

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

รถกู้ภัยบังคับไร้สาย

Wireless Rescue Car



โดย
นาย สุภชาญ ตรัยตรีงศ์สกุล
นาย สุรัชย์ พรหมมีพันธ์
นาย ไทญ์ แสงม่วง

รฟ.
๗๘๓๓๖
๒๕๔๙

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน..... 72689
วัน,เดือน,ปี..... 2.1 ส.ย. 2550

b. 11๗๙ 1๔๐๙
i.....

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รถกู้ภัยบังคับไร้สาย
Wireless Rescue Car



โดย
นาย สุภชาญ ตรีศรีตฤงศ์สกุล รหัส 46010859
นาย สุรัชย์ พรหมมีพันธ์ รหัส 46010869
นาย ไหล่ย์ แสงม่วง รหัส 46010902

อาจารย์ที่ปรึกษา
ผศ.ดร. สุพันธุ์ ตั้งจิตกุศลมัน

ปริญญานิพนธ์สำหรับปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ ปีการศึกษา 2549

ภาควิชา อิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
เรื่อง รถกู้ภัยบังคับไร้สาย(Wireless Rescue Car)

ผู้จัดทำ

1. นาย สุภชาญ ตรีศรีศรีสกุล รหัส 46010859
2. นาย สุรัชย์ พรหมมีพันธ์ รหัส 46010869
3. นาย ไทใหญ่ แสงม่วง รหัส 46010902

ผศ.ดร.สุพันธ์ ตั้งจิตกุศลมั่น

อาจารย์ที่ปรึกษา

(.....)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รถกู้ภัยบังคับไร้สาย

นาย สุภชาญ ตรีศรีรงค์สกุล รหัส 46010859

นาย สุรัชย์ พรหมมีพันธ์ รหัส 46010869

นาย ใหญ่ แสงม่วง รหัส 46010902

ผศ.ดร.สุพันธุ์ ตั้งจิตกุศลมั่น อาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา 2549

บทคัดย่อ

รายงานฉบับนี้ อธิบายถึงโครงการรถกู้ภัยบังคับไร้สาย ซึ่งจะมีรายละเอียดเกี่ยวกับหลักการสร้าง ส่วนประกอบต่าง ๆ ที่ใช้ในการทำ และหลักการทำงาน โดยรวมทั้งในส่วนของฮาร์ดแวร์ คือการ ประกอบและออกแบบตัวรถกู้ภัยและวงจรที่ใช้ในการรับ-ส่งข้อมูลที่ใช้บังคับรถกู้ภัยซึ่งใช้ ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ในการควบคุม และใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ PSoC ร่วมด้วย เพื่อให้ หารรถกู้ภัยบังคับไร้สายนี้สามารถแสดงอุณหภูมิและระยะทางได้

ส่วนของซอฟต์แวร์ซึ่งใช้โปรแกรมวิซวลเบสิก 6.0 ในการสร้างหน้าต่างควบคุมที่หน้าจอ คอมพิวเตอร์เพื่อควบคุมรถกู้ภัยบังคับไร้สาย โดยจะทำการติดต่อกับวงจรการรับ-ส่ง ของรถกู้ภัยโดย ส่งข้อมูลออกไปทางพอร์ตอนุกรมเพื่อควบคุมทิศทางรถและการหมุนของล้อ รวมถึงการแสดงค่า อุณหภูมิและระยะทางที่วัดได้ในขณะนั้นที่หน้าต่างควบคุม *

Wireless Rescue Car

Mr.Supachan Traitroungsakul ID. 46010859

Mr.Surachai Prommeephan ID. 46010869

Mr.Yai Sangmoung ID. 46010902

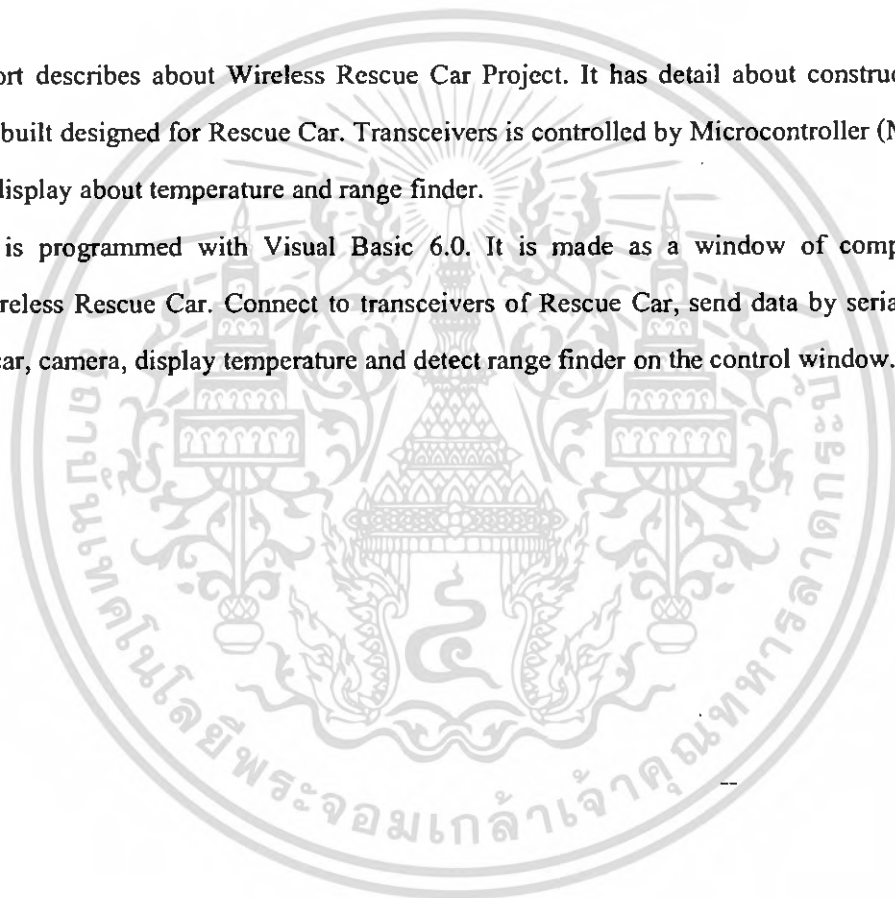
Asst.Prof.Dr. Supan Tungjitkusolmun Advisor

Educational Year 2006

Abstract

This report describes about Wireless Rescue Car Project. It has detail about constructions of hardware. It is built designed for Rescue Car. Transceivers is controlled by Microcontroller (MCS-51) and PSoC for display about temperature and range finder.

Software is programmed with Visual Basic 6.0. It is made as a window of computer for controlling Wireless Rescue Car. Connect to transceivers of Rescue Car, send data by serial port to control direct car, camera, display temperature and detect range finder on the control window.



กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ ผศ.ดร. สุพันธุ์ ตั้งจิตกุศลมั่น เป็นอย่างสูง ที่ได้ให้คำปรึกษาในการทำโครงการ และพี่ ๆ ที่คอยดูแลให้ความช่วยเหลือแทนอาจารย์ด้วยที่ได้คอยสอนและให้คำปรึกษา รวมถึงการสนับสนุนทางด้านเงินทุนในการทำโครงการรณรงค์ควบคุมแบบไร้สายนี้ เนื่องจากจำเป็นที่จะต้องใช้เงินทุนจำนวนมากในการทำขึ้นมา จึงต้องขอขอบคุณพี่ ๆ ด้วยเป็นอย่างสูง ที่ได้คอยให้ความช่วยเหลือตลอดระยะเวลาในการทำโครงการจนกระทั่งสำเร็จลงด้วยดี



ผู้จัดทำ

นาย สุกชาญ ตริยตรีงศ์สกุล รหัส 46010859

นาย สุรัชย์ พรหมมีพันธ์ รหัส 46010869

นาย ไชยัญ แสงม่วง รหัส 46010902

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 ทฤษฎี	2
2.1 ดีซีมอเตอร์ (DC Motor)	2
2.2 เซอร์โวมอเตอร์ (Servo Motor)	3
2.2.1 หลักการทำงานของเซอร์โวมอเตอร์	4
2.2.2 ข้อดีและข้อเสียของเซอร์โวมอเตอร์	5
2.3 การเชื่อมต่อกับไอซีตรวจจับอุณหภูมิ DS1820	5
2.3.1 ระบบสื่อสารข้อมูลอนุกรมหนึ่งสาย (1-Wire™ Serial Bus)	5
2.3.2 คุณสมบัติทางเทคนิคของระบบบัสหนึ่งสาย	5
2.3.3 คุณสมบัติของไทม์สลีต	6
2.3.4 ไทม์สลีตการรีเซต	7
2.3.5 ไทม์สลีตการอ่านข้อมูลของอุปกรณ์มาสเตอร์และเขียนข้อมูลของอุปกรณ์สเลฟ	8
2.3.6 ไทม์สลีตการเขียนข้อมูลของอุปกรณ์มาสเตอร์	8
2.3.7 รูปแบบของการสื่อสารข้อมูลแบบหนึ่งสาย(1-Wire™ communication protocol)	9
2.4 ไอซีตรวจจับอุณหภูมิ DS1820/DS18(S)20	11
2.4.1 คำสั่งเพื่อควบคุมการทำงานของ DS18(S)20	11
2.4.2 การเชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51	12
2.4.3 การเขียนโปรแกรมเพื่อติดต่อ DS18(S)20	12
2.5 ไมโครคอนโทรลเลอร์ 8051	13
2.5.1 การรับส่งข้อมูลอนุกรมใน MCS-51	13
2.5.2 โหมดของการรับ-ส่งข้อมูลแบบอนุกรม	15
2.5.3 การสื่อสารระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์หลายตัว	15
2.5.3.1 SCON	16
2.5.3.2 PCON	17
2.5.3.3 TMOD	18
2.5.4 การคำนวณความเร็วการรับและการส่งข้อมูลแบบอนุกรม (Generating Baud Rate)	19

2.6 รูปแบบการพัฒนาแอปพลิเคชันกับ Visual Basic 6.0	21
2.6.1 พัฒนาแอปพลิเคชันกับ ActiveX Control	21
2.6.2 รูปแบบการติดต่ออุปกรณ์ผ่านการเขียนโปรแกรม	21
2.6.3 พื้นฐานการใช้งานฟังก์ชัน API ด้วย Visual Basic	22
2.6.3.1 กลุ่มของฟังก์ชัน Windows API	23
2.6.3.2 การประกาศฟังก์ชันใน Windows API	27
2.6.4 คอนโทรลที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมฮาร์ดแวร์	27
2.6.4.1 การเขียน โปรแกรมติดต่อและควบคุม Serial Port	28
2.6.4.2 การเขียน โปรแกรมติดต่อและควบคุม Serial Port กับ Visual Basic	30
2.6.4.3 พร็อพเพอร์ตี้ที่สำคัญในการใช้งาน MSComm	32
2.7 PSoC (Programmable System on Chip)	34
2.7.1 คุณสมบัติที่สำคัญของ PSoC	34
2.7.2 โครงสร้างทางฮาร์ดแวร์	36
2.7.2.1 PSoC Core	38
2.7.2.2 Digital System	39
2.7.2.3 Analog System	40
2.7.2.4 System Resources	41
2.7.2.5 Port	41
2.7.2.6 Oscillator	43
2.7.2.7 Reset	43
บทที่ 3 หลักการทำงานและการออกแบบ	44
3.1 ส่วนของฮาร์ดแวร์	45
3.1.1 โปรแกรมสั่งงานรถกู้ภัยควบคุมแบบ ไร้สาย(Visual Basic 6.0)	45
3.1.1.1 Flow Chart แสดงขั้นตอนการทำงาน	45
3.1.1.2 เขียน โปรแกรมติดต่อและแสดงผลทางคอมพิวเตอร์	48
3.1.2 วงจรควบคุมการเปิด-ปิดไฟ	49
3.1.3 การเขียน โปรแกรมเพื่อควบคุมการทำงานของรถและกล้อง	49

3.1.3.1 Flow Chart โปรแกรมควบคุมรถคู่กับควบคุมแบบไร้สาย (ไมโครคอนโทรลเลอร์MCS-51)	50
3.1.3.2 โปรแกรมภาครับ	51
3.2 ส่วนของฮาร์ดแวร์	51
3.2.1 ภาครับ-ส่ง สัญญาณของส่วนควบคุมรถคู่กับควบคุมแบบไร้สาย	51
3.2.1.1 ภาคส่งสัญญาณของส่วนควบคุมรถคู่กับ	51
3.2.1.2 ภาครับสัญญาณของส่วนควบคุมรถคู่กับ	52
3.2.2 ส่วนการรับและส่งสัญญาณของกล้อง	52
3.2.3 หลักการออกแบบเซนเซอร์ตรวจจับระยะทางโดยใช้อัลตราโซนิก	55
3.3 การออกแบบในโครงการงานของรถคู่กับ	59
3.3.1 โครงสร้างของตัวรถ	59
3.3.2 ชุดควบคุมกล้องวิดีโอไร้สาย	60
3.3.2.1 เซอร์โวมอเตอร์(Servo Motor)	60
3.3.2.2 ฐานวางกล้องวิดีโอไร้สาย	62
3.3.2.3 ชุด โมดูลกล้องวิดีโอไร้สาย	62
3.3.3 ชุดควบคุมดีซีมอเตอร์	63
3.3.4 ชุดวงจรควบคุมต่างๆ(ควบคุมกล้อง ดีซีมอเตอร์ เช่น เซอร์โว มอเตอร์ และระยะทาง)	65
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง	69
4.1 การทดลองวัดสัญญาณพัลส์ที่ส่งไปขับเซอร์โวมอเตอร์	70
4.1.1 รูปสัญญาณควบคุม Servo Motor ในการปรับมุมการหมุนในแนวตั้ง	71
4.1.2 รูปสัญญาณควบคุม Servo Motor ในการปรับมุมการหมุนในแนวนอน	72
4.2 การทดลองการหมุนกล้อง	74
4.3 การทดลองรับภาพจากกล้อง	75
4.4 ผลการทดลองการรับภาพจาก VEDIO CAM และการควบคุมรถตามระยะทางที่ห่าง จากตัวควบคุม	75
4.5 การทดลองกับ โมดูลอัลตราโซนิก	76
บทที่ 5 สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง	78
ภาคผนวก	79
บรรณานุกรม	109

สารบัญรูป

	หน้า
รูปที่ 2.1 เซอร์ไวโมเตอร์	3
รูปที่ 2.2 แสดงลักษณะสัญญาณพัลส์ที่ป้อนให้แก่เซอร์ไวโมเตอร์	4
รูปที่ 2.3 การเชื่อมต่อบนระบบบัสหนึ่งสาย	6
รูปที่ 2.4 ไทม์สลีตการรีเซตและการตอบรับของอุปกรณ์บนระบบบัสหนึ่งสาย	7
รูปที่ 2.5 ไทม์สลีตการอ่านข้อมูลของอุปกรณ์มาสเตอร์ ซึ่งตรงกับไทม์สลีตการเขียนข้อมูลของอุปกรณ์มาสเตอร์	8
รูปที่ 2.6 ไทม์สลีตการเขียนข้อมูล "1" ของอุปกรณ์มาสเตอร์ ซึ่งตรงกับไทม์สลีตการอ่านข้อมูลของอุปกรณ์สเลฟ	9
รูปที่ 2.7 ไทม์สลีตการเขียนข้อมูล "0" ของอุปกรณ์มาสเตอร์	10
รูปที่ 2.8 การจัดขาของ DS18(S)20	10
รูปที่ 2.9 โครงสร้างการทำงานภายในของไอซีตรวจจับอุณหภูมิ DS18(S)20	11
รูปที่ 2.10 สัญญาณการรับและส่งข้อมูลในโหมด 0	14
รูปที่ 2.11 การรับและส่งข้อมูลในโหมด 1	14
รูปที่ 2.12 การรับและส่งข้อมูลในโหมด 2 และ 3	15
รูปที่ 2.13 การติดต่อสื่อสารกันระหว่าง MCS-51 หลายตัว	15
รูปที่ 2.14 ActiveX Control	22
รูปที่ 2.15 แนวคิดการทำงานของ Windows API	23
รูปที่ 2.16 การใช้งาน API Viewer	25
รูปที่ 2.17 การใช้งาน API Viewer	25
รูปที่ 2.18 การใช้งาน API Viewer	25
รูปที่ 2.19 การใช้งาน API Viewer	26
รูปที่ 2.20 คอนเน็กเตอร์ของ RS-232	29
รูปที่ 2.21 การ Add Components	30
รูปที่ 2.22 การ Add Microsoft Comm Control 6.0	31
รูปที่ 2.23 ไอคอนของคอนโทรล MSComm	31
รูปที่ 2.24 PSoC-1 โครงสร้างของ PSoC	36
รูปที่ 2.25 PSoC-2 โครงสร้างของ PSoC	35

รูปที่ 2.26 PSoC-2 โครงสร้างของ Digital System	39
รูปที่ 2.27 PSoC-3 โครงสร้างของ Analog System	40
รูปที่ 2.28 PSoC-4 รูปร่างการจัดขาของไมโครคอนโทรลเลอร์ เบอร์ CY8C27443	41
รูปที่ 3.1 Block Diagram หลักการทำงานโดยรวม ของภาครับ-ภาคส่ง	44
รูปที่ 3.2 Flow Chart ของโปรแกรมส่งงานรูดักซ์ควบคุมแบบไร้สาย	46
รูปที่ 3.3 Flow Chart ของโปรแกรมส่งงานรูดักซ์ควบคุมแบบไร้สาย	47
รูปที่ 3.4 ฟอรัมโปรแกรมควบคุม และแสดงผลของรูดักซ์	48
รูปที่ 3.5 แสดงภาพวิดีโอจากกล้อง ไร้สาย	48
รูปที่ 3.6 แสดงวงจรควบคุมการเปิด - ปิดไฟ	49
รูปที่ 3.7 Flow Chart ของโปรแกรมควบคุมรูดักซ์ควบคุมแบบไร้สาย	50
รูปที่ 3.8 Block Diagram การทำงานของวงจรภาครับ-ส่ง	51
รูปที่ 3.9 กล้องวิดีโอ ไร้สายและตัวรับสัญญาณวิดีโอจากกล้อง	53
รูปที่ 3.10 ชุดติดตั้งกล้องวิดีโอ ไร้สายและ TV Card ของ LifeView	53
รูปที่ 3.11 RF-Wireless Module 2.4G	53
รูปที่ 3.12 PSoC1 แสดงโฟลว์ชาร์ตในการเขียนโปรแกรม	55
รูปที่ 3.13 PSoC2 แสดงการจัดโมดูลของตัวส่งและตัวรับ	56
รูปที่ 3.14 PSoC3 แสดงการจัดโมดูลของตัวส่งและตัวรับ ซึ่งใช้หลักการเดียวกับรูปที่ PSoC2	58
รูปที่ 3.15 PSoC4 วงจรอัลตราโซนิก	58
รูปที่ 3.16 แสดงโครงสร้างของตัวรถที่ออกแบบ	60
รูปที่ 3.17 ชุดฐานกล้องวิดีโอ	61
รูปที่ 3.18 แสดงการรับ- ส่งข้อมูลสัญญาณภาพ	62
รูปที่ 3.19 ชุดควบคุม และ ตัวรับ- ส่งของกล้องวิดีโอ	63
รูปที่ 3.20 แสดงวงจรภายในไอซี L298N ซึ่งมีชุดไดร์ฟ A และ B	63
รูปที่ 3.21 แสดงวงจรควบคุม ดิจิตอลมอเตอร์ชุด A และ B	64
รูปที่ 3.22 การทำงานของดิจิตอลมอเตอร์ในวงจรชุด A เมื่อป้อนอินพุตทั้งสองขา	64
รูปที่ 3.23 วงจรควบคุมภาครับ	66
รูปที่ 3.24 วงจรควบคุมภาคส่ง	67
รูปที่ 3.25 แสดงวงจรขับดิจิตอลมอเตอร์ A และ B	68

รูปที่ 4.1 กล้องวงจรภาคส่ง และวงจรภาครับ	69
รูปที่ 4.2 คัดตั้งวงจรภาครับและกล้องวิดีโอไร้สายบนตัวรถ	69
รูปที่ 4.3 ภาพที่รับได้จากกล้องวิดีโอไร้สาย	75



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1 การเขียน โปรแกรมเพื่อติดต่อกับ DS18(S)20	12
ตารางที่ 2.2 การเลือกการทำงานของ Timer/Counter	19
ตารางที่ 2.3 Baud Rate ต่าง ๆ และค่า Reload ของ Timer 1	20
ตารางที่ 2.4 ค่าเริ่มต้นของรีจิสเตอร์ SFR เมื่อ 8051 ถูกรีเซต	20
ตารางที่ 2.5 กลุ่มของฟังก์ชัน Windows API	24
ตารางที่ 2.5 PsoC-1 คุณสมบัติของ PSoC Device	37
ตารางที่ 2.6 PsoC--2 ระบบรีซอร์ส (System Resource) ของ PSoC Device	37
ตารางที่ 2.7 PSoC-2 การกำหนดขาสัญญาณต่างๆของ เบอร์ CY8C27443	42
ตารางที่ 3.1 กำหนดความกว้าง PULSE ด้วยการกำหนดการเกิด INTERRUPT TIMER 0	61
ตารางที่ 3.2 กำหนดความกว้าง PULSE ด้วยการกำหนดการเกิด INTERRUPT TIMER 2	62
ตารางที่ 3.3 แสดงการทำงานของวงจรถูกเชื่อมต่อชุดไคร์ฟ A	65
ตารางที่ 4.1 การทดลองสมรรถนะของกล้องและการควบคุมรถที่ระยะต่างๆ	75
ตารางที่ 4.2 PSoC1 ผลการทดลอง	77

บทที่ 1

บทนำ

ในปัจจุบันความก้าวหน้าทางด้านเทคโนโลยีเจริญรุดหน้าไปอย่างรวดเร็ว มีทั้งเทคโนโลยีที่ได้รับการพัฒนาให้ดีขึ้นและพัฒนาขึ้นมาใหม่ ทำให้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้หลากหลายมากขึ้น

การสื่อสารแบบไร้สาย (Wireless Communication) มีการใช้ในวงกว้างมากขึ้นกว่าในอดีต ไม่ว่าจะเป็น โทรศัพท์มือถือที่ใช้กันอยู่ทั่วไปในปัจจุบัน การสื่อสารผ่านดาวเทียม การสื่อสารแบบไร้สายมีการใช้กันแพร่หลายมากขึ้นในปัจจุบัน เนื่องจากประหยัดทั้งเวลาและค่าใช้จ่ายในการติดตั้ง และยังสามารถสื่อสารได้ในระยะไกล

โครงการรุดกัญควบคุมแบบไร้สายนี้ได้นำเอาเทคโนโลยีการสื่อสารแบบไร้สาย (Wireless Communication) เข้ามาใช้โดยใช้ RF module ความถี่ 2.4 GHz ในการติดต่อสื่อสารสัญญาณระหว่างภาคส่งและภาครับของรถ ซึ่งรุดกัญควบคุมแบบไร้สายนี้ออกแบบขึ้นมาเพื่อวัตถุประสงค์ในการส่งเข้าไปสำรวจในพื้นที่ที่ยากต่อการเข้าถึง โดยเราจะส่งรุดกัญนี้เข้าไปสำรวจ แล้วส่งสัญญาณภาพจากกล้องที่ติดบนตัวรถกลับมายังที่หน้าจอควบคุมทางคอมพิวเตอร์ ทำให้สามารถระบุตำแหน่งที่จะเข้าไปสำรวจได้ถูกต้อง

รุดกัญบังคับ ไร้สายนี้มีการติดตั้งกล้องไร้สายไว้บนตัวรถและมีไฟสำหรับให้แสงสว่างในเวลากลางคืน และยังมีเซนเซอร์เพื่อใช้สำหรับการวัดระยะทางที่เข้าไปพร้อมกับการแสดงอุณหภูมิที่ได้จากไอซีตรวจจับอุณหภูมิด้วย ส่วนการเคลื่อนที่ของรถจะใช้ดีซีมอเตอร์ สามารถเคลื่อนที่ได้ 4 ทิศทาง คือ เดินหน้า ถอยหลัง เลี้ยวซ้าย และเลี้ยวขวา ส่วนการเคลื่อนที่ของกล้องจะใช้เซอร์โวมอเตอร์ในการควบคุมให้หมุนขึ้น หมุนลง หมุนซ้าย หมุนขวา และหมุนอัตโนมัติได้ โดยใช้เซอร์โวมอเตอร์ 2 ตัว ส่วนการควบคุมรถและกล้องที่หน้าจอคอมพิวเตอร์จะควบคุมผ่านหน้าต่าโปรแกรมวิซวลเบสิก 6.0 โดยทำการติดต่อกับบอร์ดควบคุมของภาคส่งผ่านทางพอร์ตอนุกรม

บทที่ 2

ทฤษฎี

2.1 ดีซีมอเตอร์ (DC Motor)

2.1.1 หลักการทำงานของดีซีมอเตอร์

ดีซีมอเตอร์เป็นทรานสดิวเซอร์แรงบิดซึ่งมีการออกแบบให้มีคุณลักษณะพิเศษคือ แรงบิดของเพลลาของมอเตอร์จะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับกระแสอาร์เมเจอร์ ความสัมพันธ์ระหว่าง แรงบิดของเพลลาและกระแสคือ

$$T = K\Phi I$$

- เมื่อ T คือ แรงบิดของเพลลา หน่วย นิวตัน- เมตร
 K คือ ค่าคงที่
 Φ คือ เส้นแรงแม่เหล็ก หน่วย เวเบอร์
 I คือ กระแสที่ไหลผ่านอาร์เมเจอร์ หน่วย แอมแปร์

จะเห็นได้ว่า แรงบิดของเพลลาเป็นสัดส่วนโดยตรงกับผลคูณของเส้นแรงแม่เหล็ก และกระแส เมื่อขดลวดเคลื่อนที่ในสนามแม่เหล็ก จะทำให้เกิดแรงดันตกคร่อมซึ่งแรงดันนี้เป็น สัดส่วนกับความเร็วของเพลลาของมอเตอร์และเส้นแรงแม่เหล็ก มีความสัมพันธ์ดังนี้

$$E = K\Phi \omega$$

- เมื่อ E คือ แรงดันย้อนกลับ หน่วย โวลต์
 K คือ ค่าคงที่
 Φ คือ เส้นแรงแม่เหล็ก หน่วย เวเบอร์
 ω คือ ความเร็วของมอเตอร์ หน่วย เรเดียน

2.1.2 ดีซีมอเตอร์แบบเส้นแรงแม่เหล็กคงที่

ฟิลต์ของมอเตอร์จะนิยมใช้แม่เหล็กถาวรซึ่งเรียกว่า มอเตอร์แบบแม่เหล็กถาวร (Permanent – Magnet Motors) มอเตอร์ชนิดนี้ไม่ต้องทำการกระตุ้นที่ทำให้เกิดสนามแม่เหล็ก เนื่องจากมีแกนขั้ว ซึ่งทำจาก อัลลอย ที่มีคุณสมบัติรักษาความเป็นแม่เหล็กหรือขดลวดฟิลต์ มอเตอร์ชนิดนี้มีประสิทธิภาพสูงกว่ามอเตอร์ชนิดซันท์ หรือมอเตอร์คอมปาวด์ที่มีพิคัดที่เท่ากัน นอกจากนี้ยังสามารถควบคุมความเร็วและทิศทางการหมุนได้ง่าย โดยป้อนขนาดและขั้วแรงดันที่ ป้อนให้แก่มอเตอร์ นั่นคือ ถ้ามีการกลับขั้วของแรงดัน ทำให้ทิศทางการเคลื่อนที่ของกระแสที่ไหลผ่านมอเตอร์

(หรือไหลผ่านอาร์เมเจอร์) เปลี่ยนแปลงไปอย่างเฉียดเท่านั้น แต่ไม่ได้ทำให้ฟลักซ์เปลี่ยนแปลง จึงได้อัตราส่วนระหว่างกระแสอาร์เมเจอร์ และแรงบิดที่มีค่าคงที่ ดังนี้

$$T = K T_i \quad \text{และ} \quad E = K_e \omega$$

ระบบนี้จะให้ความสัมพันธ์ระหว่างกระแสอาร์เมเจอร์, แรงบิด และความเร็วอยู่ในลักษณะเชิงเส้น สมการทางไฟฟ้าของคิซิมอเตอร์จึงเขียนเป็น

$$V(t) = K_e \omega + L [di(t) / dt] + Ri(t)$$

เมื่อ $V(t)$ คือแรงดันที่ป้อน หน่วย โวลต์

K_e คือค่าคงที่ของแรงดันย้อนกลับ

L คือ ค่าความเหนี่ยวนำของขดอาร์เมเจอร์ หน่วย เฮนรี

R คือ ค่าความต้านทานที่ขั้วของมอเตอร์ หน่วย โอห์ม

$i(t)$ คือกระแสที่ไหลผ่านอาร์เมเจอร์ หน่วย แอมแปร์

2.1.3 คิซิมอเตอร์แบบอาร์เมเจอร์เป็นแกนหลัก

โครงสร้างของ โรเตอร์และสเตเตอร์ของมอเตอร์แบบแกนหลัก โครงสร้างของมอเตอร์ชนิดนี้มีโมเมนต์ของแรงเฉื่อยสูงสุด และมีค่าอินดักแตนซ์ของโรเตอร์สูงสุดด้วย ดังนั้นมอเตอร์นี้จึงมีปริมาณการจุกความร้อนได้สูง และสามารถทนต่อโอเวอร์โหลดได้ในระยะเวลาที่ยาวนาน ได้โดยไม่ทำให้มอเตอร์เสียหายได้

2.2 เซอร์โวมอเตอร์ (Servo Motor)

เซอร์โวมอเตอร์ คือ มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง [DC Motor] ที่ถูกประกอบรวมกับชุดเกียร์ และส่วนควบคุมต่างๆ ไว้ในโมดูลเดียวกันหรือ ภายในกล่องพลาสติกเดียวกัน เซอร์โวมอเตอร์จะมีสายต่อใช้งานเพียง 3 เส้น คือ Vcc, Gnd, Control line ซึ่งสามารถควบคุมให้มอเตอร์หมุนซ้าย หรือ ขวาได้จากสายสัญญาณเพียงเส้นเดียว จะควบคุมมอเตอร์นี้ได้โดยป้อนสัญญาณพัลส์วีดมอด [Pulse Width Modulation: PWM] แบบ TTL Level โดยที่ระดับแรงดันที่จ่ายแก่มอเตอร์ประมาณ 4 – 6 โวลต์ ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของมอเตอร์แต่ละตัว

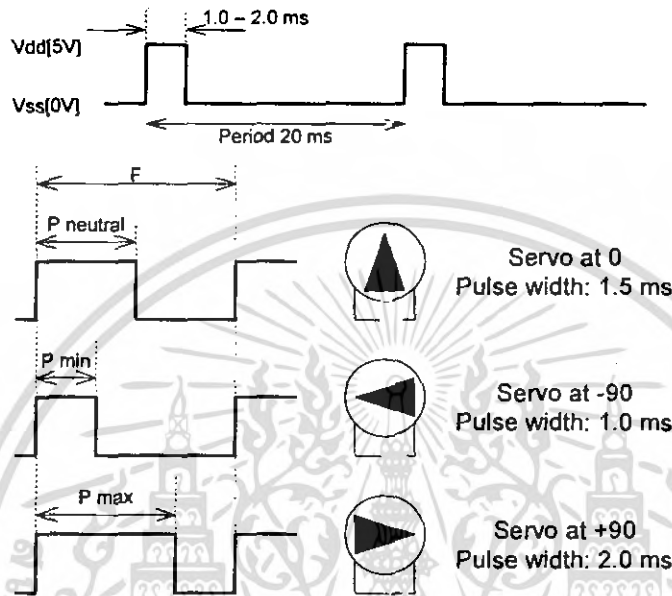


รูปที่ 2.1 เซอร์โวมอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.1 หลักการทำงานของเซอร์โวมอเตอร์

การควบคุมมอเตอร์ สามารถทำได้โดย ป้อนสัญญาณความกว้างของพัลส์ ให้กับมอเตอร์ซึ่ง ตำแหน่ง และทิศทางการหมุนของมอเตอร์นี้จะขึ้นอยู่กับ ขนาดความกว้างของพัลส์ นั้นๆ โดยทั่วไปจะมีจุดอ้างอิง 3 จุด ตามรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 แสดงลักษณะสัญญาณพัลส์ที่ป้อนให้แก่เซอร์โวมอเตอร์
จากรูปที่ 2.2 พิจารณาการทำงานของเซอร์โวมอเตอร์ดังนี้

- สัญญาณความกว้างของพัลส์ขนาด 1.5 ms จะควบคุมให้มอเตอร์อยู่ที่ตำแหน่งมุม 0 องศา
- สัญญาณความกว้างของพัลส์ขนาด 1 ms จะควบคุมให้มอเตอร์อยู่ที่ตำแหน่งมุม -90 องศา
- สัญญาณความกว้างของพัลส์ขนาด 2 ms จะควบคุมให้มอเตอร์อยู่ที่ตำแหน่งมุม +90 องศา

ส่วนการควบคุมให้มอเตอร์หมุนเป็นมุมอื่นๆ นั้นก็สามารถทำได้โดยการป้อนสัญญาณพัลส์เป็นระดับความกว้างต่างๆ โดยอ้างอิงทั้ง 3 จุดตามรูปที่ 2.2 เช่นถ้าต้องการหมุนไปที่มุม -45 องศา ต้องทำการป้อนความกว้างของพัลส์ 1.25 ms เป็นต้น สัญญาณพัลส์นี้ต้องจ่ายให้แก่มอเตอร์ทุกๆ 20 ms [period] เพื่อรักษาสภาพตำแหน่งของมอเตอร์ไว้

โดยหลักการคือ จะอาศัยการเปรียบเทียบช่วงเวลาของความกว้างของพัลส์ที่จ่ายให้กับมอเตอร์ทางสัญญาณควบคุมกับค่าเวลาของวงจร RC ภายในบอร์ดควบคุมในตัวของมอเตอร์ ซึ่งค่าของ RC จะมีการเปลี่ยนแปลงตามการหมุนของมอเตอร์ เนื่องจากตัวต้านทานปรับค่าได้จะถูกยึดติดกับแกนหมุนของมอเตอร์ โดยที่การหมุนนั้นจะทำให้ค่าความต้านทานปรับค่าได้เปลี่ยนแปลงไป เป็นผลทำให้ค่าเวลาของวงจร RC เปลี่ยนแปลงไปจนกระทั่งค่าความกว้างของพัลส์ของวงจร RC เปลี่ยนแปลงจนเท่ากับสัญญาณพัลส์ทางควบคุม [Control line] มอเตอร์จึงจะหยุดหมุน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในโครงการนี้ จะควบคุมเซอร์โวมอเตอร์ โดยได้รับสัญญาณจากโปรแกรม ไมโครคอนโทรลเลอร์

2.2.2 ข้อดี และ ข้อเสียของเซอร์โวมอเตอร์

ข้อดี คือ น้ำหนักเบา, กินพลังงานน้อย, ให้แรงบิดสูง, สามารถควบคุมด้วยแรงดัน ลอจิกที่เป็น TTL ได้ โดยตรงโดยไม่จำเป็นต้องมาต่อกับวงจรขับเคลื่อนมอเตอร์ [Driver motor]

ข้อเสีย คือ ราคาแพง และ ถ้าใช้งานเกินพิกัด (หรือ ใช้งานไม่ถูกต้อง) ของเซอร์โวมอเตอร์ที่กำหนดไว้ก็ย่อมทำให้เซอร์โวมอเตอร์เสียหายได้

2.3 การเชื่อมต่อกับไอซีตรวจจับอุณหภูมิ DS1820

2.3.1 ระบบสื่อสารข้อมูลอนุกรมหนึ่งสาย (1 – Wire™ Serial Bus)

ระบบสื่อสารข้อมูลแบบนี้เป็นระบบที่มีความชาญฉลาด และจำนวนสายสัญญาณเพียง 1 สายเท่านั้น โดยไม่ต้องมีสายสัญญาณมาควบคุมจังหวะการถ่ายทอดข้อมูลเหมือนการสื่อสารข้อมูลอนุกรมแบบอื่นๆ เนื่องจากสายข้อมูลนั้นจะทำหน้าที่เหมือนเป็นหนึ่งสายสัญญาณภายในตัว และค่าของข้อมูลจะพิจารณาจากลักษณะของรูปร่างสัญญาณที่ปรากฏบนสายสัญญาณในแต่ละช่องของเวลาและในต่อไปนี้จะขอเรียกว่า ไทม์สล็อต (time-slot) โดยคาบเวลาดำสุดและสูงสุดของสถานะต่างๆ ในการสื่อสารข้อมูลในไทม์สล็อต มีการกำหนดขอบเขตไว้อย่างชัดเจนการถ่ายทอดข้อมูลจะเกิดขึ้นในแต่ละไทม์สล็อตนั้น รูปแบบการถ่ายทอดข้อมูลจะเป็นแบบอะซิงโครนัสในระดับบิต ไม่มีการกำหนดความยาวของข้อมูลในระดับ ไบต์ ระบบสื่อสารแบบนี้เหมาะที่จะใช้ในการสื่อสารข้อมูลไอซีระหว่างแผงวงจรเดียวกัน

2.3.2 คุณสมบัติทางเทคนิคของระบบบัสหนึ่งสาย

สายสัญญาณบนระบบบัสหนึ่งสายจะมีสายสัญญาณแบบสองทิศทาง แต่ข้อมูลจะเดินทางได้ในทิศทางเดียวภายในช่วงเวลาหนึ่งๆ นั่นคือ มีลักษณะคล้ายกับระบบสื่อสารแบบฮาล์ฟดูเพล็กซ์ (half – duplex) ตัวอย่างที่เห็นได้ชัดคือการใช้งานวิทยุสื่อสารหรือวิทยุสมัครเล่น อุปกรณ์บนระบบบัสต้องมีการระบุอย่างชัดเจนว่าตัวใดเป็นอุปกรณ์มาสเตอร์ ตัวใดเป็นอุปกรณ์สเลฟ ส่วนใหญ่ อุปกรณ์มาสเตอร์คือไมโครคอนโทรลเลอร์ส่วนอุปกรณ์สเลฟได้แก่ ไอซีตรวจจับอุณหภูมิ หน่วยความจำแรม อุปกรณ์มาสเตอร์จะเป็นตัวจัดเตรียมความพร้อมของสายสัญญาณและควบคุมการถ่ายทอดข้อมูลบนสายสัญญาณนั้น ข้อมูลทั้งหมดไม่ว่าจะเป็นข้อมูลควบคุมหรือข้อมูลใช้งานจะถูกส่งลงบนสายสัญญาณเส้นเดียวกันทั้งหมด ในระหว่างการทำงานของอุปกรณ์มาสเตอร์และสเลฟสามารถเป็นได้ทั้งตัวส่งและตัวรับ ขึ้นอยู่กับเงื่อนไขการทำงานในขณะนั้น ยกตัวอย่างถ้ามีการเขียนข้อมูลจากอุปกรณ์มาสเตอร์ ตัวรับคือตัวสเลฟ ในทางตรงกันข้ามหากเป็นการอ่านข้อมูล

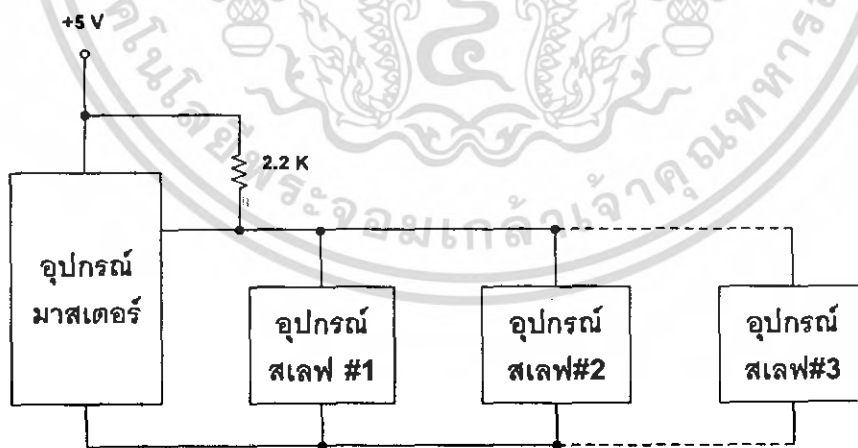
จากอุปกรณ์สเลฟ ตัวส่งจะกลายเป็นอุปกรณ์สเลฟ และตัวรับคืออุปกรณ์มาสเตอร์ ในระบบบัส 1 สายต้องมีอุปกรณ์มาสเตอร์เพียงตัวเดียวเท่านั้น

สายสัญญาณของระบบบัสนี้จะต้องกำหนดสถานะปกติไว้ที่ลอจิกสูง สามารถทำได้โดยการต่อค่าความต้านทานค่าประมาณ 2.2 k พูลอ์กับไฟเลี้ยง+5V ดังนั้นอุปกรณ์ที่นำเข้ามาต่อระบบบัสนี้จึงต้องออกแบบให้ภาคเอาต์พุตที่ต้องต่อกับสายสัญญาณมีลักษณะเป็นคอลเล็กเตอร์เปิดหรือ เทรนเปิด

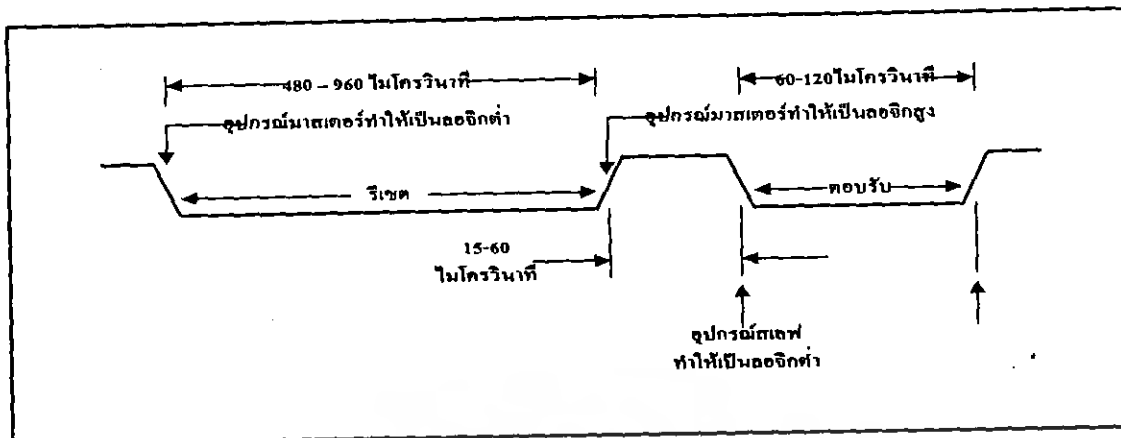
2.3.3 คุณสมบัติของไทม์สลีต

อุปกรณ์มาสเตอร์จะเป็นอุปกรณ์เพียงตัวเดียวบนระบบบัสหนึ่งสายนี้ที่สามารถทำการอินิเชียลสายสัญญาณได้ โดยอุปกรณ์มาสเตอร์จะกำเนิดจุดเริ่มต้นของไทม์สลีตด้วยการทำให้สายสัญญาณเป็นลอจิกต่ำในช่วงเวลาหนึ่ง จากนั้นจะทำให้เป็นลอจิกสูง ถ้าหากสเลฟต้องการส่งข้อมูลมายังอุปกรณ์มาสเตอร์อุปกรณ์สเลฟจะเป็นตัวควบคุมสถานะของสายสัญญาณต่อไป จนเสร็จสิ้นกระบวนการ แต่ถ้าหากอุปกรณ์มาสเตอร์ต้องส่งข้อมูลก็จะสามารถดำเนินการต่อไปได้เลย

ฟังก์ชันของไทม์สลีตที่กำหนดด้วยอุปกรณ์มาสเตอร์มีด้วยกัน 4 ฟังก์ชันคือ ไทม์สลีตของการรีเซต (RESET), การอ่านข้อมูล (READ DATA), การเขียนข้อมูล "1" (WRITE ONE) และการเขียนข้อมูล "0" (WRITE ZERO) ไทม์สลีตรีเซตใช้ในการเริ่มต้นติดต่อกับอุปกรณ์สเลฟ ในขณะที่ไทม์สลีตการอ่านจะใช้สำหรับอ่านข้อมูลที่ส่งมาจากอุปกรณ์สเลฟ ส่วนไทม์สลีตการเขียนข้อมูล "1" และ "0" ใช้สำหรับเขียนข้อมูลไปยังอุปกรณ์สเลฟผ่านสายสัญญาณของระบบ



รูปที่ 2.3 การเชื่อมต่อบนระบบบัสหนึ่งสาย



รูปที่ 2.4 ไทม์สล็อตการรีเซตและการตอบสนองของอุปกรณ์บนระบบบัสหนึ่งสาย

ทางด้านอุปกรณ์สเลฟมีฟังก์ชันของ ไทม์สล็อตอยู่ทั้งสิ้น 3 ฟังก์ชันคือ ไทม์สล็อตของการตอบสนอง (PRESENCE), การเขียนข้อมูล "1" (WRITE ONE) และการเขียนข้อมูล "0" (WRITE ZERO) ไทม์สล็อตของการตอบสนองใช้สำหรับตอบสนองการติดต่อกับอุปกรณ์มาสเตอร์ โดยอุปกรณ์สเลฟที่ถูกเลือกจากอุปกรณ์มาสเตอร์จะต้องส่งสัญญาณตอบสนองลงบนสายสัญญาณเพื่อแจ้งให้อุปกรณ์มาสเตอร์ทราบว่าขณะนี้สามารถติดต่อกันได้แล้ว ส่วนไทม์สล็อตการเขียนข้อมูล "1" และ "0" ใช้สำหรับส่งข้อมูลไปยังอุปกรณ์มาสเตอร์ผ่านสายสัญญาณของระบบ ซึ่งจะสัมพันธ์กับไทม์สล็อตการอ่านข้อมูลของอุปกรณ์มาสเตอร์

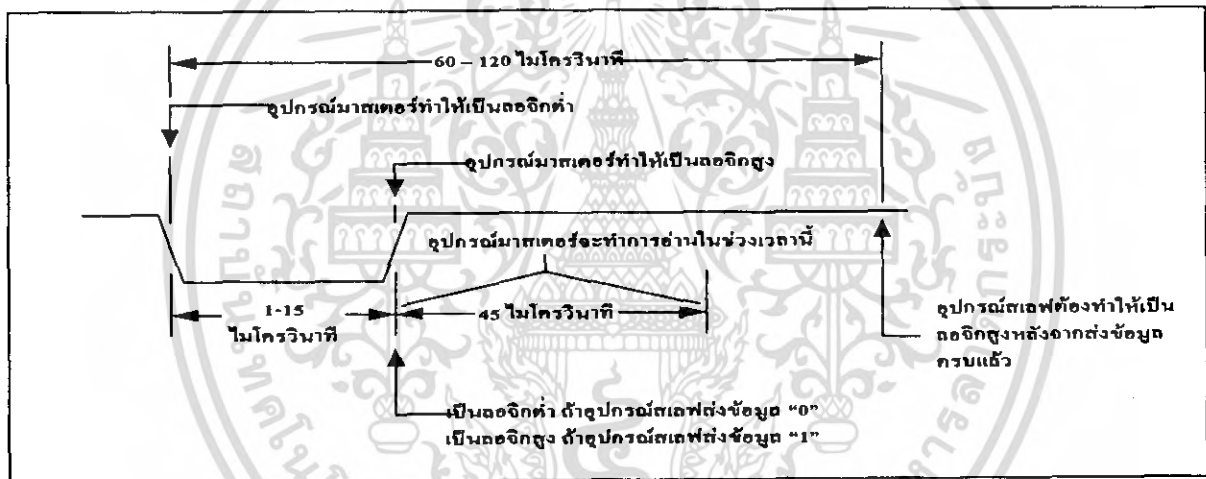
การแยกแยะฟังก์ชันของแต่ละไทม์สล็อตจะใช้เวลาของคาบเวลาและลักษณะของรูปสัญญาณเป็นตัวกำหนด และทุกครั้งที่มีการเปลี่ยนแปลงฟังก์ชันต้องทำให้สายสัญญาณอยู่ในสถานะว่างเสมอ ซึ่งก็คือการทำให้สายสัญญาณเป็นลอจิกสูงอย่างน้อยเป็นเวลา 1 ไมโครวินาที

2.3.4 ไทม์สล็อตการรีเซตและการตอบสนอง

อุปกรณ์มาสเตอร์ทำให้เกิดการรีเซตของสายสัญญาณ ด้วยการทำให้สายสัญญาณเป็นลอจิกต่ำอย่างน้อยเป็นลอจิกต่ำประมาณ 480 ไมโครวินาที และทำให้สายสัญญาณกลับเป็นลอจิกสูงภายใน 480 ไมโครวินาทีหลังจากนั้น ถ้ามีอุปกรณ์สเลฟต่ออยู่บนสายสัญญาณ จะตอบสนองสัญญาณรีเซตนั้นด้วยสัญญาณตอบสนอง (PRESENSE) ด้วยการทำให้สายสัญญาณเป็นลอจิกต่ำต่อเนื่องประมาณ 60 ถึง 240 ไมโครวินาที หลังจากสัญญาณรีเซตปรากฏประมาณ 15 ถึง 60 ไมโครวินาที ในรูปที่ 2.4 แสดงไทม์สล็อตของการรีเซตและการตอบสนอง

2.3.5 ไทม์สล็อตการอ่านข้อมูลของอุปกรณ์มาสเตอร์และเขียนข้อมูลของอุปกรณ์สเลฟ

เมื่อต้องการอ่านข้อมูลของอุปกรณ์สเลฟ อุปกรณ์มาสเตอร์จะทำให้สายสัญญาณเป็นลอจิกต่ำ 1 ถึง 15 ไมโครวินาที จากนั้นจะทำให้สถานะของสายกลับเป็นลอจิกสูง อุปกรณ์สเลฟจะส่งข้อมูลให้อุปกรณ์มาสเตอร์โดยถ้าข้อมูลเป็น “0” อุปกรณ์สเลฟจะทำให้สายสัญญาณเป็นลอจิกต่ำนานประมาณ 45 ไมโครวินาที และทำให้สายสัญญาณกลับสู่สภาวะลอจิกสูงอีกครั้ง แต่ถ้าข้อมูลเป็น “1” อุปกรณ์สเลฟจะทำให้สายสัญญาณเป็นลอจิกสูงต่อเนื่องไปอีกประมาณ 45 ไมโครวินาที รวมเวลาทั้งหมดในไทม์สล็อตนี้ประมาณ 60 ถึง 120 ไมโครวินาที นั่นคือในไทม์สล็อตนี้ใช้เวลารวมกันไม่เกิน 120 ไมโครวินาทีหลังจากเริ่มต้นไทม์สล็อตนี้ ในรูปที่ 2.5 แสดงรูปสัญญาณของไทม์สล็อตการอ่านข้อมูลของอุปกรณ์มาสเตอร์ซึ่งมีลักษณะเหมือนกับการเขียนข้อมูลของอุปกรณ์มาสเตอร์ ไทม์สล็อตทั้งสองจะเกิดขึ้นในช่วงเวลาเดียวกัน กล่าวคือ เมื่ออุปกรณ์มาสเตอร์อ่านอุปกรณ์มาสเตอร์จะต้องทำการเขียน



รูปที่ 2.5 ไทม์สล็อตการอ่านข้อมูลของอุปกรณ์มาสเตอร์ ซึ่งตรงกับไทม์สล็อตการเขียนข้อมูลของอุปกรณ์มาสเตอร์

2.3.6 ไทม์สล็อตการเขียนข้อมูลของอุปกรณ์มาสเตอร์

เมื่ออุปกรณ์มาสเตอร์ต้องการเขียนข้อมูล อุปกรณ์มาสเตอร์จะทำให้สายสัญญาณเป็นลอจิกต่ำประมาณ 1 – 15 ไมโครวินาที จากนั้นต้องทำให้สถานะสายเป็นลอจิกสูง แล้วดำเนินการเขียนข้อมูลได้ในทันทีถ้าข้อมูลที่ต้องการเขียนไปยังอุปกรณ์สเลฟเป็น “0” อุปกรณ์มาสเตอร์จะทำให้สายสัญญาณเป็นลอจิกต่ำนานประมาณ 45 ไมโครวินาที แล้วทำให้สายสัญญาณกลับสู่สภาวะลอจิกสูงอีกครั้ง แต่ถ้าต้องการเขียนข้อมูล “1” อุปกรณ์มาสเตอร์จะทำให้สายสัญญาณเป็นลอจิกสูงต่อเนื่องไปอีก 45 ไมโครวินาที รวมเวลาทั้งหมดในไทม์สล็อตนี้ประมาณ 60 – 120 ไมโครวินาที

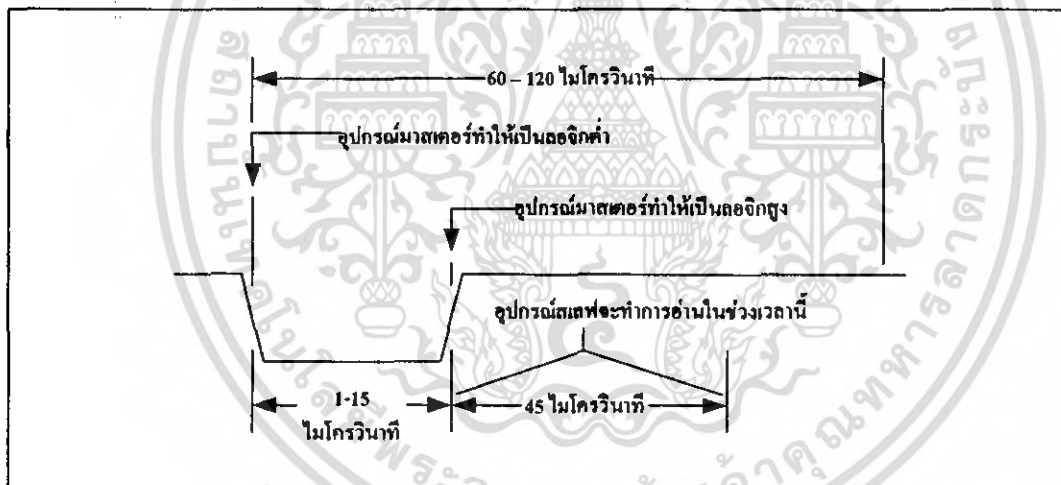
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในรูปที่ 2.5 แสดงรูปสัญญาณของไทม์สล็อตการเขียนข้อมูลของอุปกรณ์มาสเตอร์ซึ่งก็จะมีลักษณะเหมือนกับการอ่านข้อมูลของอุปกรณ์สเลฟ และไทม์สล็อตทั้งสองจะเกิดขึ้นในช่วงเวลาเดียวกัน กล่าวคือ เมื่ออุปกรณ์มาสเตอร์เขียน อุปกรณ์สเลฟจะต้องทำการอ่านข้อมูล

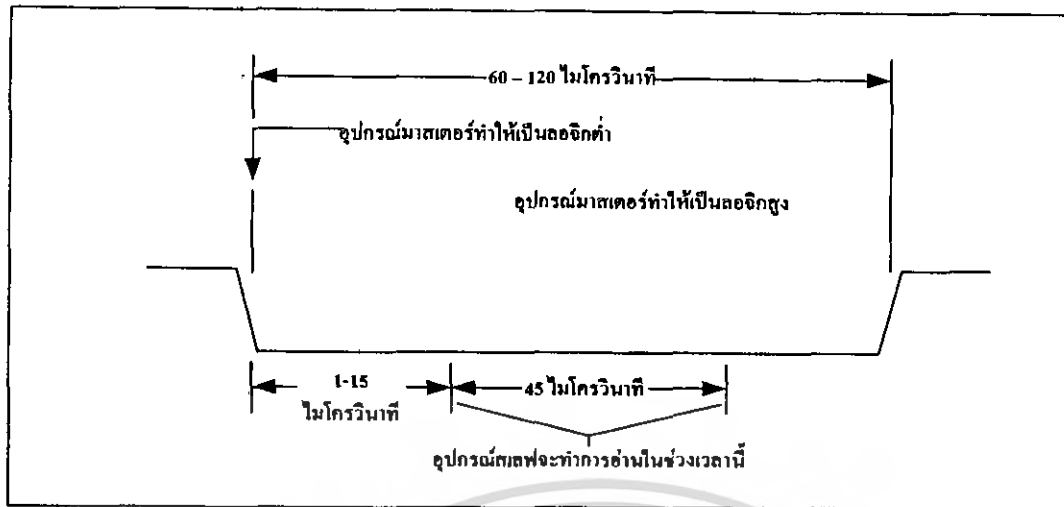
2.3.7 รูปแบบของการสื่อสารข้อมูลแบบหนึ่งสาย (1 – Wire™ communication protocol)

ในการการติดต่อสื่อสารข้อมูลในระบบบัสหนึ่งสายอุปกรณ์มาสเตอร์จะสามารถติดต่อกับอุปกรณ์สเลฟได้ครั้งละหนึ่งตัวเท่านั้น ดังนั้นอุปกรณ์สเลฟแต่ละตัวต้องมีข้อมูลกำหนดแอดเดรสเฉพาะตัว โดยจะเก็บไว้ในหน่วยความจำรวมภายในอุปกรณ์สเลฟตัวนั้นๆ โดยปกติอุปกรณ์สเลฟในระบบบัสหนึ่งสายของดัลลัสนี่จะมีหน่วยความจำขนาด 64 บิตหรือ 8 ไบต์ สำหรับเก็บข้อมูลต่างๆที่สำคัญของอุปกรณ์แต่ละตัว

1. รหัสของตระกูล จำนวน 8 บิต
2. เลขหมายประจำตัว (serial number) จำนวน 48 บิต
3. รหัสตรวจสอบความผิดพลาด (CRC : Cyclic Redundancy Check) จำนวน 8 บิต

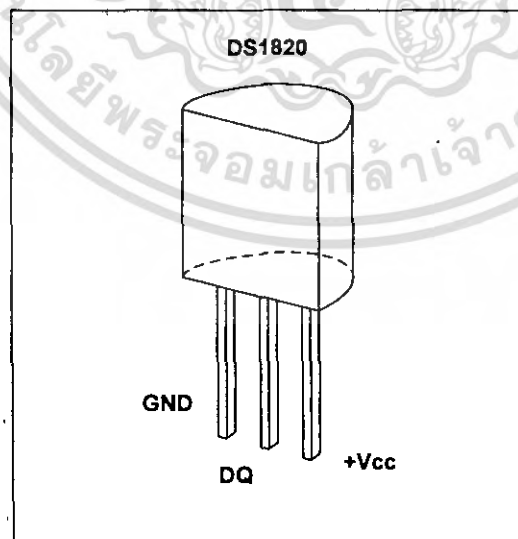


รูปที่ 2.6 ไทม์สล็อตการเขียนข้อมูล “1” ของอุปกรณ์มาสเตอร์ ซึ่งตรงกับ ไทม์สล็อตการอ่านข้อมูลของอุปกรณ์สเลฟ



รูปที่ 2.7 ไทม์สล็อตการเขียนข้อมูล "0" ของอุปกรณ์มาสเตอร์

ผู้ใช้งานสามารถอ่านข้อมูลประจำตัวของอุปกรณ์สเลฟได้ด้วยการใช้คำสั่งอ่านหน่วยความจำรอม (Read ROM) ในกรณีที่สายสัญญาณมีอุปกรณ์สเลฟเพียงตัวเดียวไม่จำเป็นต้องอ้างแอดเดรสในการติดต่อรูปแบบ การติดต่อบนระบบบัสหนึ่งสายจะเริ่มต้นขึ้นเมื่ออุปกรณ์มาสเตอร์ทำการรีเซตและกำหนดแอดเดรสของอุปกรณ์ที่ทำการติดต่อ ถ้าหากมีอุปกรณ์สเลฟเพียงตัวเดียวสามารถสร้างข้ามขั้นตอนการติดต่อกับหน่วยความจำรอมในอุปกรณ์สเลฟได้จะเรียกวิธีการดังกล่าวว่า การไม่ติดต่อหน่วยความจำรอม หรือ สกรีปรอม (Skip ROM) จากนั้นรอการตอบรับจากอุปกรณ์สเลฟ เมื่อการตอบรับสมบูรณ์ก็จะสามารถเริ่มต้นขั้นตอนการอ่านหรือเขียนข้อมูลต่อไป



รูปที่ 2.8 การจัดขาของ DS18(S)20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. คำสั่งแปลงอุณหภูมิ (Convert T) มีค่าเท่ากับ 44H เมื่อส่งคำสั่งนี้ให้ DS18(S)20 จะต้องทำการวนลูปรออย่างน้อย 200 มิลลิวินาที เพื่อให้ DS18(S)20 ได้ใช้เวลาในการแปลงค่าอุณหภูมิเป็นข้อมูลดิจิตอลมาเก็บไว้ในสแครตช์แพด

3. คำสั่งอ่านข้อมูลจากสแครตช์แพด (Read Scratchpad) มีค่าเท่ากับ 0BEH เมื่อส่งคำสั่งนี้ DS18(S)20 จะทยอยส่งข้อมูลค่าอุณหภูมิต่อออกมาทั้งหมด 9 ไบต์

2.4.2 การเชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

วงจรการเชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ใช้ขาพอร์ตเพียง 1 ขาเท่านั้นสำหรับการเชื่อมต่อกับ DS18(S)20 โดยต้องมีค่าตัวต้านทาน 4.7 K ต่อพูลอัพกับไฟเลี้ยง +5V จากนั้นจึงทำการเขียนโปรแกรมเพื่อติดต่อกัน โดยใช้รูปแบบการติดต่อตามมาตรฐานระบบบัสหนึ่งสายของคัลลิส

2.4.3 การเขียนโปรแกรมเพื่อติดต่อกับ DS18(S)20

จากรายละเอียดของรูปแบบการติดต่อสื่อสารในระบบบัสหนึ่งสายที่กล่าวมาตั้งแต่ต้นสามารถนำมาใช้เพื่อมาเป็นข้อมูลในการเขียนโปรแกรมติดต่อ โดยจะต้องเขียนโปรแกรมย่อยเพื่อสร้างไทม์สลอตของฟังก์ชันต่างๆเริ่มจากโปรแกรมย่อยการรีเซต (RESET), โปรแกรมย่อยรอกการตอบรับจาก DS18(S)20 (PRESENCE), โปรแกรมย่อยการอ่านและเขียนข้อมูลกับ DS18(S)20

ตารางที่ 2.1 การเขียนโปรแกรมเพื่อติดต่อกับ DS18(S)20

ขั้นตอนที่	การทำงานของอุปกรณ์มาสเตอร์	ข้อมูลหรือสถานะ	รายละเอียด
1	ตัวส่ง	รีเซต	สร้างสัญญาณรีเซต
2	ตัวรับ	ตอบรับ	รอกการตอบรับจาก DS1820
3	ตัวส่ง	0CCH	คำสั่ง Skip ROM
4	ตัวส่ง	44H	คำสั่งแปลงอุณหภูมิ
5	ตัวรับ	ข้อมูล 1 ไบต์	อ่านแฟร็ก Busy 8 ครั้ง
6	ตัวส่ง	รีเซต	สร้างสัญญาณรีเซต
7	ตัวรับ	ตอบรับ	รอกการตอบรับจาก DS18(S)20
8	ตัวส่ง	0CCH	คำสั่ง Skip ROM
9	ตัวส่ง	0BEH	คำสั่งอ่านค่าจากสแครตช์แพด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10	ตัวรับ	ข้อมูล 9 ไบต์	อ่านค่าอุณหภูมิจากสแตนด์บาย
11	ตัวส่ง	รีเซต	สร้างสัญญาณรีเซต
12	ตัวรับ	ตอบรับ	รอการตอบรับจาก DS18(S)20
13	-	-	ทำการคำนวณค่าที่ได้จาก DS18(S)20 เป็นเลขฐานสิบแล้วนำไปแสดงผล หรือใช้งานอื่นต่อไป

2.5 ไมโครคอนโทรลเลอร์ 8051

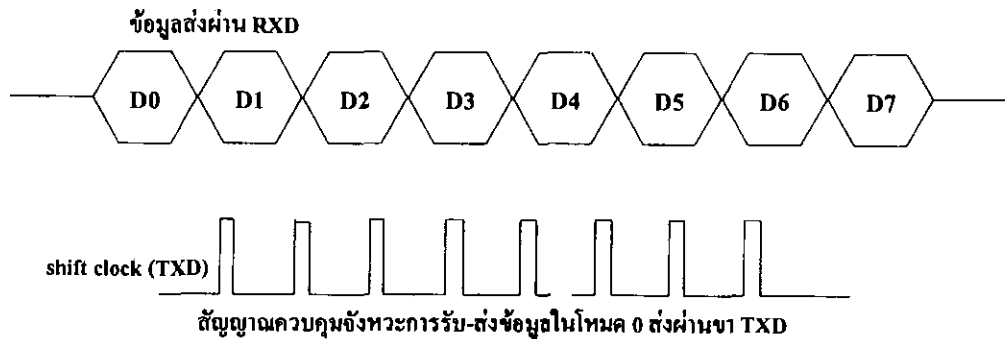
2.5.1 การรับ-ส่งข้อมูลอนุกรมใน MCS-51

การสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมเป็นการรับและส่งข้อมูลแบบทีละบิตข้อมูลเรียงกันไปโดยใช้สายสัญญาณเพียงสองหรือสามเส้น ต่างจากการสื่อสารแบบขนาน ซึ่งสามารถรับส่งข้อมูลได้เร็วกว่าแต่จะต้องใช้สายสัญญาณเท่ากับจำนวนบิตข้อมูลที่จะรับและส่งในแต่ละครั้ง ถ้าต้องการรับและส่งข้อมูลเป็นระยะทางไกล จะทำให้ต้องใช้สายสัญญาณเป็นจำนวนมาก และไม่ค่อยมีอุปกรณ์สนับสนุน การสื่อสารแบบอนุกรม จึงเป็นที่นิยมมากกว่า และถูกสร้างไว้เป็นมาตรฐานในไมโครคอนโทรลเลอร์หลายตระกูล ในตระกูล MCS-51 ก็เช่นกันมีพอร์ตที่ใช้ในการรับส่งข้อมูลแบบอนุกรมอยู่ภายในชิปอยู่แล้ว ในการใช้งานเราไม่จำเป็นต้องต่อชิพสนับสนุนเพิ่มเติม (กรณีที่ติดต่อกันเอง) การทำงานเป็นแบบ full-duplex ก็คือสามารถรับและส่งข้อมูลได้พร้อม ๆ กัน ในการรับข้อมูลจะมีบัฟเฟอร์ในการรับข้อมูลให้ด้วย ทำให้ MCS-51 สามารถรับข้อมูลไบต์ถัดไปได้เลยโดยไม่ต้องรอให้อ่านข้อมูลไบต์แรกไปเก็บก่อน ทำให้ข้อมูลไม่สูญหาย เกิดความคล่องตัวในการรับข้อมูล

2.5.2 โหมดของการรับ-ส่งข้อมูลแบบอนุกรม

โหมด 0 (Shift Register Mode)

ขา P3.0 (RXD) ถูกใช้สำหรับเป็นขารับและส่งข้อมูล ขา P3.1(TXD) ใช้สร้างสัญญาณ Shift Clock เพื่อกำหนดจังหวะในการรับส่งข้อมูล การส่งข้อมูลจะเริ่มทันทีที่มีการใช้งานรีจิสเตอร์ SBUF เป็นรีจิสเตอร์ปลายทาง(destination register) ข้อมูลจะถูกเลื่อนออกไปทีละ 1 บิต โดยเริ่มจากบิตต่ำสุด (LSB) ก่อนและจะมีบิต 0 เลื่อนเข้ามาแทนที่บิตสูงสุดที่เลื่อนไป สัญญาณที่ขา TXD จะมีความถี่เท่ากับ 1/12 ของความถี่ออสซิลเลเตอร์ ถูกส่งออกมาพร้อม ๆ กับบิตข้อมูลดังรูป การรับข้อมูลจะเกิดขึ้นได้ต่อเมื่อบิต REN = 1 และ RI = 0 โดยที่ขา TXD จะมีสัญญาณควบคุมการรับข้อมูลออกมาพร้อมกับการรับข้อมูลแต่ละบิต ดังรูปที่ อัตราการรับส่งข้อมูลถูกกำหนดไว้ที่ 1/12 ของความถี่ออสซิลเลเตอร์ที่ใช้

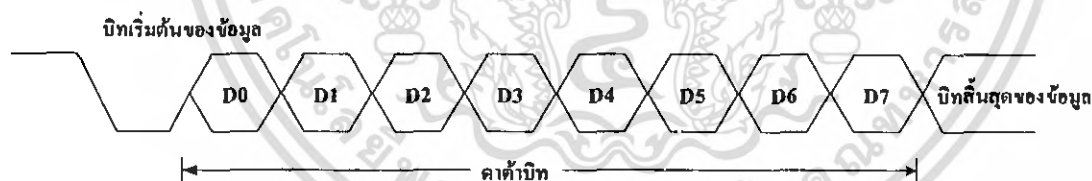


รูปที่ 2.10 สัญญาณการรับและส่งข้อมูลใน โหมด 0

โหมด 1 (Standard 8 bit UART Mode)

ขา P3.0 (RXD) ถูกใช้เป็นการรับข้อมูล ขา P3.1(TXD) ถูกใช้เป็นการส่งข้อมูล การรับ-ส่งข้อมูลจะเป็นแบบ 10 บิต ประกอบด้วยบิตเริ่มต้น 1 บิต (เป็น 0 เสมอ) บิตข้อมูล 8 บิต (รับและส่งบิตต่ำสุดก่อน) และบิตสิ้นสุดของข้อมูล 1 บิต (เป็น 1 เสมอ) ดังรูปที่ 2.11 ในการส่งข้อมูลจะเริ่มต้นโดยคำสั่งใด ๆ ที่มีการใช้งานรีจิสเตอร์ SBUF พร้อมกับบิตสิ้นสุดของข้อมูลถูกเก็บไว้ที่บิต RB8 ของรีจิสเตอร์ SCON บิต RI จะเซต เป็นการบอกให้รู้ว่ากระบวนการรับข้อมูลจำนวน 1 ไบต์ ได้เสร็จสิ้นลงแล้ว และเริ่มรีเซตตัวเองเพื่อกลับไปรอรับการเปลี่ยนแปลงสถานะจาก 1 เป็น 0 ที่ขา RXD อีก ทั้งนี้กระบวนการรับข้อมูลจะเป็นจริงก็ต่อเมื่อ

- บิต RI = 0 และ
- บิต SM2 = 0 หรือถ้า SM2 = 1 บิตสิ้นสุดของข้อมูลจะต้อง = 1 ด้วย



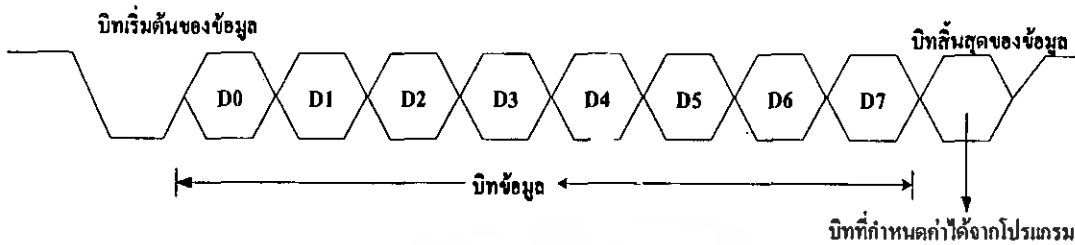
รูปที่ 2.11 การรับและส่งข้อมูลใน โหมด 1

โหมด 2 และ 3(Multiprocessor)

ขา P3.0 (RXD) ถูกใช้เป็นการรับข้อมูล ขา P3.1 (TXD) ถูกใช้เป็นการส่งข้อมูล การรับ-ส่งข้อมูลจะเป็นแบบ 11 บิต ประกอบด้วยบิตเริ่มต้น 1 บิต (เป็น 0 เสมอ) บิตข้อมูล 8 บิต (รับและส่งบิตต่ำสุดก่อน) บิตที่กำหนดได้ 1 บิต (โปรแกรมเองได้ว่าจะ เป็น 1 หรือ 0) และบิตสิ้นสุด 1 บิต (เป็น 1 เสมอ) ดังรูปที่ 2.6

การส่งข้อมูลจะเริ่มต้น โดยคำสั่งใด ๆ ที่มีการใช้รีจิสเตอร์ SBUF เป็นรีจิสเตอร์ปลายทาง บิต TI จะเซต เมื่อข้อมูลถูกเลื่อนออกไปจนครบทั้ง 11 บิต แล้วบิตที่ 9 จะได้จากบิต TB8 ในรีจิสเตอร์ SCON โดยไม่สนใจบิตสิ้นสุดของข้อมูล การรับข้อมูลจะใช้การตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงสถานะลอจิก

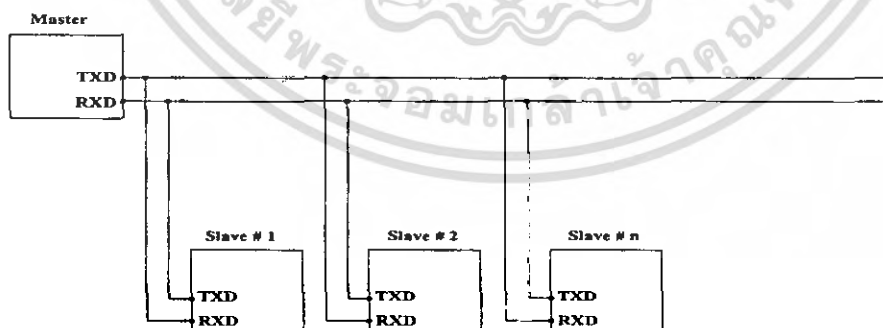
จาก 1 เป็น 0 ที่ขา RXD และมีเงื่อนไขในการรับข้อมูลเช่นเดียวกับ โหมด 1 ในการทำงานโหมด 2 อัตราการรับและส่งข้อมูลสามารถเปลี่ยนแปลงได้



รูปที่ 2.12 การรับและส่งข้อมูลในโหมด 2 และ 3

2.5.3 การสื่อสารระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์หลายตัว

การสื่อสารระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์หลายตัวจะต้องใช้งานพอร์ตอนุกรมในโหมด 2 หรือ 3 เท่านั้น คือเป็นแบบ 11 บิต ประกอบไปด้วย 1 บิต เริ่มต้น , 8 บิต ข้อมูล , 1 บิตกำหนดค่าได้จาก TB8 , บิตหยุด ทั้งตัวแม่ (Master) และตัวลูก (Slave) ต้องกำหนดโหมดและอัตรารับส่งข้อมูลให้เท่ากัน โดยตัวลูกจะต้องเซตบิต SM2 ไว้ด้วย เพื่อให้ข้อมูลบิตที่ 9 (ที่รับเข้ามา) สามารถอินเตอร์รัปต์ ซิฟิยู ได้ ในการติดต่อกันตัวแม่จะส่งข้อมูลไบต์แรกซึ่งมีบิตที่ 9 เป็น 1 ออกมาก่อน (เรียกว่า Address Byte) ตัวลูกทุกตัวจะถูกอินเตอร์รัปต์ เพื่อรับข้อมูลไบต์แรกนี้เข้าไปและทำการตรวจสอบว่าเป็นหมายเลขของตัวเองหรือไม่ โดยตัวลูกทุกตัวจะต้องถูกโปรแกรมไว้ก่อนว่าเป็นหมายเลขใด ตัวลูกที่ตรวจสอบพบว่า Address Byte ที่รับเข้ามาไม่ใช่หมายเลขของตัวเองเท่านั้นที่จะทำการเคลียร์บิต SM2 เตรียมรับ Data Byte (บิตที่ 9 เป็น 0) ที่จะตามเข้ามาหลังจากรับ Address Byte เรียบร้อยแล้ว



รูปที่ 2.13 การติดต่อสื่อสารกันระหว่าง MCS-51 หลายตัว

การสื่อสารระหว่าง MCS-51 ด้วยกันเองนั้นสามารถทำได้โดยตรง ไม่ต้องต่ออุปกรณ์เพิ่มเติมแต่อย่างใด หากต้องการติดต่อกับพีซี จำเป็นต้องต่ออุปกรณ์เพิ่มเติมเพื่อระดับสัญญาณให้ตรงกับพีซีด้วย หรือติดต่อกันเองเป็นระยะทางไกลก็ควรต่ออุปกรณ์เพิ่มเช่นกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การรับและส่งข้อมูลจะอาศัยรีจิสเตอร์ขนาด 8 บิตสองตัว ซึ่งแยกกันทำงานสองอย่างคือใช้รับข้อมูลที่มาจากภายนอกและใช้สำหรับส่งข้อมูลออกไปภายนอก รีจิสเตอร์ทั้งสองมีตำแหน่งเดียวกันใน SFR (Special function register) มีชื่อเรียกว่า SBUF (ตำแหน่ง 99H) การเข้าถึงข้อมูลในรีจิสเตอร์ทั้งสองนั้น MCS-51 จะทราบเองว่าผู้ใช้ต้องการติดต่อกับรีจิสเตอร์ SBUF ที่ใช้รับหรือส่งจากรหัสคำสั่ง เพราะ SBUF ที่ใช้รับข้อมูลจะเป็น Operand ตัวแรกในคำสั่ง ส่วน SBUF ที่ใช้ส่งข้อมูลจะเป็น Operand ตัวที่สองในคำสั่ง การทำงานสามารถกำหนดโหมดการทำงานได้ 4 แบบ โดยควบคุมจากค่าในรีจิสเตอร์ SCON

2.5.3.1 SCON

การใช้งานพอร์ตอนุกรมของ MCS-51 มีความคล่องตัวสูงมากทั้งนี้เนื่องจากผู้ใช้สามารถควบคุมการทำงานที่แตกต่างกันได้ถึง 4 ประเภท โดยควบคุมจากบิตต่าง ๆ ในรีจิสเตอร์ควบคุมพอร์ตอนุกรม SCON (ตำแหน่ง 99H) ซึ่งสามารถเข้าถึงได้ในระดับบิต

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0
	SM0	SM1	SM2	REN	TB8	RB8	T1	R2

SM0 บิตเลือกการทำงานของพอร์ตสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมควบคุมได้โดยโปรแกรม

SM1 บิตเลือกการทำงานของพอร์ตสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมควบคุมได้โดยโปรแกรม

SM0 SM1 Mode

0	0	0	ทำงานเป็น shift register อัตราเร็วในการรับหรือส่งข้อมูลเท่ากับ OSC/12
0	1	1	8 Bit UART อัตราเร็วในการรับหรือส่งข้อมูลกำหนดเองได้
1	0	2	9 Bit UART อัตราเร็วในการรับหรือส่งข้อมูล = OSC/32 หรือ OSC/64
1	1	3	9 Bit UART อัตราเร็วในการรับหรือส่งข้อมูลกำหนดเองได้

SM2 บิตการเลือกใช้งานพอร์ตสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมในโหมด 2 หรือ 3 เพื่อใช้ติดต่อกันระหว่างชิพด้วยกันเอง ควบคุมโดยใช้โปรแกรม

- 1 ใช้พอร์ตสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมติดต่อกันระหว่างชิพด้วยกันเอง เมื่อข้อมูลบิตที่ 9 ที่ได้รับมีค่าเป็น 0 (ค่าต่ำไปต์) บิต RI จะไม่ถูกเซตแต่หากข้อมูลที่ 9 มีค่าเป็น 1 (แอดเดรสไปต์) บิต RI จะถูกเซต
- 0 ใช้พอร์ตสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมโหมด 1 และโหมด 3 ตามปกติในการทำงานของพอร์ตสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมโหมด 1 หากบิต SM2 ถูกเซต บิต RI จะไม่ถูกเซตจนกว่าบิตสิ้นสุดของข้อมูลจะถูกรับเข้ามา ในการทำงานของพอร์ตสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมโหมด 0 บิตนี้ควรถูกเคลียร์ให้เป็น 0

REN บิตควบคุมการอนุญาตให้มีการรับข้อมูลสามารถควบคุมได้โดยโปรแกรม

1 อนุญาตให้มีการรับข้อมูล

0 ไม่อนุญาตให้มีการรับข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TB8 ข้อมูลบิตที่ 9 ซึ่งถูกส่งออกไปในการทำงานของพอร์ตสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรม โหมด 2 และ 3 ควบคุมได้ด้วยคำสั่งในโปรแกรมเท่านั้น

RB8 ข้อมูลบิตที่ 9 ที่ได้รับเข้ามาจากภายนอก ในการทำงานของพอร์ตสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรม โหมด 2 และ 3 ส่วนในการทำงาน โหมด 1 ถ้าบิต SM2 = 0 บิตนี้จะเป็นบิตสิ้นสุดของข้อมูลที่รับเข้ามาได้และถูกกำหนดการใช้งานในโหมด 0

T1 บิตบอกสถานะสัญญาณอินเทอร์รัพท์ที่เกิดจากการส่งข้อมูล ถูกเซตโดยฮาร์ดแวร์เมื่อข้อมูลเริ่มส่งบิตสิ้นสุดของข้อมูลออกไปและจะต้องเคลียร์โดยคำสั่งใน โปรแกรมเท่านั้น

R1 บิตบอกสถานะสัญญาณอินเทอร์รัพท์ที่เกิดจากการรับข้อมูล ถูกเซตโดยฮาร์ดแวร์เมื่อได้รับข้อมูลบิตที่ 8 ในการทำงาน โหมด 0 หรือที่จุดครึ่งทางของช่วงรับบิตสิ้นสุดของข้อมูลในการทำงาน โหมดอื่นและจะต้องเคลียร์ใน โปรแกรมเท่านั้น

2.5.3.2 PCON

เป็นรีจิสเตอร์สำหรับควบคุมการทำงานของ 8051 ซึ่งเป็นรีจิสเตอร์ที่ไม่สามารถอ้างอิงได้ ดังมีรายละเอียดดังนี้

SMOD	-	-	-	GF1	GF0	PD	IDL
------	---	---	---	-----	-----	----	-----

SMOD เป็นบิตกำหนดอัตราความเร็วของการรับส่งข้อมูลแบบอนุกรมที่ใช้ Timer1 เช่นถ้าเวลาในการรับส่ง เมื่อ SMOD = 1 จะทำให้ความเร็วในการรับส่งแบบอนุกรมเป็น 2 เท่า เมื่อเลือกการใช้งานในโหมด 1,2,3 ของการรับส่งแบบอนุกรม

- เป็นบิตที่ไม่ได้ใช้งานซึ่งสงวนไว้สำหรับทำหน้าที่เพิ่มเติมในอนาคตของ 8051 ดังนั้นผู้ใช้จึงไม่ควรกำหนดในบิตนี้เป็น 1

GF0-GF1 เป็นบิตอเนกประสงค์ที่ผู้ใช้สามารถกำหนดการทำงานได้

PD เป็นบิตสำหรับให้ 8051 เข้าสู่การทำงานใน Power Down Mode ซึ่งจะมีเฉพาะเบอร์ที่มีโครงสร้างภายในเป็น CMOS เท่านั้น ซึ่งจะทำงานเมื่อบิตนี้เป็น 1

IDL เป็นบิตสำหรับกำหนดให้ 8051 เข้าสู่การทำงานใน Idle Mode ซึ่งจะมีเฉพาะเบอร์ที่มีโครงสร้างภายในเป็น CMOS เท่านั้น ซึ่งจะทำงานเมื่อบิตนี้เป็น 1

ถ้าบิต PD และ IDL เป็น 1 ทั้งคู่ในเวลาเดียวกัน 8051 จะทำงานใน Power Down Mode ในการทำงานทั้งสอง Mode นี้เป็นการทำงานเพื่อประหยัดพลังงานของ 8051 โดยมีข้อแตกต่างดังนี้

72689

Power Down Mode เมื่อมีการกำหนดให้บิตนี้เป็น 1 8051 จะทำงานอีกหนึ่งคำสั่งก่อนที่จะเข้าสู่ Power Down Mode โดยที่ส่วนสร้างความถี่อ้างอิงภายในจะหยุดทำงาน การทำงานทุกอย่างของ 8051 จะหยุด ข้อมูลต่าง ๆ ของหน่วยความจำภายในรวมทั้ง SFR จะถูกรักษาไว้ที่สัญญาณ ALE และ PSEN จะเป็นลอจิก 0 เมื่อเข้าสู่ Power Down Mode แรงดันไฟฟ้าที่จ่ายให้กับ 8051 สามารถลดลงเป็น 2V ได้อย่างไรก็ตามแรงดันไฟฟ้าจะต้องไม่ลดลงก่อนที่จะเข้าสู่ Power Down Mode และระดับไฟฟ้าจะต้องเข้าสู่ระดับปกติก่อนที่จะออกจาก Power Down Mode การออกจาก Power Down Mode จะกระทำได้เฉพาะทำการรีเซ็ต 8051 เท่านั้น ซึ่งจะทำให้ค่าของ SFR เปลี่ยนแปลงแต่ข้อมูลในส่วน of หน่วยความจำภายในไม่เปลี่ยนแปลง

Idle Mode เมื่อมีการกำหนดให้บิตนี้เป็น 1 8051 จะทำงานอีกหนึ่งคำสั่งก่อนเข้าสู่ Idle Mode โดยที่ความถี่การทำงานภายในซีพียูของ 8051 จะหยุดทำงาน ยกเว้นที่ให้กับส่วนของการอินเตอร์รัพท์ Timer และการรับส่งแบบอนุกรม ค่าต่าง ๆ ของรีจิสเตอร์จะถูกเก็บรักษาไว้ และสัญญาณของ ALE และ PSEN จะอยู่ที่ลอจิก 1 ในการออก Idle Mode จะสามารถทำได้สองวิธี ได้แก่ การรีเซ็ตค่าและการอินเตอร์รัพท์

2.5.3.3 TMOD

เป็นรีจิสเตอร์สำหรับควบคุม Mode การทำงานของ Timer/Counter และไม่สามารถอ้างอิงระดับบิตได้ ซึ่งจะแบ่งเป็นสองส่วน โดยที่บิตแรกของรีจิสเตอร์นี้ใช้สำหรับ Timer/Counter 0 และบิตบนสำหรับ Timer/Counter 1 มีรายละเอียดดังนี้

Timer 1				Timer 0			
GATE	C/T	M1	M0	GATE	C/T	M1	M0

Gate เป็นบิตสำหรับการควบคุม Timer/Counter ถ้าเป็นลอจิก 1 Timer/Counter เมื่อขาสัญญาณที่ขา INTx เป็นลอจิก 1 เท่านั้น และบิต TRx ใน TCON ต้องเป็นลอจิก 1 ด้วย ซึ่งจะเป็นการควบคุมด้วยฮาร์ดแวร์ เมื่อเป็นลอจิก 0 การควบคุม Timer/counter นั้น ๆ จะเป็นการควบคุมด้วยโปรแกรมที่บิต TRx ของรีจิสเตอร์ TCON เท่านั้น

C/T เป็นบิตสำหรับเลือกการทำงานของ Timer/Counter เป็น Timer หรือ Counter โดยที่ถ้าเป็นลอจิก 1 จะทำหน้าที่เป็น Counter โดยรับสัญญาณจากขา Tx ของ 8051 และลอจิก 0 เป็น Timer โดยความถี่ที่นับได้จากความถี่ภายในของ 8051 M0, M1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

M0,M1 เป็นบิตสำหรับเลือกการทำงานของ Timer/Counter ดังแสดงในตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 2.2 การเลือกการทำงานของ Timer/Counter

M0	M1	การทำงาน
0	0	เป็น Timer ขนาด 13 บิต เมื่อเป็นการทำงานของตระกูล 48
0	0	เป็น Timer/Counter ขนาด 16 บิต
1	0	เป็น Timer/Counter ขนาด 8 บิต ที่สามารถตั้งค่าใหม่ อัด โนมติ
1	1	Timer/Counter 0 จะถูกแบ่งออกเป็น Timer/Counter ขนาด 8 บิต ที่ถูกควบคุมของ Timer/Counter 0 และ TH0 จะเป็น Timer/Counter ขนาด 8 บิต ที่ควบคุมของ Timer/Counter 1
1	1	Timer/Counter 1 จะหยุดทำงาน

2.5.4 การคำนวณความเร็วการรับและส่งข้อมูลแบบอนุกรม (Generating Baud Rate)

การกำหนดความเร็วการรับส่งข้อมูลแบบอนุกรมสามารถแบ่งออกตามโหมดการทำงานดังนี้

Mode 0

ความเร็วในการรับส่งข้อมูลแบบอนุกรมใน Mode นี้จะกำหนดอัตราการรับส่งเท่ากับ 1/12 ของความถี่ชุดกำเนิดความถี่อ้างอิงของ 8051 และจะไม่ใช้ Timer/Counter ดังนั้นเพียงกำหนดที่ รีจิสเตอร์ SCON ก็เพียงพอ จะได้

$$\text{Baud Rate} = \text{Osc.Freq} / 12$$

Mode 1

ในการกำหนดความเร็วการรับส่งข้อมูลแบบอนุกรมใน Mode 1 นี้จะใช้ Timer 1 เป็นฐานเวลา ของการทำงานของ Timer 1 ใน Mode 2 (Auto-Reload) โดยสามารถคำนวณได้ดังนี้

$$\text{Baud Rate} = [K * \text{Osc.Freq}] / [32 * 12 * (256 - (\text{TH1}))]$$

K = 1 เมื่อ SMOD ในรีจิสเตอร์ PCON = 0

K = 2 เมื่อ SMOD ในรีจิสเตอร์ PCON = 1

ส่วนมากแล้ว ผู้ใช้จะทราบค่าของ Baud Rate ที่จะส่งได้ค่า นั้น จะได้ค่าของ Timer 1 สำหรับ Reload ได้เป็น

$$\text{TH1} = 256 - [(K * \text{Osc.Freq}) / (384 * \text{Baud Rate})]$$

จากตารางต่อไปนี้แสดง Baud Rate ต่าง ๆ และค่า Reload ของ Timer 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.3 Baud Rate ต่าง ๆ และค่า Reload ของ Timer 1

อัตราบอด(Baud Rate) (บิตต่อวินาที : bps)	ความถี่สัญญาณ นาฬิกา(f_{osc})	SMOD	Timer 1		
			C/T	Mode	ค่ารีโหลด
โหมด 0 : สูงสุด 1 MHz	12 MHz	X	X	X	X
โหมด 2 : สูงสุด 375 K	12 MHz	1	X	X	X
โหมด 1,3 : 62.5 K	12 MHz	1	0	2	FFH
19.2K (19,200)	11.0592 MHz	1	0	2	FDH
9.6K(9,600)	11.0592 MHz	0	0	2	FDH
4.8K(48,00)	11.0592 MHz	0	0	2	FAH
2.4K(2,400)	11.0592 MHz	0	0	2	F4H
1.2K(1,200)	11.0592 MHz	0	0	2	E8H
137.5	11.0592 MHz	0	0	2	1DH
110	6 MHz	0	0	2	72H
110	12 MHz	0	0	1	FEEBH

Mode 2

ความเร็วการรับส่งข้อมูลแบบอนุกรมในโหมดนี้จะเป็นค่าคงที่ซึ่งมี 2 ค่า ขึ้นกับค่า SMOD ในรีจิสเตอร์ PCON ดังนี้

เมื่อ SMOD = 1 Baud Rate = $(1/32) * \text{Osc.Freq}$

เมื่อ SMOD = 0 Baud Rate = $(1/64) * \text{Osc.Freq}$

Mode 3 การกำหนดความเร็วการรับส่งใน Mode 3 จะคิดเช่นเดียวกับการคิดใน Mode 1 สำหรับค่าเริ่มต้นของรีจิสเตอร์ SFR เมื่อ 8051 ถูกรีเซต จะมีค่าดังแสดงในตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 2.4 ค่าเริ่มต้นของรีจิสเตอร์ SFR เมื่อ 8051 ถูกรีเซต

SFR Name	Reset Value
PC	000H
ACC	00H
B	00H
PSW	00H
SP	07H

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DPTR	0000H
P0-P3	FFH
IP(8051)	XXX0000B
IP(8052)	XX000000B
IE(8051)	0XX00000B
IE(8052)	0X000000B
TMOD	00H
TCON	00H
TH0	00H
TL0	00H
TH1	00H
TL1	00H
TH2(8052)	00H
TL2(8052)	00H
RCAP2H(8052)	00H
RCAP2L(8052)	00H
SCON	00H
SBUF	Indeterminate
PCON(HMOS)	0XXXXXXXXB
PCON(CHMOS)	0XXX0000B

2.6 รูปแบบการพัฒนาแอปพลิเคชันกับ Visual Basic 6.0

2.6.1 พัฒนาแอปพลิเคชันกับ ActiveX Control

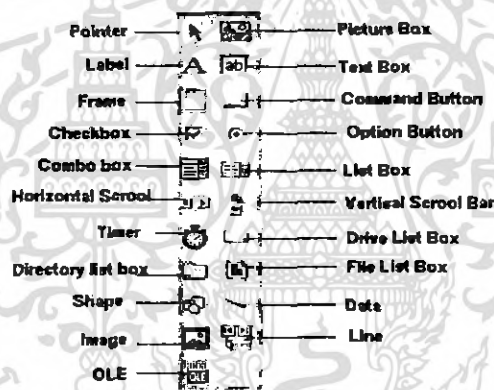
เทคโนโลยีที่ชื่อว่า ActiveX ช่วยลดงานที่ซ้ำซ้อนของการเขียนโปรแกรมลงไปมาก ตัวอย่างที่เห็นเป็นรูปธรรมง่าย ๆ ก็เช่นจากเดิมที่เราต้องวาดหน้าจอ เขียนโปรแกรมสร้างปุ่มและช่องรับข้อความขึ้นมาเองหมด แต่ ActiveX ทำให้เราไม่ต้องเสียเวลาในการทำรูปแบบเดิม ๆ นั้น โดยจะมีให้เลือกใช้หมด เพียงแต่เราทำการเขียนโค้ดเข้าไปกำกับการทำงานตามที่ต้องการเท่านั้น

ActiveX Control

ActiveX Control หมายถึง คอนโทรลที่เพิ่มเติมจากออบเจกต์ (Object) พื้นฐานที่วิซวลเบสิกได้เตรียมไว้ให้ใน Toolbox การเพิ่มเติม ActiveX Control เข้าสู่โปรเจกต์ (Project) จะมีขั้นตอนดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. เปิดโปรเจกต์ใหม่ใน Visual Basic เป็น Standard EXE
2. เลือกเมนู Project->Components จะปรากฏวินโดว์ Components ซึ่งจะเห็นลิสต์รายชื่อ ActiveX Control ที่สามารถติดตั้งลงในโปรเจกต์ของเราได้จำนวนมากมายหลายรายการ หรือในกรณีที่ไม่มีคอนโทรลที่ต้องการอยู่ในรายการแต่เรามีไฟล์ .OCX ของคอนโทรลนั้นก็สามารเพิ่มเข้ามาได้โดยคลิกปุ่ม Browse เพื่อเรียกใช้ไฟล์ .OCX ที่มาจากแหล่งอื่น
3. คลิกเครื่องหมายถูกที่หน้าชื่อของคอนโทรลที่เราต้องการ จากนั้นคลิกปุ่ม OK
4. ลองดูที่ Toolbox จะเห็นว่ามียคอนโทรลเพิ่มขึ้นมา นั่นก็คือ ActiveX Control ที่เราเพิ่มเข้าสู่โปรเจกต์ของเรานั่นเอง ส่วนการใช้งานก็เหมือนคอนโทรลทั่วไป คือนำไปวางไว้บนฟอร์มเท่านั้น ซึ่ง ActiveX Control ที่เรานำมาวางไว้นี้ก็จะมีกรกำหนดพรีอเพอร์ตี้(Properties) เมธอด(Method) และอีเวนต์ (Event) ของออบเจกต์ต่าง ๆ เหมือนกับคอนโทรลที่มีให้ตามปกติใน Visual Basic 6.0
5. เลือกออบเจกต์ที่เราเลือกจาก Toolbox มาวางบนฟอร์ม ซึ่งเป็นการนำ ActiveX Control ที่ติดตั้งไว้แล้วเข้ามาใช้งาน



รูปที่ 2.14 ActiveX Control

Visual Basic 6.0 สนับสนุนการเขียนโปรแกรมแบบ Event-Driven โดยมีเครื่องมือที่ช่วยให้เราจัดการกับเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่น่าจะเกิดกับแอปพลิเคชันของเราได้อย่างสะดวก ทำให้เราสามารถปรับแก้ไขโปรแกรมได้อย่างรวดเร็ว เห็นผลลัพธ์ทันทีตั้งแต่ช่วงการเขียนโปรแกรม อีกทั้งยังมีรูปร่างหน้าต่างที่นำไปใช้งานอีกด้วย

รู้จักกับออบเจกต์

แอปพลิเคชันนั้นประกอบกันมาจากสิ่งต่าง ๆ เช่น ปุ่มกดและวินโดว์ ซึ่งเราจะเรียกแต่ละสิ่งที่ประกอบเป็นแอปพลิเคชันว่าออบเจกต์

2.6.2 รูปแบบการติดต่ออุปกรณ์ผ่านการเขียนโปรแกรม

ในอดีตการเขียนโปรแกรมติดต่อและควบคุมฮาร์ดแวร์นั้นมีความเฉพาะตัวเป็นอย่างยิ่ง เป็นเรื่องยากที่จะเอาความรู้จากการติดต่อควบคุมอุปกรณ์ตัวหนึ่งไปใช้งานกับอีกตัวหนึ่งได้ ทั้งนี้เพราะการเขียนโปรแกรมเพื่อติดต่อ และควบคุมในอดีตนั้น ใช้งานผ่านภาษา Assembly ซึ่งเป็นภาษาที่ผูก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ติดกับฮาร์ดแวร์มาก แม้จะให้ผลการทำงานดีเยี่ยม แต่กลับทำให้เขียน โปรแกรมและแก้ไข โปรแกรมได้ยากมาก เพราะ Assembly เป็นภาษาที่เข้าใจยากมาก และเป็นภาษาที่ไม่เป็นโครงสร้าง

ในยุคปัจจุบันแนวการเขียน โปรแกรมส่วนใหญ่จะเป็นการเขียนโปรแกรมแบบติดต่อผู้ใช้ซึ่ง เขียนโปรแกรมได้ง่ายและรวดเร็ว นั่นคือ Visual Programming ได้แก่ Visual Basic , Visual C++ และ Delphi เป็นต้น

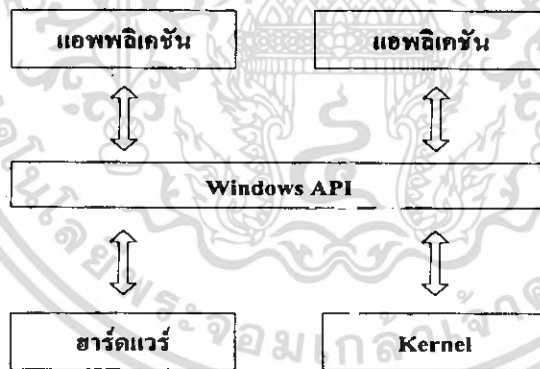
2.6.3 พื้นฐานการใช้งานฟังก์ชัน API ด้วย Visual Basic

เนื่องจาก Visual Basic เองอาจจะมีความสามารถไม่ครอบคลุมการทำงานทั้งหมดทำให้การทำงานบางอย่างต้องพึ่งพาความสามารถของ Windows โดย Windows ก็ได้เตรียมฟังก์ชันต่าง ๆ ไว้รองรับการทำงานมากมายนับพันฟังก์ชัน ซึ่งเราเรียกฟังก์ชันเหล่านั้นว่า Window API

Window API ย่อมาจาก Windows Application Programming Interface เป็นฟังก์ชันที่พร้อมให้ใช้งาน ทำให้เราไม่ต้องเขียนโค้ดยาว ๆ เพื่อทำงานที่ซับซ้อน ซึ่ง Windows ทำได้ดีกว่า และเร็วกว่า

ฟังก์ชันของ Windows API นั้นมีนับพันฟังก์ชัน แบ่งออกเป็นหมวดหมู่ตามประเภทของการใช้งาน เช่น API ด้านเน็ตเวิร์ค, API ด้านกราฟิก, API ด้านการพิมพ์ เป็นต้น

การใช้งาน Windows API นั้นทำให้เราได้มีวิธีการใช้งาน Windows ที่มีมาตรฐานเดียว ช่วยลดเวลาการพัฒนาฟังก์ชันขึ้นมาเอง และยังลดความผิดพลาดจากการเรียกใช้งานฮาร์ดแวร์โดยตรงอีกด้วย โดย Windows API จะอยู่ตรงกลางระหว่างแอปพลิเคชันกับฮาร์ดแวร์ และระบบปฏิบัติการ Windows



รูปที่ 2.15 แนวคิดการทำงานของ Windows API

2.6.3.1 กลุ่มของฟังก์ชัน Windows API

Windows API นั้นเรียกว่า Win32API เป็นชุดฟังก์ชันนับพัน ๆ ฟังก์ชันที่ระบบปฏิบัติการตระกูล Windows ได้เตรียมไว้ให้เราได้ใช้งานความสามารถของระบบปฏิบัติการ โดยแบ่งเป็นหมวดหมู่ และเก็บไว้ในไฟล์ .DLL ในโฟลเดอร์ C:\Windows\System หรือ C:\WINNT\System32 ซึ่งไฟล์ที่สำคัญได้แก่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.5 กลุ่มของฟังก์ชัน Windows API

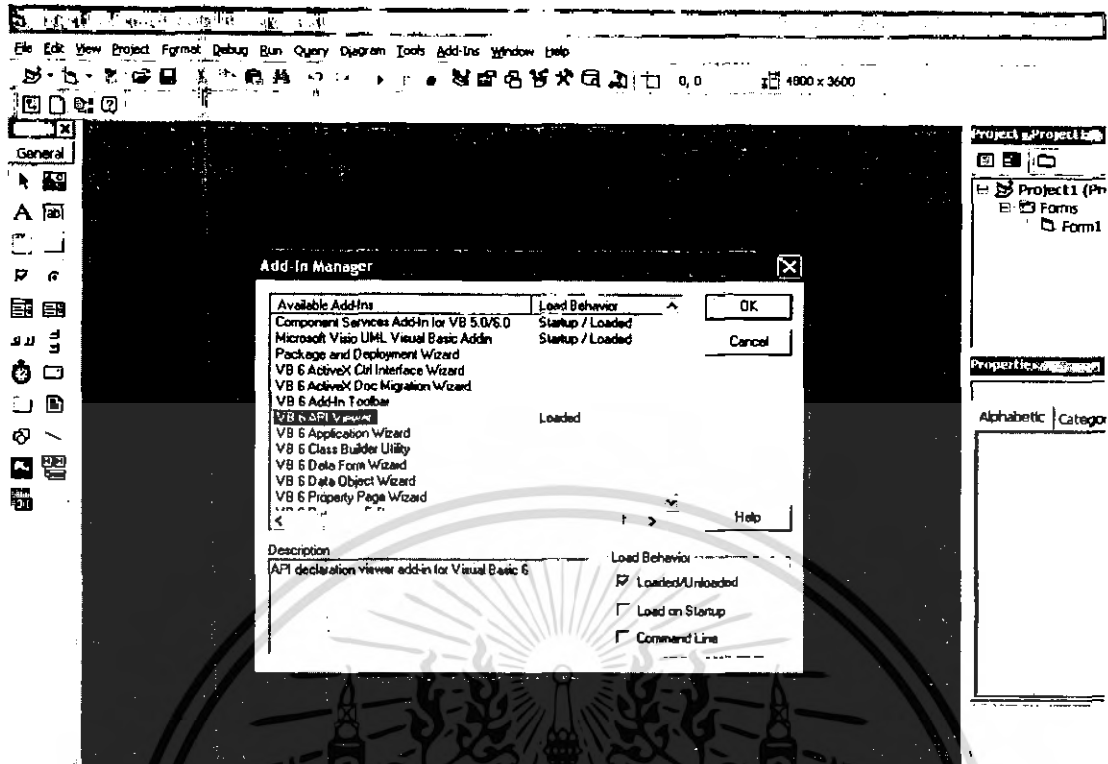
ชื่อไฟล์	คำอธิบาย
AVAPI32.DLL	มาจาก Advance API ซึ่งจะเก็บฟังก์ชันที่เกี่ยวกับความปลอดภัย (Security) และ Registry
COMDLG.DLL	เก็บฟังก์ชันเกี่ยวกับ Common Dialog เช่น ไดอะล็อก Open, ไดอะล็อก Save เป็นต้น
GDI32.DLL	จะเก็บฟังก์ชันเกี่ยวกับส่วนติดต่อผู้ใช้แบบกราฟิก หรือ GDI(Graphic Device Interface) ทั้งที่เป็นฟังก์ชันเกี่ยวกับการแสดงผล และฟังก์ชันด้านกราฟิก
KERNEL32.DLL	เก็บฟังก์ชันในส่วนที่ใช้จัดการทรัพยากรของระบบปฏิบัติการ
LZ32.DLL	เก็บฟังก์ชันเกี่ยวกับการบีบอัดข้อมูล
MPR.DLL	เก็บฟังก์ชันเกี่ยวกับ Multiple Provide Router
NETAPI32.DLL	เก็บฟังก์ชันเกี่ยวกับการจัดการเครือข่าย (Network)
SHELL32.DLL	เก็บฟังก์ชันเกี่ยวกับเชลล์ หรือคำสั่งทั่วไปของระบบปฏิบัติการ
USER32.DLL	เก็บฟังก์ชันเกี่ยวกับการจัดการผู้ใช้งาน
VERSION.DLL	เก็บฟังก์ชันที่ใช้จัดการรุ่น หรือเวอร์ชันของซอฟต์แวร์
WINMM.DLL	เก็บฟังก์ชันที่จัดการด้านมัลติมีเดีย เช่น เสียง, วิดีโอ

การเรียกใช้งาน Windows API

สำหรับการเรียกใช้งาน Windows API ใน Visual Basic นั้นเราจะใช้เครื่องมือที่ชื่อว่า API Viewer ในการเรียกใช้ ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

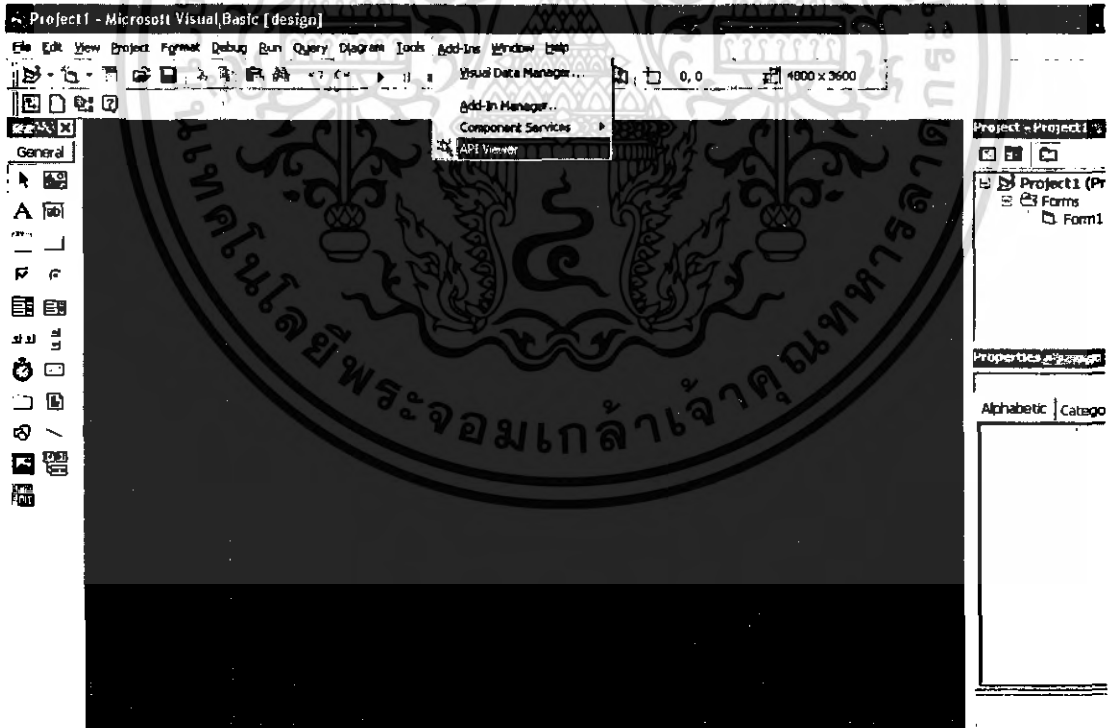
1. เมื่อเข้าใช้งาน Visual Basic ให้เลือกเมนู Add-In > Add-In Manager...
2. ในไดอะล็อก Add-In Manager ให้คลิกเลือก VB6 API Viewer
3. คลิกเลือกเช็คบ็อกซ์ Loaded/Unloaded แล้วคลิกปุ่ม OK

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.16 การใช้งาน API Viewer

4. จากนั้น Visual Basic จะแทรกเมนู API Viewer เข้ามาภายใต้เมนู Add-In

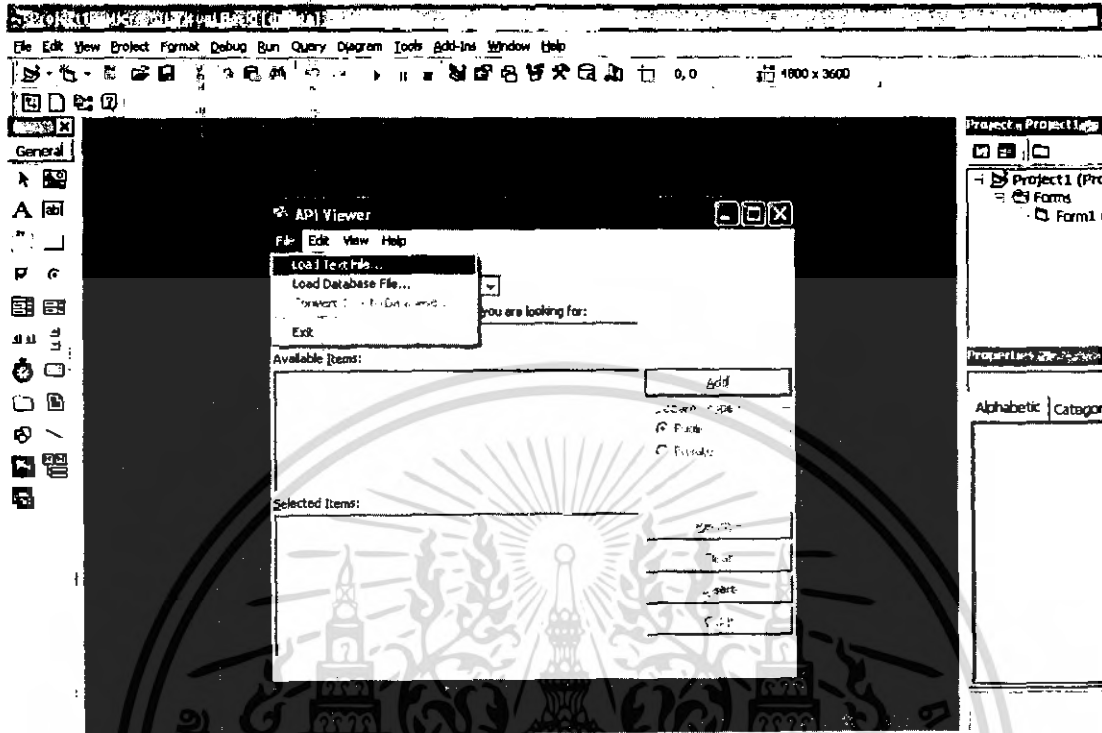


รูปที่ 2.17 การใช้งาน API Viewer

5. เมื่อเลือกเมนู Add-Ins > API Viewer จะปรากฏหน้าต่าง API Viewer ขึ้นมา

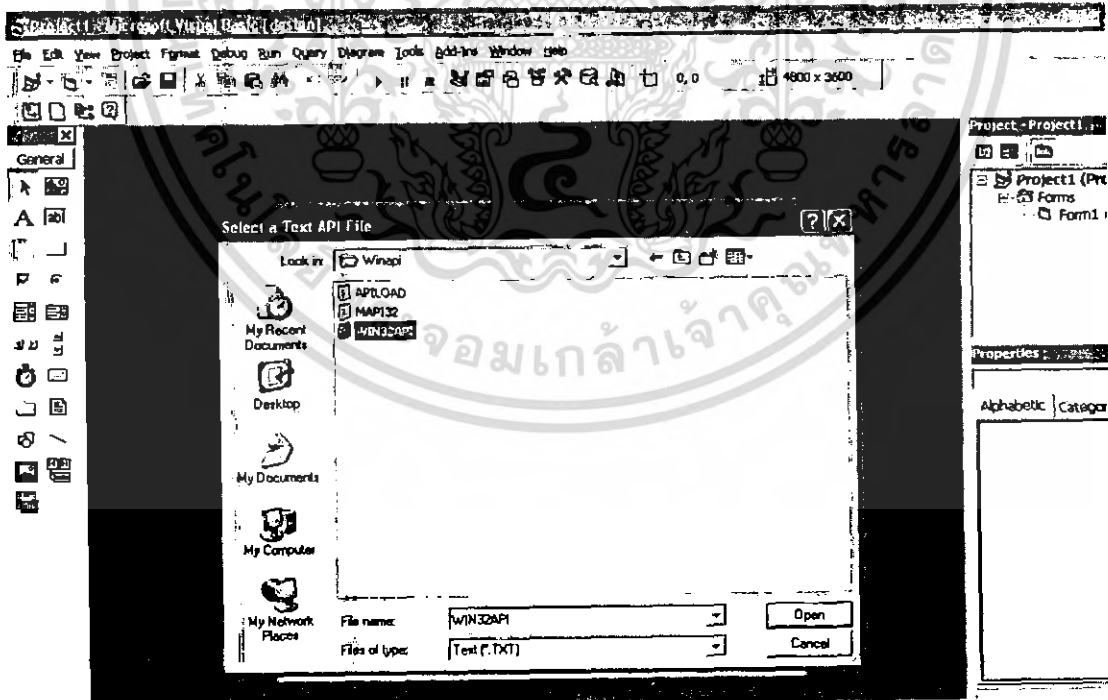
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. ให้เลือกเมนู File > Load Text File เพื่อโหลดเท็กซ์ไฟล์ที่เก็บรายละเอียดเกี่ยวกับฟังก์ชันของ Windows API ขึ้นมาใช้งาน



รูปที่ 2.18 การใช้งาน API Viewer

7. ให้เลือกไฟล์ Win32api.txt ขึ้นมา



รูปที่ 2.19 การใช้งาน API Viewer

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.3.2 การประกาศฟังก์ชันใน Windows API

ในการเรียกใช้ฟังก์ชันต่าง ๆ ของ Windows API นั้นมีขั้นตอนแตกต่างจากการเรียกใช้ฟังก์ชันมาตรฐานที่ Visual Basic เตรียมไว้ให้ หรือฟังก์ชันที่ผู้เขียน โปรแกรมได้สร้างขึ้นมาเอง โดยจะต้องมีการประกาศชื่อฟังก์ชันของ Windows API นั้นก่อนการใช้งาน

สำหรับการประกาศฟังก์ชันนั้นสามารถคัดลอกมาจาก API Viewer ได้ โดยมีรูปแบบการประกาศฟังก์ชันดังนี้

```
Public Declare Function GetMenu Lib "user32"(ByVal hwnd As Long) As Long
```

ฟังก์ชันที่ประกาศนั้นประกอบไปด้วยองค์ประกอบต่าง ๆ ดังนี้

- Declare Function เป็นคำสั่งที่แสดงว่านี่คือ การประกาศฟังก์ชัน
- ชื่อฟังก์ชัน เป็นชื่อของฟังก์ชัน จากตัวอย่างชื่อของฟังก์ชันคือ GetMenu
- Lib เป็นการบอกให้ทราบว่าให้ค้นหาฟังก์ชันนี้จากไฟล์ .DLL ที่ชื่อว่าอะไร โดยปกติต้องระบุชื่อไฟล์ .DLL นั้น เว้นแต่ว่าฟังก์ชันนั้นอยู่ในไฟล์ USER32.DLL, KERNEL32.DLL และ GDI32.DLL
- พารามิเตอร์ เป็นรายการพารามิเตอร์ที่ต้องมีการผ่านค่าให้กับฟังก์ชัน
- ค่าที่รีเทิร์น เป็นชนิดของข้อมูลที่จะคืนค่าให้กับผู้เรียกใช้ จากตัวอย่างมีชนิดข้อมูลเป็น Long

แต่บางฟังก์ชันอาจมีองค์ประกอบอื่น ๆ เพิ่มเติม เช่น ฟังก์ชัน RegisterClass ซึ่งจะมีการประกาศฟังก์ชันดังนี้

```
Public Declare Function RegisterClass Lib "user32" Alias "RegisterClassA" (Class As WNDCLASS) As Long
```

- Alias เป็นชื่อที่ระบบปฏิบัติการ Windows เรียกใช้ฟังก์ชันนี้ จากตัวอย่างแอปพลิเคชันนี้เรียกใช้ผ่านชื่อ RegisterClass แต่ Windows จะรู้จักในชื่อของฟังก์ชัน RegisterClassA

2.6.4 คอนโทรลที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมฮาร์ดแวร์

เนื่องจาก Visual Basic นั้นไม่ได้เน้นการติดต่อกับฮาร์ดแวร์ทำให้มีคอนโทรลที่เกี่ยวข้องกับการติดต่อ และควบคุมฮาร์ดแวร์อยู่ค่อนข้างน้อย สำหรับคอนโทรลมาตรฐานตัวเดียวที่มีมาให้สำหรับติดต่อฮาร์ดแวร์ก็คือ MSComm ซึ่งเน้นการติดต่อกับพอร์ตอนุกรม แต่พอร์ตขนานนั้นไม่มีคอนโทรลที่ใช้งานได้โดยตรงต้องหามาเพิ่มเติม

2.6.4.1 การเขียนโปรแกรมติดต่อและควบคุม Serial Port

พื้นฐานการสื่อสารแบบอนุกรม

ถึงแม้ว่าการสื่อสารแบบอนุกรมในเครื่องคอมพิวเตอร์นั้นจะมีความเร็วในการสื่อสารช้ากว่าแบบขนาน ทั้งนี้ก็เพราะว่าการเคลื่อนย้ายข้อมูลแบบอนุกรมนั้นเป็นการส่งข้อมูลครั้งละ 1 บิต แต่พอร์ตขนานนั้นสามารถส่งข้อมูลได้ครั้งละ 1 บิต แต่พอร์ตขนานนั้นสามารถส่งข้อมูลได้ครั้งละหลาย ๆ บิตพร้อมกัน ส่งผลให้การสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมมีความเร็วต่ำกว่าแบบขนาน

แต่ว่าการส่งข้อมูลแบบอนุกรมนั้นมีข้อที่เหนือกว่าการส่งข้อมูลแบบขนานคือ การสามารถส่งข้อมูลได้ในระยะทางที่ไกลกว่าแบบขนาน อีกทั้งสายสัญญาณที่ใช้ยังมีน้อยกว่าการส่งข้อมูลแบบขนานอีกด้วย การสื่อสารแบบอนุกรมสามารถแบ่งออกเป็น 3 รูปแบบ

1. Simplex สามารถส่งข้อมูลได้อย่างเดียว เป็นการสื่อสารแบบทางเดียว
2. Half-Duplex สามารถส่งข้อมูลไปยังปลายทางและสามารถรับข้อมูลจากปลายทางได้ แต่ไม่สามารถทำการส่งและรับข้อมูลได้ในเวลาเดียวกัน
3. Full-Duplex สามารถรับและส่งข้อมูลได้ในเวลาเดียวกัน

การสื่อสารแบบซิงโครนัส(Synchronous) สำหรับการสื่อสารแบบซิงโครนัสนี้จะใช้สัญญาณนาฬิกาควบคุมการรับส่งสัญญาณ

การสื่อสารแบบอะซิงโครนัส(Asynchronous) สำหรับการสื่อสารแบบอะซิงโครนัสนั้นจะใช้สายข้อมูลเพียงตัวเดียว แต่จะใช้รูปแบบการส่งข้อมูล หรือ Bit Pattern กำหนดว่าส่วนไหนเป็นส่วนเริ่มต้นข้อมูล, ส่วนไหนเป็นตัวข้อมูล, ส่วนไหนจะเป็นส่วนตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล และส่วนไหนเป็นส่วนปิดท้ายของข้อมูล โดยต้องกำหนดให้สัญญาณนาฬิกาเท่ากันทั้งภาคส่ง และภาครับ ซึ่งจะมีอุปกรณ์พิเศษที่ชื่อว่า UART หรือ Universal Asynchronous Receiver/Transmitter ควบคุมการรับและส่งข้อมูล

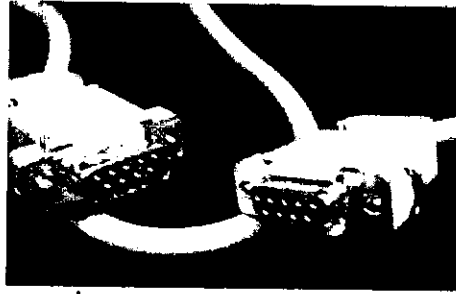
มาตรฐาน RS-232C

มาตรฐาน RS232C ได้แบ่งอุปกรณ์ออกเป็น 2 ประเภท ซึ่งอุปกรณ์ทั้งสองประเภทนี้ก็คือ

1. อุปกรณ์ DTE(Data Terminal Equipment) เป็นอุปกรณ์สำหรับส่งข้อมูล(เอาท์พุท)
2. อุปกรณ์ DCE(Data communication Equipment) เป็นอุปกรณ์สำหรับรับข้อมูล(อินพุท)

ตามมาตรฐาน RS-232C แล้วคอนเน็คเตอร์ของ DTE จะเป็นตัวผู้ ส่วนคอนเน็คเตอร์ของ DCE จะเป็นตัวเมีย ซึ่งคอนเน็คเตอร์ที่นิยมใช้กันอยู่จะเป็นชนิด D-Type แบบ 9 ขา และแบบ 25 ขา โดยจะติดตั้งอยู่หลังเครื่องคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.20 คอนเน็คเตอร์ของ RS-232

องค์ประกอบของการรับส่งข้อมูลแบบอนุกรม

การสื่อสารแบบอนุกรมที่นิยมใช้กับคอมพิวเตอร์นั้น เป็นการสื่อสารข้อมูลแบบอะซิงโครนัส นั่นคือ ต้องใช้สายสัญญาณเส้นเดียวทำหน้าที่ทั้งส่งส่วนที่เป็นข้อมูล และส่วนที่ใช้ควบคุมการส่งข้อมูล ดังนั้นข้อมูลที่อ่านได้แต่ละบิตจากการส่งแบบอนุกรม จึงต้องถูกแยกแยะว่าใช้สำหรับวัตถุประสงค์ใด โดยสามารถแบ่งได้เป็น 4 ส่วนคือ

- | | |
|------------------------------|-------------------|
| 1. Start Bit | ขนาด 1 บิต |
| 2. บิตข้อมูล(Data Character) | ขนาด 7 หรือ 8 บิต |
| 3. Parity Bit | ขนาด 1 บิต |
| 4. Stop Bit | ขนาด 1 หรือ 2 บิต |

แต่ละตัวอักษรที่ถูกส่งออกไปเป็นกลุ่มจะประกอบไปด้วยบิตเริ่มต้น บิตข้อมูล บิตพาริตี (จะมีหรือไม่มีก็ได้) และบิตจบ โดยสรุปหน้าที่ได้ดังนี้

- Start Bit หรือบิตเริ่มต้น จะใส่ที่จุดเริ่มต้นเสมอ เพื่อเตือนอุปกรณ์ฝ่ายรับว่าข้อมูลกำลังจะมาถึง
- Data Character หรือบิตข้อมูล การส่งบิตข้อมูลจะส่งเป็นกลุ่ม ๆ โดยทั่วไปจะส่งเป็น 7 หรือ 8 บิต ซึ่งเพียงพอสำหรับการส่ง Ascii Word
- Parity Bit หรือบิตพาริตี ใช้ในการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่ส่ง เราจะใส่บิตพาริตีเข้าไป แต่ทั้งตัวรับและตัวส่งจะต้องรู้กันว่าจะใช้พาริตีแบบไหนในการส่งข้อมูล ซึ่งหลักการในการกำหนดบิตพาริตีมีหลายแบบดังนี้
 - พาริตีคู่(Even Parity) ค่าของบิตพาริตีนี้เมื่อรวมกับทุกๆ บิตของข้อมูลแล้ว จะต้องมิจำนวนบิตที่เป็นเลข 1 เป็นเลขคู่ เช่น ข้อมูล 1000101 มีเลข 1 ทั้งหมด 3 ตัว ดังนั้นบิตพาริตีจะเป็น 0
 - พาริตีคี่(Odd Parity) ค่าของบิตพาริตีนี้เมื่อรวมกับทุกๆ บิตของข้อมูลแล้ว จะต้องมิจำนวนบิตที่เป็นเลข 1 เป็นเลขคี่ เช่น ข้อมูล 1000101 มีเลข 1 ทั้งหมด 3 ตัว ดังนั้นบิตพาริตีจะเป็น 1

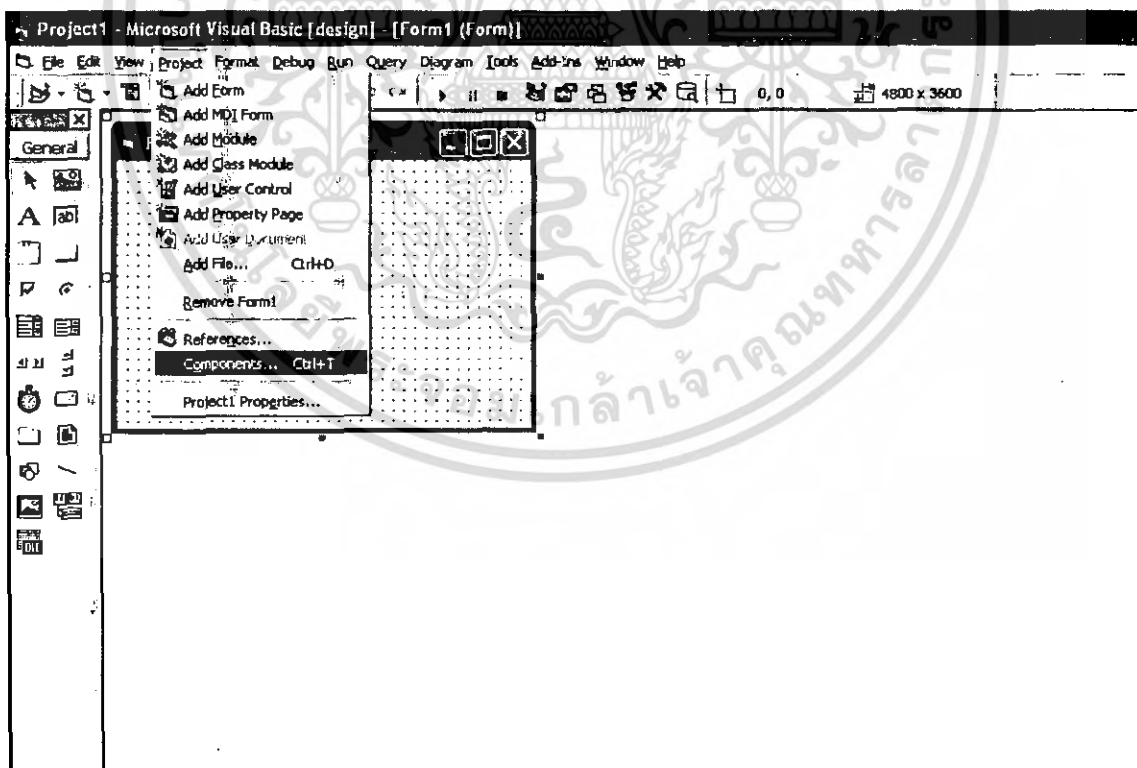
- ไม่มีพาริตี (None) ถ้าตั้งบิตพาริตีเป็น None ทั้งภากรับและภาคส่งจะไม่มี การตรวจสอบบิตพาริตี
- Stop Bit หรือบิตจบ เป็นบิตที่ส่งมาปิดท้ายข้อมูล

อัตราเร็วในการรับส่งข้อมูลแบบอนุกรม

การที่อุปกรณ์สองอย่างจะติดต่อกันได้นั้น จะต้องทำงานด้วยอัตราเร็วเท่ากัน ซึ่งอัตราเร็วในการสื่อสารแบบอะซิงโครนัสคือ ค่าบอดเรต(Baud Rate) มีหน่วยเป็นบิตต่อวินาที ซึ่งค่าอัตราเร็วในการสื่อสารแบบอนุกรมสำหรับมาตรฐาน RS-232C นั้นมีใช้ดังนี้ 110,150,300,600,1200,2400,4800,9600 และ 19200 บิตต่อวินาที

2.6.4.2 การเขียนโปรแกรมติดต่อ และควบคุม Serial Port กับ Visual Basic

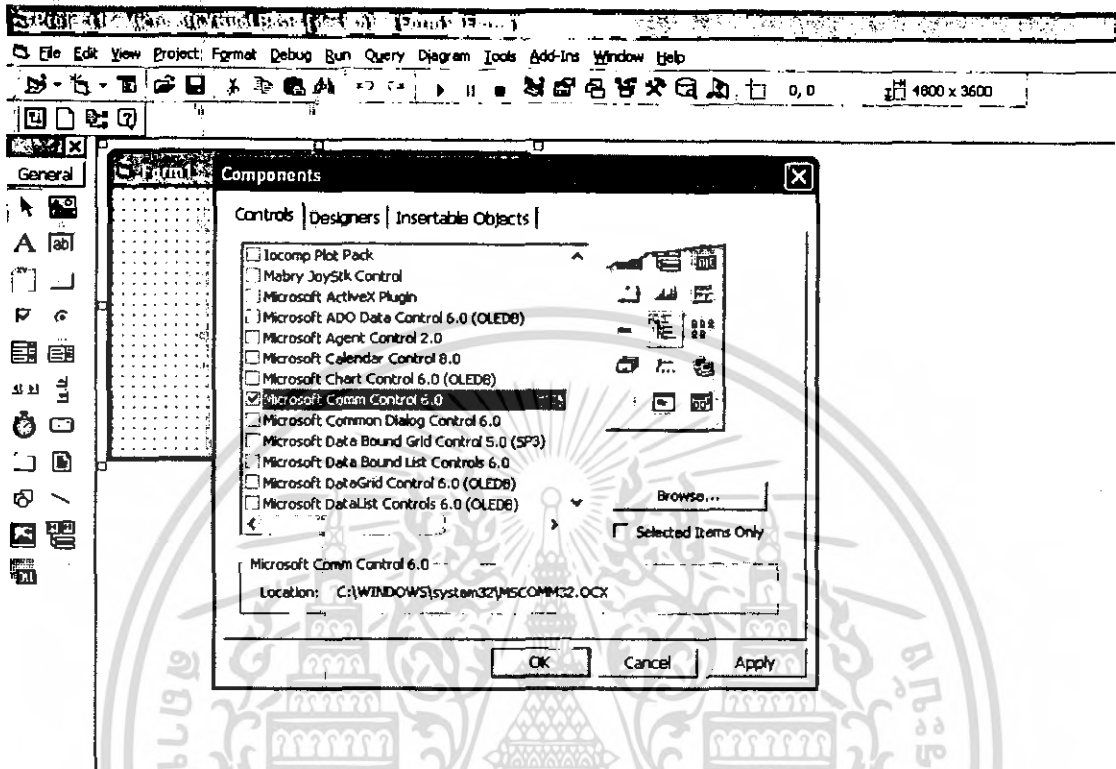
คอนโทรลที่สำคัญในการทำให้ Visual Basic สามารถสื่อสารผ่านพอร์ตอนุกรมได้นั้นก็คือคอนโทรล MSComm ซึ่งไม่ใช่คอนโทรลมาตรฐาน ดังนั้นเราต้องการใช้งาน MSComm เราจะต้องทำการเพิ่มคอนโทรลนี้เข้าไปใน Toolbox ซึ่งสามารถทำได้โดยคลิกขวาที่ Toolbox แล้วเลือกเมนู Component ดังรูปที่ 2.21



รูปที่ 2.21 การ Add Components

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากนั้นจะปรากฏไดอะล็อก Component ขึ้นมา จากนั้นให้คลิกเลือกที่ Microsoft Comm Control 6.0 แล้วคลิกปุ่ม ดังรูปที่ 2.22



รูปที่ 2.22 การ Add Microsoft Comm Control 6.0

จากนั้นจะปรากฏภายใน Toolbox จะมีไอคอนรูปโทรศัพท์ ซึ่งเป็นไอคอนของคอนโทรล MSComm ปรากฏขึ้นมาให้ใช้งาน



รูปที่ 2.23 ไอคอนของคอนโทรล MSComm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.4.3 พรีอพเพอร์ตีที่สำคัญในการใช้งาน MSComm

- * CommPort ใช้ในการกำหนดหมายเลขของพอร์ตอนุกรมที่เราต้องการจะติดต่อ โดยมีรูปแบบการใช้งานดังนี้

object.CommPort[= value]

เช่น การเขียน โปรแกรมติดต่อกับพอร์ต Com1 จะเขียนเป็น

MSComm1.CommPort = 1

- * Setting ใช้ในการกำหนดอัตราบอด (Baud Rate) หรือความเร็วในการส่งข้อมูล มีหน่วยเป็นบิตต่อวินาที, พาริตี, จำนวนของบิตข้อมูล, จำนวนของบิตปิดท้าย โดยมีรูปแบบการใช้งานดังนี้

object.Settings[= value]

เช่น กำหนดให้มีการเขียน โปรแกรมใช้งานที่ Baud Rate = 9600 บิตต่อวินาที ไม่มีพาริตี จำนวนบิตข้อมูลเท่ากับ 8 บิต และมีบิตปิดท้าย 1 บิต

MSComm1.Settings = "9600, N,8,1"

- * PortOpen ใช้สำหรับเปิดและปิดการใช้งานพอร์ตอนุกรม โดยมีรูปแบบของการทำงานดังนี้

object.PortOpen[= value]

เช่น เปิดใช้งานพอร์ตอนุกรม ให้กำหนดค่า value เป็น True เขียนโค้ดไว้ดังนี้

MSComm1.PortOpen = True

แต่ถ้าต้องการปิดพอร์ตอนุกรม ให้กำหนดค่า value เป็น False

MSComm1.Portopen = False

- * InBufferSize เป็นการกำหนดขนาดของ Buffer ในการรับข้อมูลเข้ามา โดยมีรูปแบบการทำงานดังนี้

object.InBufferSize[= value]

- * OutBufferSize เป็นการกำหนดขนาดของ Buffer ในการส่งข้อมูลออกไป โดยมีรูปแบบการกำหนดค่าดังนี้

object.OutBufferSize[= value]

- * Inputlen เป็นการกำหนดค่าของข้อมูลที่อ่านจาก Buffer ภาครับ โดยมีรูปแบบการรับค่าดังนี้

object.Inputlen[= value]

- * InputMode เป็นการกำหนดค่าชนิดของข้อมูลที่รับเข้ามา โดยมีรูปแบบการกำหนดค่าดังนี้

object.InputMode[= value]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยที่เราสามารถเลือกชนิดของข้อมูลได้ 2 ประเภทคือ

- `comInputModeText` ข้อมูลที่รับเข้ามาเป็นข้อความปกติ เราสามารถตั้งค่าให้อยู่ในโหมดนี้ได้โดยการกำหนด `value` ให้เป็น "0"
- `comInputmodeBinary` ข้อมูลที่รับเข้ามาเป็นข้อมูลไบนารี เราสามารถตั้งค่าให้อยู่ในโหมดนี้ได้โดยการกำหนดค่า `value` ให้เป็น "1"
- `Input` ใช้ในการอ่านค่าข้อมูลจากพอร์ตอนุกรม โดยมีรูปแบบการอ่านค่า ดังนี้

object.Input

เช่น อ่านค่าจากบัฟเฟอร์ของพอร์ตอนุกรม แล้วนำมาเก็บไว้ในตัวแปรที่ชื่อว่า `Data` เราจะเขียนโค้ดได้ดังนี้

Data = MScComm1.Input

- `Output` ใช้ในการส่งข้อมูลออกไปจากพอร์ตอนุกรม โดยมีรูปแบบของการเขียนดังนี้

object.Output[= value]

- `EOFEnable` เป็นการบอกว่สิ้นสุดของไฟล์ end of File [EOF] โดยมีรูปแบบการใช้งาน ดังนี้

object.EOFEnable[= value]

2.7 PSoC (Programmable System on Chip)

PSoC เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ในตระกูล M8 ของ Cypress Semiconductor ที่มีวงจรรวมต่างๆ ทั้งระบบอนาล็อกและดิจิตอลอยู่ภายใน โดยมีการจัดสรรเป็นบล็อก ซึ่งการเชื่อมต่อกันภายในตัว PSoC กับพอร์ตต่างๆ จะผ่านทางส่วนเชื่อมต่อโยงอะนาล็อกหลัก (Global Analog Interconnect) และส่วนเชื่อมต่อโยงดิจิตอลหลัก (Global Digital Interconnect) ความสามารถพิเศษของ PSoC คือ สามารถกำหนดขาเชื่อมต่อของโมดูลวงจรรวมต่างๆ ได้อย่างอิสระ ซึ่งไมโครคอนโทรลเลอร์ทั่วไปยังไม่มีความสามารถนี้

ในโครงการนี้ จะใช้ PSoC เบอร์ CY8C27443 เป็นเบอร์ของไมโครคอนโทรลเลอร์ PSoC ที่มีหน่วยความจำแฟลช 16 กิโลไบต์ แรม 256 ไบต์ มีพอร์ต 3 พอร์ต คือ พอร์ต 0-2 พอร์ตละ 8 ขารวม 24 ขา สามารถกำหนดเป็นดิจิตอลอินพุตเอาต์พุตได้ทั้ง 24 ขา หรือกำหนดเป็นอะนาล็อกอินพุตได้ 12 ขา หรือเป็นอะนาล็อกเอาต์พุตได้ 4 ขา ส่วนในวงจรรวมภายใน มีบล็อกวงจรอะนาล็อก 12 บล็อกและบล็อกวงจรดิจิตอล 8 บล็อก

2.7.1 คุณสมบัติที่สำคัญของ PSoC

1. มีโครงสร้างระบบภายในแบบ Harvard Architecture ด้วยหน่วยประมวลผลภายในแบบ M8C และสามารถทำงานได้ที่ความถี่สูง 24 MHz
2. มีวงจรถคูณเลขภายในแบบ 8X8 Multiply (32 Bit Accumulate)
3. สามารถทำงานที่ระดับแรงดันไฟฟ้าตั้งแต่ 3.0 – 5.25 V
4. มีโหมดทำงานแบบ Switch Pump Mode (SPM) ซึ่งช่วยให้ระบบสามารถทำงานกับแรงดันไฟเลี้ยงที่มีระดับต่ำถึง 1V ได้
5. มีวงจรถ่ายสัญญาณนาฬิกาที่มีความเที่ยงตรงสูง โดยสามารถเลือกค่าสัญญาณนาฬิกาได้ตามต้องการ
 - ใช้วงจรถ่ายสัญญาณนาฬิกาจากภายใน 24/48 MHz โดยที่มีค่าความผิดพลาดที่ +/- 2.5% โดยไม่จำเป็นต้องใช้สัญญาณนาฬิกาจากภายนอกอื่นๆ เช่น R-C เป็นต้น
 - ทำงานร่วมกับ X-TAL 32.768 KHz ประกอบคุณสมบัติเฟสล็อกคูลูป (PLL) ที่มีอยู่ภายในชิพเพื่อกำเนิดสัญญาณนาฬิกาที่ 24/48 MHz
 - มีวงจรถ่ายสัญญาณนาฬิกาภายในอิสระ สำหรับการนอนหลับ (Sleep) และว็อลด็อกทามเมอร์ (Watchdog Timer) เพื่อเพิ่มความปลอดภัยของระบบไมโครคอนโทรลเลอร์
 - ทำงานร่วมกับ External Oscillator ได้ที่ความถี่สูงสุด 24 MHz
6. หน่วยความจำโปรแกรมที่มีความยืดหยุ่นสูง
 - 16 KB Flash memory สำหรับเบอร์ CY27-Series และ 32 KB สำหรับเบอร์ CY29-Series
 ที่มีจำนวนครั้งต่อการลบและเขียนข้อมูลใหม่ได้สูงสุดถึง 50,000 ครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- หน่วยความจำแรมภายในขนาด 256 Byte สำหรับเบอร์ CY27-Series และ 2 KB สำหรับเบอร์ CY29-Series

- หลากหลายกับโหมดป้องกัน (Protection Mode)

- สามารถใช้งานพื้นที่ว่างของ Flash memory เพื่อนำมาประยุกต์ใช้หน่วยความจำชนิด EEPROM ได้โดยไม่จำเป็นต้องอินเทอร์เฟสกับ EEPROM ภายนอก

7. สามารถโปรแกรมฟังก์ชันการทำงานให้กับขาต่างๆ ของไมโครคอนโทรเลอร์ได้

- สามารถขับกระแสได้สูงสุด 25 mA ทุกขาในโหมด GPIO

- สามารถเลือกรูปแบบของขาได้อย่างอิสระ ได้แก่ Pull up, Pull down, High Z, High Z Analog, Strong, Strong Slow, Open drain high, Open drain low

- ทุกๆขาสามารถกำหนดเป็นแหล่งกำเนิดสัญญาณ Interrupt ได้

8. มีทรัพยากรเพิ่มเติม ที่มีภายในระบบ ได้แก่

- การสื่อสารแบบ I2C, Slave, Master และ Multi-Master

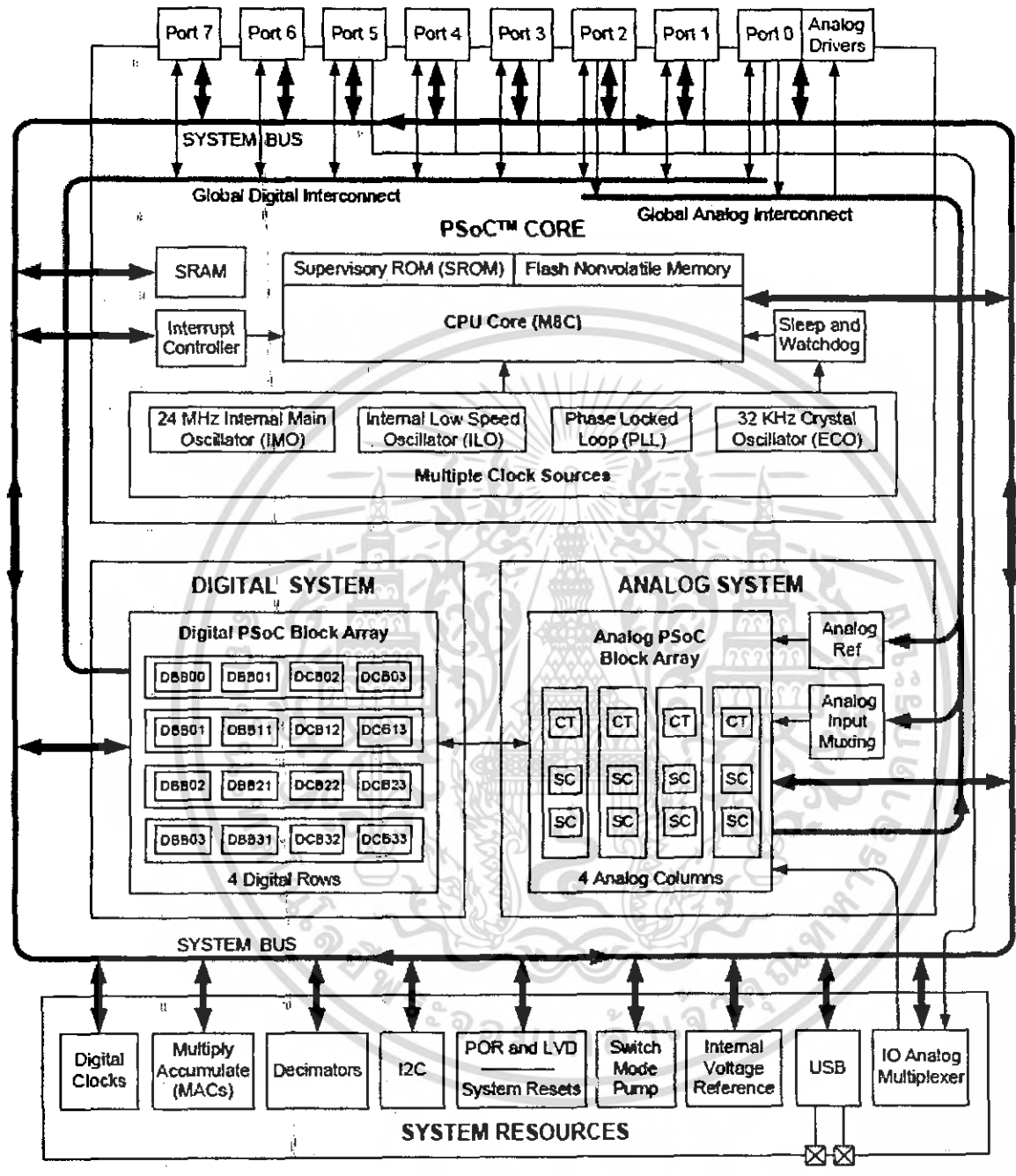
- มีวงจรการทำงานของ Watchdog Timer และ Sleep Timer

- สามารถกำหนดค่าระดับแรงดันในการทำงานได้

- มีวงจรกำเนิดแรงดันอ้างอิงภายในที่มีความเที่ยงตรงสูง

- มีวงจร Supervisory ประกอบอยู่ภายใน

2.7.2 โครงสร้างทางฮาร์ดแวร์



รูปที่ 2.24 PSoC-1 โครงสร้างของ PSoC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PSoC Device Group	Digital IO (max)	Digital Rows	Digital Blocks	Analog Inputs	Analog Outputs	Analog Columns	Analog Blocks	Amount of SRAM	Amount of Flash
CY8C29x66	64	4	16	12	4	4	12	2K	32K
CY8C27x43	44	2	8	12	4	4	12	256 Bytes	16K
CY8C24794	50	1	4	48	2	2	6	1K	16K
CY8C24x23A	24	1	4	12	2	2	6	256 Bytes	4K
CY8C24x23	24	1	4	12	2	2	6	256 Bytes	4K
CY8C21x34	28	1	4	28	0	2	4 ^a	512 Bytes	8K
CY8C21x23	16	1	4	8	0	2	4 ^a	256 Bytes	4K

ตารางที่ 2.5 PSoC-1 คุณสมบัติของ PSoC Device

PSoC Part Number	USB	Switch Mode Pump	Digital Clocks	I2C	Internal Voltage Ref	POR and LVD	System Resets	Decimator*	Multiply Accumulate
CY8C29x66		✓	✓	✓	✓	✓	✓	T2	2
CY8C27x43		✓	✓	✓	✓	✓	✓	T1	1
CY8C24x94 **	✓		✓	✓	✓	✓	✓	T2	2
CY8C24x23		✓	✓	✓	✓	✓	✓	T1	1
CY8C24x23A		✓	✓	✓	✓	✓	✓	T1	1
CY8C22x13			✓	✓	✓	✓	✓	T1	0
CY8C21x34 **		✓	✓	✓	✓	✓	✓		0
CY8C21x23		✓	✓	✓	✓	✓	✓		0
CY7C64215 **	✓		✓	✓	✓	✓	✓	T2	2
CY7C603xx **		✓	✓	✓	✓	✓	✓		0
CYWUSB6953 **		✓	✓	✓	✓	✓	✓		0

* Decimator types: T1 = Type 1. T2 = Type 2.

** The only PSoC devices that have the IO Analog Multiplexer system resource or USB system resource.

ตารางที่ 2.6 PSoC-2 ระบบรีซอร์ส (System Resource) ของ PSoC Device

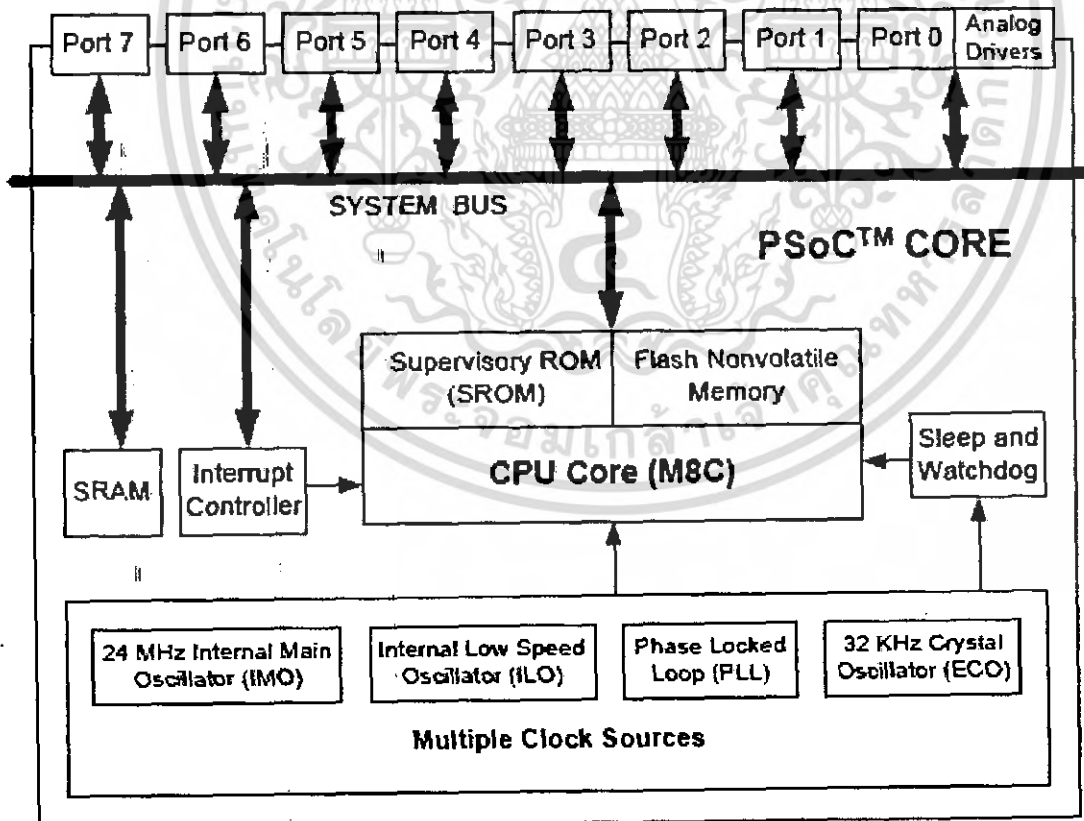
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงสร้างทางฮาร์ดแวร์ ซึ่งมีองค์ประกอบดังต่อไปนี้

2.7.2.1 PSoC Core

PSoC Core เป็นส่วนหลักของการประมวลผลและควบคุมการทำงานภายในทั้งหมด ประกอบด้วย

- Processor M8C
- Flash Memory หรือหน่วยความจำโปรแกรม
- SRAM
- วงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกา ประกอบด้วย
 - 24 MHz Internal Main Oscillator (IMO)
 - Internal Low Speed Oscillator (ILO)
 - 32 kHz Crystal Oscillator (ECO)
 - Sleep and Watchdog
 - Interrupt Controller

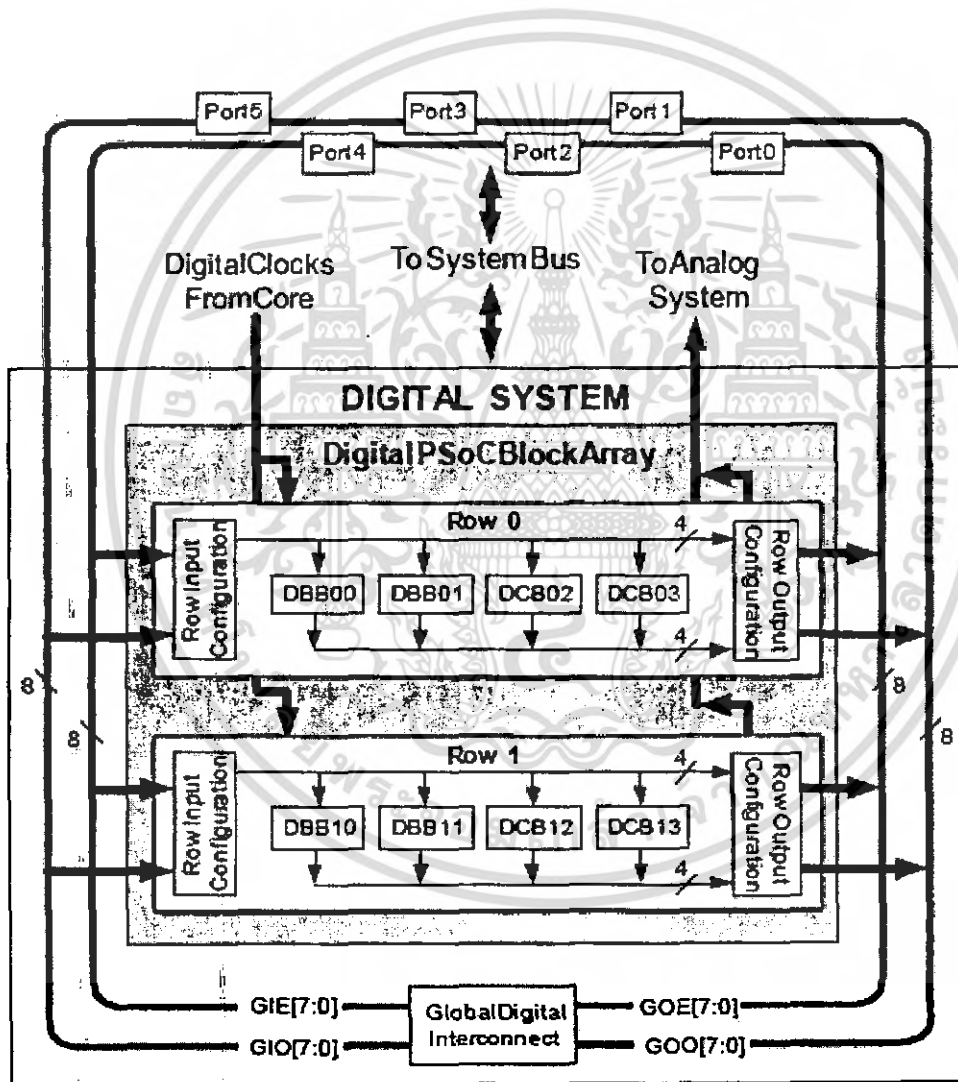


รูปที่ 2.25 PSoC-2 โครงสร้างของ PSoC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.2.2 Digital System

เป็นพื้นที่การทำงานของระบบดิจิทัล โดยเป็นส่วนการทำงานของ ฮาร์ดแวร์ ที่แยกอิสระจาก PSoC Core โครงสร้างส่วนนี้ทำให้มีความสามารถ กำหนดคุณสมบัติฟังก์ชันทางด้านดิจิทัลลงให้แก่ชิพไมโครคอนโทรลเลอร์ได้ เช่น Counter, PWM, I2C, UART เป็นต้น เพื่อให้ชิพไมโครคอนโทรลเลอร์มีคุณสมบัติทางด้านดิจิทัลตามต้องการ สำหรับชิพรุ่น CY27-Series มีให้ใช้งานได้ 8 Digital Block และรุ่น CY29-Series มีให้ใช้งานได้ 16 Digital Block สำหรับคุณสมบัติพื้นฐานของแต่ละบล็อก คือมีขนาดข้อมูลเท่ากับ 8 บิต เช่น Timer ขนาด 8 / 16 / 24 บิต จะใช้พื้นที่จำนวน 1, 2, 3 บล็อกตามลำดับ

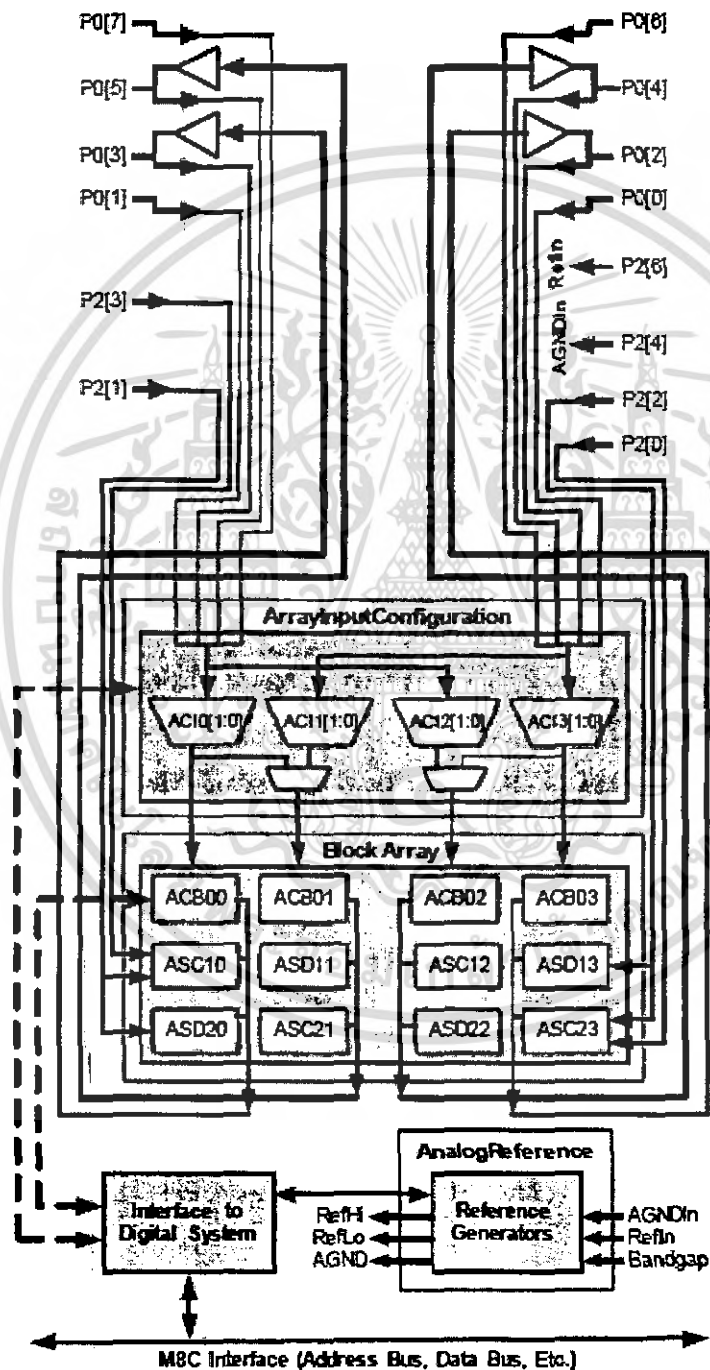


รูปที่ 2.26 PSoC-2 โครงสร้างของ Digital System

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.2.3 Analog System

เป็นพื้นที่การทำงานของระบบอนาล็อก โดยเป็นส่วนการทำงานของฮาร์ดแวร์ ที่แยกอิสระจาก PSoc Core เช่นเดียวกับ Digital System โครงสร้างส่วนนี้ทำให้มีความสามารถกำหนดคุณสมบัติฟังก์ชันทางด้านอนาล็อก ลงให้แก่ชิปไมโครคอนโทรลเลอร์ได้ เช่น Amplifier, ADC, DAC เป็นต้น สำหรับชิพรุ่น CY27-Series และรุ่น CY29-Series มีให้ใช้งานได้ 12 Analog Block



รูปที่ 2.27 PSoc-3 โครงสร้างของ Analog System

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.2.4 System Resources

เป็นส่วนของทรัพยากรรวมภายในระบบ ซึ่งแต่ละส่วนของระบบไมโครคอนโทรลเลอร์สามารถติดต่อถึงกันได้ผ่านระบบบัสซิสเต็มบัส(System Bus) ประกอบด้วย

- Digital Clocks สำหรับควบคุมการหารความถี่ของสัญญาณนาฬิกา
- Multiply Accumulator (MAC)
- Decimator
- I2C สำหรับการสื่อสารด้วยรูปแบบ I2C
- POR (Power on Reset) and LVD (Low Voltage Detector) สำหรับควบคุมระบบรีเซ็ต

และระบบตรวจสอบระดับแรงดันไฟเลี้ยงต่ำกว่าที่กำหนด

- Internal Voltage Reference แรงดันอ้างอิงภายใน สามารถกำหนดใช้งานเป็นแรงดันอ้างอิงภายในวงจรให้แก่วงจร ADC หรือส่งค่าแรงดันอ้างอิงออกมาสู่ขาสัญญาณ เพื่อนำออกไปใช้งานภายนอกได้

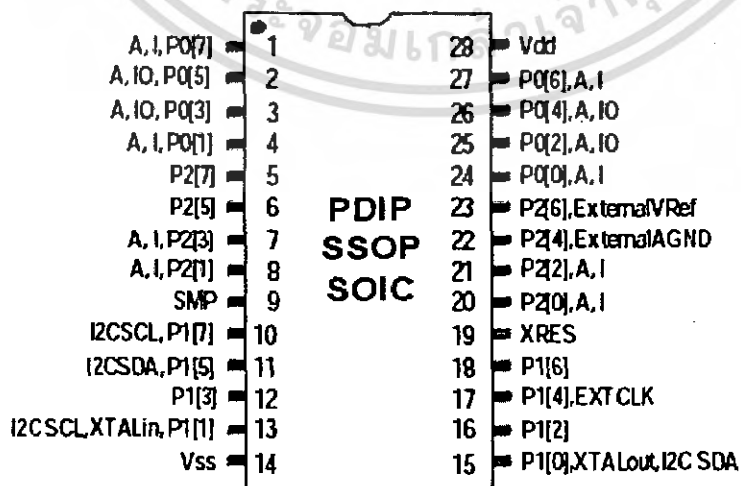
- SMP (Switch Mode Pump) เป็นโหมดควบคุมการทำงานสำหรับบูตค่าแรงดันไฟเลี้ยงระดับต่ำมีแรงดันที่สูงขึ้นและเพียงพอสำหรับการทำงานของระบบไมโครคอนโทรลเลอร์

2.7.2.5 Port

เป็นขาสัญญาณต่างๆที่ใช้สำหรับการอินเทอร์เฟสไปยังวงจรต่างๆ โดยจำนวนพอร์ตที่ขึ้นอยู่กับเบอร์ของไมโครคอนโทรลเลอร์ที่เลือกนำมาใช้งาน

ขาสัญญาณต่างๆของ PSoC ในไมโครคอนโทรลเลอร์นั้น ได้กำหนดไว้ตาม รูปที่ 2.28 PSoC-4

CY8C27443 28-Pin PSoC Device



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.28 PSoC-4 รูปร่างการจัดขาของไมโครคอนโทรลเลอร์ เบอร์ CY8C27443

Pin No.	Type		Pin Name	Description
	Digital	Analog		
1	IO	I	P0[7]	Analog column mux input.
2	IO	IO	P0[5]	Analog column mux input and column output.
3	IO	IO	P0[3]	Analog column mux input and column output.
4	IO	I	P0[1]	Analog column mux input.
5	IO		P2[7]	
6	IO		P2[5]	
7	IO	I	P2[3]	Direct switched capacitor block input.
8	IO	I	P2[1]	Direct switched capacitor block input.
9	Power		SMP	Switch Mode Pump (SMP) connection to external components required.
10	IO		P1[7]	I2C Serial Clock (SCL).
11	IO		P1[5]	I2C Serial Data (SDA).
12	IO		P1[3]	
13	IO		P1[1]	Crystal Input (XTALin), I2C Serial Clock (SCL), ISSP-SCLK.
14	Power		Vss	Ground connection.
15	IO		P1[0]	Crystal Output (XTALout), I2C Serial Data (SDA), ISSP-SDATA.
16	IO		P1[2]	
17	IO		P1[4]	Optional External Clock Input (EXTCLK).
18	IO		P1[6]	
19	Input		XRES	Active high external reset with internal pull down.
20	IO	I	P2[0]	Direct switched capacitor block input.
21	IO	I	P2[2]	Direct switched capacitor block input.
22	IO		P2[4]	External Analog Ground (AGND).
23	IO		P2[6]	External Voltage Reference (VRef).
24	IO	I	P0[0]	Analog column mux input.
25	IO	IO	P0[2]	Analog column mux input and column output.
26	IO	IO	P0[4]	Analog column mux input and column output.
27	IO	I	P0[6]	Analog column mux input.
28	Power		Vdd	Supply voltage.

ตารางที่ 2.7 PSoC-3 การกำหนดขาสัญญาณต่างๆของ เบอร์ CY8C27443

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.2.6 Oscillator

ไมโครคอนโทรลเลอร์สามารถทำงานด้วยวงจรกำเนิดความถี่ภายในได้สูงถึง 24MHz อย่างไรก็ตาม การใช้งานในวงจร ย่อมมีความผิดพลาด โดยปกติจะมีค่าไม่เกิน 2.5% ดังนั้น สำหรับการใช้งานที่มีความเที่ยงตรงสูงกว่านี้ สามารถใช้วงจรกำเนิดความถี่ภายนอก ซึ่งสามารถรองรับการใช้งานได้ 2 แบบคือ

- Crystal Oscillator 32 kHz
- Oscillator Module

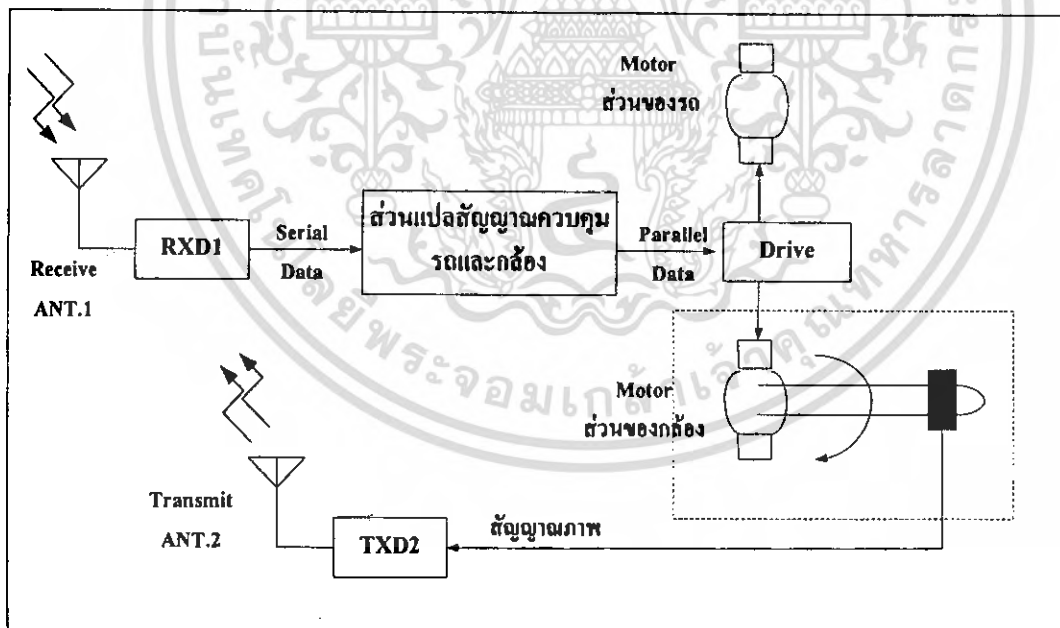
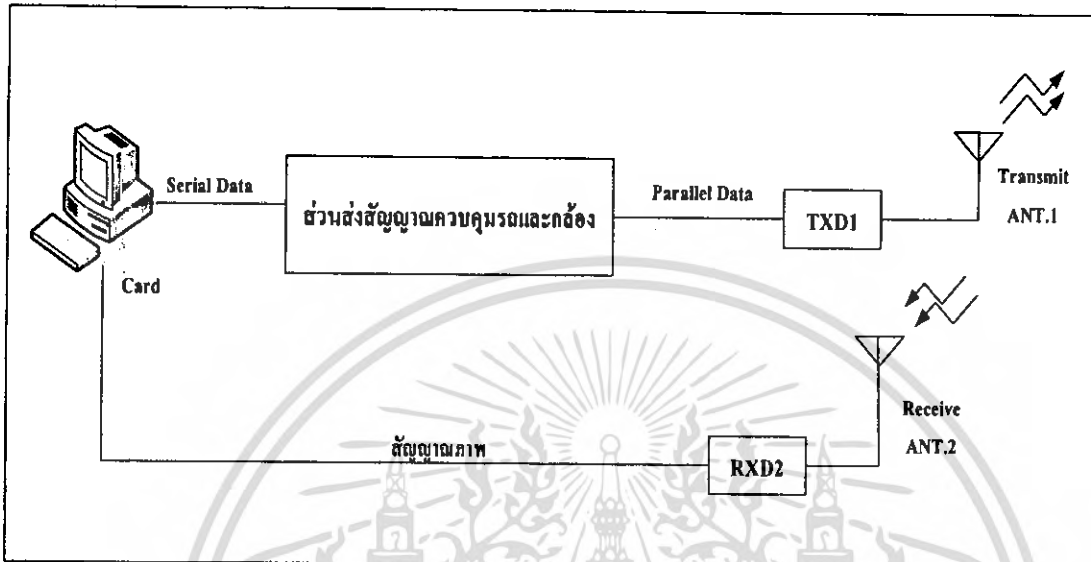
2.7.2.7 Reset

ขารับสัญญาณรีเซ็ตของไมโครคอนโทรลเลอร์ PSoC หรือขา XRES จะมีอยู่ในไมโครคอนโทรลเลอร์ทุกรุ่น โดยสัญญาณรีเซ็ตจะเกินขึ้นเมื่อได้รับลอจิก “1” หรือแรงดันไฟ 5V



บทที่ 3

หลักการงานและการออกแบบ



รูปที่ 3.1 Block Diagram หลักการทำงาน โดยรวม ของภาครับ-ภาคส่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 3.1 แสดงให้เห็นถึงหลักการทำงานของรถกู้ภัยควบคุมแบบไร้สาย โดยแบ่งออกเป็น ส่วนของภาคส่งและภาครับ ซึ่งมีหลักการทำงานโดยรวมคือ

คอมพิวเตอร์ ทำหน้าที่ควบคุมการทำงาน โดยใช้โปรแกรมวิชวลเบสิก เขียนโปรแกรมสั่งงาน เพื่อที่จะควบคุมตัวรถและกล้อง ให้ทำงานตามคำสั่ง เช่น เดินหน้า ถอยหลัง หมุนกล้องซ้าย หมุนกล้องขวา ส่วนนี้จะใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ 8051 มาทำเป็นส่วนของสัญญาณควบคุม สัญญาณที่ออกมาจะเป็นสัญญาณแบบอนุกรม เข้าสู่ภาคส่ง(TXD1) แล้วส่งสัญญาณต่อไปยังภาครับ (RXD1)

ภาครับ1(RXD1) จะรับสัญญาณเข้ามาแล้วส่งสัญญาณแบบอนุกรมไปสู่ชุดแปลสัญญาณ ควบคุมและกล้อง ซึ่งในส่วนนี้ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ 8051 มาเป็นส่วนแปลสัญญาณ สัญญาณที่ได้ออกมาจะเป็นสัญญาณแบบขนานเข้าสู่วงจร Drive ซึ่งชุด Drive จะประกอบด้วย ส่วนของชุดขับเคลื่อนมอเตอร์ของตัวรถ และชุดขับเซอร์โวมอเตอร์ของตัวกล้อง เพื่อสั่งให้มอเตอร์หมุนตามที่เราต้องการ

ชุดกล้องจะรับภาพและส่งสัญญาณภาพไปที่ภาคส่ง2(TXD2) แล้วส่งสัญญาณต่อไปยังภาครับ (RXD2) โดยจะได้สัญญาณออกมาเป็นสัญญาณภาพ AV เข้าสู่การ์ดรับภาพ (TV Card) ที่ติดตั้งอยู่กับคอมพิวเตอร์

หลักการทำงานและออกแบบ แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ

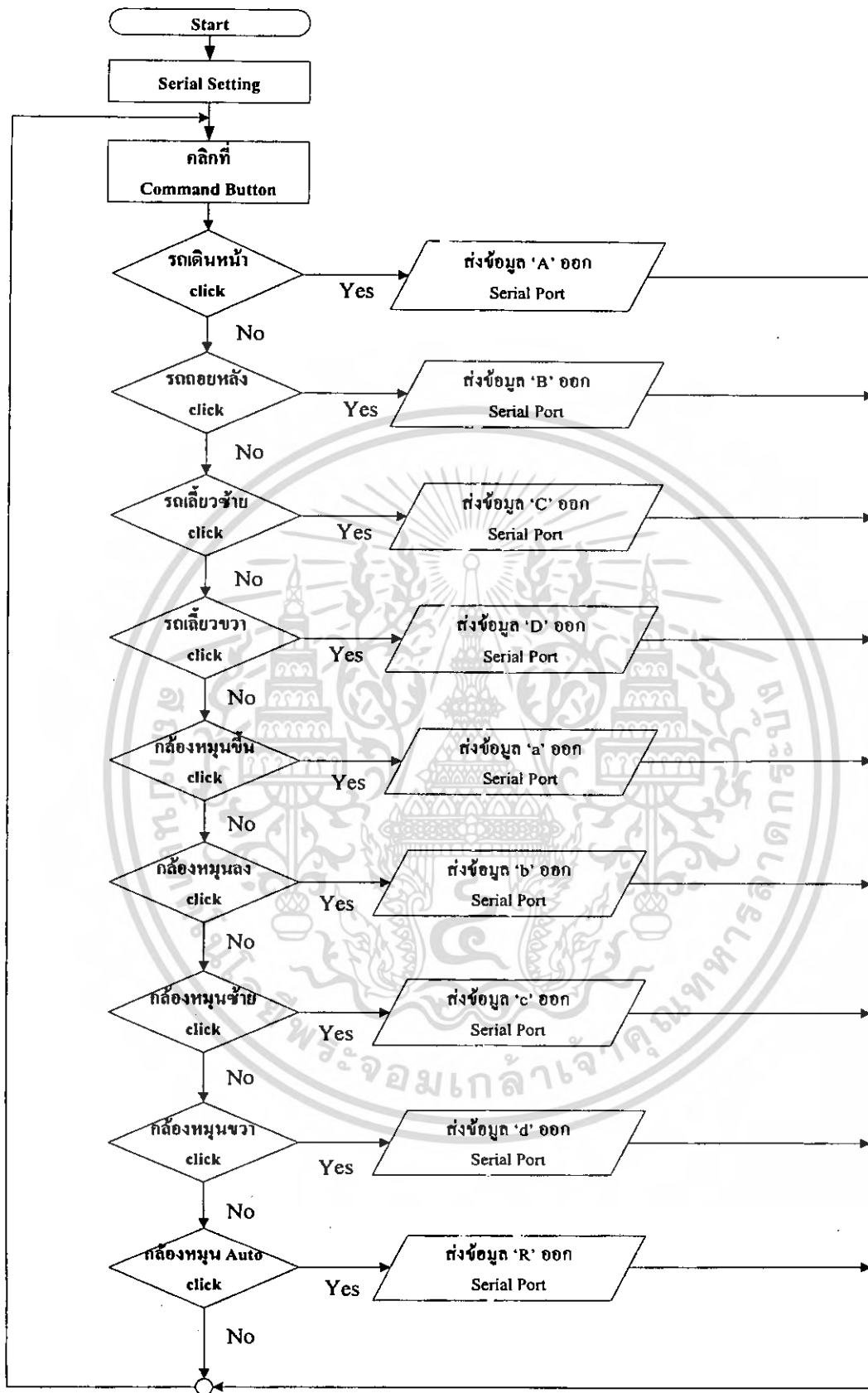
1. ส่วนของซอฟต์แวร์(Software) ประกอบด้วย
 - โปรแกรมสั่งการทำงานของของรถกู้ภัยควบคุมแบบไร้สาย ด้วยคอมพิวเตอร์ โดยใช้โปรแกรม Visual Basic 6.0
 - โปรแกรมควบคุมการทำงานของรถและกล้องโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51
2. ส่วนควบคุมฮาร์ดแวร์(Hardware) ประกอบด้วย
 - ภาครับ-ส่ง สัญญาณของส่วนควบคุมรถ
 - ภาครับ-ส่งสัญญาณของส่วนควบคุมกล้อง
 - ออกแบบ โครงสร้างรถและติดตั้งกล้องไร้สาย
 - ติดตั้ง TV Card ภายในคอมพิวเตอร์เพื่อรับสัญญาณภาพ AV จากกล้องไร้สาย

3.1 ส่วนของซอฟต์แวร์

3.1.1 โปรแกรมสั่งงานรถกู้ภัยควบคุมแบบไร้สาย(Visual Basic 6.0)

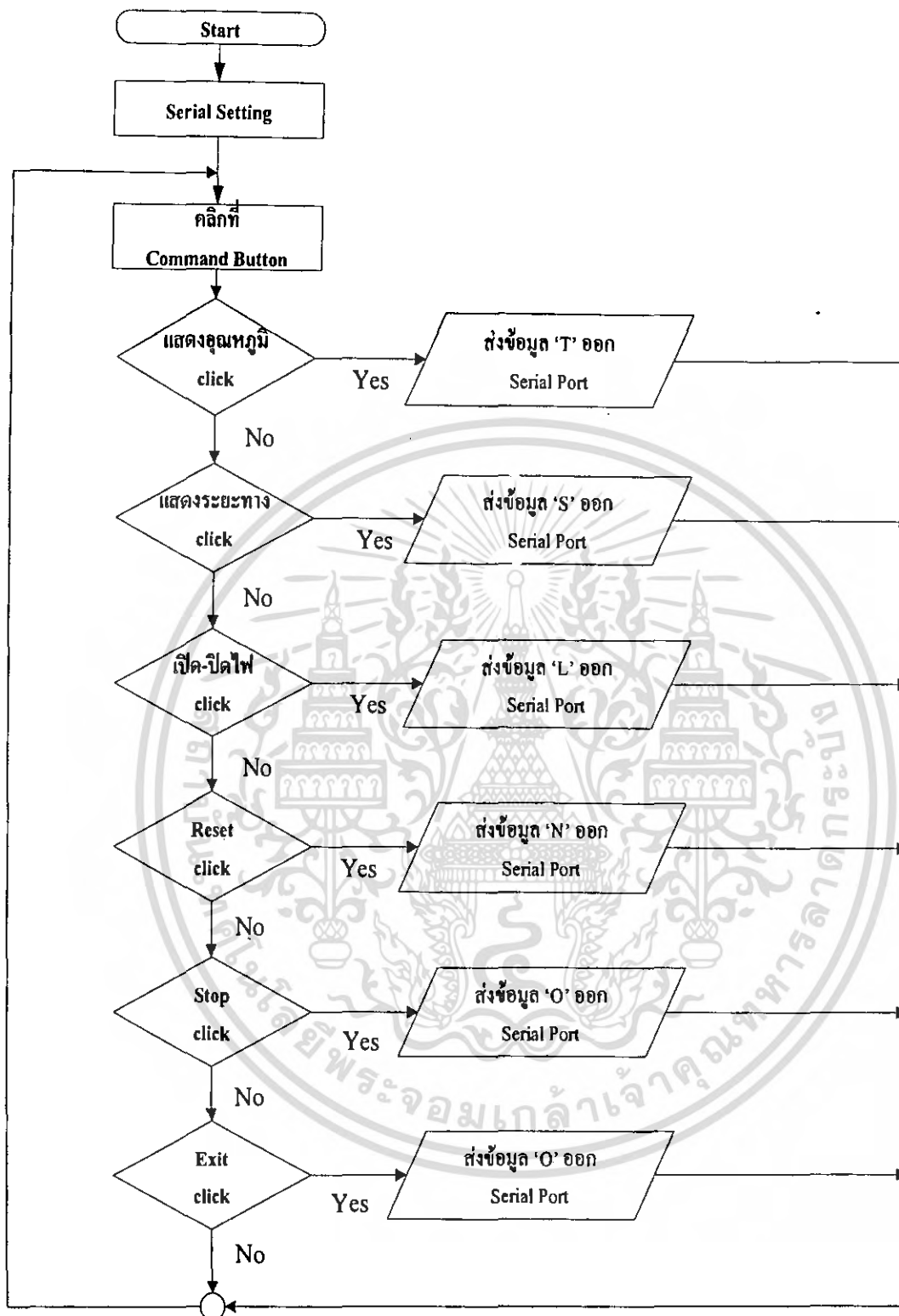
ใช้โปรแกรมวิชวลเบสิก ในการเขียนโปรแกรมสั่งงานรถกู้ภัยควบคุมแบบไร้สาย ซึ่งมีขั้นตอนการเขียนโปรแกรมดังนี้

3.1.1.1 Flow Chart แสดงขั้นตอนการทำงาน



รูปที่ 3.2 Flow Chart ของโปรแกรมส่งงานรูดู๊ยกัยควบคุมแบบไร้สาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

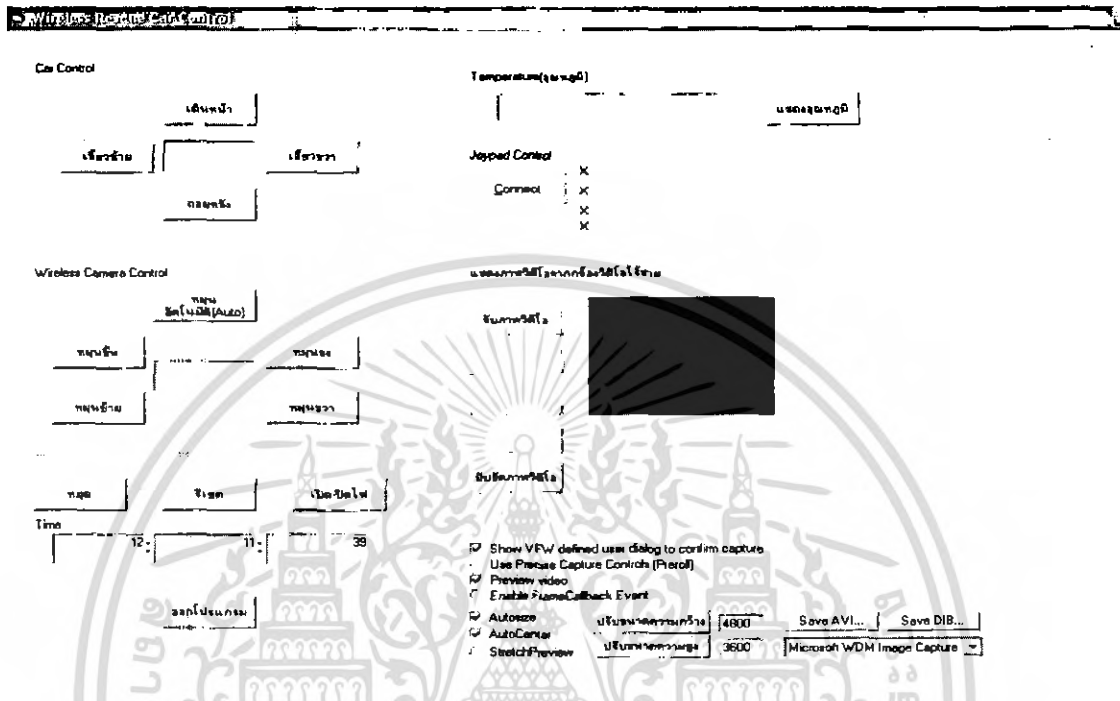


รูปที่ 3.3 Flow Chart ของโปรแกรมส่งงานรูดักซ์ควบคุมแบบไร้สาย

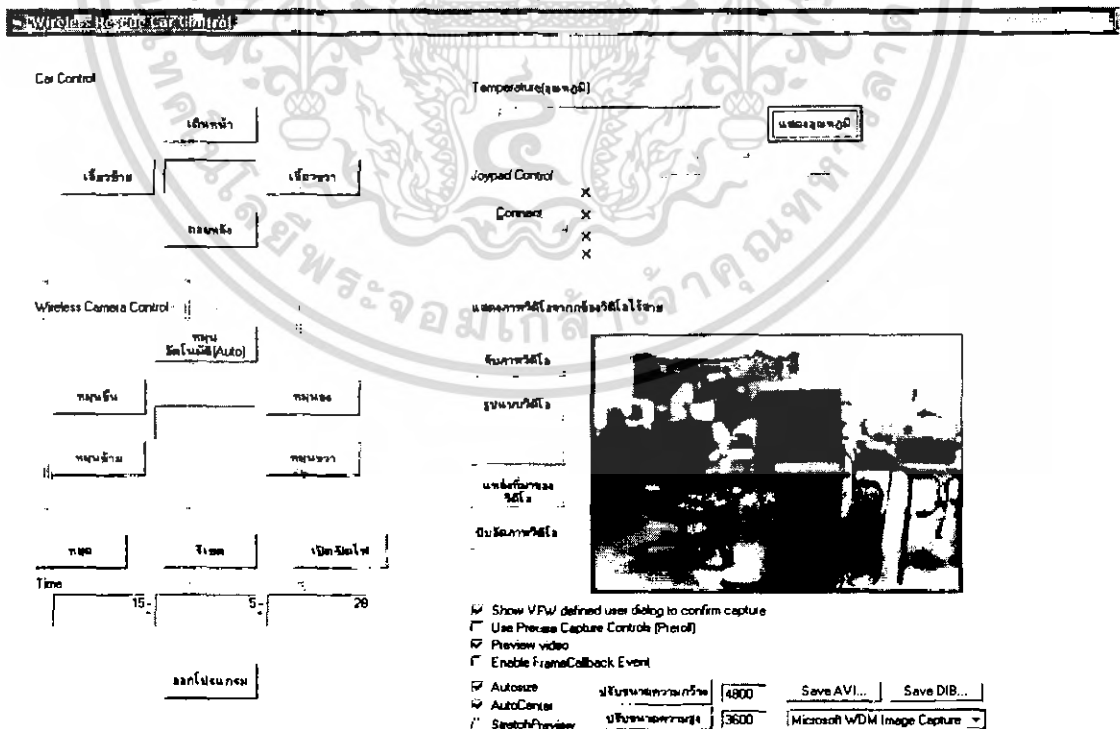
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.1.2 เขียนโปรแกรมติดต่อและแสดงผลทางคอมพิวเตอร์

ใช้โปรแกรม Visual Basic 6.0 ออกแบบหน้าต่างติดต่อควบคุมรถกั๊กซ์ผ่านทางหน้าจคอมพิวเตอร์ เพื่อควบคุมการเคลื่อนที่ของรถกั๊กซ์และการหมุนของตัวกล้อง พร้อมกับแสดงภาพวิดีโอที่รับมาจากกล้องโดยผ่านทางวีการ์คซึ่งติดตั้งที่คอมพิวเตอร์



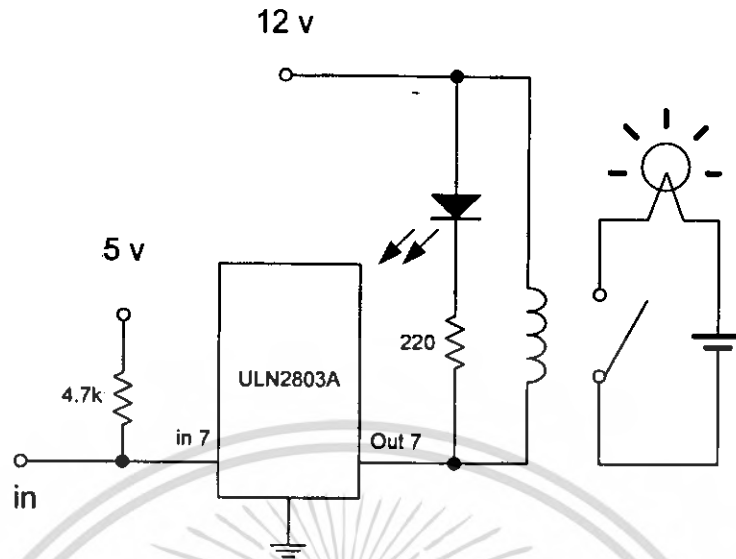
รูปที่ 3.4 ฟอรัมโปรแกรมควบคุม และแสดงผลของรถกั๊กซ์



รูปที่ 3.5 แสดงภาพวิดีโอจากกล้องไร้สาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2 วงจรควบคุมการเปิด-ปิดไฟ



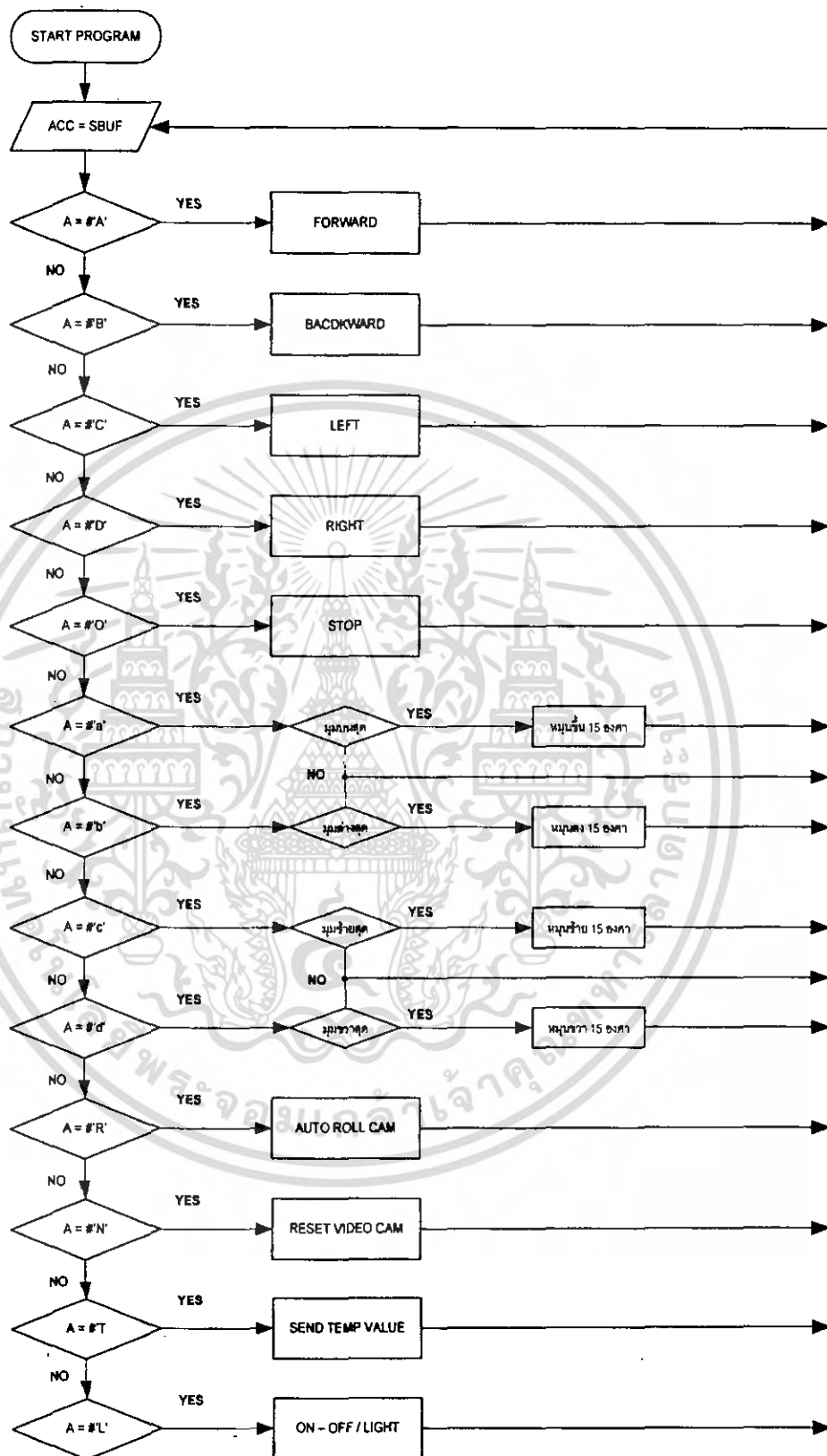
รูปที่ 3.6 แสดงวงจรควบคุมการเปิด - ปิดไฟ

เมื่อมีแรงดันเข้าที่ขา 7 ของไอซี ULN2803 ซึ่งไอซี ULN2803 จะทำหน้าที่กลับลอจิก “1” ให้เป็นลอจิก “0” ออกทางขา 10 แล้วเข้า Coil รีเลย์ ซึ่งขาของ Coil อีกด้านหนึ่งจะต่ออยู่กับแรงดัน 12 V เมื่อมีสถานะที่เป็นลอจิก “0” เข้ามาจะทำให้กระแสไหลผ่านขดลวดจึงทำให้เกิดสนามแม่เหล็กไฟฟ้าทำให้เกิดการสัมผัสของหน้าสัมผัสของรีเลย์จึงทำให้หลอดไฟสว่างขึ้น

3.1.3 การเขียน โปรแกรม เพื่อควบคุมการทำงานของรถและกล้อง

ลักษณะการทำงานของโปรแกรม เป็นการควบคุมในส่วนของตัวรถและกล้อง ในการควบคุมตัวรถจะมีการเคลื่อนที่ 4 ทิศทาง คือ เดินหน้า ถอยหลัง เลี้ยวซ้าย และเลี้ยวขวา ในส่วนของกล้องจะมีการเคลื่อนที่ 4 ทิศทาง คือ หมุนขึ้น หมุนลง หมุนซ้าย หมุนขวา และการสั่งให้กล้องหมุนอย่างอัตโนมัติ(Auto), การวัดค่าอุณหภูมิ, การตรวจสอบสิ่งกีดขวาง, การสั่งให้ทำการเปิด-ปิดไฟที่ติดไว้กับตัวกล้อง

3.1.3.1 Flow chart โปรแกรมควบคุมรถกู้ภัยควบคุมแบบไร้สาย (ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51)



รูปที่ 3.7 Flow Chart ของโปรแกรมควบคุมรถกู้ภัยควบคุมแบบไร้สาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

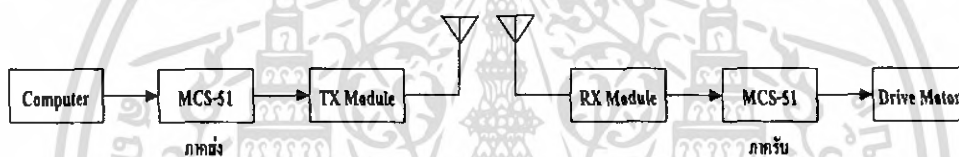
3.1.3.2 โปรแกรมภาครับ

เมื่อเริ่มต้นการทำงานของโปรแกรม จะมีการกำหนดค่า MODE การทำงานให้กับ MCS51 โดยเริ่มจากกำหนด SCON = 01010000B และ TMOD = 00100000B และ TH1 = 0FDH และเซต บิต TR1 = 1 ในการกำหนดโหมดนี้เราจะกำหนดให้เป็นโหมด 1 และกำหนดค่าสถานะเริ่มต้นก่อน เข้าสู่ MAIN PROGRAM

แล้วทำการรับค่าจาก SBUF มาเก็บไว้ที่ Acc แล้วเคลียร์ RI เพื่อรอรับค่าต่อไปค่าที่นำมา เก็บจะถูกนำมาเปรียบเทียบกับค่าที่เรากำหนดสถานะการทำงานส่วนต่างๆของรถสำรวจ เช่น ค่าที่ Acc = 'O' จะกำหนดให้หยุดการทำงานทั้งหมด หรือ ACC = 'N' จะเป็นการตั้งรีเซตตำแหน่ง ของกล้องซึ่งเป็นไปตามสถานะที่กำหนดไว้

3.2 ส่วนของฮาร์ดแวร์

3.2.1 ภาครับ-ส่ง สัญญาณของส่วนควบคุมรถด้วยควบคุมแบบไร้สาย



รูปที่ 3.8 Block Diagram การทำงานของวงจรภาครับ-ส่ง

3.2.1.1 ภาคส่งสัญญาณของส่วนควบคุมรถด้วย

การทำงานเริ่มจากการส่งข้อมูลจากคอมพิวเตอร์ผ่านมาทางพอร์ตสื่อสารอนุกรม RS232 เข้าที่ขา RX ของ ET-RF2.4G V1.0 เป็นชุด Signal Converter สำหรับใช้แปลงสัญญาณระหว่าง RS232 และ RF-Wireless แล้วแปลงเป็นสัญญาณความถี่ (GFSK) ส่งออกไปในอากาศ เพื่อส่งไปยัง ภาครับเพื่อควบคุมการทำงานของรถอีกทีและ ณ ที่ภาคส่งนั้นข้อมูลที่ส่งมาทางพอร์ตสื่อสารอนุกรม RS232 จะถูกส่งต่อไปให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์ AT89C2051 โดยผ่านไอซี MAX232 แล้วถูกนำมาเปรียบเทียบกับค่าที่เก็บไว้หากเป็นค่าที่ถูกต้องจะแสดงผลด้วยการสว่างที่ LED 8 ดวง ที่ด้านหน้าของอุปกรณ์ชุดส่ง

3.2.1.2 ภาครับสัญญาณของส่วนควบคุมรถคู่กาย

จากวงจรของภาครับรับสัญญาณมาจากภาคส่งก็จะส่งค่าที่ได้นี้ให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์ภาครับในรูปแบบอนุกรมโดยผ่านไอซี MAX232 ที่ขา 10 หรือขาพอร์ต P3.0 (RXD) เมื่อไมโครคอนโทรลเลอร์รับค่าที่ได้จะสร้างรูปแบบข้อมูลต่างๆ ไปควบคุมการเคลื่อนที่ของรถและทิศทางของกล้อง ตามค่าที่ไมโครคอนโทรลเลอร์รับเข้ามา โดยทิศทางของกล้องจะใช้ SERVO MOTOR ในการควบคุมการเคลื่อนที่ของกล้อง โดยใช้ไอซี 74HC541 เป็น Buffer เป็นตัวเชื่อมต่อกับ SERVO MOTOR โดยไมโครคอนโทรลเลอร์จะส่งค่าออกทางพอร์ต 2 โดยที่ P2.7 – P2.4 เป็นบิตที่ควบคุมการเคลื่อนที่รถ ส่วนบิต P2.2 และ P2.3 เป็นบิตควบคุมการทำงานของมอเตอร์ของรถ และบิต P2.0 – P2.1 เป็นบิตที่จ่าย PULSE ให้กับ SERVO MOTOR เพื่อควบคุมให้กล้องสามารถเคลื่อนที่ได้ทั้ง 2 แกน

3.2.2 ส่วนการรับและส่งสัญญาณของกล้อง

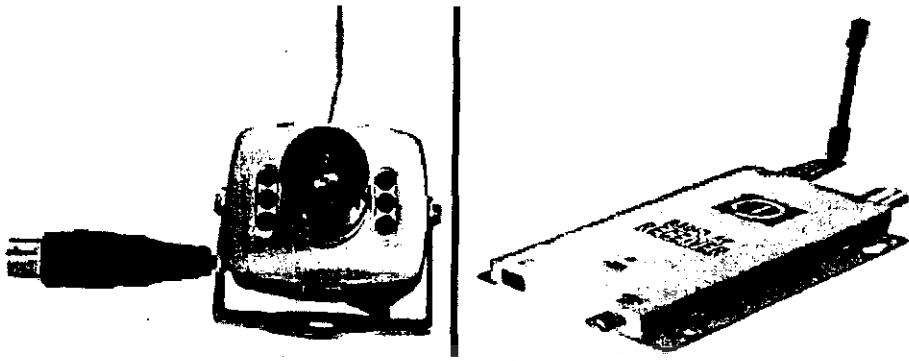
ส่วนของกล้องนั้นได้เลือกใช้ Wireless Video Camera กล้องวิดีโอไร้สายรุ่น LYD208CV พร้อมตัวรับกำลังส่ง 50mW ซึ่งสามารถต่อใช้งานกับโทรทัศน์ที่มี AV IN ได้โดยตรง แต่เราจะนำสัญญาณภาพวิดีโอที่ได้มาแสดงที่หน้าตาควบคุมรถคู่กาย ในการรับส่งสัญญาณ มีระยะการส่งสัญญาณได้ไกล 300-500 เมตร ในระบบ PAL และส่งสัญญาณได้ไกล 50-100 เมตร ในระบบ NTSC สัญญาณที่ภาครับ จะได้ออกมาเป็น สัญญาณภาพ AV ซึ่งจะต้องมีการจับภาพ โดยเลือกใช้ TV Card ของ LifeView สำหรับต่อกับตัวรับสัญญาณวิดีโอ RC100 Manual-modulated receiver เพื่อให้สัญญาณวิดีโอจากกล้องวิดีโอไร้สายผ่านเข้ามายังคอมพิวเตอร์ของเราได้ ซึ่งจะเห็นภาพวิดีโอที่โปรแกรมควบคุมรถคู่กาย

- LYD208CV (Wireless)

กล้องวิดีโอไร้สายขนาดเล็ก กะทัดรัด น้ำหนักเบา ใช้กำลังงานต่ำ ความเร็วสูง ง่ายต่อการนำไปใช้งาน ส่งสัญญาณแบบวิดีโอ ความละเอียดของภาพ 380 lines กำลังส่ง 50mW ความถี่ในการส่ง 900MHZ~1200MHZ ใช้ได้กับ TV ระบบ PAL/CCIR NTSC/EIA

- RC100 Manual-modulated receiver

ตัวรับสัญญาณวิดีโอจากกล้องวิดีโอไร้สาย ความไวในการรับสัญญาณ +18/db ความถี่ในการรับสัญญาณ 0.9G/1.2G OUTPUT ต่อเข้ากับโทรทัศน์ทางช่อง AV



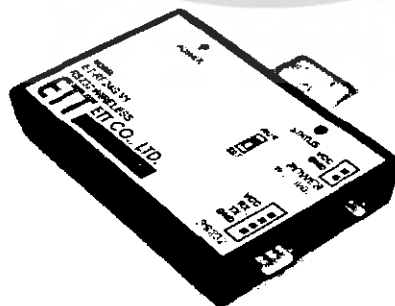
รูปที่ 3.9 กล้องวิดีโอไร้สายและตัวรับสัญญาณวิดีโอจากกล้อง

ชุดกล้องวิดีโอไร้สาย ประกอบด้วย กล้องวิดีโอไร้สาย รุ่น LYD208CV, ตัวรับสัญญาณ RC100, สายต่อ AV, Adapter DC 12V, Adapter DC 8V, BAT 9V



รูปที่ 3.10 ชุดติดตั้งกล้องวิดีโอไร้สายและ TV Card ของ LifeView

RF-Wireless Module 2.4G



รูปที่ 3.11 RF-Wireless Module 2.4G

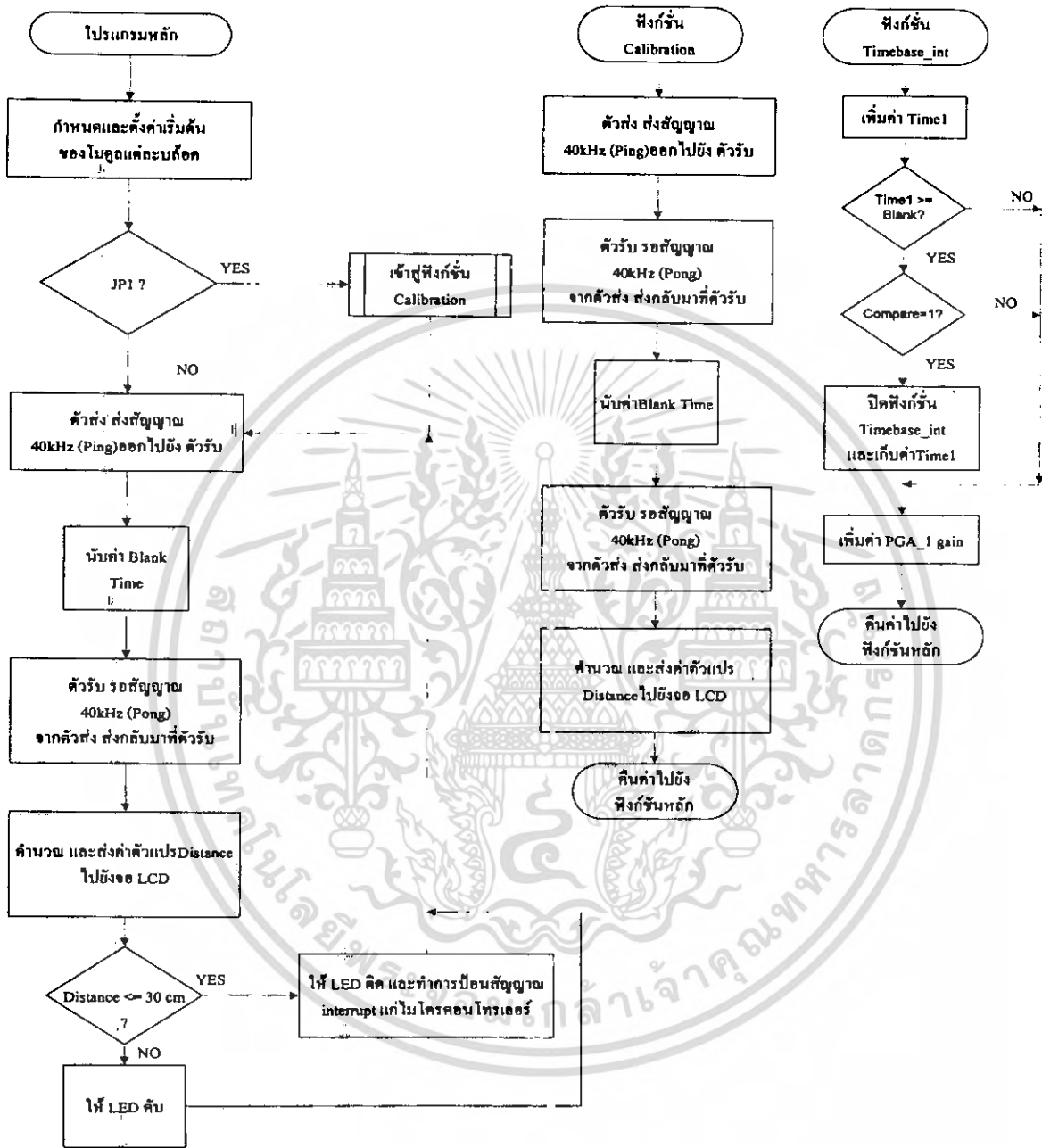
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ET-RF2.4G V1.0 เป็นชุด Signal Converter สำหรับใช้แปลงสัญญาณระหว่าง RS232 และ RF-Wireless โดยในโหมดการทำงานของการส่งข้อมูล (Transmitter) จะทำหน้าที่รองรับข้อมูลจากพอร์ตสื่อสารอนุกรม RS232 จากขา RX แล้วแปลงเป็นสัญญาณความถี่ (GFSK) ส่งออกไปในอากาศ และในทางกลับกันในโหมดการทำงานแบบรับ (Receiver) ชุด ET-RF24G V1.0 ก็จะทำหน้าที่คอยตรวจจับข้อมูลที่อยู่ในรูปของสัญญาณความถี่ (GFSK) จากด้าน RF เพื่อแปลงกลับไปเป็นข้อมูลแบบ RS232 ส่งออกไปทางขา TX ได้ด้วย

ซึ่งจะเห็นได้ว่าชุดแปลงสัญญาณ ET-RF24G V1.0 นั้น สามารถนำไปต่อใช้งานร่วมกับพอร์ตสื่อสาร อนุกรม แบบ RS232 เพื่อใช้งานในลักษณะของการสื่อสารอนุกรมแบบไร้สาย (Wireless Transceiver) ได้โดยตรง โดยจะมีข้อดีกว่า คือ สามารถรับส่งข้อมูลกันได้ในระยะทางที่ไกลกว่า RS232 หลายเท่าตัว และประการสำคัญ ก็ไม่จำเป็นต้องใช้สายสัญญาณที่เป็นตัวนำสัญญาณทางไฟฟ้าในการสื่อสารข้อมูลกัน ทำให้สามารถเปลี่ยนแปลงหรือเคลื่อนย้ายจุดรับส่งข้อมูลได้ตลอดเวลา ซึ่งถ้าเป็นการรับส่งข้อมูลด้วยระบบ RS232 แบบที่ใช้สายสัญญาณนั้น จะเกิดความยุ่งยากในการติดตั้งสายสัญญาณเป็นอย่างมาก

ET-RF24G V1.0 นั้นจะมีการตรวจสอบข้อมูลทุก Byte ที่รับได้จาก RF เสมอ ซึ่งถ้าพบว่ามี ความผิดพลาดเกิดขึ้นจะทิ้งข้อมูล Byte นั้นไป ซึ่งผู้ใช้ควรมีกลไกในการตรวจสอบข้อมูลที่รับ-ส่ง กันว่าครบถ้วนหรือไม่ด้วย ซึ่งหากพบว่ามี การสูญหายของข้อมูลเกิดขึ้นก็ให้ทำการร้องขอให้มีการส่งข้อมูลนั้นซ้ำๆ ใหม่อีกครั้งหนึ่ง ก็จะสามารถแก้ไขปัญหาดังกล่าวได้

3.2.3 หลักการออกแบบเซนเซอร์ตรวจจับระยะทางโดยใช้อัลตราโซนิก



รูปที่ 3.12 PSoC1 แสดงโฟลว์ชาร์ตในการเขียนโปรแกรม

ซึ่งจะอธิบายโฟลว์ชาร์ตในรูปที่ 3.12 PSoC1 ดังนี้

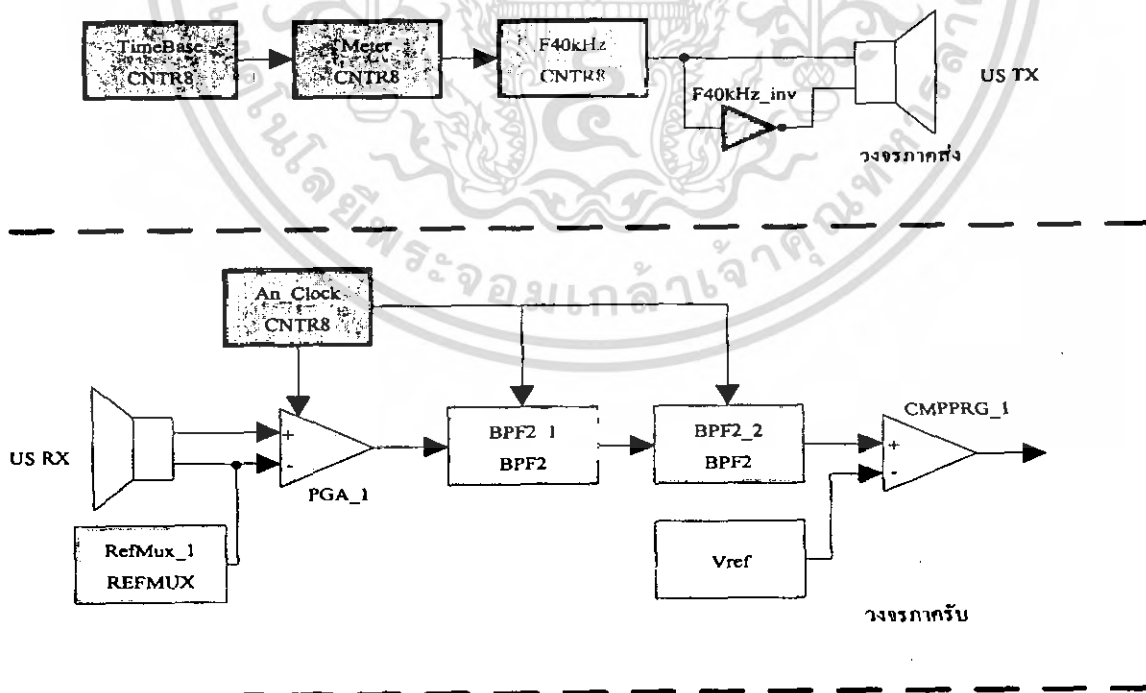
เริ่มต้นจะเข้าไปโปรแกรมหลัก และทำการเซตค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ในโมดูลของแต่ละบล็อกของ PSoC Designer เมื่อเข้าสู่โปรแกรมหลักแล้วจะทำการตรวจสอบเงื่อนไขของการปรับแต่งหรือโหมดปกติ (Calibration or Normal Mode) โดยตรวจสอบจากตัวจัมป์เปอร์ (JP1) ถ้าได้มีการใส่ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

JP1 (Short) ซึ่งจะเข้าสู่โหมดปกติหรือโหมดปรับแต่ง เพื่อให้มีการแก้ไขค่าออฟเซต (Offset) และ ได้ทำการเก็บค่าไว้ที่หน่วยความจำ EEPROM จากนั้นถ้าทำการถอดตัว JP1 ออก ก็จะเข้าสู่โหมดหนึ่งซึ่งสามารถวัดค่าระยะทางได้ หรือใช้งานตามปกติ

ใน Normal Mode นั้น เมื่อการส่งสัญญาณออกไปยังตัวรับ สัญญาณที่ส่งออกไปคือปิง (Ping) ซึ่งจะถูส่งตลอดเวลา ในตัวรับก็จะรับสัญญาณปิงกลับมาคือปอง (Pong) ระยะเวลาตัวส่งได้มีการเริ่มต้นส่งสัญญาณออกไปยังตัวรับ ซึ่งเริ่มรับสัญญาณเข้ามานั้นจะใช้ระยะเวลาที่ขึ้นอยู่กับระยะห่างจากชุดเซ็นเซอร์อัลตราโซนิก ไปยังวัตถุสิ่งกีดขวาง เมื่อตัวรับได้รับสัญญาณจากตัวส่งก็จะทำการคำนวณหาค่าระยะทางนั้นผ่านจอแสดงผล LCD

ส่วนฟังก์ชัน Timebase int ซึ่งเป็นพวกฟังก์ชัน ISR (Interrupt Service Routine) หรือ ฟังก์ชันโปรแกรมย่อยที่มีการบริการอินเทอร์รัพท์ ซึ่งใช้กับ โมดูล Time Base 8 bit Counter (ดูจากรูปที่ 3.13 PSoC2) เมื่อค่าตัวแปร Timer1 ที่มีค่ามากกว่าค่าของ Blank Time (a period of time) ก็จะเข้าสู่เงื่อนไขของการเปรียบเทียบ (Compare) ถ้าได้รับสัญญาณ Pong ทำให้ค่าตัวแปร Timer1 ถูกเก็บค่าไว้ที่แรมที่อยู่ในตำแหน่ง range และฟังก์ชัน Time Base interrupt ถูกปิด ดังนั้นค่าที่เก็บไว้ในตำแหน่ง range จะใช้ทำการวัดระยะทาง ถ้าค่าเปรียบเทียบที่มีค่าเป็น 0 ทำให้โมดูล PGA_1 gain ถูกเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นทุกๆ 1 สเต็ปในรีจิสเตอร์ gain หรือทำการเพิ่มค่า gain โดยเพิ่มทีละสเต็ปจนถึง 16 สเต็ป (Register gain เป็นค่ารีจิสเตอร์ใน โมดูล Programmable Gain Amplifier) จากนั้นสัญญาณที่สะท้อนกลับมา(Pong) ก็จะถูกขยายด้วย PGA Gain



รูปที่ 3.13 PSoC2 แสดงการจัดโมดูลของตัวส่งและตัวรับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โมดูลตรวจจับระยะทางมีความถี่ 40 kHz ซึ่งใช้ระยะทางในช่วง 25 เซ็นติเมตร ถึง 3 เมตร และมีความละเอียด 1 เซ็นติเมตร ในโมดูลจะใช้ไฟเลี้ยง 5 โวลต์และมีกระแสไหลในวงจร 25 มิลลิแอมป์

รูปที่ 3.13 PSoC2 จะอธิบายการทำงานคือ ในวงจรภาคส่งจะมีโมดูลประกอบด้วย CNTR8 (เคาน์เตอร์ 8 บิต) 3 ชุด และ DigInv (ดิจิตอล อินเวอร์เตอร์) 1 ชุด โดยเคาน์เตอร์ตัวแรกคือตัวสร้างฐานเวลา (Time Base) จะทำการสร้างฐานเวลาที่มีความถี่ 17.240 kHz ค่าของความเร็วเสียงจะขึ้นกับอุณหภูมิดังนี้

$$V \text{ sound in air} = 331.4 + 0.6 * \text{Temp} (^{\circ} \text{C})$$

ถ้าทำการทดลองที่อุณหภูมิห้อง 25°C จะได้ความเร็วเสียงคือ

$$V \text{ sound in air} = 331.4 + 0.6 * 25^{\circ} \text{C} = 346.4 \text{ m/s}$$

เคาน์เตอร์ตัวที่สองเป็นตัวส่งสัญญาณแอนเอเบิล (Enable) โดยจะมีการเพิ่ม 1 สเต็ปต่อ เซ็นติเมตร (Increment 1 Step per centimeter) ซึ่งจะใช้คลิกอินพุตจากตัวสร้างฐานเวลา และเคาน์เตอร์ตัวที่สามทำการสร้างพัลส์ที่มีความถี่ 40 kHz และตัวดิจิตอลอินเวอร์เตอร์นั้นทำการกลับเฟสหรือมีการเลื่อนเฟสของพัลส์ไปที่ 180 องศา ที่มีความถี่ 40 kHz

ในวงจรภาครับจะมีโมดูลประกอบด้วย RefMux (Reference Multiplexer) จะกำหนดให้เป็นกราวด์ (AGND), PGA (Programmable Gain Amplifier) ซึ่งทำการขยายสัญญาณ Pong ให้ชัดเจนมากขึ้นเพื่อนำสัญญาณ Pong ไปทำการกรองสัญญาณโดยใช้ BPF (Two pole Band Pass Filter) สองชุดซึ่งแต่ละชุดได้ถูกออกแบบที่มีค่า Q ไม่สูงมากนักโดย BPF ชุดแรกจะใช้ความถี่กลาง 40kHz ใช้อัตราการขยาย 33dB ใน BPF ชุดที่สองจะใช้ความถี่กลาง 40kHz แต่จะมีอัตราการขยาย 10 dB เมื่อทำการกรองสัญญาณนั้นเข้าสู่โมดูล CMPPRG (Programmable Threshold Comparator) จะทำการเปรียบเทียบกับแรงดันอ้างอิง (Vref) สามารถกำหนดได้จากพารามิเตอร์ของโมดูล CMPPRG) ให้ค่าเอาต์พุตออกมาเป็นสัญญาณดิจิตอล เพื่อให้ซอร์ฟแวร์ของ PSoC ได้มีการอ่านค่าของสัญญาณ ส่วน CNTR8 (An Clock) จะทำหน้าที่ป้อนสัญญาณนาฬิกา (Clock) ให้แก่โมดูล (PGAx2, BPF) โดยใช้ความถี่ 1.6 MHz (24MHz/15)

รูปที่ 3.14 PSoC3 จะใช้หลักการเช่นกับรูปที่ 3.13 PSoC2 เพียงเพิ่มไอซีวัดอุณหภูมิ เป็นพารามิเตอร์ให้กับความเร็วเสียงบนอากาศ ค่าพารามิเตอร์ของโมดูลแต่ละส่วนนั้นจะทำการตั้งค่าโดยดูได้จากภาคผนวก

จากรูปที่ 3.14 PSoC3 เป็นวงจรถ่ายทอดสัญญาณ จะใช้ไอซี LM35 เป็นตัววัดอุณหภูมิ ตัวแปรอุณหภูมิจะสัมพันธ์กับความเร็วเสียงในอากาศ และทำการแสดงผลทาง LCD ส่วนไดโอด LED (Detect Distance at 30 cm) จะทำงานดังนี้ ถ้าหลอด LED ยังคงสว่าง เมื่อวัตถุสิ่งกีดขวางอยู่ใกล้ (ระยะห่างต่ำกว่า 30 cm) และถ้าหลอด LED ดับเมื่อวัตถุสิ่งกีดขวางอยู่ไกล (ระยะห่างสูงกว่า 30 cm) กับค่าที่กำหนดไว้ ซึ่งสามารถกำหนดระยะได้ทางซอฟต์แวร์ จะนำสัญญาณนี้ไปทำการอินเทอร์รัพท์แก้มโครคอนโทรลเลอร์ โดยสั่งให้ไมโครคอนโทรลเลอร์นั้นถอยหลังโดยอัตโนมัติ ถอยหลังจนกว่า LED ดับอีกครั้งหนึ่ง ส่วนจัมป์เปอร์ จะทำการจัมป์เมื่อทำการเข้าสู่โหมดปรับแต่ง (Calibration Mode) และทำการถอดตัวจัมป์ เมื่อต้องการวัดระยะทาง ส่วนจอแสดงผลจะแสดงค่าต่างๆ ได้ รูปแบบวงจรเช่นเซอร์อัตรานาโชนิกแสดงในรูปที่ 3.15 PSoC4 (จะอธิบายในหัวข้อการทดลอง)

3.3 การออกแบบในโครงการของรถกู้ภัย

การออกแบบโครงการนี้จะแบ่งเป็นส่วนๆ ได้ดังนี้

3.3.1) โครงสร้างของตัวรถ

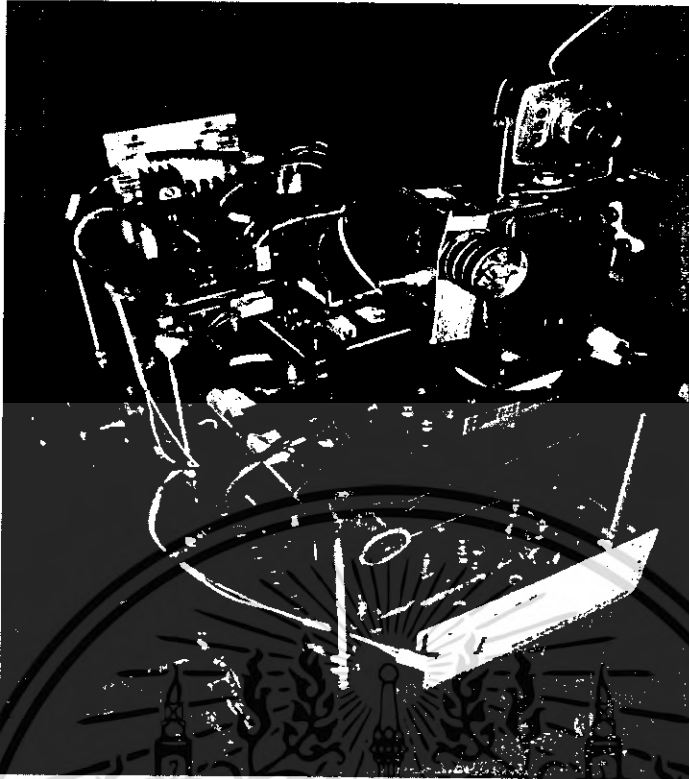
3.3.2) ชุดควบคุมกล้องวีดีโอไร้สาย

3.3.3) ชุดควบคุมดีซีมอเตอร์

3.3.4) ชุดวงจรควบคุมต่างๆ

3.3.1) โครงสร้างของตัวรถ

รถกู้ภัยบังคับไร้สาย ถูกออกแบบให้มี 2 ชั้น เพื่อใช้ในการวางวงจรต่างๆ ได้แก่ วงจรภาครับวงจรขับเคลื่อนมอเตอร์ อาร์เอฟโมดูล เช่นเซอร์วัดอุณหภูมิ เซนเซอร์วัดระยะทาง กล้องวีดีโอไร้สาย และไฟฉายติดกับตัวกล้อง



รูปที่ 3.16 แสดง โครงสร้างของตัวรถที่ออกแบบ

3.3.2) ชุดควบคุมกล้องวิดีโอไร้สาย

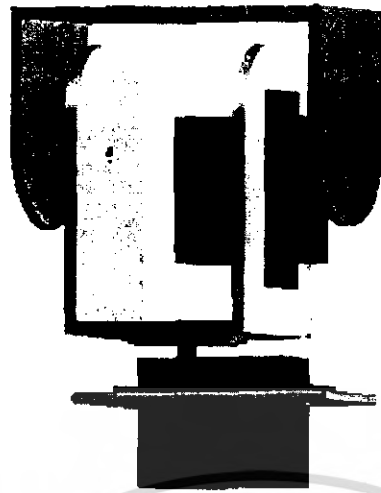
ชุดควบคุมกล้องวิดีโอไร้สาย จะประกอบด้วย เซอร์โวมอเตอร์, ฐานวางกล้อง และโมดูลกล้องวิดีโอ ซึ่งจะอธิบายแต่ละส่วนดังนี้

3.3.2.1) เซอร์โวมอเตอร์ (Servo Motor)

ในส่วนของการควบคุมการเคลื่อนที่ของฐานกล้องจะประกอบด้วย การควบคุมการเคลื่อนที่ของสองแกนคือ แกนในแนวระนาบกับแกนในมุมเงย โดยอาศัยเซอร์โวมอเตอร์ ซึ่งมีคุณสมบัติในการควบคุมการหมุนในองศาที่ต้องการได้ โดยการควบคุม PULSE ที่ป้อนให้กับเซอร์โวมอเตอร์ โดยแหล่งกำเนิด PULSE จะใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นตัวกำเนิดสัญญาณ โดยอาศัย TIMER ภายในการสร้าง PULSE

โดยกำหนดให้ TIMER 0 และ PORT 2.7 เป็นตัวกำหนดและส่งสัญญาณ PULSE ที่ป้อนให้กับมอเตอร์ SERVO ตัวที่ 1 ซึ่งเป็นตัวควบคุมการเคลื่อนที่ของฐานในแนวแกนระนาบ

TIMER 2 และ PORT 2.6 เป็นตัวกำหนดและส่งสัญญาณ PULSE ที่ป้อนให้กับเซอร์โวมอเตอร์ตัวที่ 2 ซึ่งเป็นตัวควบคุมการเคลื่อนที่ของฐานในมุมเงย



รูปที่ 3.17 ชุดฐานกลิ้งวีดีโอ

จากรูป 3.17 จะใช้เซอร์โวมอเตอร์ 2 ตัวในการหมุนกลิ้งขึ้นหรือลงและหมุนกลิ้งซ้ายหรือขวา โดยควบคุม PULSE โดยการกำหนดการเกิด INTERRUPT จาก TIMER 0 และ 2 โดยการกำหนด REGISTER TH0, TL0 และ TH2, TL2 โดยสามารถกำหนดได้ดังตารางดังนี้ ตารางที่ 3.1 กำหนดความกว้าง PULSE ด้วยการกำหนดการเกิด INTERRUPT TIMER 0

LOGIC " 1 "		LOGIC " 0 "		SERVO 1 (องศา)
TH0	TL0	TH0	TL0	
253	123	186	143	0
252	195	187	061	18
252	010	187	246	36
251	082	188	174	54
250	154	189	102	72
249	225	190	031	90
249	041	190	215	108
248	113	191	148	126
247	184	192	072	144
247	092	192	164	162
246	164	193	094	180

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.2 กำหนดความกว้าง PULSE ด้วยการกำหนดการเกิด INTERRUPT TIMER 2

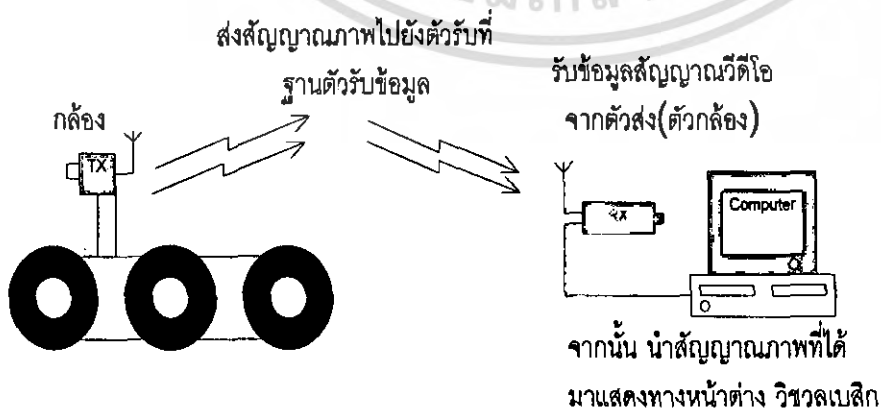
LOGIC " 1 "		LOGIC " 0 "		SERVO 2 (องศา)
TH2	TL2	TH2	TL2	
253	213	186	143	0
252	195	187	061	18
252	101	187	246	36
251	082	188	082	54
250	154	189	102	72
249	041	190	215	90
248	113	191	148	126

3.3.2.2) ฐานวางกล่องวิดีโอไร้สาย

ชุดฐานวางกล่องซึ่งใช้ชุดอูมิเนียมสำเร็จรูป โดยผลิตจาก ETT ซึ่งมีช่องใส่เซอร์โวมอเตอร์ และตัวกล่องวิดีโอไร้สาย ได้อย่างเหมาะสม และสะดวกที่จะนำไปใช้งานได้ง่าย

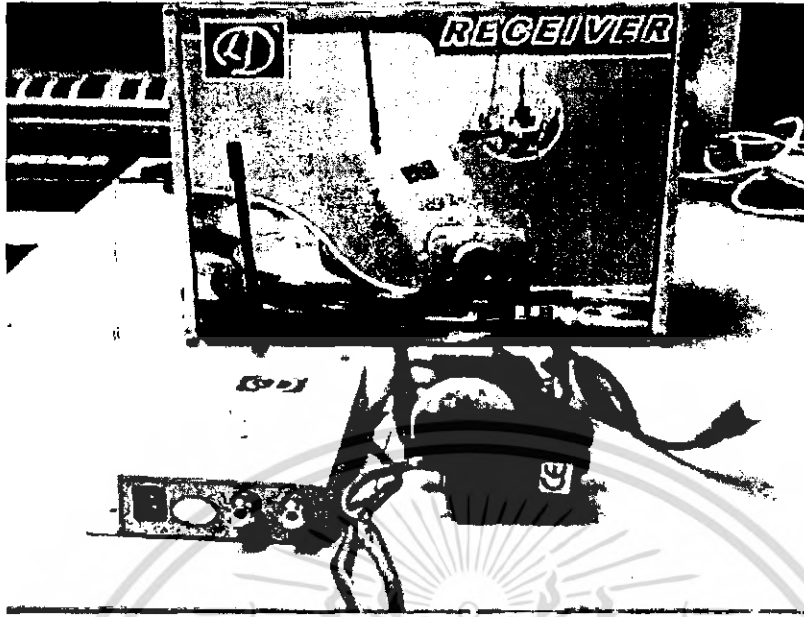
3.3.2.3) ชุดโมดูลกล่องวิดีโอไร้สาย

ชุดโมดูลชนิดนี้ จะใช้โมดูล Radio AV receiver ซึ่งจะประกอบด้วย กล่อง, การ์ด (การ์ดใส่เมนบอร์ด) และชุดตัวรับสัญญาณวิดีโอ โดยตัวรับสัญญาณวิดีโอ นั้น จะอินเตอร์เฟซกับคอมพิวเตอร์โดยใส่การ์ดวิดีโอเข้าไปที่เมนบอร์ดของคอมพิวเตอร์ (หรือเกส) ซึ่งจะทำการบันทึกภาพ, เก็บข้อมูล โดยภาพนี้ได้จากกล่อง (ที่ติดกับตัวรถ) ซึ่งจะทำการส่งสัญญาณภาพไปยังตัวรับ และไปแสดงผลที่หน้าต่าง วิวาลเบสิก (Visual Basic 6.0)



รูปที่ 3.18 แสดงการรับ- ส่งข้อมูลสัญญาณภาพ

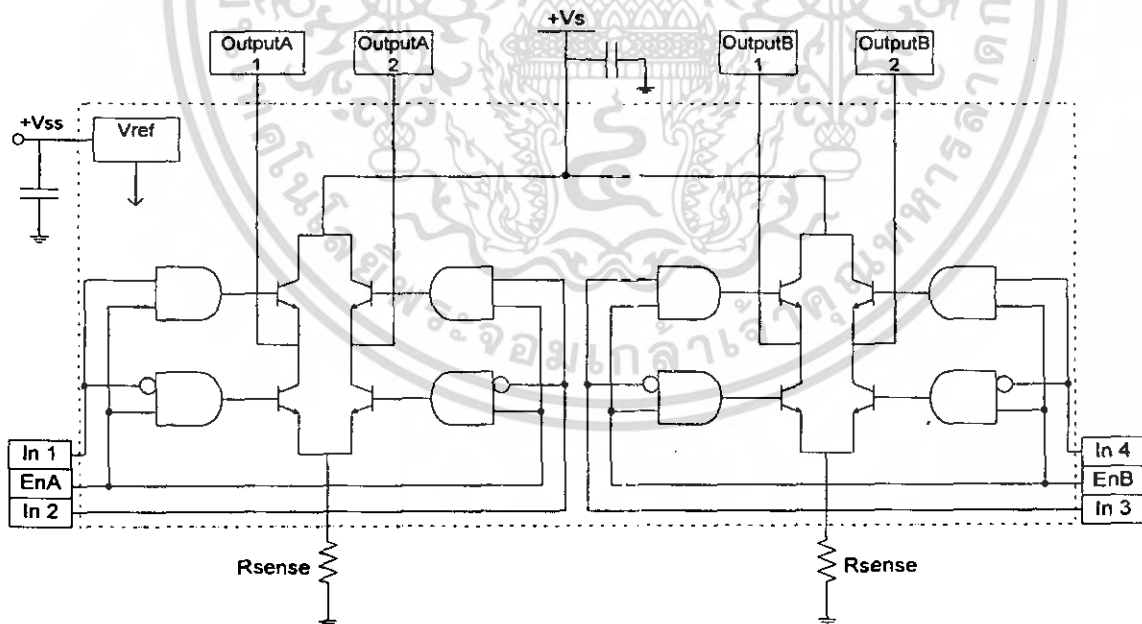
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.19 ชุดควบคุม และ ตัวรับ-ส่งของกล้องวิดีโอ

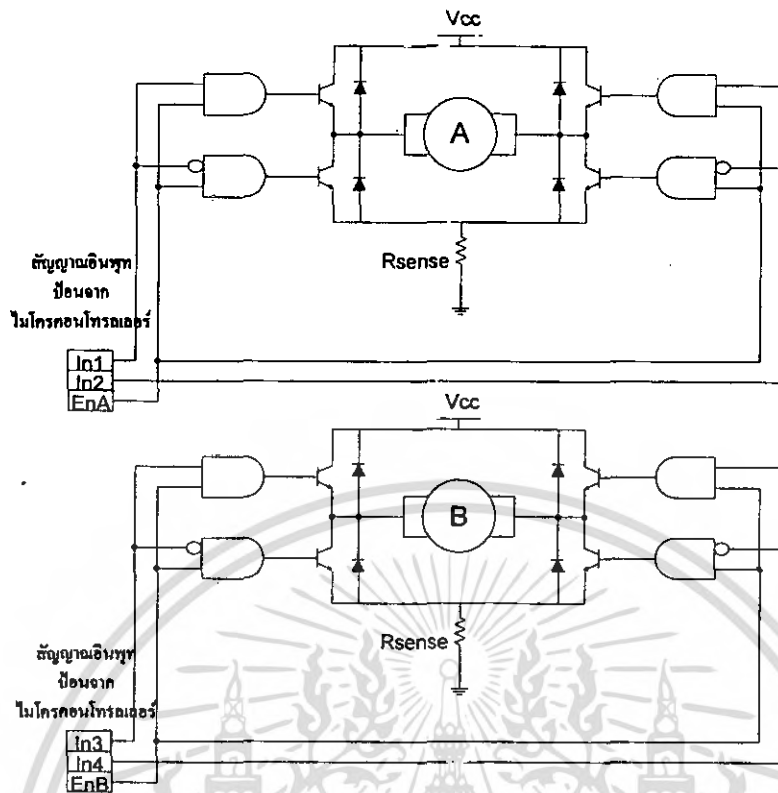
3.3.3) ชุดควบคุม ดีซีมอเตอร์

โดยชุดขับมอเตอร์จะควบคุมการเคลื่อนที่ของรถ ซึ่งใช้ไอซีเบอร์ L298N เป็นตัวควบคุมแกมมอเตอร์ ไอซีชนิดนี้ มีชุดไดรฟ์มอเตอร์สองชุด (ชุด A และ B) ตามรูปที่ 3.20

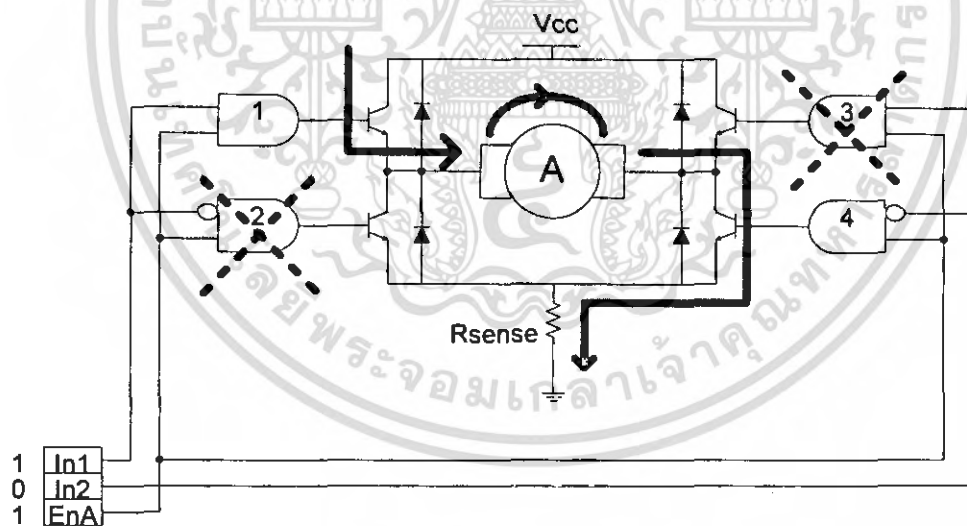


รูปที่ 3.20 แสดงวงจรภายในไอซี L298N ซึ่งมีชุดไดรฟ์ A และ B

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.21 แสดงวงจรควบคุม ดีซีมอเดอ์ชุด A และ B



รูปที่ 3.22 การทำงานของดีซีมอเดอ์ในวงจรชุด A เมื่อป้อนอินพุตทั้งสองขา

จากรูปที่ 3.22 อธิบายการทำงานของวงจร ดีซีมอเดอ์ดังนี้ เมื่อต้องการให้ชุด A ทำงาน โดยป้อนอินพุต High แก่ขา In 1 และป้อนอินพุต Low แก่ขา In 2 พิจารณาจากวงจรภายใน จะมี วงจรลอจิกแอนด์เกท 4 ตัว (เช่นตัวที่ 1, 2, 3 และ 4) คอยทำการเปรียบเทียบสถานะต่างๆ ถ้าโลจิก แอนด์เกท แสดงสถานะ High (สถานะ "1") ก็จะไปทำการไบอัสแก่ขาเบส ทำให้ทรานซิสเตอร์

ทำงาน และทำให้มีกระแสไหลผ่านทรานซิสเตอร์ กระแสไหลผ่านครบวงจร ซึ่งการทำงานจะพิจารณาจากตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 แสดงการทำงานของวงจรตีซิมอเตอร์ชุดไคร์ฟ A

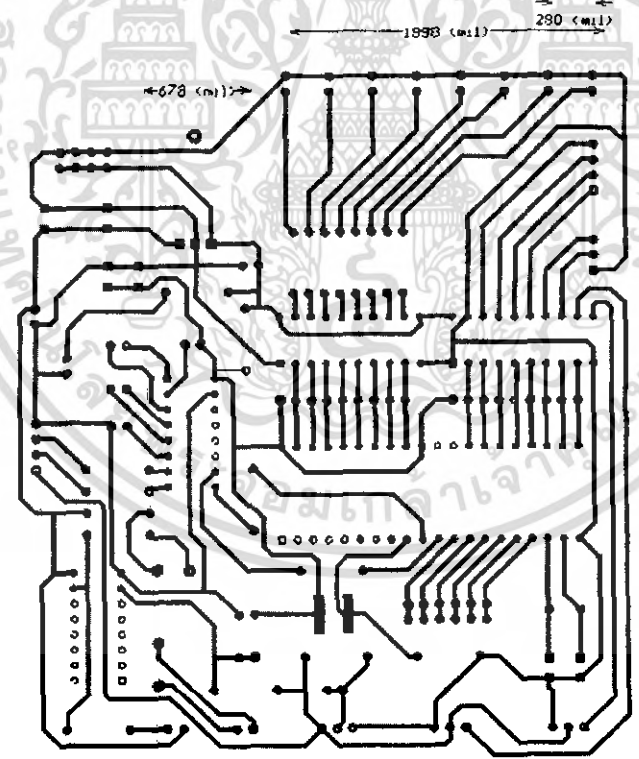
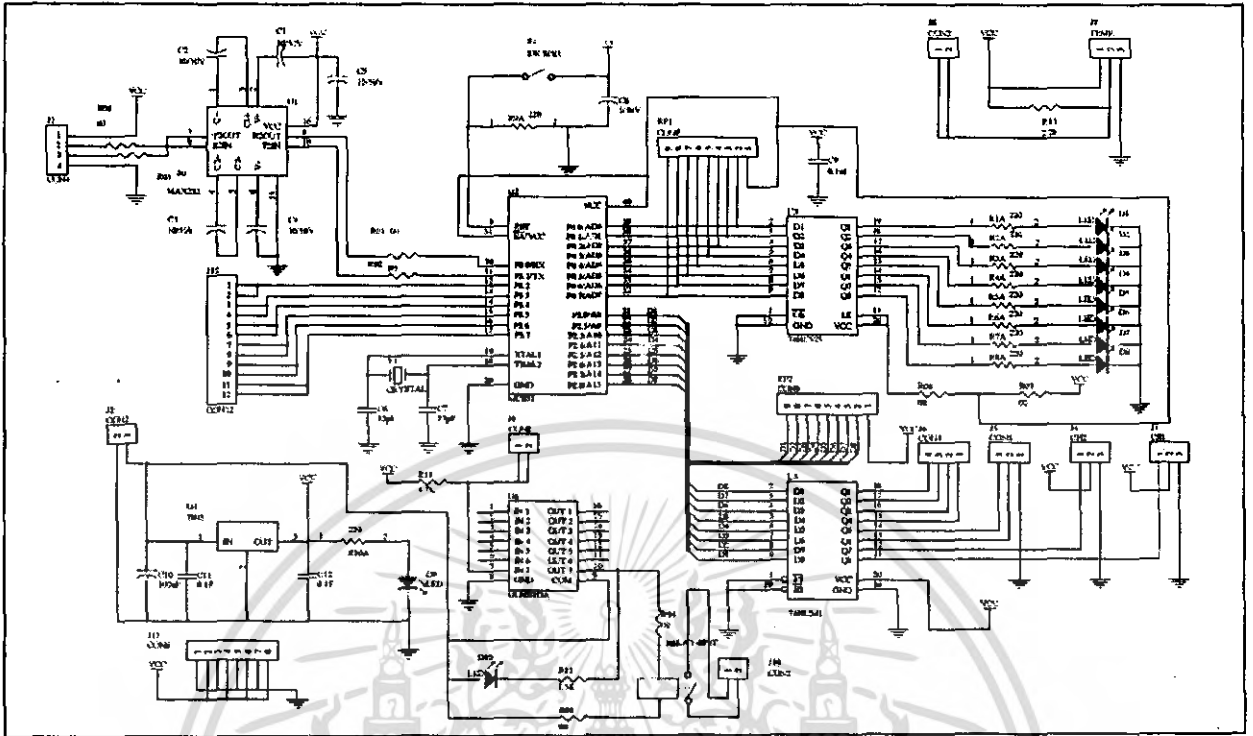
สถานะ		En A = " 1 "	En A = " 0 "
ขา 1	ขา 2	ทิศทางของมอเตอร์	ทิศทางของมอเตอร์
0	0	ไม่หมุน	ไม่หมุน
0	1	เลี้ยวซ้าย	
1	0	เลี้ยวขวา	
1	1	ไม่หมุน	

สัญญาณอินพุต(In 1- In 4, En A, En B เป็นต้น) ถูกป้อนมาจากไมโครคอนโทรลเลอร์ ถ้าหากว่า ป้อนอินพุตในสถานะที่เหมือนกัน ผลที่ได้คือ ทิศทางของมอเตอร์ที่ไม่หมุนนั้น คือ เกิดจากการช็อคกันของมอเตอร์ ทำให้มอเตอร์ไม่สามารถหมุน ได้นั่นเอง หรือเกิดจากการหักล้างของกระแสที่ไหลผ่านมอเตอร์ (เนื่องจากกระแสไหลสวนทางกัน)

3.3.4) ชุดวงจรควบคุมต่างๆ (ควบคุม กล้อ ตีซิมอเตอร์ เซนเซอร์วัดอุณหภูมิและระยะทาง)

จะใช้ไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์ เป็นตัวควบคุมการทำงานต่างๆ โดยจะมีการโปรแกรมในตัวไอซีนี้ไว้ที่ภาคผนวก โดยวงจรควบคุมจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ วงจรควบคุมภาคส่ง และวงจรควบคุมภาครับ ซึ่งจะใช้ในการติดต่อสื่อสารกันเพื่อควบคุมทิศทางการวิ่งของรถ และการหมุนของล้อ การนำค่าอุณหภูมิและระยะทางที่วัดได้จากเซนเซอร์มาแสดงผลที่หน้าจอโปรแกรม

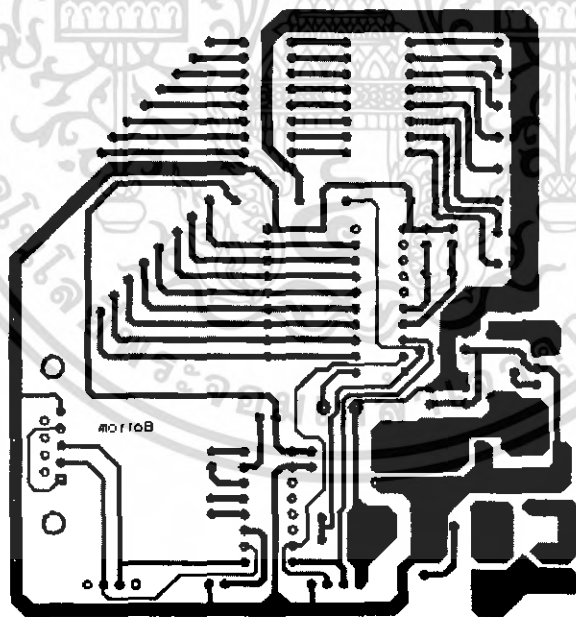
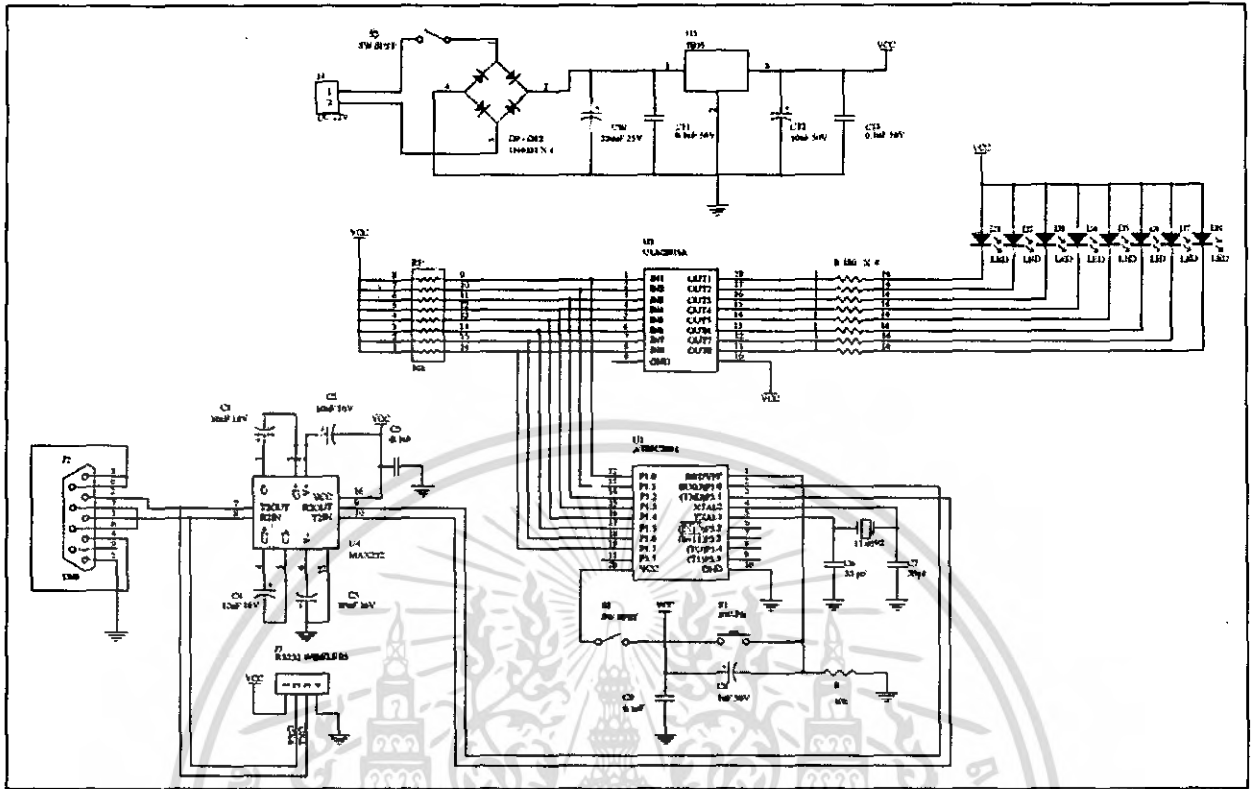
วงจรภาครับ



รูปที่ 3.23 วงจรควบคุมภาครับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรภาคส่ง

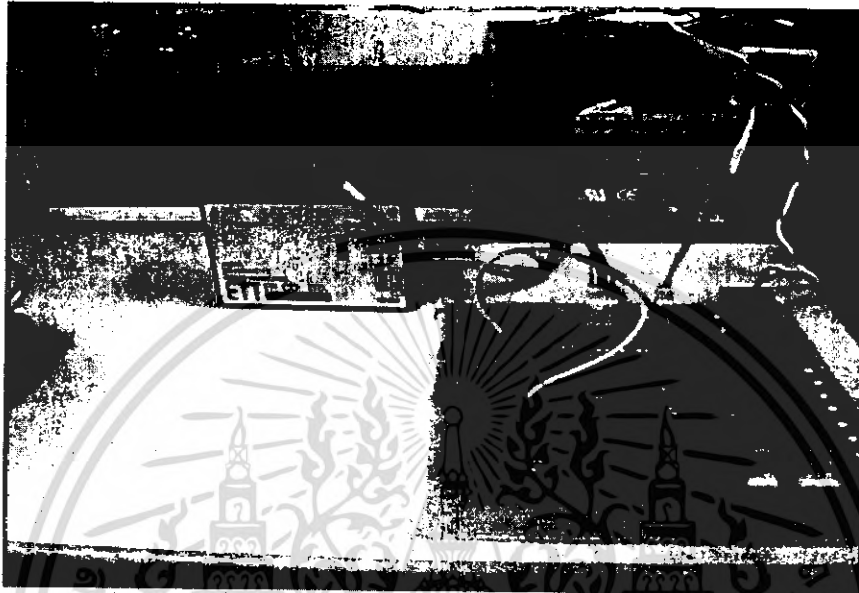


รูปที่ 3.24 วงจรควบคุมภาคส่ง

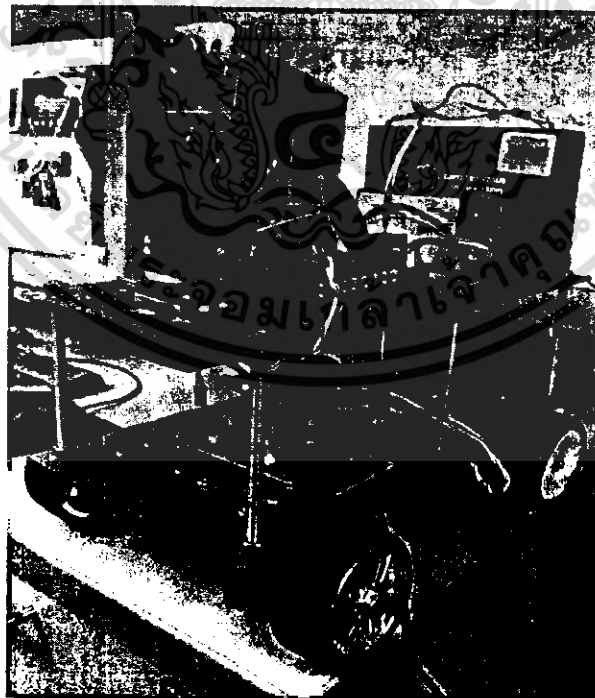
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง



รูปที่ 4.1 ก่อตั้งวงจรภาคส่ง และวงจรภาครับ



รูปที่ 4.2 ติดตั้งวงจรภาครับและก้องวิทยุไอรีสายบนตัวรอด

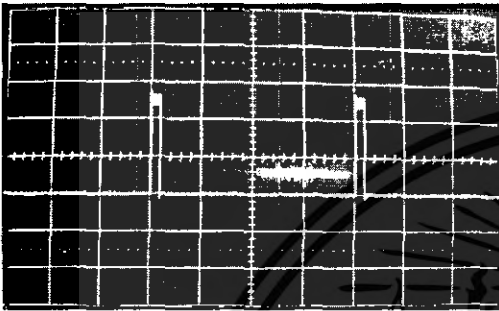
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1 การทดลองวัดสัญญาณพัลส์ที่ส่งไปยังเซอร์โวมอเตอร์

การทดลองรับ-ส่งข้อมูลแบบไร้สาย

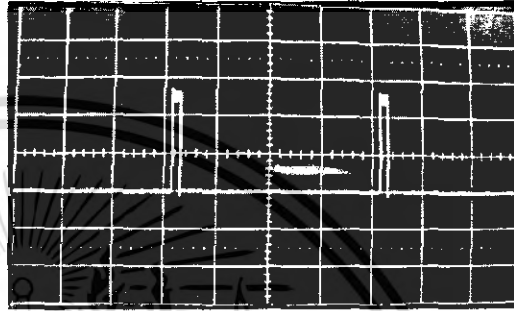
ทำการวัดรูปคลื่นสัญญาณที่ไมโครคอนโทรลเลอร์ส่งไปยังเซอร์โวมอเตอร์ โดยใช้ ออสซิลโลสโคป แชนแนลที่ 1 ตั้ง Time/Div ที่ 5 ms , Volts/Div ที่ 2 V ทำการวัดสัญญาณที่ขา P2.0 และ P2.1 ของไมโครคอนโทรลเลอร์ AT89S8253

4.1.1 รูปสัญญาณควบคุม Servo Motor ในการปรับมุมของการหมุนในแนวตั้ง



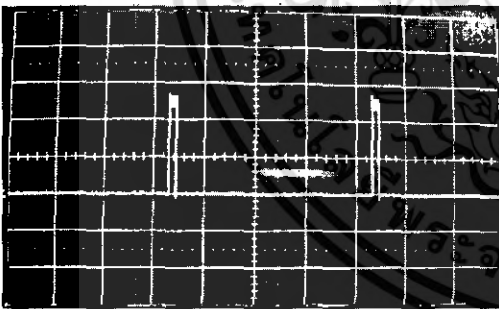
ตำแหน่งที่ 0 องศา

top 5.267 v
freq 50.00 Hz
widp 875 us
duty 4.4 %



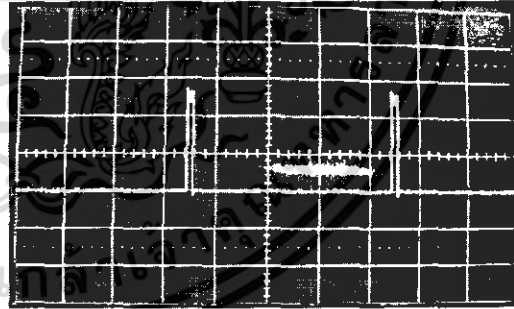
ตำแหน่งที่ 15 องศา

top 5.267 v
freq 49.84 Hz
widp 858 us
duty 4.0 %



ตำแหน่งที่ 30 องศา

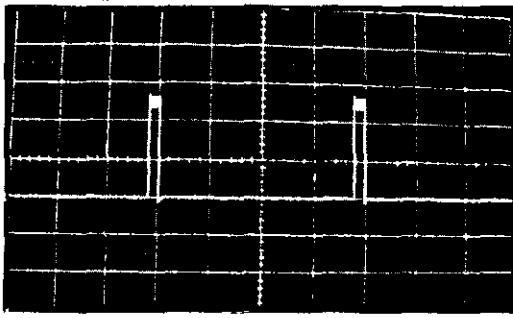
top 5.267 v
freq 49.85 Hz
widp 688 us
duty 3.4 %



ตำแหน่งที่ 45 องศา

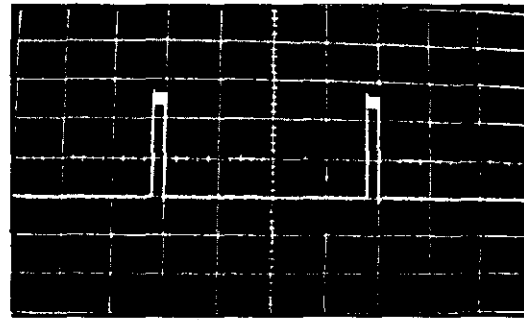
top 5.267 v
freq 49.84 Hz
widp 563 us
duty 2.8 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



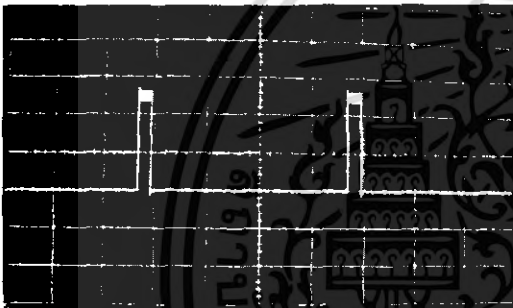
ตำแหน่งที่ -15 องศา

top 5.267 v widp 1.00 us
freq 50.63 Hz duty 5.0 %



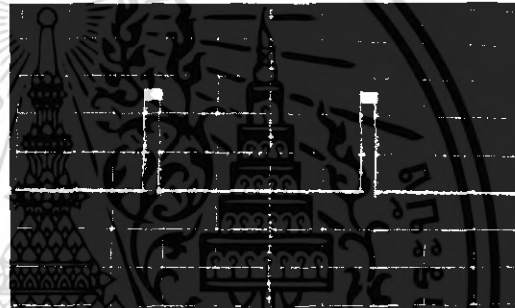
ตำแหน่งที่ -30 องศา

top 5.267 v widp 1.12 ms
freq 50 Hz duty 5.6 %



ตำแหน่งที่ -45 องศา

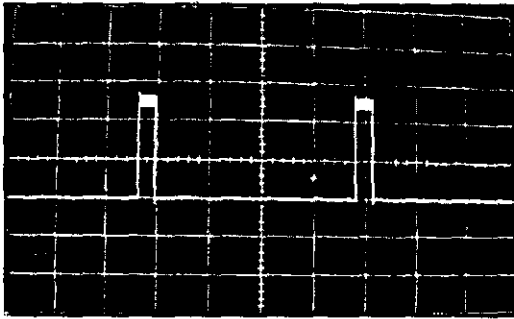
top 5.267 v widp 1.25 ms
freq 50 Hz duty 6.2 %



ตำแหน่งที่ -60 องศา

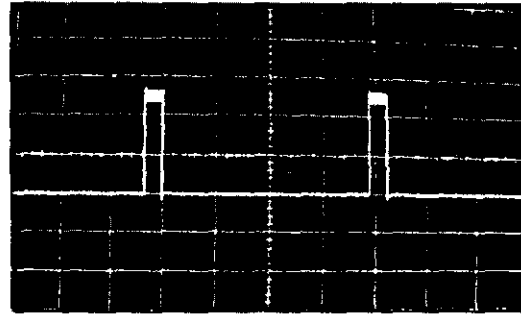
top 5.267 v widp 1.5 ms
freq 48.48 Hz duty 7.3 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ตำแหน่งที่ -75 องศา

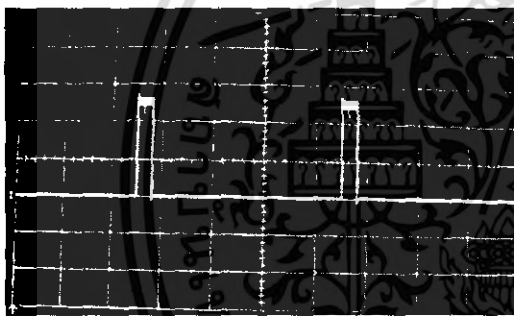
top 5.267 v widp 1.62 ms
freq 47.90 Hz duty 7.8 %



ตำแหน่งที่ -90 องศา

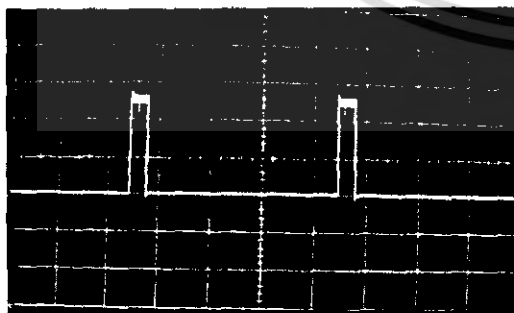
top 5.267 v widp 1.69 ms
freq 47.20 Hz duty 8.9 %

4.1.2 รูปสัญญาณควบคุม Servo Motor ในการปรับมุมของการหมุนในแนวนอน



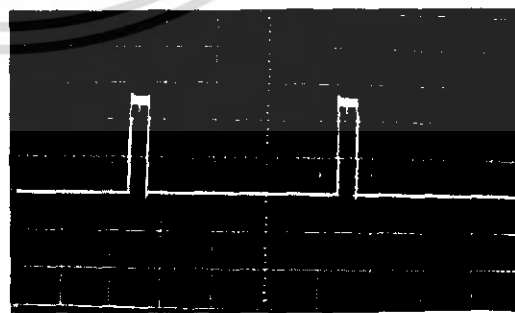
ตำแหน่งที่ 0 องศา

top 5.267 v widp 1.50 ms
freq 50 Hz duty 7.5 %



ตำแหน่งที่ 15 องศา

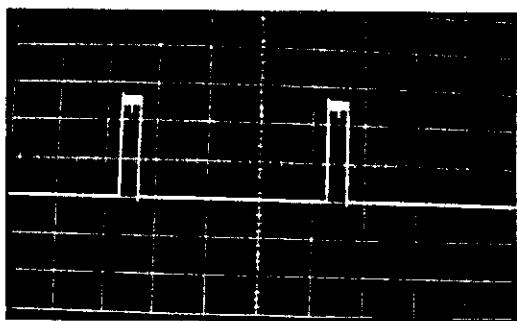
top 5.267 v widp 1.62 ms
freq 49.69 Hz duty 1.81 %



ตำแหน่งที่ 30 องศา

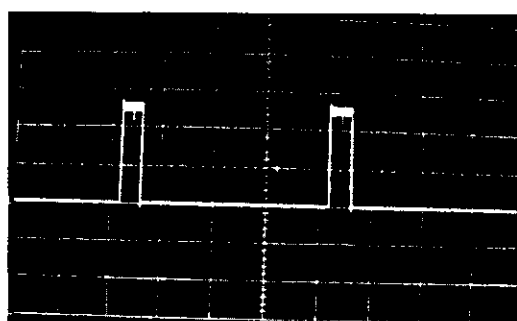
top 5.267 v widp 1.81ms
freq 49.84 Hz duty 9.0 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



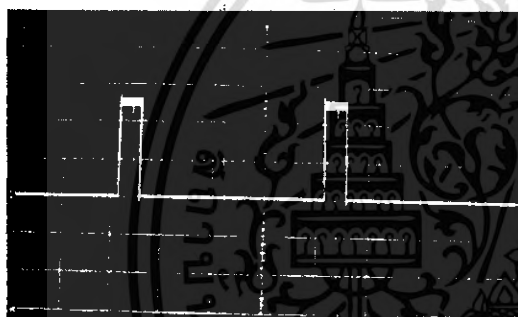
ตำแหน่งที่ 45 องศา

top 5.267 v widp 1.88 ms
freq 50 Hz duty 9.4 %



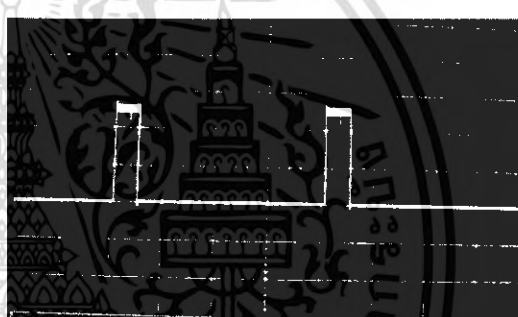
ตำแหน่งที่ 60 องศา

top 5.267 v widp 2.00 ms
freq 50 Hz duty 10.0 %



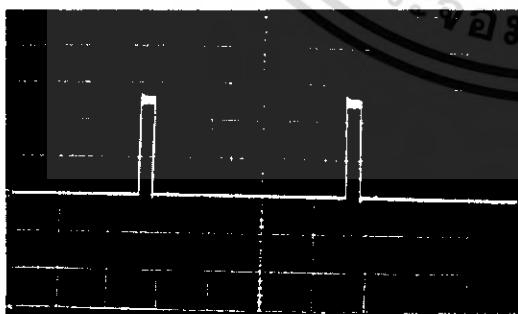
ตำแหน่งที่ 75 องศา

top 5.267 v widp 2.12 ms
freq 50.00 Hz duty 10.6 %



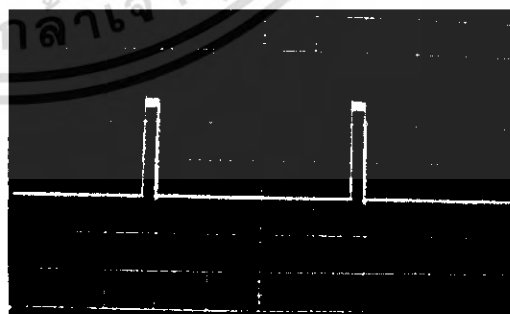
ตำแหน่งที่ 90 องศา

top 5.267 v widp 2.38 ms
freq 49.69 Hz duty 11.8%



ตำแหน่งที่ -15 องศา

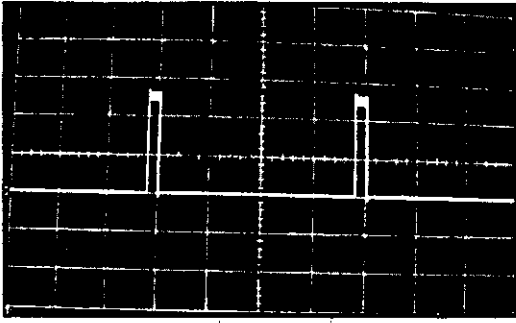
top 5.267 v widp 1.38 ms
freq 50.00 Hz duty 6.9 %



ตำแหน่งที่ -30 องศา

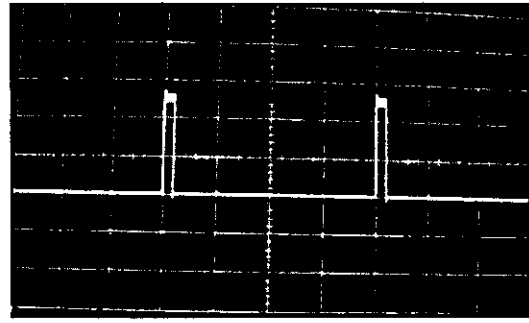
top 5.267 v widp 1.25 ms
freq 50.00 Hz duty 6.2 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



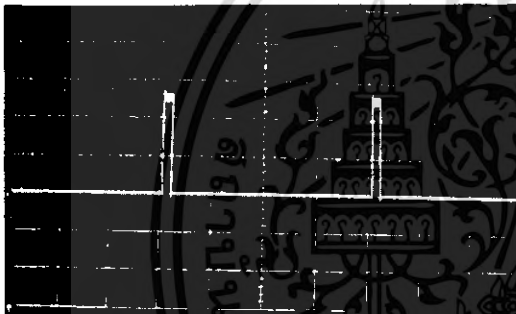
ตำแหน่งที่ -45 องศา

top 5.267 v widp 1.12 ms
freq 50.00 Hz duty 5.6 %



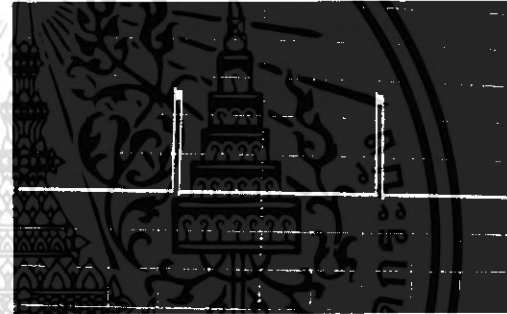
ตำแหน่งที่ -60 องศา

top 5.267 v widp 1 ms
freq 50.00 Hz duty 5.0 %



ตำแหน่งที่ -75 องศา

top 5.267 v widp 879 us
freq 50.00 Hz duty 4.0 %



ตำแหน่งที่ -90 องศา

top 5.267 v widp 628 us
freq 50.00 Hz duty 3.4 %

4.2 การทดลองการหมุนกลิ้ง

ในการทดลองการควบคุมการหมุนของกลิ้งสามารถปรับมุมได้ทั้งในแนวตั้งและแนวนอน โดยในแนวนอนสามารถหมุนทำเป็นมุมได้ตั้งแต่ 0 – 180 องศาโดยสามารถปรับมุมได้สตีปละ 15 องศาจึงสามารถรับภาพในมุมมองที่ต่างกันได้ในแนวนอนถึง 13 ตำแหน่ง และในการควบคุมการหมุนในแนวตั้งของกลิ้งสามารถหมุนทำมุมได้ตั้งแต่ -90 – 45 องศา โดยสามารถปรับมุมได้คราวละ 15 องศา จึงสามารถรับภาพในมุมที่ต่างกันได้ถึง 10 ตำแหน่ง

4.5 การทดลองกับโมดูลอัลตราโซนิก

1. ครั้งแรกทำการใส่จัมป์เปอร์ก่อน เพื่อให้โปรแกรมเข้าสู่โหมด Calibrate ทำการวัดระยะ 30 เซ็นติเมตร โดยวัดระยะจากโมดูลอัลตราโซนิก ถึง สิ่งกีดขวาง เพื่อให้โปรแกรมทำการเก็บค่า distance ไว้ที่ EEPROM ซึ่งจะเป็ค่าออฟเซตของระยะทางที่ทำการปรับแต่ง (Calibrate) โดยต้องปรับให้ค่าออฟเซตเป็นศูนย์ก่อน เพื่อให้ได้ระยะทางที่ถูกต้อง
2. จากนั้นถอดตัวจัมป์เปอร์ออก เพื่อให้โปรแกรมออกจากโหมด Calibrate หลังจากนั้นก็สามารถใช้งานได้ตามปกติ
3. ทำการทดลองวัดระยะทางจากค่าจริงกับค่าที่อ่านได้จากจอLCD
4. ในโครงการนี้ ได้กำหนดระยะทาง 30 เซ็นติเมตร (โดยกำหนดจากซอฟต์แวร์) เพื่อป้อนสัญญาณอินเทอร์รัพท์แก่ ไมโครคอนโทรเลอร์ (MCS-51) ทำให้ไมโครคอนโทรเลอร์ออกคำสั่งให้มีการถอยหลังอัตโนมัติ



ตารางที่ 4.2 PSoC1 ผลการทดลอง ที่อุณหภูมิ 30.4 องศาเซลเซียส

ค่าที่วัดได้(จากไม้บรรทัด)	ค่าที่วัดได้(จากจอแสดงผล LCD)	% ความผิดพลาด
30 cm	30.1 cm	0.33
40 cm	40.1 cm	0.25
50 cm	50.6 cm	1.20
60 cm	60.7 cm	1.17
70 cm	71.1 cm	1.57
80 cm	81.8 cm	2.25
90 cm	91.9 cm	2.11
100 cm	102.1 cm	2.10
110 cm	112.8 cm	2.55
120 cm	123.2 cm	2.67
130 cm	133.6 cm	2.77
140 cm	143.3 cm	2.36
150 cm	153.5 cm	2.33
160 cm	163.6 cm	2.25
170 cm	173.8 cm	2.24
180 cm	184.7 cm	2.61
190 cm	195 cm	2.63
200 cm	205.6 cm	2.80
210 cm	215.7 cm	2.71
225 cm	231.2 cm	2.76
245 cm	246.8 cm	0.73
255 cm	263 cm	3.14
270 cm	278.7 cm	3.22
300 cm	309.2 cm	3.07

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

การทำรถสำรวจคู่อื่นๆนั้นจะต้องใช้ความรู้หลายด้าน ไม่ว่าจะเป็นการศึกษาโปรแกรมวิซวลเบสิก การศึกษาโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์และการศึกษาหลักการควบคุมรถให้สามารถเคลื่อนที่ได้อย่างคล่องตัวและสามารถเคลื่อนที่ได้ในลักษณะภูมิประเทศที่แตกต่างกันได้

จากการทำโครงการนี้ เมื่อทำการทดลองพบว่าสามารถควบคุมรถได้เป็นที่น่าพอใจในระยะเวลาที่ไม่ห่างมากนักและสามารถรับภาพได้แต่ภาพที่รับมาได้นั้นมีความคมชัดลดลงตามระยะทางที่ห่างออกไปจากตัวส่งสัญญาณควบคุมจึงทำให้ไม่สามารถเห็นทัศนวิสัยได้จึงทำให้ไม่สามารถบังคับรถได้ตามเส้นทางที่ต้องห่างออกไปเป็นระยะทางไกลๆ

วิธีการแก้ไขจากปัญหาเรื่องระยะทางที่ไกลทำให้ไม่สามารถควบคุมการเคลื่อนที่ของรถและไม่สามารถรับภาพได้นั้น ต้องเปลี่ยนมาใช้ชุดส่งที่มีกำลังส่งมากขึ้นจะทำให้สามารถรับภาพและควบคุมการเคลื่อนที่ของรถในระยะที่ไกลขึ้นแต่ต้องเสียค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้นเช่นกัน

ส่วนการทดลองกับโมดูลเซ็นเซอร์อัลตราโซนิก สามารถวัดระยะทางได้ที่สามารถให้ค่าความละเอียด 1cm และสามารถตรวจจ็ระยะทางได้ไกลถึง 3 - 3.15 เมตร ถ้าหากใช้งานเซ็นเซอร์ตรวจจ็ระยะทางเกินกว่า 3.15 เมตรขึ้นไปก็จะทำให้ตัวเซ็นเซอร์ไม่สามารถตรวจจ็สิ่งกีดขวางได้

บรรณานุกรม

- 1) เรียนรู้และปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ฉบับ AT89C5x/AT89Sxxxx, วรพงษ์ กรแก้ววัฒนกุล และ ชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิไล, อินโนเวทีฟ เอ็ดจิวซิเมนต์, 399 หน้า, 2548.
- 2) คู่มือการเขียนโปรแกรม Visual Basic 6 ฉบับผู้เริ่มต้น, สัจจะ จรัสรุ่งรวีวร, อินโฟเพรส, 432 หน้า, 2548.
- 3) เริ่มต้นเขียนโปรแกรมติดต่อและควบคุมฮาร์ดแวร์ด้วย Visual Basic, อภิชาติ ภูพลับ, อินโฟเพรส, 226 หน้า, 2546.
- 4) ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ด้วยโปรแกรมภาษา C ฉบับ P89V51RD2, นคร ภักดีชาติ และ ชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิไล, อินโนเวทีฟ เอ็ดจิวซิเมนต์, 284 หน้า, 2549.
- 5) PSoC การเขียนโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์ PSoC ด้วยภาษาซี, อุกฤษฏ์ ดันตสุทธานนท์ และทีมงาน, MRT, 220 หน้า, 2549.
- 6) เรียนรู้และเข้าใจ PSoC Microcontroller ด้วย ภาษา Assembly และ ภาษา C, นายวิชรินทร์ เคารพ, บริษัท อีทีที จำกัด, 340 หน้า, 2548.
- 7) Motorola Datasheet
- 8) Fairchild Semiconductor Datasheet
- 9) National Semiconductor Datasheet
- 10) PSoC Final DataSheet, Cypress Microsystems, 2002
- 11) PSoC Designer, module Datasheet, Cypress Microsystems, 2002



ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Features

- Compatible with MCS-51™ Products
- 2K Bytes of Reprogrammable Flash Memory
 - Endurance: 1,000 Write/Erase Cycles
- 2.7V to 6V Operating Range
- Fully Static Operation: 0 Hz to 24 MHz
- Two-level Program Memory Lock
- 128 x 8-bit Internal RAM
- 15 Programmable I/O Lines
- Two 16-bit Timer/Counters
- Six Interrupt Sources
- Programmable Serial UART Channel
- Direct LED Drive Outputs
- On-chip Analog Comparator
- Low-power Idle and Power-down Modes

Description

The AT89C2051 is a low-voltage, high-performance CMOS 8-bit microcomputer with 2K bytes of Flash programmable and erasable read only memory (PEROM). The device is manufactured using Atmel's high-density nonvolatile memory technology and is compatible with the industry-standard MCS-51 instruction set. By combining a versatile 8-bit CPU with Flash on a monolithic chip, the Atmel AT89C2051 is a powerful microcomputer which provides a highly-flexible and cost-effective solution to many embedded control applications.

The AT89C2051 provides the following standard features: 2K bytes of Flash, 128 bytes of RAM, 15 I/O lines, two 16-bit timer/counters, a five vector two-level interrupt architecture, a full duplex serial port, a precision analog comparator, on-chip oscillator and clock circuitry. In addition, the AT89C2051 is designed with static logic for operation down to zero frequency and supports two software selectable power saving modes. The Idle Mode stops the CPU while allowing the RAM, timer/counters, serial port and interrupt system to continue functioning. The power-down mode saves the RAM contents but freezes the oscillator disabling all other chip functions until the next hardware reset.

Pin Configuration

PDIP/SOIC

RST/PP1	1	20	VCC
(AKD) P2.0	2	18	P1.7
(AKD) P3.1	3	18	P1.6
XTAL2	4	17	P1.5
XTAL1	5	18	P1.4
(RT0) P2.2	6	15	P1.3
(RT1) P3.2	7	14	P1.2
(T0) P2.4	8	13	P1.1 (AN1)
(T1) P2.5	9	12	P1.0 (AN0)
GNDC	10	11	P1.7



8-bit Microcontroller with 2K Bytes Flash

AT89C2051

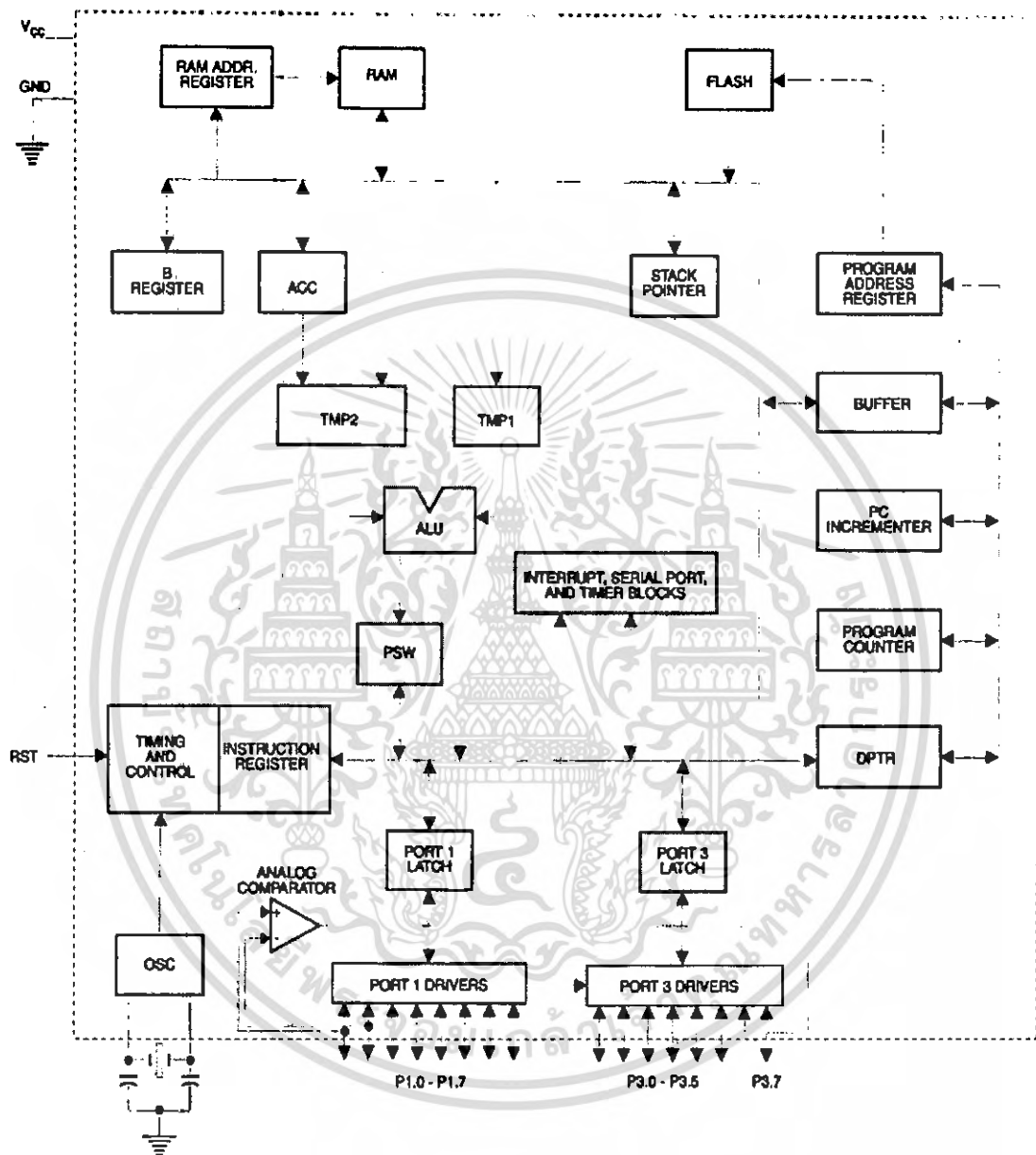
Rev. 0355E-02/00



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Block Diagram



Features

- Compatible with MCS™-51 Products
- 12K Bytes of In-System Programmable (ISP) Flash Program Memory
 - SPI Serial Interface for Program Downloading
 - Endurance: 10,000 Write/Erase Cycles
- 2K Bytes EEPROM Data Memory
 - Endurance: 100,000 Write/Erase Cycles
- 64-byte User Signature Array
- 2.7V to 5.5V Operating Range
- Fully Static Operation: 0 Hz to 24 MHz
- Three-level Program Memory Lock
- 256 x 8-bit Internal RAM
- 32 Programmable I/O Lines
- Three 16-bit Timer/Counters
- Nine Interrupt Sources
- Enhanced UART Serial Port with Framing Error Detection and Automatic Address Recognition
- Enhanced SPI (Double Write/Read Buffered) Serial Interface
- Low-power Idle and Power-down Modes
- Interrupt Recovery from Power-down Mode
- Programmable Watchdog Timer
- Dual Data Pointer
- Power-off Flag
- Flexible ISP Programming (Byte and Page Modes)
 - Page Mode: 64 Bytes/Page for Code Memory, 32 Bytes/Page for Data Memory
- Four-level Enhanced Interrupt Controller
- Programmable and Fuseable x2 Clock Option
- Internal Power-on Reset
- 42-pin PDIP Package Option for Reduced EMC Emission
- Green (Pb/Halide-free) Packaging Option

1. Description

The AT89S8253 is a low-power, high-performance CMOS 8-bit microcontroller with 12K bytes of In-System Programmable (ISP) Flash program memory and 2K bytes of EEPROM data memory. The device is manufactured using Atmel's high-density non-volatile memory technology and is compatible with the industry-standard MCS-51 instruction set and pinout. The on-chip downloadable Flash allows the program memory to be reprogrammed in-system through an SPI serial interface or by a conventional nonvolatile memory programmer. By combining a versatile 8-bit CPU with downloadable Flash on a monolithic chip, the Atmel AT89S8253 is a powerful microcontroller which provides a highly-flexible and cost-effective solution to many embedded control applications.



**8-bit
Microcontroller
with 12K Bytes
Flash and 2K
Bytes EEPROM**

AT89S8253

Preliminary

3286C-MICRO-1/05



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



The AT89S8253 provides the following standard features: 12K bytes of In-System Programmable Flash, 2K bytes of EEPROM, 256 bytes of RAM, 32 I/O lines, programmable watchdog timer, two data pointers, three 16-bit timer/counters, a six-vector, four-level interrupt architecture, a full duplex serial port, on-chip oscillator, and clock circuitry. In addition, the AT89S8253 is designed with static logic for operation down to zero frequency and supports two software selectable power saving modes. The Idle Mode stops the CPU while allowing the RAM, timer/counters, serial port, and interrupt system to continue functioning. The Power-down mode saves the RAM contents but freezes the oscillator, disabling all other chip functions until the next external interrupt or hardware reset.

The on-board Flash/EEPROM is accessible through the SPI serial interface. Holding RESET active forces the SPI bus into a serial programming interface and allows the program memory to be written to or read from, unless one or more lock bits have been activated.

2. Pin Configurations

2.1 40P6 – 40-lead PDIP

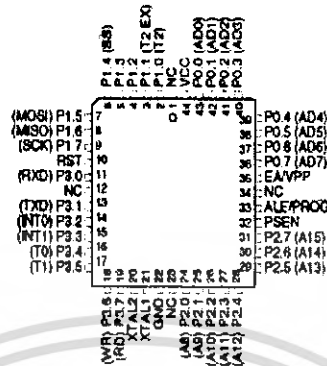
(T2) P1.0	1	40	VCC
(T2 EX) P1.1	2	39	P0.0 (AD0)
P1.2	3	38	P0.1 (AD1)
P1.3	4	37	P0.2 (AD2)
(SS) P1.4	5	36	P0.3 (AD3)
(MOSI) P1.5	6	35	P0.4 (AD4)
(MISO) P1.6	7	34	P0.5 (AD5)
(SCK) P1.7	8	33	P0.6 (AD6)
RST	9	32	P0.7 (AD7)
(RXD) P3.0	10	31	EA/VPP
(TXD) P3.1	11	30	ALE/PROG
(INT0) P3.2	12	29	PSEN
(INT1) P3.3	13	28	P2.7 (A15)
(T0) P3.4	14	27	P2.6 (A14)
(T1) P3.5	15	26	P2.5 (A13)
(VH) P3.6	16	25	P2.4 (A12)
(RD) P3.7	17	24	P2.3 (A11)
XTAL2	18	23	P2.2 (A10)
XTAL1	19	22	P2.1 (A9)
GND	20	21	P2.0 (A8)

2.2 44A – 44-lead TQFP

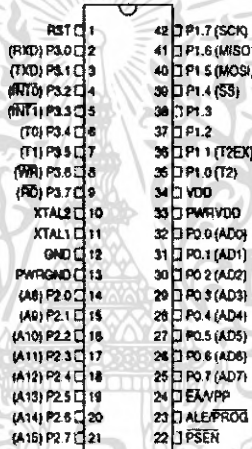
(T2) P1.0	1	40	VCC
(T2 EX) P1.1	2	39	P0.0 (AD0)
P1.2	3	38	P0.1 (AD1)
P1.3	4	37	P0.2 (AD2)
(SS) P1.4	5	36	P0.3 (AD3)
(MOSI) P1.5	6	35	P0.4 (AD4)
(MISO) P1.6	7	34	P0.5 (AD5)
(SCK) P1.7	8	33	P0.6 (AD6)
RST	9	32	P0.7 (AD7)
(RXD) P3.0	10	31	EA/VPP
NC	11	30	NC
(TXD) P3.1	12	29	ALE/PROG
(INT0) P3.2	13	28	PSEN
(INT1) P3.3	14	27	P2.7 (A15)
(T0) P3.4	15	26	P2.6 (A14)
(T1) P3.5	16	25	P2.5 (A13)
(VH) P3.6	17	24	P2.4 (A12)
(RD) P3.7	18	23	P2.3 (A11)
XTAL2	19	22	P2.2 (A10)
XTAL1	20	21	P2.1 (A9)
GND	21	22	P2.0 (A8)
(VH) P3.6	22	23	P2.4 (A12)
(RD) P3.7	23	24	P2.3 (A11)
XTAL2	24	25	P2.2 (A10)
XTAL1	25	26	P2.1 (A9)
GND	26	27	P2.0 (A8)
(VH) P3.6	27	28	P2.4 (A12)
(RD) P3.7	28	29	P2.3 (A11)
XTAL2	29	30	P2.2 (A10)
XTAL1	30	31	P2.1 (A9)
GND	31	32	P2.0 (A8)
(VH) P3.6	32	33	P2.4 (A12)
(RD) P3.7	33	34	P2.3 (A11)
XTAL2	34	35	P2.2 (A10)
XTAL1	35	36	P2.1 (A9)
GND	36	37	P2.0 (A8)
(VH) P3.6	37	38	P2.4 (A12)
(RD) P3.7	38	39	P2.3 (A11)
XTAL2	39	40	P2.2 (A10)
XTAL1	40	41	P2.1 (A9)
GND	41	42	P2.0 (A8)
(VH) P3.6	42	43	P2.4 (A12)
(RD) P3.7	43	44	P2.3 (A11)
XTAL2	44	45	P2.2 (A10)
XTAL1	45	46	P2.1 (A9)
GND	46	47	P2.0 (A8)
(VH) P3.6	47	48	P2.4 (A12)
(RD) P3.7	48	49	P2.3 (A11)
XTAL2	49	50	P2.2 (A10)
XTAL1	50	51	P2.1 (A9)
GND	51	52	P2.0 (A8)
(VH) P3.6	52	53	P2.4 (A12)
(RD) P3.7	53	54	P2.3 (A11)
XTAL2	54	55	P2.2 (A10)
XTAL1	55	56	P2.1 (A9)
GND	56	57	P2.0 (A8)
(VH) P3.6	57	58	P2.4 (A12)
(RD) P3.7	58	59	P2.3 (A11)
XTAL2	59	60	P2.2 (A10)
XTAL1	60	61	P2.1 (A9)
GND	61	62	P2.0 (A8)
(VH) P3.6	62	63	P2.4 (A12)
(RD) P3.7	63	64	P2.3 (A11)
XTAL2	64	65	P2.2 (A10)
XTAL1	65	66	P2.1 (A9)
GND	66	67	P2.0 (A8)
(VH) P3.6	67	68	P2.4 (A12)
(RD) P3.7	68	69	P2.3 (A11)
XTAL2	69	70	P2.2 (A10)
XTAL1	70	71	P2.1 (A9)
GND	71	72	P2.0 (A8)
(VH) P3.6	72	73	P2.4 (A12)
(RD) P3.7	73	74	P2.3 (A11)
XTAL2	74	75	P2.2 (A10)
XTAL1	75	76	P2.1 (A9)
GND	76	77	P2.0 (A8)
(VH) P3.6	77	78	P2.4 (A12)
(RD) P3.7	78	79	P2.3 (A11)
XTAL2	79	80	P2.2 (A10)
XTAL1	80	81	P2.1 (A9)
GND	81	82	P2.0 (A8)
(VH) P3.6	82	83	P2.4 (A12)
(RD) P3.7	83	84	P2.3 (A11)
XTAL2	84	85	P2.2 (A10)
XTAL1	85	86	P2.1 (A9)
GND	86	87	P2.0 (A8)
(VH) P3.6	87	88	P2.4 (A12)
(RD) P3.7	88	89	P2.3 (A11)
XTAL2	89	90	P2.2 (A10)
XTAL1	90	91	P2.1 (A9)
GND	91	92	P2.0 (A8)
(VH) P3.6	92	93	P2.4 (A12)
(RD) P3.7	93	94	P2.3 (A11)
XTAL2	94	95	P2.2 (A10)
XTAL1	95	96	P2.1 (A9)
GND	96	97	P2.0 (A8)
(VH) P3.6	97	98	P2.4 (A12)
(RD) P3.7	98	99	P2.3 (A11)
XTAL2	99	100	P2.2 (A10)
XTAL1	100	101	P2.1 (A9)
GND	101	102	P2.0 (A8)
(VH) P3.6	102	103	P2.4 (A12)
(RD) P3.7	103	104	P2.3 (A11)
XTAL2	104	105	P2.2 (A10)
XTAL1	105	106	P2.1 (A9)
GND	106	107	P2.0 (A8)
(VH) P3.6	107	108	P2.4 (A12)
(RD) P3.7	108	109	P2.3 (A11)
XTAL2	109	110	P2.2 (A10)
XTAL1	110	111	P2.1 (A9)
GND	111	112	P2.0 (A8)
(VH) P3.6	112	113	P2.4 (A12)
(RD) P3.7	113	114	P2.3 (A11)
XTAL2	114	115	P2.2 (A10)
XTAL1	115	116	P2.1 (A9)
GND	116	117	P2.0 (A8)
(VH) P3.6	117	118	P2.4 (A12)
(RD) P3.7	118	119	P2.3 (A11)
XTAL2	119	120	P2.2 (A10)
XTAL1	120	121	P2.1 (A9)
GND	121	122	P2.0 (A8)
(VH) P3.6	122	123	P2.4 (A12)
(RD) P3.7	123	124	P2.3 (A11)
XTAL2	124	125	P2.2 (A10)
XTAL1	125	126	P2.1 (A9)
GND	126	127	P2.0 (A8)
(VH) P3.6	127	128	P2.4 (A12)
(RD) P3.7	128	129	P2.3 (A11)
XTAL2	129	130	P2.2 (A10)
XTAL1	130	131	P2.1 (A9)
GND	131	132	P2.0 (A8)
(VH) P3.6	132	133	P2.4 (A12)
(RD) P3.7	133	134	P2.3 (A11)
XTAL2	134	135	P2.2 (A10)
XTAL1	135	136	P2.1 (A9)
GND	136	137	P2.0 (A8)
(VH) P3.6	137	138	P2.4 (A12)
(RD) P3.7	138	139	P2.3 (A11)
XTAL2	139	140	P2.2 (A10)
XTAL1	140	141	P2.1 (A9)
GND	141	142	P2.0 (A8)
(VH) P3.6	142	143	P2.4 (A12)
(RD) P3.7	143	144	P2.3 (A11)
XTAL2	144	145	P2.2 (A10)
XTAL1	145	146	P2.1 (A9)
GND	146	147	P2.0 (A8)
(VH) P3.6	147	148	P2.4 (A12)
(RD) P3.7	148	149	P2.3 (A11)
XTAL2	149	150	P2.2 (A10)
XTAL1	150	151	P2.1 (A9)
GND	151	152	P2.0 (A8)
(VH) P3.6	152	153	P2.4 (A12)
(RD) P3.7	153	154	P2.3 (A11)
XTAL2	154	155	P2.2 (A10)
XTAL1	155	156	P2.1 (A9)
GND	156	157	P2.0 (A8)
(VH) P3.6	157	158	P2.4 (A12)
(RD) P3.7	158	159	P2.3 (A11)
XTAL2	159	160	P2.2 (A10)
XTAL1	160	161	P2.1 (A9)
GND	161	162	P2.0 (A8)
(VH) P3.6	162	163	P2.4 (A12)
(RD) P3.7	163	164	P2.3 (A11)
XTAL2	164	165	P2.2 (A10)
XTAL1	165	166	P2.1 (A9)
GND	166	167	P2.0 (A8)
(VH) P3.6	167	168	P2.4 (A12)
(RD) P3.7	168	169	P2.3 (A11)
XTAL2	169	170	P2.2 (A10)
XTAL1	170	171	P2.1 (A9)
GND	171	172	P2.0 (A8)
(VH) P3.6	172	173	P2.4 (A12)
(RD) P3.7	173	174	P2.3 (A11)
XTAL2	174	175	P2.2 (A10)
XTAL1	175	176	P2.1 (A9)
GND	176	177	P2.0 (A8)
(VH) P3.6	177	178	P2.4 (A12)
(RD) P3.7	178	179	P2.3 (A11)
XTAL2	179	180	P2.2 (A10)
XTAL1	180	181	P2.1 (A9)
GND	181	182	P2.0 (A8)
(VH) P3.6	182	183	P2.4 (A12)
(RD) P3.7	183	184	P2.3 (A11)
XTAL2	184	185	P2.2 (A10)
XTAL1	185	186	P2.1 (A9)
GND	186	187	P2.0 (A8)
(VH) P3.6	187	188	P2.4 (A12)
(RD) P3.7	188	189	P2.3 (A11)
XTAL2	189	190	P2.2 (A10)
XTAL1	190	191	P2.1 (A9)
GND	191	192	P2.0 (A8)
(VH) P3.6	192	193	P2.4 (A12)
(RD) P3.7	193	194	P2.3 (A11)
XTAL2	194	195	P2.2 (A10)
XTAL1	195	196	P2.1 (A9)
GND	196	197	P2.0 (A8)
(VH) P3.6	197	198	P2.4 (A12)
(RD) P3.7	198	199	P2.3 (A11)
XTAL2	199	200	P2.2 (A10)
XTAL1	200	201	P2.1 (A9)
GND	201	202	P2.0 (A8)
(VH) P3.6	202	203	P2.4 (A12)
(RD) P3.7	203	204	P2.3 (A11)
XTAL2	204	205	P2.2 (A10)
XTAL1	205	206	P2.1 (A9)
GND	206	207	P2.0 (A8)
(VH) P3.6	207	208	P2.4 (A12)
(RD) P3.7	208	209	P2.3 (A11)
XTAL2	209	210	P2.2 (A10)
XTAL1	210	211	P2.1 (A9)
GND	211	212	P2.0 (A8)
(VH) P3.6	212	213	P2.4 (A12)
(RD) P3.7	213	214	P2.3 (A11)
XTAL2	214	215	P2.2 (A10)
XTAL1	215	216	P2.1 (A9)
GND	216	217	P2.0 (A8)
(VH) P3.6	217	218	P2.4 (A12)
(RD) P3.7	218	219	P2.3 (A11)
XTAL2	219	220	P2.2 (A10)
XTAL1	220	221	P2.1 (A9)
GND	221	222	P2.0 (A8)
(VH) P3.6	222	223	P2.4 (A12)
(RD) P3.7	223	224	P2.3 (A11)
XTAL2	224	225	P2.2 (A10)
XTAL1	225	226	P2.1 (A9)
GND	226	227	P2.0 (A8)
(VH) P3.6	227	228	P2.4 (A12)
(RD) P3.7	228	229	P2.3 (A11)
XTAL2	229	230	P2.2 (A10)
XTAL1	230	231	P2.1 (A9)
GND	231	232	P2.0 (A8)
(VH) P3.6	232	233	P2.4 (A12)
(RD) P3.7	233	234	P2.3 (A11)
XTAL2	234	235	P2.2 (A10)
XTAL1	235	236	P2.1 (A9)
GND	236	237	P2.0 (A8)
(VH) P3.6	237	238	P2.4 (A12)
(RD) P3.7	238	239	P2.3 (A11)
XTAL2	239	240	P2.2 (A10)
XTAL1	240	241	P2.1 (A9)
GND	241	242	P2.0 (A8)
(VH) P3.6	242	243	P2.4 (A12)
(RD) P3.7	243	244	P2.3 (A11)
XTAL2	244	245	P2.2 (A10)
XTAL1	245	246	P2.1 (A9)
GND	246	247	P2.0 (A8)
(VH) P3.6	247	248	P2.4 (A12)
(RD) P3.7	248	249	P2.3 (A11)
XTAL2	249	250	P2.2 (A10)
XTAL1	250	251	P2.1 (A9)
GND	251	252	P2.0 (A8)
(VH) P3.6	252	253	P2.4 (A12)
(RD) P3.7	253	254	P2.3 (A11)
XTAL2	254	255	P2.2 (A10)
XTAL1	255	256	P2.1 (A9)
GND	256	257	P2.0 (A8)
(VH) P3.6	257	258	P2.4 (A12)
(RD) P3.7	258	259	P2.3 (A11)
XTAL2	259	260	P2.2 (A10)
XTAL1	260	261	P2.1 (A9)
GND	261	262	P2.0 (A8)
(VH) P3.6	262	263	P2.4 (A12)
(RD) P3.7	263	264	P2.3 (A11)
XTAL2	264	265	P2.2 (A10)
XTAL1	265	266	P2.1 (A9)
GND	266	267	P2.0 (A8)
(VH) P3.6	267	268	P2.4 (A12)
(RD) P3.7	268	269	P2.3 (A11)
XTAL2	269	270</	

AT89S8253 [Preliminary]

2.3 44J – 44-lead PLCC



2.4 42PS6 – PDIP



3. Pin Description

3.1 VCC

Supply voltage (all packages except 42-PDIP).

3.2 GND

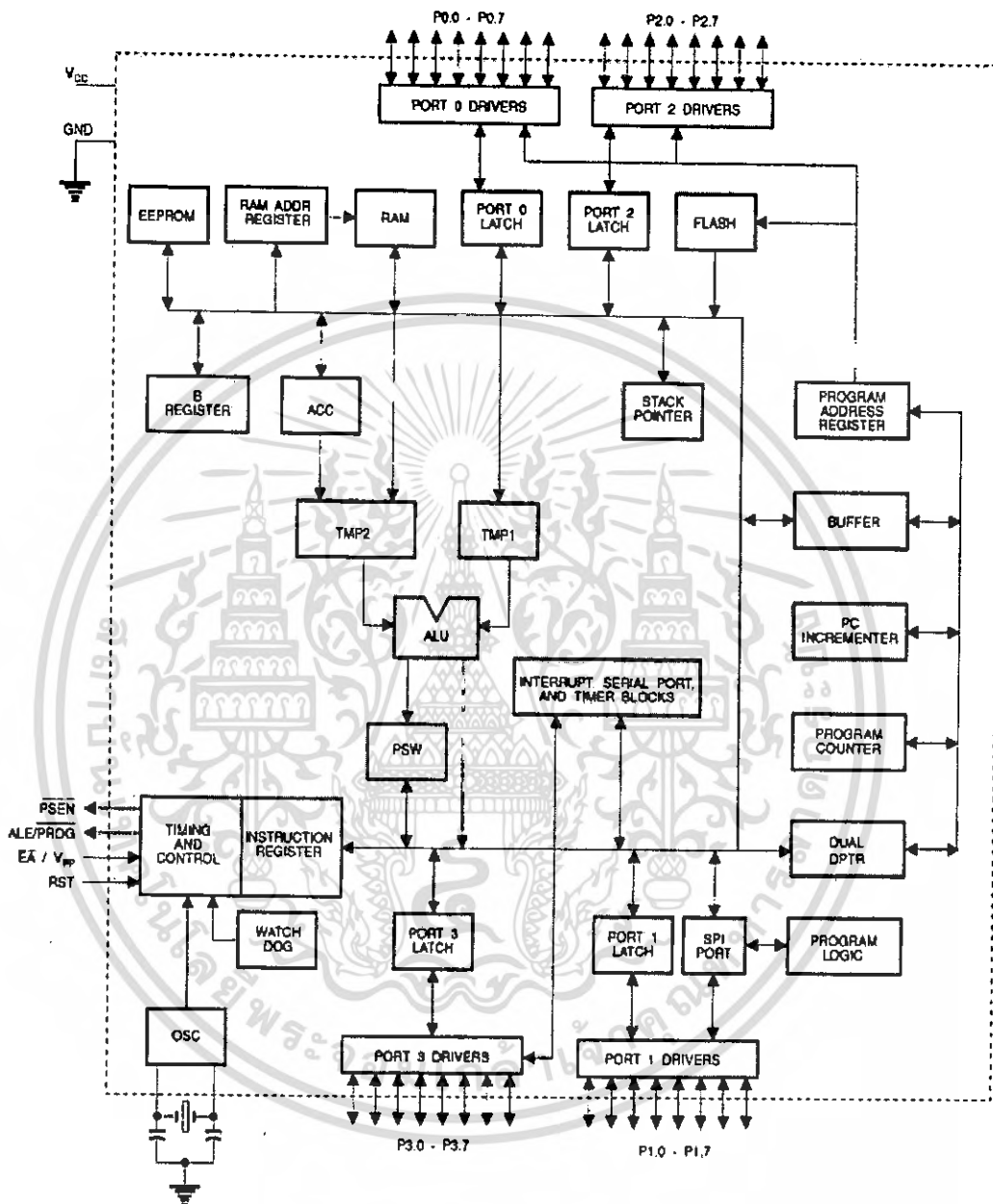
Ground (all packages except 42-PDIP; for 42-PDIP GND connects only the logic core and the embedded program/data memories).

3.3 VDD

Supply voltage for the 42-PDIP which connects only the logic core and the embedded program/data memories.

AT89S8253 [Preliminary]

4. Block Diagram



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



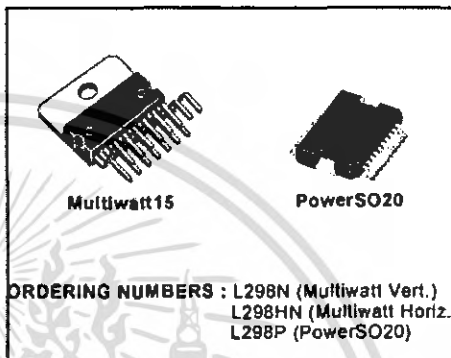
L298

DUAL FULL-BRIDGE DRIVER

- OPERATING SUPPLY VOLTAGE UP TO 46 V
- TOTAL DC CURRENT UP TO 4 A
- LOW SATURATION VOLTAGE
- OVERTEMPERATURE PROTECTION
- LOGICAL "0" INPUT VOLTAGE UP TO 1.5 V (HIGH NOISE IMMUNITY)

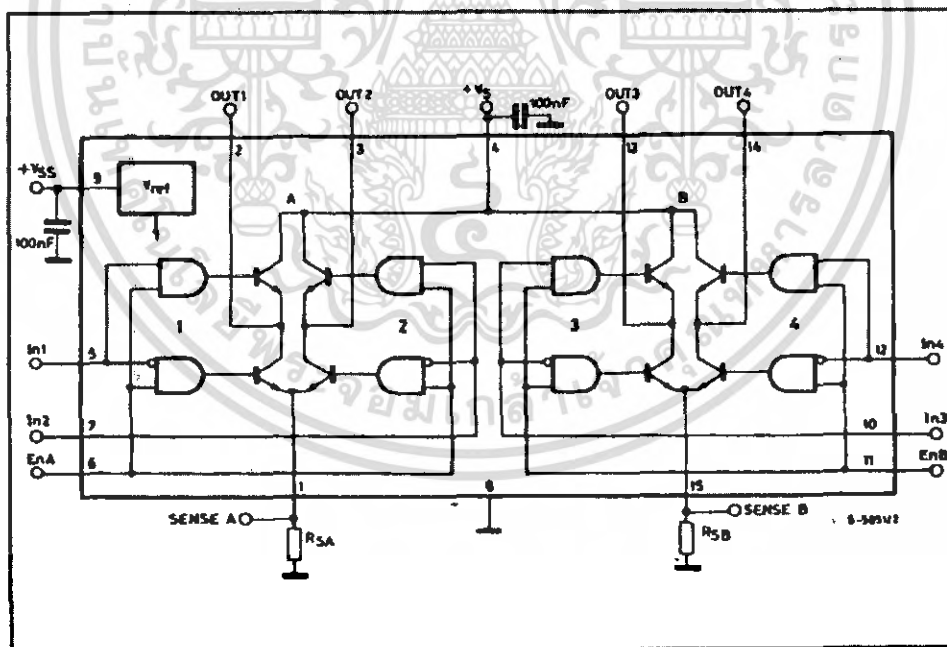
DESCRIPTION

The L298 is an integrated monolithic circuit in a 15-lead Multiwatt and PowerSO20 packages. It is a high voltage, high current dual full-bridge driver designed to accept standard TTL logic levels and drive inductive loads such as relays, solenoids, DC and stepping motors. Two enable inputs are provided to enable or disable the device independently of the input signals. The emitters of the lower transistors of each bridge are connected together and the corresponding external terminal can be used for the con-



nection of an external sensing resistor. An additional supply input is provided so that the logic works at a lower voltage.

BLOCK DIAGRAM



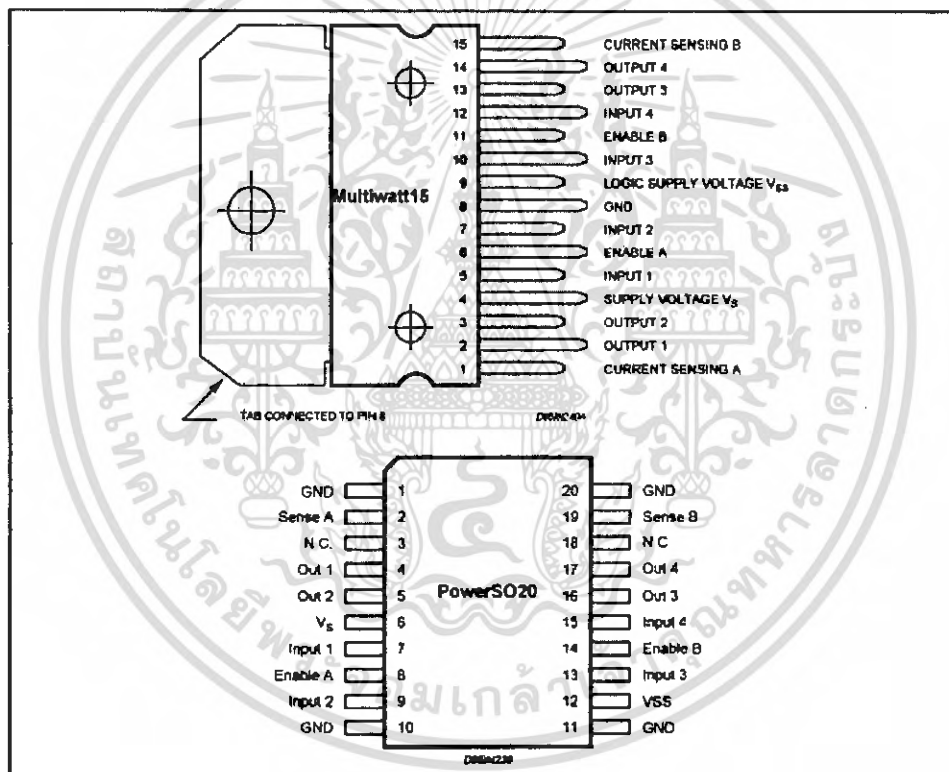
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

L298

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Symbol	Parameter	Value	Unit
V_S	Power Supply	50	V
V_{SS}	Logic Supply Voltage	7	V
V_i, V_{en}	Input and Enable Voltage	-0.3 to 7	V
I_o	Peak Output Current (each Channel)		
	- Non Repetitive ($t = 100\mu s$)	3	A
	- Repetitive (80% on -20% off; $t_{on} = 10ms$)	2.5	A
	-DC Operation	2	A
V_{sens}	Sensing Voltage	-1 to 2.3	V
P_{tot}	Total Power Dissipation ($T_{case} = 75^\circ C$)	25	W
T_{op}	Junction Operating Temperature	-25 to 130	$^\circ C$
T_{stg}, T_j	Storage and Junction Temperature	-40 to 150	$^\circ C$

PIN CONNECTIONS (top view)



THERMAL DATA

Symbol	Parameter	PowerSO20	Multiwatt15	Unit
$R_{th(j-c)}$	Thermal Resistance Junction-case	Max. -	3	$^\circ C/W$
$R_{th(j-amb)}$	Thermal Resistance Junction-ambient	Max. 13 (*)	35	$^\circ C/W$

(*) Mounted on aluminum substrate

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MOTOROLA
SEMICONDUCTOR TECHNICAL DATA

**Octal 3-State Non-Inverting
Buffer/Line Driver/
Line Receiver**
High-Performance Silicon-Gate CMOS

The MC54/74HC541A is identical in pinout to the LS541. The device inputs are compatible with Standard CMOS outputs. External pullup resistors make them compatible with LSTTL outputs.

The HC541A is an octal non-inverting buffer/line driver/line receiver designed to be used with 3-state memory address drivers, clock drivers, and other bus-oriented systems. This device features inputs and outputs on opposite sides of the package and two ANDed active-low output enables.

The HC541A is similar in function to the HC540A, which has inverting outputs.

- ⊖ Output Drive Capability: 15 LSTTL Loads
- ⊖ Outputs Directly Interface to CMOS, NMOS and TTL
- ⊖ Operating Voltage Range: 2 to 6V
- ⊖ Low Input Current: 1µA
- ⊖ High Noise Immunity Characteristic of CMOS Devices
- ⊖ In Compliance With the JEDEC Standard No. 7A Requirements
- ⊖ Chip Complexity: 134 FETs or 33.5 Equivalent Gates

MC54/74HC541A



J SUFFIX
CERAMIC PACKAGE
CASE 732-03



N SUFFIX
PLASTIC PACKAGE
CASE 738-03

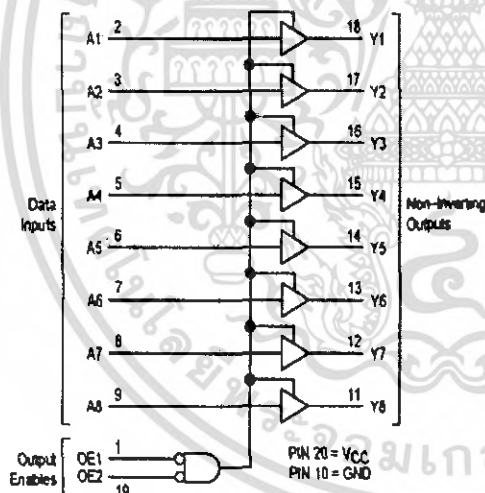


DW SUFFIX
SOIC PACKAGE
CASE 751D-04

ORDERING INFORMATION

MC54HCXXXAJ	Ceramic
MC74HCXXXAN	Plastic
MC74HCXXXADW	SOIC

LOGIC DIAGRAM

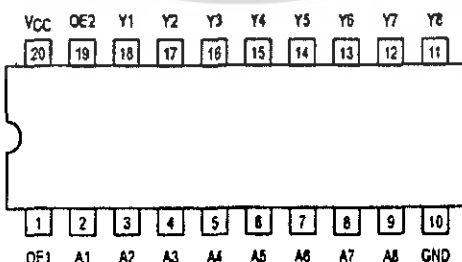


FUNCTION TABLE

Inputs			Output Y
OE1	OE2	A	
L	L	L	L
L	L	H	H
H	X	X	Z
X	H	X	Z

Z = High Impedance
X = Don't Care

Pinout: 20-Lead Packages (Top View)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MC5474HC541A

MAXIMUM RATINGS*

Symbol	Parameter	Value	Unit
V _{CC}	DC Supply Voltage (Referenced to GND)	-0.5 to +7.0	V
V _{in}	DC Input Voltage (Referenced to GND)	-0.5 to V _{CC} + 0.5	V
V _{out}	DC Output Voltage (Referenced to GND)	-0.5 to V _{CC} + 0.5	V
I _{in}	DC Input Current, per Pin	+20	mA
I _{out}	DC Output Current, per Pin	+35	mA
I _{CC}	DC Supply Current, V _{CC} and GND Pins	-75	mA
P _D	Power Dissipation in Still Air, Plastic or Ceramic DIP† SOIC Package†	750 500	mW
T _{stg}	Storage Temperature Range	-65 to +150	°C
T _L	Lead Temperature, 1 mm from Case for 10 Seconds Plastic DIP or SOIC Package Ceramic DIP	260 300	°C

This device contains protection circuitry to guard against damage due to high static voltages or electric fields. However, precautions must be taken to avoid applications of any voltage higher than maximum rated voltages to this high-impedance circuit. For proper operation, V_{in} and V_{out} should be constrained to the range GND ≤ (V_{in} or V_{out}) ≤ V_{CC}. Unused inputs must always be tied to an appropriate logic voltage level (e.g., either GND or V_{CC}). Unused outputs must be left open.

* Maximum Ratings are those values beyond which damage to the device may occur. Functional operation should be restricted to the Recommended Operating Conditions.

† Derating — Plastic DIP: -10 mW/°C from 65° to 125°C
Ceramic DIP: -10 mW/°C from 100° to 125°C
SOIC Package: -7 mW/°C from 65° to 125°C

For high frequency or heavy load considerations, see Chapter 2 of the Motorola High-Speed CMOS Data Book (DL129/D).

RECOMMENDED OPERATING CONDITIONS

Symbol	Parameter	Min	Max	Unit	
V _{CC}	DC Supply Voltage (Referenced to GND)	2.0	6.0	V	
V _{in} , V _{out}	DC Input Voltage, Output Voltage (Referenced to GND)	0	V _{CC}	V	
T _A	Operating Temperature Range, All Package Types	-55	+125	°C	
t _r , t _f	Input Rise/Fall Time (Figure 1)	V _{CC} = 2.0 V V _{CC} = 4.5 V V _{CC} = 6.0 V	0 0 0	1000 500 400	ns

DC CHARACTERISTICS (Voltages Referenced to GND)

Symbol	Parameter	Condition	V _{CC} V	Guaranteed Limit			Unit
				-55 to 25°C	185°C	125°C	
V _{IH}	Minimum High-Level Input Voltage	V _{out} = 0.1V I _{out} ≤ 20μA	2.0	1.50	1.50	1.50	V
			3.0	2.10	2.10	2.10	
			4.5	3.15	3.15	3.15	
			6.0	4.20	4.20	4.20	
V _{IL}	Maximum Low-Level Input Voltage	V _{out} = V _{CC} - 0.1V I _{out} ≤ 20μA	2.0	0.50	0.50	0.50	V
			3.0	0.90	0.90	0.90	
			4.5	1.35	1.35	1.35	
			6.0	1.80	1.80	1.80	
V _{OH}	Minimum High-Level Output Voltage	V _{in} = V _{IL} I _{out} ≤ 20μA	2.0	1.9	1.9	1.9	V
			4.5	4.4	4.4	4.4	
			6.0	5.9	5.9	5.9	
		V _{in} = V _{IL} I _{out} ≤ 3.6mA I _{out} ≤ 6.0mA I _{out} ≤ 7.8mA	3.0	2.48	2.34	2.20	
			4.5	3.98	3.84	3.70	
			6.0	5.48	5.34	5.20	
V _{OL}	Maximum Low-Level Output Voltage	V _{in} = V _{IH} I _{out} ≤ 20μA	2.0	0.1	0.1	0.1	V
			4.5	0.1	0.1	0.1	
			6.0	0.1	0.1	0.1	
		V _{in} = V _{IH} I _{out} ≤ 3.6mA I _{out} ≤ 6.0mA I _{out} ≤ 7.8mA	3.0	0.26	0.33	0.40	
			4.5	0.26	0.33	0.40	
			6.0	0.26	0.33	0.40	

Octal D-type transparent latch; 3-state

74HC/HCT573

FEATURES

- Inputs and outputs on opposite sides of package allowing easy interface with microprocessors
- Useful as input or output port for microprocessors/microcomputers
- 3-state non-inverting outputs for bus oriented applications
- Common 3-state output enable input
- Functionally identical to the "563" and "373"
- Output capability: bus driver
- I_{CC} category: MSI

GENERAL DESCRIPTION

The 74HC/HCT573 are high-speed Si-gate CMOS devices and are pin compatible with low power Schottky TTL (LSSTL). They are specified in compliance with JEDEC standard no. 7A.

The 74HC/HCT573 are octal D-type transparent latches featuring separate D-type inputs for each latch and 3-state outputs for bus oriented applications.

A latch enable (LE) input and an output enable (\overline{OE}) input are common to all latches.

The "573" consists of eight D-type transparent latches with 3-state true outputs. When LE is HIGH, data at

the D_n inputs enter the latches. In this condition the latches are transparent, i.e. a latch output will change state each time its corresponding D-input changes.

When LE is LOW the latches store the information that was present at the D-inputs a set-up time preceding the HIGH-to-LOW transition of LE.

When \overline{OE} is LOW, the contents of the 8 latches are available at the outputs. When \overline{OE} is HIGH, the outputs go to the high impedance OFF-state.

Operation of the \overline{OE} input does not affect the state of the latches.

The "573" is functionally identical to the "563" and "373", but the "563" has inverted outputs and the "373" has a different pin arrangement.

QUICK REFERENCE DATA

GND = 0 V; T_{amb} = 25 °C; t_d = t_r = 6 ns

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	TYPICAL		UNIT
			HC	HCT	
t _{PHL} / t _{PLH}	propagation delay D _n to Q _n LE to Q _n	C _L = 15 pF; V _{CC} = 5 V	14 15	17 15	ns ns
C _I	input capacitance		3.5	3.5	pF
C _{PD}	power dissipation capacitance per latch	notes 1 and 2	26	26	pF

Notes

1. C_{PD} is used to determine the dynamic power dissipation (P_D in μW):

$$P_D = C_{PD} \times V_{CC}^2 \times f_i + \sum (C_L \times V_{CC}^2 \times f_o) \text{ where:}$$

f_i = input frequency in MHz; f_o = output frequency in MHz

$\sum (C_L \times V_{CC}^2 \times f_o)$ = sum of outputs

C_L = output load capacitance in pF; V_{CC} = supply voltage in V

2. For HC the condition is V_i = GND to V_{CC}; for HCT the condition is V_i = GND to V_{CC} - 1.5 V

ORDERING INFORMATION

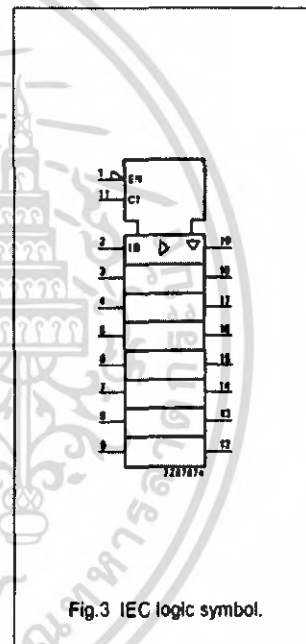
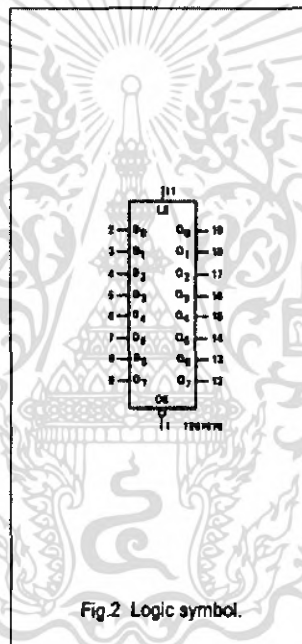
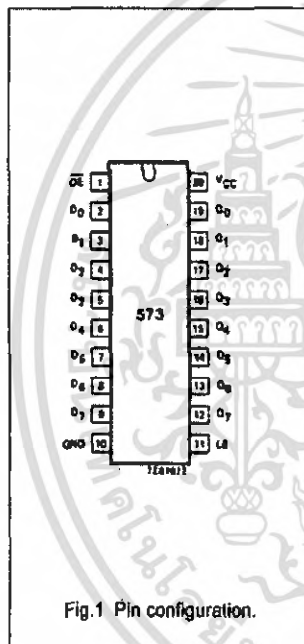
See "74HC/HCT/HCU/HCMOS Logic Package Information".

Octal D-type transparent latch; 3-state

74HC/HCT573

PIN DESCRIPTION

PIN NO.	SYMBOL	NAME AND FUNCTION
2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9	D ₀ to D ₇	data inputs
11	LE	latch enable input (active HIGH)
1	$\overline{\text{OE}}$	3-state output enable input (active LOW)
10	GND	ground (0 V)
19, 18, 17, 16, 15, 14, 13, 12	Q ₀ to Q ₇	3-state latch outputs
20	V _{CC}	positive supply voltage



Octal D-type transparent latch; 3-state

74HC/HCT573

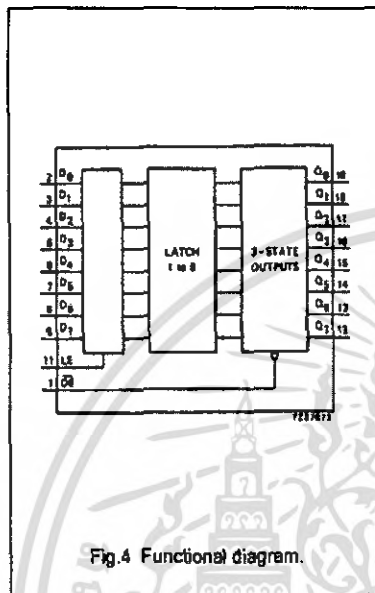


Fig.4 Functional diagram.

FUNCTION TABLE

OPERATING MODES	INPUTS			INTERNAL LATCHES	OUTPUTS Q ₀ to Q ₇
	\overline{OE}	LE	D _N		
enable and read register (transparent mode)	L	H	L	L	L
	L	H	H	H	H
latch and read register	L	L	l	L	L
	L	L	h	H	H
latch register and disable outputs	H	L	l	L	Z
	H	L	h	H	Z

Notes

- H = HIGH voltage level
 h = HIGH voltage level one set-up time prior to the HIGH-to-LOW LE transition
 L = LOW voltage level
 l = LOW voltage level one set-up time prior to the HIGH-to-LOW LE transition
 Z = high impedance OFF-state

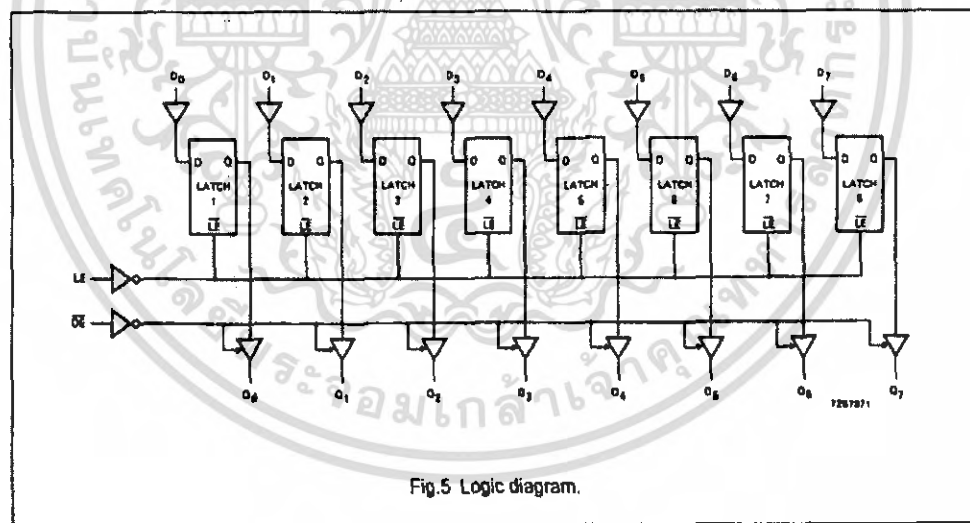


Fig.5 Logic diagram.

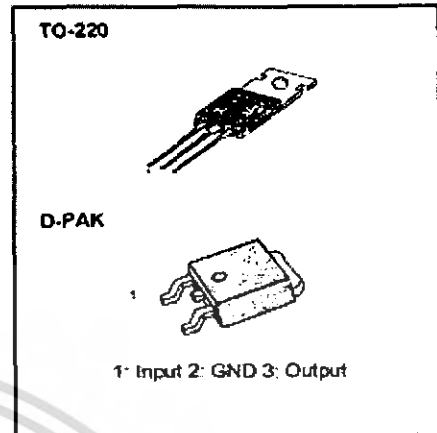
LM78XX (KA78XX, MC78XX) FIXED VOLTAGE REGULATOR (POSITIVE)

3-TERMINAL 1A POSITIVE VOLTAGE REGULATORS

The LM78XX series of three-terminal positive regulators are available in the TO-220/D-PAK package and with several fixed output voltages, making them useful in a wide range of applications. Each type employs internal current limiting, thermal shut-down and safe area protection, making it essentially indestructible. If adequate heat sinking is provided, they can deliver over 1A output current. Although designed primarily as fixed voltage regulators, these devices can be used with external components to obtain adjustable voltages and currents.

FEATURES

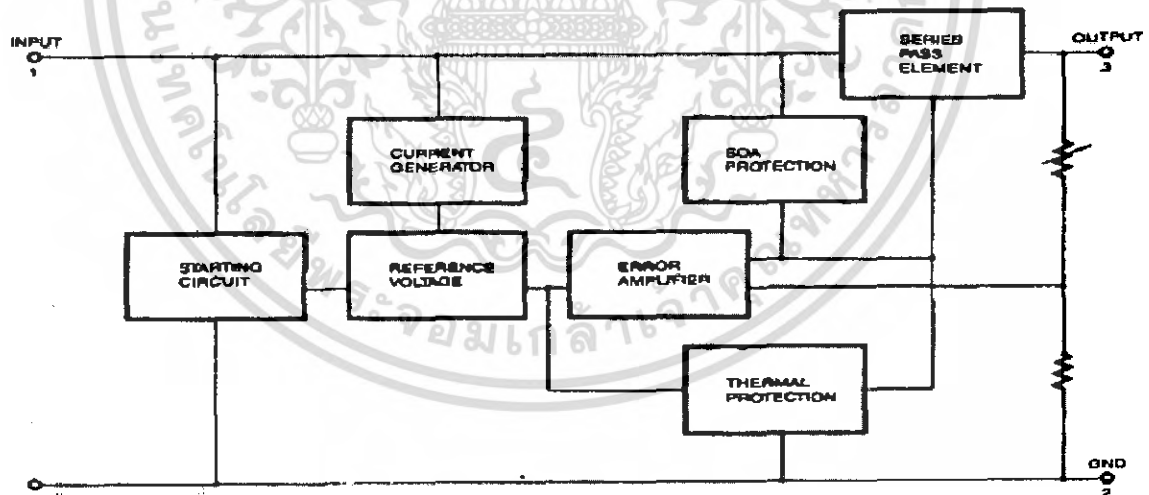
- Output Current up to 1A
- Output Voltages of 5, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 15, 18, 24V
- Thermal Overload Protection
- Short Circuit Protection
- Output Transistor SOA Protection



ORDERING INFORMATION

Device	Output Voltage Tolerance	Package	Operating Temperature
KA78XXCT	± 4%	TO-220	0 ~ +125°C
KA78XXAT	± 2%		-40 ~ +125°C
KA78XXIT	± 4%		
KA78XXR	± 4%	D-PAK	0 ~ +125°C
KA78XXAR	± 2%		-40 ~ +125°C
KA78XXIR	± 4%		

BLOCK DIAGRAM



FAIRCHILD
SEMICONDUCTOR

©1980 Fairchild Semiconductor Corporation

Rev. B

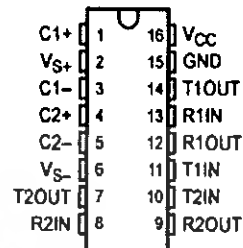
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MAX232, MAX232I DUAL EIA-232 DRIVERS/RECEIVERS

SLL50471 - FEBRUARY 1989 - REVISED OCTOBER 2002

- Meet or Exceed TIA/EIA-232-F and ITU Recommendation V.28
- Operate With Single 5-V Power Supply
- Operate Up to 120 kbit/s
- Two Drivers and Two Receivers
- ± 30 -V Input Levels
- Low Supply Current . . . 8 mA Typical
- Designed to be Interchangeable With Maxim MAX232
- ESD Protection Exceeds JESD 22 - 2000-V Human-Body Model (A114-A)
- Applications
 - TIA/EIA-232-F
 - Battery-Powered Systems
 - Terminals
 - Modems
 - Computers

MAX232 . . . D, DW, N, OR NS PACKAGE
MAX232I . . . D, DW, OR N PACKAGE
(TOP VIEW)



description/ordering information

The MAX232 is a dual driver/receiver that includes a capacitive voltage generator to supply EIA-232 voltage levels from a single 5-V supply. Each receiver converts EIA-232 inputs to 5-V TTL/CMOS levels. These receivers have a typical threshold of 1.3 V and a typical hysteresis of 0.5 V, and can accept ± 30 -V inputs. Each driver converts TTL/CMOS input levels into EIA-232 levels. The driver, receiver, and voltage-generator functions are available as cells in the Texas Instruments LinASIC library.

ORDERING INFORMATION

TA	PACKAGE†		ORDERABLE PART NUMBER	TOP-SIDE MARKING
0°C to 70°C	PDIP (N)	Tube	MAX232N	MAX232N
		Tube	MAX232D	MAX232
	SOIC (D)	Tape and reel	MAX232DR	MAX232
		Tube	MAX232DW	MAX232
	SOIC (DW)	Tape and reel	MAX232DWR	MAX232
SOP (NS)	Tape and reel	MAX232NSR	MAX232	
-40°C to 85°C	PDIP (N)	Tube	MAX232IN	MAX232IN
		Tube	MAX232ID	MAX232I
	SOIC (D)	Tape and reel	MAX232IDR	MAX232I
		Tube	MAX232IDW	MAX232I
	SOIC (DW)	Tape and reel	MAX232IDWR	MAX232I

† Package drawings, standard packing quantities, thermal data, symbolization, and PCB design guidelines are available at www.ti.com/sc/package.



Please be aware that an important notice concerning availability, standard warranty, and use in critical applications of Texas Instruments semiconductor products and disclaimers thereto appears at the end of this data sheet.

LinASIC is a trademark of Texas Instruments

PRODUCTION DATA Information is current as of publication date. Products conform to specifications per the terms of Texas Instruments standard warranty. Production processing does not necessarily include testing of all parameters.

Copyright © 2002, Texas Instruments Incorporated



POST OFFICE BOX 655303 DALLAS, TEXAS 75265

1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MAX232, MAX232I
DUAL EIA-232 DRIVERS/RECEIVERS

SLLS0471 – FEBRUARY 1989 – REVISED OCTOBER 2002

Function Tables

EACH DRIVER

INPUT TIN	OUTPUT TOUT
L	H
H	L

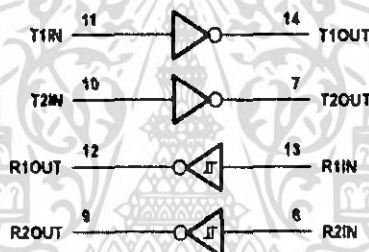
H = high level, L = low level

EACH RECEIVER

INPUT RIN	OUTPUT ROUT
L	H
H	L

H = high level, L = low level

logic diagram (positive logic)





Octal High Voltage, High Current Darlington Transistor Arrays

The eight NPN Darlington connected transistors in this family of arrays are ideally suited for interfacing between low logic level digital circuitry (such as TTL, CMOS or PMOS/NMOS) and the higher current/voltage requirements of lamps, relays, printer hammers or other similar loads for a broad range of computer, industrial, and consumer applications. All devices feature open-collector outputs and free wheeling clamp diodes for transient suppression.

The ULN2803 is designed to be compatible with standard TTL families while the ULN2804 is optimized for 6 to 15 volt high level CMOS or PMOS.

MAXIMUM RATINGS ($T_A = 25^\circ\text{C}$ and rating apply to any one device in the package, unless otherwise noted.)

Rating	Symbol	Value	Unit
Output Voltage	V_O	50	V
Input Voltage (Except ULN2801)	V_I	30	V
Collector Current - Continuous	I_C	500	mA
Base Current - Continuous	I_B	25	mA
Operating Ambient Temperature Range	T_A	0 to +70	$^\circ\text{C}$
Storage Temperature Range	T_{stg}	-55 to +150	$^\circ\text{C}$
Junction Temperature	T_J	125	$^\circ\text{C}$

$R_{\theta JA} = 55^\circ\text{C/W}$
Do not exceed maximum current limit per driver

ORDERING INFORMATION

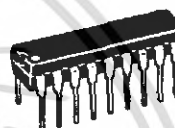
Device	Characteristics		
	Input Compatibility	$V_{CE(\text{Max})}/I_C(\text{Max})$	Operating Temperature Range
ULN2803A	TTL, 5.0 V CMOS	50 V/500 mA	$T_A = 0 \text{ to } +70^\circ\text{C}$
ULN2804A	6 to 15 V CMOS, PMOS		

Order this document by ULN2803/D

ULN2803 ULN2804

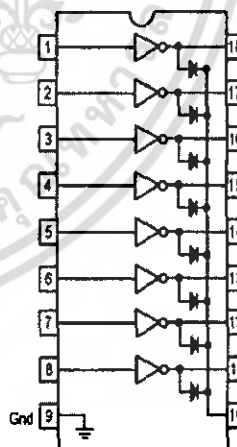
OCTAL PERIPHERAL DRIVER ARRAYS

SEMICONDUCTOR
TECHNICAL DATA



A SUFFIX
PLASTIC PACKAGE
CASE 707

PIN CONNECTIONS



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ULN2803 ULN2804

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

Characteristic		Symbol	Min	Typ	Max	Unit
Output Leakage Current (Figure 1) ($V_O = 50\text{ V}$, $T_A = +70^\circ\text{C}$) ($V_O = 50\text{ V}$, $T_A = +25^\circ\text{C}$) ($V_O = 50\text{ V}$, $T_A = +70^\circ\text{C}$, $V_I = 6.0\text{ V}$) ($V_O = 50\text{ V}$, $T_A = +70^\circ\text{C}$, $V_I = 1.0\text{ V}$)	All Types All Types ULN2802 ULN2804	I_{CEX}	-	-	100 50 500 500	μA
Collector-Emitter Saturation Voltage (Figure 2) ($I_C = 350\text{ mA}$, $I_B = 500\text{ }\mu\text{A}$) ($I_C = 200\text{ mA}$, $I_B = 350\text{ }\mu\text{A}$) ($I_C = 100\text{ mA}$, $I_B = 250\text{ }\mu\text{A}$)	All Types All Types All Types	$V_{CE(sat)}$	-	1.1 0.95 0.85	1.6 1.3 1.1	V
Input Current - On Condition (Figure 4) ($V_I = 17\text{ V}$) ($V_I = 3.85\text{ V}$) ($V_I = 5.0\text{ V}$) ($V_I = 12\text{ V}$)	ULN2802 ULN2803 ULN2804 ULN2804	$I_{I(on)}$	-	0.82 0.93 0.35 1.0	1.25 1.35 0.5 1.45	mA
Input Voltage - On Condition (Figure 5) ($V_{CE} = 2.0\text{ V}$, $I_C = 300\text{ mA}$) ($V_{CE} = 2.0\text{ V}$, $I_C = 200\text{ mA}$) ($V_{CE} = 2.0\text{ V}$, $I_C = 250\text{ mA}$) ($V_{CE} = 2.0\text{ V}$, $I_C = 300\text{ mA}$) ($V_{CE} = 2.0\text{ V}$, $I_C = 125\text{ mA}$) ($V_{CE} = 2.0\text{ V}$, $I_C = 200\text{ mA}$) ($V_{CE} = 2.0\text{ V}$, $I_C = 275\text{ mA}$) ($V_{CE} = 2.0\text{ V}$, $I_C = 350\text{ mA}$)	ULN2802 ULN2803 ULN2803 ULN2803 ULN2804 ULN2804 ULN2804 ULN2804	$V_{I(on)}$	-	-	13 2.4 2.7 3.0 5.0 6.0 7.0 8.0	V
Input Current - Off Condition (Figure 3) ($I_C = 500\text{ }\mu\text{A}$, $T_A = +70^\circ\text{C}$)	All Types	$I_{I(off)}$	50	100	-	μA
DC Current Gain (Figure 2) ($V_{CE} = 2.0\text{ V}$, $I_C = 350\text{ mA}$)	ULN2801	h_{FE}	1000	-	-	-
Input Capacitance		C_I	-	15	25	pF
Turn-On Delay Time (50% E_I to 50% E_O)		t_{on}	-	0.25	1.0	μs
Turn-Off Delay Time (50% E_I to 50% E_O)		t_{off}	-	0.25	1.0	μs
Clamp Diode Leakage Current (Figure 6) ($V_R = 50\text{ V}$)	$T_A = +25^\circ\text{C}$ $T_A = +70^\circ\text{C}$	I_R	-	-	50 100	μA
Clamp Diode Forward Voltage (Figure 7) ($I_F = 350\text{ mA}$)		V_F	-	1.5	2.0	V

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MOTOROLA
SEMICONDUCTOR TECHNICAL DATA

Order this document
by 1N4001/D

**Axial Lead,
Standard Recovery Rectifiers**

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

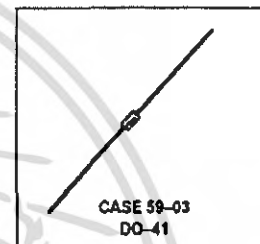
Mechanical Characteristics

- o Case: Epoxy, Molded
- o Weight: 0.4 gram (approximately)
- o Finish: All External Surfaces Corrosion Resistant and Terminal Leads are Readily Solderable
- o Lead and Mounting Surface Temperature for Soldering Purposes: 220°C Max. for 10 Seconds, 1/16. from case
- o Shipped in plastic bags, 1000 per bag.
- o Available Tape and Reeled, 5000 per reel, by adding a "RL" suffix to the part number
- o Polarity: Cathode Indicated by Polarity Band
- o 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	VRRM VRWM VR	50	100	200	400	600	800	1000	Volts
*Non-Repetitive Peak Reverse Voltage (halfwave, single phase, 60 Hz)	VRSM	60	120	240	480	720	1000	1200	Volts
*RMS Reverse Voltage	VR(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°C)	I _O	1.0							Amp
*Non-Repetitive Peak Surge Current (surge applied at rated load conditions, see Figure 2)	IFSM	30 (for 1 cycle)							Amp
Operating and Storage Junction Temperature Range	T _J T _{stg}	- 65 to +175							°C

ELECTRICAL CHARACTERISTICS*

Rating	Symbol	Typ	Max	Unit
Maximum Instantaneous Forward Voltage Drop (I _F = 1.0 Amp, T _J = 25°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°C, 1 inch leads)	V _{F(AV)}	—	0.8	Volts
Maximum Reverse Current (rated dc voltage) (T _J = 25°C) (T _J = 100°C)	I _R	0.05 1.0	10 50	μA
Maximum Full-Cycle Average Reverse Current (I _O = 1.0 Amp, T _L = 75°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. 1998



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MOTOROLA
SEMICONDUCTOR TECHNICAL DATA

Order this document
by 1N5820/D

Designer's Data Sheet
Axial Lead Rectifiers

... employing the Schottky Barrier principle in a large area metal-to-silicon power diode. State-of-the-art geometry features chrome barrier metal, epitaxial construction with oxide passivation and metal overlap contact. Ideally suited for use as rectifiers in low-voltage, high-frequency inverters, free wheeling diodes, and polarity protection diodes

- o Extremely Low v_f
- o Low Power Loss/High Efficiency
- o Low Stored Charge, Majority Carrier Conduction

Mechanical Characteristics:

- o Case: Epoxy, Molded
- o Weight: 1.1 gram (approximately)
- o Finish: All External Surfaces Corrosion Resistant and Terminal Leads are Readily Solderable
- o Lead and Mounting Surface Temperature for Soldering Purposes: 220°C Max. for 10 Seconds, 1/16, from case
- o Shipped in plastic bags, 5,000 per bag
- o Available Tape and Reeled, 1500 per reel, by adding a "RL" suffix to the part number
- o Polarity: Cathode indicated by Polarity Band
- o Marking: 1N5820, 1N5821, 1N5822

1N5820
1N5821
1N5822

1N5820 and 1N5822 are
Motorola Preferred Devices

**SCOTTKY BARRIER
RECTIFIERS**
3.0 AMPERES
20, 30, 40 VOLTS



MAXIMUM RATINGS

Rating	Symbol	1N5820	1N5821	1N5822	Unit
Peak Repetitive Reverse Voltage Working Peak Reverse Voltage DC Blocking Voltage	V_{RRM} V_{RWM} V_R	20	30	40	V
Non-Repetitive Peak Reverse Voltage	V_{RSM}	24	36	48	V
RMS Reverse Voltage	$V_{R(RMS)}$	14	21	28	V
Average Rectified Forward Current (2) $V_R(\text{equiv}) \leq 0.2 V_R(\text{dc})$, $T_L = 95^\circ\text{C}$ ($R_{\theta JA} = 28^\circ\text{C/W}$, P.C. Board Mounting, see Note 2)	I_O	3.0			A
Ambient Temperature Rated $V_R(\text{dc})$, $P_F(\text{AV}) = 0$ $R_{\theta JA} = 28^\circ\text{C/W}$	T_A	90	85	80	°C
Non-Repetitive Peak Surge Current (Surge applied at rated load conditions, half wave, single phase 60 Hz, $T_L = 75^\circ\text{C}$)	i_{FSM}	80 (for one cycle)			A
Operating and Storage Junction Temperature Range (Reverse Voltage applied)	T_J, T_{stg}	-65 to +125			°C
Peak Operating Junction Temperature (Forward Current applied)	$T_{J(pk)}$	150			°C

***THERMAL CHARACTERISTICS (Note 2)**

Characteristic	Symbol	Max	Unit
Thermal Resistance, Junction to Ambient	$R_{\theta JA}$	28	°C/W

- (1) Pulse Test: Pulse Width = 300 μs , Duty Cycle = 2.0%.
 (2) Lead Temperature reference is cathode lead 1/32, from case.
 * Indicates JEDEC Registered Data for 1N5820-22.

Designer's Data for "Worst Case" Conditions — The Designer's Data Sheet permits the design of most circuits entirely from the information presented. SOA Limit curves — representing boundaries on device characteristics — are given to facilitate "worst case" design.

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

Rev Z

© Motorola, Inc. 1996



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1N5820 1N5821 1N5822

***ELECTRICAL CHARACTERISTICS** ($T_L = 25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted) (2)

Characteristic	Symbol	1N5820	1N5821	1N5822	Unit
Maximum Instantaneous Forward Voltage (1) ($I_F = 1.0$ Amp) ($I_F = 3.0$ Amp) ($I_F = 9.4$ Amp)	V_F	0.370 0.475 0.850	0.380 0.500 0.900	0.390 0.525 0.950	V
Maximum Instantaneous Reverse Current @ Rated dc Voltage (1) $T_L = 25^\circ\text{C}$ $T_L = 100^\circ\text{C}$	I_R	2.0 20	2.0 20	2.0 20	mA

(1) Pulse Test: Pulse Width = 300 μs , Duty Cycle = 2.0%.

(2) Lead Temperature reference is cathode lead 1/32, from case.

* Indicates JEDEC Registered Data for 1N5820-22.

NOTE 1 — DETERMINING MAXIMUM RATINGS

Reverse power dissipation and the possibility of thermal runaway must be considered when operating this rectifier at reverse voltages above 0.1 V_{RWM} . Proper derating may be accomplished by use of equation (1).

$$T_{A(max)} = T_J(max) - R_{\theta JA} P_F(AV) - R_{\theta JA} P_R(AV) \quad (1)$$

where $T_{A(max)}$ = Maximum allowable ambient temperature

$T_J(max)$ = Maximum allowable junction temperature

(125°C or the temperature at which thermal runaway occurs, whichever is lowest)

$P_F(AV)$ = Average forward power dissipation

$P_R(AV)$ = Average reverse power dissipation

$R_{\theta JA}$ = Junction-to-ambient thermal resistance

Figures 1, 2, and 3 permit easier use of equation (1) by taking reverse power dissipation and thermal runaway into consideration. The figures solve for a reference temperature as determined by equation (2).

$$T_R = T_J(max) - R_{\theta JA} P_R(AV) \quad (2)$$

Substituting equation (2) into equation (1) yields:

$$T_{A(max)} = T_R - R_{\theta JA} P_F(AV) \quad (3)$$

Inspection of equations (2) and (3) reveals that T_R is the ambient temperature at which thermal runaway occurs or where $T_J = 125^\circ\text{C}$, when forward power is zero. The transition from one boundary condition to the other is evident on the curves of Figures 1, 2, and 3 as a difference in the rate of change of the slope in the vicinity of 115°C

The data of Figures 1, 2, and 3 is based upon dc conditions. For use in common rectifier circuits, Table 1 indicates suggested factors for an equivalent dc voltage to use for conservative design, that is:

$$V_{R(equiv)} = V_{(FM)} \times F \quad (4)$$

The factor F is derived by considering the properties of the various rectifier circuits and the reverse characteristics of Schottky diodes.

EXAMPLE: Find $T_{A(max)}$ for 1N5821 operated in a 12-volt dc supply using a bridge circuit with capacitive filter such that $I_{DC} = 2.0$ A ($I_F(AV) = 1.0$ A), $I_{(FM)}/I_F(AV) = 10$, Input Voltage = 10 V(rms), $R_{\theta JA} = 40^\circ\text{C/W}$.

Step 1. Find $V_{R(equiv)}$. Read $F = 0.65$ from Table 1,
 $\therefore V_{R(equiv)} = (1.41)(10)(0.65) = 9.2$ V.

Step 2. Find T_R from Figure 2. Read $T_R = 108^\circ\text{C}$
@ $V_R = 9.2$ V and $R_{\theta JA} = 40^\circ\text{C/W}$.

Step 3. Find $P_F(AV)$ from Figure 6. **Read $P_F(AV) = 0.85$ W

$$\text{@ } \frac{I_{(FM)}}{I_F(AV)} = 10 \text{ and } I_F(AV) = 1.0 \text{ A.}$$

Step 4. Find $T_{A(max)}$ from equation (3).
 $T_{A(max)} = 108 - (0.85)(40) = 74^\circ\text{C}$.

**Values given are for the 1N5821. Power is slightly lower for the 1N5820 because of its lower forward voltage, and higher for the 1N5822. Variations will be similar for the MBR-prefix devices, using $P_F(AV)$ from Figure 7.

Table 1. Values for Factor F

Circuit	Half Wave		Full Wave, Bridge		Full Wave, Center Tapped†	
	Resistive	Capacitive*	Resistive	Capacitive	Resistive	Capacitive
Sine Wave	0.5	1.3	0.5	0.65	1.0	1.3
Square Wave	0.75	1.5	0.75	0.75	1.5	1.5

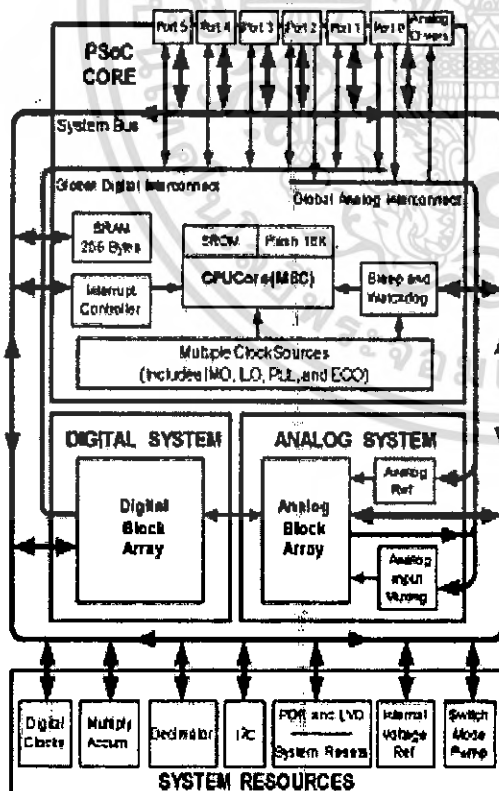
*Note that $V_{R(PK)} = 2.0 V_{in(PK)}$. †Use line to center tap voltage for V_{in} .

CY8C27143, CY8C27243,
CY8C27443, CY8C27543, and CY8C27643



Features

- **Powerful Harvard Architecture Processor**
 - MSC Processor Speeds to 24 MHz
 - 8-Bit Multiply, 32-Bit Accumulate
 - Low Power at High Speed
 - 1.0 to 5.25V Operating Voltage
 - Operating Voltages Down to 1.0V Using On-Chip Switch Mode Pump (SWMP)
 - Industrial Temperature Range -40°C to +85°C
- **Advanced Peripherals (PSoC Blocks)**
 - 12 Rail-to-Rail Analog PSoC Blocks Provide:
 - Up to 14-Bit ADCs
 - Up to 8-Bit DACs
 - Programmable Gain Amplifiers
 - Programmable Filters and Comparators
 - 8 Digital PSoC Blocks Provide:
 - 6- to 32-Bit Timers, Counters, and PWMs
 - CRC and PRS Modules
 - Up to 2 Full-Duplex UARTs
 - Multiple SPI™ Masters or Slaves
 - Connectable to all GPIO Pins
 - Complete Peripherals by Combining Blocks
- **Precision, Programmable Clocking**
 - Internal 2.5% 24/48 MHz Oscillator
 - 24/48 MHz with Optional 32 kHz Crystal
 - Optional External Oscillator up to 24 MHz
 - Internal Oscillator for Watchdog and Sleep
- **Flexible On-Chip Memory**
 - 16K Flash Program Storage 50,000 Erase/Write Cycles
 - 256 Bytes SRAM Data Storage
 - In-System Serial Programming (ISSP)
 - Partial Flash Updates
 - Flexible Protection Modes
 - EEPROM Emulation in Flash
- **Programmable Pin Configurations**
 - 22 mA Sink on all GPIO
 - Pull up, Pull down, High Z, Strong, or Open Drain Drive Modes on all GPIO
 - Up to 12 Analog Inputs on GPIO
 - Four 30 mA Analog Outputs on GPIO
 - Configurable Interrupt on all GPIO
- **Additional System Resources**
 - I²C™ Slave, Master, and Multi-Master to 400 kHz
 - Watchdog and Sleep Timers
 - User-Configurable Low Voltage Detection
 - Integrated Supervisory Circuit
 - On-Chip Precision Voltage Reference
- **Complete Development Tools**
 - Free Development Software (PSoC Designer™)
 - Full-Featured In-Circuit Emulator and Programmer
 - Full Speed Emulation
 - Complex Breakpoint Structure
 - 128K Trace Memory



PSoC® Functional Overview

The PSoC® family consists of many *Mixed-Signal Array with On-Chip Controller* devices. These devices are designed to replace multiple traditional MCU-based system components with one, low cost single-chip programmable device. PSoC devices include configurable blocks of analog and digital logic, as well as programmable interconnects. This architecture allows the user to create customized peripheral configurations that match the requirements of each individual application. Additionally, a fast CPU, Flash program memory, SRAM data memory, and configurable IO are included in a range of convenient pinouts and packages.

The PSoC architecture, as illustrated on the left, is comprised of four main areas: PSoC Core, Digital System, Analog System, and System Resources. Configurable global busing allows all the device resources to be combined into a complete custom system. The PSoC CY8C27x43 family can have up to five IO ports that connect to the global digital and analog interconnects, providing access to 8 digital blocks and 12 analog blocks.

The PSoC Core

The PSoC Core is a powerful engine that supports a rich feature set. The core includes a CPU, memory, clocks, and configurable GPIO (General Purpose IO).

The M8C CPU core is a powerful processor with speeds up to 24 MHz, providing a four MIPS 8-bit Harvard architecture micro-

processor. The CPU utilizes an interrupt controller with 17 vectors, to simplify programming of real time embedded events. Program execution is timed and protected using the included Sleep and Watch Dog Timers (WDT).

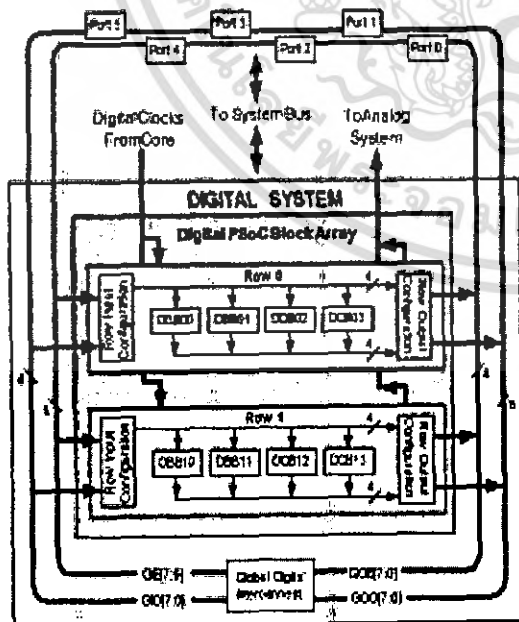
Memory encompasses 16K of Flash for program storage, 256 bytes of SRAM for data storage, and up to 2K of EEPROM emulated using the Flash. Program Flash utilizes four protection levels on blocks of 64 bytes, allowing customized software IP protection.

The PSoC device incorporates flexible internal clock generators, including a 24 MHz IMO (internal main oscillator) accurate to 2.5% over temperature and voltage. The 24 MHz IMO can also be doubled to 48 MHz for use by the digital system. A low power 32 kHz ILO (internal low speed oscillator) is provided for the Sleep timer and WDT. If crystal accuracy is desired, the ECO (32.768 kHz external crystal oscillator) is available for use as a Real Time Clock (RTC) and can optionally generate a crystal-accurate 24 MHz system clock using a PLL. The clocks, together with programmable clock dividers (as a System Resource), provide the flexibility to integrate almost any timing requirement into the PSoC device.

PSoC GPIOs provide connection to the CPU, digital and analog resources of the device. Each pin's drive mode may be selected from eight options, allowing great flexibility in external interfacing. Every pin also has the capability to generate a system interrupt on high level, low level, and change from last read.

The Digital System

The Digital System is composed of 8 digital PSoC blocks. Each block is an 8-bit resource that can be used alone or combined with other blocks to form 8, 16, 24, and 32-bit peripherals, which are called user module references.



Digital System Block Diagram

Digital peripheral configurations include those listed below

- PWMs (8 to 32 bit)
- PWMs with Dead band (8 to 32 bit)
- Counters (8 to 32 bit)
- Timers (8 to 32 bit)
- UART 8 bit with selectable parity (up to 2)
- SPI slave and master (up to 2)
- I2C slave and multi-master (1 available as a System Resource)
- Cyclical Redundancy Checker/Generator (8 to 32 bit)
- I2DA (up to 2)
- Pseudo Random Sequence Generators (8 to 32 bit)

The digital blocks can be connected to any GPIO through a series of global buses that can route any signal to any pin. The buses also allow for signal multiplexing and for performing logic operations. This configurability frees your designs from the constraints of a fixed peripheral controller.

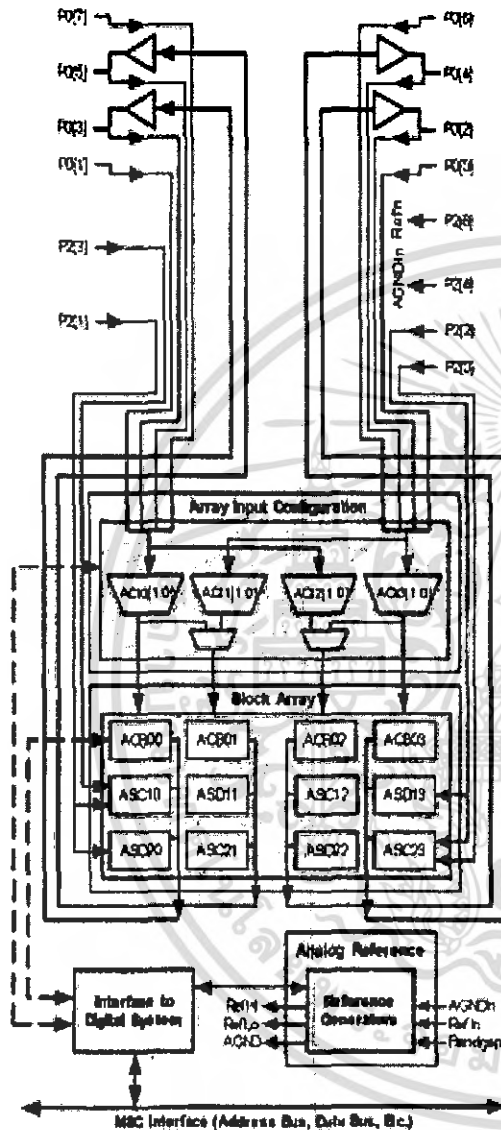
Digital blocks are provided in rows of four, where the number of blocks varies by PSoC device family. This allows you the optimum choice of system resources for your application. Family resources are shown in the table titled "PSoC Device Characteristics" on page 3.

The Analog System

The Analog System is composed of 12 configurable blocks, each comprised of an opamp circuit allowing the creation of complex analog signal flows. Analog peripherals are very flexible and can be customized to support specific application requirements. Some of the more common PSoC analog functions (most available as user modules) are listed below.

- Analog-to-digital converters (up to 4, with 6- to 14-bit resolution, selectable as incremental, Delta Sigma, and SAR)
- Filters (2, 4, 8, and 8 pole band-pass, low-pass, and notch)
- Amplifiers (up to 4, with selectable gain to 48x)
- Instrumentation amplifiers (up to 2, with selectable gain to 93x)
- Comparators (up to 4, with 16 selectable thresholds)
- DACs (up to 4, with 6- to 9-bit resolution)
- Multiplying DACs (up to 4, with 6- to 9-bit resolution)
- High current output drivers (four with 30 mA drive as a Core Resource)
- 1.3V reference (as a System Resource)
- DTMF Dialer
- Modulators
- Correlators
- Peak detectors
- Many other topologies possible

Analog blocks are provided in columns of three, which includes one CT (Continuous Time) and two SC (Switched Capacitor) blocks, as shown in the figure below



Analog System Block Diagram

Additional System Resources

System Resources, some of which have been previously listed, provide additional capability useful to complete systems. Additional resources include a multiplier, decimator, switch mode pump, low voltage detection, and power on reset. Statements describing the merits of each system resource are below

- Digital clock dividers provide three customizable clock frequencies for use in applications. The clocks can be routed to both the digital and analog systems. Additional clocks can be generated using digital PSOC blocks as clock dividers.
- Multiply accumulate (MAC) provides fast 8-bit multiplier with 32-bit accumulate, to assist in general math and digital filters.
- The decimator provides a custom hardware filter for digital signal processing applications including the creation of Delta Sigma ADCs.
- The I2C module provides 100 and 400 kHz communication over two wires. Slave, master, and multi-master modes are all supported.
- Low Voltage Detection (LVD) interrupts can signal the application of falling voltage levels, while the advanced POR (Power On Reset) circuit eliminates the need for a system supervisor.
- An internal 1.3V reference provides an absolute reference for the analog system, including ADCs and DACs.
- An integrated switch mode pump (SMP) generates normal operating voltages from a single 1.2V battery cell, providing a low cost boost converter.

PSoC Device Characteristics

Depending on your PSOC device characteristics, the digital and analog systems can have 16, 8, or 4 digital blocks and 12, 6, or 4 analog blocks. The following table lists the resources available for specific PSOC device groups. The PSOC device covered by this data sheet is highlighted below.

PSoC Device Characteristics

PSoC Part Number	Digital I/O	Digital Ports	Digital Blocks	Analog Inputs	Analog Outputs	Analog Columns	Analog Blocks	SRAM Size	Flash Size
CY8C28x66	Up to 64	4	16	12	4	4	12	2K	32K
CY8C27x43	Up to 44	2	8	12	4	4	12	256 Bytes	16K
CY8C24x84	48	1	4	48	2	2	8	1K	16K
CY8C24x23	Up to 24	1	4	12	2	2	8	256 Bytes	4K
CY8C24x23A	Up to 24	1	4	12	2	2	8	256 Bytes	4K
CY8C21x34	Up to 28	1	4	26	0	2	4 ^a	512 Bytes	8K
CY8C21x23	16	1	4	6	0	2	4 ^a	256 Bytes	4K
CY8C20x34	Up to 28	0	0	26	0	0	8 ^b	512 Bytes	8K

a. Limited analog functionality
 b. Two analog blocks and one CapSense

Getting Started

The quickest path to understanding the PSoC silicon is by reading this data sheet and using the PSoC Designer Integrated Development Environment (IDE). This data sheet is an overview of the PSoC integrated circuit and presents specific pin, register, and electrical specifications. For in-depth information, along with detailed programming information, reference the *PSoC Mixed-Signal Array Technical Reference Manual*.

For up-to-date Ordering, Packaging, and Electrical Specification information, reference the latest PSoC device data sheets on the web at <http://www.cypress.com/psoc>.

Development Kits

Development Kits are available from the following distributors: Digi-Key, Avnet, Arrow, and Future. The Cypress Online Store contains development kits, C compilers, and all accessories for PSoC development. Go to the Cypress Online Store web site at <http://www.cypress.com>, click the Online Store shopping cart icon at the bottom of the web page, and click *PSoC (Programmable System-on-Chip)* to view a current list of available Kits.

Technical Training

Free PSoC technical training is available for beginners and is taught by a marketing or application engineer over the phone. PSoC training classes cover designing, debugging, advanced analog, as well as application-specific classes covering topics such as PSoC and the LIN bus. Go to <http://www.cypress.com>, click on Design Support located on the left side of the web page, and select Technical Training for more details.

Consultants

Certified PSoC Consultants offer everything from technical assistance to completed PSoC designs. To contact or become a PSoC Consultant go to <http://www.cypress.com>, click on Design Support located on the left side of the web page, and select CYPPro Consultants.

Technical Support

PSoC application engineers take pride in fast and accurate response. They can be reached with a 4-hour guaranteed response at <http://www.cypress.com/support/login.cfm>.

Application Notes

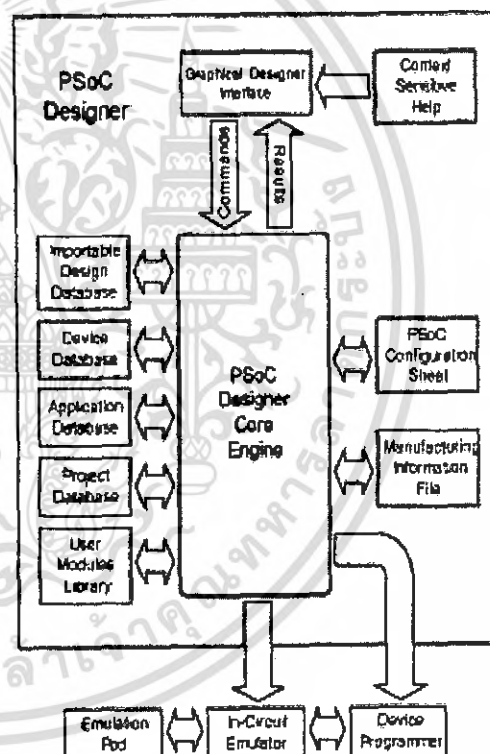
A long list of application notes will assist you in every aspect of your design effort. To view the PSoC application notes, go to the <http://www.cypress.com> web site and select Application Notes under the Design Resources list located in the center of the web page. Application Notes are sorted by date by default.

Development Tools

PSoC Designer is a Microsoft® Windows-based, integrated development environment for the Programmable System-on-Chip (PSoC) devices. The PSoC Designer IDE and application runs on Windows NT 4.0, Windows 2000, Windows Millennium (Me), or Windows XP. (Reference the PSoC Designer Functional Flow diagram below.)

PSoC Designer helps the customer to select an operating configuration for the PSoC, write application code that uses the PSoC, and debug the application. This system provides design database management by project, an integrated debugger with In-Circuit Emulator, in-system programming support, and the CYASM macro assembler for the CPUs.

PSoC Designer also supports a high-level C language compiler developed specifically for the devices in the family.



PSoC Designer Subsystems



DS18S20 High Precision 1-Wire[®] Digital Thermometer

www.dalsemi.com

FEATURES

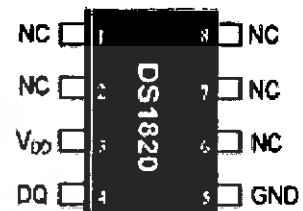
- Unique 1-wire interface requires only one port pin for communication
- Each device has a unique 64-bit serial code stored in an on-board ROM
- Multi-drop capability simplifies distributed temperature sensing applications
- Requires no external components
- Can be powered from data line. Power supply range is 3.0V to 5.5V
- Measures temperatures from -55°C to $+125^{\circ}\text{C}$ (-67°F to $+257^{\circ}\text{F}$)
- $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ accuracy from -10°C to $+85^{\circ}\text{C}$
- 9-bit thermometer resolution
- Converts temperature in 750 ms (max.)
- User-definable nonvolatile alarm settings
- Alarm search command identifies and addresses devices whose temperature is outside of programmed limits (temperature alarm condition)
- Applications include thermostatic controls, industrial systems, consumer products, thermometers, or any thermally sensitive system

PIN ASSIGNMENT



(BOTTOM VIEW)

TO-92
(DS18S20)



8-pin 150-mil SOIC
(DS18S20Z)

PIN DESCRIPTION

- GND - Ground
- DQ - Data In/Out
- V_{DD} - Power Supply Voltage
- NC - No Connect

DESCRIPTION

The DS18S20 Digital Thermometer provides 9-bit centigrade temperature measurements and has an alarm function with nonvolatile user-programmable upper and lower trigger points. The DS18S20 communicates over a 1-wire bus that by definition requires only one data line (and ground) for communication with a central microprocessor. It has an operating temperature range of -55°C to $+125^{\circ}\text{C}$ and is accurate to $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ over the range of -10°C to $+85^{\circ}\text{C}$. In addition, the DS18S20 can derive power directly from the data line ("parasite power"), eliminating the need for an external power supply.

Each DS18S20 has a unique 64-bit serial code, which allows multiple DS18S20s to function on the same 1-wire bus; thus, it is simple to use one microprocessor to control many DS18S20s distributed over a large area. Applications that can benefit from this feature include HVAC environmental controls, temperature monitoring systems inside buildings, equipment or machinery, and process monitoring and control systems.

DETAILED PIN DESCRIPTIONS Table 1

8-PIN SOIC*	TO-92	SYMBOL	DESCRIPTION
5	1	GND	Ground.
4	2	DQ	Data Input/Output pin. Open-drain 1-wire interface pin. Also provides power to the device when used in parasite power mode (see "Parasite Power" section.)
3	3	V _{DD}	Optional V _{DD} pin. V _{DD} must be grounded for operation in parasite power mode.

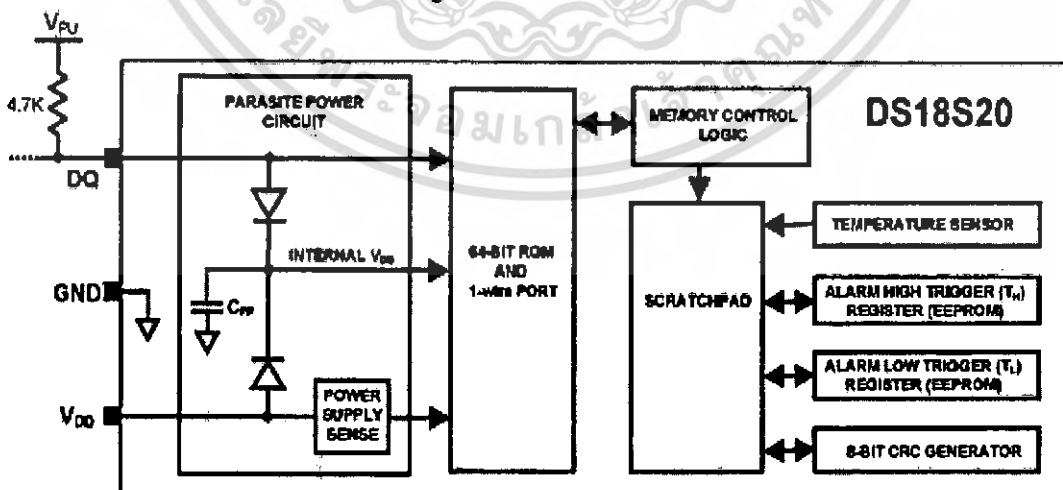
*All pins not specified in this table are "No Connect" pins.

OVERVIEW

Figure 1 shows a block diagram of the DS18S20, and pin descriptions are given in Table 1. The 64-bit ROM stores the device's unique serial code. The scratchpad memory contains the 2-byte temperature register that stores the digital output from the temperature sensor. In addition, the scratchpad provides access to the 1-byte upper and lower alarm trigger registers (T_H and T_L). The T_H and T_L registers are nonvolatile (EEPROM), so they will retain data when the device is powered down.

The DS18S20 uses Dallas' exclusive 1-wire bus protocol that implements bus communication using one control signal. The control line requires a weak pullup resistor since all devices are linked to the bus via a 3-state or open-drain port (the DQ pin in the case of the DS18S20). In this bus system, the microprocessor (the master device) identifies and addresses devices on the bus using each device's unique 64-bit code. Because each device has a unique code, the number of devices that can be addressed on one bus is virtually unlimited. The 1-wire bus protocol, including detailed explanations of the commands and "time slots," is covered in the 1-WIRE BUS SYSTEM section of this datasheet.

Another feature of the DS18S20 is the ability to operate without an external power supply. Power is instead supplied through the 1-wire pullup resistor via the DQ pin when the bus is high. The high bus signal also charges an internal capacitor (C_{PP}), which then supplies power to the device when the bus is low. This method of deriving power from the 1-wire bus is referred to as "parasite power." As an alternative, the DS18S20 may also be powered by an external supply on V_{DD}.

DS18S20 BLOCK DIAGRAM Figure 1

OPERATION – MEASURING TEMPERATURE

The core functionality of the DS18S20 is its direct-to-digital temperature sensor. The temperature sensor output has 9-bit resolution, which corresponds to 0.5°C steps. The DS18S20 powers-up in a low-power idle state; to initiate a temperature measurement and A-to-D conversion, the master must issue a Convert T [44h] command. Following the conversion, the resulting thermal data is stored in the 2-byte temperature register in the scratchpad memory and the DS18S20 returns to its idle state. If the DS18S20 is powered by an external supply, the master can issue “read time slots” (see the 1-WIRE BUS SYSTEM section) after the Convert T command and the DS18S20 will respond by transmitting 0 while the temperature conversion is in progress and 1 when the conversion is done. If the DS18S20 is powered with parasite power, this notification technique cannot be used since the bus must be pulled high by a strong pullup during the entire temperature conversion. The bus requirements for parasite power are explained in detail in the POWERING THE DS18S20 section of this datasheet.

The DS18S20 output data is calibrated in degrees centigrade; for Fahrenheit applications, a lookup table or conversion routine must be used. The temperature data is stored as a 16-bit sign-extended two's complement number in the temperature register (see Figure 2). The sign bits (S) indicate if the temperature is positive or negative: for positive numbers S = 0 and for negative numbers S = 1. Table 2 gives examples of digital output data and the corresponding temperature reading.

Resolutions greater than 9 bits can be calculated using the data from the temperature, COUNT REMAIN and COUNT PER °C registers in the scratchpad. Note that the COUNT PER °C register is hard-wired to 16 (10h). After reading the scratchpad, the TEMP_READ value is obtained by truncating the 0.5°C bit (bit 0) from the temperature data (see Figure 2). The extended resolution temperature can then be calculated using the following equation:

$$TEMPERATURE = TEMP_READ - 0.25 + \frac{COUNT_PER_C - COUNT_REMAIN}{COUNT_PER_C}$$

Additional information about high-resolution temperature calculations can be found in Application Note 105: “High Resolution Temperature Measurement with Dallas Direct-to-Digital Temperature Sensors”

TEMPERATURE REGISTER FORMAT Figure 2

	bit 7	bit 6	bit 5	bit 4	bit 3	bit 2	bit 1	bit 0
LS Byte	2 ⁶	2 ⁵	2 ⁴	2 ³	2 ²	2 ¹	2 ⁰	2 ⁻¹
	bit 15	bit 14	bit 13	bit 12	bit 11	bit 10	bit 9	bit 8
MS Byte	S	S	S	S	S	S	S	S

TEMPERATURE/DATA RELATIONSHIP Table 2

TEMPERATURE	DIGITAL OUTPUT (Binary)	DIGITAL OUTPUT (Hex)
+85.0°C*	0000 0000 1010 1010	00AAh
+25.0°C	0000 0000 0011 0010	0032h
+0.5°C	0000 0000 0000 0001	0001h
0°C	0000 0000 0000 0000	0000h
-0.5°C	1111 1111 1111 1111	FFFFh
-25.0°C	1111 1111 1100 1110	FFCEh
-55.0°C	1111 1111 1001 0010	FF92h

*The power-on reset value of the temperature register is +85°C

LM35/LM35A/LM35C/LM35CA/LM35D Precision Centigrade Temperature Sensors

General Description

The LM35 series are precision integrated-circuit temperature sensors, whose output voltage is linearly proportional to the Celsius (Centigrade) temperature. The LM35 thus has an advantage over linear temperature sensors calibrated in ° Kelvin, as the user is not required to subtract a large constant voltage from its output to obtain convenient Centigrade scaling. The LM35 does not require any external calibration or trimming to provide typical accuracies of $\pm 1/2^\circ\text{C}$ at room temperature and $\pm 3/4^\circ\text{C}$ over a full -55 to +150°C temperature range. Low cost is assured by trimming and calibration at the wafer level. The LM35's low output impedance, linear output, and precision inherent calibration make interfacing to readout or control circuitry especially easy. It can be used with single power supplies, or with plus and minus supplies. As it draws only 60 μA from its supply, it has very low self-heating, less than 0.1°C in still air. The LM35 is rated to operate over a -55° to +150°C temperature range, while the LM35C is rated for a -40° to +110°C range (-10° with improved accuracy). The LM35 series is

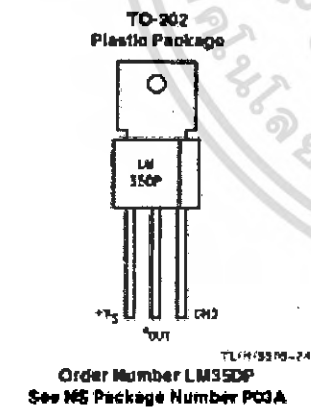
available packaged in hermetic TO-48 transistor packages, while the LM35C, LM35CA, and LM35D are also available in the plastic TO-92 transistor package. The LM35D is also available in an 8-lead surface mount small outline package and a plastic TO-202 package.

Features

- Calibrated directly in ° Celsius (Centigrade)
- Linear +10.0 mV/°C scale factor
- 0.5°C accuracy guaranteed (at +25°C)
- Rated for full -55° to +150°C range
- Suitable for remote applications
- Low cost due to wafer-level trimming
- Operates from 4 to 30 volts
- Less than 60 μA current drain
- Low self-heating, 0.08°C in still air
- Monolithic only $\pm 1/2^\circ\text{C}$ typical
- Low impedance output, 0.1 Ω for 1 mA load

LM35/LM35A/LM35C/LM35CA/LM35D
Precision Centigrade Temperature Sensors

Connection Diagrams



Typical Applications

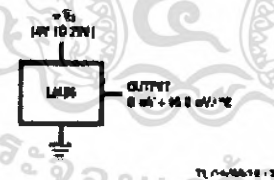


FIGURE 1. Basic Centigrade Temperature Sensor (+2°C to +150°C)

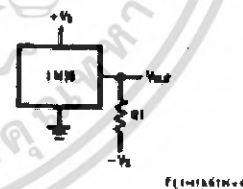


FIGURE 2. Full-Range Centigrade Temperature Sensor

$C_{OUT} R_L = -V_{OUT} / 10 \mu\text{A}$
 $V_{OUT} = 10.0 \text{ mV/}^\circ\text{C} \times 100^\circ\text{C}$
 $= +1.00 \text{ mV at } +25^\circ\text{C}$
 $= -0.90 \text{ mV at } -55^\circ\text{C}$

TM43747C is a registered trademark of National Semiconductor Corporation.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้