สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

เครื่องมือช่วยสอนไมโครคอนโทรลเลอร์

GRAPHIC USER INTERFACE FOR LEARNING MICROCONTROLLER

โดย

นางสาวพีรยา ศิริธาราธิกุล

นายพีระภัทร์ อินทวิชญ

นายศิโรตม์ สุคแสงเทียนชัย

วพ.
พ794ค
2549

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

b.....11765896.....
i.....

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมระบบตวบคุม

สาขาวิศวกรรมระบบควบคุม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2549

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2549

ภาควิชาวิศวกรรมระบบควบคุม คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง เครื่องมือช่วยสอนไมโครคอนโทรลเลอร์

GRAPHIC USER INTERFACE FOR LEARNING MICROCONTROLLER

ผู้จัดทำ นางสาวพีรยา ศิริธาราธิกุล 46010539

นายพีระภัทร์ อินทวิชญ 46010544

นายศิโรตม์ สุดแสงเทียนชัย 46010784

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(อาจารย์ วรรณดี เพชรมณีล้ำค่า)

เครื่องมือช่วยสอนไมโครคอนโทรลเลอร์

โดย
นางสาวพีรยา ศิริธาราธิกุล 46010539
นายพีระภัทร์ อินทวิชญ 46010544
นายศิโรดม์ สุดแสงเทียนชัย 46010784

อาจารย์ที่ปรึกษา
อาจารย์ ธวัชชัย คำศรี
อาจารย์ วรรณดี เพชรมณีล้ำค่า

ปีการศึกษา 2549

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ นำเสนอการออกแบบเครื่องมือช่วยสอนไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยโครงสร้างของระบบประกอบด้วย หน้าต่างผู้ใช้โดยสร้างจากโปรแกรมวิชวลเบสิก และกล่องวงจรแสดงผลอิเล็กทรอนิกส์ที่เกี่ยวข้อง จุดมุ่งหมายของโครงงานนี้คือการเลือกคำสั่งจากโปรแกรมวิชวลเบสิกและนำไปแสดงผลที่กำหนดบนแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ โดยการควบคุมผ่านหน้าต่างผู้ใช้

ขั้นตอนดำเนินการ เริ่มจากการกำหนดขอบเขตของโปรแกรมแสดง ศึกษาและออกแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่จำเป็นสำหรับขอบเขตที่กำหนดไว้ของเครื่องมือช่วยสอน
ไมโครคอนโทรลเลอร์ ประกอบด้วยวงจร แอล อี ดี 7-เซคเม้น และคีย์โทรศัพท์ แล้วจึงเขียนโปรแกรมภาษาซี และวิชวลเบสิก เพื่อทำเป็นตัวโปรแกรมในการใช้งานและแสดงผล ซึ่งส่งมายังโปรแกรมพีซีดับเบิลยู เพื่อทำการเขียนข้อมูลที่ใช้แสดงผลผ่านวงจรอิเล็กทรอนิกส์ จากการทดลองพบว่าเครื่องมือช่วยสอนไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ได้ออกแบบนั้น สามารถควบคุมได้ตามต้องการโดยมีค่าความผิดพลาดอยู่เพียงเล็กน้อย

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 though 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

โครงงาน "โปรแกรมช่วยศึกษาการเขียนโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์" จะไม่มีทางสำเร็จลุล่วงได้เลยหากไม่มีผู้มีพระคุณที่ให้การสนับสนุน ช่วยเหลือในการทำโครงงานนี้ ดังนี้

1. ท่านอาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน อาจารย์ ธวัชชัย คำศรี และ อาจารย์วรรณดี เพชรมณีล้ำค่า ที่คอยดูแล, สั่งสอน, ให้คำปรึกษา รวมทั้งตักเตือนผู้จัดทำให้ทำงานให้อยู่ในเป้าหมายเสมอมา
2. บริษัท ไมโครชิพ เทคโนโลยี (ประเทศไทย) จำกัด ที่เอื้อเฟื้ออุปกรณ์ประกอบโครงงาน
3. ผู้ปกครองของคณะผู้จัดทำ ที่ให้ความร่วมมือและสนับสนุนในการทำโครงงาน
4. เพื่อนที่ให้ความช่วยเหลือ, แนะนำ รวมทั้งสนับสนุนการทำโครงงานครั้งนี้

ทางคณะผู้จัดทำขอขอบพระคุณทุกท่านมา ณ ที่นี้ด้วย

ผู้จัดทำ
นางสาวพีรยา ศิริธาราธิกุล
นายพีระภัทร์ อินทวิชญ
นายศิโรตม์ สุคแสงเทียนชัย

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญภาพ	VI
สารบัญตาราง	IX
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 กล่าวนำ	1
1.2 วัตถุประสงค์ในการทำปริญญานิพนธ์	1
1.3 ขั้นตอนการศึกษาและการจัดทำโครงงาน	1
1.4 รายละเอียดของปริญญานิพนธ์	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและความรู้ที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 วิชวลเบสิกดอทเน็ต	3
2.1.1 หลักการเขียนโปรแกรมด้วยวิชวลเบสิกดอทเน็ต	5
2.1.2 พื้นฐานในการสร้างโปรแกรมด้วยวิชวลเบสิกดอทเน็ต	6
2.1.3 การเขียนโปรแกรม	8
2.1.4 การใช้งานกราฟิกบนวิชวลเบสิกดอทเน็ต	9
2.1.5 การจัดการไฟล์บนวิชวลเบสิกดอทเน็ต	11
2.2 อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์	13
2.2.1 แอล อี ดี	13
2.2.2 เซเว่น-เซคเมนต์	13
2.2.3 คีย์โทรศัพท์	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 เซเว่นเซคเมนต์	22
3.3.2 คีย์โทรศัพท์	23
บทที่ 4 การทดลอง	25
4.1 วิธีการทดลอง	25
4.2 ถอดสายโอนถ่ายข้อมูล ICD ออกจากบอร์ด PICDEM 2 PLUS DEMO BOARD สังเกตผลที่ได้ผลการทดลองที่ได้	33
4.2.1 ผลการทดลองการใช้ฟังก์ชั่นในโหมดที่ไม่ได้กำหนดค่าจากคีย์แพด	33
4.2.2 ผลการทดลองการใช้ฟังก์ชั่นในโหมดที่กำหนดค่าจากคีย์แพด	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

สารบัญภาพ

รูปที่	หน้า
2.1 แสดงหน้าต่างผู้ใช้	5
2.2 แสดงหน้าต่างคำสั่งควบคุมการทำงานของโปรแกรม	5
2.3 ตัวอย่างของฟอร์ม	6
2.4 แสดงตัวอย่างการสร้างคอนโทรล(กล่องข้อความ)	7
2.5 แสดงหน้าต่างคุณสมบัติ	7
2.6 แอลอีดี	13
2.7 ขาของเซเวนเซคเม้น	13
2.8 เซเวนเซคเม้น	14
2.9 วงจรภายในของเซเวนเซคเม้น	14
2.10 การแสดงผลของ 7- เซคเม้น	14
2.11 แบบ คอมมอน แคโทด	15
2.12 แบบ คอมมอน แอโนด	15
2.13 คีย์โทรศัพท์	15
2.14 ขาของพีไอซี	17
2.15 โครงสร้างภายในพีไอซี	19
3.1 แผนผังรวมของเครื่องมือช่วยสอนไมโครคอนโทรลเลอร์	20
3.2 โปรแกรมวิชวลเบสิก	21
3.3 แอล อี ดี และ เซเว่นเซคเมนต์	23
3.4 รูปคีย์โทรศัพท์	23
4.1 แสดงหน้าจอโดยรวม	25
4.2 แสดงการเลือกฟังก์ชั่น	25
4.3 แสดงการวางภาพ	26
4.4 แสดงการวางอุปกรณ์ให้ครบ	26
4.5 แสดงการเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์	27
4.6 แสดงการแสดงโค้ด	27
4.7 แสดงการบันทึกข้อมูลของโค้ด	28
4.8 รูปแสดงการเปิดโปรแกรม พีซีดับเบิ้ลยู	28
4.9 รูปแสดงโปรแกรม พีซีดับเบิ้ลยู	29

สารบัญภาพ (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.10 แสดงการเปิดข้อมูลที่เราได้บันทึกไว้	29
4.11 รูปแสดงการเลือกปุ่มสำหรับแปลงจากภาษาโปรแกรมเป็นภาษาเครื่อง	29
4.12 รูปแสดงการเลือกเปิดโปรแกรมสำหรับเขียนข้อมูลลงในไมโครคอนโทรเลอร์	30
4.13 รูปแสดงการ เสียบสายสำหรับเขียนโปรแกรมลงบนบอร์ดทดลอง	30
4.14 รูปแสดงการเลือกอุปกรณ์สำหรับเขียนโปรแกรม	31
4.15 รูปแสดงการนำข้อมูลที่จะโปรแกรม	31
4.16 รูปแสดงการเลือกข้อมูลที่จะโปรแกรม	32
4.17 รูปแสดงการโปรแกรมข้อมูลลงบนบอร์ด	32
4.18 แสดงการเลือกฟังก์ชั่นแอลอีดีวิ่งทางเดียว	33
4.19 แสดงหน้าต่างกำหนดลักษณะพิเศษของฟังก์ชั่นแอลอีดีวิ่งทางเดียว	33
4.20 แสดงหน้าต่างกำหนดลักษณะพิเศษของฟังก์ชั่นแอลอีดีไฟวิ่ง ปรับช้าเร็วได้	34
4.21 แสดงการทำงานของวงจรเมื่อยังไม่กดสวิตช์	35
4.22 แสดงการหยุดทำงานของวงจรเมื่อกดสวิตช์	35
4.23 แสดงการเลือกอุปกรณ์มาใช้ฟังก์ชั่นแสดงตัวเลขที่รับจาก คีย์แพด ด้วย เซเว่นเซกเม้นท์ ไป พร้อมๆ กับ แอลอีดี 8 ดวง	36
4.24 แสดงหน้าต่างกำหนดลักษณ์ของคีย์แพด	36
4.25 รูปแสดงผลเมื่อกดหมายเลขต่างๆ บนคีย์โทรศัพท์	37
4.26 รูปแสดงผลเป็นเลขฐาน2 เมื่อกดหมายเลขต่างๆ บนคีย์โทรศัพท์	38
4.27 แสดงการวางรูปแอลซีดี	39
4.28 แสดงการนับถอยหลังของฟังก์ชั่น	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 บนคีย์แพด	42
4.36 แสดงค่าที่กำหนดในการแสดงผลเมื่อกดเลข 2	42

สารบัญภาพ (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.37 ผลการทดลองเมื่อกดเลข 2 บนคีย์แพด	43
4.38 แสดงค่าที่กำหนดในการแสดงผลเมื่อกดเลข 3	43
4.39 ผลการทดลองเมื่อกดเลข 3 บนคีย์แพด	44
4.40 แสดงค่าที่กำหนดในการแสดงผลเมื่อกดเลข 4	44
4.41 ผลการทดลองเมื่อกดเลข 4 บนคีย์แพด	45
4.42 แสดงค่าที่กำหนดในการแสดงผลเมื่อกดเลข 5	45
4.43 ผลการทดลองเมื่อกดเลข 5 บนคีย์แพด	45
4.44 แสดงค่าที่กำหนดในการแสดงผลเมื่อกดเลข 6	46
4.45 ผลการทดลองเมื่อกดเลข 6 บนคีย์แพด	46

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 แสดงชนิดข้อมูลที่ใช้ในโครงงานนี้	9

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

บทที่ 1
บทนำ

1.1 กล่าวนำ

การศึกษาในสาขาวิชาวิศวกรรมระบบควบคุม เป็นการศึกษาและประยุกต์ทฤษฎีต่างๆ เพื่อกาออกแบบและควบคุมระบบให้มีเสถียรภาพ และมีสมรรถนะตามความต้องการหรือให้เป็นไปตามข้อกำหนดดังนั้นเพื่อให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการนี้จึงจำเป็นต้องมีการศึกษาการจำลองระบบควบคุมด้วย สมการทางคณิตศาสตร์ การออกแบบตัวควบคุมหรือตัวชดเชยแบบต่างๆ การศึกษาวงจรอิเล็กทรอนิกส์และอิเล็กทรอนิกส์กำลังรวมถึงศึกษาการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ การศึกษาและการเลือกอุปกรณ์วัดและแปลงสัญญาณ ตลอดจนการบูรณาการเรื่องที่ศึกษาเหล่านี้ในการประยุกต์ใช้กับระบบควบคุมทางกายภาพจริงซึ่งนับเป็นสิ่งที่จำเป็นในการศึกษาในสาขาวิชานี้

ในโครงงานนี้จึงเลือกที่จะศึกษาเครื่องมือช่วยสอนไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งเป็นตัวอย่างหนึ่งของระบบควบคุมที่นิยมและน่าสนใจต่อการศึกษา เพราะเป็นระบบพื้นฐานในการเรียนการสอน จึงจำเป็นที่จะต้องให้มีความเข้าใจในความรู้พื้นฐาน และความสามารถของไมโครคอนโทรลเลอร์บื้องต้น โดยเลือกใช้การแสดงผลซึ่งมีหลายแบบ เช่นที่ หลอดแอล อี ดี เซเว่นเซคเมนต์ จอ แอล ซี ดี และดีโทรศัพท์ โดยควบคุมจากโปรแกรมวิชวลเบสิก และโปรแกรมเอ็มพีแลป เป้าหมายของการควบคุมคือการทำให้วงจรอิเล็กทรอนิกส์แสดงผลต่างๆตามที่ได้เลือกไว้ในโปรแกรมวิชวลเบสิก

1.2 วัตถุประสงค์ในการทำปริญญานิพนธ์

1. ทำการศึกษาและทดลองการใช้งานอุปกรณ์ต่างๆในระบบควบคุม

2. ทำการศึกษาและสร้างเครื่องมือช่วยสอนไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งประกอบด้วยอุปกรณ์ที่เป็นอุปกรณ์ทางอิเล็กทรอนิกส์และวิธีการเขียนโปรแกรมของระบบควบคุม โดยโครงงานนี้ใช้คอมพิวเตอร์และโปรแกรมวิชวลเบสิกและภาษาซี

3. ทำการศึกษาวิธีการเขียนโปรแกรมและการต่อวงจร

1.3 ขั้นตอนการศึกษาและการจัดทำโครงงาน

การศึกษาเครื่องมือช่วยสอนไมโครคอนโทรลเลอร์ จำเป็นต้องเรียนรู้และเข้าใจในตัวระบบก่อน หลังจากที่ได้ทำการศึกษาแล้วพบว่าเครื่องมือช่วยสอนไมโครคอนโทรลเลอร์ ที่เคยพบมานั้นจะมีการเขียนโปรแกรมภาษาซีเพื่อควบคุม โดยใช้โปรแกรมวิชวลเบสิกในการควบคุมการทำงานต่างๆ โดยการกำหนดฟังก์ชันต่างๆของโปรแกรมไว้ จากหลักการนี้ก็จะสามารถแสดงผลในวงจร

อิเล็กทรอนิกส์ ได้ แต่ปัญหาที่พบในการทำงานก็คือ มีข้อจำกัดในการแสดงผลหลายๆอย่างพร้อมๆกันเนื่องจากจำนวนขาของไมโครคอนโทรลเลอร์มีจำกัด ทำให้การแสดงผลพร้อมๆกันจึงแสดงได้บางอย่างเท่านั้น ส่งผลทำให้การการเปรียบเทียบของอุปกรณ์มีได้จำกัด

จากที่ได้กล่าวมาข้างต้นจึงทำให้ต้องมีข้อกำหนดในการเลือกการแสดงผลพร้อมกันในอุปกรณ์บางอย่าง ดังนั้นโครงงานนี้จำเลือกใช้โปรแกรมวิชวลเบสิกเป็นตัวกำหนดข้อกำหนดต่างๆ โดยต้องคำนึงถึงปัญหาที่อาจเกิดขึ้นคืออุปกรณ์ที่ใช้ขาซ้ำกันไม่สามารถแสดงผลได้พร้อมกัน

หลังจากที่สามารถตรวจพบข้อกำหนดต่างๆแล้วจึงได้ทำการออกแบบเครื่องมือช่วยสอนไมโครคอนโทรลเลอร์ต่อไป ซึ่งรายละเอียดต่างๆจะกล่าวในบทต่อไป

1.4 รายละเอียดของปริญญานิพนธ์

เนื้อหาที่จะกล่าวในปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ประกอบด้วย

บทที่ 1 บทนำ กล่าวนำถึงวัตถุประสงค์ หลักการ ขั้นตอนการศึกษา และการจัดทำโครงงาน พร้อมทั้งรายละเอียดของปริญญานิพนธ์ของแต่ละบท

บทที่ 2 ทฤษฎีและความรู้ที่เกี่ยวข้อง กล่าวถึงการใช้งานวิชวลเบสิกดอทเน็ต หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องของไมโครคอนโทรลเลอร์และฮาร์ดแวร์ การใช้งานพอร์ตขนาน วงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่เกี่ยวข้องและนำเอาความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการจัดทำโครงงาน

บทที่ 3 หลักการออกแบบ นำเสนอการประกอบโครงสร้างของระบบ รวมถึงแนวคิดในการทำงานก่อน-หลัง ของไมโครคอนโทรลเลอร์

บทที่ 4 การทดลอง เป็นส่วนการทดสอบเครื่องมือช่วยสอนไมโครคอนโทรลเลอร์

บทที่ 5 บทวิจารณ์และสรุป จะสรุปผลการดำเนินงาน ปัญหาที่เกิดขึ้น และแนวทางการปรับปรุงพัฒนาโครงงานต่อไปนี้

บทที่ 2
ทฤษฎีและความรู้ที่เกี่ยวข้อง

ดังที่กล่าวไว้ในบทที่ 1 แล้วว่าก่อนที่จะทำการออกแบบหน้าต่างผู้ใช้ เขียนโปรแกรมภาษาซี และออกแบบกล่องอิเล็กทรอนิกส์จำเป็นต้องมีการศึกษาค้นคว้าทฤษฎีต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับระบบควบคุมเสียก่อน ดังนั้นในบทนี้จะในบทนี้จะศึกษาและอธิบายถึงองค์ประกอบต่างๆ ที่จะนำไปใช้งานจริงในการจัดทำโปรแกรมช่วยสอนการเขียนโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งประกอบด้วยวิชวลเบสิกดอทเน็ต ฮาร์ดแวร์(Hardware) และไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller)

2.1. วิชวลเบสิกดอทเน็ต

วิชวลเบสิกดอทเน็ต (Visual Basic.Net) เป็นเครื่องมือที่ใช้พัฒนาโปรแกรมแบบที่มีเครื่องมือช่วยพัฒนาโปรแกรมได้ง่าย โดยโปรแกรมที่สร้างจะมีลักษณะเหมือนตอนออกแบบหน้าจอ วิธีการพัฒนาโปรแกรมก็ง่ายเพียงแค่ออกแบบหน้าจอที่ต้องการ, กำหนดคุณสมบัติและเขียนโค้ดกำกับเท่านั้น ซึ่งจะช่วยให้การพัฒนาโปรแกรมสามารถทำได้อย่างรวดเร็วง่ายดาย เพื่อทำงานบนระบบปฏิบัติการวินโดว์ ซึ่งได้รับการพัฒนามาจากภาษาเบสิก (Basic: Beginners All Purpose Symbolic Instruction Code)

วิชวลเบสิกดอทเน็ต เป็นที่นิยมอย่างแพร่หลายเนื่องจากเป็นภาษาโปรแกรมที่สามารถทำความเข้าใจได้ง่าย ทั้งยังเป็นเวอร์ชั่นล่าสุดของ วิชวลเบสิก ที่บริษัทไมโครซอฟท์ได้พัฒนามาอย่างต่อเนื่อง (เวอร์ชั่นก่อนหน้านี้ได้แก่เวอร์ชั่น 6) โดยได้พัฒนาขีดความสามารถเพิ่มขึ้นอีกมากมายหลักๆ ได้แก่

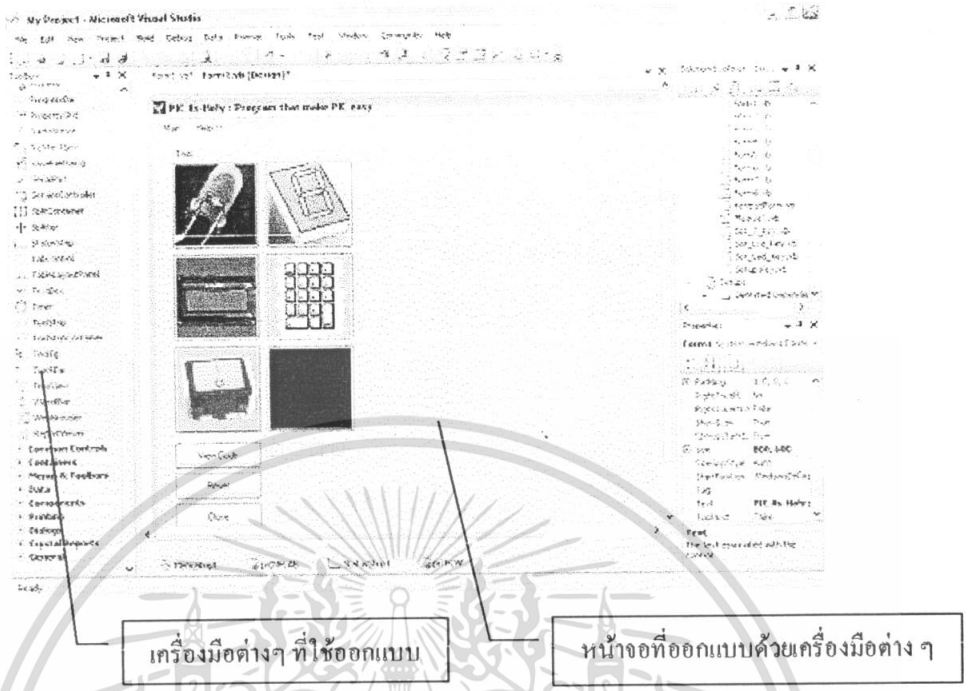
- เป็นภาษา OOP(Object-Oriented Programming) เต็มตัว : วิชวลเบสิกดอทเน็ตได้รับการพัฒนาให้เป็นภาษาแบบ OOP เต็มตัวเช่นเดียวกับภาษาโปรแกรมสมัยใหม่ทั่วไป เช่น C++, Delphi หรือ Java เป็นต้น วิชวลเบสิกดอทเน็ตมีความสามารถในการทำ inheritance, overloading และ overriding เป็นต้น
- รับเอาความสามารถของ ดอทเน็ต (.Net): ด้วย ดอทเน็ตเฟรมเวิร์ค (.Net Framework) ซึ่งมีมาตรฐาน CLS และมาตรฐานในส่วนของชนิดข้อมูลทำให้เราสามารถเขียนโปรแกรมด้วย วิชวลเบสิกดอทเน็ต แล้วไปเรียกใช้งานโปรแกรมที่เขียนด้วยภาษาอื่น เช่น ซีพลัสพลัสดอทเน็ต (C++.Net) ได้
- การสร้างแอพพลิเคชั่นแบบเว็บฟอร์ม (Web Form) และเว็บเซอร์วิซ (Web Services) : วิชวลเบสิกดอทเน็ตได้รับการพัฒนาให้สามารถพัฒนาเว็บแอพพลิเคชั่นแบบใหม่

เรียกว่า เว็บฟอร์ม ซึ่งมีวิธีการสร้างแบบ drag-and-drop เหมือนกับการพัฒนาให้สามารถพัฒนาเว็บแอพพลิเคชั่นบนวินโดว์โดยทั่วไป และสามารถสร้างเว็บเซอร์วิซซึ่งอาศัย XML(Extensible Markup Language) เป็นตัวกลางในการแลกเปลี่ยนข้อมูล

- รองรับการสร้างเว็บแอพพลิเคชั่นด้วยเอเอสพีดอทเน็ต(ASP.NET) : สามารถผนวกกับเอเอสพีดอทเน็ตในการสร้างเว็บแอพพลิเคชั่นได้อย่างรวดเร็วโดยการใช้เว็บฟอร์มและเว็บเซอร์วิซ
- รองรับการสร้างแอพพลิเคชั่นแบบคอนเซาล์(Console): ซึ่งถือเป็นประเภทแอพพลิเคชั่นแบบใหม่ในวิชวลเบสิกดอทเน็ตเพื่อช่วยให้เราสามารถทำงานในลักษณะโปรแกรมที่รันบนดอสคือแสดงผลและรับข้อมูลในลักษณะของข้อความได้
- รองรับการพัฒนาโปรแกรมระดับ Threading
- มีโครงสร้างการจัดการข้อผิดพลาดที่ดีขึ้น : วิชวลเบสิกดอทเน็ตมีการเพิ่มขีดความสามารถในการจัดการข้อผิดพลาดนี้เรียกว่า Structured error handling คือโครงสร้างคำสั่ง Try...Catch...Finally
- รองรับ เอดีโอดอทเน็ต (ADO.NET) : วิชวลเบสิกดอทเน็ต รองรับ เอดีโอดอทเน็ต ซึ่งถือเป็นเทคโนโลยีการติดต่อฐานข้อมูลแบบใหม่ ที่มาทดแทนเอดีโอ และ อาร์ดีโอ ในวีบี6 ทั้งนี้ เอดีโอดอทเน็ต สนับสนุนการติดต่อฐานข้อมูลแบบ stateless เพื่อการใช้งานฐานข้อมูลบนอินเตอร์เน็ตได้เป็นอย่างดี
- ใช้วิชวลเบสิกดอทเน็ตเป็นเครื่องมือเดียวกันในการพัฒนาไม่ว่าภาษาใดๆก็ตามภายใต้ดอทเน็ต : การพัฒนาแอพพลิเคชั่นโดยใช้ภาษาวิชวลเบสิกดอทเน็ต,ซีพลัสพลัสดอทเน็ต,ซีชาร์ปดอทเน็ต จะใช้เครื่องมือและหน้าตาเหมือนกัน ทำให้การเรียนรู้พัฒนาโปรแกรมด้วย วิชวลเบสิกดอทเน็ตก็สามารถพัฒนาโปรแกรมภาษาอื่นๆ ได้ง่ายขึ้น
- มีการจัดการหน่วยความจำที่ดีขึ้น: ในวิชวลเบสิกดอทเน็ตมีกลไกการจัดการหน่วยความจำโดยอาศัยซีแอลอาร์และมี automatic gabage collector ช่วยให้การจัดการหน่วยความจำมีประสิทธิภาพมากขึ้น
- จัดการอินพุท/เอาท์พุท ได้ดีขึ้น: วิชวลเบสิกดอทเน็ตมีการเพิ่มความสามารถในการจัดการอินพุท/เอาท์พุท ได้อย่างเป็นระเบียบและมีประสิทธิภาพมากขึ้นด้วยการใช้คลาส System.IO
- มีคอนโทรลเพิ่มขึ้นอีกมาก : ในวิชวลเบสิกดอทเน็ตมีคอนโทรลเพิ่มขึ้นอีกมาก และคอนโทรลเดิมก็ได้รับการเพิ่มขีดความสามารถ ซึ่งจะช่วยลดเวลาในการพัฒนาแอพพลิเคชั่นไปได้มาก

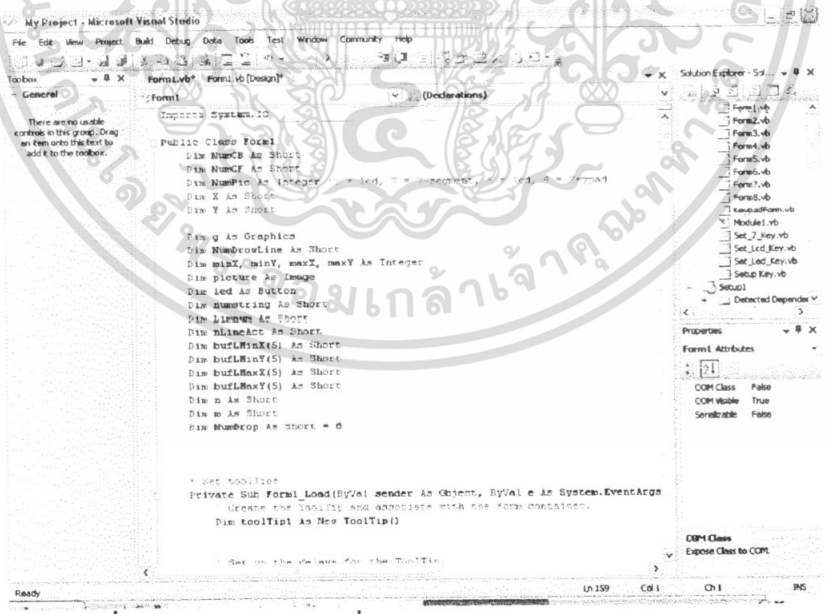
2.1.1 หลักการเขียนโปรแกรมด้วยวิชวลเบสิกดอทเน็ต

1. ออกแบบหน้าจอ เพื่อใช้ติดต่อกับผู้ใช้ หรือที่เรียกว่า user interface



รูปที่ 2.1 แสดงหน้าต่างผู้ใช้

2. เขียน โปรแกรม (Programming หรือ Coding) เป็นการเขียนคำสั่งเพื่อควบคุมการทำงานของโปรแกรม



รูปที่ 2.2 แสดงหน้าต่างคำสั่งควบคุมการทำงานของโปรแกรม

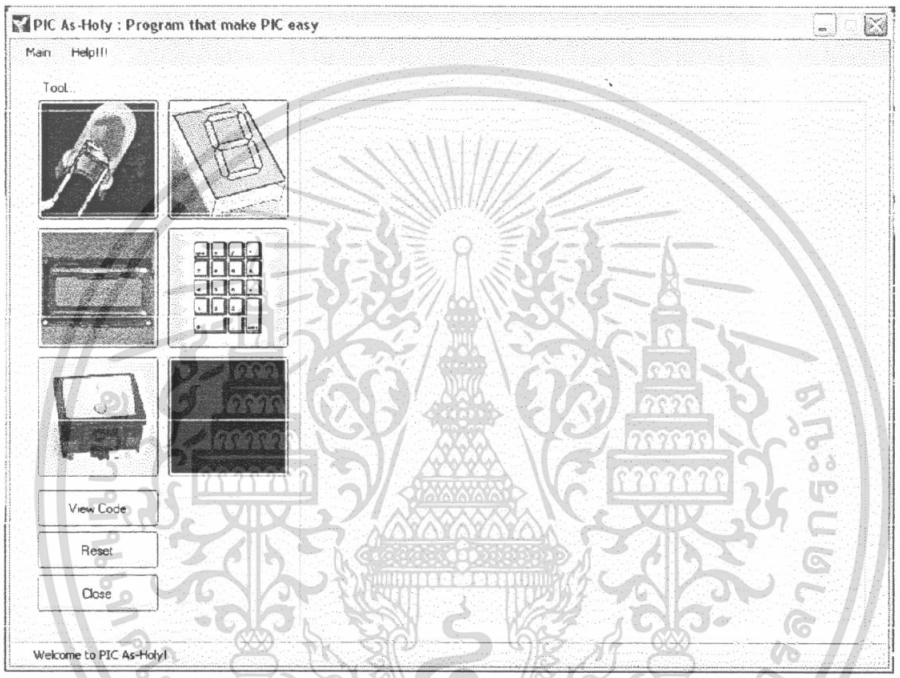
ซึ่งจะอธิบายการออกแบบหน้าจอและการเขียนโปรแกรมในหัวข้อต่อไป

2.1.2 พื้นฐานในการสร้างโปรแกรมด้วยวิชวลเบสิกดอทเน็ต

การเขียนโปรแกรมด้วยวิชวลเบสิกดอทเน็ตและวิชวลโปรแกรมมิ่งโดยทั่วไป สิ่งแรกที่เราควรจะรู้จักคือฟอร์มและคอนโทรลเนื่องจากเป็นองค์ประกอบพื้นฐานที่วินโดว์และโปรแกรมต่างๆ บนวินโดว์ใช้ติดต่อกับผู้ใช้งาน เนื่องจากโปรแกรมก็จะติดต่อกับฟอร์มและคอนโทรลเป็นหลัก

1. รูปแบบ (FORM)

คือวินโดว์ที่ใช้ติดต่อกับผู้ใช้งานซึ่งถือเป็นพื้นฐานในการติดต่อระหว่างโปรแกรมกับผู้ใช้งาน ภายในฟอร์มจะประกอบด้วยออบเจ็คต่างๆ เพื่อใช้ติดต่อระหว่างโปรแกรมกับผู้ใช้งาน ซึ่งฟอร์มก็ถือเป็นออบเจ็คประเภทหนึ่งเช่นเดียวกัน

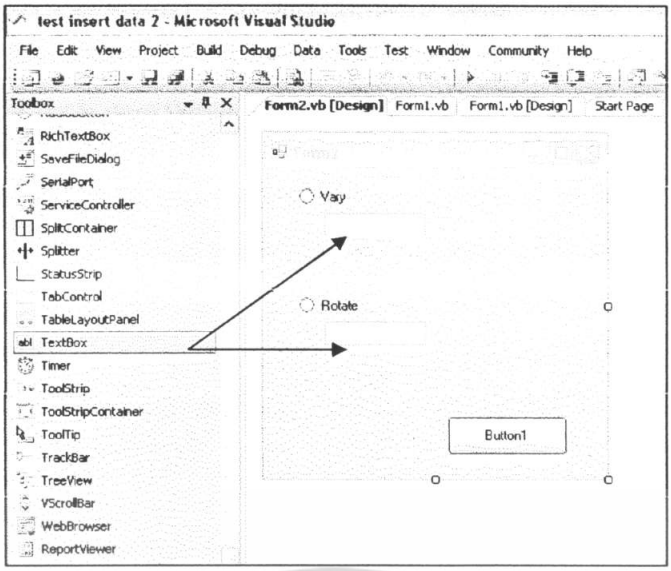


รูปที่ 2.3 ตัวอย่างของฟอร์ม

2. ควบคุม (CONTROL)

เป็นเครื่องมือสำหรับติดต่อกับผู้ใช้งาน คอนโทรลจะทำหน้าที่ต่าง ๆ กัน เช่น แสดงข้อความบนจอ(เลเบล), รับข้อความ(เท็กซบ็อกซ์), ปุ่มรับคำสั่ง เป็นต้น คอนโทรลบางประเภทในขณะรันโปรแกรมเราจะไม่เห็นบนหน้าจอแต่จะคอยทำงานอย่างเบื้องหลัง เช่น ไทม์เมอร์ เป็นต้น

ในวิชวลเบสิกดอทเน็ต มีการเตรียมคอนโทรลเหล่านี้ไว้มากมายอยู่ภายใน Toolbox (ทูลบ๊อกซ์) ซึ่งมีการแบ่งหมวดหมู่ตามประเภทของคอนโทรล ซึ่งสามารถออกแบบหน้าจอได้ง่าย ๆ เพียงแค่นำคอนโทรลมาวางไว้บนฟอร์มและกำหนดคุณสมบัติเท่านั้น



รูปที่ 2.4 แสดงตัวอย่างการสร้างคอนโทรล(กล่องข้อความ)

โดยจากรูปจะเห็นได้ว่าเพียงคลิกแล้วนำไปวางในตำแหน่งที่ต้องการเท่านั้น

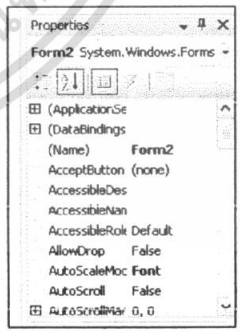
นอกจากนี้ยังมีพื้นฐานสำคัญในการสร้างโปรแกรมด้วยวิชวลเบสิกดอทเน็ตอีก คือ ออบเจ็ค, พร็อพเพอร์ตี้, อีเวนต์ และเมธอด สิ่งเหล่านี้เป็นคอนเซ็ปของการเขียนโปรแกรมแบบออบเจ็ค

3. วัตถุ (OBJECT)

การเขียนโปรแกรมในวิชวลเบสิกดอทเน็ตจะมองทุกอย่างเป็นออบเจ็คตั้งฟอร์ม, คอนโทรล หรือแม้กระทั่งตัวแปรต่าง ๆ

4. คุณสมบัติ (PROPERTY)

พร็อพเพอร์ตี้ คือคุณสมบัติของออบเจ็คหรือคอนโทรล ซึ่งคอนโทรลแต่ละอันจะมีลักษณะเฉพาะต่างกันไป เราสามารถกำหนดคุณสมบัติของคอนโทรลต่าง ๆ ได้จากวินโดว์ Properties ดังตัวอย่างเป็นวินโดว์ Properties ของ Form2 ซึ่งจะสามารถกำหนดคุณสมบัติของคอนโทรลหรือออบเจ็คใดๆ ได้โดยกำหนดโดยตรงจากวินโดว์นี้



รูปที่ 2.5 แสดงหน้าต่างคุณสมบัติ

5. เหตุการณ์ (EVENT)

การเขียนโปรแกรมในวิชวลเบสิกดอทเน็ตจะเรียกว่าเป็นการเขียนโปรแกรมแบบ Even-Driven Programming นั่นคือการที่จะโปรแกรมโมดูลจะถูกทำงานก็ต่อเมื่อมีเหตุการณ์ใดๆ เกิดขึ้น เช่น ปุ่ม OK จะไม่ถูกเรียกใช้งานจนกว่าจะมีการคลิกเมาส์ เป็นต้น

6. วิธี (METHOD)

คือคำสั่งที่อยู่ภายใต้คอนโทรลหรือฟอร์มเพื่อทำงานอย่างใดอย่างหนึ่ง เช่น Active เป็นคำสั่งให้ฟอร์มแสดงขึ้นมา เป็นต้น คอนโทรลแต่ละคอนโทรลจะมีเมธอดให้เลือกใช้งานตามความเหมาะสม

2.1.3 การเขียนโปรแกรม

ที่กล่าวมาข้างต้นเป็นเพียงการออกแบบหน้าต่างที่ติดต่อกับผู้ใช้งาน แต่ยังมีอีกส่วนหนึ่งที่จะทำให้โปรแกรมสมบูรณ์ได้นั่นคือการเขียนคำสั่งใช้งานของโปรแกรม

- การประกาศตัวแปรในวิชวลเบสิกดอทเน็ต:

เพื่อให้วิชวลเบสิกดอทเน็ตได้จองหน่วยความจำที่เหมาะสมให้ จึงจำเป็นต้องมีการประกาศตัวแปรล่วงหน้า มีรูปแบบดังนี้

Dim <ชื่อตัวแปร> As <ชนิดข้อมูล>

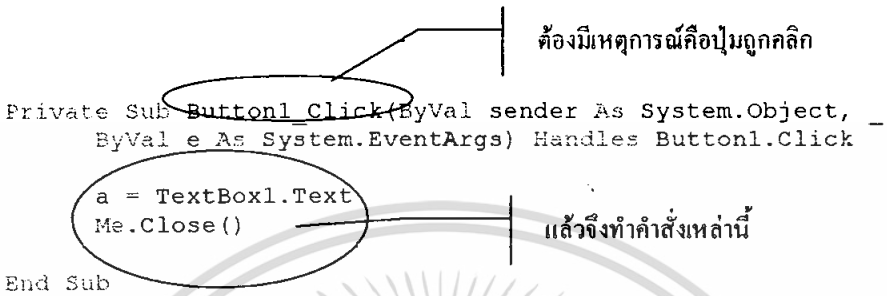
โดยชนิดข้อมูลในวิชวลเบสิกดอทเน็ตมีมากมาย แต่ชนิดข้อมูลที่นำมาใช้ในโครงงานนี้มีดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงชนิดข้อมูลที่ใช้ในโครงงานนี้

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 2พันล้านอักขระ Unicode โดยประมาณ
Object	8	เป็นชนิดข้อมูลพิเศษที่สามารถใช้แทนชนิดข้อมูลอื่นๆในวิชวลเบสิกดอทเน็ตได้ทั้งหมด

- การเขียนคำสั่งสั่งงานโปรแกรม:

อย่างที่ได้กล่าวไปแล้วว่าวิชวลเบสิกดอทเน็ตเป็นการเขียนโปรแกรมแบบ Even-Driven Programming ดังนั้นก่อนการเขียนโปรแกรมคำสั่ง จะต้องมีการกำหนดเหตุการณ์ก่อนว่าจะให้คำสั่งนี้เกิดเมื่อเกิดเหตุการณ์ใด เช่น ให้คำสั่งปิดหน้าต่างทำงานเมื่อเกิดการคลิกที่ปุ่ม Close เป็นต้น ดังตัวอย่างต่อไปนี้



โดยคำสั่งนั้นอาจเป็นการสั่งให้แสดง ให้กระทำ หรือเปรียบเทียบเงื่อนไข ก็ได้ นอกจากนี้ยังสามารถ สร้างฟังก์ชั่นย่อยเพื่อเรียกใช้เวลาเกิดเหตุการณ์ใดเหตุการณ์หนึ่งเหมือนกับภาษาโปรแกรมทั่วไป เช่น ภาษาซี เป็นต้น อีกด้วย

2.1.4 การใช้งานกราฟิกบนวิชวลเบสิกดอทเน็ต:

ในโครงงานนี้เป็นโครงงานที่ต้องใช้กราฟิกมาช่วยให้การเขียนโปรแกรมง่ายขึ้น จึงทำให้การใช้กราฟิกบนวิชวลเบสิกดอทเน็ตเป็นสิ่งจำเป็นที่ต้องเรียนรู้ ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

- การใช้งานคอนโทรล Picturebox

ในวิชวลเบสิกดอทเน็ตมีคอนโทรลพิกเจอร์บ็อกซ์ (Picturebox) ที่ช่วยให้เราสามารถแสดงรูปภาพกราฟิกแบบต่างๆ ได้หลายชนิด ได้แก่ BMP, GIP, JPG, ICO, TIF, WMF/EMF, ICO และ EXF ซึ่งสามารถเปิดไฟล์ขึ้นมาเพื่อใช้งาน ได้ดังรูปแบบต่อไปนี้

<ชื่อ Picturebox>.Image = Image.FromFile(<ชื่อไฟล์รูปภาพที่ต้องการ>)

ตัวอย่างเช่น:

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

นอกจากนี้ในโครงงานนี้ยังมีการใช้คุณสมบัติสำคัญๆ ของฟิกเจอร์บ็อกซ์ 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 แต่เนื่องจากในโครงงานนี้เรายังไม่ทราบจุดที่จะนำรูปภาพไปวางจนกว่าผู้ใช้จะคลิกวาง จึงทำให้ จำเป็นต้องเขียนเป็นคำสั่งขึ้นมากำหนดภายหลัง

- การเขียนโปรแกรมกราฟิกด้วยวิชวลเบสิกดอทเน็ต

หลักการเขียนโปรแกรมกราฟิกด้วยวิชวลเบสิกดอทเน็ตก็เหมือนกับหลักการเขียนโปรแกรมกราฟิกโดยทั่วไป โดยสิ่งที่เราจะต้องรูประกอบไปด้วย 4 ส่วนหลักๆ ดังนี้

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

รูปแบบ:

```
<ชื่อออบเจ็คกราฟิก>.DrawLine(<ชื่อออบเจ็คPen>, minX, minY, maxX, maxY)
```

ตัวอย่าง:

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

2. สิ่งที่จะวาดมีลักษณะอย่างไร เช่น ลักษณะของเส้น เป็นเส้นประ, เส้นทึบ, มีความหนาของเส้นเท่าไหร่ รวมถึงสีของเส้น ซึ่งสามารถกำหนดคุณลักษณะเหล่านี้ได้ ก่อนที่จะวาดบนวิชวลเบสิกดอทเน็ต

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

4. จะวาดบนอะไร ประการสุดท้ายคือ จะวาดบนอะไร แล้วพื้นที่ที่จะวาดมีขนาดเท่าใด ในวิชวลเบสิกดอทเน็ต ประกอบด้วยออบเจ็ค Graphic และ Region เพื่อใช้วาดสิ่งที่ต้องการลงไป โดยในโครงงานนี้ใช้ในส่วนของอ็อบเจ็ค Graphic ดังมีรูปแบบ ดังนี้

รูปแบบ:
```
Dim <ชื่อออบเจ็ค Graphic> As Graphics
<ชื่อออบเจ็ค Graphic>= Me.CreateGraphics
```

ตัวอย่าง:
```
Dim g As Graphics
g = Me.CreateGraphics
```

2.1.5 การจัดการไฟล์บนวิชวลเบสิกดอทเน็ต

ระบบไฟล์เป็นโครงสร้างพื้นฐานที่สำคัญที่ระบบปฏิบัติการใช้ในการบริหารจัดการไฟล์, ไดเร็คทอรี และการจัดเก็บข้อมูลในหน่วยความจำสำรอง ให้เป็นระเบียบแบบแผนมีโครงสร้างที่ดี และสามารถเข้าถึงข้อมูลได้อย่างรวดเร็ว และป้องกันไม่ให้ข้อมูลสูญหาย นอกจากนั้นยังครอบคลุมถึงเรื่องการบริหารความปลอดภัยของข้อมูลที่จัดเก็บด้วย ว่าจะให้ผู้ใดใช้งานในระดับใดได้บ้าง

ในวิชวลเบสิกดอทเน็ตเราสามารถบริหารจัดการระบบไฟล์ได้ง่ายและเป็นระบบ โดยใช้คลาสต่างๆในเนมสเปส System.IO ที่มีความสามารถเหนือกว่าวิธีจัดการไฟล์ในวิชวลเบสิก6 ซึ่งโดยสรุปแล้ว System.IO ในวิชวลเบสิกดอทเน็ตสามารถใช้ทำงานได้ดังต่อไปนี้

- สร้าง, ลบ, ย้าย, เปลี่ยนชื่อ, เรียกดูพร็อพเพอร์ตี้ของไดเร็คทอรี
- สร้างไดเร็คทอรี, หารายชื่อดิสค์ไดรว์ที่มีอยู่ในระบบ
- กำหนดและเรียกดูพร็อพเพอร์ตี้ของไฟล์
- อ่าน, เขียน, แก้ไขไฟล์ประเภท Text, Binary, Random รวมถึง XML ด้วย

โดยในโครงงานนี้ใช้งานในส่วนของการสร้างไดเร็คทอรี, อ่านไฟล์ และ สร้างไฟล์

1. การสร้างไดเร็คทอรี

ในวิชวลเบสิกดอทเน็ต สามารถจัดการไดเร็คทอรี ได้โดยใช้คลาส Directory และ DirectoryInfo ซึ่งอยู่ภายในเนมสเปซ System.IO แต่ในโครงงานนี้ได้ใช้งานในส่วนของ คลาส Directory โดยใช้ เมธอด GetCurrentDirectory เพื่อใช้เป็นจุดหมายปลายทางในการบันทึกไฟล์ของผู้ใช้ โดยมีรูปแบบ และตัวอย่างดังต่อไปนี้

รูปแบบ:
```
Dim <ชื่อของDirectory> As String
<ชื่อของDirectory> = Directory.GetCurrentDirectory.ToString
```

ตัวอย่าง:
```
Dim DirecName As String
DirecName = Directory.GetCurrentDirectory.ToString
```

2. การอ่านไฟล์ และ การสร้างไฟล์

ในวิชวลเบสิกดอทเน็ต สามารถจัดการไฟล์ได้โดยใช้คลาส File และ FileInfo ในเนมสเปส 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 จะเปรียบเสมือนท่อเชื่อมต่อระหว่างไฟล์ที่ต้องการ และกำหนดลักษณะว่าจะให้เปิดไฟล์นั้นแบบใด เช่น จะให้อ่านได้อย่างเดียว, เขียนได้อย่างเดียว หรือทั้งอ่านทั้งเขียน เป็นต้น โดยมีรูปแบบและตัวอย่างดังนี้

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

โดยที่ Path คือ พาธของไฟล์ที่ต้องการเปิด 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 ในไดรฯ C: โดยเป็นการเปิดไฟล์เดิมให้สามารถอ่านได้อย่างเดียว และอนุญาตให้โปรแกรมอื่นอ่านไฟล์ได้อย่างเดียวในขณะที่เปิดอยู่

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

รูปแบบ:
```
Dim <ชื่อออบเจ็คStreamReader> As New StreamReader(<ชื่อออบเจ็คFileStream>)
```

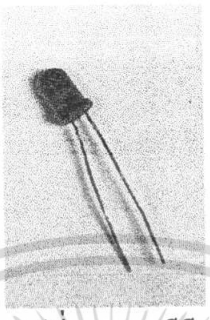
ตัวอย่าง:
```
Dim MyStreamReader As New StreamReader(MyFileStream)
```

สุดท้ายแล้วต้องปิดไฟล์ด้วยทุกครั้งโดยใช้ <ชื่อออบเจ็คFileStream>.Close()

2.2. อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์มีมากมายหลายประเภทซึ่งมีทั้งเป็นอุปกรณ์เพื่อแสดงผล รับค่าเพื่อนำค่าที่ได้นั้นไปประมวลผลต่อไป และมีไว้เพื่อประมวลผล อุปกรณ์ที่ได้รับความนิยมเป็นอย่างมากเนื่องมาเป็นพื้นฐานได้แก่ แอลอีดี 7-เซคเม้น คีย์โทรศัพท์

2.2.1 LED

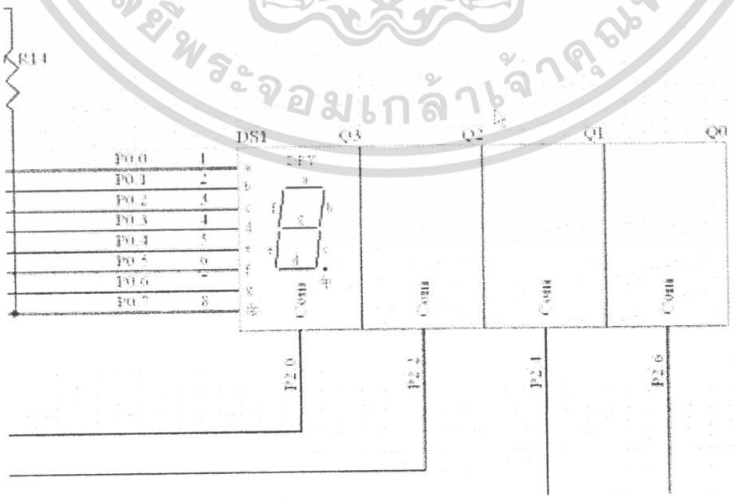


รูปที่ 2.6 แอลอีดี

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

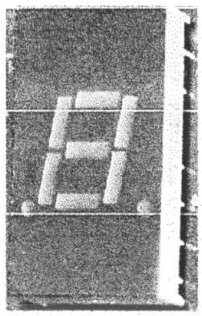
2.2.2 7-เซคเม้น

1. หลักการทำงาน 7-เซคเม้น ขาต่างๆของ 7-เซคเม้นแสดงดังรูปที่ 2.7



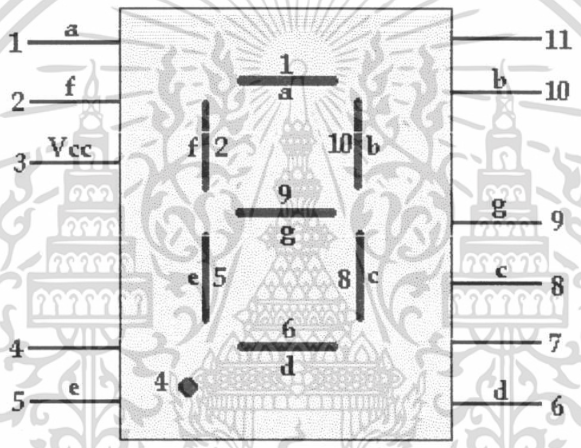
รูปที่ 2.7 ขาของเซเวนเซคเม้น

เซเวนเซคเม้นเป็นอุปกรณ์ที่นิยมใช้ในการแสดงผลตัวเลข เช่น ใช้ในลิฟท์ อุปกรณ์ไฟฟ้า เป็นต้น มี 2 แบบ คือ อาโนดร่วม และคาโทดร่วม



รูปที่ 2.8 เซเวนเซคเม้น

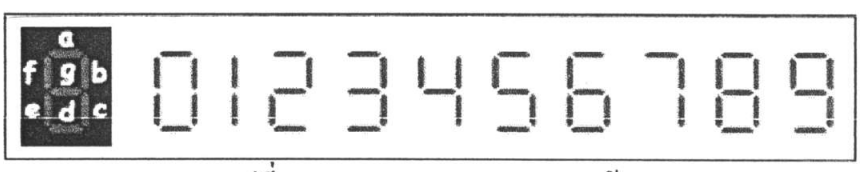
2. วงจรภายใน



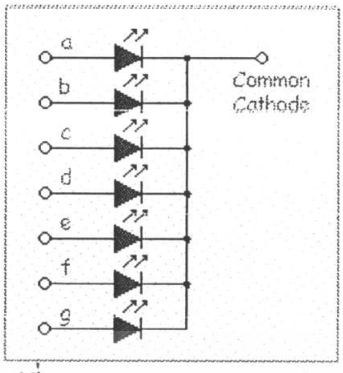
รูปที่ 2.9 วงจรภายในของเซเวนเซคเม้น

3. การออกแบบวงจรแปลงรหัส BCD เป็น 7-เซคเม้น สำหรับ 7-เซคเม้น แบบ คอมมอนแอโนต และ คอมมอนแคโทต

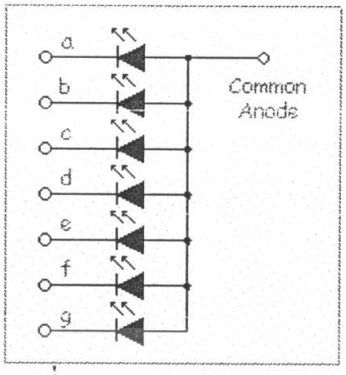
ปัจจุบันการแสดงผลในรูปแบบตัวเลขนิยมใช้ แอล อี ดี 7 เซ็กเมนท์ ซึ่งมีโครงสร้างที่ประกอบด้วย แอล อี ดี 7 ดวงนั่นคือ a ถึง g ดังรูปที่ 2.9



รูปที่ 2.10 การแสดงผลของ 7- เซคเม้น



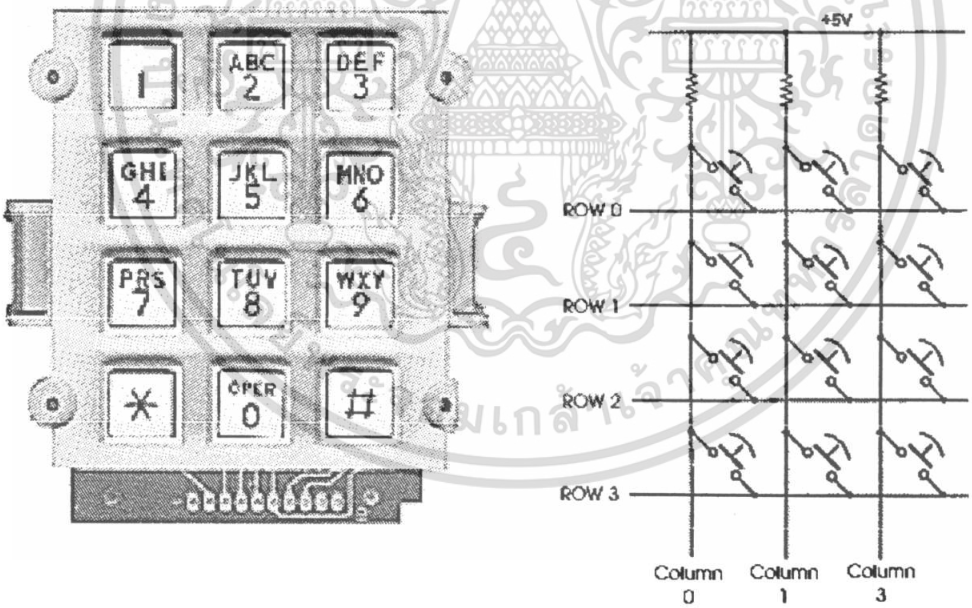
รูปที่ 2.11 แบบ คอมมอน แคโทด



รูปที่ 2.12 แบบ คอมมอน แอโนต

2.2.3 คีย์โทรศัพท์

คีย์โทรศัพท์เป็นสวิตซ์ชนิดหนึ่งซึ่งมีความสามารถมากกว่าสวิตซ์ทั่วไป เพราะมีการเชื่อมต่อโดยใช้จำนวนสายน้อยกว่าจำนวนปุ่มปกติ



รูปที่ 2.13 คีย์โทรศัพท์

2.3 ไมโครคอนโทรลเลอร์

ไมโครคอนโทรลเลอร์ คือ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อย่างหนึ่งซึ่งภายในประกอบด้วยวงจรอื่นๆ หลายวงจรและทำงานร่วมกัน เช่น หน่วยประมวลผลกลาง หน่วยคำนวณทางคณิตศาสตร์ และลอจิก วงจรออสซิลเลเตอร์ หน่วยความจำ วงจรรับสัญญาณอินพุทและขับสัญญาณเอาต์พุท เป็นต้น ด้วยเหตุนี้ไมโครคอนโทรลเลอร์จึงสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานควบคุมได้ดี เนื่องจากสามารถเขียนโปรแกรมควบคุมได้อย่างอิสระ ตามความต้องการของเรา

2.3.1 โครงสร้างของไมโครคอนโทรลเลอร์

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

1. หน่วยความจำโปรแกรมแบบแฟลช มีขนาดความจุ 1 – 32 กิโลเวิด
2. หน่วยความจำข้อมูล มีขนาดความจุ4 - 1536 ไบท์
3. หน่วยความจำข้อมูลอีอีพรอม มีขนาดความจุถึง 256 ไบท์

ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877 มีพอร์ตใช้งานทั้งสิ้น 5 พอร์ต คือพอร์ตเอ มี 6 บิท, พอร์ตบี มี 6 บิท, พอร์ตซี มี 6 บิท, พอร์ตดี มี 6 บิท, พอร์ตอี มี 3 บิท เป็นพอร์ตแบบมี 2 ทิศทาง คือ สามารถเป็นได้ทั้ง อินพุท เอาท์พุท และยังเป็นพอร์ตที่สามารถแปลงสัญญาณ เอดีซี (วงจรแปลงสัญญาณอนาล็อค ไปเป็นดิจิตอล) ได้อีกด้วย ไมโครคอนโทรลเลอร์ พีไอซี มีคุณลักษณะดังนี้

1. คำสั่งหนึ่งๆใช้เวลาทำงาน 1 ถึง 2 รอบสัญญาณนาฬิกา
2. หน่วยความจำโปรแกรมเป็นแบบ Flash มีขนาด 8KWord (1 word=14 บิต) ซึ่งสามารถเขียนและลบได้มากกว่า 100,000 ครั้ง
3. มีแรม ขนาด 368 ไบท์
4. มี EEPROM ขนาด 256 ไบท์
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

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

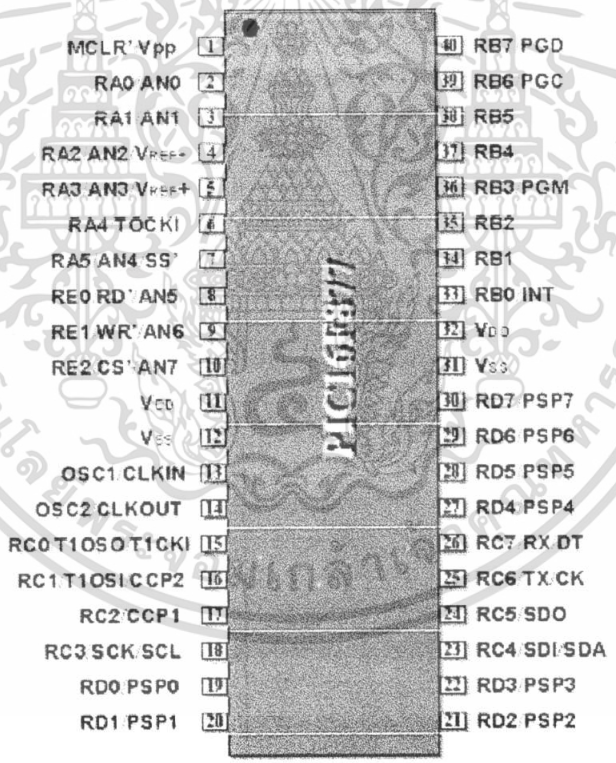
2.3.2 สัญญาณนาฬิกา

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 หารด้วย 4

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

2.3.3 การจัดขาของไอซี

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



รูปที่ 2.14 ขาของพีไอซี

72263

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) ภายในมีวงจรพูลอัพ 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 เอาต์พุตแบบขนาน

5. พอร์ต E จำนวน 3 ช่อง(RE0-RE2) ใช้ติดต่อ อินพุต เอาท์พุต และการแปลงสัญญาณ ADC

2.3.5 การควบคุมพอร์ต PIC16F877

ในการควบคุมพอร์ตของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล PIC จะต้องมีการกำหนดเงื่อนไขก่อนการใช้งานว่าต้องการให้ขาของพอร์ตที่จะใช้งานทำหน้าที่เป็นขาพอร์ตอินพุตหรือเอาต์พุต โดยการกำหนดค่าให้กับขาพอร์ตในรีจิสเตอร์ TRIS ก่อน

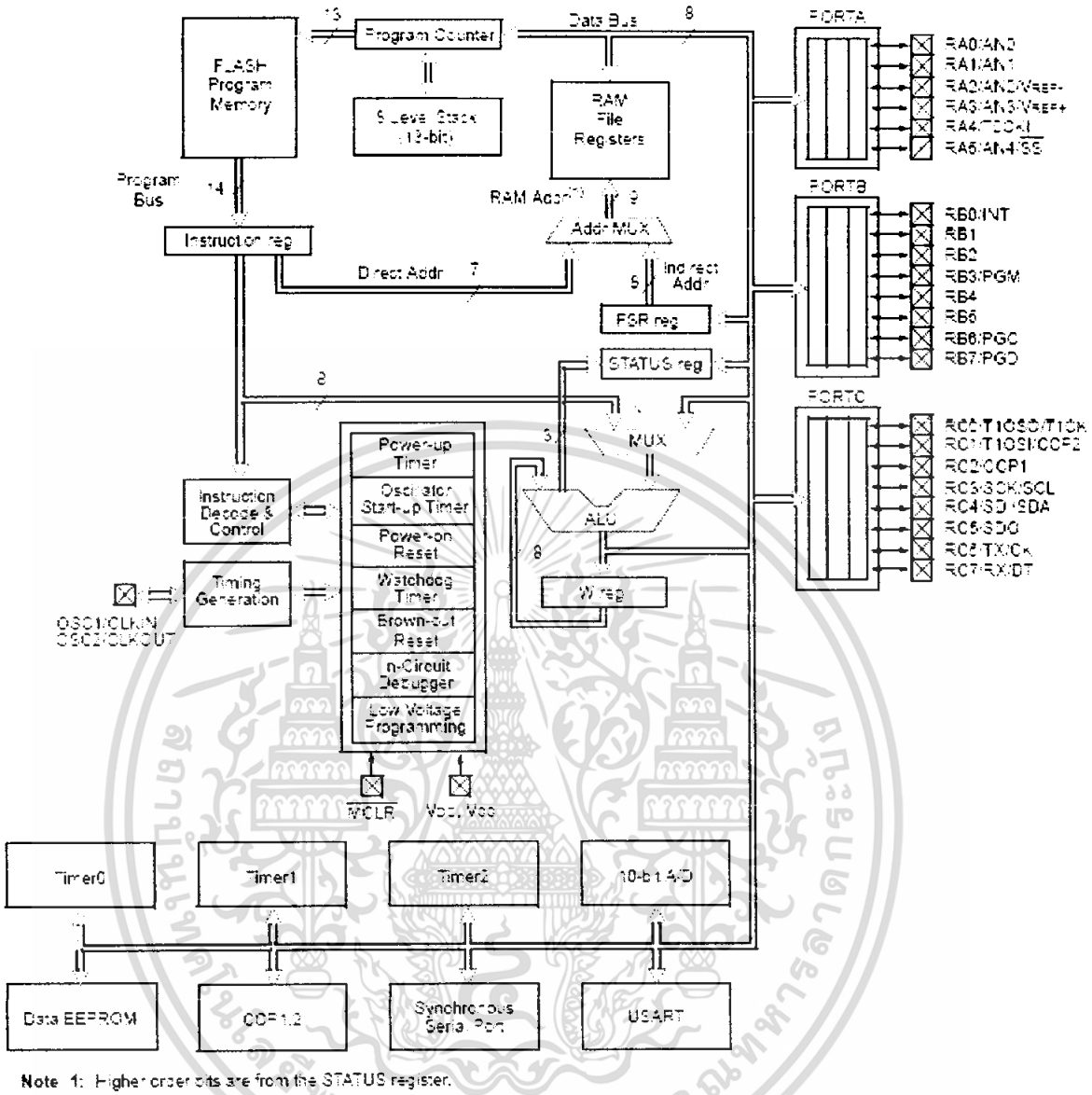
ถ้ากำหนดเป็นลอจิก "0" แสดงว่าต้องการให้ขาพอร์ตทำหน้าที่เป็นเอาต์พุต

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

2.3.6 โครงสร้างภายในชิพ



รูปที่ 2.15 โครงสร้างภายในพีไอซี

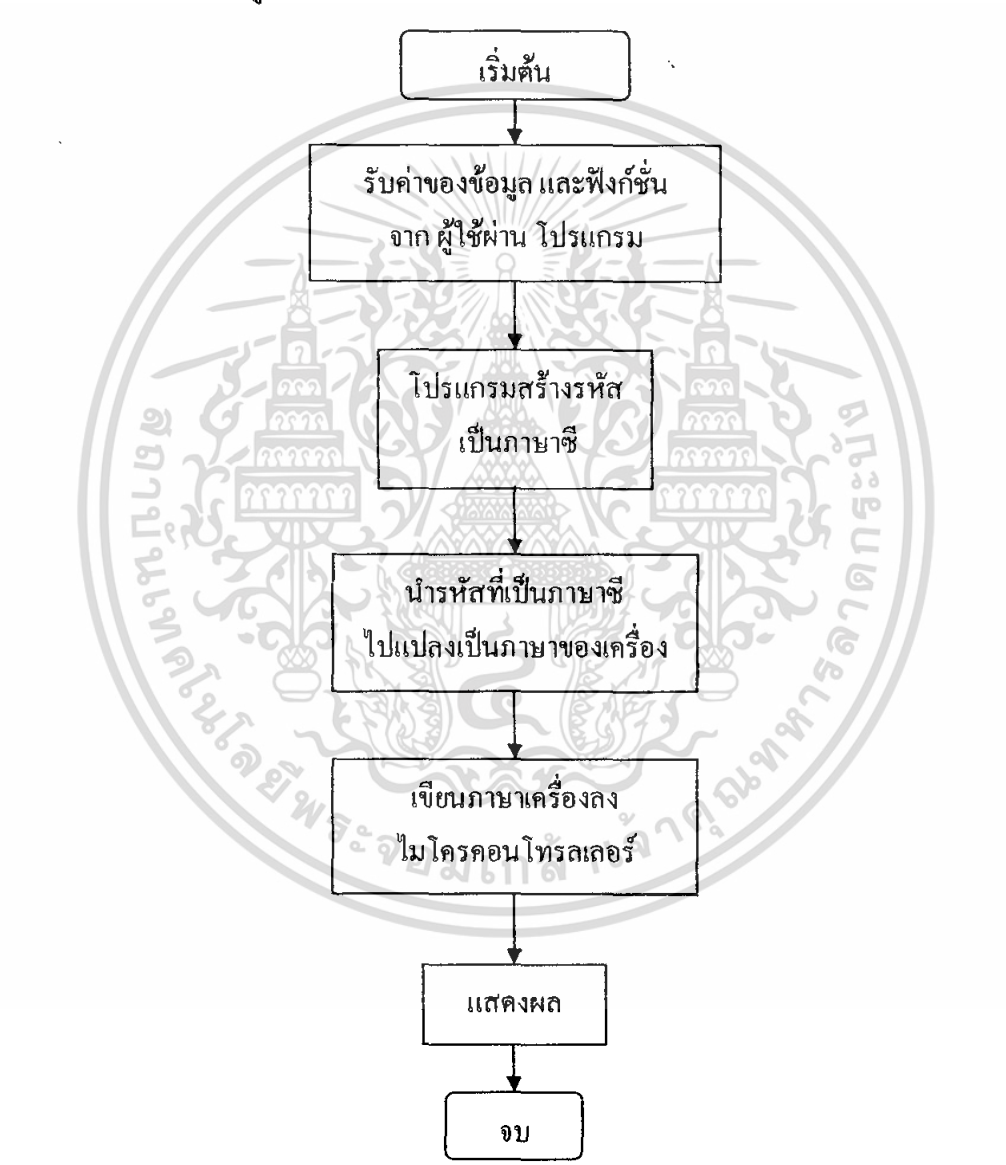
เนื้อหาในบทนี้แสดงรายละเอียดของทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับโครงงานโปรแกรมช่วยเขียนโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งจะนำไปออกแบบส่วนต่างๆ ของโปรแกรม ตั้งแต่หน้าต่างผู้ใช้งาน ฮาร์ดแวร์ และโปรแกรมภาษาซี เพื่อให้การออกแบบส่วนต่างๆ ดังกล่าวนั้นมีความถูกต้องและมีประสิทธิภาพมากที่สุด โดยจะแสดงการออกแบบส่วนต่าง ๆ ในบทต่อไป

บทที่ 3

หลักการออกแบบ

การออกแบบเครื่องมือช่วยสอนไมโครคอนโทรลเลอร์ ในเบื้องต้นนั้นต้องเข้าใจหลักการทำงานในภาพรวมของระบบควบคุมก่อนว่ามีหลักการทำงานอย่างไร แล้วจึงพิจารณาส่วนย่อยต่างๆ อันประกอบไปด้วย ส่วนที่เป็นตัวโปรแกรม(วิชวลเบสิกและภาษาซี) ส่วนที่เป็นวงจรอิเล็กทรอนิกส์

หลักการทำงานในภาพรวมของเครื่องมือช่วยสอนไมโครคอนโทรลเลอร์ สามารถแสดงดังแผนผัง(Flow Chart) ในรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 *แผนผังรวมของเครื่องมือช่วยสอนไมโครคอนโทรลเลอร์*

จากรูปที่ 3.1 เห็นว่าระบบควบคุมตำแหน่งลูกบอลบนคานประกอบด้วยส่วนหลักๆ ดังนี้คือ

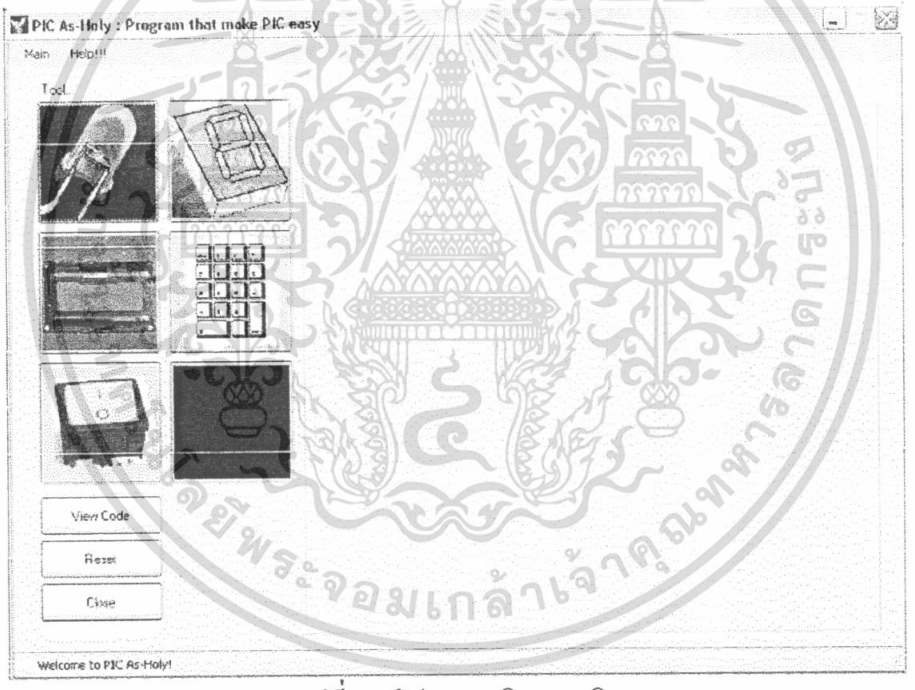
- วิชวลเบสิก
- การเขียนข้อมูล
- วงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่เกี่ยวข้อง

3.1 หน้าต่างโปรแกรม

หน้าต่างโปรแกรมเป็นส่วนที่สำคัญสำหรับโครงงานนี้ เนื่องจากเป็นหน้าต่างที่ใช้สำหรับเลือกฟังก์ชันต่างๆของการแสดงผลที่เครื่องมือช่วยสอนไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยสร้างจากวิชวลเบสิกดอทเน็ต หน้าต่างโปรแกรมของโครงงานนี้แสดงได้ดังรูปที่ 3.2

โปรแกรมที่จะนำมาใช้ในการควบคุมนั้น ต้องพิจารณาในเรื่องต่างๆ ดังนี้

- สิ่งจำเป็นสำหรับการออกแบบหน้าต่างโปรแกรม
- คุณสมบัติของโปรแกรม



รูปที่ 3.2 โปรแกรมวิชวลเบสิก

1. สิ่งจำเป็นสำหรับการออกแบบหน้าต่างโปรแกรม
   - คอมพิวเตอร์
   - โปรแกรมวิชวลเบสิก

2. คุณสมบัติของโปรแกรม

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

3.2 การเขียนข้อมูลในส่วนของภาษาซี

การเขียนข้อมูลทำหน้าที่รับข้อมูลจากโปรแกรมวิชวลเบสิก ผ่านตัวเขียนข้อมูล โดยมีโปรแกรมซึ่งทำหน้าที่เขียนคือ เอ็มพีแลป จากนั้นจะส่งค่าสัญญาณควบคุมที่คำนวณได้ไปยังวงจรอิเล็กทรอนิกส์เพื่อแสดงผลต่อไป

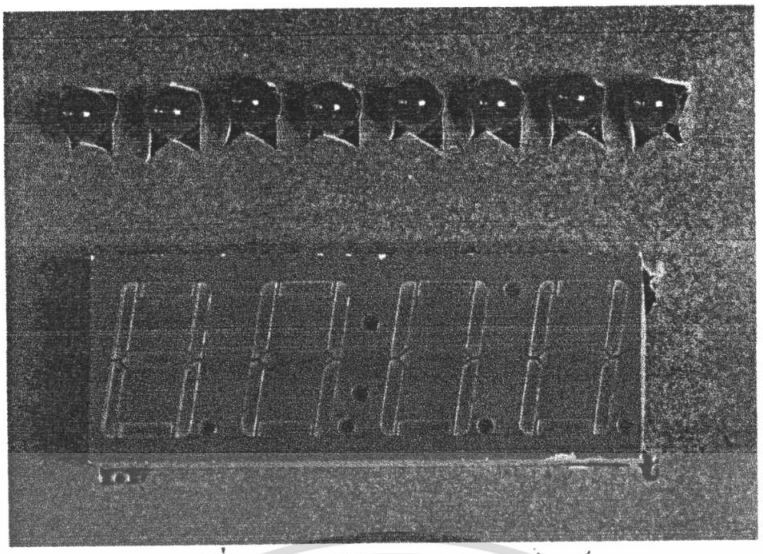
ในส่วนของโปรแกรมควบคุมระบบ เริ่มจากการเขียนโปรแกรมภาษาซีต่างๆที่กำหนดไว้ ซึ่งจะต้องเขียนให้มีความยืดหยุ่นให้ได้มากที่สุด เนื่องจากโปรแกรมนี้ต้องให้การให้ผู้ใช้สามารถกำหนดค่าต่างๆ ได้เอง โดยการเขียน ฟังก์ชั่นที่สามารถรับค่าเข้ามาได้ จากนั้นนำไปรวมกันการเขียนโปรแกรมของวิชวลเบสิก ทำให้ผู้ใช้สามารถการกำหนดฟังก์ชันต่างๆไว้ รวมถึงการเลือกค่าต่างๆ แล้วจึงกลับมายังโปรแกรมแปลงให้เป็นภาษาเครื่อง และเขียนใส่ไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อส่งค่าคำสั่งควบคุมเครื่องมือช่วยสอนไมโครคอนโทรลเลอร์ ที่ต้องการและให้แสดงผลต่อไป

3.3 วงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่เกี่ยวข้อง

โครงสร้างทางกายภาพของเครื่องมือช่วยสอนไมโครคอนโทรลเลอร์ประกอบด้วยส่วนต่างๆ หลายส่วน โดยหัวข้อนี้จะอธิบายถึงการออกแบบในแต่ละส่วน ดังนี้

3.3.1 แอล อี ดี และ เซเว่นเซคเมนต์

การติดตั้งแอล อี ดี และเซเว่นเซคเมนต์ต้องมีการการพิจารณาถึงความเหมาะสมในการออกแบบของกระแสไฟ และแรงดันตกค่อมให้มีความเหมาะสม โดยการใส่ตัวต้านทานเข้าไปเพื่อช่วยลดกระแสไฟฟ้าลงโครงงานนี้เลือกใช้ค่าตัวต้านทาน 1.2 กิโลโอม เพราะสามารถแสดงผลหรือให้ความสว่างของหลอดแอล อี ดี และ เซเว่นเซคเมนต์ ได้เพียงพอตามความต้องการและกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านหลอดแอล อี ดี และ เซเว่นเซคเมนต์ที่มีค่าไม่มากจนเกินไปทำให้หลอดขาดแสดงได้ดังรูปที่ 3.3

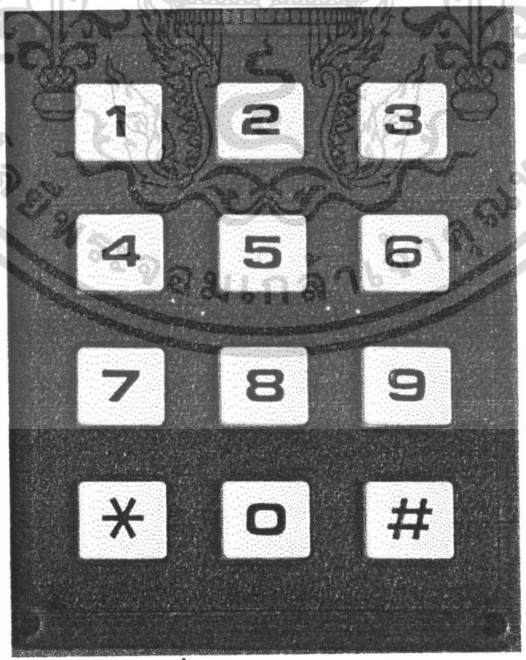


รูปที่ 3.3 แอล อี ดี และ เซเว่นเซคเมนต์

3.3.2 คีย์โทรศัพท์

จากหัวข้อที่ 3.3.1 เป็นการแสดงวิธีต่อแอล อี ดี และ เซเว่นเซคเมนต์ที่เหมาะสมในแสดงผล ในหัวข้อนี้จะอธิบายถึงการต่อวงจรของคีย์โทรศัพท์

จากรูปที่ 3.4 จะเห็นว่าในส่วนโครงสร้างของตีโทรศัพท์ทำมาเป็นแบบเมตริก โดยส่วนของโครงสร้างนี้จะมีขาทั้งหมด 7 ขาเพื่อควบคุม และเพื่อง่ายต่อการต่อวงจรจึงเลือกใส่ตัวต้านทานในวงจรที่ควบคุมขาในแนวตั้งของเมตริก



รูปที่ 3.4 รูปคีย์โทรศัพท์

โดยดีย์โทรศัพท์นี้มีหน้าทีกดเลือกฟังก์ชันต่างๆของการแสดงผลที่แอล อี ดี และ เซเว่นเซค เมนต์ต่อไป

เนื้อหาในบทนี้กล่าวถึงการออกแบบโครงงานโปรแกรมช่วยเขียนโปรแกรม ไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยแบ่งเป็น 3 ส่วนเช่นเคย คือ ส่วนของหน้าต่างโปรแกรม ส่วนของภาษาซี และส่วนของวงจรอิเล็กทรอนิกส์ เมื่อออกแบบทั้ง 3 ส่วน แล้วจึงนำมารวมกันโดยหน้าต่างโปรแกรมจะดึงข้อมูลภาษาซีมาจากไฟล์ที่มีข้อมูลโครงสร้างภาษาซีอยู่แล้วนำมาปรับปรุงให้ตรงกับฟังก์ชั่นที่ผู้ใช้กำหนด แล้วนำไปแปลเป็นภาษาเครื่องและเขียนลงไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมวงจรอิเล็กทรอนิกส์ต่อไป

บทที่ 4

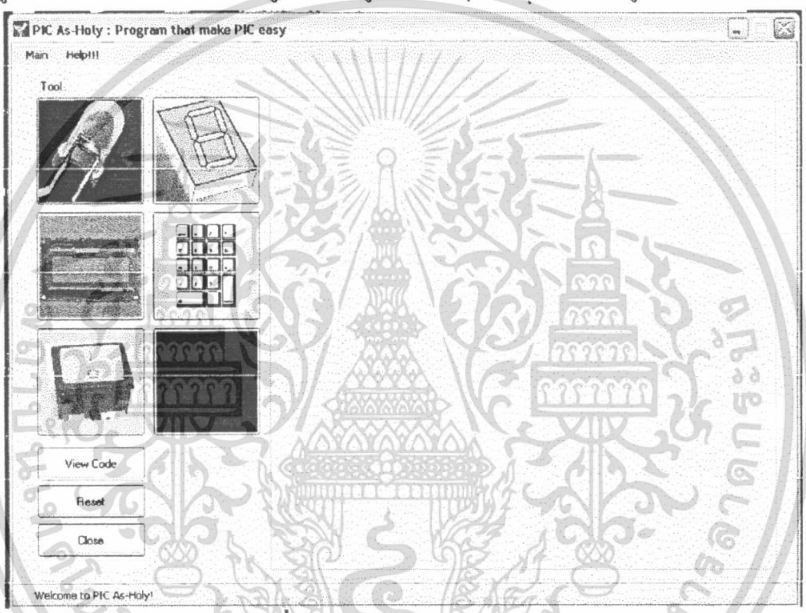
การทดลอง

ในบทนี้ จะกล่าวถึงการทดลองและผลการทดลอง การใช้งานโปรแกรม PIC As-holy เพื่อช่วยในการเขียนโปรแกรมควบคุมฮาร์ดแวร์ในโหมดการทำงานต่าง ๆ โดยมีรายละเอียดในการทดลองดังนี้

4.1 วิธีการทดลอง

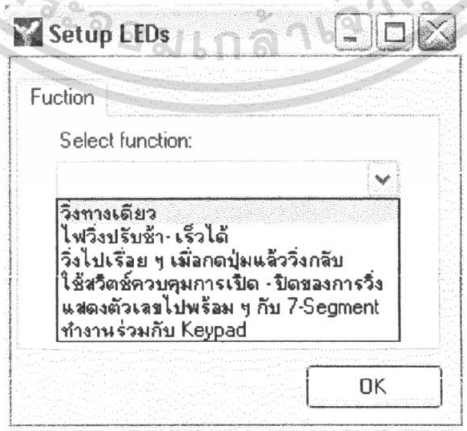
การทดลองในส่วนนี้ประกอบด้วย

1. เลือกรูปที่ต้องการจากหน้าต่างผู้ใช้ โดยผู้ใช้เลือกอุปกรณ์ที่ใช้ ดังรูปที่4.1



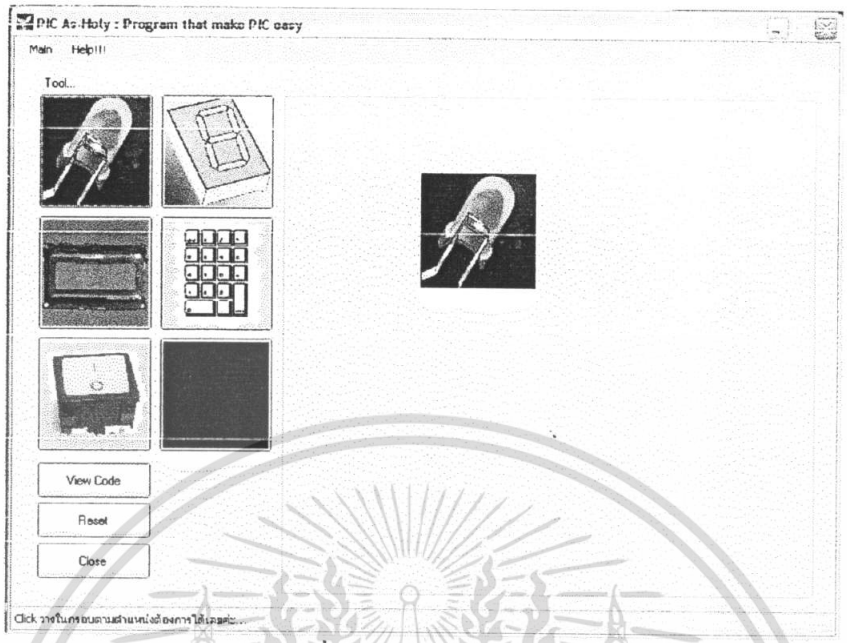
รูปที่ 4.1 แสดงหน้าจอโดยรวม

2. จากนั้นเลือกฟังก์ชั่นที่ต้องการในหน้าต่างดังรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.2 แสดงการเลือกฟังก์ชั่น

3. แล้วคลิกพื้นที่ที่ต้องการวางรูป โดยต้องวางรูปในเส้นกรอบที่กำหนดให้เท่านั้น ดังแสดงในรูปที่ 4.3

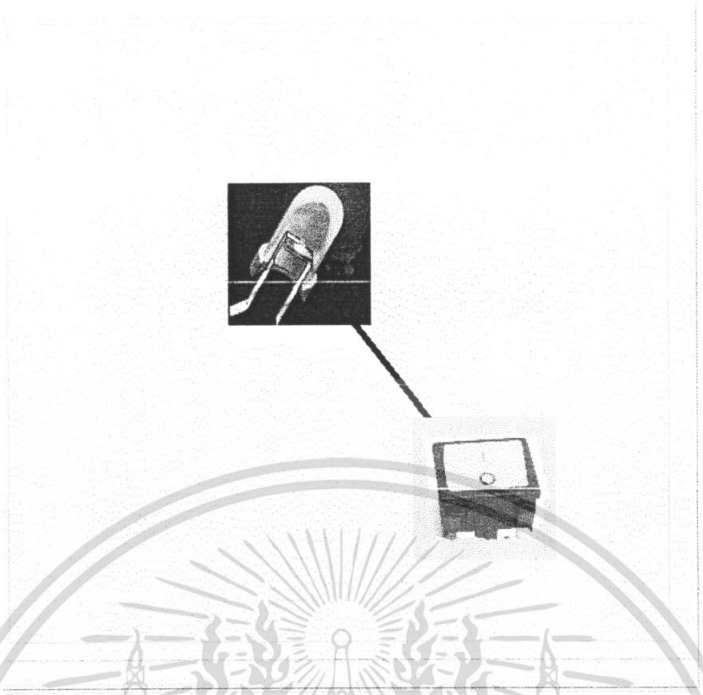


รูปที่ 4.3 แสดงการวางภาพ

4. จากนั้นเลือกอุปกรณ์ที่ต้องใช้ในฟังก์ชั่นนั้น แล้ววางให้ครบ ดังรูปที่ 4.4

รูปที่ 4.4 แสดงการวางอุปกรณ์ให้ครบ

5. วาดเส้นเชื่อมอุปกรณ์ ดังรูปที่ 4.5

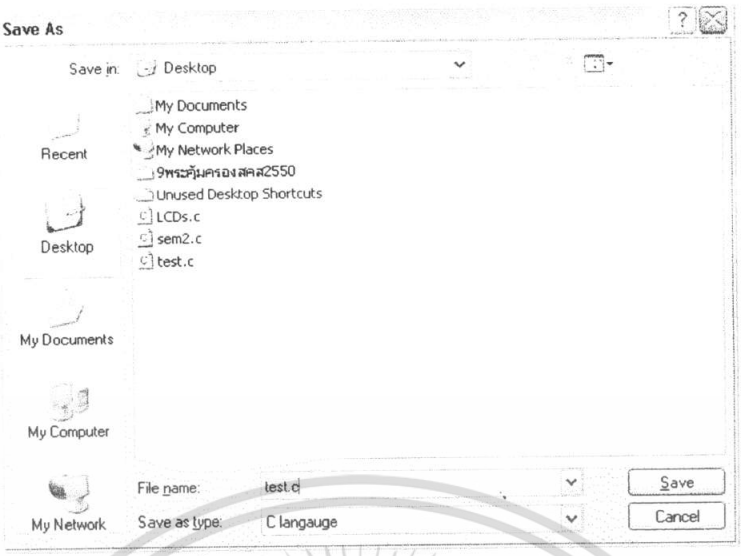


รูปที่ 4.5 แสดงการเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์

6. คลิกปุ่ม View Code เพื่อเรียกดูโปรแกรม หน้าต่างโปรแกรมจะแสดงขึ้นมา ดังรูปที่ 4.6

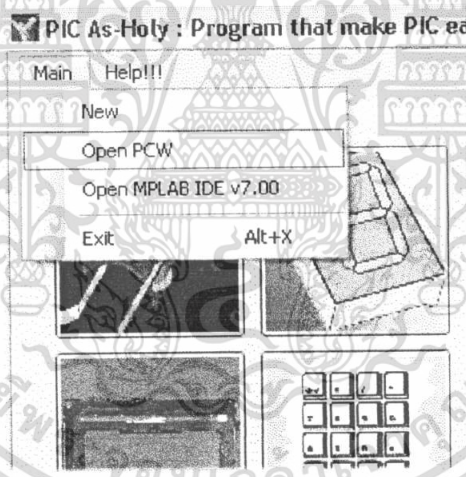
รูปที่ 4.6 แสดงการแสดงโค้ด

7. โดยผู้ใช้สามารถแก้ไขได้ตามต้องการแล้วจึงบันทึกไว้ ดังรูปที่ 4.7



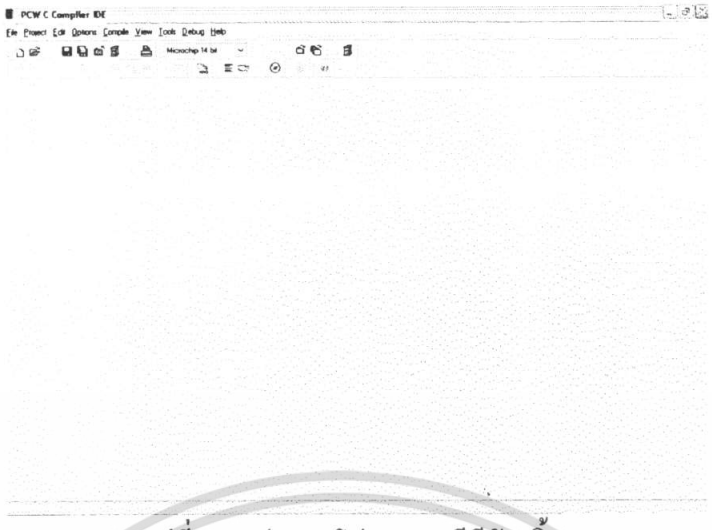
รูปที่ 4.7 แสดงการบันทึกข้อมูลของโค้ด

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



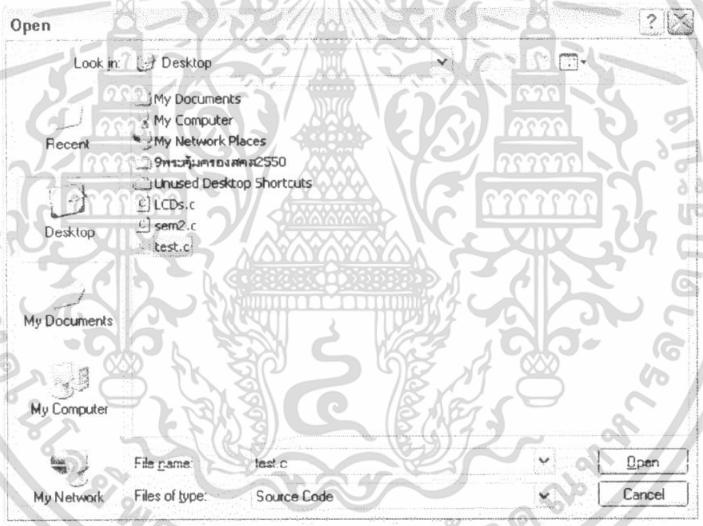
รูปที่ 4.8 รูปแสดงการเปิดโปรแกรม พีซีดับเบิ้ลยู

9. เมื่อโปรแกรมเปิดขึ้นมาให้เลือก Open ใน Main จะปรากฏหน้าต่างโปรแกรมดังรูปที่ 4.9



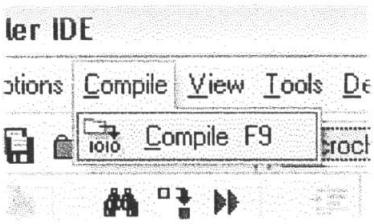
รูปที่ 4.9 รูปแสดงโปรแกรม พีซีดับเบิ้ลยู

10. แล้วเลือกเปิดไฟล์ภาษาซีที่บันทึกไว้ก่อนหน้านี้ขึ้นมา ดังรูปที่ 4.10



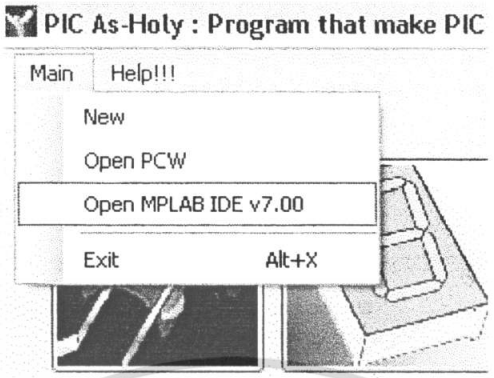
รูปที่ 4.10 แสดงการเปิดข้อมูลที่เราได้บันทึกไว้

11. จากนั้นเลือก Compile ในเมนู Compile ดังรูปที่ 4.11



รูปที่ 4.11 รูปแสดงการเลือกปุ่มสำหรับแปลงจากภาษาโปรแกรมเป็นภาษาเครื่อง

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

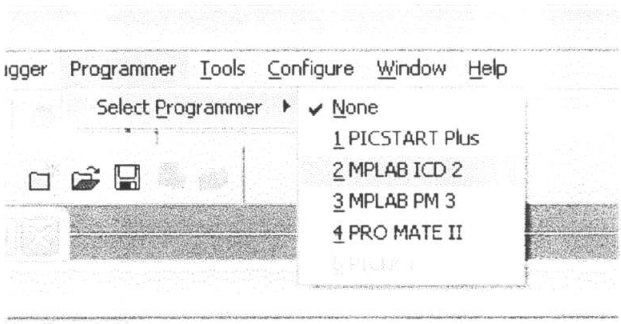


รูปที่ 4.12 รูปแสดงการเลือกเปิดโปรแกรมสำหรับเขียนข้อมูลลงในไมโครคอนโทรเลอร์

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

รูปที่ 4.13 รูปแสดงการ เสียบสายสำหรับเขียนโปรแกรมลงบนบอร์ดทดลอง

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

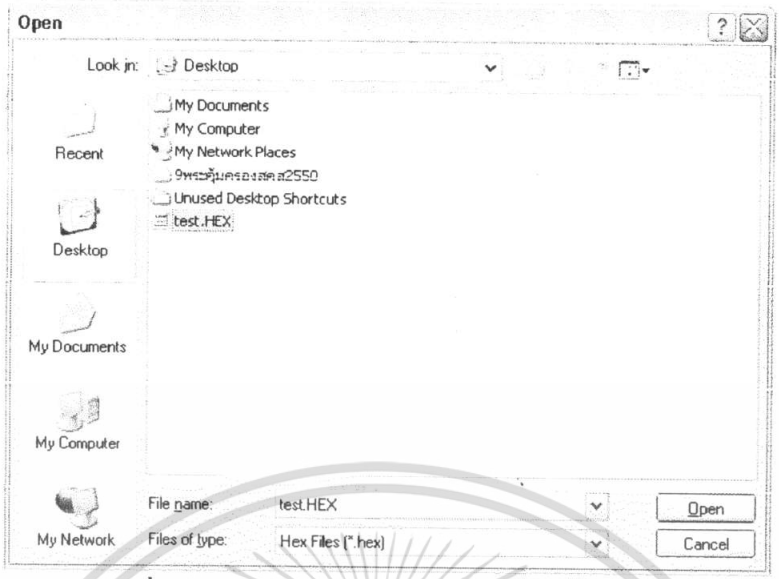


รูปที่ 4.14 รูปแสดงการเลือกอุปกรณ์สำหรับเขียนโปรแกรม

15. แล้วเลือก Import… ในเมนู Main เพื่อนำภาษาเครื่องที่บันทึกไว้ก่อนหน้านี้ขึ้นมา ดังรูปที่ 4.15

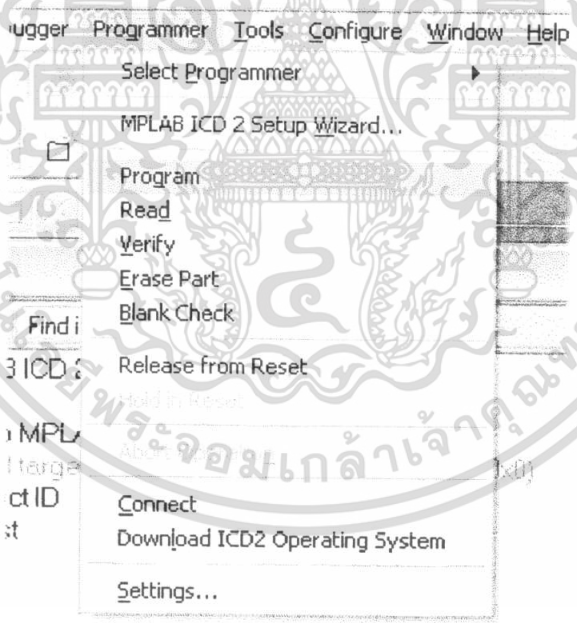
รูปที่ 4.15 รูปแสดงการนำข้อมูลที่จะโปรแกรม

16. เลือกไฟล์ที่เซฟไว้ก่อนหน้านี้ ดังรูปที่ 4.16



รูปที่ 4.16 รูปแสดงการเลือกข้อมูลที่จะโปรแกรม

17. จากนั้นเลือก Program ในเมนู Programmer ดังรูป 4.17



รูปที่ 4.17 รูปแสดงการโปรแกรมข้อมูลลงบนบอร์ด

4.2 ถอดสายโอนถ่ายข้อมูล ICD ออกจากบอร์ด PICDEM 2 PLUS DEMO BOARD แล้วสังเกตผลการทดลองที่ได้

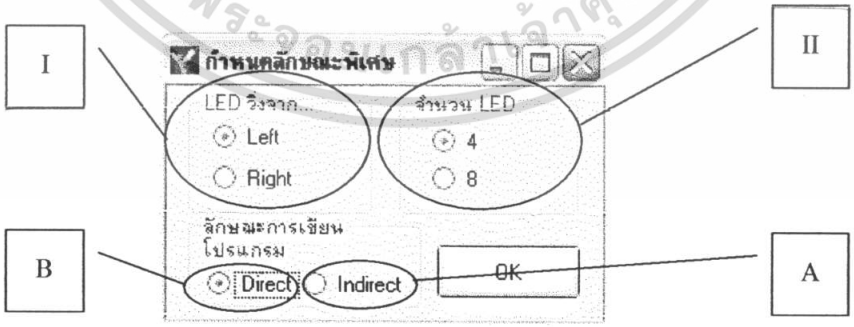
หัวข้อนี้เป็นการแสดงผลการทดลองใช้ฟังก์ชั่นต่าง ๆ โดยจะแสดงการเลือกฟังก์ชั่นประกอบไปด้วย เพื่อความเข้าใจยิ่งขึ้น

4.2.1 ผลการทดลองการใช้ฟังก์ชั่นในโหมดที่ไม่ได้กำหนดค่าจากคีย์แพด

1. ฟังก์ชั่นแอลอีดีวิ่งทางเดียว สามารถเลือกได้หลังจากที่คลิกเลือกรูปแอลอีดีแล้วจะมีหน้าต่างฟังก์ชั่นปรากฏขึ้นมา ให้เลือกฟังก์ชั่น ดังรูปที่ 4.18

รูปที่ 4.18 แสดงการเลือกฟังก์ชั่นแอลอีดีวิ่งทางเดียว

จากนั้นจะมีอีกหน้าต่างหนึ่งปรากฏขึ้นมา เป็นหน้าต่างกำหนดลักษณะพิเศษของฟังก์ชั่นแอลอีดีวิ่งทางเดียว ดังรูป 4.19



รูปที่ 4.19 แสดงหน้าต่างกำหนดลักษณะพิเศษของฟังก์ชั่นแอลอีดีวิ่งทางเดียว

โดยที่:

A แบบสั่งเปิด- ปิด ทีละตัว

B แบบสั่งวน(Rotate)

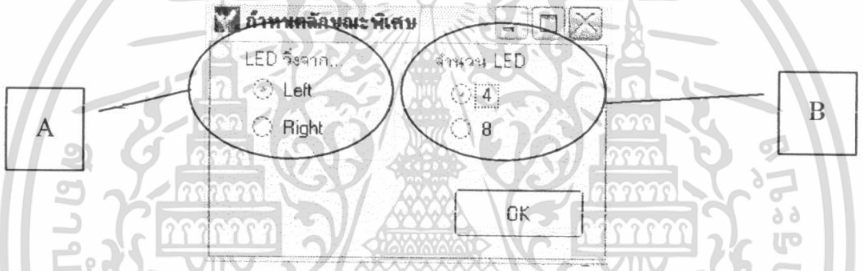
C สามารถเลือก

I เริ่มจากซ้าย และขวา

II จำนวนแอลอีดี

ผลการทดลอง: เนื่องจากเป็นฟังก์ชั่นที่มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลาจึงไม่สามารถนำภาพนิ่งมาแสดงได้

1. ฟังก์ชั่นแอลอีดี ไฟวิ่งปรับช้า-เร็วได้ สามารถเลือกได้หลังจากที่คลิกเลือกรูปแอลอีดีแล้วจะมีหน้าต่างฟังก์ชั่นปรากฏขึ้นมา ให้เลือกฟังก์ชั่น ดังรูปที่ 4.18 จากนั้นจะมีอีกหน้าต่างหนึ่งปรากฏขึ้นมา เป็นหน้าต่างกำหนดลักษณะพิเศษของฟังก์ชั่นแอลอีดีไฟวิ่ง ปรับช้าเร็วได้ ดังรูปที่ 4.20



รูปที่ 4.20 แสดงหน้าต่างกำหนดลักษณะพิเศษของฟังก์ชั่นแอลอีดีไฟวิ่ง ปรับช้าเร็วได้

โดยที่:

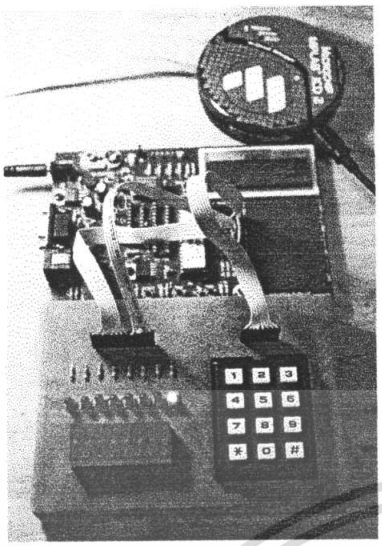
A. เริ่มจากซ้าย และขวา

B. จำนวน แอลอีดี

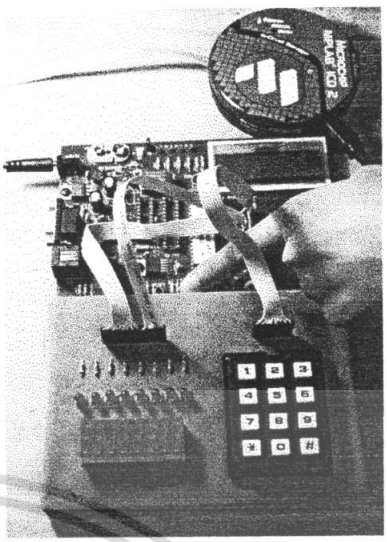
ผลการทดลอง: เนื่องจากเป็นฟังก์ชั่นที่มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลาจึงไม่สามารถนำภาพนิ่งมาแสดงได้

2. ฟังก์ชั่นแอลอีดี สวิตช์ควบคุมการเปิดปิดของการวิ่งสามารถเลือกได้หลังจากที่คลิกเลือกรูปแอลอีดีแล้วจะมีหน้าต่างฟังก์ชั่นปรากฏขึ้นมา ให้เลือกฟังก์ชั่น ดังรูปที่ 4.18 จากนั้นจะมีอีกหน้าต่างหนึ่งปรากฏขึ้นมา เป็นหน้าต่างกำหนดลักษณะพิเศษของฟังก์ชั่นแอลอีดีสวิตช์ควบคุมการเปิดปิดของการวิ่ง เช่นเดียวกับฟังก์ชั่นแอลอีดี ไฟวิ่งปรับช้า-เร็ว ดังรูป 4.20 และในฟังก์ชั่นนี้จำเป็นต้องเลือกสวิตซ์ มาวางด้วยเพื่อใช้ควบคุมการเปิดปิดของ แอลอีดี

ผลการทดลอง: เมื่อกดสวิตช์สามารถควบคุมการเปิดปิดการทำงานของแอลอีดีได้ ดังรูปที่ 4.21 และ รูปที่ 4.22



รูปที่ 4.21 แสดงการทำงานของวงจร เมื่อยังไม่กดสวิตช์

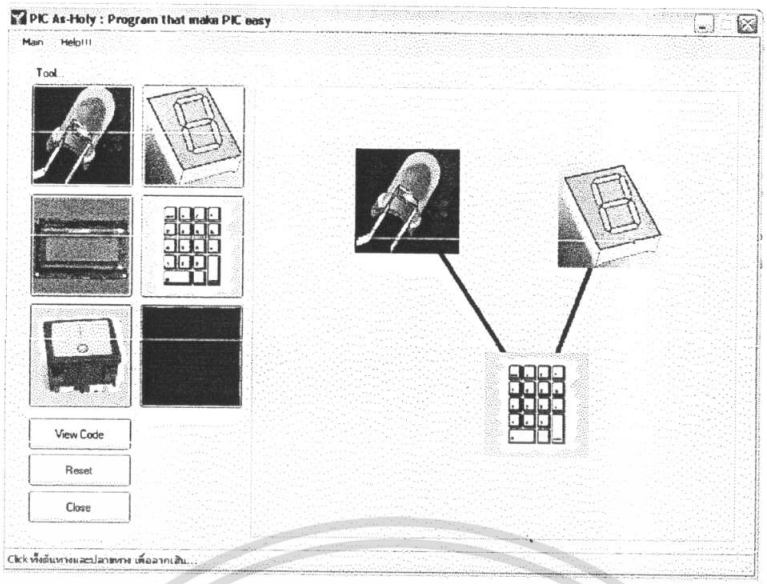


รูปที่ 4.22 แสดงการหยุดทำงานของวงจร เมื่อกดสวิตช์

3. ฟังก์ชั่นแอลอีดี วิ่งไปเรื่อย ๆ เมื่อกด สวิตซ์ แล้ววิ่งกลับ นั้นสามารถเลือกได้หลังจากที่คลิกเลือกรูปแอลอีดีแล้วจะมีหน้าต่างฟังก์ชั่นปรากฏขึ้นมา ให้เลือกฟังก์ชั่น ดังรูปที่ 4.18 จากนั้นจะมีอีกหน้าต่างหนึ่งปรากฏขึ้นมา เป็นหน้าต่างกำหนดลักษณะพิเศษ ของฟังก์ชั่นแอลอีดีสวิตช์ควบคุมการเปิดปิดของการวิ่ง เช่นเดียวกับฟังก์ชั่นแอลอีดี ไฟวิ่งปรับช้า- เร็ว ดังรูป 4.20 และในฟังก์ชั่นนี้จำเป็นต้องเลือกสวิตซ์ มาวางด้วยเพื่อใช้ควบคุมการวิ่งกลับของแอลอีดี

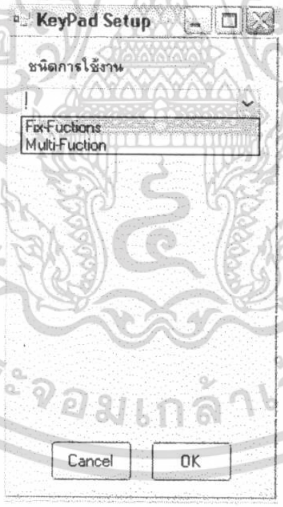
ผลการทดลอง: เมื่อกดสวิตช์สามารถควบคุมการทำงานของแอลอีดีได้ แต่ไม่สามารถแสดงด้วยภาพนิ่งในที่นี้ได้ เนื่องจากภาพนิ่งไม่สามารถแสดงทิศทางการวิ่งของแอลอีดีได้

4. ฟังก์ชั่นแสดงตัวเลขที่รับจาก คีย์แพด ด้วย เซเว่นเซกเม้นท์ ไปพร้อมๆ กับ แอลอีดี 8 ดวง สามารถเลือกได้หลังจากที่คลิกเลือกรูปแอลอีดีแล้วจะมีหน้าต่างฟังก์ชั่นปรากฏขึ้นมา ให้เลือกฟังก์ชั่น ดังรูปที่ 4.18 แต่ไม่ต้องกำหนดลักษณะพิเศษของฟังก์ชั่น และในฟังก์ชั่นนี้จำเป็นต้องเลือกเซเว่นเซกเม้นท์มาใช้ด้วยเพื่อให้แสดงผลไปพร้อมกัน และคีย์แพดมาใช้ด้วยเพื่อรับตัวเลขเข้าไปใช้ ดังรูปที่ 4.23



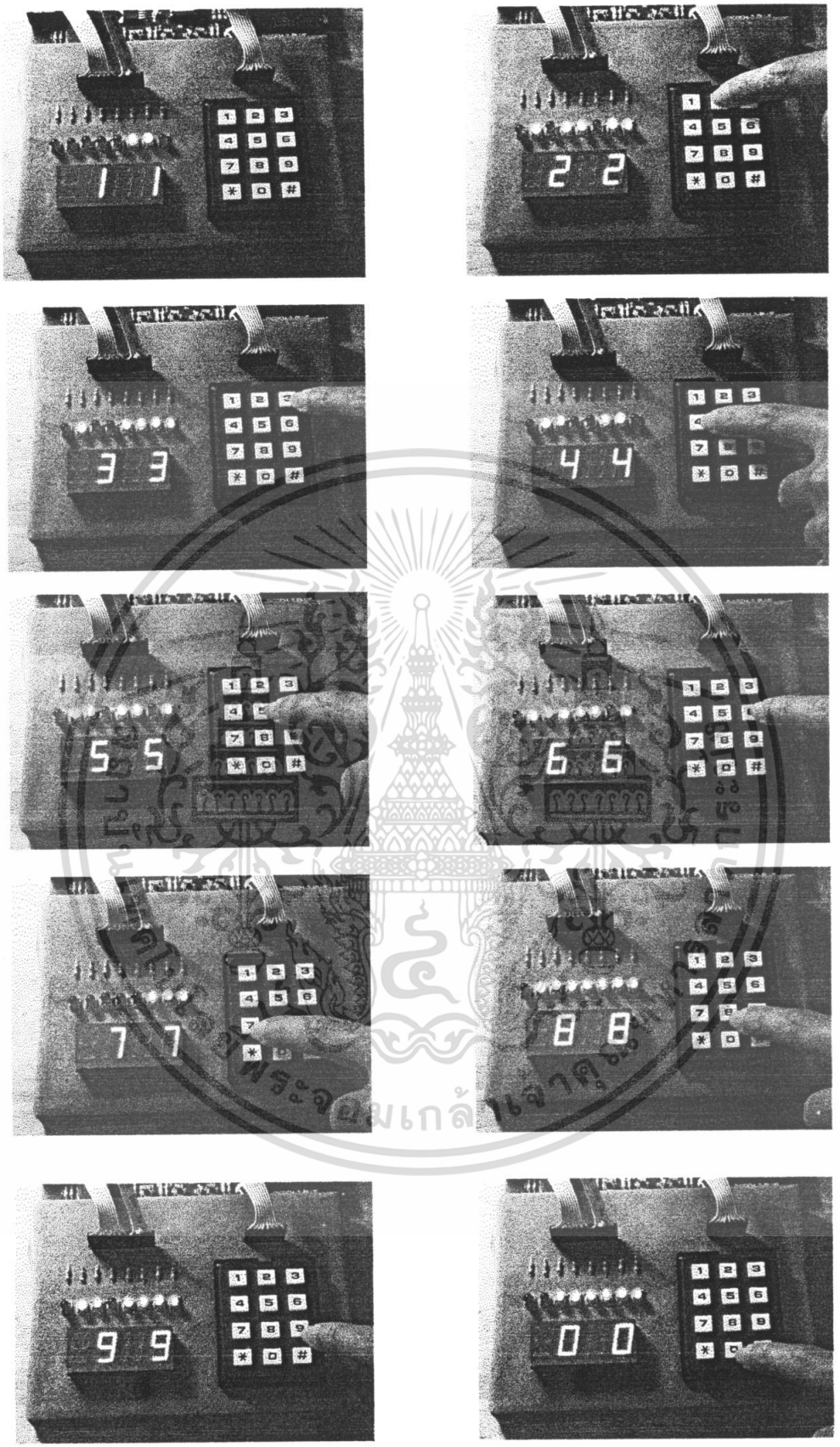
รูปที่ 4.23 แสดงการเลือกอุปกรณ์มาใช้ฟังก์ชั่นแสดงตัวเลขที่รับจาก คีย์แพด ด้วย เซเว่นเซกเม้นท์ ไปพร้อมๆ กับ แอลอีดี 8 ดวง

นอกจากนี้การเลือกฟังก์ชั่นหน้าต่างกำหนดลักษณะของคีย์แพดจะต้องเลือกเป็น Fix-Function ดังรูปที่ 4.24



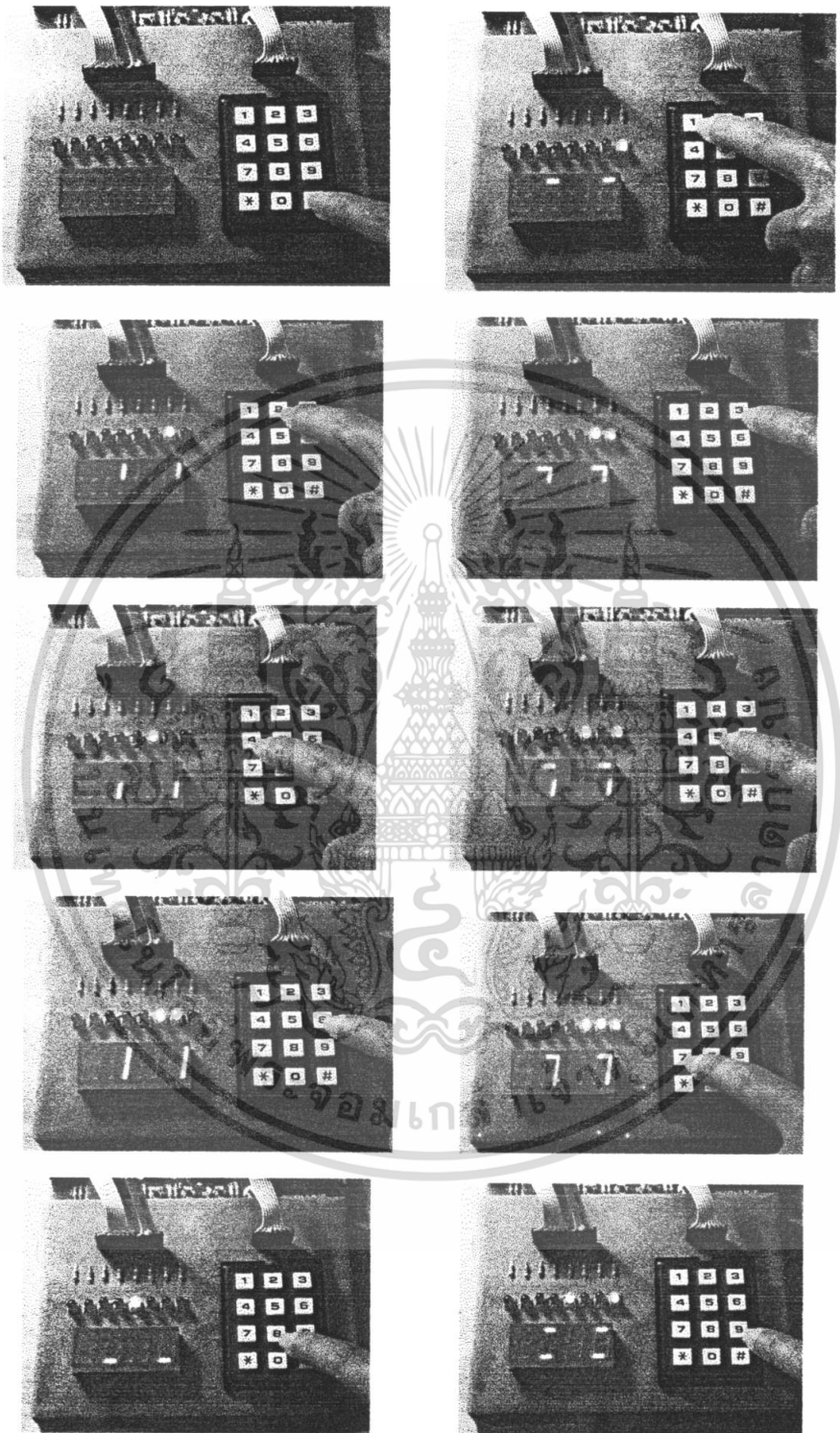
รูปที่ 4.24 แสดงหน้าต่างกำหนดลักษณ์ของคีย์แพด

ผลการทดลอง: จากการทดลองปรากฏว่าสามารถแสดงตัวเลขที่กดบนคีย์แพดได้ดัง รูปที่ 4.25



รูปที่ 4.25 รูปแสดงผลเมื่อกดหมายเลขต่างๆ บนคีย์โทรศัพท์

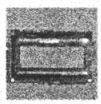
และสามารถกดเครื่องหมายชาร์ปบนคีย์แพดเพื่อเปลี่ยนเป็นการแสดงเลขฐาน 2 ที่คอมพิวเตอร์เข้าใจ ได้ผลปรากฏดัง รูป 4.26



รูปที่ 4.26 รูปแสดงผลเป็นเลขฐาน2 เมื่อกดหมายเลขต่างๆ บนคีย์โทรศัพท์

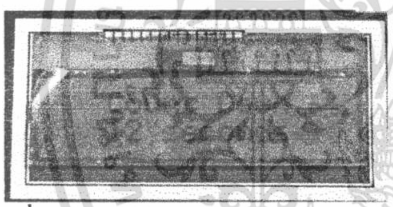
นอกจากนี้ผู้ทดลองสามารถสลับกันระหว่างเลขฐาน 2 และตัวเลข ได้ทันทีอีกด้วย

5. ฟังก์ชั่นนับถอยหลังโดยแสดงตัวเลขที่ แอลซีดี แล้วให้สัญญาณ โดย แอลอีดี และบัซเซอร์(Buzzer) สามารถเลือกแอลซีดีวางดังรูปที่ 4.27 แล้วกดดูข้อมูลโปรแกรมได้ทันที

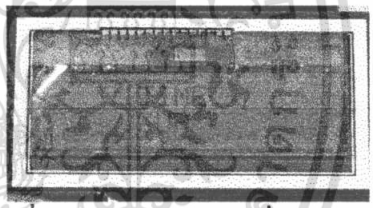


รูปที่ 4.27 แสดงการวางรูปแอลซีดี

ผลการทดลอง: ผลปรากฏว่ามีการนับถอยหลังเกิดขึ้นดังรูปที่ 4.28 และเมื่อหมดเวลาก็ปรากฏข้อความ "Time up" พร้อมเสียงบัซเซอร์ดังขึ้น ดังรูปที่ 4.29



รูปที่ 4.28 แสดงการนับถอยหลังของฟังก์ชั่น



รูปที่ 4.29 แสดงข้อความเมื่อหมดเวลา

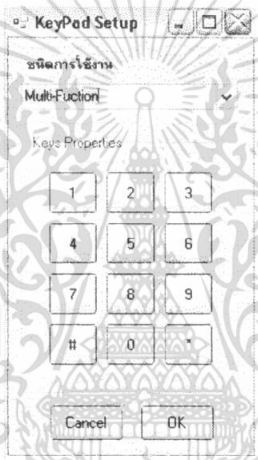
4.2.2 ผลการทดลองการใช้ฟังก์ชั่นในโหมดที่กำหนดค่าจากคีย์แพด

ในโหมดนี้เป็นโหมดที่พัฒนามาจาก โหมดในข้อ 4.2.1 ซึ่งมีความยืดหยุ่นมากทำให้การที่จะแสดงผลฟังก์ชั่นทุกค่าอินพุตนั้นทำได้ยาก จึงได้ทำการทดลองทุกฟังก์ชั่น โดยสุ่มค่าแล้วนำผลมาแสดง โดยมีวิธีทำการทดลองที่เฉพาะไม่เหมือนกับโหมดที่ผ่านมา

- วิธีการทดลองโดยเฉพาะของโหมดที่กำหนดค่าจากคีย์แพด
  1. โดยต้องเลือกอุปกรณ์แสดงผลที่ต้องการนำมาใช้กับคีย์แพดมาวางให้หมดก่อน แล้วจึงเลือกคีย์แพดขึ้นมาจะปรากฏหน้าต่างให้เลือกว่าต้องการให้ทำโหมดไหน โดยให้เลือก Multi-Function ดังรูปที่ 4.30

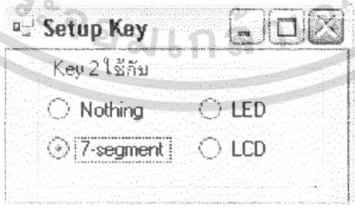
รูปที่ 4.30 แสดงการเลือกโหมด

2. แล้วจะปรากฏปุ่มให้เลือกว่าจะใช้ปุ่มไหนบ้างดังรูปที่ 4.31



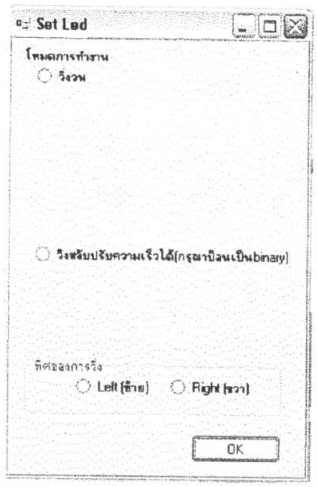
รูปที่ 4.31 แสดงปุ่มให้เลือกว่าจะใช้ปุ่มใด

3. คลิกเลือกปุ่มที่ต้องการ แล้วจะปรากฏหน้าต่างให้เลือกว่าจะใช้อุปกรณ์ใด ดังรูปที่ 4.32



รูปที่ 4.32 แสดงหน้าต่างเลือกอุปกรณ์ที่ต้องการ

4. เลือกอุปกรณ์ที่ต้องการให้แสดงผลเมื่อกดเลขนั้น แล้วจะปรากฏหน้าต่างให้เลือกลักษณะที่แสดงบนอุปกรณ์แสดงผลที่เลือกไว้ดังรูปที่ 4.33



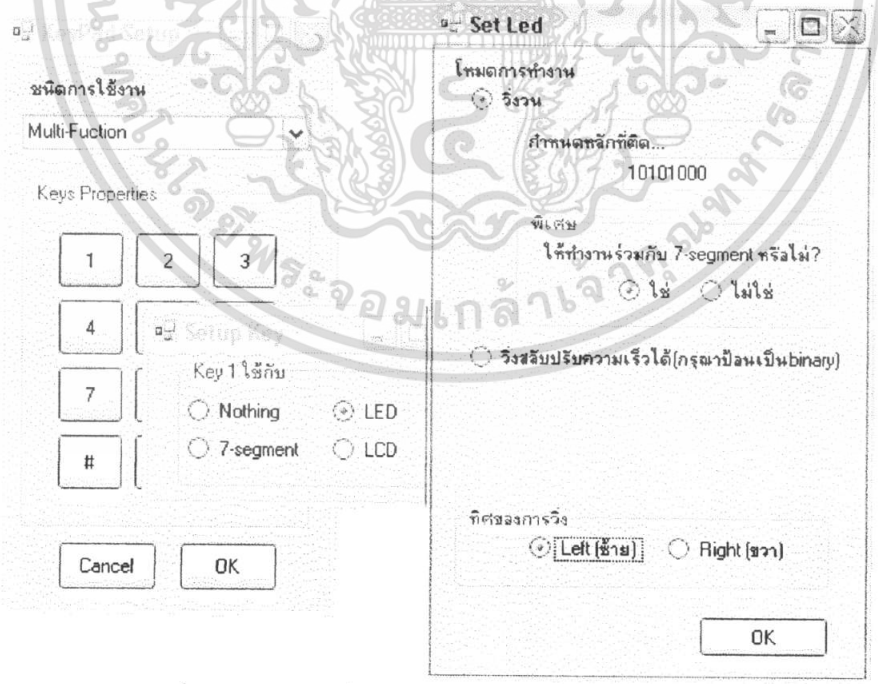
รูปที่ 4.33 แสดงลักษณะของอุปกรณ์ที่ต้องการให้แสดง

5. กำหนดอย่างนี้ต่อไปตามต้องการ

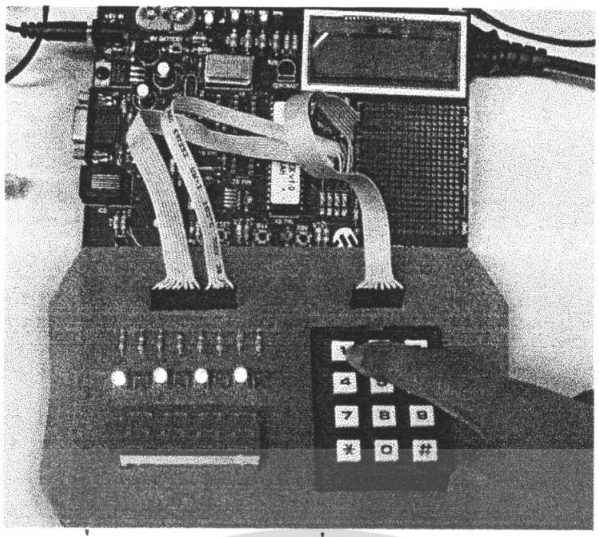
- ผลการทดลองของโหมดที่กำหนดค่าจากคีย์แพด

เมื่อกำหนดลักษณะให้แก่ปุ่มต่าง ๆ บนคีย์แพดเมื่อถูกกด ดังนี้

1. ปุ่มที่ 1 กำหนดให้เลือกใช้แอลอีดีทำงานโดยการวิ่งวน โดยมีหลักที่ติดคือหลักที่แสดงด้วยหมายเลข 1 ดังรูป 4.34 และให้แสดงร่วมกับเซเว่นเซกเม้นท์ไปทางซ้าย จะปรากฏผล ดังรูป 4.35

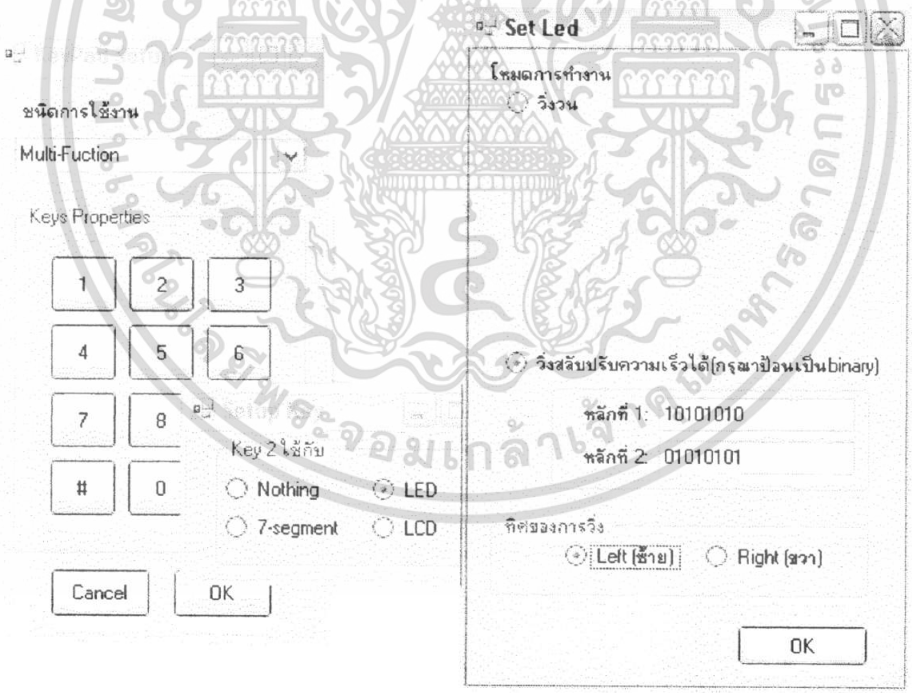


รูปที่ 4.34 แสดงค่าที่กำหนดในการแสดงผลเมื่อกดเลข 1

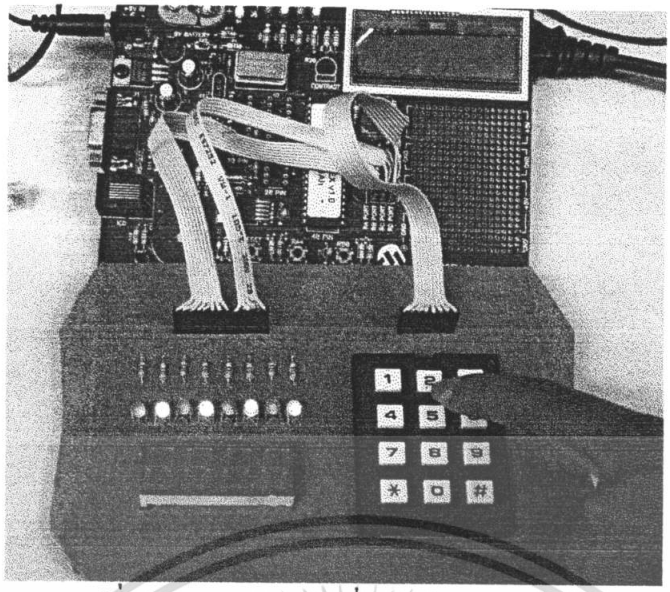


รูปที่ 4.35 ผลการทดลองเมื่อกดเลข 1 บนคีย์แพด

2. ปุ่มที่ 2 กำหนดให้เลือกใช้แอลอีดีทำงานโดยการวิ่งสลับปรับความเร็วได้ ระหว่างหลักที่ 1 กับหลักที่ 2 ไปทางซ้ายดังแสดงในรูปที่ 4.36 จะปรากฏผล ดังรูปที่ 4.37

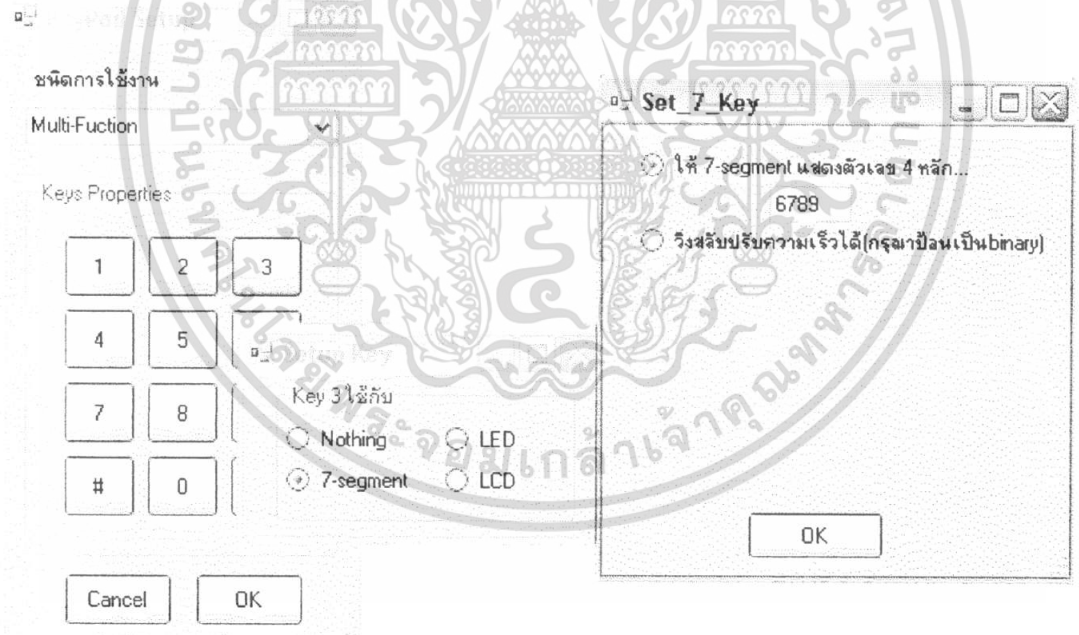


รูปที่ 4.36 แสดงค่าที่กำหนดในการแสดงผลเมื่อกดเลข 2

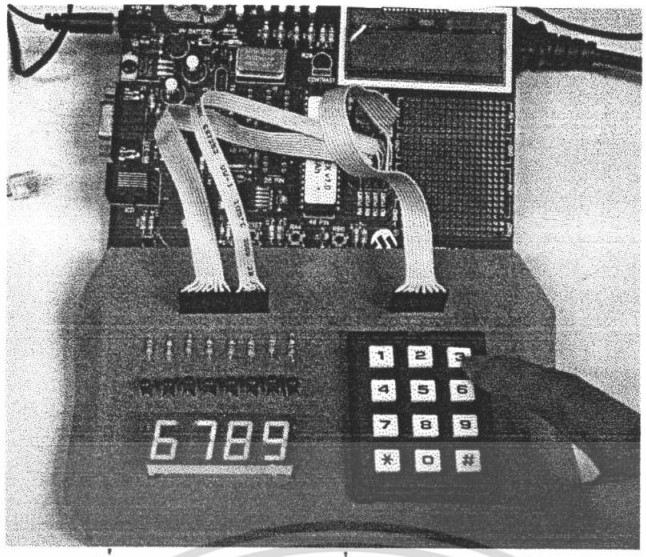


รูปที่ 4.37 ผลการทดลองเมื่อกดเลข 2 บนคีย์แพด

3. ปุ่มที่ 3 กำหนดให้เลือกใช้เซเว่นเซกเม้นท์ แสดงตัวเลข 6789 ดังรูปที่ 4.38 แล้วปรากฏผลดังรูปที่ 4.39

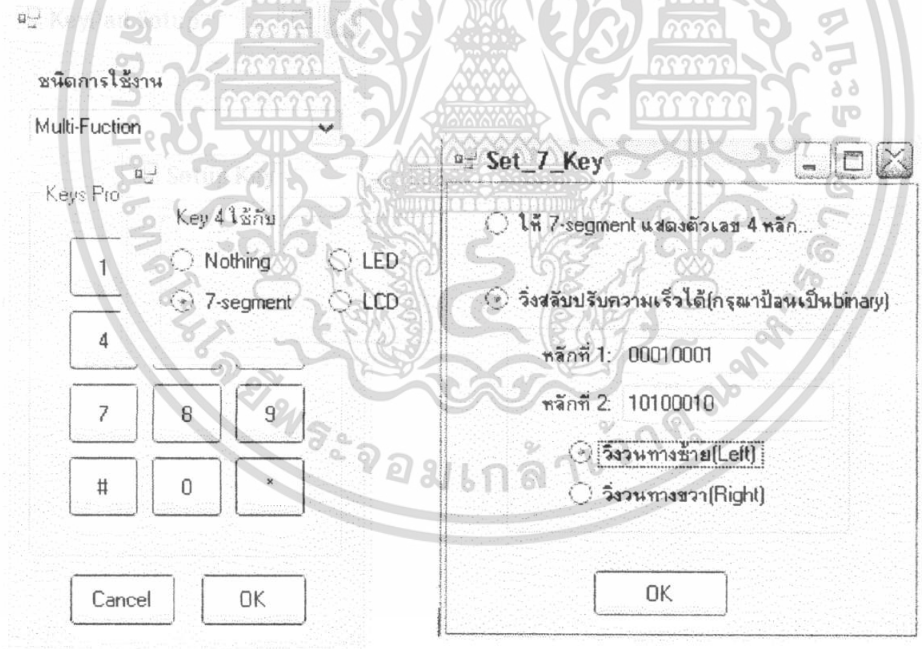


รูปที่ 4.38 แสดงค่าที่กำหนดในการแสดงผลเมื่อกดเลข 3

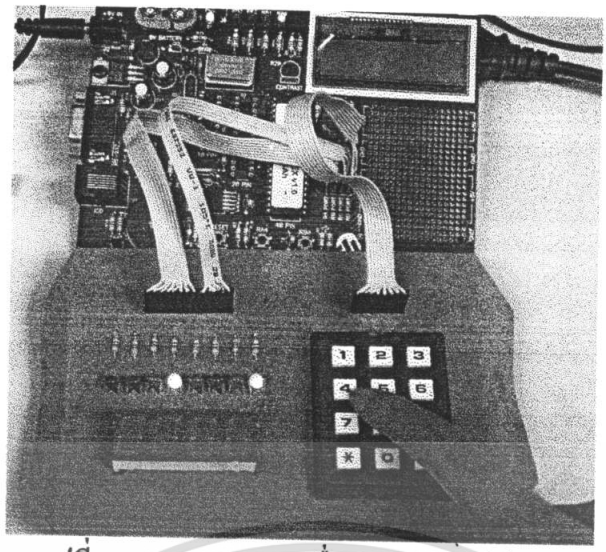


รูปที่ 4.39 ผลการทดลองเมื่อกดเลข 3 บนคีย์แพด

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

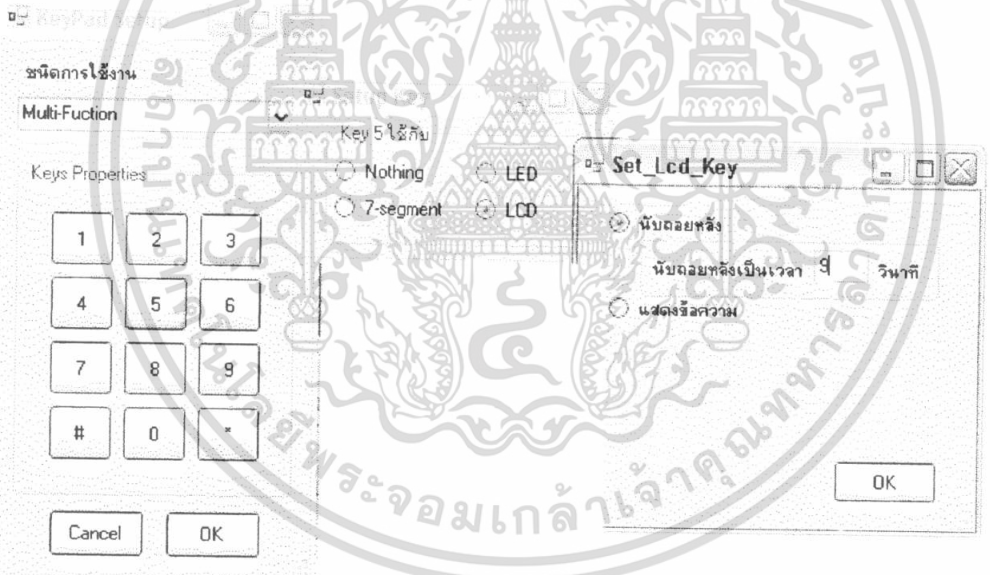


รูปที่ 4.40 แสดงค่าที่กำหนดในการแสดงผลเมื่อกดเลข 4

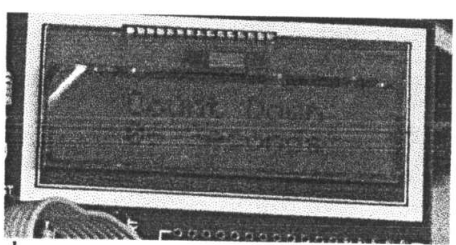


รูปที่ 4.41 ผลการทดลองเมื่อกดเลข 4 บนคีย์แพด

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

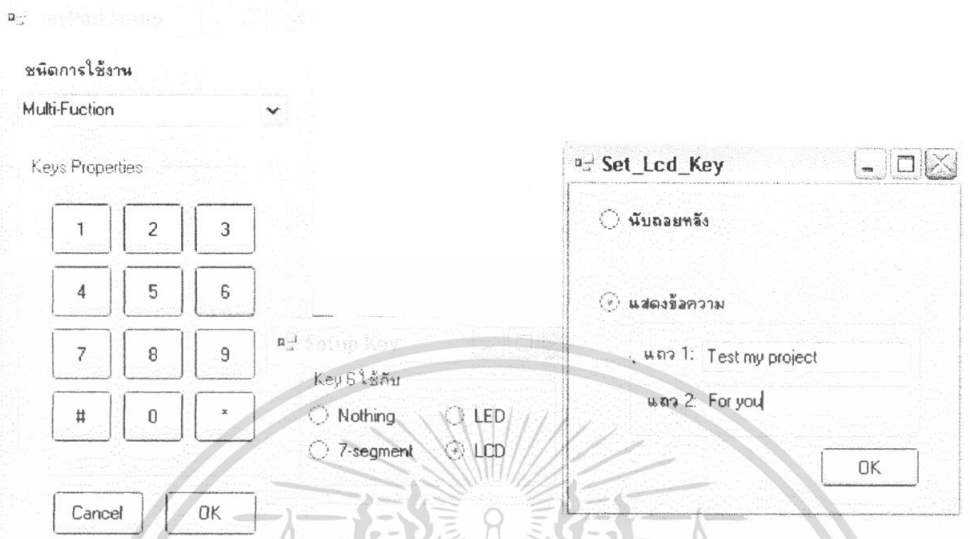


รูปที่ 4.42 แสดงค่าที่กำหนดในการแสดงผลเมื่อกดเลข 5

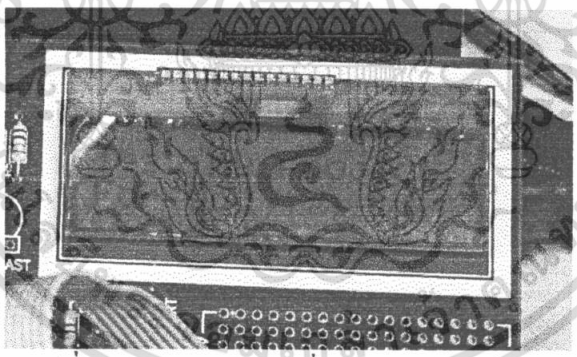


รูปที่ 4.43 ผลการทดลองเมื่อกดเลข 5 บนคีย์แพด

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 ซึ่งได้รวบรวมผลการทดลองที่สามารถแสดงได้ด้วยภาพนิ่งไว้ด้วย และแสดงให้เห็นว่าโปรแกรมสามารถทำงานเพื่อควบคุมอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ได้ตามเป้าหมายที่ผู้ทดลองกำหนด

บทที่ 5
บทวิจารณ์และสรุป

5.1 สรุป

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้นำเสนอทฤษฎีและการออกแบบเครื่องมือที่ช่วยในการเรียนการสอนการเขียนโปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยโครงสร้างของระบบประกอบไปด้วยหน้าต่างผู้ใช้และกล่องอิเล็กทรอนิกส์แสดงผล จุดมุ่งหมายของโครงงานนี้คือสามารถแปลความหมายของรูปภาพที่ผู้ใช้กำหนดมาเป็นภาษาซีที่สามารถควบคุมวงจรอิเล็กทรอนิกส์ได้ มีการทำงานโดยผ่านหน้าต่างผู้ใช้ที่สื่อด้วยรูปภาพ จากนั้นโปรแกรมจะแปลความหมายของรูปภาพมาเป็นภาษาซีที่ใช้ในการควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ ผู้ใช้สามารถนำมาแปลงเป็นภาษาเครื่องแล้วเขียนคำสั่งนั้นลงไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อสังเกตผลที่เกิดกับวงจรอิเล็กทรอนิกส์ได้ในที่สุด

จากการศึกษา พัฒนา และทดลอง เครื่องมือช่วยสอนไมโครคอนโทรลเลอร์ ทำให้ได้ทราบและเข้าใจในกระบวนการในการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆในระบบควบคุม เพื่อที่จะนำมารวมกันเพื่อพัฒนาได้ตามจุดประสงค์ รวมทั้งเครื่องมือช่วยสอนไมโครคอนโทรลเลอร์สามารถงานได้อย่างถูกต้อง แต่ยังมีข้อจำกัดในการพัฒนาและเรียนรู้ เนื่องมาจากอุปกรณ์ เป็นเหตุผลที่ทำให้ผู้ที่ต้องการศึกษาไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อนำไปพัฒนาต่อนั้น ยังจำเป็นที่ต้องศึกษาการเขียนโปรแกรมโดยตรงผ่านภาษาซี เพราะจะทำให้มีความหลากหลายของโปรแกรม และตามเป้าหมายของผู้เขียนมากกว่า แต่เครื่องมือช่วยสอนไมโครคอนโทรลเลอร์ยังคงตอบสนองการศึกษาขั้นพื้นฐานได้เป็นอย่างดี เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาต่อไป

5.2 ปัญหาที่พบและแนวทางแก้ไข

จากการศึกษาและทำโครงงานนี้พบว่าปัญหาคือ อุปกรณ์ช่วยสอนชุดนี้เน้นการแสดงผลทางหน้าจอ แอล ซี ดีและหลอดแอล อี ดี เป็นหลัก โดยการป้อนข้อมูลจากคีย์โทรศัพท์ แต่ในความเป็นจริงอุปกรณ์เกี่ยวกับการควบคุมนั้นมีอยู่มากมายหลายอย่างเช่น มอเตอร์ แต่เนื่องจากเป็นที่ทราบดีแล้วว่าอุปกรณ์ชุดนี้ เจาะจงให้แสดงผลเฉพาะทางหน้าจอ แอล ซี ดีและหลอดแอล อี ดี เท่านั้น จึงทำให้การแสดงผลถูกจำกัดและออกมาไม่ชัดเจนเท่าใดนัก

ในส่วนปัญหาที่พบและได้ทำการปรับปรุงแก้ไขเรียบร้อยแล้วซึ่งเป็นเพียงปัญหาเล็กๆน้อยๆเท่านั้น ได้แก่ ปัญหาด้านอุปกรณ์มีคุณภาพต่ำ คือ แผงไข่ปลาที่ทนต่อความร้อนไม่ไหว จึงได้ทำการเปลี่ยนใหม่เพื่อลดความเสี่ยงของความผิดพลาดลง

5.3 ข้อเสนอแนะและแนวทางในการค้นคว้าพัฒนา

ในการศึกษาเกี่ยวกับไมโครคอนโทรลเลอร์นั้น ในปัจจุบันมีอุปกรณ์อยู่อีกหลายแบบ ดังนั้นสำหรับผู้ที่ทำการศึกษาจึงควรทำการศึกษาเพิ่มเติมด้วยว่า มีอุปกรณ์ตัวใดอีกที่เกี่ยวข้องและน่าสนใจ เพื่อที่จะได้นำมาค้นคว้าและทดลองกับอุปกรณ์เดิมที่มีอยู่เพื่อต่อยอดความรู้ อีกทั้งยังสามารถนำมากำหนดขอบข่ายของอุปกรณ์ เพื่อสร้างเงื่อนไขหรือข้อกำหนดในการทำงาน ส่งผลต่อความง่ายในการเขียนโปรแกรมต่างๆ ซึ่งการวางแผนการทำงานถือว่ามีความจำเป็นอย่างยิ่ง

เอกสารอ้างอิง

[1] สุรสิทธิ์ คิวประสพศักดิ์, นันทนี แขวงโสภา, **"อินไซต์ Visual Basic .NET"**, พระราชบัญญัติลิขสิทธิ์ พ.ศ. 2537. กรุงเทพมหานคร: โปรวิชั่น. 2546.

[2] ประจิน พลังสันติกุล, **เรียนรู้และใช้งาน CCS C คอมไพล์เลอร์ เขียนโปรแกรมภาษา C ควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC**, พิมพ์ครั้งที่1, กรุงเทพนคร: อินโนเวตีฟ เอ็กเพอริเมนต์. 2547.

[3] อ. เดชฤทธิ์ มณีธรรม, อ.สำเริง เต็มราม, **"คัมภีร์ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC (Microcontroller PIC)"**, กรุงเทพมหานคร: เคทีพี.

ภาคผนวก

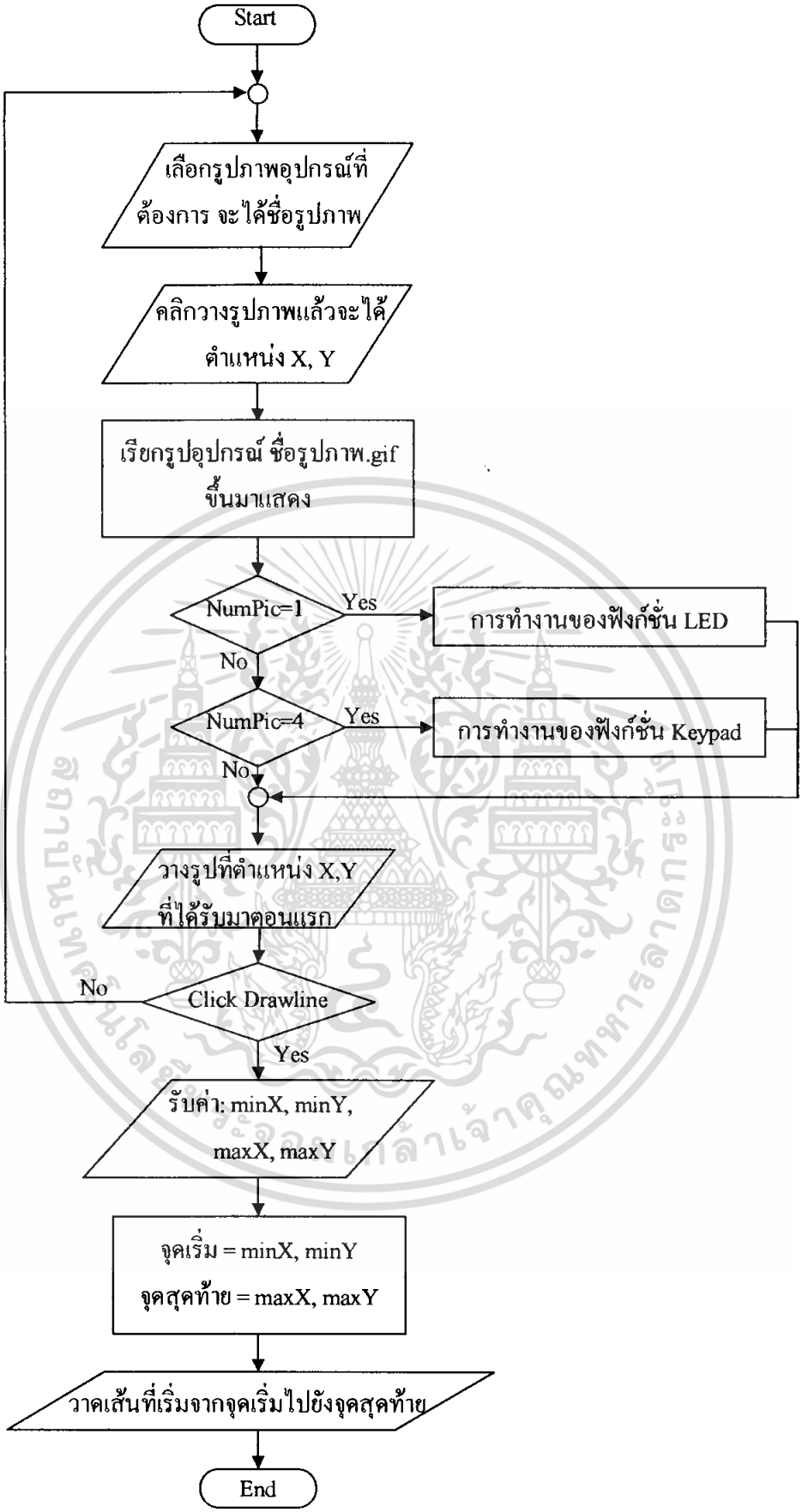
ภาคผนวก ก

โปรแกรมควบคุมและประมวลผล

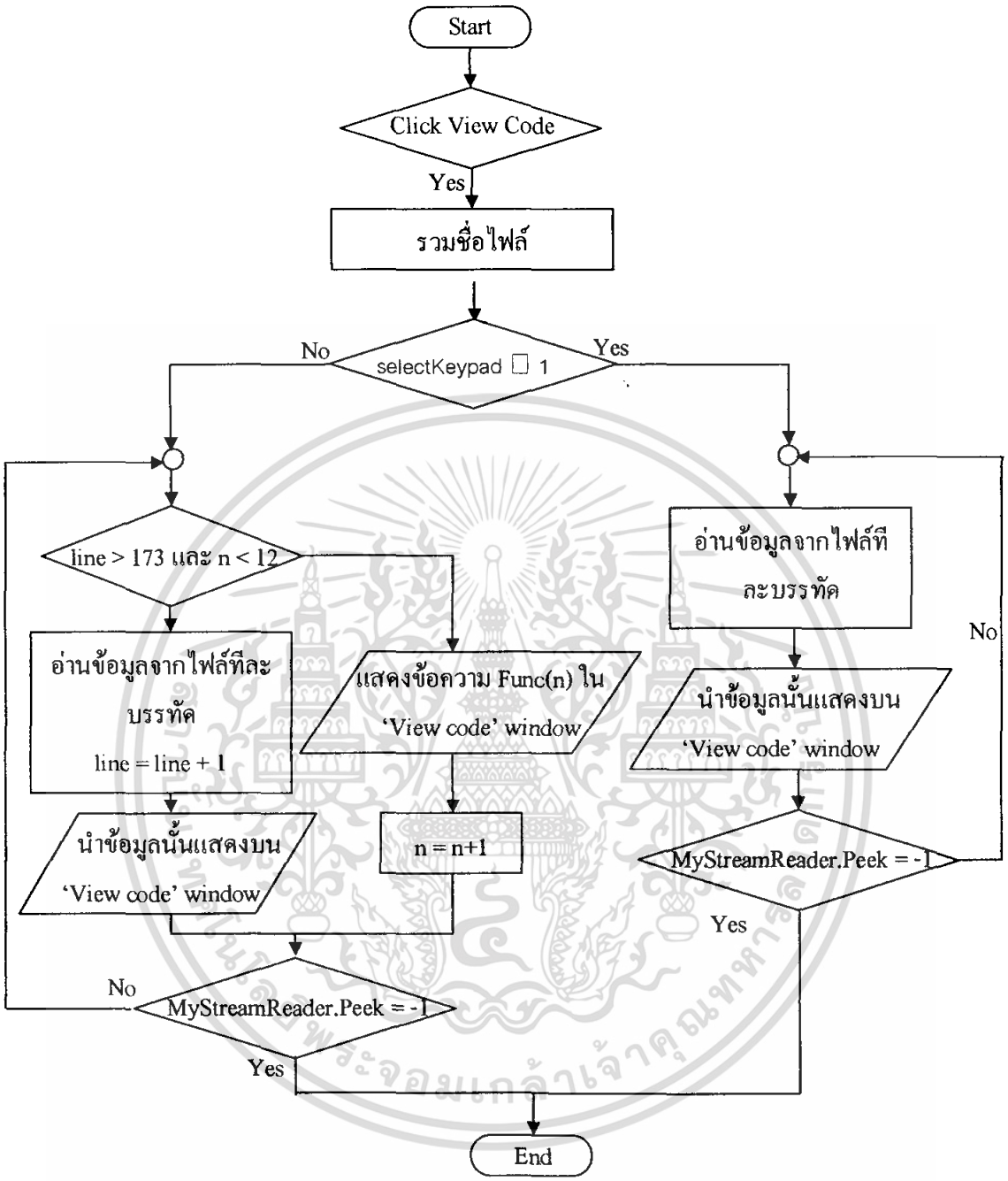
ก.1 โปรแกรม PIC As-Holy

ใช้ภาษาโปรแกรมวิชวลเบสิกดอทเน็ต ในการควบคุมและประมวลผลจากหน้าต่างที่ติดต่อกับผู้ใช้งาน ซึ่งมีแผนผังการทำงานของโปรแกรม (Flow Chart) ดังต่อไปนี้

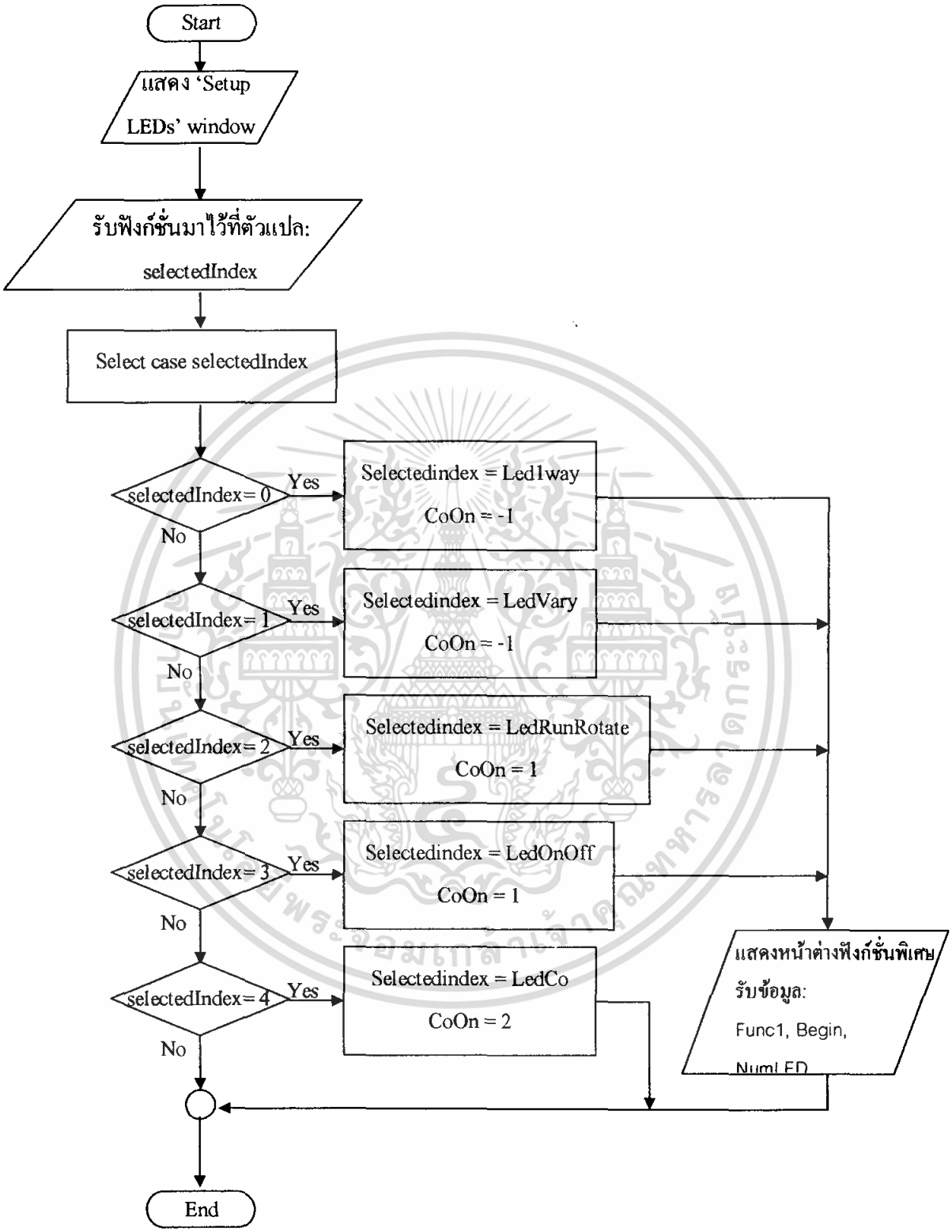
แผนภาพแสดงขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมในการวางรูปและวาดเส้น



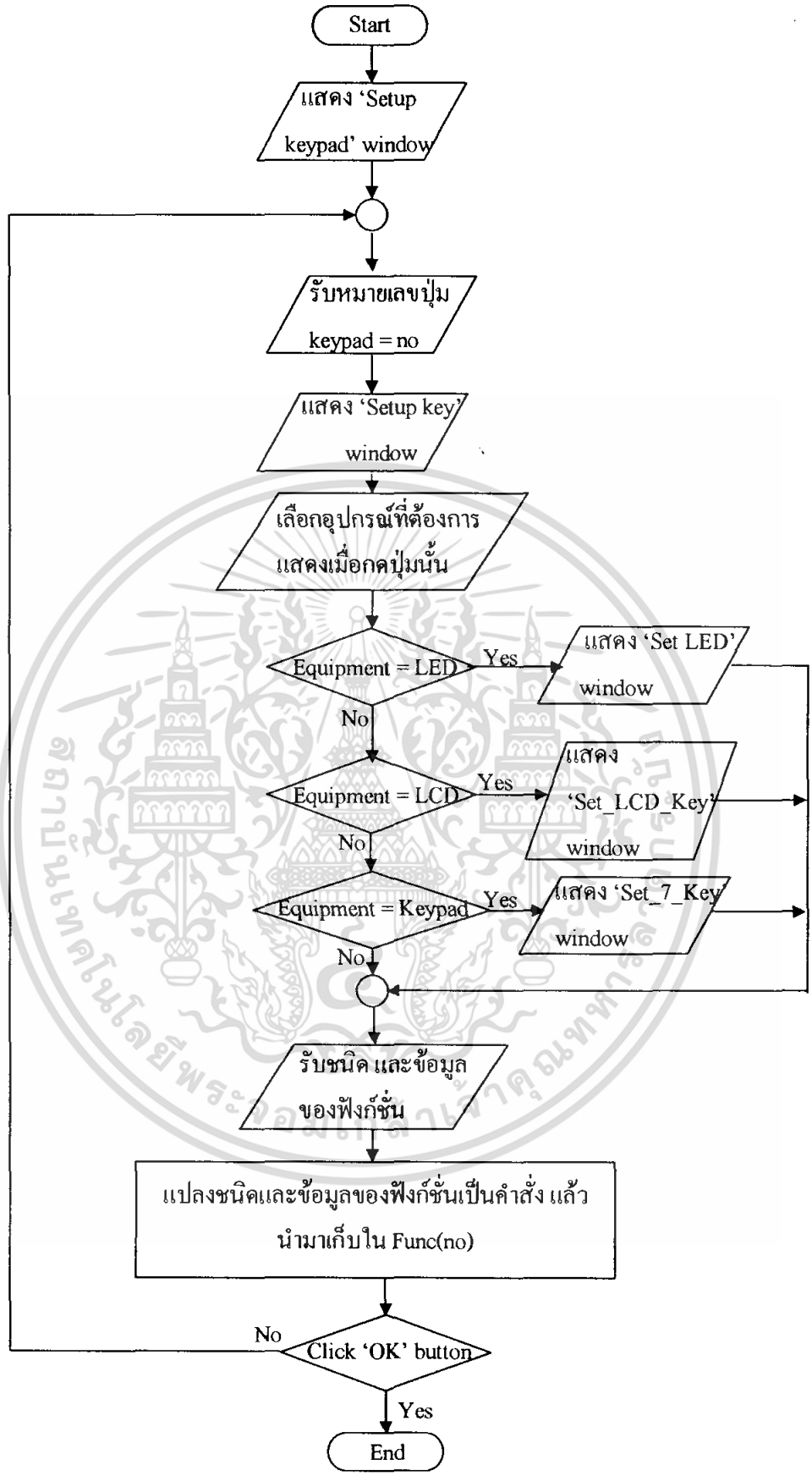
แผนภาพแสดงขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมในการแปลงรูปภาพเป็นคำสั่งภาษาซี



แผนภาพแสดงขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมในการเลือกฟังก์ชั่นแอลอีดี

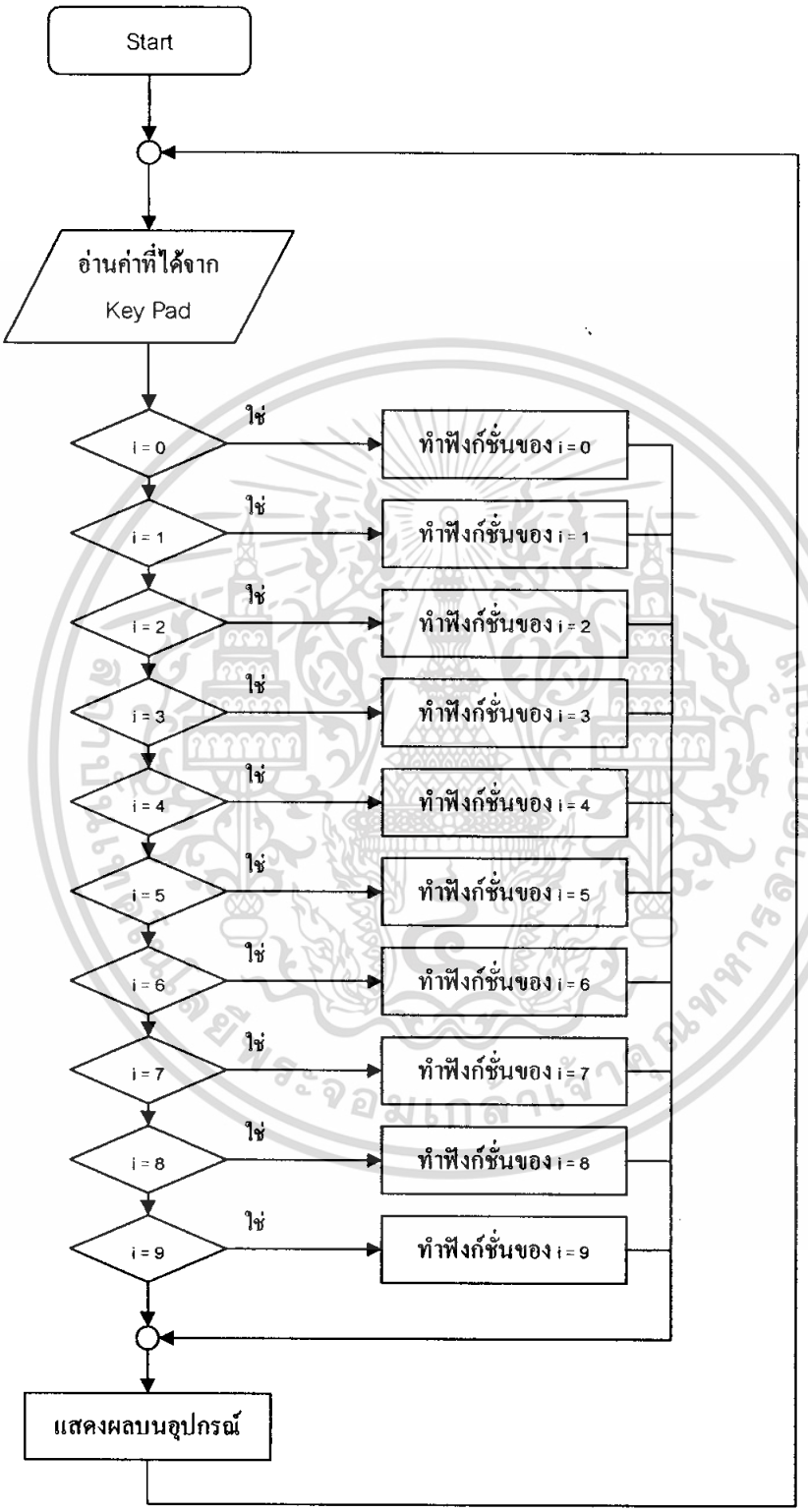


แผนภาพแสดงขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมในการเลือกฟังก์ชั่นของคีย์โทรศัพท์



ก.2 โค้ดภาษาซีที่ใช้

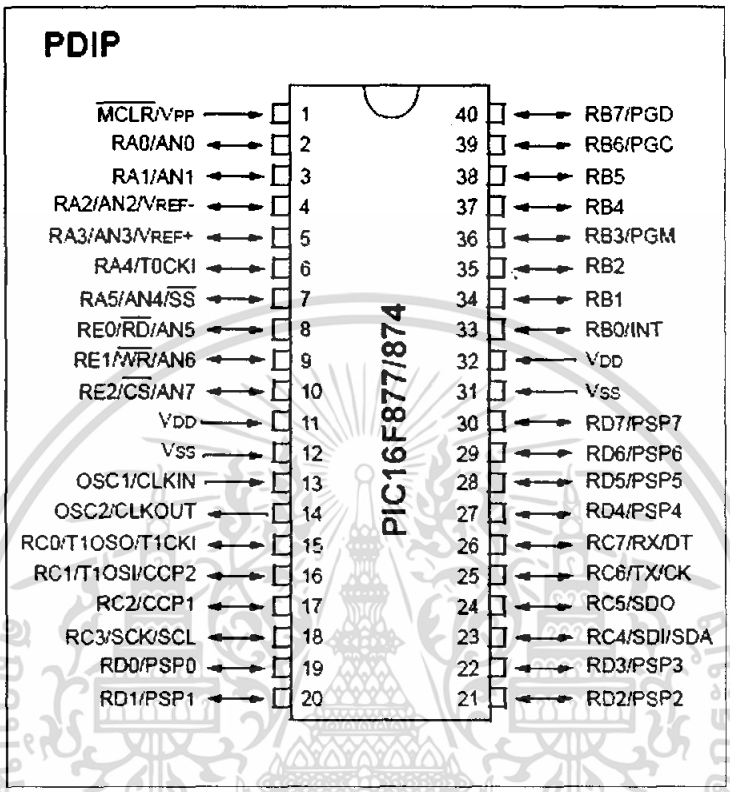
ตัวอย่างแผนการทำงานของภาษาซีที่ใช้ในการควบคุมอุปกรณ์ โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์



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

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.
$\overline{MCLR}$/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.
						PORTA is a bi-directional I/O port.
RA0/AN0	2	3	19	I/O	TTL	RA0 can also be analog input0.
RA1/AN1	3	4	20	I/O	TTL	RA1 can also be analog input1.
RA2/AN2/VREF-	4	5	21	I/O	TTL	RA2 can also be analog input2 or negative analog reference voltage.
RA3/AN3/VREF+	5	6	22	I/O	TTL	RA3 can also be analog input3 or positive analog reference voltage.
RA4/T0CKI	6	7	23	I/O	ST	RA4 can also be the clock input to the Timer0 timer/counter. Output is open drain type.
RA5/$\overline{SS}$/AN4	7	8	24	I/O	TTL	RA5 can also be analog input4 or the slave select for the synchronous serial port.
						PORTB is a bi-directional I/O port. PORTB can be software programmed for internal weak pull-up on all inputs.
RB0/INT	33	36	8	I/O	TTL/ST(1)	RB0 can also be the external interrupt pin.
RB1	34	37	9	I/O	TTL	
RB2	35	38	10	I/O	TTL	
RB3/PGM	36	39	11	I/O	TTL	RB3 can also be the low voltage programming input.
RB4	37	41	14	I/O	TTL	Interrupt-on-change pin.
RB5	38	42	15	I/O	TTL	Interrupt-on-change pin.
RB6/PGC	39	43	16	I/O	TTL/ST(2)	Interrupt-on-change pin or In-Circuit Debugger pin. Serial programming clock.
RB7/PGD	40	44	17	I/O	TTL/ST(2)	Interrupt-on-change pin or In-Circuit Debugger pin. Serial programming data.

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
						PORTC is a bi-directional I/O port.
RC0/T1OSO/T1CKI	15	16	32	I/O	ST	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^2C 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^2C 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.
						PORTD is a bi-directional I/O port or parallel slave port when interfacing to a microprocessor bus.
RD0/PSP0	19	21	38	I/O	ST/TTL(3)	
RD1/PSP1	20	22	39	I/O	ST/TTL(3)	
RD2/PSP2	21	23	40	I/O	ST/TTL(3)	
RD3/PSP3	22	24	41	I/O	ST/TTL(3)	
RD4/PSP4	27	30	2	I/O	ST/TTL(3)	
RD5/PSP5	28	31	3	I/O	ST/TTL(3)	
RD6/PSP6	29	32	4	I/O	ST/TTL(3)	
RD7/PSP7	30	33	5	I/O	ST/TTL(3)	
						PORTE is a bi-directional I/O port.
RE0/$\overline{RD}$/AN5	8	9	25	I/O	ST/TTL(3)	RE0 can also be read control for the parallel slave port, or analog input5.
RE1/$\overline{WR}$/AN6	9	10	26	I/O	ST/TTL(3)	RE1 can also be write control for the parallel slave port, or analog input6.
RE2/$\overline{CS}$/AN7	10	11	27	I/O	ST/TTL(3)	RE2 can also be select control for the parallel slave port, or analog input7.
Vss	12,31	13,34	6,29	P	—	Ground reference for logic and I/O pins.
VDD	11,32	12,35	7,28	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.