

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

อินฟราเรด เรดาร์

INFRARED RADAR



T119231



เลขหมู่.....
เลขทะเบียน **119231**
วัน,เดือน,ปี..... **6 ส.ค. 2554**

b.....
i.....

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2553

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญาานิพนธ์ปีการศึกษา 2553

สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง อินฟราเรด เรดาร์

(INFRARED RADAR)

ผู้จัดทำ

1. นาย สุวัฒน์ แก้วพรม รหัส 50011780



ปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้ผ่านการตรวจสอบโดยอาจารย์ที่ปรึกษาแล้ว

ลงชื่อ.....

(ผศ. พลศาสตร์ เลิศประเสริฐ)

อาจารย์ที่ปรึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อินฟราเรด เรดาร์

นาย สุวัฒน์ แก้วพรม รหัส 50011780
ผศ. พลศาสตร์ เลิศประเสริฐ อาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา 2553

บทคัดย่อ

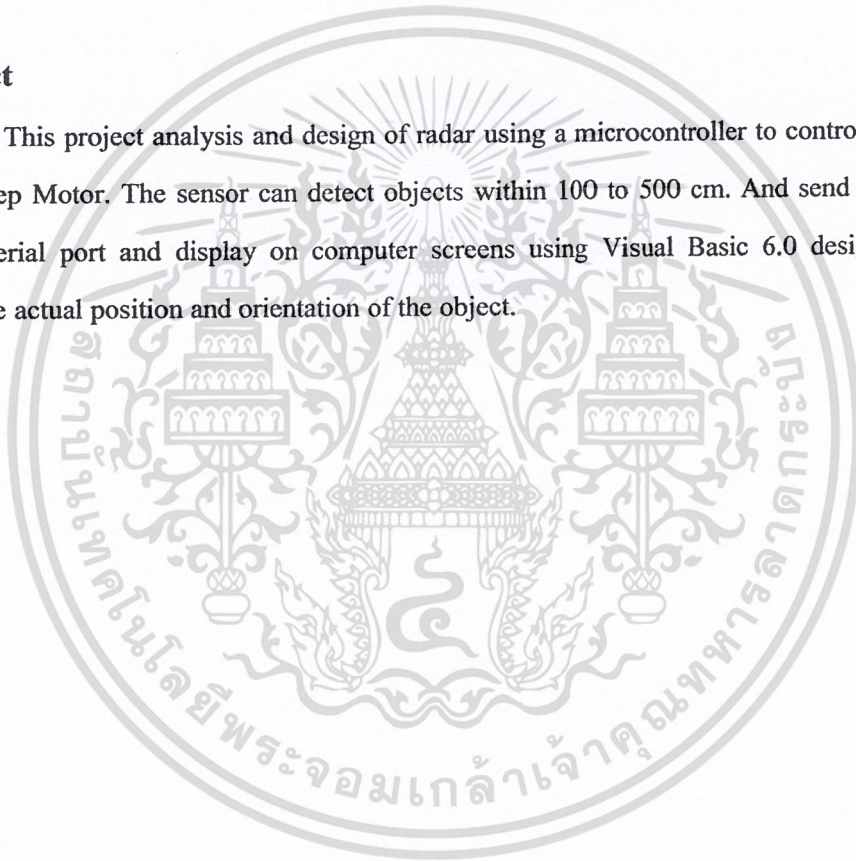
ปริญญานิพนธ์นี้ เป็นการวิเคราะห์และออกแบบเรดาร์ โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ในการควบคุมการหมุนของ สเต็ปเปอร์มอเตอร์ โดยเรดาร์สามารถตรวจจับวัตถุได้ในระยะ 100 ถึง 500 เซนติเมตร แล้วส่งข้อมูลผ่านพอร์ตอนุกรม RS232 แล้วแสดงผลที่ได้บนหน้าจอกอมพิวเตอร์ โดยใช้โปรแกรม Visual Basic 6.0 ออกแบบหน้าจอเพื่อให้ทราบตำแหน่งและทิศทางจริงของวัตถุ

INFARRED RADAR

- Mr. Suwat Kaewprom ID. 50011780
- Assist. Prof. Polsart Lertprasert Advisor
- Educational Year 2009

Abstract

This project analysis and design of radar using a microcontroller to control the rotation of the Step Motor. The sensor can detect objects within 100 to 500 cm. And send data through RS232 serial port and display on computer screens using Visual Basic 6.0 design screen to determine actual position and orientation of the object.



กิตติกรรมประกาศ

โครงการนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ทั้งนี้เพราะได้รับคำแนะนำและคำปรึกษาที่ดีจากท่าน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ พลศาสตร์ เลิศประเสริฐ และคุณ วุฒิกร จิตรวุฒิชิต ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาในการทำโครงการ ขอขอบพระคุณบิดา-มารดาของผู้จัดทำ ซึ่งได้ให้กำลังใจและสนับสนุนการทำโครงการอย่างดีมาก ผู้จัดทำรู้สึกซาบซึ้งในความอนุเคราะห์จากท่านและขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีในรายงานฉบับนี้ ผู้จัดทำขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน



(นาย สุวัฒน์ แก้วพรม)

ผู้จัดทำ

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	i
ABSTRACT	ii
กิตติกรรมประกาศ	iii
สารบัญ	iv
สารบัญรูปภาพและตาราง	vi
บทที่ 1 อินฟราเรด เรดาร์	1
1.1 วัตถุประสงค์	1
1.2 โครงสร้างพื้นฐาน	1
1.3 การทำงานของอินฟราเรดเรดาร์	2
บทที่ 2 ทฤษฎีของสเต็ปเปอร์มอเตอร์	3
2.1 หลักการควบคุมสเต็ปเปอร์มอเตอร์	4
2.1.1 สเต็ปเปอร์มอเตอร์แบบ 2 ขด หรือแบบไบโพลาร์	4
2.1.2 สเต็ปเปอร์มอเตอร์แบบหลายขด หรือแบบยูนิโพลาร์	4
2.2 การควบคุมการหมุนแบบ 1 เฟส	5
2.3 การควบคุมการหมุนแบบ 2 เฟส	5
2.4 การควบคุมการหมุนแบบครึ่งขั้น	6
2.5 ตัวอย่างวงจรที่ใช้ขับสเต็ปเปอร์มอเตอร์	6
2.6 วิธีการตรวจสอบหาเฟสของขดลวดสเต็ปเปอร์มอเตอร์	7
บทที่ 3 อุปกรณ์ตรวจวัดระยะทางและไมโครคอนโทรลเลอร์และโปรแกรม Visual Basic 6.0	9
3.1 แสงอินฟราเรด	9
3.2 ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC	9
3.2.1 ชนิดของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล PIC	10
3.2.2 ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877	10
3.3 การสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรม	12
3.3.1 การสื่อสารแบบอะซิงโครนัส	12
3.3.2 มาตรฐานพอร์ตอนุกรมแบบ RS-232	13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.3 คอนเน็กเตอร์สำหรับพอร์ต RS-232 และการเชื่อมต่อ RS-232	14
3.3.4 UART	15
3.4 โปรแกรม Visual Basic (VB)	16
3.4.1 เข้าสู่โปรแกรม Visual Basic	17
3.4.2 Form Designer	20
3.4.3 Project Explorer	20
3.4.4 Properties Window	21
3.4.5 ActiveX Control พื้นฐาน	22
บทที่ 4 การออกแบบ อินฟราเรดเรดาร์	28
4.1 ส่วนของเซนเซอร์	28
4.1.1 เซนเซอร์วัดระยะทาง	28
4.1.2 กล้องเว็บแคม	29
4.1.3 สเต็ปเปอร์มอเตอร์	29
4.2 ส่วนหน้าจอแสดงผล	30
บทที่ 5 ผลการทดลอง	33
5.1 การทดลองวัดความแน่นอนของเซนเซอร์	33
5.2 การทดลองความแม่นยำของเซนเซอร์	35
บทที่ 6 สรุปผลการทดลอง	38
6.1 สรุปผลการทดลอง	38
6.2 วิเคราะห์ผลการทดลอง	38
บรรณานุกรม	a
ภาคผนวก	b

สารบัญรูปภาพและตาราง

บทที่ 2

รูปที่ 2.1 สแต็ปเปอร์มอเตอร์แบบ ไบโพลาร์	4
รูปที่ 2.2 สแต็ปเปอร์มอเตอร์แบบยูนิโพลาร์	5
ตารางที่ 2.1 การควบคุมสแต็ปเปอร์มอเตอร์ให้หมุนแบบ 1 เฟส	5
ตารางที่ 2.2 การควบคุมสแต็ปเปอร์มอเตอร์ให้หมุนแบบ 2 เฟส	6
ตารางที่ 2.2 การควบคุมสแต็ปเปอร์มอเตอร์ให้หมุนแบบครึ่งขั้น	6
รูปที่ 2.3 วงจรขับสแต็ปเปอร์มอเตอร์โดยใช้ไอซีสำเร็จรูป,ทรานซิสเตอร์	7
รูปที่ 2.4 การใช้ไมโครวัดค่าความต้านทาน	8
รูปที่ 2.5 การต่อวงจรเพื่อทดสอบ โดยการสวิตช์เพื่อหาลำดับ	8

บทที่ 3

รูปที่ 3.1 PIC16F877	11
รูปที่ 3.2 รูปแบบของการส่งข้อมูลอนุกรมแบบอะซิงโครนัส	12
รูปที่ 3.3 การต่ออุปกรณ์ภายนอกกับพอร์ตอนุกรมของคอมพิวเตอร์ลักษณะต่างๆ	14
รูปที่ 3.4 ชนิดของโปรแกรมประยุกต์แบบต่างๆ	17
รูปที่ 3.5 หน้าต่างของ Visual Basic	17
รูปที่ 3.6 ทูลบาร์ (Toolbars)	18
รูปที่ 3.7 Toolboxes	19
รูปที่ 3.8 คอนโทรล ActiveX (ActiveX controls)	19
รูปที่ 3.9 รูปของ Form	20
รูปที่ 3.10 Project Explorer แบบ โปรเจกต์เดียว และ แบบหลายโปรเจกต์	21
รูปที่ 3.11 Properties Window	22
รูปที่ 3.12 ActiveX Control	22

บทที่ 4

รูปที่ 4.1 การจัดเรียงขาของเซนเซอร์	28
รูปที่ 4.2 สัญญาณควบคุมสแต็ปเปอร์มอเตอร์ให้หมุนแบบ 1 เฟส	29
รูปที่ 4.3 วงจรขับสแต็ปเปอร์มอเตอร์โดยใช้ทรานซิสเตอร์	29
รูปที่ 4.4 หน้าจอแสดงผล	30

รูปที่ 4.5 Flow Chart การทำงานของส่วนของอินฟราเรด เรดาร์	31
รูปที่ 4.6 วงจรอินฟราเรด เรดาร์	32
บทที่ 5	
ตารางที่ 5.1 ค่า V_o ที่ระยะทางต่างๆ	34
รูปที่ 5.1 กราฟระยะทางกับเรดคัน	35
ตารางที่ 5.2 ค่าระยะทางจริงกับระยะทางที่วัดได้	36
รูปที่ 5.2 กราฟแสดงความคลาดเคลื่อน	37



บทที่ 1

อินฟราเรด เรดาร์

(INFRARED RADAR)

อินฟราเรด เรดาร์ เป็นเรดาร์ที่ตรวจจับระยะวัตถุที่เข้ามาในพื้นที่ตรวจจับ สามารถนำไปติดตั้งในพื้นที่ฝ้าระวางเพื่อตรวจจับระยะและทิศทางของวัตถุและสามารถเก็บภาพวัตถุที่เข้ามาในระยะตรวจจับด้วย

ในการจัดทำครั้งนี้ยังได้นำความรู้ด้านอิเล็กทรอนิกส์นั้นมาทำการออกแบบวงจรในการควบคุมโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ และระบบการสื่อสารข้อมูลอีกด้วย

1.1) วัตถุประสงค์ของโครงการ

เพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบเรดาร์หรืออุปกรณ์ตรวจจับวัตถุที่เข้ามาในพื้นที่ฝ้าระวางในระยะที่ไม่ไกลมาก มีความละเอียดในการตรวจจับสูง สามารถควบคุมทิศทางการตรวจจับได้และแสดงผลข้อมูลมาที่หน้าจอกอมพิวเตอร์ โดยผู้ใช้สามารถดูพื้นที่ที่ทำการตรวจจับวัตถุและสามารถดูข้อมูลย้อนหลังได้ที่คอมพิวเตอร์

1.2) โครงสร้างพื้นฐาน

1.2.1) ส่วนตรวจจับวัตถุ (Sensor and Webcam)

โดยส่วนของการตรวจจับวัตถุจะประกอบไปด้วย เซนเซอร์(sensor)และกล้องเว็บแคม(webcam camera) เป็นตัวตรวจจับระยะวัตถุและภาพวัตถุนั้นๆ

1.2.2) ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontrollers)

ไมโครคอนโทรลเลอร์ เป็นส่วนที่ใช้แปลงสัญญาณจากตัวเซนเซอร์ซึ่งเป็นสัญญาณอะนาลอกเป็นดิจิทัลและใช้ในการคำนวณค่าสัญญาณเพื่อแปลงเป็นค่าระยะทาง นอกจากนี้

ไมโครคอนโทรลเลอร์ยังเป็นตัวเชื่อมต่อข้อมูล โดยส่งผ่านข้อมูลแบบอนุกรม โดยใช้ RS232 เพื่อส่งไปยังคอมพิวเตอร์ และยังใช้คอนโทรลสเต็ปเปอร์มอเตอร์ด้วย

1.2.3) สเต็ปเปอร์มอเตอร์(Step Motor)

สเต็ปเปอร์มอเตอร์ เป็นตัวหมุนเซนเซอร์เพื่อตรวจจับวัตถุในทิศทางต่างๆ

1.2.4) การส่งผ่านข้อมูลแบบRS232(RS232 Ports)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนนี้เป็นส่วนสื่อสารข้อมูลระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์กับโปรแกรม Visual Basic 6.0 บนคอมพิวเตอร์

1.2.5) ส่วนของหน้าจอแสดงผล(Display)

ส่วนของหน้าจอแสดงผลนับเป็นส่วนสำคัญกับโครงการชิ้นนี้ เพราะต้องออกแบบหน้าจอแสดงผลให้ละเอียด สามารถแสดงรายละเอียดของข้อมูลที่เราต้องการรู้ให้ได้มากที่สุด ทั้งระยะทางและมุมที่ตรวจพบวัตถุ

1.3) การทำงานของอินฟราเรดเรดาร์

อินฟราเรดเรดาร์ จะทำงานโดยสเต็มปีเปอร์มอเตอร์จะหมุนเซนเซอร์ไปโดยรอบ แล้วผู้ใช้สามารถนั่งดูที่จอคอมพิวเตอร์ โดยหน้าจอจะแสดงผลเมื่อเซนเซอร์ตรวจพบวัตถุ ที่จอแสดงผลจะแสดงลักษณะการหมุนพร้อมบอกระยะและทิศทางที่ตรวจพบวัตถุ พร้อมทั้งแสดงภาพของบริเวณที่ตรวจจับวัตถุด้วยกล้องเว็บแคม และเมื่อมีวัตถุเข้ามาใกล้กล้องเว็บแคมก็จะบันทึกภาพวัตถุพร้อมระบุตำแหน่งและทิศทางด้วย

บทที่ 2

ทฤษฎีของสเต็ปเปอร์มอเตอร์ (Theory of Stepper Motor)

สเต็ปเปอร์มอเตอร์(Stepper Motor)

สเต็ปเปอร์มอเตอร์ เป็นมอเตอร์อีกชนิดหนึ่งที่นิยมนำมาประยุกต์ใช้ในงานควบคุมระบบกลไกต่าง ๆ เช่น แขนกล หรือหุ่นยนต์ เป็นต้น เป็นมอเตอร์ที่สามารถควบคุมตำแหน่งและมุมในการหมุนของสเต็ปเปอร์มอเตอร์ได้ โดยการส่งพัลส์ให้กับขาต่าง ๆ ของสเต็ปเปอร์มอเตอร์ โดยสเต็ปเปอร์มอเตอร์สามารถหมุนรอบแกนได้ 360 องศา ลักษณะการหมุนจะหมุนทีละสเต็ป แต่ละสเต็ปจะหมุนครั้งละ 1, 1.8, 5, 7.5 องศา หรือมากกว่า ซึ่งสามารถดูรายละเอียดที่ติดอยู่กับตัวสเต็ปเปอร์มอเตอร์ สเต็ปเปอร์มอเตอร์ที่นิยมนำมาใช้ในปัจจุบัน สามารถจำแนกตามลักษณะโครงสร้าง ได้ 3 แบบ คือ

แบบที่ 1 แบบแม่เหล็กถาวร (Permanent Magnet Stepper Motor : PM)

สเต็ปเปอร์มอเตอร์แบบ PM จะมีสเตเตอร์ (Stator) ที่พันขดลวดไว้หลายๆ โพล(Pole) โดยมีโรเตอร์ (Rotor) เป็นรูปทรงกระบอกพื้นเลื่อยทำด้วยแม่เหล็กถาวร เมื่อป้อนไฟฟ้ากระแสตรงให้กับขดลวดที่พันกับแกนสเตเตอร์ จะทำให้เกิดสนามแม่เหล็กไฟฟ้าขึ้น ทำให้เกิดแรงผลักดันกับขั้วแม่เหล็กของโรเตอร์ จึงทำให้แกนโรเตอร์ของมอเตอร์เคลื่อนที่ สเต็ปเปอร์มอเตอร์แบบ PM จะมีแรงจูงให้โรเตอร์หยุดอยู่กับที่ได้ดี แม้จะไม่มีกระแสไฟให้กับขดลวดที่พันกับแกนสเตเตอร์เลย ข้อดีของสเต็ปเปอร์มอเตอร์แบบนี้คือ มีแรงบิดสูง แต่มีข้อเสียคือ ความเร็วและระยะในการเคลื่อนที่ไม่ละเอียด

แบบที่ 2 แบบแปรค่ารีลัคแตนซ์ (Variable Reluctance Stepper Motor : VR)

สเต็ปเปอร์มอเตอร์แบบ VR จะมีส่วนของโรเตอร์ที่สามารถหมุนได้อย่างอิสระ แม้จะไม่มีกระแสไฟ โดยโรเตอร์จะมีลักษณะเป็นรูปทรงกระบอกพื้นเลื่อย ทำจากสารแม่เหล็กกำลังอ่อน (Source Low Magnetic) และจะมีความสัมพันธ์โดยตรงกับจำนวนโพลในสเตเตอร์ เพื่อใช้ในการกำหนดระยะของมุมที่จะทำการหมุน เมื่อทำการป้อนกระแสไฟฟ้าให้กับขดลวดในสเตเตอร์ จะทำให้เกิดแรงบิดเพื่อหมุน โรเตอร์ไปในทิศทางของอำนาจแม่เหล็กที่มีค่ารีลัคแตนซ์ต่ำที่สุด ข้อดีของสเต็ปเปอร์มอเตอร์แบบ VR คือ มีความเร็วสูงและตำแหน่งของการเคลื่อนที่ที่มีความแม่นยำและมีเสถียรภาพ แต่ข้อเสียคือ มีแรงบิดน้อยกว่าแบบ PM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบที่ 3 แบบผสม (Hybrid Stepper Motor : H)

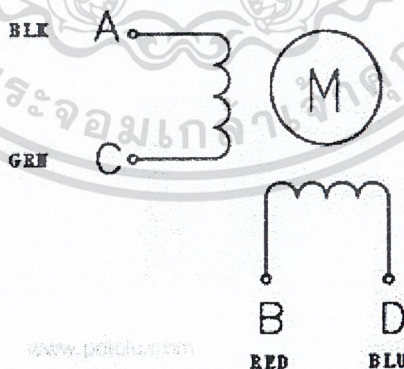
สเต็ปเปอร์มอเตอร์แบบ H เป็นการนำเอาข้อดีของสเต็ปเปอร์มอเตอร์แบบ PM และ VR มารวมกัน โดยส่วนของสเตเตอร์จะมีลักษณะคล้ายกับแบบที่ใช้ใน VR ส่วนของโรเตอร์จะมีหมวกหุ้มปลาย ทำด้วยสารแม่เหล็กกำลังสูง โดยมีการควบคุมขนาดรูปร่างของหมวกแม่เหล็กเป็นอย่างดี ทำให้มุมในการหมุนละเอียดและแม่นยำ ข้อดีของสเต็ปเปอร์มอเตอร์แบบ H คือ มีแรงบิดสูง ขนาดกะทัดรัด และมีแรงจูงยึด โรเตอร์ให้อยู่กับที่ในขณะที่ไม่มีการป้อนไฟ แต่มีข้อเสียคือ ราคาจะสูงกว่าสเต็ปเปอร์มอเตอร์แบบอื่นๆ

2.1 หลักการควบคุมสเต็ปเปอร์มอเตอร์

การควบคุมสเต็ปเปอร์มอเตอร์ คือ การทำให้สเต็ปเปอร์มอเตอร์หมุนไปตามทิศทางที่ต้องการ ซึ่งการควบคุมการหมุนไปในทิศทางที่เราต้องการนั้นสามารถทำได้หลายวิธี โดยแต่ละวิธีมีข้อดีข้อเสียแตกต่างกันไป ซึ่งนอกจากจะขึ้นอยู่กับชนิดของสเต็ปเปอร์มอเตอร์แล้ว ยังขึ้นอยู่กับลักษณะการพันขดลวดของสเต็ปเปอร์มอเตอร์ด้วย โดยลักษณะการพันขดลวดของสเต็ปเปอร์มอเตอร์สามารถแบ่งได้ 2 แบบ คือ

2.1.1 สเต็ปเปอร์มอเตอร์แบบ 2 ขด หรือแบบไบโพลาร์ (Bipolar Stepper Motor)

สเต็ปเปอร์มอเตอร์แบบไบโพลาร์จะมีขดลวดจำนวน 2 ขด คือ ขด A-C และขด B-D โดยมีจำนวนสายที่ต่อออกมาจำนวน 4 เส้น โดยเส้น A และ C จะเป็นขดลวดเส้นเดียวกัน และเส้น B และ D ก็เป็นขดลวดเส้นเดียวกัน

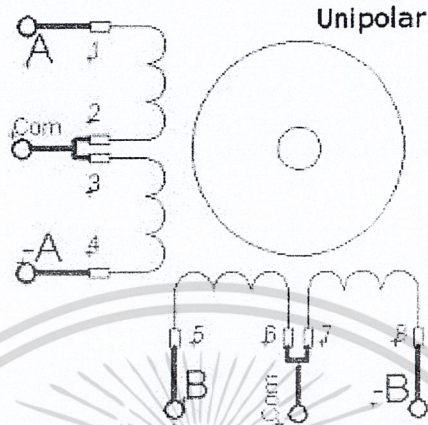


รูปที่ 2.1 สเต็ปเปอร์มอเตอร์แบบไบโพลาร์

2.1.2 สเต็ปเปอร์มอเตอร์แบบหลายขด หรือแบบยูนิโพลาร์ (Unipolar Stepper Motor)

สเต็ปเปอร์มอเตอร์แบบยูนิโพลาร์จะมีขดลวดจำนวน 4 ขด คือ ขด A, ขด -A, ขด B และขด -B โดยมอเตอร์แบบนี้จะมีจำนวนสายของขดลวดที่ต่อออกมาหลายเส้น มีตั้งแต่แบบ 8 เส้น 6 เส้น และ

5 เส้น โดยเป็นสายต่อของขดลวด A, -A, B และ -B จำนวน 4 เส้น และเส้นที่เหลือคือ สายคอมมอน (Common) ของขดลวด



รูปที่ 2.2 สเต็ปเปอร์มอเตอร์แบบยูนิโพลาร์

2.2 การควบคุมการหมุนแบบ 1 เฟส (Single-Phase Driver)

การควบคุมสเต็ปเปอร์มอเตอร์ให้หมุนแบบ 1 เฟสคือ การจ่ายสัญญาณพัลส์ให้กับขดลวดของสเต็ปเปอร์มอเตอร์ทีละเฟสหรือทีละขดเรียงกันแบบต่อเนื่อง

ลำดับ	1	2	3	4
เฟส 1	1	0	0	0
เฟส 2	0	1	0	0
เฟส 3	0	0	1	0
เฟส 4	0	0	0	1

ตารางที่ 2.1 การควบคุมสเต็ปเปอร์มอเตอร์ให้หมุนแบบ 1 เฟส

2.3 การควบคุมการหมุนแบบ 2 เฟส (Two-Phase Driver)

การควบคุมสเต็ปเปอร์มอเตอร์ให้หมุนแบบ 2 เฟสคือ การจ่ายสัญญาณพัลส์ให้กับขดลวดภายในของสเต็ปเปอร์มอเตอร์ทีละ 2 เฟสหรือทีละ 2 ขดลวดเรียงกันแบบต่อเนื่องตามลำดับ ซึ่งการหมุนแบบ 2 เฟสจะมีแรงบิดมากกว่าการหมุนแบบ 1 เฟส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับ	1	2	3	4
เฟส 1	1	0	0	1
เฟส 2	1	1	0	0
เฟส 3	0	1	1	0
เฟส 4	0	0	1	1

ตารางที่ 2.2 การควบคุมสเต็ปเปอร์มอเตอร์ให้หมุนแบบ 2 เฟส

2.4 การควบคุมการหมุนแบบครึ่งขั้น (Half Step Motor)

การควบคุมสเต็ปเปอร์มอเตอร์ให้หมุนแบบครึ่งขั้น คือ การควบคุมแบบผสมกันระหว่างการหมุนแบบ 1 เฟส และ 2 เฟส สลับกันไปมา ซึ่งการหมุนแบบครึ่งขั้นจะทำให้มุมและองศาในการหมุนที่ละเอียดกว่าสองเท่า

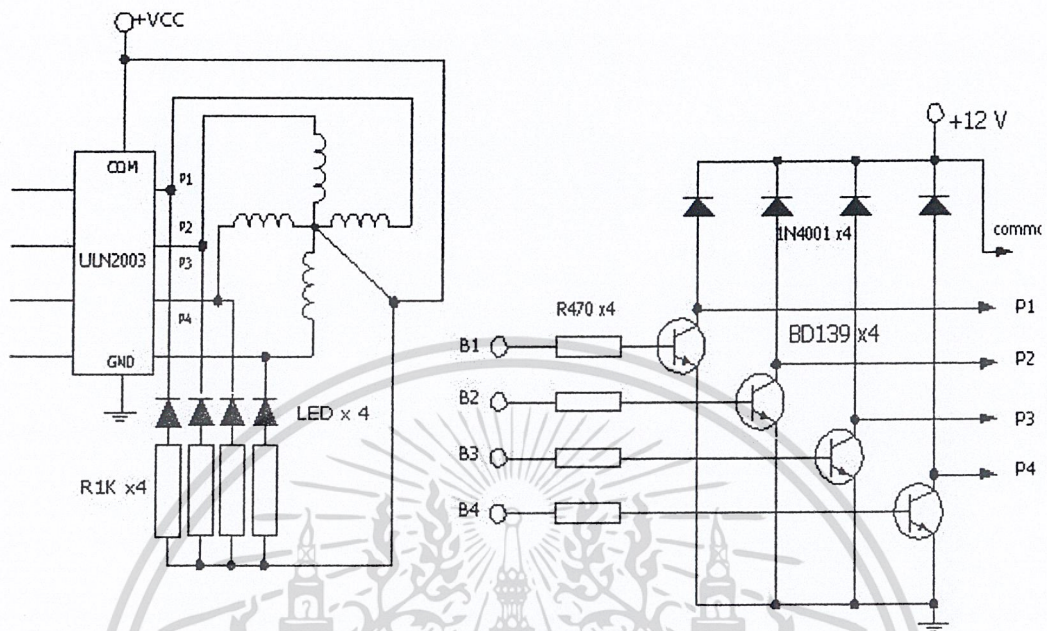
ลำดับ	1	2	3	4	5	6	7	8
เฟส 1	1	1	0	0	0	0	0	1
เฟส 2	0	1	1	1	0	0	0	0
เฟส 3	0	0	0	1	1	1	0	0
เฟส 4	0	0	0	0	0	1	1	1

ตารางที่ 2.3 การควบคุมสเต็ปเปอร์มอเตอร์ให้หมุนแบบครึ่งขั้น

2.5 ตัวอย่างวงจรที่ใช้ขับสเต็ปเปอร์มอเตอร์

ไอซีสำเร็จรูปเบอร์ ULN2003 จะมีคุณสมบัติเป็น ไอซี ไดรเวอร์กระแสสูงแบบคอลเล็กเตอร์เปิด สามารถเลือกแรงดันได้กว้าง 5-30 โวลต์ จ่ายกระแสได้สูงถึง 500 mA ต่อขา และมีไดโอดที่ป้องกันกระแสย้อนกลับอยู่ภายในไอซี ส่วนแอลอีดีที่ต่อในวงจรเราจะต่อไว้เพื่อแสดงการกระตุ้นแต่ละเฟส ของแต่ละแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

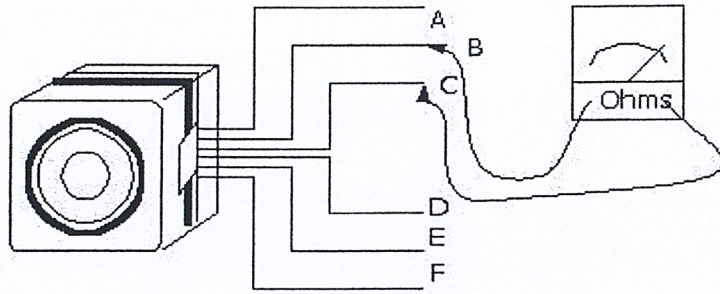


รูปที่ 2.3 วงจรขับสเต็ปเปอร์มอเตอร์โดยใช้ไอซีสำเร็จรูป,ทรานซิสเตอร์

2.6 วิธีการตรวจสอบหาเฟสของขดลวดสเต็ปเปอร์มอเตอร์

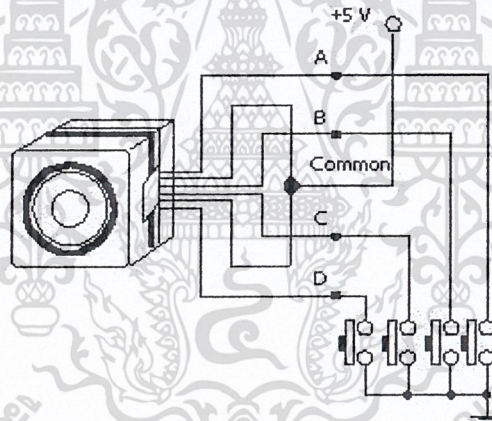
ในขั้นตอนที่ 1 ให้สังเกตว่าสเต็ปเปอร์มอเตอร์ที่นำมาทดลองที่เป็นแบบยูนิโพลาร์ (Uni-polar stepper motor) จะมีจำนวนสาย 5เส้นหรือ 6 เส้น (ถอกจากคิสิกส์ได้ไฟฟ้ 5 นี้่นนำมาใช้งานได้)

ในขั้นตอนที่ 2 ใช้มิเตอร์วัดค่าความต้านทานของเส้นลวดในแต่ละขดดังรูป 2.4 ขั้นตอนการวัด ให้หาสายที่ต่อเป็นจุดร่วมเสียก่อน(common) โดยให้ใช้ มัลติมิเตอร์ตั้งค่าไว้สำหรับการวัดค่าความต้านทาน แต่ละเส้น สังเกตที่ค่าความต้านทาน ถ้าหากเราไม่ได้วัดระหว่าง จุดต่อร่วม(common) กับสายแต่ละเส้น ค่าความต้านทานจะมีค่าเป็น 2 เท่าของการวัดระหว่างจุดต่อร่วมกับสายที่ใช้งาน ตัวอย่างเช่น ถ้าให้จุด B เป็นจุดร่วม หากวัดระหว่างที่จุด A กับจุด B จะมีค่าเท่ากับ 60 Ohm แต่ถ้าวัดระหว่างที่จุด A และจุด C ซึ่งไม่ใช่จุดร่วมก็จะได้ค่าเท่ากับ 120 Ohm



รูปที่ 2.4 การใช้มิเตอร์วัดค่าความต้านทาน

ในขั้นตอนที่ 3 หากเป็นแบบที่มีสาย 6 เส้นก็ให้ทำการต่อจุดรวมเข้าด้วยกันจะได้เป็น 5 เส้น แล้วต่อวงจรตาม รูปหลังจากนั้นให้ทดลองกดสวิตช์ ที่ต่อเข้ากับแต่ละจุด โดยเริ่มที่ จุด A จุด B จุด C และจุด D แล้วให้สังเกตการหมุนของสเต็ปเปอร์มอเตอร์ว่าหมุนได้ต่อเนื่องหรือไม่



รูปที่ 2.5 การต่อวงจรเพื่อทดสอบโดยการสวิตช์เพื่อหาลำดับ

บทที่ 3

อุปกรณ์ตรวจวัดระยะทางและไมโครคอนโทรลเลอร์และโปรแกรม Visual Basic 6.0 (Distance Measuring Sensors & Microcontroller PIC & Visual Basic 6.0)

อุปกรณ์ตรวจวัดระยะทาง ใช้หลักการสะท้อนของแสงอินฟราเรด (Infrared) สีผิวของวัตถุ มีผลต่อการสะท้อนของตัวเซ็นเซอร์น้อยมาก สามารถตรวจจับระยะวัตถุได้ตั้งแต่ 100 ถึง 500 เซนติเมตร ไม่จำเป็นต้องมีวงจรรายนอกมาควบคุมก็สามารถทำงานได้ ให้เอาต์พุต (Output) ออกมาเป็นแรงดัน (Analog Voltage) สามารถนำแรงไปใช้งานได้เลย

3.1 แสงอินฟราเรด

มีชื่อเรียกอีกชื่อว่า รังสีใต้แดง หรือรังสีความร้อน เป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความยาวคลื่น อยู่ระหว่างคลื่นวิทยุ ประมาณ (700nm. – 1mm.) และแสงมีความถี่ในช่วง 10¹¹ – 10¹⁴ เฮิร์ตซ์ (Hz) มีความถี่ในช่วงเดียวกับไมโครเวฟ มีความยาวคลื่นอยู่ระหว่างแสงสีแดงกับคลื่นวิทยุ สสารทุกชนิดที่มีอุณหภูมิอยู่ระหว่าง -200 องศาเซลเซียสถึง 4,000 องศาเซลเซียส จะปล่อยรังสีอินฟราเรด ออกมา คุณสมบัติเฉพาะตัวของรังสีอินฟราเรด เช่น ไม่เบี่ยงเบนในสนามแม่เหล็กไฟฟ้า ที่แตกต่างกันก็คือ คุณสมบัติที่ขึ้นอยู่กับความถี่ คือยิ่งความถี่สูงมากขึ้น พลังงานก็สูงขึ้นด้วย ดังนั้น

ในการใช้ประโยชน์ ใช้ในการควบคุมเครื่องใช้ระบบไกล (Remote Control) สร้างกล้องอินฟราเรดที่สามารถมองเห็นวัตถุในความมืดได้ เป็นต้น

3.2 ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC

PIC คือ ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูลหนึ่ง ผลิตโดยบริษัทไมโครชิป (Microchip) โดย PIC ย่อมาจากคำว่า Peripheral Interface Controller ซึ่งภายใน PIC ประกอบด้วย หน่วยความจำโปรแกรม (Program Memory) หน่วยความจำข้อมูล (Data Memory) พอร์ตอินพุต (Input Port) พอร์ตเอาต์พุต (Output Port) ทำให้ PIC เหมือนเป็นไมโครคอมพิวเตอร์ตัวหนึ่ง นอกจากนี้ภายใน PIC ยังมี I²C , PWM , A/D ซึ่งถือได้ว่าเป็นคุณสมบัติพิเศษของ PIC ที่แตกต่างจากไมโครคอนโทรลเลอร์ตัวอื่นๆ การรวมทุกอย่างทุกอย่างไว้ในตัว PIC ทำให้นำมาใช้งานได้ง่ายและสะดวก เพียงต่อแหล่งจ่ายไฟ ป้อนสัญญาณนาฬิกา และเขียนโปรแกรมควบคุม PIC ก็ สามารถควบคุมอุปกรณ์ภายนอกผ่านพอร์ตอินพุตและพอร์ตเอาต์พุตได้

3.2.1 ชนิดของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล PIC

ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล PIC ที่นิยมใช้กันอยู่ในปัจจุบันมีอยู่หลายเบอร์ด้วยกัน แต่กลุ่มที่ได้รับความนิยมมีอยู่ 3 กลุ่มคือ กลุ่มที่ขึ้นต้นด้วย PIC16, PIC17 และ PIC18 ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล PIC แบ่งตามชนิดของหน่วยความจำโปรแกรมสามารถแบ่งได้ 3 กลุ่มคือ

กลุ่มที่ 1 PIC ที่มีหน่วยความจำโปรแกรมได้ครั้งเดียว หน่วยความจำโปรแกรมกลุ่มนี้ เรียกว่า OTP (One Time Programmable) เป็นชิปที่ราคาถูกที่สุดเนื่องจากชิปแบบ OTP สามารถโปรแกรมลงไปได้ครั้งเดียวเท่านั้น ไม่สามารถแก้ไขได้อีก

กลุ่มที่ 2 PIC ที่มีหน่วยความจำโปรแกรมได้หลายครั้งแบบอีพรอม หน่วยความจำโปรแกรมกลุ่มนี้ เรียกว่า EPROM (Erasable Programmable ROM) เป็นชิปที่หน่วยความจำโปรแกรม เมื่อโปรแกรมเข้าไปแล้วสามารถลบและเขียนโปรแกรมเข้าไปใหม่ได้อีก โดยใช้แสงอัลตราไวโอเลตหรือแสงยูวี (UV:Ultra Violet) ซึ่งด้านบนของชิปจะมีกระจกเพื่อให้แสงยูวีส่องผ่านเข้าไปในตัวชิปโดยใช้เวลาประมาณ 5-10 นาที สำหรับชิปแบบนี้มีข้อจำกัดในเรื่องของการลบโปรแกรม เนื่องจากการลบโปรแกรมด้วยแสงยูวีหลายๆครั้งจะเกิดการค้ำ ทำให้โปรแกรมไม่เข้า

กลุ่มที่ 3 PIC ที่มีหน่วยความจำโปรแกรมได้หลายครั้งแบบแฟลชหรืออีอีพรอม หน่วยความจำโปรแกรมนี้เรียกว่า Flash หรือ EEPROM (Electrically Erasable Programmable ROM) เป็นชิปที่ได้รับความนิยมมากที่สุด เนื่องจากหน่วยความจำโปรแกรมสามารถอ่านเขียนและลบด้วยสัญญาณไฟฟ้า ซึ่งใช้เวลาในการลบไม่มาก และสามารถลบและเขียนใหม่ได้หลายพันครั้ง ทำให้สะดวกในการแก้ไขปรับปรุงและเปลี่ยนแปลงโปรแกรม

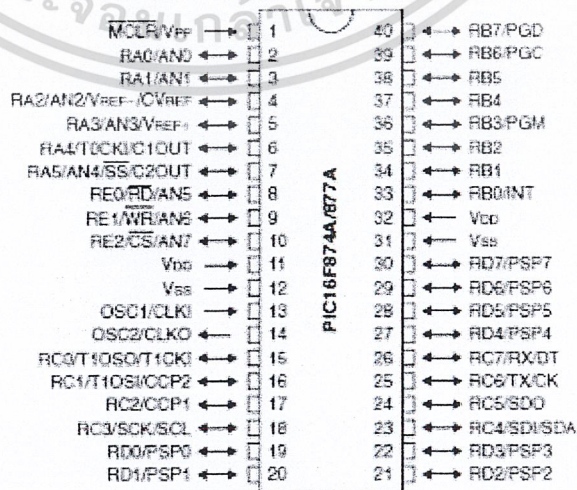
3.2.2 ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877

ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล PIC16FXXX ได้รับความนิยมมากที่สุดเพราะถือว่าเป็นชิปรุ่นแรกที่หน่วยความจำโปรแกรมเป็นแบบแฟลช และมีหน่วยความจำข้อมูลแบบ EEPROM แต่ชิปในตระกูล ซึ่งคุณสมบัติหลัก ๆ ของ PIC16F877 มีดังนี้

1. มีคำสั่งที่เป็นภาษาแอสเซมบลี 35 คำสั่ง
2. ใน 1 คำสั่งใช้เวลาทำงาน 1 ถึง 2 ไซเคิล
3. ทำงานได้สูงสุดที่สัญญาณนาฬิกาตั้งแต่ไฟตรงถึง 20 MHz
4. ทำงานแบบ Pipe-line สามารถทำงาน 2 อย่างในเวลาเดียวกัน
5. หน่วยความจำโปรแกรมเป็นแบบ Flash มีขนาด 8 KWord (1 Word = 14 บิต)
6. มีหน่วยความจำข้อมูล (Data Memory RAM) ขนาด 368 ไบต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ในงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. มีหน่วยความจำข้อมูลแบบ EEPROM ขนาด 256 ไบต์
8. ตอบสนองการอินเทอร์รัปต์ได้ทั้งหมด 14 แหล่ง
9. มี Stack ให้ใช้งานได้สูงสุด 8 ระดับ
10. มีระบบ Power On Reset, Power Up Timer, Oscillator Start-up และ Watchdog Timer
11. มีระบบ Code Protection กันการคัดลอก
12. มีโหมดประหยัดพลังงาน (Sleep Mode)
13. สัญญาณนาฬิกามีหลายโหมดให้เลือกใช้งานคือ อาจจะใช้ ETAL หรือ วงจร RC ก็ได้
14. สามารถโปรแกรมด้วยไฟ +5 VDC ได้
15. ใช้การโปรแกรมแบบ In-Circuit Serial Programming
16. ทำงานที่ไฟเลี้ยง 2 VDC ถึง 5.5 VDC
17. Current Sink และ Current Source อยู่ที่ 25 mA
18. มี Timer/Counter 3 ตัว คือ Timer 0 ขนาด 8 บิต, Timer 1 ขนาด 16 บิต และ Timer 2 ขนาด 8 บิต
19. มีโมดูล capture/Compare/PWM (Pulse Width Modulation) 2 ชุด
20. มีวงจรแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิทัล (A/D Converter) ขนาด 10 บิต
21. มีระบบ USART สำหรับต่อการสื่อสารแบบ RS232
22. มีระบบตรวจระดับไฟเลี้ยง (Brown-out Reset)
23. มี I/O พอร์ตทั้งหมด 5 พอร์ต แต่ละพอร์ตมีจำนวนบิตไม่เท่ากัน



รูปที่ 3.1 PIC16F877

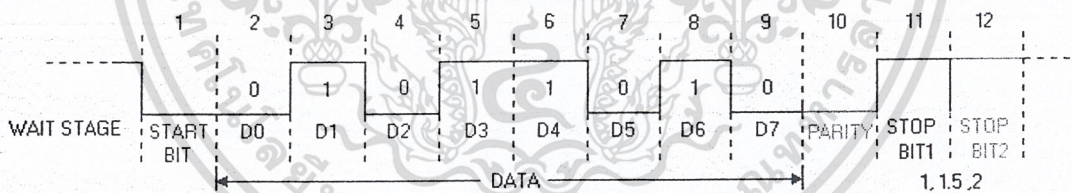
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 การสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรม

3.3.1 การสื่อสารแบบอะซิงโครนัส (Asynchronous)

การสื่อสารข้อมูลแบบอะซิงโครนัสคือ การรับและส่งข้อมูลไปในสายโดยไม่จำเป็นต้องมีสัญญาณนาฬิกาที่ร่วมด้วยเหมือนกับการรับส่งข้อมูลแบบซิงโครนัส (Synchronous) แต่จะใช้การกำหนดค่าสัญญาณนาฬิกาทั้งภาครับและภาคส่งให้มีค่าเท่ากัน ซึ่งเรียกสัญญาณนาฬิกาที่ใช้ในการกำหนดค่าให้ภาครับและภาคส่งนี้ว่า อัตราการถ่ายทอดข้อมูล หรือบอดเรต (Baud Rate) มีหน่วยเป็น บิตต่อวินาที (bit per second: bps) รูปแบบของข้อมูลที่ใช้ในการรับส่งแบบอะซิงโครนัส ประกอบด้วย 4 ส่วนด้วยกัน คือ

1. Bit เริ่มต้น (Start Bit) ซึ่งจะมีขนาด 1 Bit
2. Bit ข้อมูลแบบอนุกรมจะมีขนาด 5, 6, 7 หรือ 8 Bit
3. Bit ตรวจสอบพาริตี (Parity Bit) จะมีขนาด 1 บิตหรือไม่มีก็ได้
4. Bit ปิดท้าย (Stop Bit) จะมีขนาด 1, 1.5 หรือ 2 บิต



รูปที่ 3.2 รูปแบบของการส่งข้อมูลอนุกรมแบบอะซิงโครนัส

จากรูปที่ 3.2 แสดงรูปแบบของข้อมูลอนุกรมแบบอะซิงโครนัส เมื่อไม่มีข้อมูลที่จะส่งมา DATA จะมีสถานะลอจิก '1' จะเรียกสถานะนี้ว่าสถานะหยุดรอ (Waiting Stage) การเริ่มต้นส่งข้อมูลจะเริ่มให้จากการให้ขา DATA มีลอจิก '0' ด้วยช่วงระยะเวลา 1 บิต เรียกบิตนี้ว่า "บิตเริ่มต้น" (Start Bit) จากนั้นบิตข้อมูล (Data Bit) จะถูกส่งออกไป โดยเริ่มจากบิตที่มีนัยสำคัญต่ำสุด (LSB) ก่อน ซึ่งข้อมูลในไบต์ที่จะส่งอาจจะมีจำนวนบิต 5, 6, 7 หรือ 8 บิต ก็ได้ จากนั้นก็ตามด้วย บิตพาริตี (Parity Bit) ซึ่งใช้ตรวจสอบความผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นกับการส่งข้อมูล บิตสุดท้ายที่ส่งคือ บิตปิดท้าย (Stop Bit) ซึ่งจะให้สถานะขา DATA มีสถานะลอจิก '1' อีกครั้ง ด้วยระยะเวลาอย่างน้อย 1 บิต, 1.5 บิต หรือ 2 บิต เพื่อเป็นการแสดงว่าสิ้นสุดข้อมูลแล้ว

อุปกรณ์พิเศษที่ได้รับการออกแบบมาสำหรับการรับและส่งข้อมูลแบบอะซิงโครนัสเรียกว่า

เอกสารถ่ายเป็นเอกสารที่เผยแพร่ไว้บนเว็บไซต์ของกรมส่งเสริมการค้าระหว่างประเทศ หรือ U.A.R.T. อัตราความเร็วในการรับและส่งข้อมูลค่า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของการรับส่งข้อมูลแบบอะซิงโครนัสคือค่าบอดเรต (Baud Rate) ซึ่งก็คือค่าจำนวนบิตต่อวินาทีที่ใช้ในการรับและส่งข้อมูล บอดเรตมาตรฐานที่ใช้ส่งพอร์ตอนุกรม RS-232 ได้แก่ 110, 150, 300, 600, 1200, 2400, 4800, 9600 และ 19200 bps และมีค่าเพิ่มมากขึ้นตามเทคโนโลยีของคอมพิวเตอร์ ซึ่งการรับส่งแบบอนุกรมโดยไม่ผ่านโมเด็ม (Modem) อาจจะสามารถกำหนดค่าบอดเรตได้สูงถึง 115,200 bps เนื่องจากบอดเรตคือจำนวนบิตของข้อมูลที่สามารถถ่ายทอดได้ภายใน 1 วินาที ยกตัวอย่าง ข้อมูลอนุกรมถูกส่งในลักษณะ 8 บิต ไม่มีการตรวจสอบพาริตี มีบิตเริ่มต้น 1 บิต และบิตปิดท้าย 1 บิต ความยาวของข้อมูลที่รับส่งนี้เท่ากับ 10 บิต ถ้าใช้อัตราการถ่ายทอดข้อมูลในการส่งข้อมูลเท่ากับ 9600 bps ก็จะสามารถรับส่งข้อมูลได้ด้วยความเร็ว 960 byte/sec และถ้ามีการใช้พาริตีความเร็วในการรับส่งข้อมูลจะเหลือเป็น 872 byte/sec การตรวจสอบพาริตีสามารถกำหนดให้เป็นแบบคี่ (Odd), แบบคู่ (Even) หรือ ไม่มีการตรวจสอบพาริตีก็ได้

3.3.2 มาตรฐานพอร์ตอนุกรมแบบ RS-232

มาตรฐานการเชื่อมต่อแบบอนุกรม RS-232 เป็นมาตรฐานอุตสาหกรรมที่ออกแบบมาเพื่อใช้ในการส่งข้อมูลอนุกรมแบบอะซิงโครนัส 2 ทิศทาง โดยมาตรฐาน RS-232 ในอดีตนั้นถูกออกแบบมาเพื่อการส่งผ่านข้อมูลจากคอมพิวเตอร์ไปยังโมเด็มเพียงอย่างเดียว เพื่อที่จะนำข้อมูลจากโมเด็มนี้สื่อสารผ่านสายโทรศัพท์ ไปยังคอมพิวเตอร์อีกชุดหนึ่งที่ห่างไกลกัน โดยคณะกรรมการที่เรียกว่า “สมาคมอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์” (Electronic Industries Association: EIA) ได้วางมาตรฐานที่มีชื่อเรียกกันว่า EIA RS-232 มาตรฐานนี้ในช่วงแรกจะใช้คอนเน็กเตอร์ (Connector) เป็นแบบ DB-25 โดยกำหนดความยาวสูงสุดของสายสัญญาณสูงสุดไว้ที่ 50 ฟุต มีระดับสัญญาณตั้งแต่ -3V ถึง -12V แสดงว่ามีข้อมูล (Mark) และ +3V ถึง +12 V แสดงว่าเป็นช่องว่าง (Space)

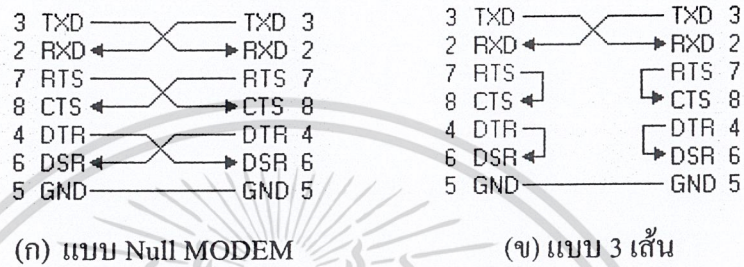
มาตรฐาน RS-232 ได้กำหนดรูปแบบของอุปกรณ์เชื่อมต่อข้อมูล (Data Terminal Equipment: DTE) กับวงจรข้อมูลปลายทาง (Data Circuit Terminating: DCE) ไว้ว่า DTE จะต้องเป็นอุปกรณ์ที่มีการประมวลผลในตัวเช่น ไมโครคอนโทรลเลอร์ หรือ ไมโครคอมพิวเตอร์ ซึ่งมีความสามารถในการสร้างข้อมูลแบบอนุกรมได้ ส่วนอุปกรณ์แบบ DCE จะทำหน้าที่เป็นตัวรับข้อมูลที่ส่งมาจาก DTE เท่านั้น โดย การส่งข้อมูลระหว่างอุปกรณ์ทั้งสองจะผ่านมาตรฐาน RS-232

ข้อแตกต่างระหว่างอุปกรณ์ DTE และ DCE อย่างหนึ่งที่เราเห็นได้ชัดคือ คอนเน็กเตอร์ของ DTE จะเป็นตัวผู้ ส่วนของ DCE จะเป็นตัวเมียซึ่งพอร์ตอนุกรมของคอมพิวเตอร์ที่ใช้กันอยู่ทั่วไปจะเป็นแบบ DTE ส่วนคอนเน็กเตอร์ที่อยู่โมเด็มจะเป็นแบบ DCE

สำหรับการใช้งานบนคอมพิวเตอร์ พอร์ตอนุกรม RS-232 มักถูกใช้เชื่อมต่อกับ โมเด็มหรือ เมาส์ โดยสามารถรับส่งข้อมูลได้ที่ความยาวของสายสัญญาณสูงสุดถึง 20 เมตร

3.3.3 คอนเน็กเตอร์สำหรับพอร์ต RS-232 และการเชื่อมต่อ RS-232

จะใช้คอนเน็กเตอร์แบบ DB 25 ตัวผู้ หรือ DB 9 ตัวผู้ซึ่งคอนเน็กเตอร์แบบ DB 25 จะมีขาต่อใช้งานเพียง 9 เส้นเช่นเดียวกับคอนเน็กเตอร์แบบ DB 9 เนื่องจากขาอื่นๆ ที่ใช้งานในอดีต ปัจจุบันมีการใช้งานไม่มากนัก จึงถูกยกเลิกไป โดยแสดงรูปร่างและตำแหน่งขาในรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 การต่ออุปกรณ์ภายนอกกับพอร์ตอนุกรมของคอมพิวเตอร์ในลักษณะต่างๆ สำหรับการเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์กับอุปกรณ์ภายนอกแสดงดังในรูปที่ 3.3 ลูกศรในรูปแสดงถึงทิศทางข้อมูล ในรูปที่ 3.3 (ก) เป็นการเชื่อมต่อแบบ Null MODEM หรือการเชื่อมต่อโดยตรงไม่ต้องผ่านโมเด็ม โดยมีการตรวจสอบหรือแฮนด์เช็กเต็มรูปแบบ ส่วนในรูปที่ 3.3 (ข) เป็นการเชื่อมต่อแบบ Null MODEM ในลักษณะที่ใช้สายสัญญาณเพียง 3 เส้น โดยเส้นหนึ่งสำหรับส่งข้อมูล อีกเส้นสำหรับรับข้อมูล และเส้นสุดท้ายเป็นกราวด์ สำหรับรายละเอียดหน้าที่การทำงานในแต่ละขาของพอร์ตอนุกรม RS-232 มี ดังนี้

1. Data Carrier Detect: DCD หรืออาจจะเรียกว่า Carrier Detect: CD ขานี้จะแอกทีฟเมื่อมีการส่งสัญญาณพาห์จากอุปกรณ์สื่อสารข้อมูลเช่น โมเด็ม สำหรับการใช้งานปกติ ขานี้จะไม่ถูกใช้งานมากนัก

2. Receive Data: RD หรือ RXD ใช้เพื่อรับสัญญาณอนุกรมเข้ามายังคอมพิวเตอร์โดยนำข้อมูลที่อ่านได้เก็บไว้ใน รีจิสเตอร์บัฟเฟอร์

3. Transmitted Data: TD หรือ TXD ใช้เพื่อส่งข้อมูลออกจากคอมพิวเตอร์โดยนำข้อมูลที่เก็บอยู่ในบัฟเฟอร์สำหรับส่งข้อมูลออกไป

4. Data Terminal Ready: DTR เป็นขาสัญญาณที่ส่งออกจากคอมพิวเตอร์เพื่อให้อุปกรณ์ปลายทางรับรู้ว่าการติดต่อด้วยโดยขา DTR นี้ต้องเชื่อมต่อกับขา DSR ของอุปกรณ์ปลายทางและขา DTR ของอุปกรณ์ทางต้องเชื่อมต่อกับขา DSR ของคอมพิวเตอร์ ถ้าใช้การเชื่อมต่อเป็นแบบ Null MODEM ซึ่งใช้สายในการเชื่อมต่อเพียง 3 เส้น จะต้องต่อขา DTR และ DSR ของตัวมันเองเข้าด้วยกันและต้องต่อกับขา DCD ด้วยในกรณีที่โปรแกรมสื่อสารที่ใช้มีการตรวจจับสัญญาณพาห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. Signal Ground: GND กราวด์ระบบ

6. Data Set Ready: DSR ขานี้จะใช้คู่กับขา DTR เพื่อตรวจสอบการเชื่อมต่อกันของคอมพิวเตอร์ กับอุปกรณ์ปลายทางซึ่งขา DSR นี้จะเป็นขาสำหรับข้อมูลจากภายนอกซึ่งถูกส่งมาจากขา DTR

7. Request To Send: RTS เป็นขาสำหรับส่งสัญญาณร้องขอให้ทางอุปกรณ์ปลายทางส่งข้อมูลกลับมาทางคอมพิวเตอร์ โดยขาที่รับสัญญาณ RTS คือขา CTS ในกรณีที่ใช้การเชื่อมต่อแบบ Null Modem 3 สายจะต้องเชื่อมต่อขา RTS และ CTS ของตัวมันเองเข้าด้วยกันเพื่อจะให้การรับและส่งข้อมูลสามารถเกิดขึ้นได้ตลอดเวลา

8. Clear To Send: CTS ขานี้จะคอยรับสัญญาณจากขา RTS เมื่อรับสัญญาณได้ข้อมูลที่ขา TXD จะถูกส่งออกไป ดังนั้นขานี้จึงถูกใช้เพื่อตรวจสอบอุปกรณ์ต่อพ่วงว่าพร้อมที่จะรับข้อมูลหรือไม่

9. Ring Indicator: RI ใช้แสดงสถานะสัญญาณเรียกจากโทรศัพท์ ปกติในการสื่อสารโดยทั่วไปสายนี้จะไม่ถูกใช้งาน จะใช้งานก็ต่อเมื่อมีการเชื่อมต่อกับโมเด็มและโปรแกรมมีการตรวจสอบสัญญาณนี้เท่านั้น

3.3.4 UART (Universal Asynchronous Receiver Transmitter)

UART ย่อมาจากคำว่า Universal Asynchronous Receiver Transmitter ซึ่งหมายถึงอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่รับและส่งข้อมูลแบบอะซิงโครนัสนั่นเอง สำหรับการสื่อสารอนุกรมบนคอมพิวเตอร์แล้ว UART ถือว่าเป็นหัวใจสำคัญของการสื่อสารแบบอนุกรม

หน้าที่หลักของ UART คือทำหน้าที่แปลงข้อมูลที่อยู่ในรูปแบบขนานจากคอมพิวเตอร์ให้อยู่ในรูปแบบอนุกรมแบบอะซิงโครนัสแล้วส่งออกไป และทำหน้าที่แปลงสัญญาณอนุกรมแบบอะซิงโครนัสที่ป้อนเข้ามายัง UART ให้เป็นแบบขนานก่อนที่จะส่งเข้าคอมพิวเตอร์ ซึ่งนอกจาก UART จะส่งข้อมูลไปยังคอมพิวเตอร์แล้ว ยังทำการแจ้งข้อมูลอื่นๆ ให้คอมพิวเตอร์ทราบด้วย เช่น อัตราความเร็วในการรับส่งข้อมูล (บอดเรต), รูปแบบการส่งข้อมูล, ความผิดพลาดที่เกิดขึ้นระหว่างการถ่ายทอดข้อมูล (ผิดพลาดจากพาริตี, เฟรมข้อมูล, โอเวอร์รัน) เป็นต้น

ภายใน UART จะมีส่วนของวงจรสร้างอัตราการถ่ายทอดข้อมูลแบบโปรแกรมได้ (Programmable Baudrate Generator) โดยการกำหนดค่าตัวหารให้กับสัญญาณนาฬิกาของ UART โดยตัวหารนี้มีขนาด 16 บิตดังนั้นจึงกำหนดตัวหารให้อยู่ในช่วง 10 – 65, 535 UART สามารถรับส่งข้อมูลได้ทั้งแบบฮาล์ฟดูเพล็กซ์ (Half-duplex) และฟูลดูเพล็กซ์ (Full-duplex) โดยการส่งแบบฮาล์ฟดูเพล็กซ์เป็นการส่งแบบทิศทางเดียว ส่วนการส่งแบบฟูลดูเพล็กซ์นั้นสามารถรับและส่งข้อมูลได้ในคราวเดียวกัน ชนิดของ UART ในเครื่องคอมพิวเตอร์ทั่วไปมี UART ที่ใช้กันอยู่ 2 เบอร์ คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. 8250 ซึ่งเป็น UART มาตรฐานที่มีใช้กันมาช้านาน UART เบอร์นี้จะมียุคเฟสสำหรับรับและส่งข้อมูลตำแหน่งเดียวกัน ทำให้การรับและส่งข้อมูลถูกจำกัดความเร็วอยู่ที่ 57.6 kbps เท่านั้น แต่ UART เบอร์นี้ก็ถือว่าเป็นต้นแบบของ UART ที่ใช้ในคอมพิวเตอร์ โดยคอมพิวเตอร์ทุกๆ รุ่นจะต้องสนับสนุนการทำงานตามรูปแบบของ UART เบอร์นี้

2. 16450 ความสามารถรับส่งข้อมูลได้ที่ความเร็ว 115,200 bps และเพิ่มรีจิสเตอร์สำหรับพักข้อมูลสำหรับ UART นอกจากนั้นยังเพิ่มส่วนของชิพรีจิสเตอร์แบบ FIFO (First In First Out) ขนาด 16 ไบต์เข้าไป ทำให้สามารถสนับสนุนความเร็วในการรับส่งข้อมูลที่ 256 kbps ได้ โดยคอมพิวเตอร์ในปัจจุบันใช้ UART เบอร์นี้หรือใหม่กว่าเช่น เบอร์ TL16C750 ซึ่งมีรีจิสเตอร์แบบ FIFO ขนาด 64 ไบต์ ทำงานได้ที่ระดับแรงดัน +5V และ +3V มีโหมดประหยัดพลังงาน สามารถรับส่งข้อมูลได้ที่ความเร็ว 1 Mbps เมื่อใช้สัญญาณนาฬิกา 16 MHz

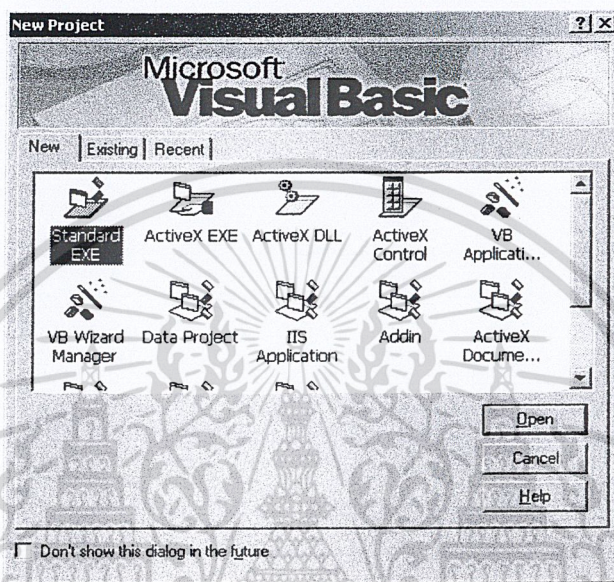
3.4 โปรแกรม Visual Basic (VB)

เป็นโปรแกรมสำหรับพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ที่กำลังเป็นที่นิยมใช้อยู่ในปัจจุบัน โปรแกรม Visual Basic เป็นโปรแกรมที่ได้เปลี่ยนรูปแบบการเขียนโปรแกรมใหม่ โดยมีชุดคำสั่งมาสนับสนุนการทำงาน มีเครื่องมือต่างๆ ที่เรียกกันว่า คอนโทรล (Controls) ไว้สำหรับช่วยในการออกแบบโปรแกรม โดยเน้นการออกแบบหน้าจอแบบกราฟฟิก หรือที่เรียกว่า Graphic User Interface (GUI) ทำให้การจัดรูปแบบหน้าจอเป็นไปได้ง่าย และในการเขียนโปรแกรมนั้นจะเขียนแบบ Event - Driven Programming คือ โปรแกรมจะทำงานก็ต่อเมื่อเหตุการณ์ (Event) เกิดขึ้น ตัวอย่างของเหตุการณ์ได้แก่ ผู้ใช้เลื่อนเมาส์ ผู้ใช้กดปุ่มบนคีย์บอร์ด ผู้ใช้กดปุ่มเมาส์ เป็นต้น เครื่องมือหรือคอนโทรล ต่าง ๆ ที่ Visual Basic ได้เตรียมไว้ให้ ไม่ว่าจะเป็น Form TextBox Label ฯลฯ ถือว่าเป็นวัตถุ (Object ในที่นี้ขอใช้คำว่า ออบเจกต์) นั้นหมายความว่า ไม่ว่าจะเป็นเครื่องมือใด ๆ ใน Visual Basic จะเป็นออบเจกต์ทั้งสิ้น สามารถที่จะควบคุมการทำงาน แก้ไขคุณสมบัติของออบเจกต์นั้นได้โดยตรง ในทุกๆ ออบเจกต์จะมีคุณสมบัติ (properties) และเมธอด (Methods) ประจำตัว ซึ่งในแต่ละออบเจกต์ อาจจะมีคุณสมบัติและเมธอดที่เหมือน หรือต่างกันได้ ขึ้นอยู่กับชนิดของออบเจกต์ ในการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ด้วย Visual Basic การเขียนโค้ดจะถูกแบ่งออกเป็นส่วนๆ เรียกว่า โพรซีเจอร์ (procedure) แต่ละโพรซีเจอร์จะประกอบไปด้วย ชุดคำสั่งที่พิมพ์เข้าไปแล้ว ทำให้คอนโทรลหรือออบเจกต์นั้น ๆ ตอบสนองการกระทำของผู้ใช้ ซึ่งเรียกว่าการเขียนโปรแกรมเชิงวัตถุ (Object Oriented Programming-OOP) แต่ตัวภาษา Visual Basic ยังไม่ถือว่าเป็นการเขียนโปรแกรมแบบ OOP อย่างแท้จริง เนื่องจากข้อจำกัดหลายๆ อย่างที่ Visual Basic ไม่สามารถทำได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

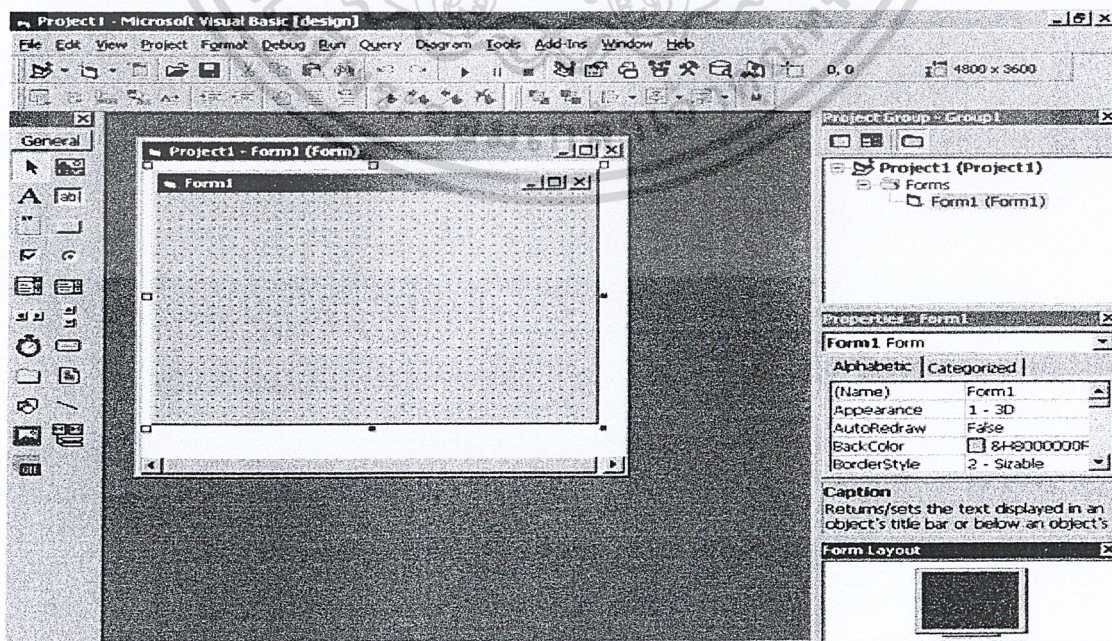
3.4.1 เข้าสู่โปรแกรม Visual Basic

เมื่อเข้าสู่โปรแกรม Visual Basic จะแสดงกรอบโต้ตอบสำหรับเลือกชนิดของโปรแกรมประยุกต์ที่ต้องการ



รูปที่ 3.4 ชนิดของโปรแกรมประยุกต์แบบต่างๆ

เมื่อเลือกชนิดของโปรแกรมประยุกต์เป็นแบบ Standard EXE จะเข้าสู่หน้าต่างของ Visual Basic

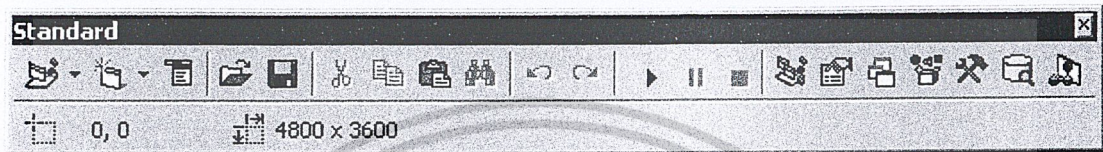


รูปที่ 3.5 หน้าต่างของ Visual Basic

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับครูอาจารย์ในโรงเรียนเพื่อใช้ประกอบการเรียนการสอนเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาเอกสารดังกล่าวอย่างถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในแต่ละส่วนของ Visual Basic จะมีหน้าที่แตกต่างกันไป ซึ่งในระหว่างการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ จะต้องใช้ส่วนต่าง ๆ เหล่านี้ ในการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์

ทูลบาร์ (Toolbars) เป็นแถบสัญลักษณ์ที่ใช้สำหรับเข้าถึงชุดคำสั่งของ Visual Basic ได้ทันที โดยจะนำคำสั่งที่ถูกใช้งานบ่อย ๆ มาแสดง

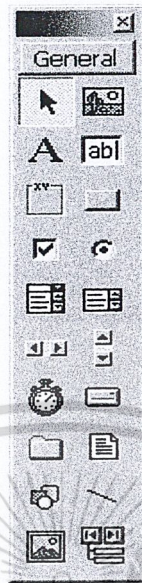


รูปที่ 3.6 ทูลบาร์ (Toolbars)

ทูลบาร์สามารถแบ่งออกได้เป็น 4 กลุ่มใหญ่ ๆ คือ

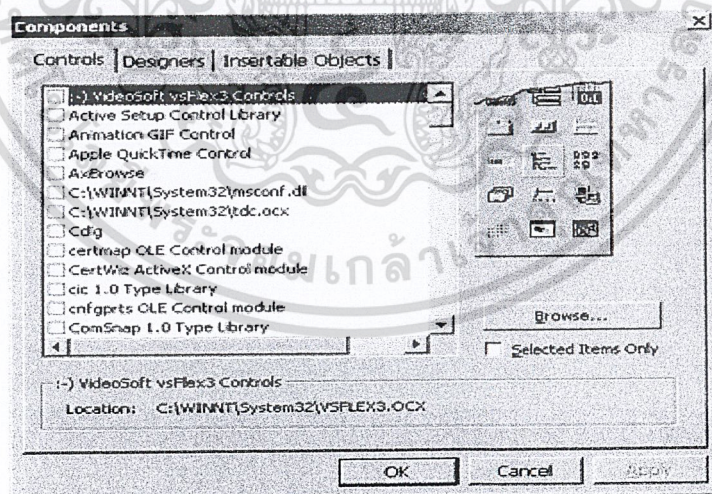
1. Standard Toolbars เป็นทูลบาร์มาตรฐานประกอบด้วยคำสั่งที่เกี่ยวกับการจัดการ Project
2. Edit Toolbars เป็นทูลบาร์ที่ประกอบไปด้วยคำสั่งที่ใช้สำหรับช่วยในการเขียนโค้ดใน code editor
3. Debug Toolbars เป็นทูลบาร์ที่ประกอบไปด้วยคำสั่งที่ใช้สำหรับตรวจสอบการทำงานของประมวลผลโปรแกรม
4. Form Editor Toolbars เป็นทูลบาร์ที่ประกอบไปด้วยคำสั่งที่ใช้สำหรับช่วยในการปรับขนาด, ย้าย, เปลี่ยนตำแหน่งคอนโทรลต่าง ๆ ที่อยู่บนฟอร์ม

Toolboxs คือแถบสัญลักษณ์ Controls ต่าง ๆ ที่ใช้สำหรับพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ แบ่ง เป็น 2 กลุ่ม คือ



รูปที่ 3.7 Toolboxes

1. คอนโทรลภายใน (Intrinsic controls) เป็นชุดคอนโทรลมาตรฐานของ Visual Basic ทุก ๆ ครั้งที่มีการเรียกใช้ Form เพื่อสร้าง โปรแกรมประยุกต์ คอนโทรลชุดนี้จะถูกเรียกขึ้นมาอัตโนมัติ สามารถเลือกใช้งานคอนโทรลกลุ่มนี้ได้ทันที



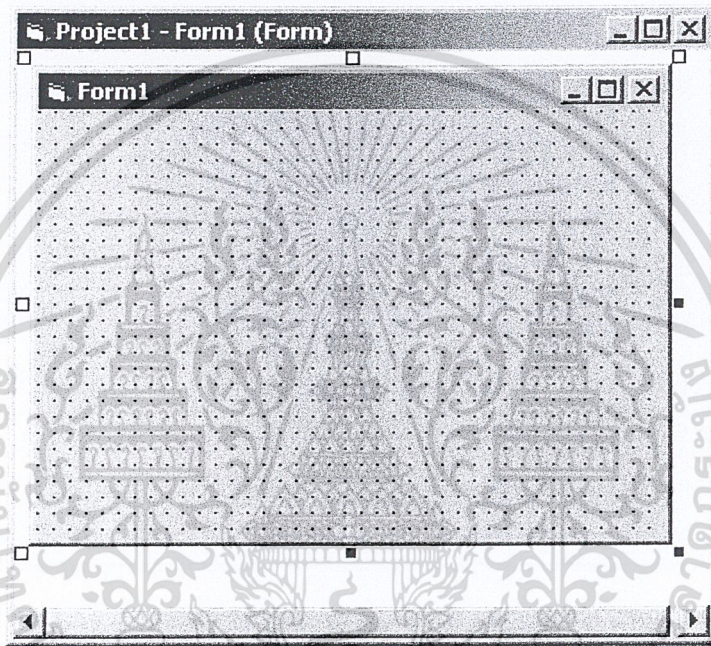
รูปที่ 3.8 คอนโทรล ActiveX (ActiveX controls)

2. คอนโทรล ActiveX (ActiveX controls) เป็นชุดคอนโทรลเพิ่มเติมที่ไม่โครซอฟท์จัดเตรียมไว้ เพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ การเพิ่มคอนโทรลกลุ่มนี้เข้ามาในทูลบ็อกซ์ทำได้โดยเลือกเมนู Project/Components (หรือคลิกขวาตรงแถบทูลบ็อกซ์เลือกคำสั่ง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.2 Form Designer

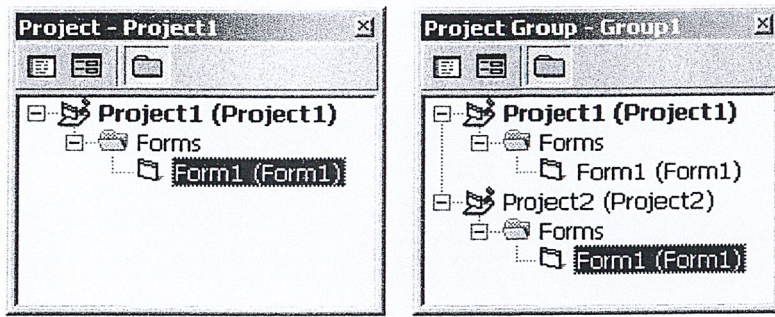
เป็นส่วนที่ใช้ออกแบบการแสดงผลส่วนที่ใช้ติดต่อกับผู้ใช้ ฟอर्मเป็นออบเจกต์แรกที่ถูกเตรียมไว้ให้ใช้งาน คอลโทรลทุกตัวที่ต้องการใช้งานจะต้องนำไปบรรจุไว้ในฟอर्म นำคอลโทรลมาประกอบกันขึ้นเป็นโปรแกรมประยุกต์ ทุกครั้งที่เปิด Visual Basic ขึ้นมา หรือ สร้าง Project ใหม่จะมีฟอर्मว่าง 1 ฟอर्मถูกสร้างเตรียมไว้เสมอ



รูปที่ 3.9 รูปของ Form

3.4.3 Project Explorer

Project Explorer ใช้สำหรับบริหารและจัดการโปรเจกต์ โดยจะแสดงองค์ประกอบของแต่ละโปรเจกต์แบบโครงสร้างต้นไม้ (tree-view) ตัวโปรเจกต์จะหมายถึง โปรแกรมประยุกต์ซึ่งจะอยู่ส่วนบนสุด ถัดมา จะแสดงส่วนประกอบต่าง ๆ ของโปรเจกต์นั้น ๆ ว่าประกอบด้วยอะไรบ้าง เช่น ฟอर्म โมดูล รายงาน เป็นต้น ถ้ามี 2 โปรเจกต์ขึ้นไป ก็จะแสดงแยกออกเป็นส่วนตัวหากอีกโปรเจกต์ ถ้าต้องการใช้งานส่วนใด ของโปรเจกต์ไหนก็สามารถคลิกเลือกได้ทันที ำให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



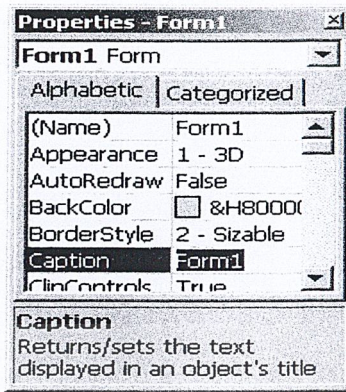
รูปที่ 3.10 Project Explorer แบบโปรเจกต์เดี่ยวและแบบหลายโปรเจกต์

ส่วนประกอบของโปรเจกต์

Project(n)	คือโปรแกรมประยุกต์ที่พัฒนาอยู่ มีนามสกุล .vbproj
Form(n) .frm	เป็นฟอร์มที่มีอยู่ใน โปรเจกต์นั้น ๆ ใน 1 โปรเจกต์อาจมีมากกว่า 1 ฟอร์มก็ได้ มีนามสกุล
Modules	เป็นที่เก็บชุดคำสั่งที่คุณเขียนขึ้นมา โดยจะเก็บชุดคำสั่งที่ใช้บ่อย ๆ มีนามสกุล .bas
Class Modules	เป็นโมดูลชนิดพิเศษที่มีลักษณะเป็นอ็อบเจกต์ ที่สามารถสร้างขึ้นมาได้ จะมีนามสกุล .cls
User controls	เป็นส่วนที่เก็บคอนโทรล ActiveX ที่คุณสร้างขึ้นมา มีนามสกุล .ctl
Designers	เป็นส่วนของรายงานที่ถูกสร้างขึ้นมีนามสกุลเป็น .dsr

3.4.4 Properties Window

หน้าต่างคุณสมบัติเป็นส่วนที่ใช้กำหนดคุณสมบัติของอ็อบเจกต์ที่ถูกเลือก (active) หรือได้รับความสนใจ (focus) อยู่ขณะนั้น ซึ่งสามารถที่จะปรับเปลี่ยนค่าต่าง ๆ ของคอนโทรลเพื่อให้เกิดความเหมาะสม



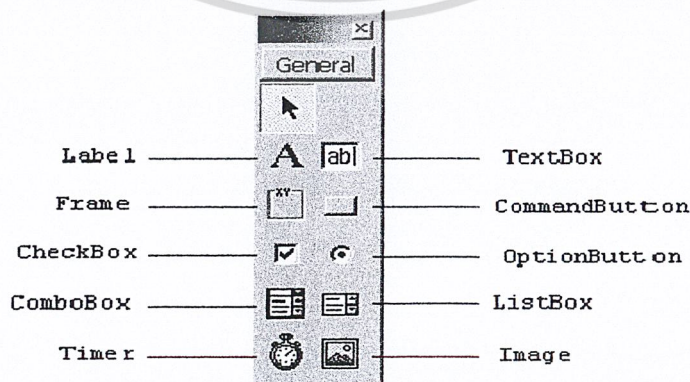
รูปที่ 3.11 Properties Window

3.4.5 ActiveX Control พื้นฐาน

ในการเขียนโปรแกรมเพื่อสร้างโปรแกรมประยุกต์ด้วย Visual Basic นั้น ActiveX Control เป็นส่วนสำคัญที่ทำให้การพัฒนาโปรแกรมเป็นไปด้วยความรวดเร็ว ในบทนี้เราจะได้เรียนรู้การใช้งาน Control เรียนรู้เกี่ยวกับ พร็อพเพอร์ตี้ เมธอด และ อีเวนต์ ของ ActiveX Control พื้นฐาน ของ Visual Basic

การใช้งาน ActiveX Control

ActiveX Control คือเครื่องมือที่ Visual Basic ได้จัดเตรียมไว้ให้นักพัฒนาโปรแกรมเพื่อใช้ในการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ ให้เกิดความง่ายและรวดเร็วในการเขียนโปรแกรม โดย ActiveX Control พื้นฐานที่ Visual Basic เตรียมไว้ที่ถูกลำมาจัดอยู่ในรายชื่อในการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์มีรายละเอียดดังนี้



รูปที่ 3.12 ActiveX Control

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Label : แถบอักษร หรือ แถบข้อความ ใช้เพื่อแสดงข้อความ เมื่อแสดงผลจะไม่สามารถพิมพ์แก้ไขข้อมูลได้ นอกจากจะเขียนชุดคำสั่งกำหนดให้มีการเปลี่ยนแปลง

พรีอปรเตอร์ที่สำคัญของ Label

Name	ใช้สำหรับกำหนดชื่อ
Alignment	ใช้สำหรับกำหนดตำแหน่งของข้อมูลบน
AutoSize	ใช้สำหรับกำหนดขนาดของ Label ให้มีขนาดพอดีกับข้อมูลอัตโนมัติ
BackColor	ใช้สำหรับกำหนดสีพื้น
BackStyle	ใช้สำหรับกำหนดแบบของพื้นหลังให้เป็นแบบทึบหรือโปร่งใส
BorderStyle	ใช้สำหรับกำหนดรูปแบบของเส้นขอบ
Caption	ใช้สำหรับกำหนดข้อความ
DataField	ใช้สำหรับกำหนด Field ที่ต้องการเชื่อมต่อ
DataFormat	ใช้สำหรับกำหนดรูปแบบของการแสดงผลข้อมูล ใน Label
DataSource	ใช้สำหรับกำหนดแหล่งข้อมูลหรือตารางที่ต้องการเชื่อมต่อ
Enabled	ใช้สำหรับกำหนดให้สามารถใช้งานได้
Font	ใช้สำหรับกำหนดรูปแบบตัวอักษร
ForeColor	ใช้สำหรับกำหนดสีตัวอักษร
ToolTipText	ใช้สำหรับแสดงข้อความอธิบายเพิ่มเติม
Visible	ใช้สำหรับกำหนดให้ซ่อนหรือแสดง Label

อีเวนต์ที่สำคัญของ Label

Click เป็นเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นเมื่อมีการ Click Mouse ที่ Label

TextBox : กรอบข้อความ ใช้สำหรับรับข้อมูล ขณะที่ทำการประมวลผล

พรีอปรเตอร์ที่สำคัญของ TextBox

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Name	ใช้สำหรับกำหนดชื่อ
Alignment	ใช้สำหรับกำหนดตำแหน่งของข้อมูล
BackColor	ใช้สำหรับกำหนดสีพื้น
BorderStyle	ใช้สำหรับกำหนดรูปแบบของเส้นขอบ
Caption	ใช้สำหรับกำหนดข้อความ
DataField	ใช้สำหรับกำหนด Field ที่ต้องการเชื่อมต่อ
DataFormat	ใช้สำหรับกำหนดรูปแบบของการแสดงผลข้อมูลใน TextBox
Font	ใช้สำหรับกำหนดรูปแบบตัวอักษร
DataSource	ใช้สำหรับกำหนดแหล่งข้อมูลหรือตารางที่ต้องการเชื่อมต่อ
ForeColor	ใช้สำหรับกำหนดสีตัวอักษร
Enabled	ใช้สำหรับกำหนดให้สามารถใช้งานได้
Index	ใช้สำหรับกำหนดลำดับสมาชิกของ TextBox กรณีที่กำหนดให้เป็น Array
Locked	ใช้สำหรับกำหนด TextBox สามารถพิมพ์ข้อมูลได้หรือไม่
MaxLength	ใช้สำหรับกำหนดความยาวของข้อมูลตัวอักษรที่สามารถพิมพ์ได้
MultiLine	ใช้สำหรับกำหนดให้ TextBox สามารถพิมพ์ได้หลายบรรทัด
PasswordChar	ใช้สำหรับกำหนดตัวอักษรที่ต้องการให้แสดงขณะที่พิมพ์
ScrollBars	ใช้สำหรับกำหนดให้มี Scroll bars ใน TextBox
TabIndex	ใช้สำหรับกำหนดลำดับของ Control ที่ใช้ใน Form
Text	ใช้สำหรับกำหนดข้อความใน TextBox
ToolTipText	ใช้สำหรับแสดงข้อความอธิบายเพิ่มเติม
Visible	ใช้สำหรับกำหนดให้ซ่อนหรือแสดง TextBox

เมธอดที่สำคัญของ TextBox

SetFocus เป็นการกำหนดให้รอรับข้อมูลที่ TextBox

อีเวนต์ที่สำคัญของ TextBox

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้บริการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Change	เป็นเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นเมื่อข้อมูลของ TextBox มีการเปลี่ยนแปลง
GotFocus	เป็นเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นเมื่อ TextBox เริ่มถูกใช้งาน
KeyPress	เป็นเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นเมื่อมีการกดปุ่มใด ๆ บนคีย์บอร์ด
LostFocus	เป็นเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นเมื่อ TextBox ถูกเลิกใช้งาน

Frame : กรอบ ทำหน้าที่แยกกลุ่มของ ActiveX Control ออกเป็นกลุ่ม ๆ โดย Frame จะสามารถบรรจุ Control ต่าง ๆ เอาไว้ภายในได้

พรีออปเตอร์ที่สำคัญของ Frame

Name	ใช้สำหรับกำหนดชื่อ
BackColor	ใช้สำหรับกำหนดสีพื้น
BorderStyle	ใช้สำหรับกำหนดรูปแบบของเส้นขอบ
Caption	ใช้สำหรับกำหนดข้อความ
Font	ใช้สำหรับกำหนดรูปแบบตัวอักษร
ForeColor	ใช้สำหรับกำหนดสีตัวอักษร
ToolTipText	ใช้สำหรับแสดงข้อความอธิบายเพิ่มเติม
Visible	ใช้สำหรับกำหนดให้ซ่อนหรือแสดง Frame

CommandButton : ปุ่มกด ใช้สำหรับรองรับการกดปุ่ม <Enter> หรือ คลิกเมาส์ เพื่อให้เกิดการทำงาน บางครั้งเราจะเรียกสั้น ๆ ว่า Button

พรีออปเตอร์ที่สำคัญของ CommandButton

Name	ใช้สำหรับกำหนดชื่อ
BackColor	ใช้สำหรับกำหนดสีพื้น
Caption	ใช้สำหรับกำหนดข้อความ
Font	ใช้สำหรับกำหนดรูปแบบตัวอักษร
Picture	ใช้สำหรับกำหนดรูปภาพบน CommandButton

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Style	ใช้สำหรับกำหนดรูปแบบของปุ่มให้สามารถใช้งาน Graphic ได้หรือไม่
TabIndex	ใช้สำหรับกำหนดลำดับของ Control ที่ใช้ใน Form
ToolTipText	ใช้สำหรับแสดงข้อความอธิบายเพิ่มเติม
Visible	ใช้สำหรับกำหนดให้ซ่อนหรือแสดง CommandButton

เมธอดที่สำคัญของ CommandButton

SetFocus เป็นการกำหนดให้รอรับการ Click หรือ กดปุ่ม <Enter> ที่ CommandButton

อีเวนต์ที่สำคัญของ CommandButton

Click	เป็นเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นเมื่อมีการกดปุ่ม
GotFocus	เป็นเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นเมื่อ CommandButton เริ่มถูกใช้งาน
LostFocus	เป็นเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นเมื่อ CommandButton ถูกเลิกใช้งาน

OptionButton : ตัวเลือกบังคับเลือกใช้ บังคับเลือกข้อมูล โดยสามารถเลือกข้อมูลได้เพียงค่าเดียวในกลุ่มเดียวกัน

พรีอเพอร์ตีที่สำคัญของ OptionButton

Name	ใช้สำหรับกำหนดชื่อ
Alignment	ใช้สำหรับกำหนดตำแหน่งของข้อมูลบน OptionButton
BackColor	ใช้สำหรับกำหนดสีพื้น
Caption	ใช้สำหรับกำหนดข้อความ
Font	ใช้สำหรับกำหนดรูปแบบตัวอักษร
ForeColor	ใช้สำหรับกำหนดสีตัวอักษร
Index y	ใช้สำหรับกำหนดลำดับสมาชิกของ OptionButton กรณีที่กำหนดให้เป็น Array
Style	ใช้สำหรับกำหนดรูปแบบของ OptionButton
ToolTipText	ใช้สำหรับแสดงข้อความอธิบายเพิ่มเติม
Value	ใช้สำหรับกำหนดค่าการเลือก
Visible	ใช้สำหรับกำหนดให้ซ่อนหรือแสดง OptionButton

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมธอดที่สำคัญของ **OptionButton**

SetFocus ใช้สำหรับกำหนดให้รอรับการเลือกข้อมูลที่ **OptionButton**

อีเวนต์ที่สำคัญของ **OptionButton**

Click	เป็นเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นเมื่อมีการกดปุ่ม
GotFocus	เป็นเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นเมื่อ OptionButton เริ่มถูกใช้งาน
KeyPress	เป็นเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นเมื่อมีการกดปุ่มใดๆ บนคีย์บอร์ด
LostFocus	เป็นเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นเมื่อ OptionButton ถูกเลิกใช้งาน

Image : รูปภาพ ใช้สำหรับแสดงรูปภาพ

พรีอเพอร์ตีที่สำคัญของ **Image**

Name	ใช้สำหรับกำหนดชื่อ
BorderStyle	ใช้สำหรับกำหนดรูปแบบของเส้นขอบ
Index	ใช้สำหรับกำหนดลำดับสมาชิกของ Image กรณีที่กำหนดให้เป็น Array
Picture	ใช้สำหรับกำหนดรูปภาพบน Image
Stretch	ใช้สำหรับกำหนดให้ปรับขนาดของรูปภาพให้พอดีกับขนาดของ Image
ToolTipText	ใช้สำหรับแสดงข้อความอธิบายเพิ่มเติม
Visible	ใช้สำหรับกำหนดให้ซ่อนหรือแสดง Image

อีเวนต์ที่สำคัญของ **Image**

Click เป็นเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นเมื่อมีการ **Click Mouse** ที่ **Image**

บทที่ 4

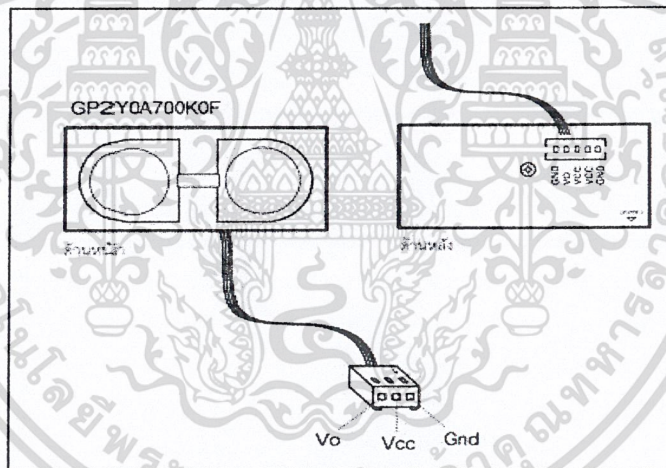
การออกแบบ อินฟราเรดเรดาร์

การออกแบบจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วนหลัก คือ ส่วนของเซนเซอร์และส่วนหน้าจอแสดงผล

4.1 ส่วนของเซนเซอร์ จะเป็นส่วนตรวจจับวัตถุ ทั้งระยะทางที่ตรวจพบ ทิศทางที่ตรวจพบ และลักษณะของวัตถุที่ตรวจพบ โดยประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังนี้

4.1.1 เซนเซอร์วัดระยะทาง (Distance Measuring Sensors)

เซนเซอร์วัดระยะทางที่ใช้เป็น โมดูลสำเร็จรูป จะมีขาสำหรับต่อใช้งาน 3 ขา คือขาสัญญาณ Vo (Analog Output) ,Vcc และ GND โดยมีการจัดเรียงดังรูป 4.1



รูปที่ 4.1 การจัดเรียงขาของเซนเซอร์

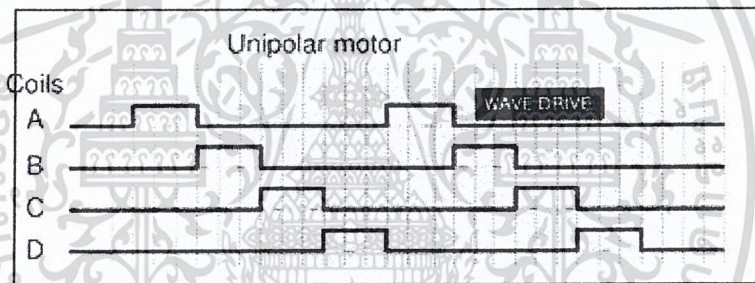
เนื่องจากเอาต์พุตของตัวเซนเซอร์จะได้ออกมาเป็นแรงดันอนาล็อก การที่จะนำมาต่อกับตัวไมโครคอนโทรลเลอร์จะต้องทำการแปลงอนาล็อกเป็นดิจิตอลก่อน แต่เนื่องจากไมโครคอนโทรลเลอร์ที่เลือกใช้มี พอร์ตแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิตอลในตัว สามารถต่อ Vo ของเซนเซอร์เข้าพอร์ตADC ของไมโครคอนโทรลเลอร์ได้โดยตรง โดยเลือกใช้ ADC แบบ 8 บิต ค่าที่ได้จะเป็นค่าตั้งแต่ 0 – 255 โดยจะจ่ายแรงดัน 5 V ให้ ขาVcc

4.1.2 กล้องเว็บแคม(Webcam Camera)

กล้องเว็บแคมเป็นส่วนที่ใช้แสดงลักษณะของวัตถุที่ตรวจพบ โดยการทำงานของกล้องเว็บแคมจะต้องสอดคล้องกับการตรวจพบวัตถุ โดยเมื่อเราตรวจพบวัตถุ โปรแกรมก็จะสั่งให้กล้องเว็บแคมเก็บภาพวัตถุที่พบไว้ กล้องเว็บแคมที่ใช้ จะเป็นแบบ USB พอร์ต ต่อเข้ากับคอมพิวเตอร์ได้โดยตรง

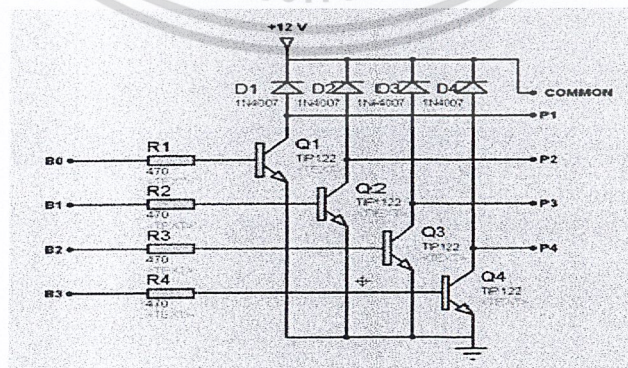
4.1.3 สเต็ปเปอร์มอเตอร์(Stepper Motor)

สเต็ปเปอร์มอเตอร์ ใช้ในการหมุนตัวเซนเซอร์ให้หมุนไปรอบๆ ตามที่เราโปรแกรม โดยเลือกใช้สเต็ปเปอร์มอเตอร์ที่มีความละเอียดสูง เพื่อจะได้ตรวจจับวัตถุได้ละเอียดมากขึ้น สเต็ปเปอร์มอเตอร์ที่เลือกใช้ ความละเอียด 1.8 องศาต่อสเต็ป แรงดัน 12 V กระแส 2 A และทำการควบคุมให้หมุนแบบ 1 เฟส



รูปที่ 4.2 สัญญาณควบคุมสเต็ปเปอร์มอเตอร์ให้หมุนแบบ 1 เฟส

โดยเลือกใช้ วงจรทรานซิสเตอร์มาขับสเต็ปเปอร์มอเตอร์ ใช้ ทรานซิสเตอร์แบบ เอ็นพีเอ็น (NPN)เบอร์TIP122 สามารถขับกระแสได้ 5 A ($I_B=120\text{ mA}$, $\beta=1000$)

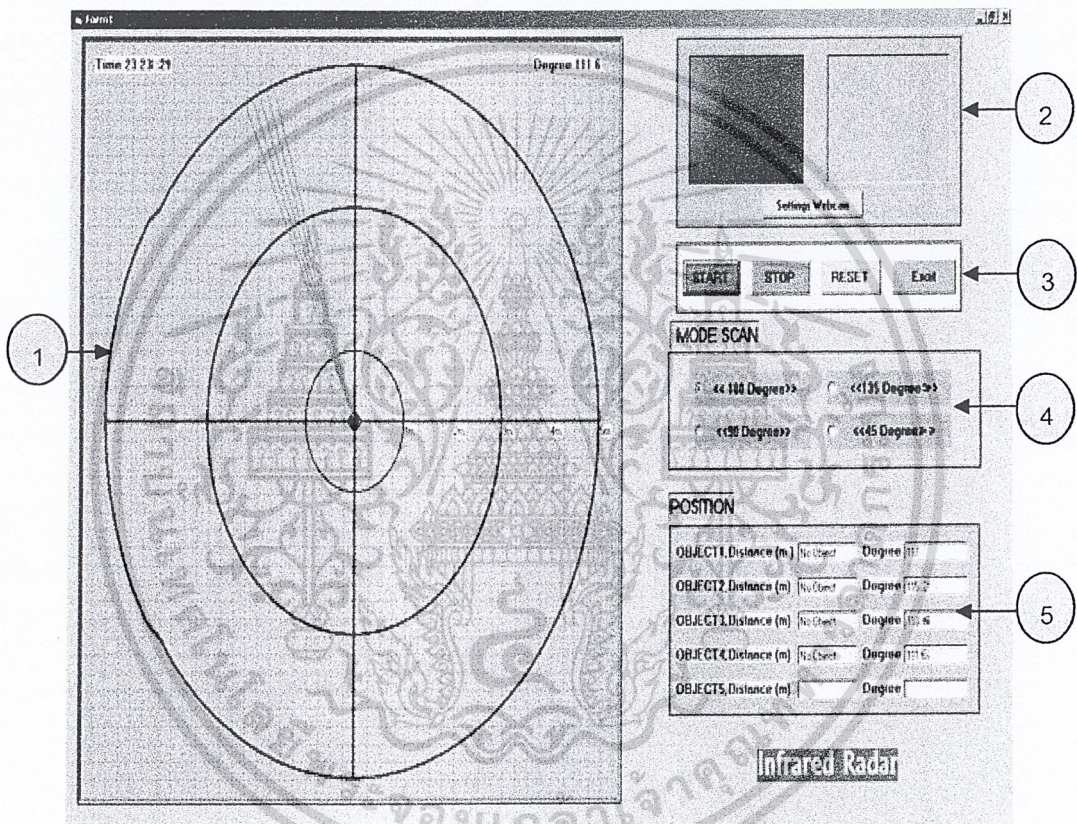


รูปที่ 4.3 วงจรขับสเต็ปเปอร์มอเตอร์โดยใช้ทรานซิสเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ส่วนหน้าจอแสดงผล

ส่วนของหน้าจอแสดงผลจะทำการออกแบบโดยใช้โปรแกรม Visual Basic 6.0 ในการแสดงผล โดยแสดงการหมุนของสเต็ปเปอร์มอเตอร์ แสดงระยะวัตถุที่พบตามมุมที่สเต็ปเปอร์มอเตอร์หมุนไป พร้อมทั้งแสดงภาพจากกล้องเว็บแคมโดยจะหมุนตามสเต็ปเปอร์มอเตอร์ รวมทั้งการเก็บภาพวัตถุที่ตรวจพบแล้วบันทึกลงบนคอมพิวเตอร์



รูปที่ 4.4 หน้าจอแสดงผล

ส่วนของหน้าจอแสดงผลได้แบ่งออกเป็น 5 ส่วนหลักๆ โดยทุกส่วนจะต้องเชื่อมโยงกับไมโครคอนโทรลเลอร์ทั้งสิ้น

ส่วนที่ 1 ส่วนแสดงการหมุนของเซนเซอร์ โดยจะจำลองการหมุนของเซนเซอร์ว่าปัจจุบันเซนเซอร์อยู่ที่ตำแหน่งใด หมุนไปในทิศทางใด พร้อมกับแสดงระยะทางของวัตถุที่ตรวจพบ โดยแสดงเป็นจุดสีแดง ขึ้นบนหน้าจอ

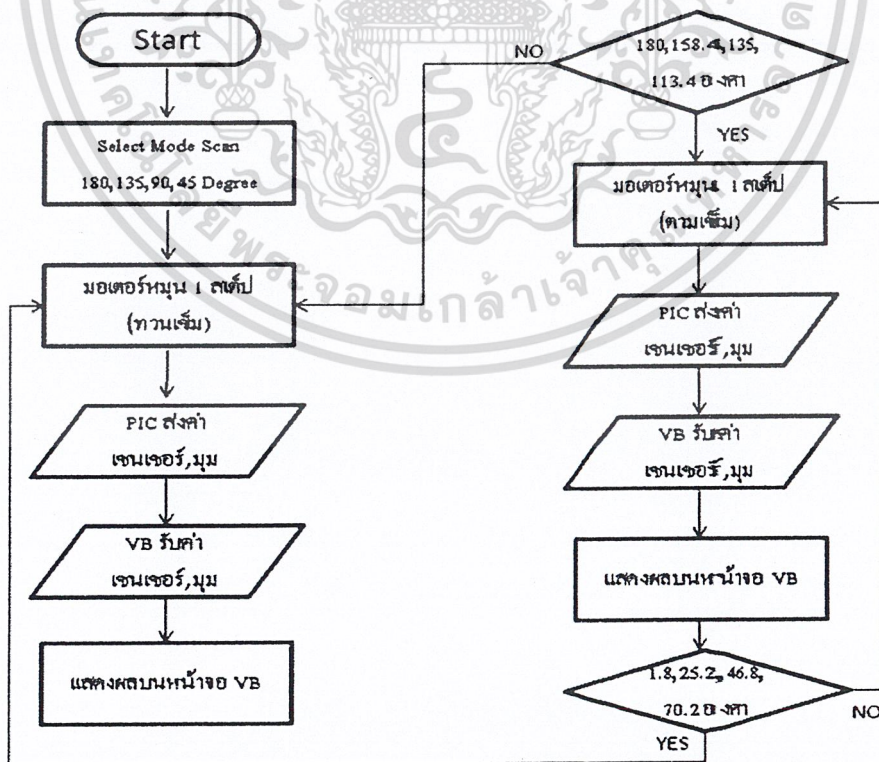
ส่วนที่2 ส่วนแสดงภาพจากกล้องเว็บแคม เมื่อกล้องเว็บแคม หมุน ไปพร้อมกับเซนเซอร์ก็ จะทำให้ เราเห็นสภาพพื้นที่ ที่เซนเซอร์นั้นหมุนตรวจจับวัตถุ เมื่อมีวัตถุเข้ามาใกล้กล้องเว็บแคมก็จะเก็บภาพวัตถุ ไว้ แล้วบันทึกลงบนคอมพิวเตอร์

ส่วนที่3 ปุ่มควบคุม เป็นปุ่มในการควบคุมการทำงานของเซนเซอร์และส่วนของหน้าจอแสดงผล เอง เช่น สั่งให้เริ่มตรวจจับวัตถุ สั่งรีเฟรชหน้าจอ หรือออกจาก โปรแกรม เป็นต้น

ส่วนที่4 มีไว้สำหรับให้เลือกโหมดในการตรวจจับวัตถุ โดยมี 4 ปุ่ม คือ 180 องศา, 135 องศา, 90 องศาและ 45 องศา

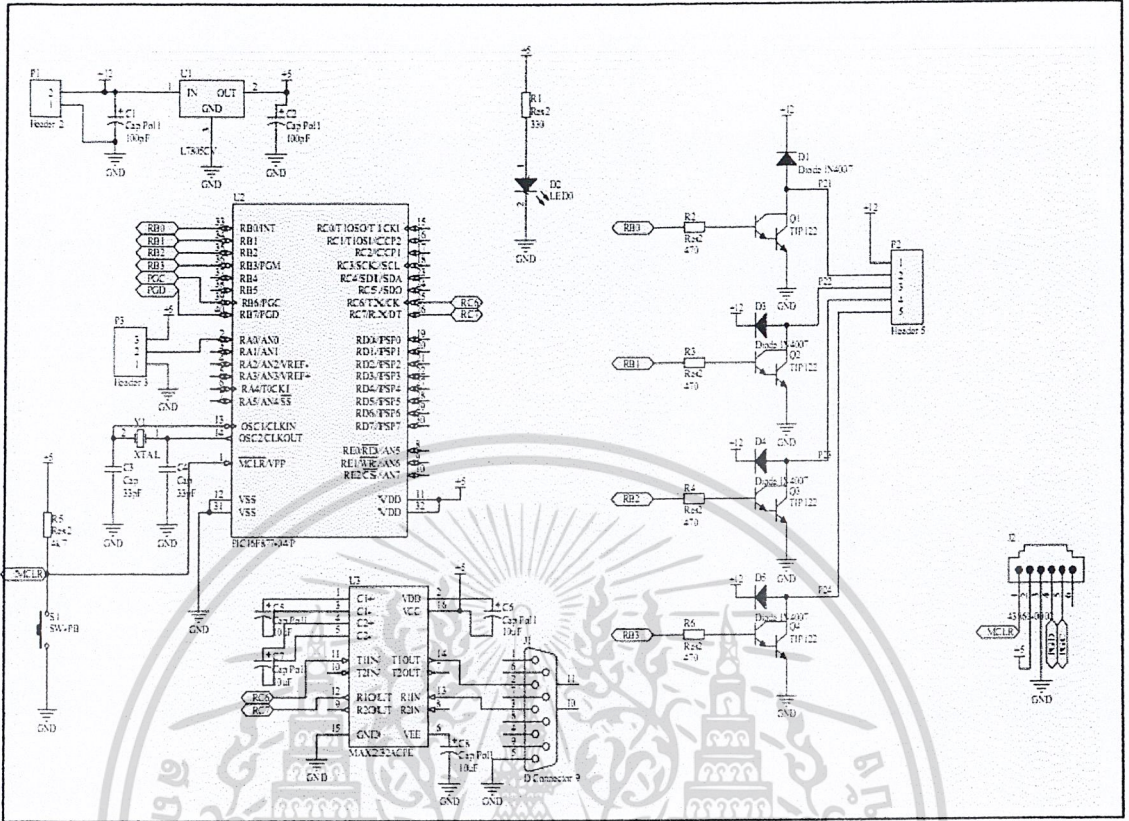
ส่วนที่5 ส่วนที่ระบุตำแหน่ง โดยเมื่อตรวจพบวัตถุ วัตถุก็จะแสดงจุดสีแดง ที่หน้าจอหลักแล้วส่วน นี้จะแสดงระยะทางและทิศทางของวัตถุนี้ อีกที โดยจะบันทึกทีละ 5 ตำแหน่งแล้วจะเคลียร์ค่าเก่า ทิ้ง แล้วเริ่มใหม่

โดยการทำงานของตัวอินฟราเรดเรดาร์นี้ต้องทำงานให้สอดคล้องกันทั้ง 2 ส่วน ส่วนของเซนเซอร์ จะต้องเชื่อมต่อกับส่วนหน้าจอแสดงผลอย่างเป็นระบบ



รูปที่ 4.5 Flow Chart การทำงานของส่วนของอินฟราเรด เรดาร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.6 วงจรอินฟราเรดเรดาร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

ผลการทดลอง

5.1 การทดลองวัดความแน่นนอนของเซนเซอร์

ในการทดลอง เราทำการทดลองที่ตัวเซนเซอร์โดย วัดที่ระยะทางต่างๆ ซ้ำหลายๆครั้ง เพื่อจะดูว่า V_o ที่ออกมาจากเซนเซอร์ มีความแน่นนอนมากน้อยเพียงใด โดยแสดงดังตารางที่ 5.1

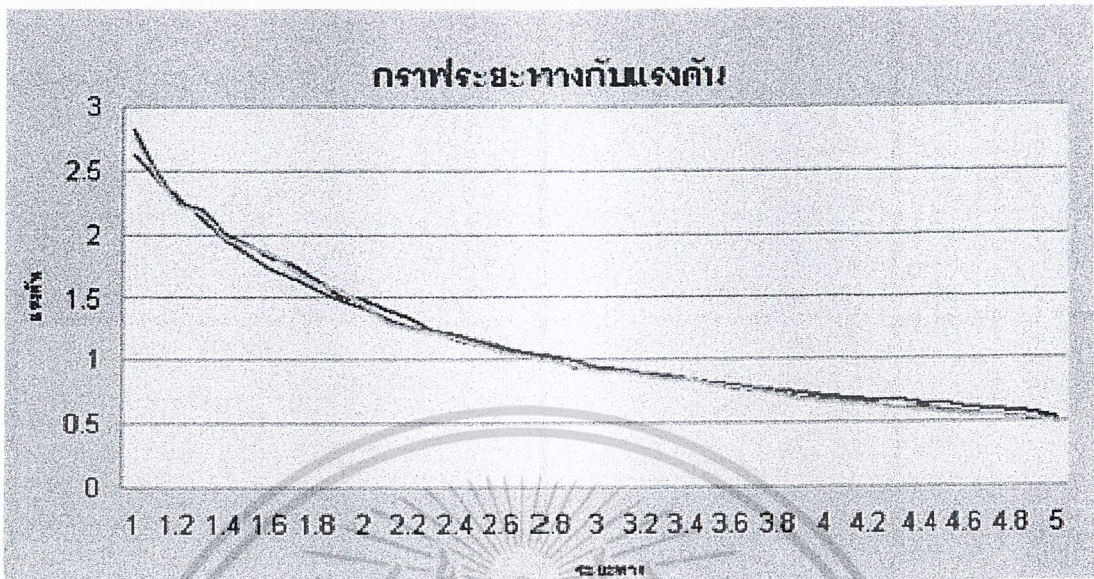
ระยะทาง (เซนติเมตร)	V_o ครั้งที่1 (V.)	V_o ครั้งที่2 (V.)	V_o ครั้งที่2 (V.)	ค่าเฉลี่ย (V.)
100	2.62	2.82	2.75	2.73
110	2.42	2.46	2.43	2.44
120	2.28	2.24	2.22	2.25
130	2.11	2.19	2.17	2.16
140	1.95	2	1.97	1.97
150	1.85	1.92	1.9	1.89
160	1.72	1.81	1.84	1.79
170	1.64	1.75	1.7	1.70
180	1.56	1.63	1.6	1.60
190	1.47	1.51	1.55	1.51
200	1.41	1.48	1.45	1.45
210	1.32	1.4	1.3	1.34
220	1.27	1.34	1.25	1.29
230	1.23	1.24	1.22	1.23
240	1.16	1.2	1.18	1.18
250	1.12	1.15	1.12	1.13
260	1.09	1.11	1.06	1.09
270	1.06	1.05	1.04	1.05
280	1.03	1	0.99	1.01
290	1	0.95	0.96	0.97
300	0.94	0.94	0.92	0.93

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

310	0.92	0.93	0.91	0.92
320	0.88	0.9	0.89	0.89
330	0.87	0.88	0.86	0.87
340	0.86	0.85	0.85	0.85
350	0.82	0.82	0.8	0.81
360	0.78	0.8	0.79	0.79
370	0.76	0.78	0.76	0.77
380	0.73	0.76	0.73	0.74
390	0.7	0.74	0.69	0.71
400	0.68	0.72	0.67	0.69
410	0.67	0.7	0.65	0.67
420	0.65	0.69	0.64	0.66
430	0.63	0.68	0.62	0.64
440	0.62	0.66	0.6	0.63
450	0.6	0.65	0.58	0.61
460	0.58	0.63	0.57	0.59
470	0.57	0.61	0.57	0.58
480	0.55	0.6	0.56	0.57
490	0.53	0.58	0.54	0.55
500	0.52	0.53	0.5	0.52

ตารางที่ 5.1 ค่า V_0 ที่ระยะทางต่างๆ

จากค่าแรงดันต่อระยะทางในตารางที่ 5.1 นำมาสร้างเป็นรูปกราฟดังแสดงในรูปที่ 5.1 โดยเส้นกราฟจะมี 3 สี สีแดง คือ V_0 ครั้งที่ 1, สีเขียว คือ V_0 ครั้งที่ 2, สีน้ำเงิน คือ V_0 ครั้งที่ 3



รูปที่ 5.1 กราฟระยะทางกับแรงค้ำ

5.2 การทดลองความแม่นยำของเซนเซอร์

ในการทดลอง จะวัดโดยนำวัตถุไปไว้ที่ระยะต่างๆ แล้วดูค่าระยะทางที่เซนเซอร์วัดได้

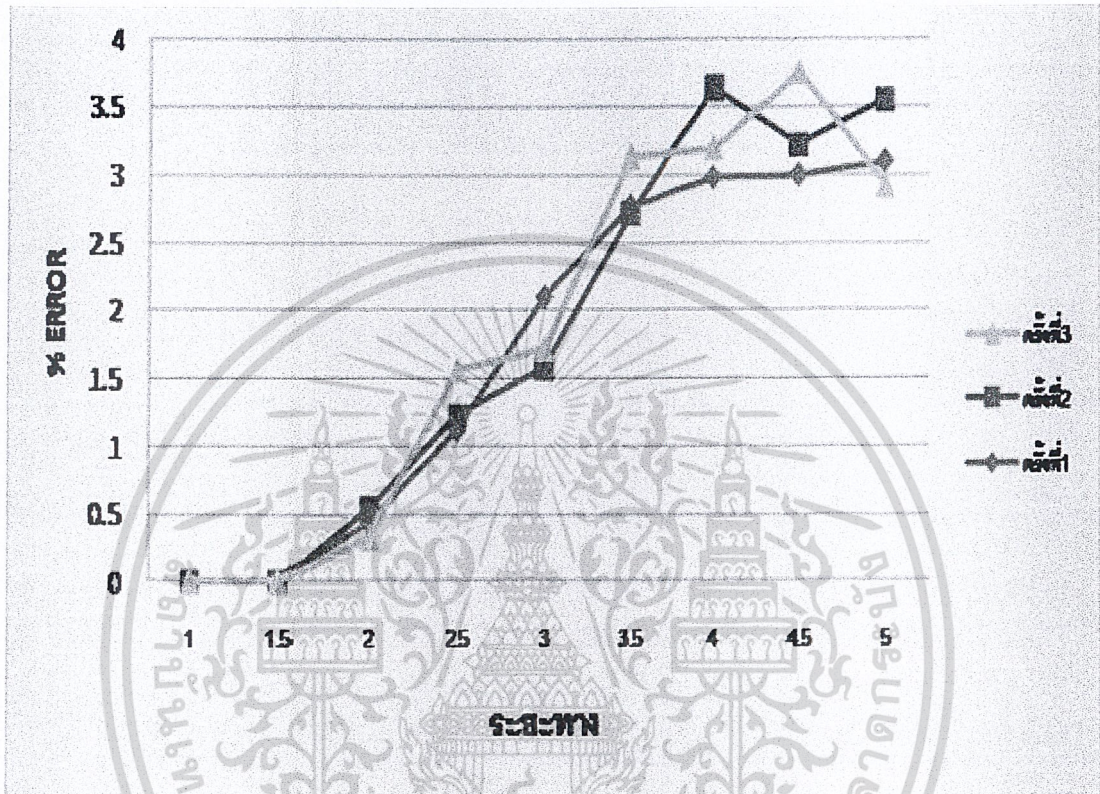
ระยะทางจริง (cm.)	ครั้งที่ 1 (cm.)	ครั้งที่ 2 (cm.)	ครั้งที่ 3 (cm.)	ค่าเฉลี่ย (cm.)	Error (%)
100	98.92	99.10	97.63	98.55	1.45
110	108.24	109.35	108.19	108.59	1.28
120	118.78	117.65	118.35	118.26	1.45
130	128.56	127.91	129.04	128.50	1.15
140	137.94	138.69	138.72	138.45	1.12
150	148.27	147.76	148.19	148.07	1.28
160	157.54	158.95	157.61	158.03	1.23
170	167.43	166.67	167.85	167.32	1.58
180	176.43	175.56	176.12	176.04	2.20
190	185.65	186.94	187.61	186.73	1.72
200	194.75	196.29	194.92	195.32	2.34
210	203.85	204.67	204.91	204.48	2.63
220	212.28	213.67	213.87	213.27	3.06

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

230	223.87	224.59	224.26	224.24	2.50
240	235.83	233.24	233.57	234.21	2.41
250	243.81	244.69	243.91	244.14	2.35
260	252.47	253.94	253.65	253.35	2.56
270	264.77	264.16	263.82	264.25	2.13
280	272.59	273.81	273.44	273.28	2.40
290	228.66	281.28	285.82	283.92	2.10
300	291.29	293.47	292.58	292.45	2.52
310	303.30	302.28	303.73	303.10	2.22
320	311.29	312.94	313.67	312.63	2.30
330	321.11	322.40	324.81	322.77	2.19
340	332.42	332.18	333.10	332.57	2.19
350	341.19	342.58	342.38	342.05	2.27
360	350.94	352.81	352.69	352.15	2.18
370	361.10	362.22	362.55	361.96	2.17
380	370.73	371.22	371.56	371.17	2.32
400	391.90	391.15	391.06	391.36	2.16
410	401.10	400.78	401.19	401.02	2.19
420	411.11	412.07	411.47	411.55	2.01
430	419.63	420.59	421.88	420.70	2.16
440	428.44	431.58	432.05	430.60	2.14
450	440.18	439.94	441.17	440.43	2.13
460	451.58	450.73	450.28	450.86	2.00
470	459.83	461.43	460.94	460.73	1.97
480	471.14	468.94	470.03	470.04	2.08
490	481.11	480.59	480.09	480.60	1.92
500	491.29	488.63	489.00	489.64	2.07

ตารางที่ 5.2 ค่าระยะทางจริงกับระยะทางที่วัดได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.2 กราฟแสดงความคลาดเคลื่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6

สรุปผลการทดลอง

6.1 สรุปผลการทดลอง

จากการทดสอบเพื่อหาค่าแห่งและระยะทางของวัตถุที่อยู่รอบๆเรดาร์โดยทำการทดลองซ้ำกัน 3 รอบพบว่า ระยะทางที่วัตถุอยู่ห่างออกไป 100-200 เซนติเมตร เรดาร์จะสามารถระบุตำแหน่งและระยะทางได้ค่อนข้างแม่นยำโดยมีความผิดพลาดน้อยมาก และระยะทางตั้งแต่ 300-500 เซนติเมตร เรดาร์ระบุตำแหน่งได้แม่นยำแต่การระบุระยะทางจะมีความผิดพลาดเกิดขึ้นเล็กน้อย จึงสรุปได้ว่าเรดาร์นี้มีการระบุตำแหน่งและระยะทางได้เที่ยงตรงและแม่นยำ สามารถนำมาใช้งานจริงได้

6.2 วิจารณ์ผลการทดลอง

จากการทดลองอินฟราเรดเรดาร์ จะมีปัญหาเกิดขึ้นคือ เรื่องการส่งข้อมูล การรับข้อมูล เมื่อทำการตรวจจับวัตถุไปเรื่อยๆ หน้าจอแสดงผลแสดงผลไม่ทัน ทำให้เกิดการดำเนินงานที่ไม่สอดคล้องกันระหว่างตัวเซนเซอร์จริงๆกับการจำลองการหมุนที่แสดงบนหน้าจอแสดงผล

บรรณานุกรม

- 1) ประจันต์ พลังสันติกุล, PIC Work, บริษัท แอปซอพท์เทคโนโลยี จำกัด
- 2) คอนสัน ปงผาบ, ไมโครคอนโทรลเลอร์ PICและการประยุกต์ใช้งาน, สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี(ไทย-ญี่ปุ่น)
- 3) สมศักดิ์ ศรีขจรเกียรติ,เรียน Visaul Basic ด้วยตนเอง, บิблиโอไฟล์ พับลีซซิ่ง
- 4) ธาริน สิทธิธรรมชารี,สร้างโปรแกรมบนวินโดวส์ด้วย Visual Basic version 6.0, ซิมพลิฟาย





เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PLASTIC MEDIUM-POWER COMPLEMENTARY SILICON TRANSISTORS

...designed for general-purpose amplifier and low speed switching applications

FEATURES:

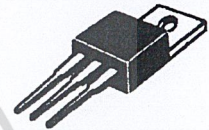
- * Collector-Emitter Sustaining Voltage-
 $V_{CE(SUS)}$ = 60 V (Min) - TIP120, TIP125
 = 80 V (Min) - TIP121, TIP126
 = 100 V (Min) - TIP122, TIP127
- * Collector-Emitter Saturation Voltage
 $V_{CE(SAT)}$ = 2.0 V (Max.) @ $I_C = 3.0$ A
- * Monolithic Construction with Built-in Base-Emitter Shunt Resistor

NPN	PNP
TIP120	TIP125
TIP121	TIP126
TIP122	TIP127

5.0 AMPERE
DARLINGTON
COMPLEMENTARY SILICON
POWER TRANSISTORS
60-100 VOLTS
65 WATTS

MAXIMUM RATINGS

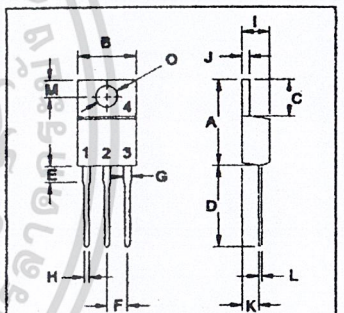
Characteristic	Symbol	TIP120 TIP125	TIP121 TIP126	TIP122 TIP127	Unit
Collector-Emitter Voltage	V_{CEO}	60	80	100	V
Collector-Base Voltage	V_{CBO}	60	80	100	V
Emitter-Base Voltage	V_{EBO}		5.0		V
Collector Current-Continuous -Peak	I_C I_{CM}		5.0 8.0		A
Base Current	I_B		120		mA
Total Power Dissipation @ $T_C = 25^\circ\text{C}$ Derate above 25°C	P_D		65 0.52		W W/ $^\circ\text{C}$
Operating and Storage Junction Temperature Range	T_J, T_{STG}		-65 to +150		$^\circ\text{C}$



TO-220

THERMAL CHARACTERISTICS

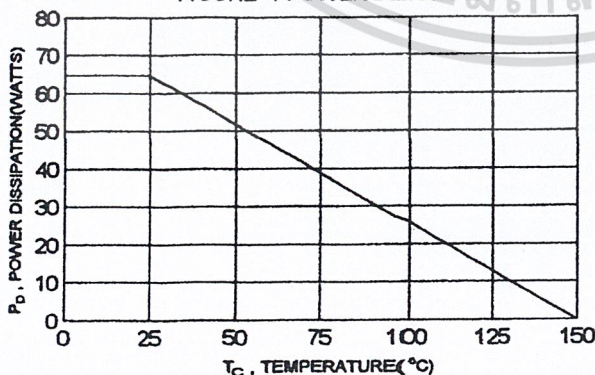
Characteristic	Symbol	Max	Unit
Thermal Resistance Junction to Case	$R_{\theta jc}$	1.92	$^\circ\text{C}/\text{W}$



PIN 1.BASE
2.COLLECTOR
3.EMITTER
4.COLLECTOR(CASE)

DIM	MILLIMETERS	
	MIN	MAX
A	14.68	15.31
B	9.78	10.42
C	5.01	6.52
D	13.06	14.62
E	3.57	4.07
F	2.42	3.66
G	1.12	1.36
H	0.72	0.96
I	4.22	4.98
J	1.14	1.38
K	2.20	2.97
L	0.33	0.55
M	2.48	2.98
O	3.70	3.90

FIGURE -1 POWER DERATING



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TIP120, TIP121, TIP122 NPN / TIP125, TIP126, TIP127 PNP

ELECTRICAL CHARACTERISTICS ($T_c = 25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted)

Characteristic	Symbol	Min	Max	Unit
----------------	--------	-----	-----	------

OFF CHARACTERISTICS

Collector - Emitter Sustaining Voltage (1) ($I_c = 30\text{ mA}, I_B = 0$)	TIP120,TIP125 TIP121,TIP126 TIP122,TIP127	$V_{CE(sus)}$	60 80 100	V
Collector Cutoff Current ($V_{CE} = 30\text{ V}, I_B = 0$) ($V_{CE} = 40\text{ V}, I_B = 0$) ($V_{CE} = 50\text{ V}, I_B = 0$)	TIP120,TIP125 TIP121,TIP126 TIP122,TIP127	I_{CEO}	0.5 0.5 0.5	mA
Collector Cutoff Current ($V_{CB} = 60\text{ V}, I_E = 0$) ($V_{CB} = 80\text{ V}, I_E = 0$) ($V_{CB} = 100\text{ V}, I_E = 0$)	TIP120,TIP125 TIP121,TIP126 TIP122,TIP127	I_{CBO}	0.2 0.2 0.2	mA
Emitter Cutoff Current ($V_{EB} = 5.0\text{ V}, I_C = 0$)		I_{EBO}	2.0	mA

ON CHARACTERISTICS (1)

DC Current Gain ($I_c = 0.5\text{ A}, V_{CE} = 3.0\text{ V}$) ($I_c = 3.0\text{ A}, V_{CE} = 3.0\text{ V}$)		h_{FE}	1000 1000	
Collector-Emitter Saturation Voltage ($I_c = 3.0\text{ A}, I_B = 12\text{ mA}$) ($I_c = 5.0\text{ A}, I_B = 20\text{ mA}$)		$V_{CE(sat)}$	2.0 4.0	V
Base-Emitter On Voltage ($I_c = 3.0\text{ A}, V_{CE} = 3.0\text{ V}$)		$V_{BE(on)}$	2.5	V

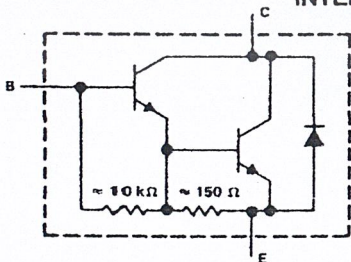
DYNAMIC CHARACTERISTICS

Small-Signal Current Gain ($I_c = 3.0\text{ A}, V_{CE} = 4.0\text{ V}, f = 1.0\text{ MHz}$)		h_{fe}	4.0	
Output Capacitance ($V_{CB} = 10\text{ V}, I_E = 0, f = 0.1\text{ MHz}$)	TIP120,TIP121,TIP122 TIP125,TIP126,TIP127	C_{ob}	300 250	pF

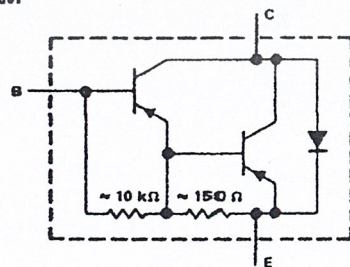
(1) Pulse Test: Pulse width = 300 us , Duty Cycle \leq 2.0%

INTERNAL SCHEMATIC DIAGRAM

NPN
TIP120
TIP121
TIP122



PNP
TIP125
TIP126
TIP127



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FIG-2 SWITCHING TIME

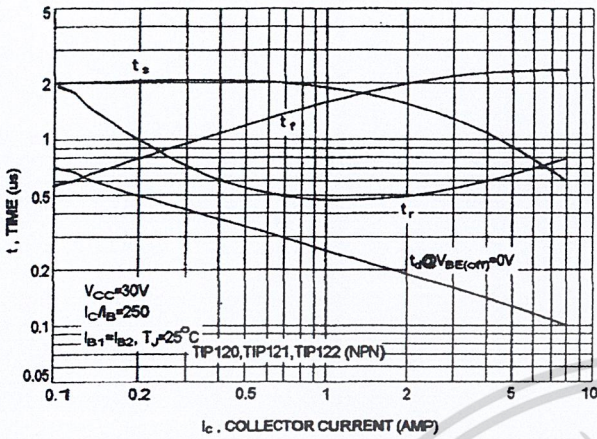


FIG-3 SWITCHING TIME

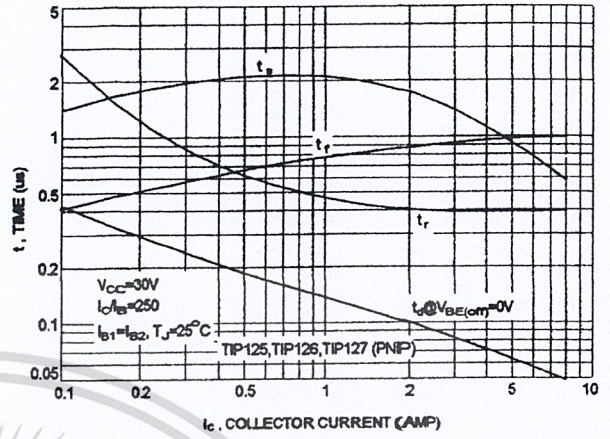


FIG-4 SMALL-SIGNAL CURRENT GAIN

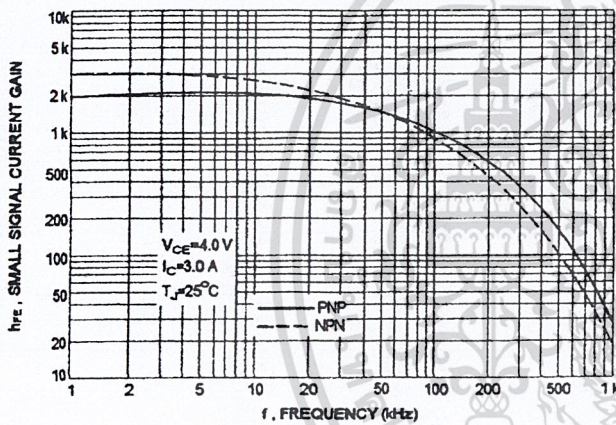


FIG-5 CAPACITANCES

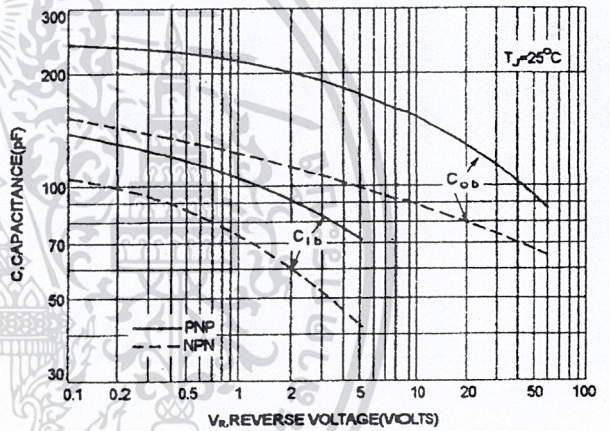
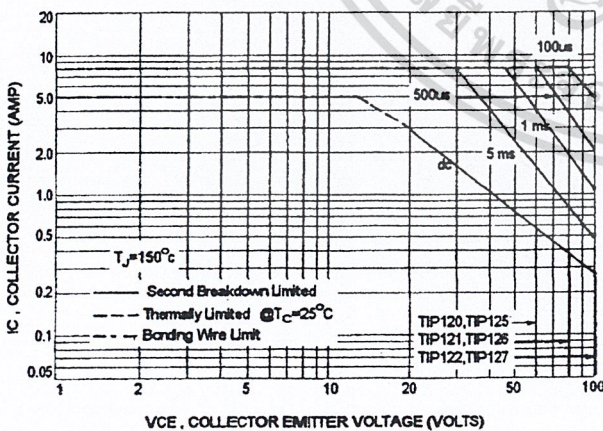


FIG-6 ACTIVE REGION SAFE OPERATING AREA



There are two limitation on the power handling ability of a transistor: average junction temperature and second breakdown safe operating area curves indicate I_c-V_{CE} limits of the transistor that must be observed for reliable operation i.e., the transistor must not be subjected to greater dissipation than curves indicate.

The data of FIG-6 is base on T_{J(PK)}=150°C; T_C is variable depending on power level. second breakdown pulse limits are valid for duty cycles to 10% provided T_{J(PK)} ≤ 150°C. At high case temperatures, thermal limitation will reduce the power that can be handled to values less than the limitations imposed by second breakdown.

NPN TIP120, TIP121, TIP122

PNP TIP125, TIP126, TIP127

FIG-7 DC CURRENT GAIN

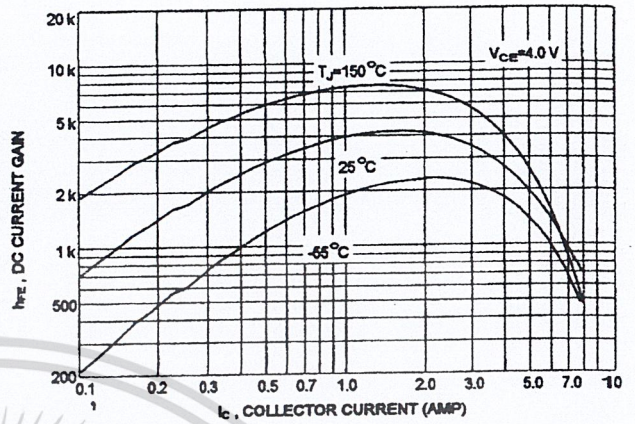
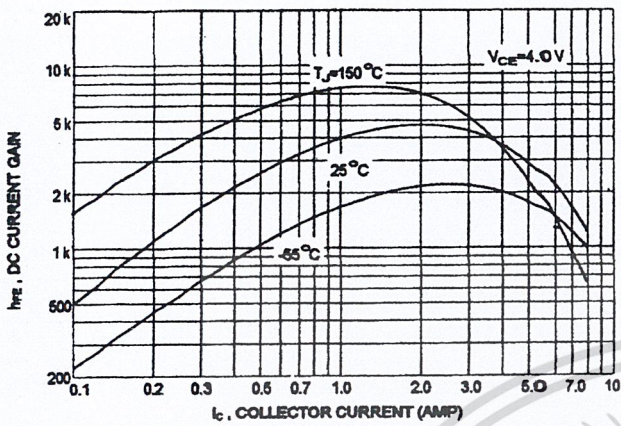


FIG-8 COLLECTOR SATURATION REGION

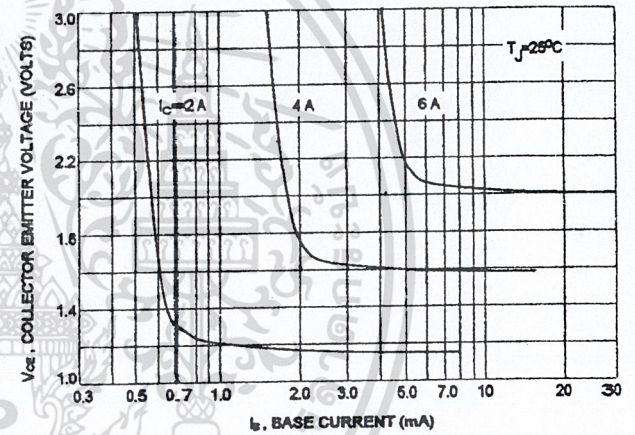
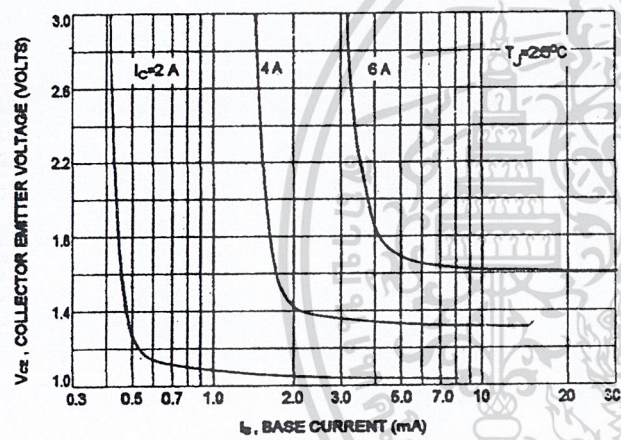
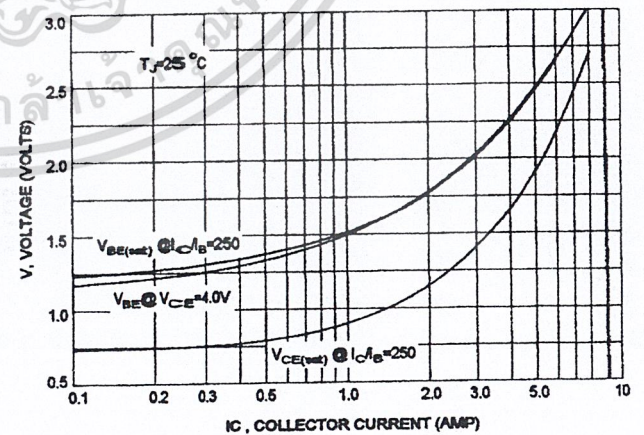
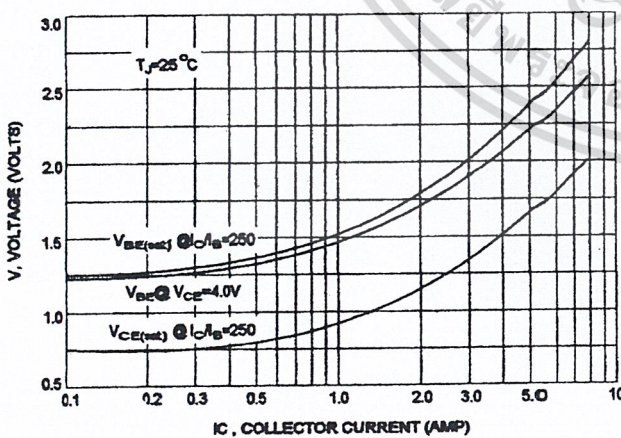


FIG-9 "ON" VOLTAGES



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Axial Lead Standard Recovery Rectifiers

This data sheet provides information on subminiature size, axial lead mounted rectifiers for general-purpose low-power applications.

Mechanical Characteristics

- Case: Epoxy, Molded
- Weight: 0.4 gram (approximately)
- Finish: All External Surfaces Corrosion Resistant and Terminal Leads are Readily Solderable
- Lead and Mounting Surface Temperature for Soldering Purposes: 220°C Max. for 10 Seconds, 1/16" from case
- Shipped in plastic bags, 1000 per bag.
- Available Tape and Reeled, 5000 per reel, by adding a "RL" suffix to the part number
- Polarity: Cathode Indicated by Polarity Band
- Marking: 1N4001, 1N4002, 1N4003, 1N4004, 1N4005, 1N4006, 1N4007

**1N4001
thru
1N4007**

1N4004 and 1N4007 are
Motorola Preferred Devices

**LEAD MOUNTED
RECTIFIERS
50-1000 VOLTS
DIFFUSED JUNCTION**



MAXIMUM RATINGS

Rating	Symbol	1N4001	1N4002	1N4003	1N4004	1N4005	1N4006	1N4007	Unit
*Peak Repetitive Reverse Voltage Working Peak Reverse Voltage DC Blocking Voltage	V_{RRM} V_{RWM} V_R	50	100	200	400	600	800	1000	Volts
*Non-Repetitive Peak Reverse Voltage (halfwave, single phase, 60 Hz)	V_{RSM}	60	120	240	480	720	1000	1200	Volts
*RMS Reverse Voltage	$V_{R(RMS)}$	35	70	140	280	420	560	700	Volts
*Average Rectified Forward Current (single phase, resistive load, 60 Hz, see Figure 8, $T_A = 75^\circ\text{C}$)	I_O	1.0							Amp
*Non-Repetitive Peak Surge Current (surge applied at rated load conditions, see Figure 2)	I_{FSM}	30 (for 1 cycle)							Amp
Operating and Storage Junction Temperature Range	T_J T_{stg}	- 65 to +175							$^\circ\text{C}$

ELECTRICAL CHARACTERISTICS*

Rating	Symbol	Typ	Max	Unit
Maximum Instantaneous Forward Voltage Drop ($I_F = 1.0$ Amp, $T_J = 25^\circ\text{C}$) Figure 1	v_F	0.93	1.1	Volts
Maximum Full-Cycle Average Forward Voltage Drop ($I_O = 1.0$ Amp, $T_L = 75^\circ\text{C}$, 1 inch leads)	$V_{F(AV)}$	—	0.8	Volts
Maximum Reverse Current (rated dc voltage) ($T_J = 25^\circ\text{C}$) ($T_J = 100^\circ\text{C}$)	I_R	0.05 1.0	10 50	μA
Maximum Full-Cycle Average Reverse Current ($I_O = 1.0$ Amp, $T_L = 75^\circ\text{C}$, 1 inch leads)	$I_{R(AV)}$	—	30	μA

*Indicates JEDEC Registered Data

Preferred devices are Motorola recommended choices for future use and best overall value.

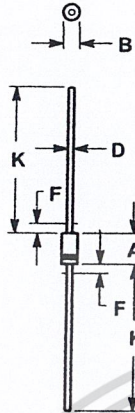
Rev 5

© Motorola, Inc. 1996



ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PACKAGE DIMENSIONS



- NOTES:
1. ALL RULES AND NOTES ASSOCIATED WITH JEDEC DO-41 OUTLINE SHALL APPLY.
 2. POLARITY DENOTED BY CATHODE BAND.
 3. LEAD DIAMETER NOT CONTROLLED WITHIN F DIMENSION.

DIM	MILLIMETERS		INCHES	
	MIN	MAX	MIN	MAX
A	4.07	5.20	0.160	0.205
B	2.04	2.71	0.080	0.107
D	0.71	0.86	0.028	0.034
F	—	1.27	—	0.050
K	27.94	—	1.100	—

CASE 59-03
(DO-41)
ISSUE M

Motorola reserves the right to make changes without further notice to any products herein. Motorola makes no warranty, representation or guarantee regarding the suitability of its products for any particular purpose, nor does Motorola assume any liability arising out of the application or use of any product or circuit, and specifically disclaims any and all liability, including without limitation consequential or incidental damages. "Typical" parameters which may be provided in Motorola data sheets and/or specifications can and do vary in different applications and actual performance may vary over time. All operating parameters, including "Typicals" must be validated for each customer application by customer's technical experts. Motorola does not convey any license under its patent rights nor the rights of others. Motorola products are not designed, intended, or authorized for use as components in systems intended for surgical implant into the body, or other applications intended to support or sustain life, or for any other application in which the failure of the Motorola product could create a situation where personal injury or death may occur. Should Buyer purchase or use Motorola products for any such unintended or unauthorized application, Buyer shall indemnify and hold Motorola and its officers, employees, subsidiaries, affiliates, and distributors harmless against all claims, costs, damages, and expenses, and reasonable attorney fees arising out of, directly or indirectly, any claim of personal injury or death associated with such unintended or unauthorized use, even if such claim alleges that Motorola was negligent regarding the design or manufacture of the part. Motorola and are registered trademarks of Motorola, Inc. Motorola, Inc. is an Equal Opportunity/Affirmative Action Employer.

Mfax is a trademark of Motorola, Inc.

How to reach us:

USA/EUROPE/Locations Not Listed: Motorola Literature Distribution;
P.O. Box 5405, Denver, Colorado 80217. 303-675-2140 or 1-800-441-2447

JAPAN: Nippon Motorola Ltd.: SPD, Strategic Planning Office, 4-32-1,
Nishi-Gotanda, Shinagawa-ku, Tokyo 141, Japan. 81-3-5487-8488

Mfax™: RMFAX0@email.sps.mot.com - TOUCHTONE 602-244-6609
- US & Canada ONLY 1-800-774-1848

ASIA/PACIFIC: Motorola Semiconductors H.K. Ltd.; 8B Tai Ping Industrial Park,
51 Ting Kok Road, Tai Po, N.T., Hong Kong. 852-26629298

INTERNET: <http://motorola.com/sp>



MOTOROLA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้าน 1N4001/D

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้