.32



รูปที่ 4.32 แสดงหน้าต่างเลือกอุปกรณ์ที่ต้องการ

4. เลือกอุปกรณ์ที่ต้องการให้แสดงผลเมื่อกดเลขนั้น แล้วจะปรากฏหน้าต่างให้เลือกลักษณะที่แสดงบนอุปกรณ์แสดงผลที่เลือกไว้ดังรูปที่ 4.33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.33 แสดงลักษณะของอุปกรณ์ที่ต้องการให้แสดง

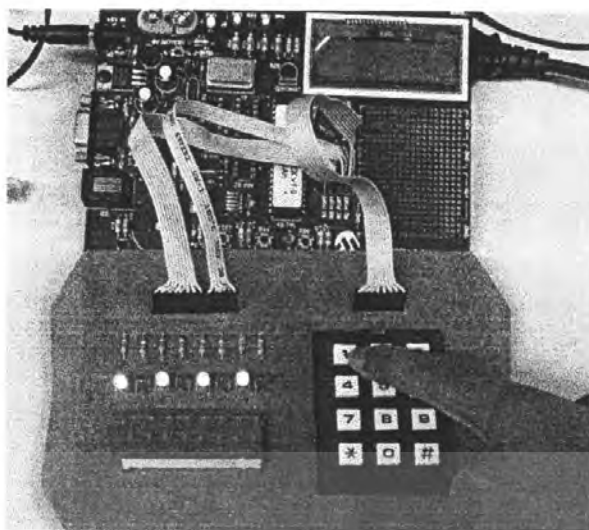
5. กำหนดอย่างนี้ต่อไปตามต้องการ

- ผลการทดลองของโหมดที่กำหนดค่าจากคีย์แพด
เมื่อกำหนดลักษณะให้แก่ปุ่มต่าง ๆ บนคีย์แพดเมื่อถูกกด ดังนี้
 - ปุ่มที่ 1 กำหนดให้เลือกใช้แอลอีดีทำงาน โดยการวิ่งวน โดยมีหลักที่ติดคือหลักที่แสดงด้วยหมายเลข 1 ดังรูป 4.34 และให้แสดงร่วมกับเซเวนเซกเมนต์ไปทางซ้าย จะปรากฏผล ดังรูป 4.35



รูปที่ 4.34 แสดงค่าที่กำหนดในการแสดงผลเมื่อกดเลข 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



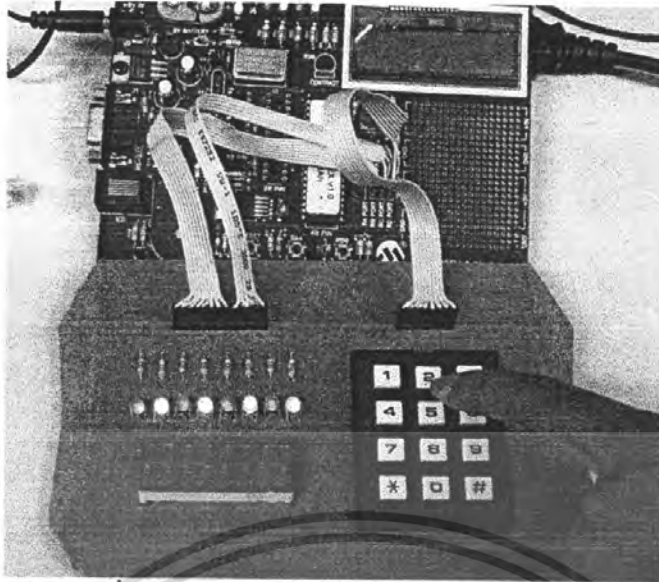
รูปที่ 4.35 ผลการทดลองเมื่อกดเลข 1 บนคีย์แพด

2. ปุ่มที่ 2 กำหนดให้เลือกใช้แอลอีดีทำงาน โดยการวิ่งสลับปรับความเร็วได้ ระหว่างหลักที่ 1 กับหลักที่ 2 ไปทางซ้ายดังแสดงในรูปที่ 4.36 จะปรากฏผล ดังรูปที่ 4.37



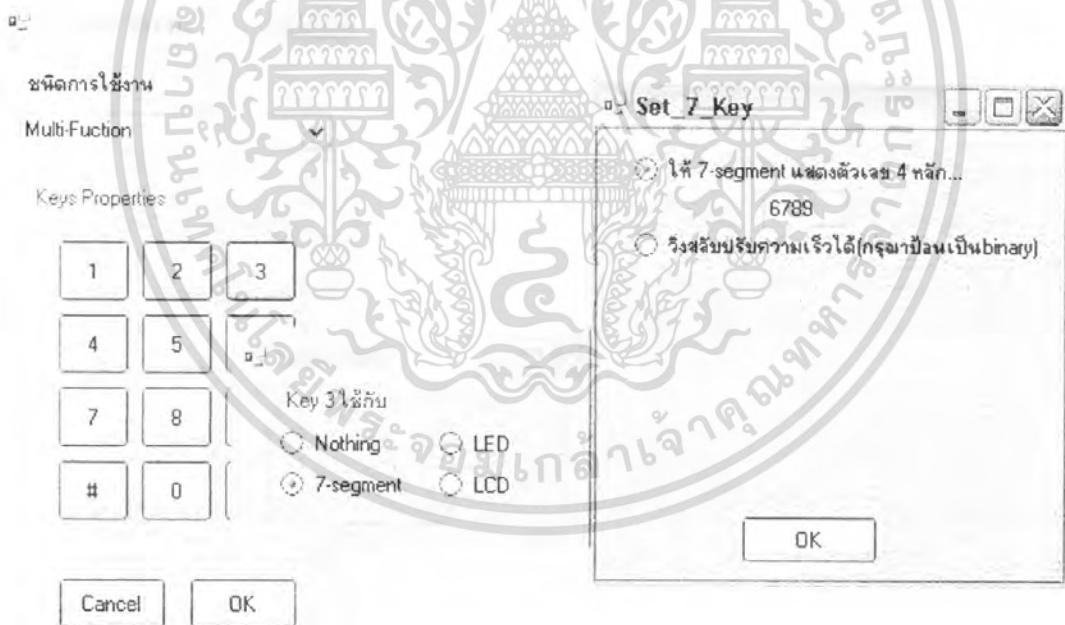
รูปที่ 4.36 แสดงค่าที่กำหนดในการแสดงผลเมื่อกดเลข 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



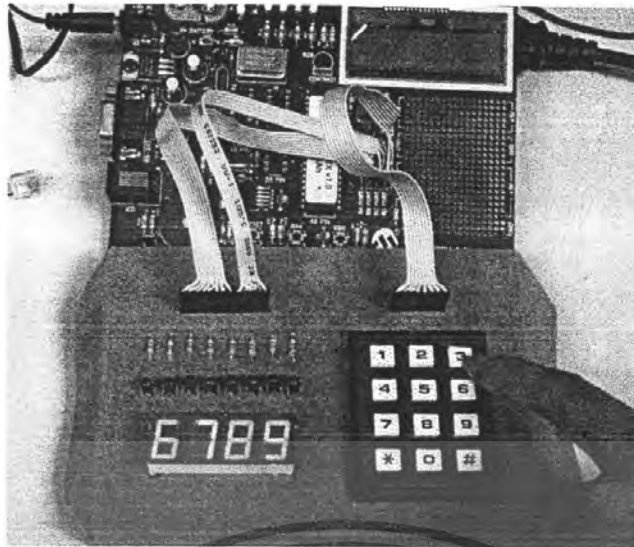
รูปที่ 4.37 ผลการทดลองเมื่อกดเลข 2 บนคีย์แพด

3. ปุ่มที่ 3 กำหนดให้เลือกใช้เซเว่นเซกเมนต์ แสดงตัวเลข 6789 ดังรูปที่ 4.38 แล้วปรากฏผลดังรูปที่ 4.39



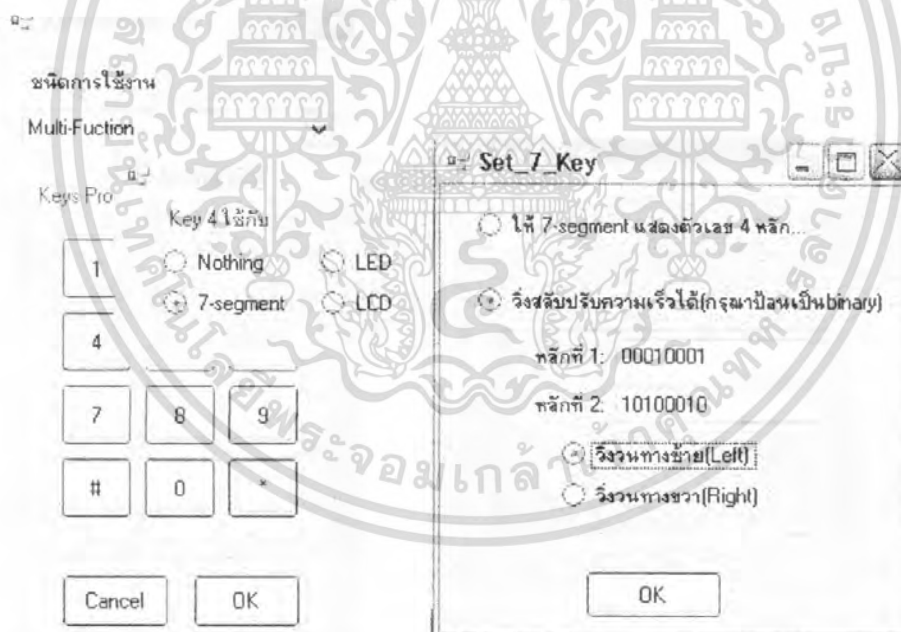
รูปที่ 4.38 แสดงค่าที่กำหนดในการแสดงผลเมื่อกดเลข 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



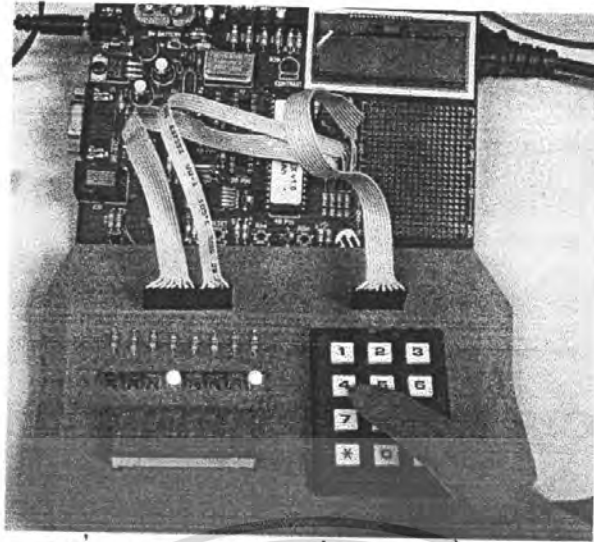
รูปที่ 4.39 ผลการทดลองเมื่อกดเลข 3 บนคีย์แพด

4. ปุ่มที่ 4 กำหนดให้เลือกใช้เซเว่นเซกเมนต์ให้วงสลับปรับความเร็วได้ระหว่างหลักที่ 1 กับหลักที่ 2 ไปทางซ้าย ดังรูปที่ 4.38 แล้วปรากฏผลดังรูปที่ 4.40



รูปที่ 4.40 แสดงค่าที่กำหนดในการแสดงผลเมื่อกดเลข 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

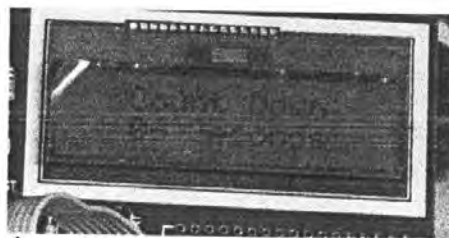


รูปที่ 4.41 ผลการทดลองเมื่อกดเลข 4 บนคีย์แพด

5. ปุ่มที่ 5 กำหนดให้เลือกใช้แอลซีดี นับถอยหลัง 9 วินาที ดังรูป 4.42 ปรากฏผล ดังรูปที่ 4.43



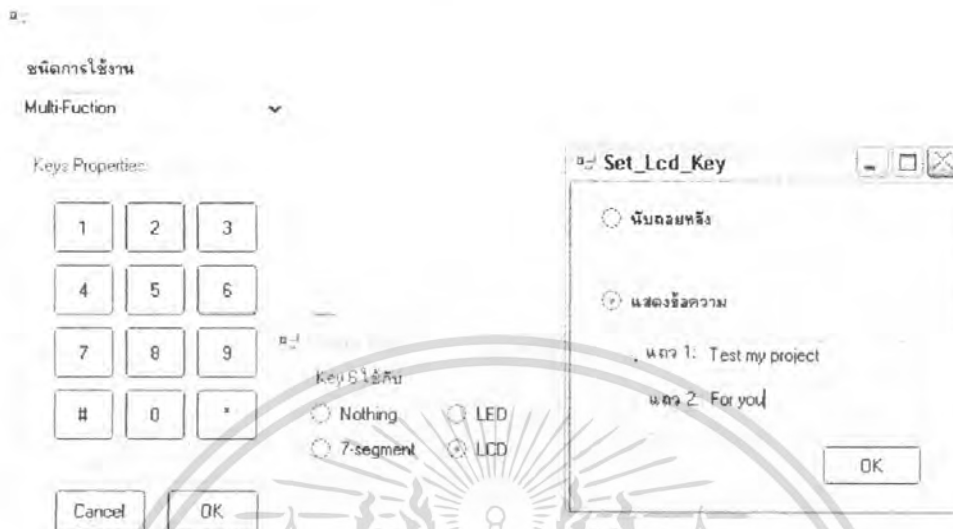
รูปที่ 4.42 แสดงค่าที่กำหนดในการแสดงผลเมื่อกดเลข 5



รูปที่ 4.43 ผลการทดลองเมื่อกดเลข 5 บนคีย์แพด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. ปุ่มที่ 6 กำหนดให้แสดงข้อความ แถวแรก “Test my project” แถวที่สอง “For you” ดังรูปที่ 4.44 ปรากฏผลดังรูปที่ 4.45



รูปที่ 4.44 แสดงค่าที่กำหนดในการแสดงผลเมื่อกดเลข 6



รูปที่ 4.45 ผลการทดลองเมื่อกดเลข 6 บนคีย์แพด

เนื้อหาในบทที่ 4 นี้กล่าวถึงการทดลองใช้โปรแกรม PIC As-Holy ในการสร้างข้อมูลภาษาซีเพื่อควบคุมอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งได้รวบรวมผลการทดลองที่สามารถแสดงได้ด้วยภาพหนึ่งไว้ด้วย และแสดงให้เห็นว่าโปรแกรมสามารถทำงานเพื่อควบคุมอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ได้ตามเป้าหมายที่ผู้ทดลองกำหนด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทวิจารณ์และสรุป

5.1 สรุป

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้นำเสนอทฤษฎีและการออกแบบเครื่องมือที่ช่วยในการเรียนการสอน การเขียน โปรแกรมควบคุม ไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยโครงสร้างของระบบประกอบไปด้วย หน้าต่างผู้ใช้และกล่องอิเล็กทรอนิกส์แสดงผล จุดมุ่งหมายของโครงการนี้คือสามารถแปล ความหมายของรูปภาพที่ผู้ใช้กำหนดมาเป็นภาษาซีที่สามารถควบคุมวงจรมีโครคอนโทรลเลอร์ได้ มีการ ทำงานโดยผ่านหน้าต่างผู้ใช้ที่สื่อด้วยรูปภาพ จากนั้นโปรแกรมจะแปลความหมายของรูปภาพมา เป็นภาษาซีที่ใช้ในการควบคุม ไมโครคอนโทรลเลอร์ ผู้ใช้สามารถนำมาแปลงเป็นภาษาเครื่องแล้ว เขียนคำสั่งนั้นลง ไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อสังเกตผลที่เกิดกับวงจรมีโครคอนโทรลเลอร์ได้ในที่สุด

จากการศึกษา พัฒนา และทดลอง เครื่องมือช่วยสอน ไมโครคอนโทรลเลอร์ ทำให้ได้ทราบ และเข้าใจในกระบวนการในการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆในระบบควบคุม เพื่อที่จะนำมารวมกัน เพื่อพัฒนาได้ตามจุดประสงค์ รวมทั้งเครื่องมือช่วยสอน ไมโครคอนโทรลเลอร์สามารถงานได้อย่าง ถูกต้อง แต่ยังมีข้อจำกัดในการพัฒนาและเรียนรู้ เนื่องมาจากอุปกรณ์ เป็นเหตุผลที่ทำให้ผู้ที่ต้องการ ศึกษาไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อนำไปพัฒนาต่อ นั้น ยังจำเป็นต้องศึกษาการเขียน โปรแกรม โดยตรงผ่านภาษาซี เพราะจะทำให้มีความหลากหลายของโปรแกรม และตามเป้าหมายของผู้เขียน มากกว่า แต่เครื่องมือช่วยสอน ไมโครคอนโทรลเลอร์ยังคงตอบสนองการศึกษาขั้นพื้นฐานได้เป็น อย่างดี เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาต่อไป

5.2 ปัญหาที่พบและแนวทางแก้ไข

จากการศึกษาและทำโครงการนี้พบว่าปัญหาคือ อุปกรณ์ช่วยสอนชุดนี้เน้นการแสดงผลทาง หน้าจอ แอล ซี ดีและหลอดแอล อี ดี เป็นหลัก โดยการป้อนข้อมูลจากคีย์บอร์ด แต่ในความเป็นจริงอุปกรณ์เกี่ยวกับการควบคุมนั้นมีอยู่มากมายหลายอย่างเช่น มอเตอร์ แต่เนื่องจากเป็นที่ทราบดีแล้วว่าอุปกรณ์ชุดนี้ จะจงให้แสดงผลเฉพาะทางหน้าจอ แอล ซี ดีและหลอดแอล อี ดี เท่านั้น จึงทำให้การแสดงผลถูกจำกัดและออกมาไม่ชัดเจนเท่าใดนัก

ในส่วนปัญหาที่พบและได้ทำการปรับปรุงแก้ไขเรียบร้อยแล้วซึ่งเป็นเพียงปัญหาเล็กน้อยเท่านั้น ได้แก่ ปัญหาด้านอุปกรณ์มีคุณภาพต่ำ คือ แผงไขปลาทูที่ทนต่อความร้อนไม่ไหว จึงได้ทำการเปลี่ยนใหม่เพื่อลดความเสี่ยงของความผิดพลาดลง

5.3 ข้อเสนอแนะและแนวทางในการค้นคว้าพัฒนา

ในการศึกษาเกี่ยวกับไมโครคอนโทรลเลอร์นั้น ในปัจจุบันมีอุปกรณ์อยู่อีกหลายแบบ คำนึงสำหรับผู้ทำการศึกษาจึงควรทำการศึกษาเพิ่มเติมด้วยว่า มีอุปกรณ์ตัวใดอีกที่เกี่ยวข้องและ น่าสนใจ เพื่อที่จะได้นำมาค้นคว้าและทดลองกับอุปกรณ์เดิมที่มีอยู่เพื่อต่อยอดความรู้ อีกทั้งยังสามารถนำมากำหนดขอบข่ายของอุปกรณ์ เพื่อสร้างเงื่อนไขหรือข้อกำหนดในการทำงาน ส่งผลต่อ ความง่ายในการเขียนโปรแกรมต่างๆ ซึ่งการวางแผนการทำงานถือว่ามีความจำเป็นอย่างยิ่ง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

- [1] สุรสิทธิ์ ทิวประสพศักดิ์, นันทนี แขวงโสภา, “อินไซด์ Visual Basic .NET”, พระราชบัญญัติลิขสิทธิ์ พ.ศ. 2537. กรุงเทพมหานคร: โปรวิชั่น. 2546.
- [2] ประจัน พลังสันติกุล, เรียนรู้และใช้งาน CCS C คอมไพเลอร์ เขียนโปรแกรมภาษา C ควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC, พิมพ์ครั้งที่1, กรุงเทพมหานคร: อิน โนเวตีฟ เอ็กเพอริเมนต์. 2547.
- [3] อ. เฉชฤทธิ์ มณีธรรม, อ.สำริง เต็มราม, “คัมภีร์ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC (Microcontroller PIC)”, กรุงเทพมหานคร: เคทีพี.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

โปรแกรมควบคุมและประมวลผล

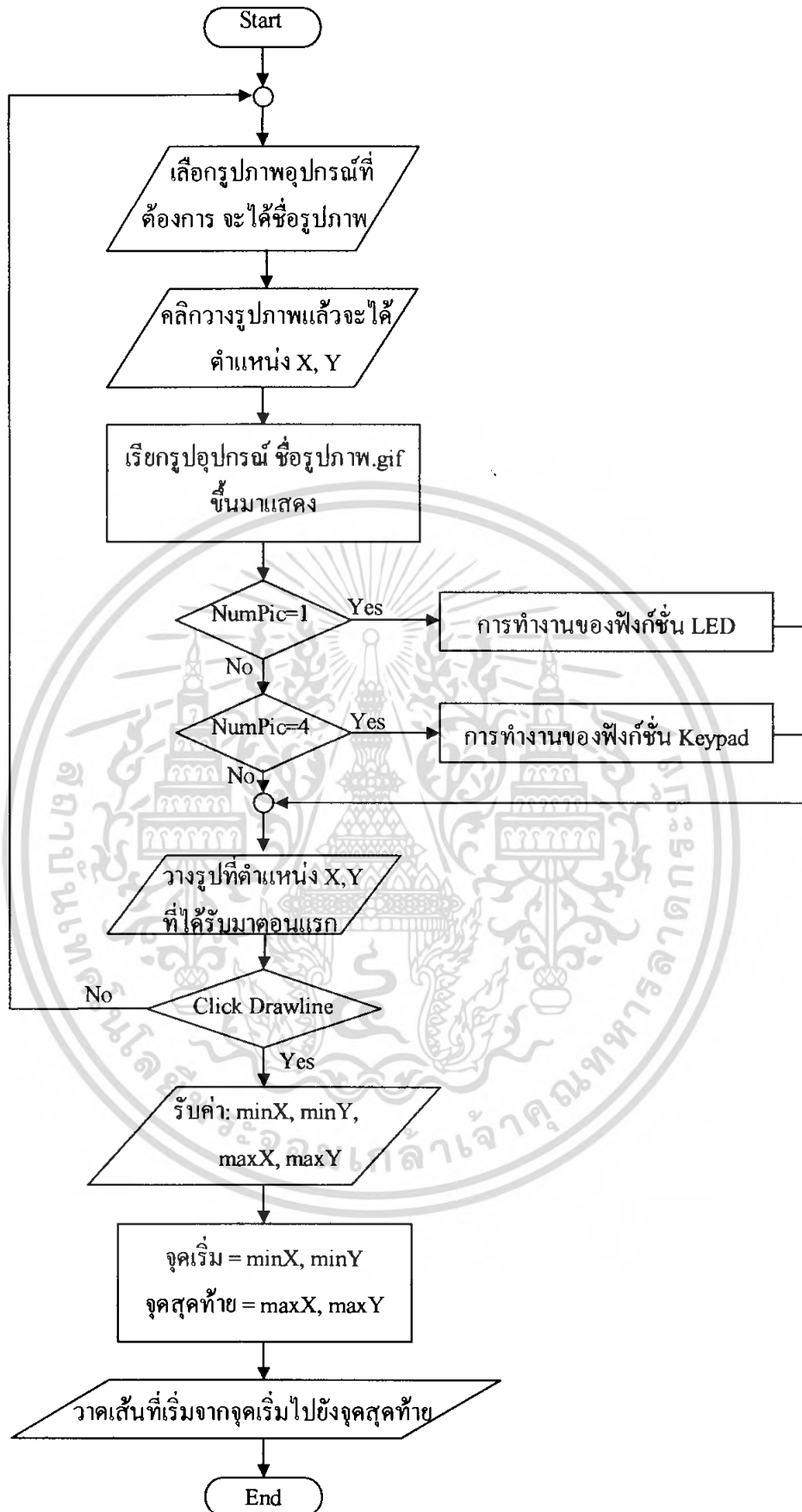
ก.1 โปรแกรม PIC As-Holy

ใช้ภาษาโปรแกรมวิซวลเบสิกคอตเน็ต ในการควบคุมและประมวลผลจากหน้าต่างที่ติดต่อกับผู้ใช้งาน ซึ่งมีแผนผังการทำงานของโปรแกรม (Flow Chart) ดังต่อไปนี้



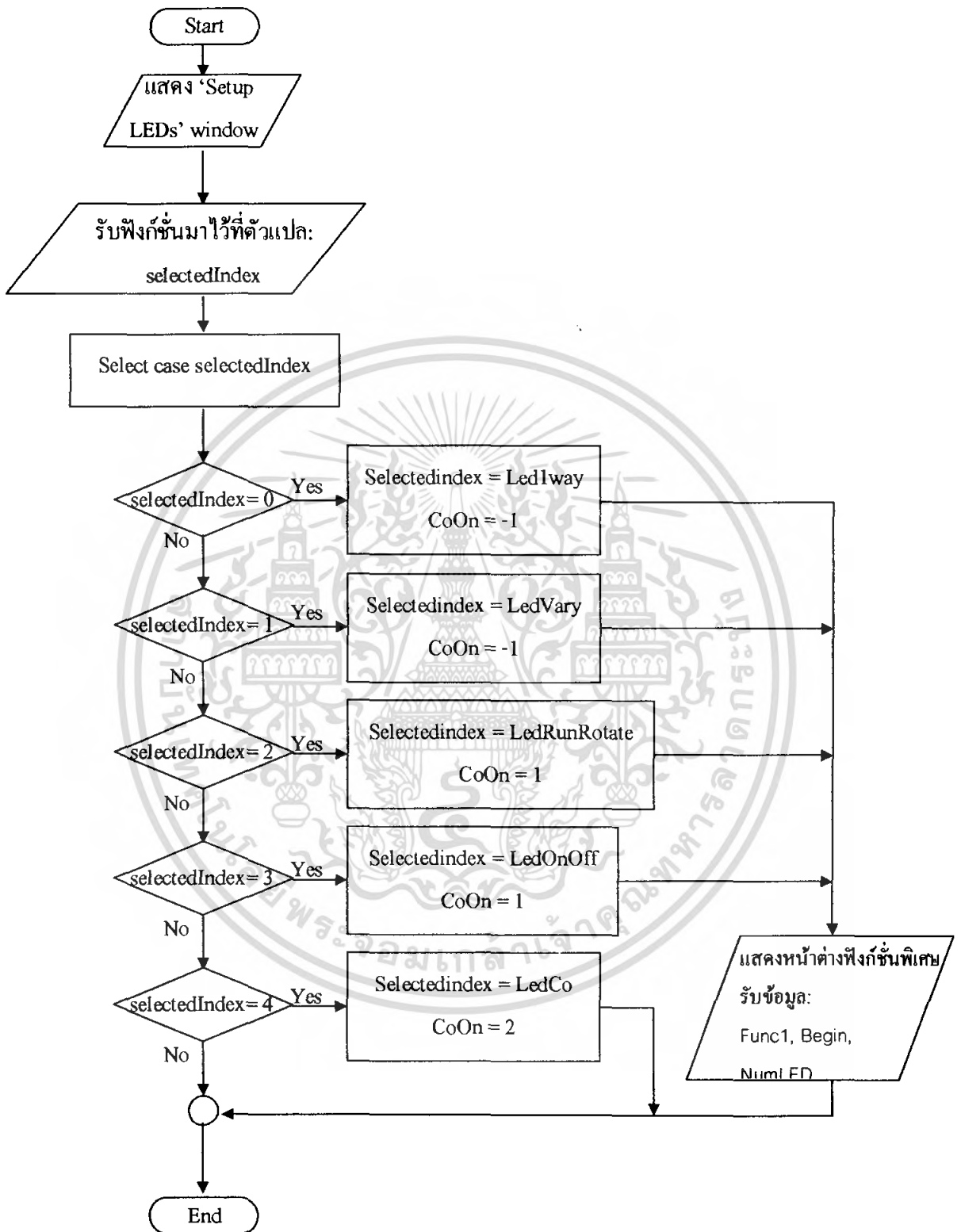
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แผนภาพแสดงขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมในการวางรูปและวาดเส้น



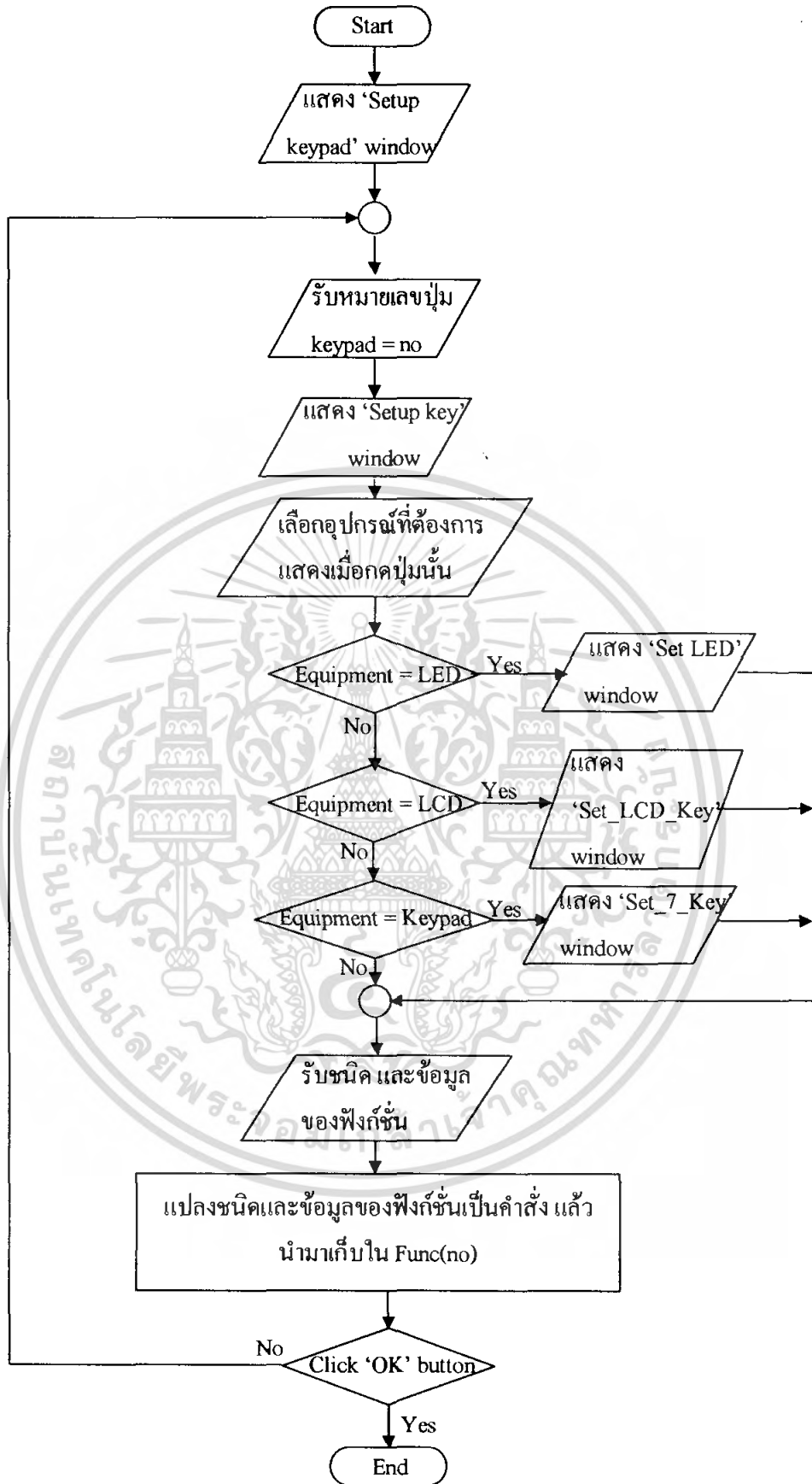
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แผนภาพแสดงขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมในการเลือกฟังก์ชันแอลอีดี



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

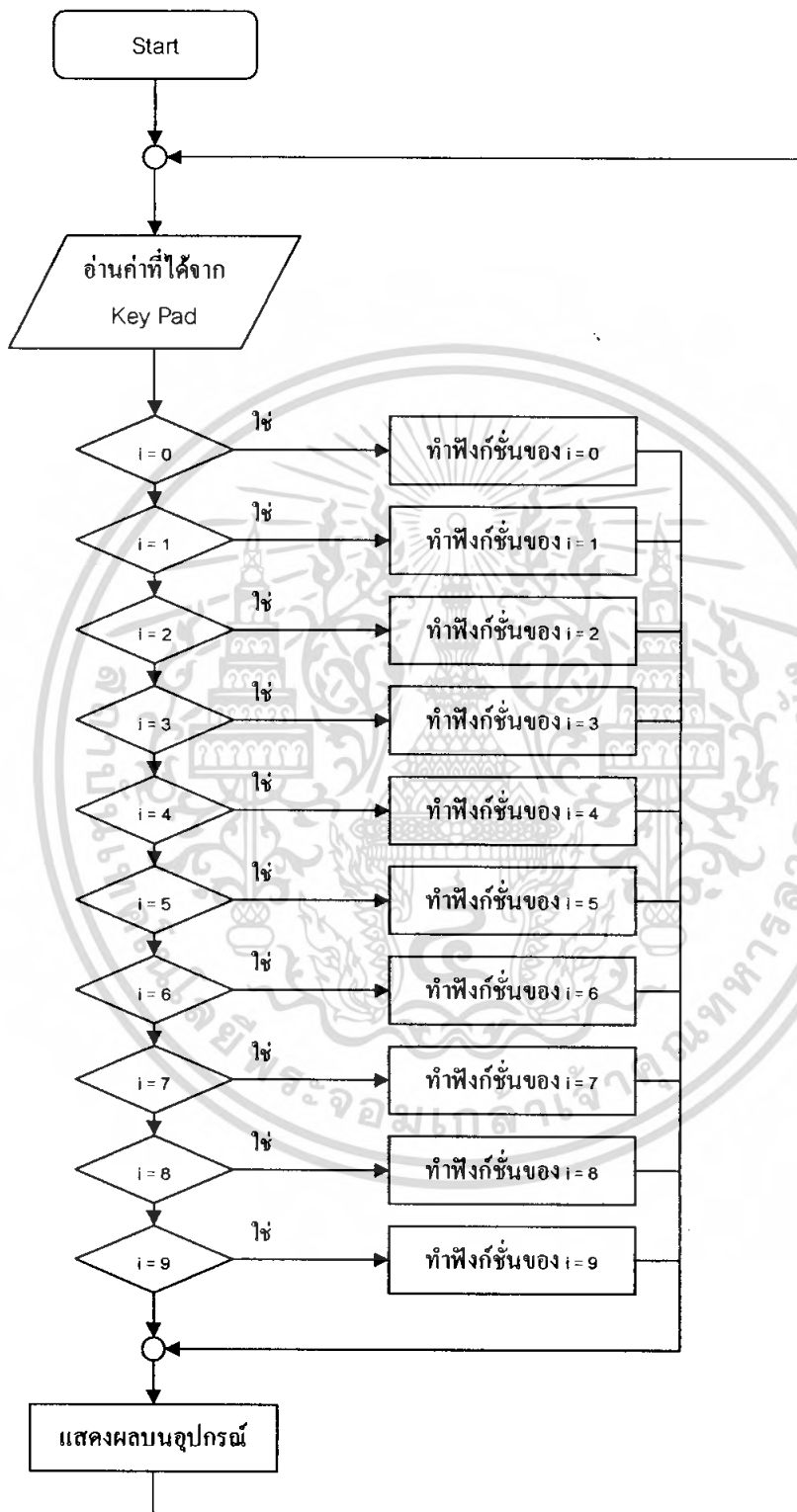
แผนภาพแสดงขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมในการเลือกฟังก์ชันของคีย์บอร์ด



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก.2 โต้ตอบภาษาซีที่ใช้

ตัวอย่างแผนการทำงานของภาษาซีที่ใช้ในการควบคุมอุปกรณ์ โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์

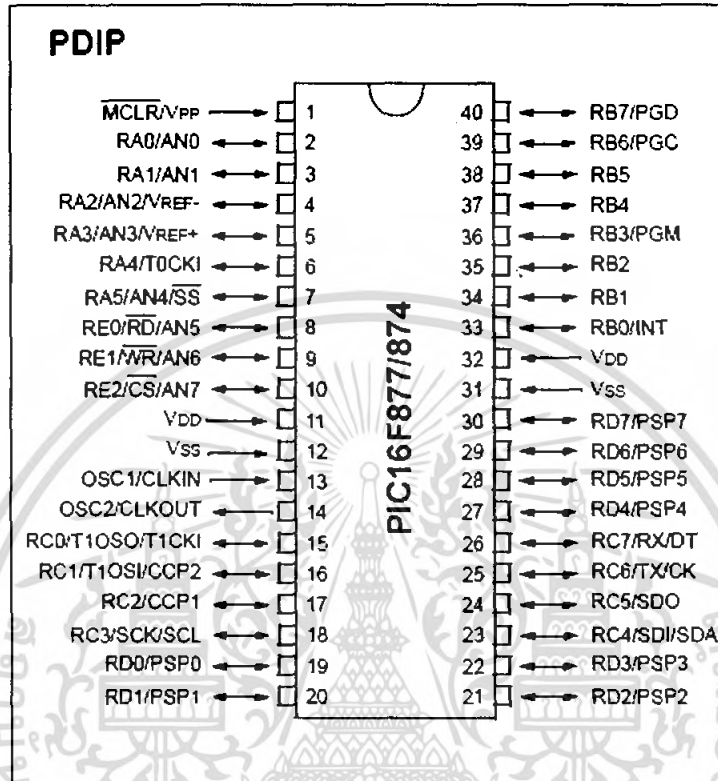


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

เอกสารคู่มืออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

ข.1 เอกสารคู่มือการใช้งาน PIC16F877



Key Features PICmicro™ Mid-Range Reference Manual (DS33023)	PIC16F873	PIC16F874	PIC16F876	PIC16F877
Operating Frequency	DC - 20 MHz	DC - 20 MHz	DC - 20 MHz	DC - 20 MHz
RESETS (and Delays)	POR, BOR (PWRT, OST)	POR, BOR (PWRT, OST)	POR, BOR (PWRT, OST)	POR, BOR (PWRT, OST)
FLASH Program Memory (14-bit words)	4K	4K	8K	8K
Data Memory (bytes)	192	192	368	368
EEPROM Data Memory	128	128	256	256
Interrupts	13	14	13	14
I/O Ports	Ports A,B,C	Ports A,B,C,D,E	Ports A,B,C	Ports A,B,C,D,E
Timers	3	3	3	3
Capture/Compare/PWM Modules	2	2	2	2
Serial Communications	MSSP, USART	MSSP, USART	MSSP, USART	MSSP, USART
Parallel Communications	—	PSP	—	PSP
10-bit Analog-to-Digital Module	5 input channels	8 input channels	5 input channels	8 input channels
Instruction Set	35 instructions	35 instructions	35 Instructions	35 instructions

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีกรนำไปใช้

TABLE 1-2: PIC16F874 AND PIC16F877 PINOUT DESCRIPTION

Pin Name	DIP Pin#	PLCC Pin#	QFP Pin#	I/O/P Type	Buffer Type	Description
OSC1/CLKIN	13	14	30	I	ST/CMOS ⁽⁴⁾	Oscillator crystal input/external clock source input.
OSC2/CLKOUT	14	15	31	O	—	Oscillator crystal output. Connects to crystal or resonator in crystal oscillator mode. In RC mode, OSC2 pin outputs CLKOUT which has 1/4 the frequency of OSC1, and denotes the instruction cycle rate.
MCLR/VPP	1	2	18	I/P	ST	Master Clear (Reset) input or programming voltage input. This pin is an active low RESET to the device.
RA0/AN0	2	3	19	I/O	TTL	<p>PORTA is a bi-directional I/O port.</p> <p>RA0 can also be analog input0.</p> <p>RA1 can also be analog input1.</p> <p>RA2 can also be analog input2 or negative analog reference voltage.</p> <p>RA3 can also be analog input3 or positive analog reference voltage.</p> <p>RA4 can also be the clock input to the Timer0 timer/counter. Output is open drain type.</p> <p>RA5 can also be analog input4 or the slave select for the synchronous serial port.</p>
RA1/AN1	3	4	20	I/O	TTL	
RA2/AN2/VREF-	4	5	21	I/O	TTL	
RA3/AN3/VREF+	5	6	22	I/O	TTL	
RA4/T0CKI	6	7	23	I/O	ST	
RA5/SS/AN4	7	8	24	I/O	TTL	
RB0/INT	33	36	8	I/O	TTL/ST ⁽¹⁾	<p>PORTB is a bi-directional I/O port. PORTB can be software programmed for internal weak pull-up on all inputs.</p> <p>RB0 can also be the external interrupt pin.</p> <p>RB3 can also be the low voltage programming input.</p> <p>Interrupt-on-change pin.</p> <p>Interrupt-on-change pin.</p> <p>Interrupt-on-change pin or In-Circuit Debugger pin. Serial programming clock.</p> <p>Interrupt-on-change pin or In-Circuit Debugger pin. Serial programming data.</p>
RB1	34	37	9	I/O	TTL	
RB2	35	38	10	I/O	TTL	
RB3/PGM	36	39	11	I/O	TTL	
RB4	37	41	14	I/O	TTL	
RB5	38	42	15	I/O	TTL	
RB6/PGC	39	43	16	I/O	TTL/ST ⁽²⁾	
RB7/PGD	40	44	17	I/O	TTL/ST ⁽²⁾	

Legend: I = input O = output I/O = input/output P = power
 — = Not used TTL = TTL input ST = Schmitt Trigger input

- Note 1: This buffer is a Schmitt Trigger input when configured as an external interrupt.
 2: This buffer is a Schmitt Trigger input when used in Serial Programming mode.
 3: This buffer is a Schmitt Trigger input when configured as general purpose I/O and a TTL input when used in the Parallel Slave Port mode (for interfacing to a microprocessor bus).
 4: This buffer is a Schmitt Trigger input when configured in RC oscillator mode and a CMOS input otherwise.

TABLE 1-2: PIC16F874 AND PIC16F877 PINOUT DESCRIPTION (CONTINUED)

Pin Name	DIP Pin#	PLCC Pin#	QFP Pin#	I/O/P Type	Buffer Type	Description
RC0/T1OSO/T1CKI	15	16	32	I/O	ST	PORTC is a bi-directional I/O port. RC0 can also be the Timer1 oscillator output or a Timer1 clock input.
RC1/T1OSI/CCP2	16	18	35	I/O	ST	RC1 can also be the Timer1 oscillator input or Capture2 input/Compare2 output/PWM2 output.
RC2/CCP1	17	19	36	I/O	ST	RC2 can also be the Capture1 input/Compare1 output/PWM1 output.
RC3/SCK/SCL	18	20	37	I/O	ST	RC3 can also be the synchronous serial clock input/output for both SPI and I ² C modes.
RC4/SDI/SDA	23	25	42	I/O	ST	RC4 can also be the SPI Data In (SPI mode) or data I/O (I ² C mode).
RC5/SDO	24	26	43	I/O	ST	RC5 can also be the SPI Data Out (SPI mode).
RC6/TX/CK	25	27	44	I/O	ST	RC6 can also be the USART Asynchronous Transmit or Synchronous Clock.
RC7/RX/DT	26	29	1	I/O	ST	RC7 can also be the USART Asynchronous Receive or Synchronous Data.
RD0/PSP0	19	21	38	I/O	ST/TTL ⁽⁵⁾	PORTD is a bi-directional I/O port or parallel slave port when interfacing to a microprocessor bus.
RD1/PSP1	20	22	39	I/O	ST/TTL ⁽⁵⁾	
RD2/PSP2	21	23	40	I/O	ST/TTL ⁽⁵⁾	
RD3/PSP3	22	24	41	I/O	ST/TTL ⁽⁵⁾	
RD4/PSP4	27	30	2	I/O	ST/TTL ⁽⁵⁾	
RD5/PSP5	28	31	3	I/O	ST/TTL ⁽⁵⁾	
RD6/PSP6	29	32	4	I/O	ST/TTL ⁽⁵⁾	
RD7/PSP7	30	33	5	I/O	ST/TTL ⁽⁵⁾	
RE0/RD/AN5	8	9	25	I/O	ST/TTL ⁽⁵⁾	PORTE is a bi-directional I/O port. RE0 can also be read control for the parallel slave port, or analog input5.
RE1/WR/AN6	9	10	26	I/O	ST/TTL ⁽⁵⁾	RE1 can also be write control for the parallel slave port, or analog input6.
RE2/CS/AN7	10	11	27	I/O	ST/TTL ⁽⁵⁾	RE2 can also be select control for the parallel slave port, or analog input7.
V _{SS}	12,31	13,34	6,29	P	—	Ground reference for logic and I/O pins.
V _{DD}	11,32	12,35	7,26	P	—	Positive supply for logic and I/O pins.
NC	—	1,17,28,40	12,13,33,34	—	—	These pins are not internally connected. These pins should be left unconnected.

Legend: I = input O = output I/O = input/output P = power
 — = Not used TTL = TTL input ST = Schmitt Trigger input

- Note 1: This buffer is a Schmitt Trigger input when configured as an external interrupt.
 2: This buffer is a Schmitt Trigger input when used in Serial Programming mode.
 3: This buffer is a Schmitt Trigger input when configured as general purpose I/O and a TTL input when used in the Parallel Slave Port mode (for interfacing to a microprocessor bus).
 4: This buffer is a Schmitt Trigger input when configured in RC oscillator mode and a CMOS input otherwise.