

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

หุ่นยนต์เคลื่อนที่
MOBILE ROBOT



นายชาญวิทย์ กัดคำเนียง
นายสรรพฤทธิ บริสุทธิ์
นายอลงกต ตั้งจิตรนามกร

รฟ.
ร 495 ๖๖
๑๕๔๗

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน..... **62132**
วัน,เดือน,ปี... **3.1 ก.ค. 2549**

b. 11๕๗31๐๕
i.

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมการวัดคุม
ภาควิชาวิศวกรรมการวัดคุม คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2547

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MOBILE ROBOT



A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
BACHELOR OF ENGINEERING IN INSTRUMENTATION ENGINEERING
DEPARTMENT OF INSTRUMENTATION ENGINEERING
FACULTY OF ENGINEERING
KING MONGKUT INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2004

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาควิชาวิศวกรรมการวัดคุม
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ใบรับรองปริญญาโท

หัวข้อปริญญาโท หุ่นยนต์เคลื่อนที่
MOBILE ROBOT

นักศึกษาผู้จัดทำ นายชาญวิทย์ กัดคำเนียง รหัสประจำตัว 44010112
นายสรรพฤทธิ์ ปริสุทธิ์ รหัสประจำตัว 44010511
นายอลงกต ตั้งจิตนามกร รหัสประจำตัว 44010596

ปริญญา วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชา วิศวกรรมการวัดคุม
ปีการศึกษา 2547

อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญาโท	ลายมือชื่อ
ผศ. ทวีพล ชื่อสัตย์ ดร. พงษ์ชัย นิลาศ	

วัน/เดือน/ปี ที่สอบ วันพฤหัสบดีที่ 24 มีนาคม พ.ศ. 2548
สถานที่สอบ ณ ห้องสอบปริญญาโท ภาควิชาวิศวกรรมการวัดคุม

ภาควิชารับรองแล้ว



(รศ. ประสิทธิ์ จุลเสวีวงศ์)

หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมการวัดคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์ หุ่นยนต์เคลื่อนที่
MOBILE ROBOT

นักศึกษาผู้จัดทำ นายชาณูวิทย์ กัดสำเนียง
 นายสรรพฤทธิ์ บริสุทธิ์
 นายอลงกต ตังจิตรนามกร

อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ. ทวีพล ช่อสตัย
 ดร. พงษ์ชัย นิลาศ

ปีการศึกษา 2547

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันหุ่นยนต์ได้ถูกนำมาประยุกต์ใช้กันอย่างกว้างขวาง ทั้งในวงการอุตสาหกรรม งานวิจัยทางด้านวิทยาศาสตร์ และที่มักพบเห็นบ่อยๆก็คือการนำหุ่นยนต์ไปใช้ในการสำรวจ หรือ งานเสี่ยงภัยแทนมนุษย์ ดังนั้นปริญญานิพนธ์ฉบับนี้จึงนำเสนอแนวความคิดในการศึกษา ออกแบบ และสร้างหุ่นยนต์สำรวจที่ควบคุมผ่านคอมพิวเตอร์แบบไร้สายขึ้นมา เพื่อลดปัญหาที่เกิดจากการ ควบคุมแบบมีสาย ทำให้หุ่นยนต์มีความสามารถในการเคลื่อนที่และสำรวจมากขึ้น โดยจะอาศัย ภาพจากกล้อง CCD เป็นตัวช่วยในการควบคุมการเคลื่อนที่และสำรวจ มีการติดตั้งอุปกรณ์ตรวจจับ ระบบอินฟราเรดเพื่อป้องกันความเสียหายที่เกิดจากวัตถุที่กีดขวางเส้นทาง นอกจากนี้ยังสามารถ ติดตั้งอุปกรณ์ตรวจจับต่างๆเพื่อเก็บข้อมูลในสถานะที่คนไม่สามารถเข้าไปปฏิบัติงานได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Mobile Robot	
Authors	Mr. Charnwith	Kladsamnieng
	Mr. Suparit	Borisuth
	Mr. Alongkot	Thangjitnammakorn
Thesis advisor	Asst.Prof Taweepol	Suesut
	Dr. Phongchai	Nilas
Year	2004	

ABSTRACT

Nowadays robots are widely used in an industry sector and in science research. They are often used for surveying and performing dangerous work in place of humans. This thesis purports to study, design and devise a robot which can be controlled via a wireless computer. It helps solve the problems resulted from controlling a robot via a computer with wires and increase its capacities in moving and surveying. Controlling its moving and performing tasks can be conducted via a CCD camera. The robot is installed with inferred-detectors to prevent damages from any obstacles. Moreover, it can be installed with other sensor equipment for collecting information in a dangerous area.

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญาบัตรฉบับนี้สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เนื่องด้วยได้รับความอนุเคราะห์และการช่วยเหลือในทุกๆด้านจากอาจารย์ที่ปรึกษา จึงขอขอบพระคุณ ผศ.ทวีพล ชื่อสัตย์ รวมทั้งอาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมการวัดคุมทุกท่านที่ประสิทธิ์ประสาทวิชาให้ความรู้และคำแนะนำอันเป็นประโยชน์ต่อการทำปริญญาบัตรฉบับนี้

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ, คุณแม่ที่สนับสนุนและเป็นกำลังใจให้ข้าพเจ้าเสมอมา สิ่งศักดิ์สิทธิ์ที่ข้าพเจ้าเคารพนับถือที่คอยปกป้องดูแลรักษาข้าพเจ้า

ขอขอบคุณคณะอาจารย์ทุก ๆ ท่าน, รุ่นพี่, เพื่อนๆและรุ่นน้องทุกคนที่ให้ความช่วยเหลือและข้อเสนอแนะในการทำงาน ข้อเสนอแนะเหล่านี้ทำให้งานวิจัยมีความสมบูรณ์มากขึ้น

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากปริญญาบัตรฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบให้ผู้มีพระคุณทุกท่าน



คณะผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	IX
สารบัญรูป.....	X
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและเหตุจูงใจในการวิจัย.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์.....	2
1.3 ขอบเขตของ ปริญญานิพนธ์.....	2
1.4 ขั้นตอนการศึกษา.....	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ.....	3
2.1 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับหุ่นยนต์.....	3
2.1.1 แบ่งตามลักษณะการควบคุม (Controller).....	3
2.1.1.1 หุ่นยนต์แบบเดินจุดต่อจุด (Point to Point robots).....	3
2.1.1.2 หุ่นยนต์แบบเดินทางต่อเนื่อง (Continuous-Path robots).....	3
2.1.1.3 หุ่นยนต์ที่สามารถสร้างแนวการเคลื่อนที่ได้เอง (Computed Trajectory robots).....	3
2.1.1.4 หุ่นยนต์แบบเซอร์โว และนอนเซอร์โว (Servo and Non-Servo robots)	4
2.1.2 แบ่งตามระดับความสามารถ (Capability Level).....	4
2.1.2.1 เครื่องจักรที่ทำงานเป็นระดับขั้นตอน (Sequence-Controlled machine).....	4
2.1.2.2 เครื่องจักรที่ทำตามได้ (Playback Machines)	4
2.1.2.3 หุ่นยนต์ที่สามารถแสดงแนวเคลื่อนที่เองได้ (Computer Trajectory Robots)	4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

2.1.2.4 หุ่นยนต์ที่สามารถเปลี่ยนแปลงให้เหมาะสมได้ (Adaptive Robots).....	5
2.1.2.5 หุ่นยนต์สมองเทียม (Intelligent Robots)	5
2.2 ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51.....	5
2.2.1 สถาปัตยกรรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ 8051.....	6
2.2.2 พอร์ตอินพุท/เอาต์พุท.....	8
2.2.3 รีจิสเตอร์สำหรับใช้งานทั่วไปใน MCS-51.....	9
2.2.4 ไทม์เมอร์ / เคาน์เตอร์.....	9
2.2.5 การอินเตอร์รัปต์.....	10
2.2.6 การรับส่งข้อมูลอนุกรม (UART) ของ MCS-51.....	11
2.3 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับพอร์ทอนุกรม.....	11
2.3.1 การสื่อสารแบบอนุกรม.....	12
2.3.1.1 การสื่อสารอนุกรมแบบซิงโครนัส.....	12
2.3.1.2 การสื่อสารอนุกรมแบบอะซิงโครนัส.....	12
2.3.2 มาตรฐานพอร์ทอนุกรม RS-232	14
2.3.3 คอนเน็คเตอร์สำหรับพอร์ทอนุกรม RS-232 และการเชื่อมต่อ.....	15
2.3.4 UART (Universal Asynchronous Receiver Transmitter)	17
2.4 ทฤษฎีการรับส่งคลื่นวิทยุ.....	17
2.4.1 การส่งสัญญาณข้อมูลแบบอนาล็อก.....	17
2.4.2 การส่งสัญญาณข้อมูลแบบดิจิทัล.....	17
2.4.3 การมอดูเลตสัญญาณ (Signal Modulation).....	18
2.4.3.1 การมอดูเลตสัญญาณอนาล็อก.....	18
2.4.3.1.1 การมอดูเลตทางแอมพลิจูด (AM)	18
2.4.3.1.2 การมอดูเลตทางความถี่ (FM)	19
2.4.3.1.3 การมอดูเลตทางเฟส (PM).....	20
2.4.4 การแปลงสัญญาณดิจิทัลเป็นสัญญาณอนาล็อก (D/A)	21
2.4.4.1 การมอดูเลตเชิงเลขทางแอมพลิจูด (ASK)	21
2.4.4.2 การมอดูเลตเชิงเลขทางความถี่ (FSK).....	22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
2.4.4.3 การมอดูเลตเชิงเลขทางเฟส (PSK)	23
2.4.5 เครื่องส่งสัญญาณคลื่นวิทยุ (Radio Transmitters)	23
2.5 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง.....	29
2.5.1 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงมีแบบขดลวดกระตุ้นแยก (seperately excited dc motor).....	31
2.6 กล้อง CCD (Charge-Coupled Drive).....	34
2.6.1 การนำภาพ CCD ไปใช้ในงานถ่ายภาพ.....	35
2.7 ระบบเครือข่ายไร้สาย (Wireless LAN System).....	36
2.7.1 เทคโนโลยีเครือข่ายไร้สาย (Wireless LAN Technology).....	36
2.7.1.1 การส่งสัญญาณโดยใช้คลื่นความถี่วิทยุ.....	36
2.7.1.1.1 คลื่นความถี่วิทยุแบบ Narrowband.....	37
2.7.1.1.2 คลื่นความถี่วิทยุแบบ Spread-Spectrum	37
2.7.1.2 การส่งสัญญาณโดยใช้ลำแสงอินฟราเรด.....	38
2.7.2 รูปแบบการเชื่อมต่อของเครือข่ายไร้สาย.....	39
2.7.2.1 โหมด Infrastructure.....	39
2.7.2.2 โหมด Ad-Hoc หรือ Peer-to-Peer.....	40
2.7.3 มาตรฐานเครือข่ายไร้สาย.....	40
2.7.3.1 มาตรฐาน IEEE 802.11	40
2.7.3.2 Bluetooth	42
2.8 พื้นฐานต่าง ๆ ของการเชื่อมโยง TCP.....	43
2.8.1 Winsock Control.....	43
2.8.2 การสร้าง Client/Server โดยใช้ Winsock.....	44
บทที่ 3 การออกแบบและการสร้าง.....	46
3.1 ส่วนประกอบของหุ่นยนต์เคลื่อนที่.....	47
3.2 ไมโครคอนโทรลเลอร์.....	47
3.2.1 การแปลงสัญญาณแรงดันเป็นสัญญาณ TTL.....	50
3.3 ชุดรับส่งข้อมูลแบบไร้สาย.....	51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
3.4 วงจรขับเคลื่อนและส่วนควบคุมการเคลื่อน.....	54
3.5 วงจรวัดอุณหภูมิ.....	58
3.5.1 ไอซีตรวจวัดอุณหภูมิ DS 1820	59
3.5.2 คำสั่งเพื่อควบคุมการทำงานของ DS 1820.....	60
3.6 วงจรตรวจจับสิ่งกีดขวาง.....	60
3.7 ชุดเพาเวอร์ซัพพลาย (Power Supply).....	62
3.8 กล้องรับภาพ.....	63
3.8.1 การ์ดรับภาพ.....	63
3.8.2 วิดีโอเซ็นเซอร์ (VIDEO SENDER).....	64
3.9 คอมพิวเตอร์ และ โปรแกรมควบคุม.....	65
3.9.1 โปรแกรมส่วนไมโครคอนโทรลเลอร์หรือบนตัวหุ่นยนต์.....	65
3.9.2 โปรแกรมส่วนไมโครคอมพิวเตอร์.....	66
บทที่ 4 ผลการทดลอง.....	70
4.1 การติดต่อสื่อสารระหว่างคอมพิวเตอร์กับหุ่นยนต์สำรวจ.....	70
4.2 การทำงานของโครงงาน.....	71
4.2.1 การทำงานในโหมด LOCAL.....	71
4.2.2 การทำงานในโหมด REMOTE.....	72
4.3 การทดลอง.....	74
4.3.1 การทดลองการตรวจวัดอุณหภูมิ.....	74
4.3.2 การทดสอบความสามารถในการเคลื่อนที่.....	75
4.4 ข้อมูลจำเพาะของหุ่นยนต์เคลื่อนที่.....	76
บทที่ 5 สรุปผล ปัญหาและข้อเสนอแนะ.....	80
5.1 สรุปผล.....	80
5.2 ปัญหา.....	80
5.3 ข้อเสนอแนะ.....	80

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
บรรณานุกรม.....	82
ภาคผนวก	83
ภาคผนวก ก.....	84
ภาคผนวก ข.....	98



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 แสดงลำดับความสำคัญของการการอินเทอร์รับต์.....	10
2.2 การจัดขาสัญญาของพอร์ทอนุกรมในแบบต่างๆและหน้าที่การทำงาน.....	16
2.3 เปรียบเทียบคุณสมบัติของคลื่นความถี่วิทยุและแสงอินฟราเรด.....	38
2.4 เปรียบเทียบมาตรฐาน IEEE กับ Bluetooth.....	42
3.1 แสดงสถานะลอจิกที่ควบคุมการทำงานของมอเตอร์ตัวที่1.....	55
3.2 แสดงสถานะลอจิกที่ควบคุมการทำงานของมอเตอร์ตัวที่2.....	55
3.3 การจัดสรรพื้นที่ของสแควร์แพคใน DS1820.....	60
4.1 แสดงค่าของข้อมูลและความหมายของข้อมูล.....	70
4.2 ผลการทดลองวัดอุณหภูมิที่สภาพแวดล้อมต่างๆ.....	74
4.3 ผลการทดลองการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์.....	75
4.4 ผลการทดลองการเคลื่อนที่ที่ความชันต่างๆ.....	75

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 โครงสร้างภายในชิพไมโครคอนโทรลเลอร์ 8051.....	6
2.2 ไคอะแกรมของ 8051.....	7
2.3 รีจิสเตอร์ใช้งานเฉพาะ TMOD.....	9
2.4 ไคอะแกรมเวลาของการสื่อสารข้อมูลแบบซิงโครนัส.....	12
2.5 รูปแบบของข้อมูลอนุกรมแบบอะซิงโครนัส.....	13
2.6 ขาสัญญาณและการเชื่อมต่ออุปกรณ์ภายนอกเข้ากับคอมพิวเตอร์ผ่าน RS-232.....	16
2.7 การมอดูเลตสัญญาณแบบ AM.....	19
2.8 การมอดูเลตสัญญาณแบบ FM.....	20
2.9 การมอดูเลตสัญญาณแบบ PM.....	21
2.10 การแปลงสัญญาณ D/A แบบ ASK.....	22
2.11 การแปลงสัญญาณ D/A แบบ FSK.....	22
2.12 การแปลงสัญญาณ D/A แบบ PSK.....	23
2.13 วงจรซูเปอร์เฮตเทอร์โรไดรฟ์.....	26
2.14 (ก) เส้นโค้งลักษณะสมบัติอัตราเร็วของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบขนาน แบบอนุกรม และแบบผสม.....	30
(ข) เส้นโค้งลักษณะสมบัติแรงบิดของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบขนาน แบบอนุกรม และแบบผสม.....	31
2.15 วงจรสมมูลของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบแยกขดลวดกระตุ้น.....	32
2.16 (ก) กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงบิดกับความเร็วรอบของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงมี แบบขดลวดกระตุ้นแยก โดยที่ V_T และ ϕ คงที่.....	33
(ข) ในกรณีที่ผลของปฏิกิริยาอาร์เมเจอร์ (amature reaction).....	33
2.17 แสดงโครงสร้างทั่วไปของกล้อง CCD.....	34
2.18 แสดงส่วนประกอบหลักของระบบกล้อง CCD.....	35
2.19 แสดงการทำงานในโหมด Infrastructure.....	39
2.20 แสดงการทำงานในโหมด Ad-Hoc หรือ Peer-to-Peer Mode.....	40
2.21 การสร้าง Client/Server โดยใช้ Winsock.....	44
3.1 แสดงองค์ประกอบของบล็อกการทำงานทั้งหมดของหุ่นยนต์เคลื่อนที่.....	46
3.2 ตำแหน่งการจัดเรียงขาของ CPU T89C51AC2.....	48

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.3 แสดงการเชื่อมต่อของไมโครคอนโทรลเลอร์.....	49
3.4 วงจรของไมโครคอนโทรลเลอร์.....	50
3.5 วงจร MAX-232.....	50
3.6 การต่อ MAX-232 กับไมโครคอนโทรลเลอร์.....	51
3.7 การต่อพอร์ต RS-232 กับวงจรรับส่งข้อมูล.....	51
3.8 แสดงการรับส่งข้อมูลแบบ Half Duplex.....	52
3.9 ชุดรับส่งแบบไร้สาย.....	52
3.10 วงจรรับส่งสัญญาณแบบไร้สาย.....	53
3.11 แสดงการจัดวางขาของ L298 N.....	54
3.12 โครงสร้างภายในของ L298 N.....	54
3.13 แสดงลักษณะการเคลื่อนที่ไปข้างหน้า.....	56
3.14 แสดงลักษณะการเคลื่อนที่ถอยหลัง.....	56
3.15 แสดงลักษณะการเคลื่อนที่ไปทางซ้าย.....	57
3.16 แสดงลักษณะการเคลื่อนที่ไปทางขวา.....	57
3.17 รูปวงจรการขับเคลื่อนของหุ่นยนต์เคลื่อนที่.....	58
3.18 การเชื่อมต่อ DS1820 กับไมโครคอนโทรลเลอร์.....	58
3.19 การจัดขาของ DS1820.....	59
3.20 การต่อวงจรตรวจจับสิ่งกีดขวาง.....	61
3.21 รูปวงจรตรวจจับสิ่งกีดขวาง.....	61
3.22 วงจรรักษาระดับแรงดันคงที่.....	62
3.23 รูปวงจรรักษาระดับแรงดันคงที่.....	62
3.24 บล็อกไดอะแกรม ส่วนรับ-ส่งสัญญาณภาพของโครงการ.....	63
3.25 ภาพการ์รับสัญญาณภาพ.....	63
3.26 บล็อกไดอะแกรมแสดงการต่อวิดีโอเซ็นเซอร์.....	64
3.27 โฟล์วชาร์ตการทำงานของการตรวจวัดอุณหภูมิบนไมโครคอนโทรลเลอร์.....	65
3.28 โฟล์วชาร์ตการทำงานของโปรแกรมบนไมโครคอนโทรลเลอร์.....	66
3.29 แสดงหน้าจอหลักของ โปรแกรม Mobile Robot.....	67
3.30 แสดงหน้าจอการทำงานในโหมด Local.....	68

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.31 แสดงหน้าจอการทำงานในโหมด Remote ของเครื่อง Server.....	69
3.32 แสดงหน้าจอการทำงานในโหมด Remote ของเครื่อง Client.....	69
4.1 แสดงหน้าจอการเลือกโหมดการทำงานของ Mobile Robot.....	71
4.2 แสดงการรับค่าอุณหภูมิและการควบคุมการเคลื่อนที่ในโหมด LOCAL.....	72
4.3 แสดงการทำงานของเครื่องServer ในโหมด REMOTE.....	73
4.4 แสดงการเชื่อมต่อจากเครื่อง Client ไปยังเครื่อง Server.....	73
4.4 แสดงการทดลองการวัดอุณหภูมิ.....	74
4.6 แสดงรายละเอียดโครงสร้างของหุ่นยนต์.....	76
4.7 รูปด้านข้างของหุ่นยนต์เคลื่อนที่.....	77
4.8 รูปด้านบนของหุ่นยนต์เคลื่อนที่.....	77
4.9 รูปด้านหน้าของหุ่นยนต์เคลื่อนที่.....	78
4.10 รูปด้านหลังของหุ่นยนต์เคลื่อนที่.....	78
4.11 รูปหุ่นยนต์เคลื่อนที่.....	79

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและเหตุจูงใจในการวิจัย

ในปัจจุบันเทคโนโลยีการพัฒนาเป็นไปอย่างก้าวหน้าในหลาย ๆ ด้าน ไม่ว่าจะเป็นการพัฒนาทางด้าน การสื่อสาร โทรคมนาคม เครื่องจักรกล อินเทอร์เน็ต ฯลฯ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง วิทยาการทางด้านคอมพิวเตอร์มีความก้าวหน้าเป็นอย่างยิ่ง เป็นส่วนสำคัญที่ทำให้วิทยาการของ มนุษย์มีการพัฒนาไปได้อย่างรวดเร็ว สามารถนำมาใช้กับชีวิตประจำวันช่วยอำนวยความสะดวก ให้แก่มนุษย์ได้มากขึ้น เรานำคอมพิวเตอร์มาใช้สำหรับควบคุมเครื่องจักรกลทำให้เกิดประสิทธิภาพ ในการทำงาน สามารถคิดแปลงและติดต่อกับเครื่องจักร โดยผ่านคอมพิวเตอร์

วิวัฒนาการทางด้านเทคโนโลยีได้มีการนำเอาหุ่นยนต์มาใช้ในลักษณะงานต่าง ๆ กันอย่าง แพร่หลายซึ่งสามารถแบ่งหุ่นยนต์ได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

1. Fixed Robot
2. Mobile Robot

Fixed Robot คือ หุ่นยนต์ที่ฐานถูกยึดกับที่ที่ไม่สามารถเคลื่อนที่ได้โดยอิสระ เช่น แขนกลซึ่งทำ หน้าที่ในการประกอบชิ้นส่วนอุปกรณ์ต่าง ๆ ในโรงงานอุตสาหกรรม เป็นต้น

Mobile Robot คือ หุ่นยนต์ที่ถูกตรึงกับฐาน ที่สามารถเคลื่อนที่ได้โดยอิสระ โดยฐานอาจมี ล้อหรือระบบการเคลื่อนที่อื่นใด โดยงานที่สำคัญอย่างหนึ่งของหุ่นยนต์ชนิดนี้ ก็คือ งานด้านการ สืบสวน (Observation)

มีการนำ Mobile Robot มาใช้งานสำรวจหรือปฏิบัติงาน เช่น งานที่เสี่ยงอันตรายต่อชีวิต มนุษย์ ตัวอย่าง เช่น งานกู้ระเบิดหรืองานสำรวจที่มนุษย์ไม่สามารถเข้าไปสำรวจได้ด้วยตัวเอง โดยอาจมีปัญหาทางมลภาวะทางด้านสิ่งแวดล้อมการทำงานต่าง ๆ อันได้แก่ อุณหภูมิ รังสี ฝุ่นละออง เป็นต้น ยกตัวอย่าง เช่น ขณะเกิดเหตุไฟไหม้ในแหล่งที่มีการเก็บสารเคมีอันตรายแทนที่ จะส่งมนุษย์เข้าไปตรวจสอบพื้นที่ ซึ่งเป็นการเสี่ยงอันตรายต่อการสูญเสียชีวิต เราสามารถที่จะส่ง Mobile Robot เข้าไปสำรวจแทนได้ โดยการทำงานจะสำรวจข้อมูลชนิดใด ๆ นั้นได้นั้นก็ขึ้นอยู่กับ การตั้ง Sensor หรืออุปกรณ์สำรวจต่าง ๆ แต่ทั้งนี้ก็ยังมีความจำกัด เมื่อ Mobile Robot มีสายควบคุม ทำให้การเข้าไปในพื้นที่ที่ต้องการสำรวจไม่มีประสิทธิภาพมากพอ อันเนื่องมาจากสายที่ใช้ในการ ควบคุมสั้นเกินไปหรือ สายอาจจะไปติดกับวัตถุต่าง ๆ ในพื้นที่ ที่เข้าไปสำรวจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์

ปริญญานิพนธ์นี้จะเป็นการศึกษา ออกแบบ และทำการสร้างหุ่นยนต์สำรวจที่ควบคุมผ่านเครื่องคอมพิวเตอร์แบบไร้สายอีกทั้งยังสามารถควบคุมผ่านระบบ Network โดยอาศัยภาพจากกล้อง CCD เป็นตัวช่วยในการควบคุมการเคลื่อนที่และการสำรวจของหุ่นยนต์เคลื่อนที่ (Mobile Robot) เพื่อลดปัญหาที่เกิดจากการควบคุมแบบมีสาย ซึ่งเป็นการเพิ่มความสามารถในการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์เคลื่อนที่ (Mobile Robot) ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นในการสำรวจพื้นที่ อันจะนำไปสู่การพัฒนาหุ่นยนต์สำรวจที่สามารถเข้าไปสำรวจหรือตรวจสอบพื้นที่ที่อันตรายซึ่งมนุษย์ไม่สามารถเข้าไปได้

1.3 ขอบเขตของ ปริญญานิพนธ์

ปริญญานิพนธ์นี้จะกล่าวถึง การควบคุมและสั่งงานหุ่นยนต์สำรวจประเภท Mobile Robot จากเครื่องคอมพิวเตอร์แบบไร้สาย และการควบคุมสั่งงานหุ่นยนต์จากเครื่องคอมพิวเตอร์ผ่านระบบ Network โดยการควบคุมผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์ซึ่งอาศัยภาพจากกล้อง CCD ที่ติดตั้งไว้ที่ตัวรถส่งภาพมายังเครื่องคอมพิวเตอร์ จากนั้นก็จะเป็นขั้นตอนการควบคุมสั่งงาน โดยการส่งข้อมูลดิจิทัลจากเครื่องคอมพิวเตอร์ ผ่านกระบวนการรับส่งข้อมูลแบบไร้สายไปยังหุ่นยนต์สำรวจที่เคลื่อนที่อยู่ ซึ่งภายในตัวหุ่นยนต์สำรวจจะมีไมโครคอนโทรลเลอร์ (MCS-51) คอยทำหน้าที่รับข้อมูลที่ส่งมาแล้วทำการประมวลผลเป็นคำสั่งควบคุมการเคลื่อนที่ และส่งกลับข้อมูลที่ตรวจจับไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์

1.4 ขั้นตอนการศึกษา

สำหรับการทำปริญญานิพนธ์นี้เริ่มจากการศึกษาและออกแบบโครงสร้างของหุ่นยนต์ การรับส่งข้อมูลแบบไร้สาย การติดต่อสื่อสารผ่านระบบ Network จากนั้นทำการศึกษาโครงสร้างและการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 และโปรแกรม Visual Basic Version 6.0 เพื่อนำไปใช้เขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของหุ่นยนต์ผ่านพอร์ตอนุกรม RS-232 หลังจากนั้นจะทำการศึกษาส่วนต่าง ๆ ที่จะใช้เป็นองค์ประกอบในการทำงานของหุ่นยนต์เช่น การทำงานของชุดวงจรขับเคลื่อนมอเตอร์กระแสตรง การทำงานของการถ่ายภาพจากกล้อง CCD การทำงานของชุดวงจรตรวจจับสิ่งกีดขวาง เป็นต้น สำหรับรายละเอียดอื่น ๆ จะกล่าวในบทต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและหลักการ

2.1 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับหุ่นยนต์

หุ่นยนต์ถือว่าเป็นสิ่งที่ได้รับความสนใจเป็นอย่างมากในปัจจุบัน ดังจะเห็นได้จากการพัฒนาหุ่นยนต์เลียนแบบสัตว์เลี้ยง หรือแม้กระทั่งหุ่นยนต์เลียนแบบมนุษย์ “ASIMO” หุ่นยนต์ดังที่ได้กล่าวมาแล้วนั้นเป็นรูปแบบหนึ่งของหุ่นยนต์ ซึ่งสามารถแบ่งออกได้หลายชนิดซึ่งในปริยภูมานิพนธ์นี้ขอกล่าวถึง 2 ลักษณะ คือ แบ่งตามลักษณะการควบคุม และ แบ่งตามระดับความสามารถ ดังนี้

2.1.1 แบ่งตามลักษณะการควบคุม (Controller)

2.1.1.1 หุ่นยนต์แบบเดินจุดต่อจุด (Point to Point robots)

หุ่นยนต์ประเภทนี้สามารถเคลื่อนที่จากจุดที่ระบุไว้แน่นอน โดยเคลื่อนที่จากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง แต่ไม่สามารถหยุดที่จุดอื่นที่ไม่ได้กำหนดไว้ก่อน เป็นหุ่นยนต์แบบง่ายที่สุด และมีราคาถูกที่สุด ลักษณะการนำไปใช้งานของหุ่นยนต์แบบนี้ก็คือ หุ่นยนต์ที่ใช้ในการเดินจากจุดไปอีกจุด

2.1.1.2 หุ่นยนต์แบบเดินทางต่อเนื่อง (Continuous-Path robots)

หุ่นยนต์ประเภทนี้สามารถหยุดที่ตำแหน่งใด ๆ ตามทางได้ และการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ประเภทนี้จะเป็นไปบนเส้นตรง หรือเส้นโค้งที่แน่นอน การเคลื่อนที่ของแต่ละแกนจะเกิดขึ้นพร้อมกันแต่จะมีความเร็วต่างกัน ลักษณะการนำไปใช้งานของหุ่นยนต์แบบนี้คือ หุ่นยนต์ที่ใช้ในการเชื่อมอาร์ค

2.1.1.3 หุ่นยนต์ที่สามารถสร้างแนวการเคลื่อนที่ได้เอง (Computed Trajectory robots)

อุปกรณ์ควบคุมของหุ่นยนต์แบบนี้สามารถสร้างแนวการเคลื่อนที่ ซึ่งอาจเป็นเส้นตรง วงกลม เส้น โค้งหรืออื่น ๆ ด้วยความแม่นยำสูง ในหุ่นยนต์เส้นทางการเดินสามารถกำหนดได้ในเทอมของเรขาคณิต หรือสูตรทางพีชคณิต โดยส่วนที่ควบคุมต้องการเพียงตำแหน่งเริ่มต้น ตำแหน่งสุดท้าย และคำจำกัดความของการเคลื่อนที่เท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.1.4 หุ่นยนต์แบบเซอร์โว และนอนเซอร์โว (Servo and Non-Servo robots)

หุ่นยนต์ที่ควบคุมแบบเซอร์โวจะหมายถึง หุ่นยนต์ที่มีการตรวจจับตำแหน่งของตัวเอง และมีการป้อนกลับตำแหน่งที่ตรวจจับเพื่อนำไปใช้ในการควบคุม ส่วนหุ่นยนต์แบบนอนเซอร์โวจะไม่มีทางรู้ได้ว่าอยู่ที่ตำแหน่งที่กำหนดหรือยัง หุ่นยนต์ที่สามารถเคลื่อนที่ได้จะต้องมีความสามารถในการป้อนกลับซึ่งทำให้มันเดินทางได้อย่างถูกต้อง เพื่อที่จะมีการเคลื่อนที่ตามที่กำหนดไว้

2.1.2 แบ่งตามระดับความสามารถ (Capability Level)

ระดับความสามารถและความยืดหยุ่นในการควบคุม เป็นเกณฑ์อีกอันหนึ่งสำหรับกรอธิบายเกี่ยวกับหุ่นยนต์ ซึ่งจะแบ่งออกเป็น 5 ระดับดังนี้

2.1.2.1 เครื่องจักรที่ทำงานเป็นระดับขั้นตอน (Sequence-Controlled machine)

เครื่องจักรจะทำงานเป็นลำดับขั้นตอนตามคำสั่งที่ป้อนไว้ เช่น เครื่องซักผ้าอัตโนมัติ ซึ่งจะทำงานเป็นลำดับขั้นคือ ใส่น้ำ ใสผงซักฟอก ซัก ใส่น้ำยาปรับผ้านุ่ม และอบแห้ง โดยมีเครื่องตั้งเวลากำหนดไว้ ส่วนหุ่นยนต์ก็จะสามารถปรับเปลี่ยนเวลา และเปลี่ยนแปลงลำดับขั้นตอนการทำงานได้ แต่ที่เรียกเครื่องจักรแบบนี้ว่าหุ่นยนต์ก็เพราะว่ามันมีแขนกลซึ่งถูกควบคุมด้วยเครื่องควบคุม

2.1.2.2 เครื่องจักรที่ทำตามได้ (Playback Machines)

เครื่องจักรที่ทำตามได้ หมายถึง เครื่องจักรที่สามารถ “สอน” ให้ทำการเคลื่อนที่เป็นตอน (series of movements) โดยมีอุปกรณ์บันทึกเช่น เทปแม่เหล็ก (magnetic tape) จานแม่เหล็ก (magnetic disk) แรม (RAM) เพื่อบันทึกจุดหรือขั้นตอนที่เคลื่อนที่ไป โดยไปบันทึกโคออร์ดิเนตจากอุปกรณ์ตรวจจับตามตำแหน่งหลังจากเดิน

2.1.2.3 หุ่นยนต์ที่สามารถแสดงแนวเคลื่อนที่เองได้ (Computer Trajectory Robots)

หุ่นยนต์ที่สามารถแสดงแนวเคลื่อนที่เองได้ สามารถถูกโปรแกรมให้เดินไปตามเส้นทางที่แน่นอน โดยไม่จำเป็นต้องสอน ผู้ใช้สามารถกำหนดจุดและแนวทางซึ่งมันก็จะหาแนวทางการเคลื่อนที่ตัวเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2.4 หุ่นยนต์ที่สามารถเปลี่ยนแปลงให้เหมาะสมได้ (Adaptive Robots)

หุ่นยนต์จะมีการควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์และมีการป้อนกลับ หุ่นยนต์เหล่านี้ส่วนมากจะมีโปรแกรมการเดินทางอยู่แล้ว แต่ยังสามารถปรับปรุงทางเดินและการทำงานที่มันทำได้ เช่น หุ่นยนต์เชื่อม สามารถไปตามแนวเชื่อมที่แตกต่างไปจากทางเดินที่กำหนด ในลักษณะนี้อุปกรณ์ตรวจจับจะรวบรวมข้อมูลให้คอมพิวเตอร์ปรับปรุงแนวทางการเชื่อมได้

2.1.2.5 หุ่นยนต์สมองเทียม (Intelligent Robots)

เป็นหุ่นยนต์ระดับที่สูงที่สุด มีความสามารถในการรับรู้สิ่งแวดล้อมตรวจสอบสภาพแวดล้อมและปรับปรุงการกระทำต่าง ๆ ให้เหมาะสม โดยมันจะมีอุปกรณ์ตรวจจับข้อมูลอยู่พร้อม มีหน่วยความจำที่มากพอและมีแนวทางที่จะเป็นแบบอย่างในการทำงานมากอีกด้วย

2.2 ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

MCS-51 เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ลักษณะแบบชิพเดี่ยว ที่มีข้อดีเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับไมโครโปรเซสเซอร์ขนาด 8 บิตตระกูลอื่น ๆ ดังนี้

1. มีหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลทั่วไป (RAM) บรรจุไว้ภายใน 128-256 ไบต์
2. มีหน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมควบคุมการทำงานอยู่ภายในจำนวน 4 กิโลไบต์
3. มีวงจรตั้งเวลาวางจรนับขนาด 16 บิต 2 ตัวอยู่ภายใน
4. มีวงจรรับส่งข้อมูลอนุกรม ได้ 2 ทิศทาง
5. มีสัญญาณนาฬิกาภายในตัว
6. มีพอร์ตที่สามารถรับหรือส่งข้อมูลได้ 2 ทิศทาง จำนวน 4 พอร์ต พอร์ต 8 บิต

นอกจากนี้ MCS-51 ยังมีคุณสมบัติอื่น ๆ ที่น่าสนใจ คือ

- ต้องการแหล่งจ่ายไฟ 5 โวลต์เพียงชุดเดียว
- มีหน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมควบคุมการทำงานอยู่ภายในชิพ
- สามารถที่จะใช้หน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรม และข้อมูลที่อยู่ภายนอกชิพได้อย่างละ 64 กิโลไบต์
- มีคำสั่งคูณและหารขนาด 8 บิตในตัวเอง
- จัดระดับความสำคัญของสัญญาณอินเทอร์รัปต์ได้ 2 ระดับ
- รับและส่งข้อมูลแบบอนุกรมได้ในตัว โดยที่สามารถกำหนดอัตราเร็วในการรับและส่งข้อมูลได้ตั้งแต่ 300 – 375 กิโลบิตต่อวินาที
- สามารถประมวลผลแบบบูลีนเพื่อใช้ในงานควบคุมโดยเฉพาะ

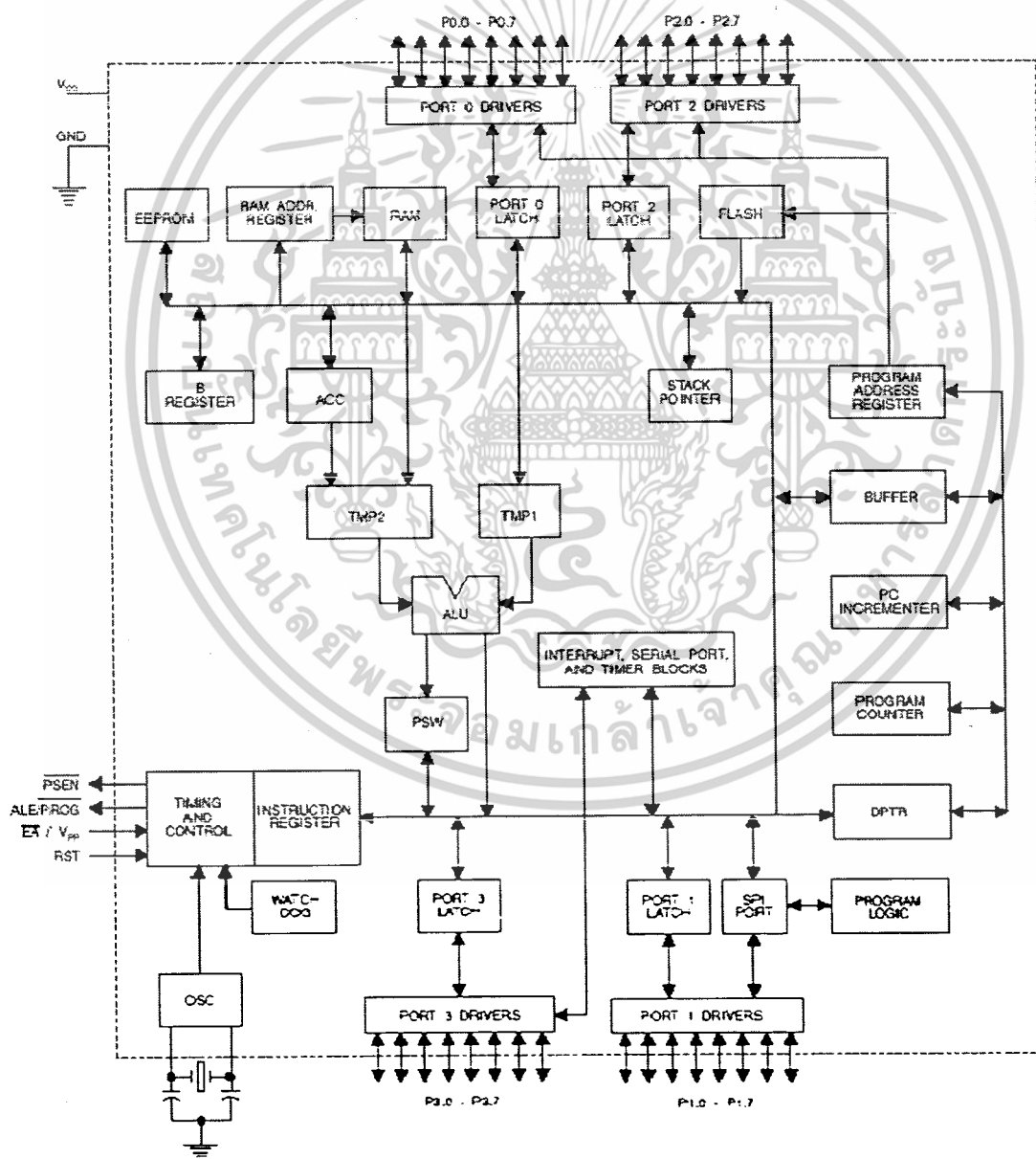
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- มีรีจิสเตอร์สำหรับใช้งานเป็นไทม์เมอร์หรือเคอร์เตอร์ เพื่อที่จะใช้นับจำนวนสัญญาณนาฬิกาภายในชิพ หรือนับการเปลี่ยนแปลงสถานะของสัญญาณภายนอกขนาด 16 บิต จำนวน 2 ตัว เพื่อใช้สำหรับนับจำนวนพัลส์ วัดความกว้างของพัลส์หรือใช้วัดช่วงเวลา

- หน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลภายในบางส่วนนั้น สามารถเข้าถึงข้อมูลได้ทั้งในระดับไบต์และบิตเพื่อให้การออกแบบโปรแกรมและการควบคุมระบบการทำงานได้ง่ายขึ้น

2.2.1 สถาปัตยกรรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ 8051

โครงสร้างภายในชิพไมโครคอนโทรลเลอร์ 8051 ชิพเดี่ยวแสดงดังรูปที่ 2.1 ซึ่งอธิบายถึงส่วนย่อย ๆ ภายใน 8051

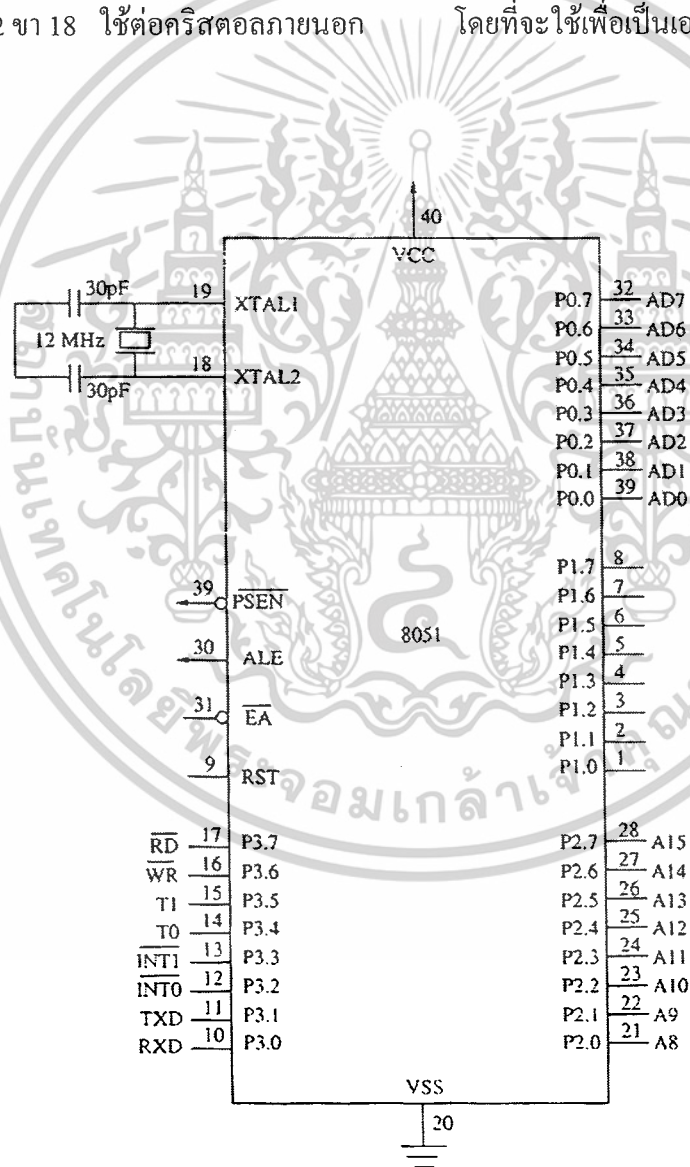


รูปที่ 2.1 โครงสร้างภายในชิพไมโครคอนโทรลเลอร์ 8051

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญญาณจากภายในจะต่อออกสู่ภายนอกทางขาของ 8051 ที่มีอยู่ 40 ขา ดังรูปที่ 2.2 ซึ่งมีการใช้งานต่าง ๆ ที่สำคัญดังนี้

- VCC ขา 40 เป็นขาที่ต้องป้อนไฟเลี้ยง +5 โวลต์ เข้าไปเพื่อให้วงจรสามารถทำงานได้
- VSS ขา 20 เป็นขาที่ต้องต่อกับกราวด์ของแหล่งจ่ายไฟ
- RST ขา 9 เป็นขารีเซ็ตที่จะทำหน้าที่รีเซ็ตการทำงานของ 8051 ถ้าป้อนสัญญาณที่มีสถานะลอจิก 1 ที่ขานี้จะเป็นการรีเซ็ตการทำงานกลับไปเริ่มทำงานจากคำสั่งที่อยู่ในหน่วยความจำตำแหน่ง 0000
- PSEN ขา 29 ใช้ส่งสัญญาณเพื่ออ่านโปรแกรมซึ่งจะเก็บไว้ในหน่วยความจำภายนอกชิพ
- XTAL1 ขา 19 ใช้ต่อคริสตอล. เชนอก โดยที่จะใช้เพื่อเป็นอินพุตเข้าสู่วงจรออสซิลเลเตอร์
- XTAL2 ขา 18 ใช้ต่อคริสตอลภายนอก โดยที่จะใช้เพื่อเป็นเอาต์พุตออกจากวงจรออสซิลเลเตอร์



รูปที่ 2.2 ใคอะแกรมของ 8051

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อเริ่มจ่ายพลังงานจะต้องมีการรีเซ็ตก่อนเสมอ ซึ่งการรีเซ็ตในขณะที่เริ่มจ่ายพลังงานจะกระทำโดยอัตโนมัติ โดยการทำงานของวงจรรีเซ็ตก็คือ เมื่อเริ่มมีการจ่ายพลังงานให้แก่ MCS-51 จะทำให้ขา RST มีสถานะเป็นหนึ่งในช่วงเวลาหนึ่งซึ่งขึ้นอยู่กับค่าตัวเก็บประจุ ความเร็วในการประจุ เพื่อให้แน่ใจว่ามีการรีเซ็ตเกิดขึ้นจริง ในช่วงเวลาเริ่มต้นให้ขา VCC จะต้องให้ขารีเซ็ตมีสถานะเป็น 1 นานพอที่จะให้วงจรรอสซิงเคลเตอร์เริ่มต้นทำงานร่วมกับช่วงเวลา 2 แมกซีอินไซเคิล

ในช่วงเริ่มต้นให้ VCC แก่ MCS-51 (ช่วง power up) VCC ควรมีค่าตามที่กำหนดภายในเวลา 10 วินาที (rise time) โดยช่วงเวลาที่วงจรรอสซิงเคลเตอร์เริ่มต้นทำงานจะขึ้นอยู่กับความถี่ของคริสตัลที่ใช้

2.2.2 พอร์ตอินพุท/เอาต์พุท

PORT 0 เป็นพอร์ตขนานขนาด 8 บิต อยู่ที่ขา 39 ถึง 32 เริ่มจากบิต 0 ถึงบิต 7 ตามลำดับ พอร์ต 0 นี้ยังใช้ได้ทั้งการรับส่งตำแหน่งและข้อมูลกับหน่วยความจำหรือใช้รับส่งข้อมูลก็ได้ นอกจากนี้ยังใช้งานได้หลายอย่างดังนี้

1. ใช้สำหรับส่งค่าตำแหน่งหน่วยความจำที่ต้องการติดต่อด้วย โดย 8 พอร์ตล่างจะถูกส่งออกไปทางพอร์ต 0 และ 8 บิตบนจะถูกส่งออกไปทางพอร์ต 2
2. ใช้รับส่งข้อมูลกับ Data Memory หรือใช้รับข้อมูลจาก Program Memory
3. ใช้รับส่งข้อมูลออกจากพอร์ตโดยตรง

PORT 1 เป็นพอร์ตขนานขนาด 8 บิต อยู่ที่ขา 1 ถึง 8 เริ่มจากบิต 0 ถึงบิต 7 ตามลำดับ ใช้ทำหน้าที่เป็นตัวรับส่งข้อมูลเท่านั้น ไม่สามารถส่งตำแหน่งได้

PORT 2 เป็นพอร์ตขนานขนาด 8 บิต อยู่ที่ขา 21 ถึง 28 เริ่มจากบิต 0 ถึงบิต 7 ตามลำดับ ใช้งานเพียง 2 ลักษณะคือ

1. ใช้ส่งค่าตำแหน่งหน่วยความจำภายนอกที่ต้องติดต่อทำงานร่วมกับพอร์ต 0
2. ใช้เป็นพอร์ตรับส่งข้อมูลภายนอก

PORT 3 เป็นพอร์ตขนานขนาด 8 บิต อยู่ที่ขา 10 ถึง 17 เริ่มจากบิต 0 ถึงบิต 7 ตามลำดับ นอกจากจะใช้งานเหมือนพอร์ตอื่นแล้วยังใช้งานอื่น โดยใช้คำสั่งควบคุมดังนี้

- | | |
|-------------|--|
| P3.0 (RxD) | เป็นขาที่ใช้รับข้อมูลแบบอนุกรม |
| P3.1 (TxD) | เป็นขาที่ใช้ส่งข้อมูลแบบอนุกรม |
| P3.2 (INT0) | ใช้รับสัญญาณขัดจังหวะจากภายนอก |
| P3.3 (INT1) | ใช้รับสัญญาณขัดจังหวะจากภายใน |
| P3.4 (T0) | ใช้เป็นขาจับสัญญาณให้เคาเตอร์ของไทมเมอร์ 0 |
| P3.5 (T1) | ใช้เป็นขาจับสัญญาณให้เคาเตอร์ของไทมเมอร์ 1 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- P3.6 (WR) ใช้เป็นขารับสัญญาณควบคุมการเขียนข้อมูลยังหน่วยความจำสำหรับข้อมูลภายนอก
- P3.7 (RD) ใช้เป็นขารับสัญญาณควบคุมการอ่านข้อมูลยังหน่วยความจำสำหรับข้อมูลภายนอก

2.2.3 รีจิสเตอร์สำหรับใช้งานทั่วไปใน MCS-51

รีจิสเตอร์ A, B และรีจิสเตอร์ใช้งานทั่วไป R0-R7 ซึ่งอยู่ในหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลทั่วไปภายในชิพบริเวณ 128 ไบต์แรก รีจิสเตอร์ใช้งานทั่วไป R0-R7 ใน MCS-51 มีอยู่ด้วยกันทั้งหมด 4 กลุ่ม แต่ละกลุ่มประกอบด้วยรีจิสเตอร์จำนวน 8 ตัว (R0-R7) ซึ่งมีชื่อเรียกเหมือนกัน ดังนั้นรีจิสเตอร์ใช้งานทั่วไป R0-R7 ใน MCS-51 จึงมีทั้งหมด 32 ตัว ในการทำงานขณะใด ๆ รีจิสเตอร์ทั้ง 4 กลุ่ม (R0-R7) นั้นจะถูกเลือกใช้งานเพียงกลุ่มเดียวเท่านั้น การเลือกใช้งานของตัวรีจิสเตอร์ R0-R7 กลุ่มใดกลุ่มหนึ่งใน 4 กลุ่ม นั้นจะกระทำโดยการเซตหรือเคลียร์บิต RS0, RS7 ในรีจิสเตอร์ใช้งานเฉพาะ PSW

2.2.4 ไทม์เมอร์ / เคาร์เตอร์

ไมโครคอนโทรลเลอร์ในตระกูล 8051 มีรีจิสเตอร์พิเศษที่สามารถเลือกใช้งานเป็นไทม์เมอร์หรือเคาร์เตอร์อย่างใดอย่างหนึ่ง รีจิสเตอร์ประเภทนี้มีอยู่ด้วยกัน 2 ตัว แต่ละตัวมีขนาด 16 บิต เรียกไทม์เมอร์ 0 และ ไทม์เมอร์ 1 ตามลำดับ

ไทม์เมอร์นั้นค่าในรีจิสเตอร์ที่ใช้เป็นไทม์เมอร์ที่ถูกเลือกใช้งาน จะถูกเพิ่มขึ้นทุกเมกซ์ซินไซเคิล

เคาร์เตอร์นั้นค่าในรีจิสเตอร์ที่ใช้เป็นเคาร์เตอร์ที่ถูกเลือกใช้งาน จะถูกเพิ่มค่าทีละ 1 เมื่อมีการเปลี่ยนสถานะ

ไทม์เมอร์ 0 และ ไทม์เมอร์ 1

สามารถเลือกการทำงานให้เป็นไทม์เมอร์หรือเคาร์เตอร์ได้โดยการกำหนดค่าบิต ในรีจิสเตอร์ใช้งานเฉพาะ ดังรูปที่ 2.3 (ไทม์เมอร์ 0 ใช้บิต 2 ส่วนไทม์เมอร์ 1 ใช้บิต 6) โดยหากบิตนี้มีค่าเป็น 0 หมายถึงเลือกใช้งานเป็นไทม์เมอร์ ถ้าบิตนี้มีค่าเป็น 1 หมายถึงเลือกใช้งานเป็นเคาร์เตอร์

GATE1	C/T1	M1	M0	GATE0	C/T0	M1	M0
-------	------	----	----	-------	------	----	----

รูปที่ 2.3 รีจิสเตอร์ใช้งานเฉพาะ TMOD

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากจะเลือกการทำงานของรีจิสเตอร์ให้ไทม์เมอร์หรือเคาร์เตอร์ได้แล้ว ในแต่ละการทำงานยังมีการทำงานย่อยอยู่อีก 4 แบบตามความเหมาะสมของการใช้งาน

โหมด 0 จะใช้รีจิสเตอร์ขนาด 8 บิต เป็นตัวนับโดยมีการเพิ่มค่าครั้งละ 1 ทุกครั้งการนับสัญญาณได้ครบ 32 ครั้ง โดยในโหมดนี้มีรีจิสเตอร์ที่ใช้ับเพียง 13 บิต (8 บิตในรีจิสเตอร์ TLx รวมกับ 5 บิตใน THx)

โหมด 1 การทำงานเหมือนโหมด 0 เว้นแต่ค่าในรีจิสเตอร์ถูกใช้งานครบทั้ง 16 บิต นั่นเองคือ ไทม์เมอร์หรือเคาร์เตอร์ในโหมดนี้มีขนาด 16 บิต


โหมด 2 ในโหมดนี้จะมีการกำหนดรีจิสเตอร์ใช้งานในการนับบิตเพียง 8 บิต (จากรีจิสเตอร์ TLx) ที่มีการโหลดค่าด้วยค่าในรีจิสเตอร์ THx การที่จะใช้งานในโหมดนี้มีไว้เพื่อสร้างสัญญาณอินเตอร์รัปต์ที่มีคาบเวลาคงที่

โหมด 3 ในโหมดไทม์เมอร์ 1 จะไม่มีการนับแต่ไทม์เมอร์จะบังคับให้รีจิสเตอร์ TLO ของไทม์เมอร์ 0 ถูกใช้เป็นไทม์เมอร์เพียงอย่างเดียว ซึ่งการทำงานโหมด 3 นี้มีไว้เพื่อใช้งานที่ต้องการไทม์เมอร์หรือเคาร์เตอร์ขนาด 8 บิตเพิ่มขึ้น

2.2.5 การอินเตอร์รัปต์

การอินเตอร์รัปต์ คือการขัดจังหวะ โปรแกรมชั่วคราวแล้วมาทำโปรแกรมการอินเตอร์รัปต์ (Interrupt Service Routine: ISR) อินเตอร์รัปต์ของ MCS-51 นั้นได้มาจาก 8 แหล่ง แต่จะมีเพียง 6 เวกเตอร์ (TI และ RI ใช้ตำแหน่งเดียวกัน) ตำแหน่งของ อินเตอร์รัปต์เวกเตอร์แสดงดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 แสดงลำดับความสำคัญของการอินเตอร์รัปต์

ลำดับ	ชื่อสัญญาณการอินเตอร์รัปต์	Vector Address	Priority
1	$\overline{\text{INT0}}$	003H	Highest
2	TF0	000BH	
3	$\overline{\text{INT1}}$	0013H	
4	TF1	001BH	
5	TI+RI	0023H	
6	TF2+EXF2	002BH	Lowest

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.6 การรับส่งข้อมูลอนุกรม (UART) ของ MCS-51

พอร์ตสื่อสารอนุกรมของ MCS-51 มีโครงสร้างการทำงานของการสื่อสารที่เป็นแบบที่เรียกว่า ฟูลดูเพล็กซ์ (Full Duplex) ในการรับและส่งข้อมูลอนุกรมได้ในเวลาเดียวกัน โดยทางด้านส่งใช้ขา TxD (พอร์ท 3.1) ทางด้านรับใช้ขา RxD (พอร์ท 3.0) SBUF ใช้เป็นบัฟเฟอร์สำหรับรับและส่งข้อมูลอนุกรม

พอร์ตสื่อสารอนุกรมของ MCS-51 สามารถโปรแกรมการทำงานได้หลายโหมดด้วยกัน โดยเลือกบิตที่ SM1 และ SM0 ซึ่งอยู่ในรีจิสเตอร์ควบคุม (SCON) การทำงานทั้ง 4 โหมดของพอร์ตสื่อสารอนุกรมนี้นี้

โหมด 0 พอร์ตสื่อสารอนุกรม 8 บิต โดย...จะเลื่อนออกทีละบิต โดยส่งบิต D0 ออกไปก่อนทางขา RxD และไม่มีการส่งบิตเริ่มต้น แต่จะส่งสัญญาณพิกาลื่นทางขา TxD

โหมด 1 พอร์ตสื่อสารอนุกรม 10 บิต ข้อมูล 8 บิต 1 บิตเริ่มต้น และ 1 บิตหยุด และสามารถเปลี่ยนแปลงความเร็วในการส่งข้อมูลได้ โดยขึ้นกับบิต SMOD ใน PCON และอัตราโอเวอร์โพล์ของไทม์เมอร์ 1

โหมด 2 พอร์ตสื่อสารอนุกรม 11 บิต ข้อมูล 9 บิต 1 บิตเริ่มต้น และ 1 บิตหยุด

โหมด 3 พอร์ตสื่อสารอนุกรม 11 บิต UART โดยส่งข้อมูล 9 บิต 1 บิตเริ่มต้น และ 1 บิตหยุด อัตราเร็วในการรับส่งข้อมูลที่ไทม์เมอร์ 1, 2 และ SMOD

2.3 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับพอร์ทอนุกรม

การเคลื่อนย้ายข้อมูลจากคอมพิวเตอร์ไปยังอุปกรณ์ต่อพ่วงภายนอก หรือคอมพิวเตอร์ด้วยกัน มีด้วยกัน 2 รูปแบบคือ รับส่งข้อมูลแบบขนานและรับส่งข้อมูลแบบอนุกรม

การรับส่งข้อมูลแบบขนานเป็นการรับหรือส่งข้อมูลคราวละ 4 หรือ 8 บิต ในเวลาเดียวกัน ทำให้การรับและส่งข้อมูลมีความเร็วสูง ทว่าจำนวนของรีจิสเตอร์ที่ใช้ในการถ่ายถอดข้อมูลต้องมามากเท่ากับจำนวนบิตของข้อมูลที่ทำการถ่ายถอดด้วย นอกจากนี้ยังมีสายที่ใช้สำหรับควบคุมและตรวจสอบการรับส่งข้อมูลด้วย ซึ่งอาจใช้สายมากเป็น 2 เท่าของจำนวนบิตข้อมูลก็ได้ ส่งผลให้ราคาของสายที่ใช้เชื่อมต่อแบบขนานมักจะมีราคาแพง และอีกข้อจำกัดหนึ่งของการถ่ายถอดข้อมูลแบบขนานก็คือ ระยะทางในการถ่ายถอดข้อมูล โดยปกติจะอยู่ประมาณ 10-15 ฟุต

ในขณะที่การรับส่งข้อมูลแบบอนุกรม จะเป็นการรับส่งข้อมูลครั้งละ 1 บิต โดยมีรูปแบบการรับเป็นมาตรฐาน ต้องมีการตรวจสอบความพร้อมในการรับส่งข้อมูลของตัวรับและตัวส่ง ซึ่งการรับส่งข้อมูลแบบอนุกรมนั้นจะมีข้อดีในเรื่องของจำนวนสายสัญญาณที่น้อยมาก และไม่แปรผันตามจำนวนบิตของข้อมูล ระยะทางการรับส่งสูงกว่าแบบขนานมาก โดยปกติถ้าเป็นพอร์ทอนุกรมแบบ RS-232 จะสามารถต่อสายได้ยาว 50 ฟุตโดยประมาณ

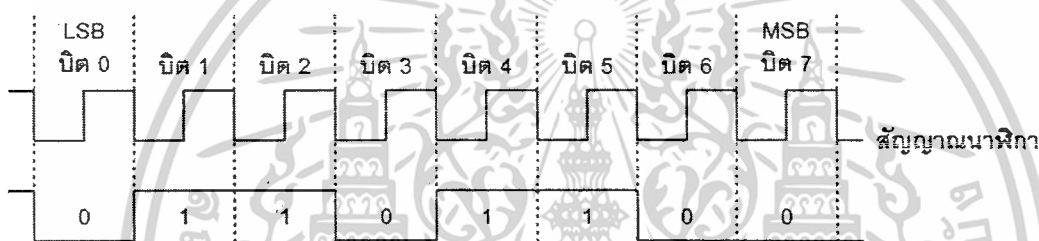
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.1 การสื่อสารแบบอนุกรม

การสื่อสารแบบอนุกรมแบ่งได้เป็น 2 แบบคือ การสื่อสารอนุกรมแบบซิงโครนัสและการสื่อสารอนุกรมแบบอะซิงโครนัส

2.3.1.1 การสื่อสารอนุกรมแบบซิงโครนัส

การสื่อสารอนุกรมแบบซิงโครนัส จะมีสัญญาณนาฬิกาที่ร่วมอยู่กับการรับและการส่งสัญญาณด้วย ตัวอย่างการส่งข้อมูลแบบซิงโครนัสก็คือคีย์บอร์ดของคอมพิวเตอร์ ซึ่งสายเส้นหนึ่งจะเป็นสายสัญญาณนาฬิกาส่วนสายอีกเส้นจะเป็นสายของข้อมูล ดังนั้นการติดต่อกันแบบซิงโครนัสนี้จะต้องใช้สายในการเชื่อมต่ออย่างน้อยที่สุด 3 เส้น คือ สัญญาณนาฬิกา ข้อมูล และกราวด์ รูปที่ 2.4 แสดงให้เห็น ไตอะแกรมเวลาของการสื่อสารข้อมูลแบบซิงโครนัส



รูปที่ 2.4 ไตอะแกรมเวลาของการสื่อสารข้อมูลแบบซิงโครนัส

2.3.1.2 การสื่อสารอนุกรมแบบอะซิงโครนัส

การสื่อสารอนุกรมแบบอะซิงโครนัสคือ การรับและส่งข้อมูลที่ไม่จำเป็นต้องมีสัญญาณนาฬิกาที่ร่วมด้วย แต่จะใช้การกำหนดค่าอัตราเร็วในการรับและส่งข้อมูลให้มีค่าเท่ากัน ซึ่งเรียกอัตรารเร็วนี้ว่าอัตราบอด หรือ บอดเรต (Baud rate) ซึ่งจะมีหน่วยเป็นบิตต่อวินาที (bit per second : BPS)

รูปแบบของข้อมูลที่ใช้ในการรับส่งแบบอะซิงโครนัสประกอบด้วย 4 ส่วนด้วยกันคือ

1. บิตเริ่มต้น (Start bit) มีขนาด 1 บิต
2. บิตข้อมูลแบบอนุกรม มีขนาด 5, 6, 7 หรือ 8 บิต
3. บิตตรวจสอบพาริตี (Parity bit) มีขนาด 1 บิตหรือไม่มี
4. บิตปิดท้ายหรือบิตหยุด (Stop bit) มีขนาด 1, 1.5 หรือ 2 บิต

จากรูปที่ 2.5 แสดงรูปแบบของข้อมูลอนุกรมแบบอะซิงโครนัส เมื่อไม่มีการส่งข้อมูล ขา data จะมีสถานะลอจิก "1" เรียกสถานะนี้ว่า สถานะหยุดรอ (waiting stage) การเริ่มต้นส่งข้อมูลจะเริ่มจากการให้ขา data มีลอจิก "0" ด้วยช่วงระยะเวลา 1 บิตซึ่งเรียก 1 บิตนี้ว่าเป็น บิตเริ่มต้น (Start bit) จากนั้นบิตข้อมูลจะถูกส่งออกไปโดยเริ่มจากบิตที่มีนัยสำคัญต่ำสุด หรือก็คือบิตเอกสารนี้เป็นเอกสารที่ส่งวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LSB ก่อนซึ่งข้อมูลที่ต้องการส่งอาจมีจำนวน 5,6,7 หรือ 8 บิตก็ได้ จากนั้นตามด้วยบิตตรวจสอบพาริตี (Parity bit) ซึ่งใช้ในการตรวจสอบความผิดพลาดที่เกิดขึ้นจากการส่งข้อมูล บิตสุดท้ายที่จะส่งคือบิตปิดท้ายหรือบิตหยุด (Stop bit) โดยเป็นการทำให้ขา data มีสถานะลอจิก “1” อีกครั้งด้วยระยะเวลาอย่างน้อย 1, 1.5 หรือ 2 บิต เพื่อเป็นการแสดงว่าสิ้นสุดข้อมูลแล้ว

อัตราความเร็วในการรับและส่งข้อมูลของการรับส่งแบบอะซิงโครนัส หรือ อัตราบอด หรือ บอดเรต (Baud rate) ที่ใช้สำหรับพอร์ตอนุกรมแบบ RS-232 มีด้วยกันหลายค่า ได้แก่ 110, 150, 300, 600, 1200, 2400, 4800, 9600 และ 19,200 บิตต่อวินาที โดยมีค่าเพิ่มขึ้นตามเทคโนโลยีของคอมพิวเตอร์ เนื่องจากบอดเรต คือค่าของจำนวนบิตที่สามารถส่งได้ใน 1 วินาที สมมุติว่าข้อมูลอนุกรมมีขนาด 8 บิต ไม่มีการตรวจสอบพาริตี มีบิตเริ่มต้น 1 บิต และ บิตปิดท้าย 1 บิต ความยาวที่ข้อมูล 1 ไบต์จะมีความยาวเท่ากับ 10 บิต ถ้าใช้บอดเรตในการส่งข้อมูลเท่ากับ 9600 บิตต่อวินาที ก็สามารถรับส่งข้อมูลได้ด้วยความเร็ว 960 ไบต์ต่อวินาที



รูปที่ 2.5 รูปแบบของข้อมูลอนุกรมแบบอะซิงโครนัส

การตรวจสอบพาริตีสามารถกำหนดให้เป็นแบบคี่ (Odd) แบบคู่ (Even) หรือ ไม่มีการตรวจสอบพาริตีก็ได้ พาริตีคู่หรือพาริตีคี่แสดงถึงจำนวนลอจิก “1” ทั้งหมดภายในข้อมูลที่ส่งไป 1 ไบต์ รวมบิตพาริตีว่าจำนวนคู่หรือคี่ ยกตัวอย่างข้อมูลที่ส่งมีขนาด 8 บิต มีค่าเท่ากับ 9HH หรือ 10011001B จะเห็นว่าข้อมูลในไบต์นี้มีจำนวนลอจิก “1” จำนวน 4 ตัว ซึ่งเป็นเลขคู่ ดังนั้นถ้ากำหนดค่าพาริตีเป็นคู่ ค่าของบิตพาริตีจะต้องมีลอจิกเป็น “0” แต่กำหนดค่าพาริตีเป็นคี่ ค่าของบิตพาริตีจะต้องมีลอจิก “1” เพื่อให้ข้อมูล 1 ไบต์รวมทั้งพาริตีเป็นคี่

บิตพาริตีถูกสร้างขึ้นจากภาคส่งข้อมูลของ UART (Universal Asynchronous Receiver Transmitter) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการรับส่งข้อมูลอนุกรม ซึ่งจะกล่าวถึงรายละเอียดนี้ภายหลัง ซึ่งภาครับจะต้องกำหนดคุณสมบัติในการตรวจสอบพาริตีที่ตรงกัน โดยจะตรวจสอบพาริตีเป็นคู่หรือพาริตีเป็นคี่ จากนั้นภาครับของ UART จะทำการตรวจสอบพาริตีที่เกิดขึ้นว่าเป็นคู่หรือคี่ โดยการนับจำนวนลอจิก “1” ทั้งหมดรวมทั้งบิตพาริตีด้วย ถ้ากำหนดพาริตีไว้เป็นคู่แต่อ่านค่าในการนับตัวเลขเป็นคี่ ทางภาครับจะแสดงข้อผิดพลาดออกมาให้ผู้ใช้ทราบ กระบวนการดังกล่าวเป็นวิธีการตรวจสอบความผิดพลาดที่เกิดขึ้นในการรับส่งข้อมูลที่ง่ายที่สุด แต่มันสามารถตรวจได้ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อมีบิตข้อมูลที่ทำกรรับส่งผิดพลาดเพียงบิตเดียวเท่านั้น ถ้าข้อมูลที่ทำกรส่งมีบิตที่ผิดพลาดมากกว่า 1 บิต การตรวจสอบวิธีนี้จะไม่ได้ผล สำหรับการตั้งพาริตีเป็น none นั้นทั้งภากรรับและภากรส่ง จะไม่มีการตรวจสอบพาริตี

คอมพิวเตอรืในรุ่น AT เกือบทั้งหมดจะใช้ไอซี UART เบอร์ 16450 และ 16550 ส่วนคอมพิวเตอรืในรุ่น XT ใช้ไอซี UART เบอร์ 8250 ไอซี UART เหล่านี้มีระดับแรงดันของลอจิกเป็นแบบทีทีแอล (+5V) แต่เพื่อให้มีแรงดันเป็นไปตามมาตรฐาน RS-232 และเพื่อให้การรับส่งข้อมูลสามารถทำได้ในระยะทางไกลมากขึ้น ระดับแรงดัน ทีทีแอลจะถูกแปลงเป็นระดับแรงดันที่สูงขึ้นโดยลอจิก “0” จะมีระดับแรงดัน -3V ถึง -12 V และ ลอจิก “1” มีระดับแรงดัน +3V ถึง +12 V

2.3.2 มาตรฐานพอร์ทอนุกรม RS-232

มาตรฐานการเชื่อมต่อแบบอนุกรม RS-232 เป็นมาตรฐานอุตสาหกรรมที่ออกแบบมาเพื่อใช้ในการส่งข้อมูลแบบอะซิงโครนัส 2 ทิศทาง โดยมาตรฐาน RS-232 ในอดีตนั้นถูกออกแบบมาเพื่อการส่งผ่านข้อมูลจากคอมพิวเตอรืไปยังโมเด็มเพียงอย่างเดียว เพื่อที่จะนำข้อมูลจากโมเด็มนี้ส่งผ่านสายโทรศัพท์ไปยังคอมพิวเตอรือีกชุดหนึ่งซึ่งอยู่ห่างไกลกัน โดยสมาคมอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ (Electronics Industries Association : EIA) ได้วางมาตรฐานที่มีชื่อเรียกกันว่า EIA RS-232 มาตรฐานนี้ในช่วงแรกจะใช้คอนเน็คเตอรืเป็นแบบ DB-9 โดยกำหนดความยาวสูงสุดของสายสัญญาณไว้ที่ 50 ฟุต มีระดับสัญญาณตั้งแต่ -3V ถึง -12 V แสดงว่ามีข้อมูล (mark) และ +3V ถึง +12 V แสดงว่าเป็นช่องว่าง (space)

มาตรฐาน RS-232 ถูกใช้ในการกำหนดรูปแบบการสื่อสารข้อมูลกันระหว่างอุปกรณ์เชื่อมต่อข้อมูล (Data Terminal Equipment: DTE) กับวงจรข้อมูลปลายทาง (Data Circuit Terminating: DCE) ซึ่งในพวกอุปกรณ์ DTE นั้นจะต้องเป็นอุปกรณ์ที่มีการประมวลผลในตัว เช่น ไมโครคอนโทรลเลอร์หรือไมโครคอมพิวเตอรื ซึ่งมีความสามารถในการสร้างบิตข้อมูลแบบอนุกรมได้ ส่วนอุปกรณ์ DCE ทำหน้าที่เป็นเพียงตัวรับข้อมูลที่ส่งมาจาก DTE เท่านั้น

ข้อแตกต่างของอุปกรณ์ DTE และ อุปกรณ์ DCE อย่างหนึ่งที่เราเห็นได้ชัดคือคอนเน็คเตอรืของ DTE จะเป็นตัวผู้ ส่วนคอนเน็คเตอรื ของ DCE จะเป็นตัวเมีย ซึ่งพอร์ทอนุกรมของคอมพิวเตอรืที่ใช้กันอยู่ทั่วไปจะเป็นแบบ DTE ส่วนคอนเน็คเตอรืที่อยู่ทีโมเด็มจะเป็นแบบ DCE สำหรับการใช้งานในคอมพิวเตอรืพอร์ทอนุกรม RS-232 ถูกใช้เพื่อเชื่อมต่อกับโมเด็ม, เมาส์ และ เครื่องพิมพ์ที่สามารถติดต่อทางพอร์ทอนุกรมได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.3 คอนเน็คเตอร์สำหรับพอร์ตอนุกรม RS-232 และการเชื่อมต่อ

มาตรฐานการเชื่อมต่อแบบ RS-232 จะใช้คอนเน็คเตอร์แบบ DB-25 ตัวผู้ หรือ DB-9 ตัวผู้ ซึ่งคอนเน็คเตอร์แบบ DB-25 จะมีขาต่อใช้งานเพียง 9 เส้น เช่นเดียวกับคอนเน็คเตอร์แบบ DB-9 เนื่องจากขาอื่นๆที่มีการใช้งานมาในอดีตไม่ค่อยมีความสำคัญมากนักจึงถูกยกเลิกไป โดยแสดงรูปร่างและตำแหน่งขาค้างรูปที่ 2.6

ขา Data Carrier Detect: DCD หรืออาจเรียกว่า Carrier Detect: CD ขานี้จะแอกทีฟเมื่อมีการส่งสัญญาณจากอุปกรณ์สื่อสารข้อมูล เช่น โมเด็ม

ขา Receive Data: RD หรือ RxD ขานี้ใช้เพื่อรับสัญญาณอนุกรมเข้ามายังคอมพิวเตอร์โดยจะนำข้อมูลที่อ่านได้ไปเก็บไว้ในรีจิสเตอร์บัฟเฟอร์

ขา Transmitted TD หรือ TxD ขานี้ใช้เพื่อส่งข้อมูลอนุกรมออกจากคอมพิวเตอร์โดยจะนำข้อมูลที่เก็บอยู่ในบัฟเฟอร์สำหรับส่งข้อมูลออกไป

ขา Data Terminal Ready: DTR เป็นขาเอาต์พุตที่ใช้ส่งสัญญาณออกจากคอมพิวเตอร์เพื่อให้อุปกรณ์ปลายทางรับรู้ว่าการติดต่อกับอุปกรณ์ปลายทาง โดยขา DTR นี้จะต้องเชื่อมต่อกับขา DDSR ของอุปกรณ์ปลายทาง และขา DTR ของอุปกรณ์ปลายทางจะต้องเชื่อมต่อกับขา DSR ของคอมพิวเตอร์ และถ้าใช้เชื่อมต่อแบบ 3 สาย จะต้องเชื่อมต่อกับขา DTR และ DSR ของพอร์ตอนุกรมเข้าด้วยกัน และ จะต้องเชื่อมต่อกับขา DCD ด้วยในกรณีที่โปรแกรมสื่อสารที่ใช้มีการตรวจจับสัญญาณพาห์

ขา Signal Ground: GND เป็นขากราวด์ของสัญญาณ

ขา Data Set Ready: DSR ขานี้จะใช้ควบคู่กับขา DTR เพื่อตรวจสอบการเชื่อมต่อกันระหว่างคอมพิวเตอร์กับอุปกรณ์ปลายทาง ซึ่งขา DSR นี้จะเป็นขาสำหรับข้อมูลจากภายนอก

ขา Request To Send: RTS เป็นขาเอาต์พุตสำหรับส่งสัญญาณร้องขอให้อุปกรณ์ปลายทางส่งข้อมูลมาให้คอมพิวเตอร์ โดยขาที่รับสัญญาณ RTS ก็คือขา CTS ซึ่งในกรณีที่มีการเชื่อมต่อแบบ 3 สาย จะต้องเชื่อมต่อกับขา RTS และ CTS เข้าด้วยกัน เพื่อให้การรับส่งข้อมูลเกิดขึ้นได้ตลอดเวลา

ขา Clear To Send: CTS เป็นขาอินพุตทำหน้าที่รอรับสัญญาณที่ส่งเข้ามา เมื่อมีการส่งสัญญาณเข้ามาที่ขานี้ ข้อมูลที่ขา TxD จะถูกส่งออกไป ขานี้ใช้เพื่อตรวจสอบอุปกรณ์ต่อพ่วงว่าพร้อมที่จะรับข้อมูลแล้วหรือยัง

ขา Ring Indicator: RI ใช้แสดงสัญญาณเรียกจากสายโทรศัพท์ ปกติในการสื่อสารโดยทั่วไปสายนี้จะไม่ถูกใช้งาน จะใช้งานก็ต่อเมื่อมีการเชื่อมต่อกับโมเด็ม แล้วยังมีความต้องการตรวจสอบสัญญาณเรียกจากสายโทรศัพท์

สำหรับการเชื่อมต่อสายระหว่างคอมพิวเตอร์กับอุปกรณ์ภายนอกแสดงดังรูปที่ 2.6 ลูกศรในรูปแสดงถึงทิศทางของข้อมูล การเชื่อมต่อในรูปที่ 2.6 เป็น การเชื่อมแบบ NULL MODEM หรือ

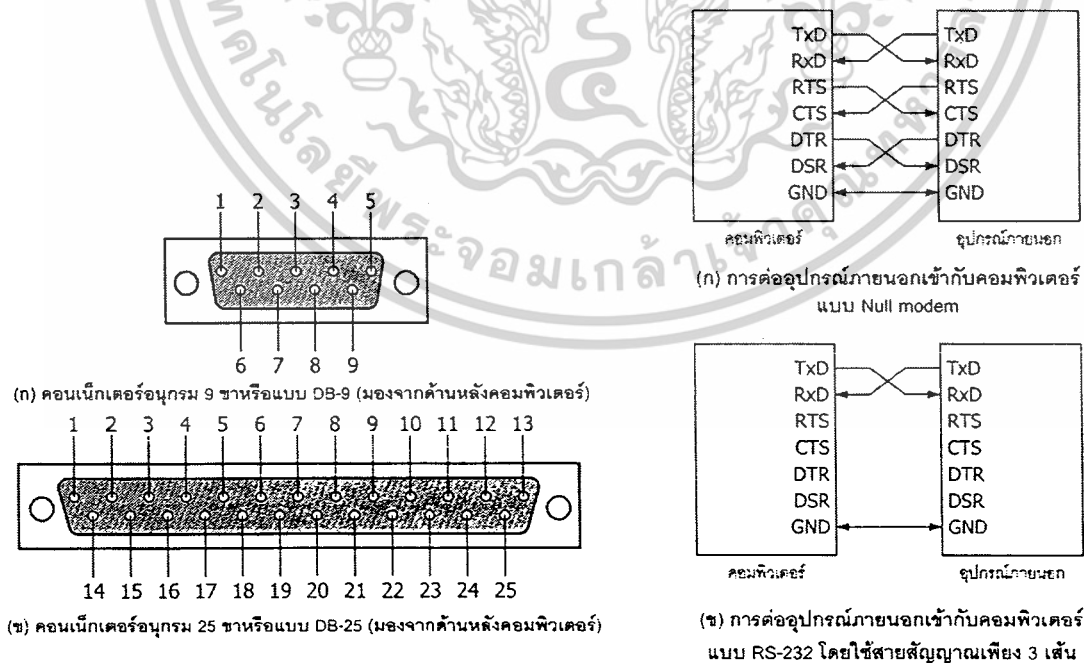
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเชื่อมต่อโดยใช้สายสัญญาณน้อยที่สุดเพียง 3 เส้น โดยเส้นหนึ่งสำหรับส่งข้อมูล อีกเส้นสำหรับรับข้อมูล และอีกเส้นเป็นกราวด์

ตารางที่ 2.2 การจัดขาสัญญาณของพอร์ตอนุกรมในแบบต่างๆและหน้าที่การทำงาน

คอนเน็กเตอร์	คอนเน็กเตอร์	ชื่อของสายสัญญาณ	ชนิดของสายสัญญาณ
DB-9	DB-25		
1	8	Data Carrier Detect: DCD	อินพุท
2	3	Received Data: RxD	อินพุท
3	2	Transmitted Data: TxD	เอาต์พุท
4	20	Data Terminal Ready: DTR	เอาต์พุท
5	7	Signal Ground: GND	-
6	6	Data Set Ready: DSR	อินพุท
7	4	Request To Send: RTS	เอาต์พุท
8	5	Clear To Send: CTS	อินพุท
9	22	Ring Indicator: RI	อินพุท



รูปที่ 2.6 ขาสัญญาณและการเชื่อมต่ออุปกรณ์ภายนอกเข้ากับคอมพิวเตอร์ผ่าน RS-232C
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.4 UART (Universal Asynchronous Receiver Transmitter)

UART ย่อมาจากคำว่า Universal Asynchronous Receiver Transmitter ซึ่งจะหมายถึง อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ในการรับและส่งข้อมูลแบบอะซิงโครนัสนั่นเอง สำหรับการสื่อสารอนุกรมบนคอมพิวเตอร์แล้ว UART ถือว่าเป็นหัวใจสำคัญของการสื่อสารแบบอนุกรม

หน้าที่หลักของ UART คือการแปลงข้อมูลที่อยู่ในรูปแบบขนานจากซีพียูให้อยู่ในรูปแบบอนุกรมแบบอะซิงโครนัส แล้วจะทำการส่งออกไป และทำการแปลงสัญญาณอนุกรมแบบอะซิงโครนัสที่ป้อนเข้ามายัง UART ให้เป็นแบบขนานก่อนที่จะส่งเข้าซีพียู ซึ่งนอกจาก UART จะส่งข้อมูลไปยังซีพียูแล้ว ยังแจ้งรายละเอียดอื่นๆของข้อมูลให้คอมพิวเตอร์รับทราบอีกด้วย อาทิ อัตราเร็วในการรับส่งข้อมูลหรือบอดเรต, รูปแบบการส่งข้อมูล, ความผิดพลาดที่เกิดขึ้นระหว่างการส่งข้อมูลเช่น ความผิดพลาดจากพาริตี, เฟรมข้อมูล, โอเวอร์รัน เป็นต้น

ภายใน UART จะมีวงจรสร้างบอดเรตโปรแกรมได้ (Programmable Baud rate Generator) โดยกำหนดค่าตัวหารให้กับสัญญาณนาฬิกาของ UART โดยตัวหารนี้จะมีขนาด 16 บิต ดังนั้นจึงสามารถกำหนดตัวหารอยู่ในช่วง 1-65,535

2.4 ทฤษฎีการรับส่งคลื่นวิทยุ

ในการส่งสัญญาณข้อมูลหรือข่าวสารใด ๆ ก็ตาม เราสามารถส่งได้ใน 2 ลักษณะ คือ ส่งสัญญาณแบบอนาล็อก เช่น การส่งสัญญาณข้อมูลผ่านเครือข่ายโทรศัพท์อนาล็อก ซึ่งสัญญาณที่ส่งออกไปนั้นมีความต่อเนื่องกันตลอดเวลา เช่น สัญญาณเสียง ส่วนการส่งสัญญาณแบบดิจิทัลคือการส่งสัญญาณข้อมูลที่มีแต่ “ON/OFF” หรือเป็นแบบเลขไบนารี (Binary)

2.4.1 การส่งสัญญาณข้อมูลแบบอนาล็อก

การส่งสัญญาณข้อมูลแบบอนาล็อก เป็นการส่งโดยไม่สนใจในสิ่งที่บรรจุรวมอยู่ในสัญญาณเลย สัญญาณอนาล็อกที่ทำการส่งออกไป พลังงานจะอ่อนลงเรื่อย ๆ เมื่อระยะทางเพิ่มขึ้น ดังนั้นในการส่งสัญญาณอนาล็อกไประยะไกล ๆ จึงต้องอาศัยเครื่องขยายสัญญาณหรือ Amplifier เพื่อเพิ่มพลังงานให้กับสัญญาณ แต่ในการใช้เครื่องขยายสัญญาณจะมีการสร้างสัญญาณรบกวนขึ้น (Noise) จึงต้องการวงจรกรองสัญญาณ (Filter) เพื่อกรองเอาสัญญาณรบกวนออกอีก

2.4.2 การส่งสัญญาณข้อมูลแบบดิจิทัล

การส่งสัญญาณข้อมูลแบบดิจิทัลจะสนใจทุกสิ่งทุกอย่างที่บรรจุมาในสัญญาณ เมื่อระยะทางเพิ่มมากขึ้นจะทำให้สัญญาณดิจิทัลจางหายไปได้ จึงจำเป็นต้องใช้อุปกรณ์ทบทวนสัญญาณหรือ Repeater เสียก่อน แล้วจึงส่งสัญญาณที่ถูกรับใหม่ออกไปต่อไปเราจะเลือกใช้วิธีการส่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตนแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญญาณข้อมูลเป็นแบบอนาล็อกหรือแบบดิจิทัล ขึ้นอยู่กับว่าระยะทางในการส่งข้อมูลนั้นใกล้หรือไกล ถ้าเป็นระยะทางไกล ๆ ควรเลือกใช้วิธีการส่งสัญญาณข้อมูลเป็นแบบอนาล็อก

2.4.3 การมอดูเลตสัญญาณ (Signal Modulation)

เมื่อต้องการจะส่งสัญญาณเสียงหรือข้อมูลผ่านช่องทางการสื่อสาร ต้องอาศัยพลังงานไฟฟ้าช่วยพาสัญญาณเหล่านั้นให้เคลื่อนย้ายจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่ง ขั้นตอนในการเพิ่มพลังงานไฟฟ้างี้เรียกว่า การมอดูเลต (Modulation) พลังงานไฟฟ้าซึ่งมีความถี่สูงและคงที่ รวมทั้งมีแอมพลิจูด (ขนาด) สูงด้วยนั้นเราเรียกว่า สัญญาณคลื่นพาห์ (Signal Carrier) อุปกรณ์สำหรับมอดูเลตสัญญาณ (Modulator) จะสร้างสัญญาณคลื่นพาห์และรวมเข้ากับสัญญาณข้อมูล เพื่อให้สัญญาณมีความแรงพอที่จะส่งผ่านสื่อกลางไปยังอีกจุดหนึ่งที่อยู่ไกลออกไปได้ และเมื่อถึงปลายทางก็จะมีอุปกรณ์ซึ่งทำหน้าที่แยกสัญญาณคลื่นพาห์ออกให้เหลือเพียงสัญญาณข้อมูล เราเรียกวิธีการแยกสัญญาณนี้ว่า การดีมอดูเลต (Demodulation)

2.4.3.1 การมอดูเลตสัญญาณอนาล็อก

การมอดูเลตสัญญาณอนาล็อก วิธีการมอดูเลตสัญญาณอนาล็อกเพื่อส่งผ่านไปนในช่องทางการสื่อสารอนาล็อกนั้นมี 3 วิธีด้วยกันคือ

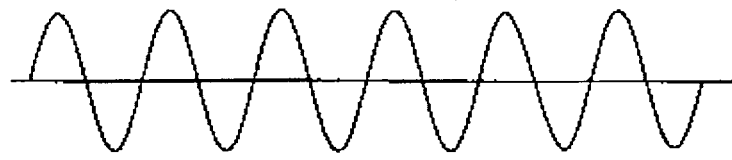
1. การมอดูเลตทางแอมพลิจูด (Amplitude Modulation, AM)
2. การมอดูเลตทางความถี่ (Frequency Modulation, FM)
3. การมอดูเลตทางเฟส (Phase Modulation, PM)

2.4.3.1.1 การมอดูเลตทางแอมพลิจูด (AM)

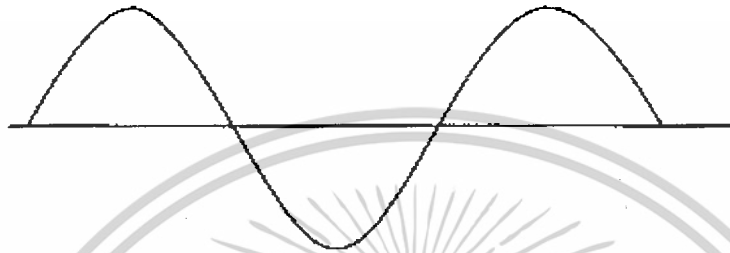
การมอดูเลตแบบ AM เป็นวิธีการที่ดั้งเดิมที่สุดและสะดวกที่สุด จากรูปที่ 2.7 จะเห็นว่าความถี่ของสัญญาณคลื่นพาห์จะคงที่และสูงกว่าความถี่ของสัญญาณข้อมูล เพื่อให้สามารถพาสัญญาณข้อมูลไปได้ระยะทางไกล ๆ จะเห็นว่าสัญญาณ AM ที่มอดูเลตแล้วจะมีความถี่เท่ากับความถี่ของสัญญาณคลื่นพาห์ โดยมีขนาดหรือแอมพลิจูดของสัญญาณเปลี่ยนแปลงไปตามแอมพลิจูดของสัญญาณข้อมูล

ข้อเสียของการมอดูเลตแบบ AM คือ แบนด์วิดท์ของสัญญาณ AM เป็นย่านความถี่ที่ไม่สูงนัก ทำให้สัญญาณรบกวน (Noise) จากภายนอกสามารถเข้ามารบกวนได้ง่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



สัญญาณคลื่นพาห้



สัญญาณข้อมูล



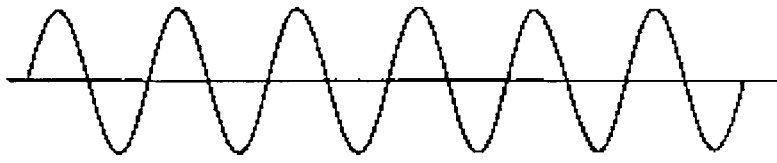
สัญญาณมอดูเลต AM

รูปที่ 2.7 การมอดูเลตสัญญาณแบบ AM

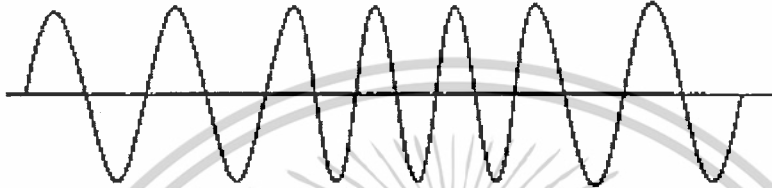
2.4.3.1.2 การมอดูเลตทางความถี่ (FM)

สัญญาณมอดูเลตแบบ FM (ดูรูป 2.8) จะมีแอมพลิจูดคงที่ แต่ความถี่ของสัญญาณจะไม่คงที่เปลี่ยนแปลงไปตามความถี่ของสัญญาณข้อมูล ข้อเสียของการมอดูเลตแบบ FM คือต้องการแบนด์วิดท์ที่มีขนาดกว้างเนื่องจากสัญญาณข้อมูลมีหลายความถี่ ดังนั้นจึงต้องหาวัสดุที่เป็นสายสื่อสารที่มีขนาดของแบนด์วิดท์กว้าง ทำให้ราคาของสายสื่อสารสูงขึ้นตามไปด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

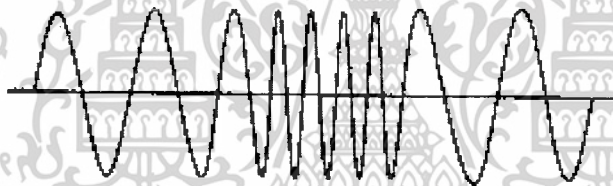


สัญญาณคลื่นพาห์



สัญญาณข้อมูล

ก.



สัญญาณมอดูเลต FM

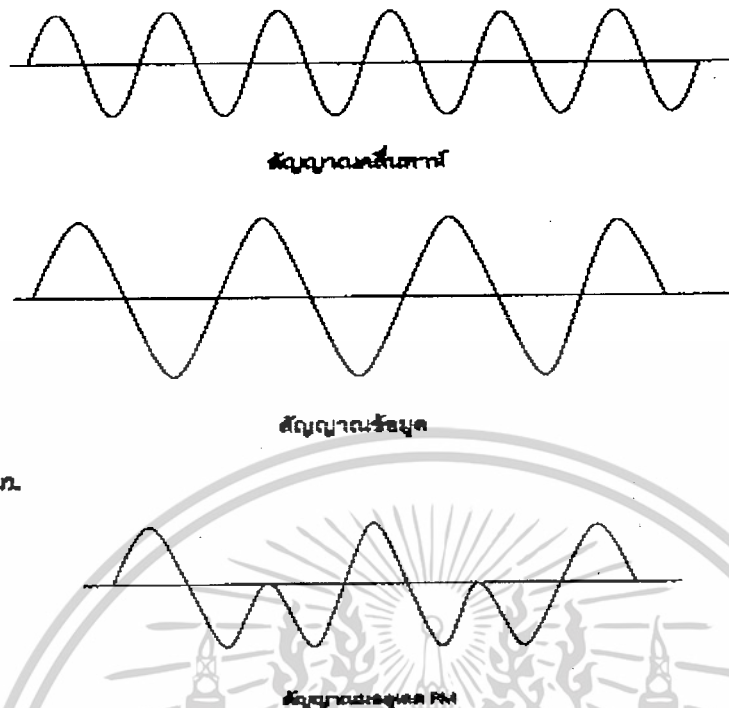
ข.

รูปที่ 2.8 การมอดูเลตสัญญาณแบบ FM

2.4.3.1.3 การมอดูเลตทางเฟส (PM)

เป็นวิธีที่ดีในการส่งสัญญาณข้อมูล คอมพิวเตอร์ ที่ต้องการความเร็ว นิยมส่งผ่านระบบโทรศัพท์ ในการมอดูเลตแบบ PM ครึ่งรอบของสัญญาณเราคิดเป็นมุมเฟสเท่ากับ 180 องศา และเมื่อครบรอบจะคิดเป็น 360 องศา สัญญาณมอดูเลตจะมีการเปลี่ยน (กลับ) มุมเฟสทุกครั้ง ที่มุมเฟสของสัญญาณข้อมูลต่างจากมุมเฟสของสัญญาณคลื่นพาห์เท่ากับ 180 องศา ดูรูป 2.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.9 การมอดูเลตสัญญาณแบบ PM

2.4.4 การแปลงสัญญาณดิจิทัลเป็นสัญญาณอนาล็อก (D/A)

อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ที่ทำหน้าที่แปลงสัญญาณข้อมูลดิจิทัลให้เป็นสัญญาณอนาล็อก ย่นความถี่เสียง เราเรียกว่า โมเด็ม (MODEM หรือ MOdulator-DEModulator)

เทคนิคการแปลงสัญญาณข้อมูลดิจิทัลให้เป็นสัญญาณอนาล็อกนั้นมีอยู่ด้วยกัน 3 วิธีคือ

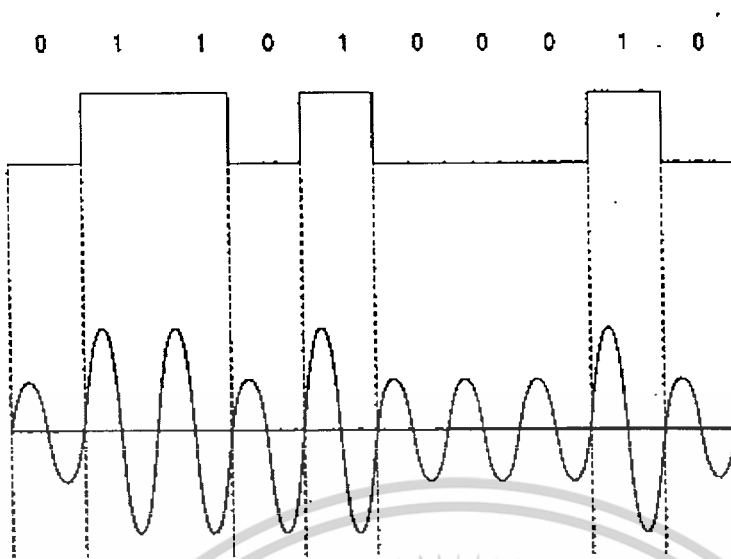
1. การมอดูเลตเชิงเลขทางแอมพลิจูด (Amplitude-Shift Keying หรือ ASK)
2. การมอดูเลตเชิงเลขทางความถี่ (Frequency-Shift Keying หรือ FSK)
3. การมอดูเลตเชิงเลขทางเฟส (Phase-Shift Keying หรือ PSK)

2.4.4.1 การมอดูเลตเชิงเลขทางแอมพลิจูด (ASK)

การมอดูเลตเชิงเลขทางแอมพลิจูด (ASK) ตามรูป 2.10 ความถี่ของคลื่นพาห้ (Carrier Wave) ซึ่งทำหน้าที่นำสัญญาณอนาล็อกผ่านตัวกลางสื่อสารนั้น จะคงที่ ลักษณะของสัญญาณมอดูเลต เมื่อค่าของบิตของสัญญาณข้อมูลดิจิทัลมีค่าเป็น “1” ขนาดของคลื่นพาห้จะสูงขึ้นกว่าปกติ และเมื่อบิตมีค่าเป็น “0” ขนาดของคลื่นพาห้จะตกลงกว่าปกติ

การมอดูเลต ASK มักไม่ค่อยได้รับความนิยม เพราะจะถูกรบกวนจากสัญญาณอื่น

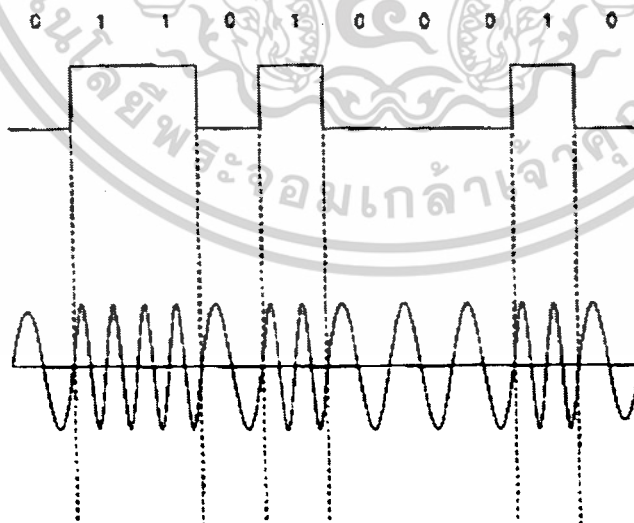
ได้ง่ายนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.10 การแปลงสัญญาณ D/A แบบ ASK

2.4.4.2 การมอดูเลตเชิงเลขทางความถี่ (FSK)

การมอดูเลตเชิงเลขทางความถี่ (FSK) ในการมอดูเลตแบบ FSK ขนาดของคลื่นพาห์จะไม่เปลี่ยนแปลง ที่เปลี่ยนแปลงคือความถี่ของคลื่นพาห์ นั่นคือเมื่อบิตมีค่าเป็น “1” ความถี่ของคลื่นพาห์จะสูงกว่าปกติ และเมื่อบิตมีค่าเป็น “0” ความถี่ของคลื่นพาห์ก็จะต่ำกว่าปกติ (ดูรูป 2.11)

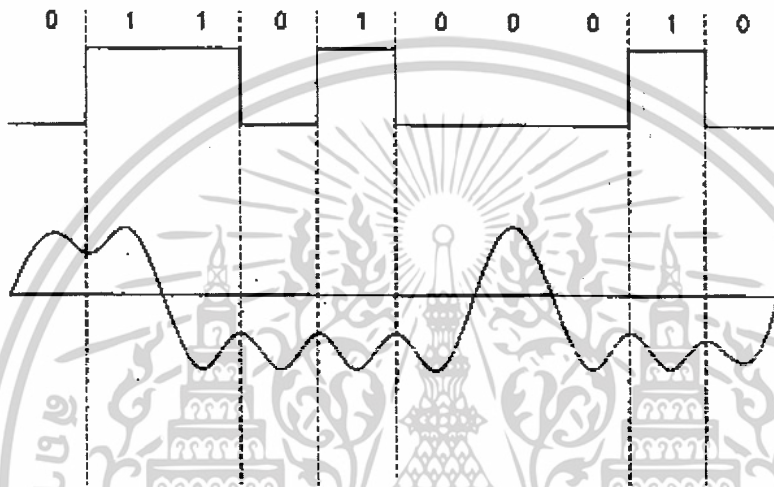


รูปที่ 2.11 การแปลงสัญญาณ D/A แบบ FSK

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.4.3 การมอดูเลตเชิงเลขทางเฟส (PSK)

การมอดูเลตเชิงเลขทางเฟส (PSK) หลักการของ PSK คือค่าของขนาดและความถี่ของคลื่นพาห้จะไม่มีเปลี่ยนแปลง แต่ที่จะเปลี่ยนคือเฟสของสัญญาณ กล่าวคือเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงสถานะของบิตจาก “1” ไปเป็น “0” หรือเปลี่ยนจาก “0” ไปเป็น “1” เฟสของคลื่นจะเปลี่ยน (Shift) ไป 180 องศา ด้วยวิธีการแบบ PSK จะมีสัญญาณรบกวนเกิดขึ้นน้อยที่สุด ได้สัญญาณที่มีคุณภาพดีที่สุด แต่วงจรการทำงานจะยุ่งยากกว่าและราคาสูงกว่า



รูปที่ 2.12 การแปลงสัญญาณ D/A แบบ PSK

2.4.5 เครื่องส่งสัญญาณคลื่นวิทยุ (Radio Transmitters)

จุดเริ่มต้นของการส่งคลื่นวิทยุนั้นประกอบด้วยการสร้างสัญญาณที่เป็นสื่อ หรือพาหะที่เรียกว่า Carrier Generator นำสัญญาณมามอดูเลตกับสัญญาณข้อมูล แล้วจึงทำการขยายสัญญาณเพื่อส่งออกไปยังสายอากาศหรือตัวนำคลื่นเป็นสัญญาณความถี่วิทยุ (RF) ส่วนประกอบของเครื่องส่งสัญญาณคือ

1. วงจรสร้างสัญญาณพาหะ (Carrier Generator) โดยส่วนมากจะเป็นวงจรคริสตอลออสซิลเลเตอร์ (Crystal Oscillator) ซึ่งจะให้สัญญาณความถี่ที่ต้องการได้เที่ยงตรง และมีประสิทธิภาพ โดยส่วนมากมักมีการต่อวงจรขยายแบบบัพเฟอร์เข้าไปเพื่อแยกวงจรออสซิลเลเตอร์ออกจากโหลด เป็นการป้องกันการเปลี่ยนแปลงความถี่เนื่องจากค่าโหลดของวงจรออสซิลเลเตอร์มีการเปลี่ยนแปลงไป

2. วงจรมอดูเลตสัญญาณ (Modulator) ทำการแปลงคุณสมบัติของสัญญาณพาหะให้มีลักษณะตามการเปลี่ยนของข้อมูลหรือเสียงพูดที่ต้องการส่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. วงจรขยาย (Amplifier) เป็นการขยายในรูปแบบต่างๆ ในขั้นตอนที่ต่างกัน เช่น ขยายสัญญาณสุดท้ายก่อนที่จะออกไปที่สายอากาศ สำหรับวงจรขยายมีการจัดออกเป็นหลายแบบมีการเรียกเป็นคลาส (class) ตามวิธีการไบอัสวงจรขยายต่อไปนี้

3.1 วงจรขยายคลาสเอ (Class A) เป็นวงจรที่ต่อทรานซิสเตอร์แบบที่มีการไบอัสให้วงจรทรานซิสเตอร์ มีกระแสไหลผ่านขาคอลเลกเตอร์ (Collector) หรือที่เรียกว่ากระแสเดรน (Drain Current) ตลอดเวลาเป็นวงจรแบบเชิงเส้น (Linear Amplifier) เนื่องจากสัญญาณที่ได้ในขาออกเป็นสัดส่วนโดยตรงกับสัญญาณขาเข้า แต่วงจรคลาสเอเป็นวงจรขยายที่ไม่ค่อยมีประสิทธิภาพเนื่องจากวงจรมีการขยายสัญญาณโดยทำงานตลอดลูกคลื่นหรือที่เรียกว่าครบ 360 องศา ดังนั้นวงจรขยายคลาสเอจึงไม่เหมาะที่จะเป็นวงจรขยายกำลัง (Power Amplifier) เพราะโดยปรกติมักใช้ในวงจรขยายกำลังต่ำ (Low Power Amplifier) เช่น วงจรขยายแบบบัฟเฟอร์ (Buffer Amplifier)

3.2 วงจรขยายคลาสบี (Class B) เป็นวงจรขยายที่ต่อทรานซิสเตอร์แบบที่มีการไบอัสให้ทรานซิสเตอร์อยู่ในช่วงคัทออฟ (Cut Off) เป็นภาวะที่ไม่มีกระแสไหล โดยปรกติเมื่อไม่มีสัญญาณขาเข้าก็จะมีกระแสไหลที่ขาคอลเลกเตอร์ ตัวทรานซิสเตอร์จะทำงานนำกระแสเพียงช่วงครึ่งลูกของสัญญาณไซน์คือ จะทำงานเพียง 180 องศาของสัญญาณขาเข้า มีเพียงสัญญาณครึ่งลูกเท่านั้นที่ถูกขยาย ดังนั้นในเวลาที่ต้องการขยายสัญญาณเต็มลูกคลื่นจึงมีการต่อวงจรที่เรียกว่า Push-Pull โดยใช้วงจรขยายคลาสบีสองชุดทำงานในช่วงสัญญาณบวก และสัญญาณลบสลับต่อเนื่องกันไป วงจรขยายคลาสบีมีประสิทธิภาพดีกว่าวงจรขยายคลาสเอ เนื่องจากการไหลของกระแสไฟจะเกิดเพียงช่วงหนึ่งของสัญญาณเท่านั้น ซึ่งเหมาะสำหรับวงจรขยายกำลัง แต่สัญญาณที่ได้ก็ยังมีคามเพี้ยนผิดรูปแบบ (Distortion) อยู่

3.3 วงจรขยายคลาสเอบี (Class AB) เป็นวงจรขยายที่มีการไบอัสทรานซิสเตอร์ให้อยู่ในช่วงที่เกือบจะคัทออฟจึงมีกระแสไหลที่ขาคอลเลกเตอร์น้อย ทำให้เมื่อมีสัญญาณเข้ามาก็จะทำงานในช่วงของสัญญาณที่มากกว่า 180 องศาแต่ไม่ถึง 360 องศาของลูกคลื่นไซน์และก็มีมักมีการต่อใช้ในรูปแบบของวงจรขยายแบบ Push-Pull เช่นเดียวกับคลาสบี มีความเป็นเชิงเส้นมากกว่าแต่มีประสิทธิภาพน้อยกว่า

วงจรขยายในแบบคลาสเอ คลาสบี คลาสเอบี เช่น วงจรขยาย AM แบบกำลังต่ำหรือซิงเกิลไซด์แบนด์ (Single Side Band : SSB) วงจรขยายแบบไม่เชิงเส้น เช่น วงจรขยายคลาสซี (Class C) ที่เป็นวงจรซึ่งมักใช้มากในเครื่องส่งแบบ AM และ FM สำหรับการขยายกำลัง (Power Amplifier) ในรูปของวงจรจับ วงจรคูณความถี่ (Frequency Multiplier) และวงจรขยายภาคสุดท้าย (Final Multiplier)

3.4 วงจรขยายคลาสซี (Class C) เป็นวงจรทรานซิสเตอร์ที่ทำให้มีการนำสัญญาณเพียงส่วนที่น้อยกว่า 180 องศาของลูกคลื่นไซน์ขาเข้า วิธีการไบอัสทรานซิสเตอร์สำหรับคลาสซีมีอยู่ด้วยกัน 3 แบบคือ ไบอัสด้วยสัญญาณ (Signal Bias) ไบอัสด้วยวงจรถ่ายนอก (External Bias) เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนไว้สำหรับนักเรียนเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปเผยแพร่ในสื่อออนไลน์ใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไบอัสด้วยตนเอง (Self Bias) และปรกติมีมุมช่วงทำงานของวงจรรออยู่ในช่วง 90 องศาถึง 150 องศา นั้นหมายถึงมีเพียงสัญญาณพัลส์เล็ก ๆ เท่านั้นที่ออกมา ดังนั้นการทำให้มีสัญญาณขยายเต็มลูกคลื่น จะต้องมีการนำวงจรเรโซแนนท์ (Resonant Tuned Circuit) มาต่อเข้าที่ขาออกเพื่อที่จะได้ สัญญาณลูกคลื่นรูปไซน์เต็มลูกคลื่น เช่น การทำงานแบบคู่ขนาน (Parallel Tuned Circuit) ที่จะทำให้เกิดสัญญาณความถี่ที่ความถี่เรโซแนนท์เมื่อใดก็ตามที่ได้รับสัญญาณพัลส์จากวงจรขยาย วงจร แบบคู่ขนานประกอบด้วยคาปาซิเตอร์ (Capacitor) และลวดตัวนำ (Inductor) เมื่อได้รับสัญญาณ พัลส์ก็จะเกิดการถ่ายทอดพลังระหว่างคาปาซิเตอร์และลวดตัวนำ ซึ่งเรียกว่า ปรากฏการณ์ฟลายวีล (Fly Wheel Effect) ซึ่งจะสร้างสัญญาณลูกคลื่นไซน์ที่ความถี่เรโซแนนท์ ขณะเดียวกันวงจรแบบ ดังกล่าวก็ทำหน้าที่กรองสัญญาณความถี่ฮาร์โมนิกที่ไม่ต้องการออกด้วย วงจรขยายคลาสซี สามารถใช้เป็นวงจรความถี่ได้ โดยการต่อกับวงจรเรโซแนนท์ที่สร้างความถี่เป็นจำนวนเต็ม เท่าของสัญญาณความถี่เข้า และที่เหนือกว่าคลาสอื่น ๆ ก็คือคลาสซีมีการขยายสัญญาณขาเข้าเพียง ช่วงเวลาสั้น ๆ เท่านั้น ดังนั้นจึงมีประสิทธิภาพที่ดีที่สุด

4. วงจรอิมพีแดนซ์แมตชิ่ง (Impedance Matching Circuit) เป็นวงจรที่ใช้สำหรับเชื่อมต่อ ระหว่างวงจรขยายความถี่วิทยุ (RF Amplifier) ในแต่ละภาคเพื่อให้ได้กำลังส่งที่มากที่สุด การที่จะ ทำให้มีการถ่ายพลังงานมากที่สุดจากวงจรขยายชุดหนึ่งไปยังอีกชุดหนึ่ง จะต้องมีค่าอิมพีแดนซ์ของ วงจรแรกเท่ากับค่าอิมพีแดนซ์ขาเข้าของวงจรถัดไป วงจรอิมพีแดนซ์แมตชิ่ง โดยทั่วไปเป็นวงจร ของตัวนำและตัวเก็บประจุ LC (Inductor and Capacitor) ที่มีรูปแบบการต่อต่าง ๆ กัน เช่น โครงข่ายรูป L และโครงข่ายรูป T หรืออาจจะเป็นหม้อแปลงรูปโดนัทที่แกนผงเหล็กเรียกว่า Toroid

5. วงจรกระบวนการเสียง (Speech Processing Circuit) เป็นวงจรอีกส่วนหนึ่งซึ่งทำหน้าที่ เกี่ยวกับเสียงในระบบของเครื่องส่ง เช่น ในเครื่องส่งอาจมีวงจรที่ใช้สำหรับป้องกันการมอดูเลชัน มากเกินไป (Over Modulation) หรือตัวอย่างของวงจรกระบวนการเสียง เช่น วงจรจำกัดขนาดของ เสียง (Voice Clipper) ซึ่งใช้ไดโอดในการลดแอมพลิจูดของสัญญาณในการมอดูเลตสัญญาณเสียง เครื่องรับสัญญาณ (Communication Receivers)

หน้าที่ของเครื่องรับสัญญาณคือ ทำการเลือกช่องสัญญาณที่ต้องการออกมาจากสัญญาณ อื่น ๆ ที่ถูกส่งออกมาในอากาศ และขยายสัญญาณกลับไปเป็นสัญญาณข้อมูลที่ส่งมาได้โดยปรกติ เครื่องรับจะมีปัจจัย 2 ประการที่ต้องคำนึงถึงดังนี้

1. ค่าซีเล็กติวิตี (Selectivity) หมายถึงความสามารถในการรับสัญญาณที่ต้องการเข้ามา เท่านั้น หากเครื่องรับสัญญาณมีค่าซีเล็กติวิตี (Selectivity) ที่ดีก็จะสามารถรับสัญญาณที่ต้องการ เข้ามาเท่านั้นและกำจัดช่องสัญญาณข้างเคียงที่ไม่ต้องการออกไปได้

2. ค่าเซ็นซิวิตี (Sensitivity) หมายถึงความสามารถในการรับสัญญาณที่ต้องการที่มีขนาดเล็กหรือสัญญาณอ่อน แล้วนำมาขยายให้ได้สัญญาณที่มีความแรงมากขึ้น โดยปรกติค่าเซ็นซิวิตีจะ

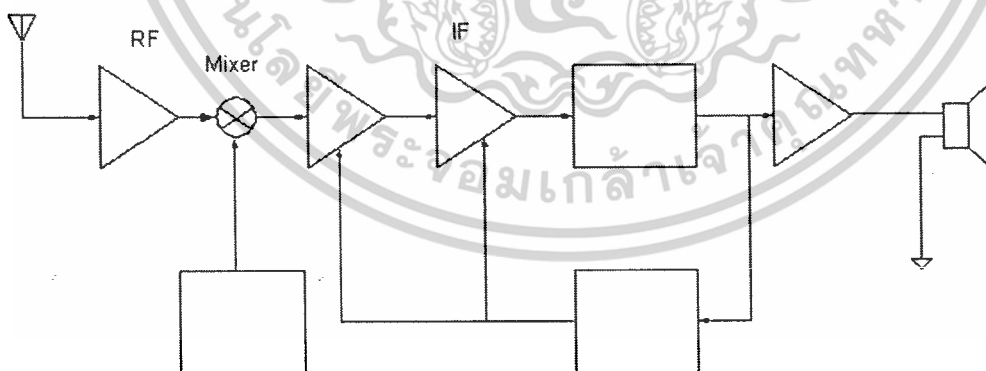
ต่ำกว่าค่าที่ส่งมาในอากาศ และขยายสัญญาณกลับไปเป็นสัญญาณข้อมูลที่ส่งมาได้โดยปรกติ

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แสดงถึงการขยายสัญญาณด้วย นั่นก็คือยังมีกำลังขยายมากค่าเช่นทวีตี้งดี และจะแสดงอยู่ในรูปที่ 2.13 ของค่าแรงดันของสัญญาณขาเข้าที่มีขนาดเล็กที่สุด ซึ่งสามารถขยายสัญญาณได้มากกว่า 10 เท่าของสัญญาณรบกวน

สำหรับเครื่องรับที่มีรูปแบบง่ายได้แก่เครื่องจูนความถี่วิทยุ TRF (Tuned Radio Frequency Receiver) ซึ่งมีการทำงานดังนี้ สัญญาณที่รับเข้ามาทางสายอากาศจะถูกต่อเข้ากับวงจรจูน ซึ่งมีการต่อกับวงจรขยายที่เป็นวงจรสำหรับภาคความถี่คลื่นวิทยุ วงจรจูนอาจมีการต่อขนานกันหลายชั้น ซึ่งอาจช่วยเพิ่มค่าซีเล็กติวิตี้ให้กับเครื่องรับ ส่วนวงจรขยายสัญญาณภาคความถี่ย่านคลื่นวิทยุ (RF Radio Frequency Amplifier) ก็ได้ช่วยให้เครื่องรับมีค่าเช่นทวีตี้งดีขึ้น เป็นการขยายสัญญาณที่รับเข้ามาก่อนที่จะนำไปเข้าวงจรตรวจจับสัญญาณ (Detector) ผลที่ได้ก็จะเป็นสัญญาณข้อมูลหรือสัญญาณเสียงที่สามารถนำมาขยายต่อในวงจรขยายภาคสัญญาณความถี่เสียง (AF Audio Frequency Amplifier) ให้ได้สัญญาณออกมาที่ลำโพง วงจรเครื่องรับในแบบ TRF นั้นยังมีความยุ่งยากในการปรับความถี่อยู่มากเนื่องจากการปรับวงจรจูนที่มีหลายชุดต่อ ๆ กันจะต้องทำการปรับหลายครั้ง ต่อมาในภายหลังจึงมีการต่อวงจรหลาย ๆ ชุดเข้าด้วยกันทำให้การปรับเครื่องรับสัญญาณง่ายขึ้น ปัญหาที่สำคัญอีกอย่างของเครื่องรับสัญญาณแบบ TRF ก็คือค่า ซีเล็กติวิตี้จะเปลี่ยนแปลงไปตามค่าของความถี่สัญญาณที่สูงขึ้น โดยค่าซีเล็กติวิตี้จะมีค่าที่ดีที่ความถี่ต่ำ

เครื่องรับที่มีการแก้ไขปัญหานี้ข้างต้นได้ก็คือเครื่องรับที่เรียกว่า ซูเปอร์เฮเทอโรไดน์ (Superheterodyne) หลักการของวงจรซูเปอร์เฮเทอโรไดน์ก็คือ การแปลงความถี่ของสัญญาณที่เข้ามาให้เป็นความถี่ค่ากลางค่าหนึ่งซึ่งเรียกว่า ความถี่ไอเอฟ (IF Intermediate Frequency)



รูปที่ 2.13 วงจรซูเปอร์เฮเทอโรไดน์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรรูเปอร์เฮตเทอร์โรคายน สามารถใช้วงจรรขยายเพียงชุดเดียวก็สามารถให้ค่าซีเล็กติวิตี และค่าเซ็นซิวิตีที่ดีได้ วงจรหลักในเครื่องรับซูเปอร์เฮตเทอร์โรคายน คือ วงจรมิกเซอร์ ซึ่งจะทำให้การแปลงความถี่ของสัญญาณที่เข้ามา

วงจรรขยายสัญญาณความถี่วิทยุให้ค่ากำลังขยาย และค่าซีเล็กติวิตีในช่วงแรกๆ ที่เรียกว่า ปริซีเล็กเตอร์ (Pre selector) ถัดมาในภาคที่สองเป็นวงจรรจูน (Tuned Circuit) สำหรับช่วยในการเลือกสัญญาณที่ต้องการหรือช่วงสัญญาณที่ต้องการ วงจรรจูนอาจสร้างให้มีค่า Q สูง ๆ ทำให้มีค่าซีเล็กติวิตีดีขึ้นแต่โดยปกติแล้ววงจรรจูนในภาคนี้มักต้องทำงานในช่วงความถี่กว้าง เพื่อให้สามารถรับสัญญาณได้หลายช่อง ในเครื่องรับบางเครื่องอาจไม่ใช้วงจรรขยายสัญญาณความถี่วิทยุในชุดแรก เนื่องจากไม่มีความจำเป็น เพราะความแรงของสัญญาณที่ได้รับอาจมีมากอยู่แล้ว เช่น ในสัญญาณความถี่ต่ำ แต่จะไปขยายสัญญาณอีกครั้งในภาคความถี่ตัวกลาง (IF Amplifier) แต่โดยทั่วไปจะเป็นการดีกว่าที่จะมีวงจรรขยายความถี่วิทยุอยู่เพื่อเพิ่มค่าเซ็นซิวิตี เนื่องจากว่าจะได้กำลังขยายมากขึ้น และเพิ่มค่าซีเล็กติวิตี เพราะเป็นวงจรรจูนอยู่ด้วยส่วนหนึ่ง และทำให้อัตราส่วนของสัญญาณที่ต้องการต่อสัญญาณรบกวนมากขึ้นด้วย (Signal to Noise Ratio) อีกเหตุผลหนึ่งที่จะต้องมีวงจรรขยายความถี่วิทยุ เพราะจะช่วยแยกสัญญาณรบกวนที่อาจจะเกิดขึ้นกับเครื่องรับข้างเคียงที่เป็นผลมาจากการแพร่กระจายของสัญญาณจากวงจร โลคอลลอสซิลเลเตอร์ (Local Oscillator) ที่ผ่านไปทางสายอากาศได้สัญญาณจาก LO มีความแรงมากอาจจะรั่วไหลและไปเข้าที่ขาของวงจรมิกเซอร์ได้ในการสร้างวงจรรขยายและวงจรมิกเซอร์ หากใช้อุปกรณ์ทรานซิสเตอร์แบบไบโพลาร์ (Bipolar Transistor)

สัญญาณที่ได้ออกมาจากมิกเซอร์จะเป็นผลรวม และผลต่างของความถี่ของสัญญาณขาเข้า และสัญญาณความถี่คงที่จาก LO และจะมีวงจรรจูนซึ่งเป็นวงจรรองเพื่อเลือกเอาสัญญาณผลต่างของความถี่ที่ต้องการออกมา นั่นคือค่า ความถี่กลาง (Intermediate Frequency) วงจรของมิกเซอร์อาจสร้างจากไดโอดหรือบาลานซ์มอดูเลเตอร์ (Balance Modulator) สำหรับเครื่องรับที่สามารถรับสัญญาณได้ในความถี่หนึ่ง ๆ วงจร LO จะต้องสามารถจูนได้ ความถี่ของวงจรรต้องสามารถเปลี่ยนได้ในช่วงความถี่ค่อนข้างกว้าง เพื่อที่จะทำให้วงจรมิกเซอร์สามารถแปลงความถี่เข้ามาให้เป็นความถี่กลาง IF ได้ ในวงจรทั่วไปมิกเซอร์และ LO จะเป็นวงจรรแยกกัน แต่สำหรับวงจรรความถี่ต่ำ มิกเซอร์อาจจะรวมกับ LO ได้ซึ่งเรียกว่าวงจรรแปลง (Converter)

สัญญาณขาออกของมิกเซอร์เป็นสัญญาณที่ความถี่กลาง ซึ่งมีคุณสมบัติของสัญญาณที่ถูกมอดูเลตจากค่านเครื่องส่งเช่นเดียวกับสัญญาณที่ถูกส่งมาจะถูกขยาย โดยวงจรรขยายความถี่กลางอีกหลายชุด และในเครื่องรับส่วนใหญ่จะมีวงจรรขยายอยู่ในภาคความถี่กลางเมื่อ IF มักอยู่ในช่วงความถี่ต่ำกว่าสัญญาณขาเข้า วงจรรขยายความถี่กลางก็จะถูกออกแบบได้ง่ายกว่า และมีค่าซีเล็กติวิตีดีกว่า พร้อมกันนี้ก็จะมีการสร้างวงจรรจูนในภาคนี้ด้วยซึ่งก็จะให้ค่าซีเล็กติวิตีที่ดีขึ้นอีกระดับหนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรรวมในที่นี้ก็คือวงจรรองแบบคริสตอล (Crystal) แมคคานิคอล (Mechanicak) เซรามิก (Ceramic)

สัญญาณ IF จะถูกส่งต่อไปเข้าวงจรตรวจจับหรือดีมอดูเลเตอร์ (Demodulator) ซึ่งทำหน้าที่แปลงสัญญาณที่เข้ามาให้กลับคืนเป็นสัญญาณข้อมูลเดิมหรือเสียงพูดจากต้นทาง ผลลัพธ์ที่ได้จะถูกขยายโดยวงจรขยายสัญญาณคลื่นเสียง (Audio Amplifier) เพื่อให้ได้ค่าความแรงของสัญญาณที่เพียงพอจะออกไปที่ลำโพง วงจรที่สำคัญอีกชุดหนึ่งก็คือ วงจรควบคุมกำลังขยายอัตโนมัติ AGC (Automatic Gain Control) ขนาดของสัญญาณที่ออกมาจากวงจรดีมอดูเลเตอร์จะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับขนาดของสัญญาณขาเข้าที่รับเข้ามา สัญญาณที่ได้ออกมาจะเป็นสัญญาณในแบบไฟสลับจะถูกปรับและกรองให้เป็นสัญญาณไฟ ซึ่งไฟตรงนี้จะถูกป้อนกลับ (Feedback) ไปยังวงจรขยายความถี่กลาง หรือในบางครั้งอาจเป็นวงจรขยายความถี่วิทยุ เพื่อควบคุมกำลังขยายของเครื่องรับวัตถุประสงค์ของ AGC ก็เพื่อช่วยควบคุมค่าผลลัพธ์ของสัญญาณขาออกให้คงที่ตลอดช่วงระดับของช่องสัญญาณคลื่นวิทยุที่เข้ามา

ค่าแอมป์ริจูดของสัญญาณคลื่นวิทยุที่สายอากาศของเครื่องรับ สามารถมีค่าตั้งแต่ระดับไมโครโวลต์ไปจนถึงระดับหลายโวลต์ ซึ่งแสดงถึงช่วงกว้างของสัญญาณที่เรียกว่าช่วงไดนามิก (Dynamic Range) โดยปรกติเครื่องรับมักมีกำลังขยาย (Gain) เพื่อที่จะรับสัญญาณที่มีระดับได้ดี แต่ถ้าหาสัญญาณขาเข้ามีแอมป์ริจูดสูงมาก ก็จะทำให้ไม่สามารถเข้าใจข้อความที่ส่งมาได้ โดยการใช่วงจรควบคุมกำลังขยายอัตโนมัติ กำลังขยายโดยรวมของเครื่องรับสามารถปรับโดยอัตโนมัติขึ้นอยู่กับสัญญาณขาเข้าหากสัญญาณที่ออกมาหลังวงจรตรวจจับมีค่าสูงมาก วงจร AGC จะกำเนิดสัญญาณไฟตรงที่มีค่าความต่างศักย์ค่าสูงค่าหนึ่ง ซึ่งจะถูกป้อนกลับไปลดกำลังขยายของวงจรขยายความถี่กลาง

ปัญหาที่พบและสำคัญมากในวงจรซูเปอร์เฮตเทอร์โรไดอันน์ เมื่อความถี่กลางมีค่าต่ำก็คือเรื่องของอิมเมจฟริควเอนซี (Image Frequency) ซึ่งมีลักษณะเป็นความถี่ที่อยู่ใกล้เคียงกับความถี่ที่ต้องการมีค่าอยู่สูงขึ้นไปสองเท่าของความถี่กลาง IF และอยู่ต่ำลงมาสองเท่าของความถี่กลาง IF เมื่อความถี่อิมเมจฟริควเอนซีเข้ามาในวงจรมิกเซอร์ และได้ผลลัพธ์ของสัญญาณความถี่กลางที่มีความถี่เช่นเดียวกันกับสัญญาณจริง ทำให้สัญญาณที่ถูกเลือกมาผิดค่าเกิดเป็นสัญญาณรบกวนกับสัญญาณที่ต้องการ สัญญาณอิมเมจอาจเกิดได้ในกรณีที่แถบความถี่มีการใช้งานอย่างหนาแน่น สัญญาณอีกช่องหนึ่งอาจเข้ามารบกวนสัญญาณช่องที่ต้องการได้ วิธีการแก้ปัญหาเบื้องต้นที่อาจใช้วงจรรวมเพื่อเลือกเอาเฉพาะสัญญาณความถี่ที่ต้องการเข้ามาในเครื่องรับเท่านั้น และกำจัดสัญญาณอิมเมจออกไป แต่การแก้ไขดังกล่าวไม่สามารถทำได้ในวงจรเครื่องรับที่ต้องการใช้กับความถี่ในช่วงกว้าง วิธีการที่สองที่ใช้ในการแก้ปัญหาก็คือเพิ่มค่าความถี่กลางสูงขึ้น ก็จะทำให้ออกแบบวงจรรยากขึ้น ดังนั้นการออกแบบวงจรซูเปอร์เฮตเทอร์โรไดอันน์ต้องออกแบบให้มีความถี่กลางมีค่ามากที่สุดเพื่อลดผลของอิมเมจฟริควเอนซี และในขณะเดียวกันต้องทำให้มีค่าน้อยที่สุดเพื่อที่จะให้อีกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไมอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ออกแบบวงจรได้ง่ายขึ้นที่ความถี่ต่ำ วิธีการแก้ปัญหาสัญญาณอิมเมจสุดท้ายที่นิยมก็คือใช้วงจรแปลงความถี่สองครั้งที่เรียกว่า คู่ออลคอนเวอร์ชันซูเปอร์เฮเทอโรไดน์ (Dual Conversion Superheterodyne Receiver) ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงความถี่กลาง 2 ชุด ชุดแรกมี LO ที่สามารถปรับค่าได้ ส่วน LO ชุดที่สองคงที่เพื่อปรับค่าได้เล็กน้อย มิกเซอร์ชุดแรกจะแปลงให้สัญญาณมาอยู่ในความถี่กลางค่าสูงโดยจะช่วยในการลดปรากฏการณ์อิมเมจเลเวนซ์ ส่วนมิกเซอร์ชุดที่สองจะแปลงสัญญาณ IF ชุดแรกให้ต่ำลงเป็นสัญญาณ IF ความถี่ที่สองที่ให้ค่าซีเล็กติวิตีที่ดีกว่า วงจรคู่ออลคอนเวอร์ชัน (Dual Conversion) มักใช้ในวงจรเครื่องรับความถี่คลื่นสั้น (Short Wave Receiver) เครื่องรับคลื่น VHF, UHF และไมโครเวฟ

เครื่องรับแบบ AM	จะมี IF ที่ 455 kHz, 30 MHz, 33859 MHz
เครื่องรับแบบ FM	จะมี IF ที่ 10.7 MHz
เครื่องรับโทรทัศน์	จะมี IF ที่ 40-50 MHz
เครื่องรับเรดาร์	จะมี IF ที่ 60 MHz
เครื่องรับดาวเทียม	จะมี IF ที่ 70 MHz, 140 MHz

2.5 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงมีข้อดีคือ

1. มีประสิทธิภาพสูงมาก ซึ่งสามารถเพิ่มความเร็วให้สูงหรือต่ำกว่าความเร็วปกติได้
2. มีแรงบิดขณะเริ่มหมุนสูงมาก ซึ่งเหมาะสมกับงานยกของ ชน ตาก และขับเคลื่อน
3. มีวิธีการควบคุมความเร็วที่ง่ายและนุ่มนวลกว่ามอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับที่ทำงานคล้ายกัน

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงมีข้อเสียคือ

1. ต้องจัดหาแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงไว้ใช้งานเป็นพิเศษ
2. ในขนาดแรงม้าที่เท่ากัน มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงมีขนาดใหญ่ และมีราคาสูงกว่ามอเตอร์เหนี่ยวนำ
3. ในการเริ่มหมุนมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงต้องมีวิธีพิเศษและยุ่งยากกว่ามอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ ยกเว้นมอเตอร์ขนาดเล็กมากๆ เท่านั้นที่ไม่ต้องใช้วิธีเริ่มหมุนแบบพิเศษ
4. ต้องการการบำรุงรักษามากกว่ามอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ ทั้งนี้เนื่องมาจากคอมมิวเตเตอร์ (commutator) เป็นผลดี เพราะฉะนั้นจึงไม่สามารถสร้างมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงให้มีขนาดแรงดันสูงกว่า 600 โวลต์ และมีขนาดหลายพันแรงม้าได้

ถึงแม้ว่ามอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงมีข้อดีเพียงสองสามข้อ แต่ก็ยังเป็นข้อได้เปรียบที่สำคัญมาก ทำให้ยังมีการใช้งานมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงอยู่กระทั่วทุกวันนี้

ในปัจจุบันมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงมีแบบขดลวดกระตุ้นแยก (seperately excited dc motor) แบบขนาน (shunt dc motor) แบบอนุกรม (series dc motor) แบบผสม (compound dc motor) เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

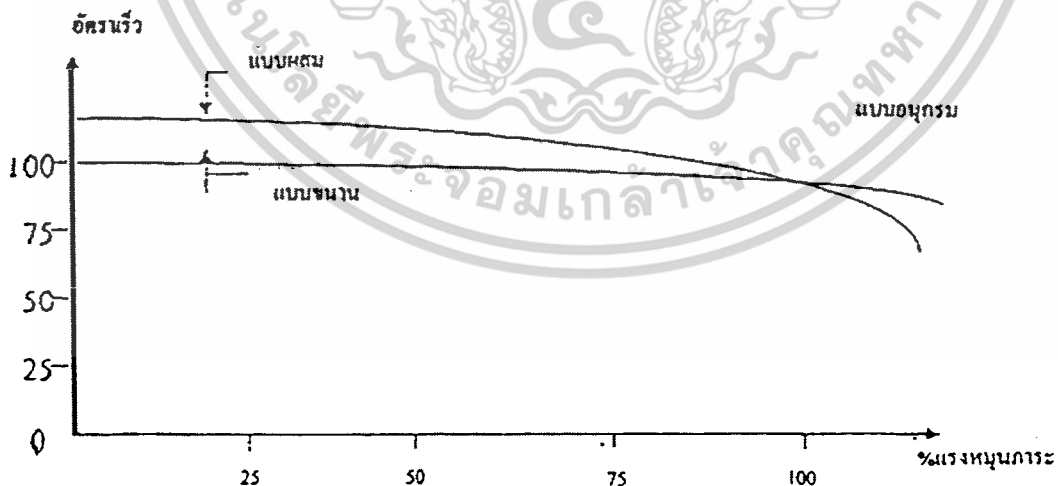
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และยังมีแบบแม่เหล็กถาวร (permanent dc motor , PM motor) ซึ่งในปัจจุบันมีการผลิตแม่เหล็กที่มีความเข้มสนามแม่เหล็กมากขึ้นและมีราคาถูกลง เช่น อัลนิโค-ห้า (Alnico V) และแม่เหล็กเซรามิก (ceramic magnet) เป็นต้น ซึ่งนิยมนำไปประดิษฐ์เป็นมอเตอร์ขนาดเล็กที่มีแรงม้าเป็นค่าเศษส่วน (fractional horse power) โดยนิยมนำไปใช้ในงานควบคุมต่างๆ เช่น นำไปใช้ในรถยนต์เป็นเครื่องปิดน้ำฝน เครื่องยกกระจกหน้าต่าง เครื่องยกหรือเลื่อนที่นั่ง เป็นต้น

มอเตอร์แบบแม่เหล็กถาวรมีลักษณะคล้ายกับสมบัติของ มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบขนาน โดยมีอัตราเร็วเกือบคงที่แต่มีค่าลดลงบ้างเล็กน้อย ตามค่าของภาระหรือแรงหมุนของภาระ ดังเส้นโค้งลักษณะสมบัติระหว่างอัตราเร็วกับแรงหมุนภาระที่แสดงไว้ในรูปที่ 2.14 ซึ่งมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบขนานมีสูตรคำนวณค่าอัตราเร็วดังนี้

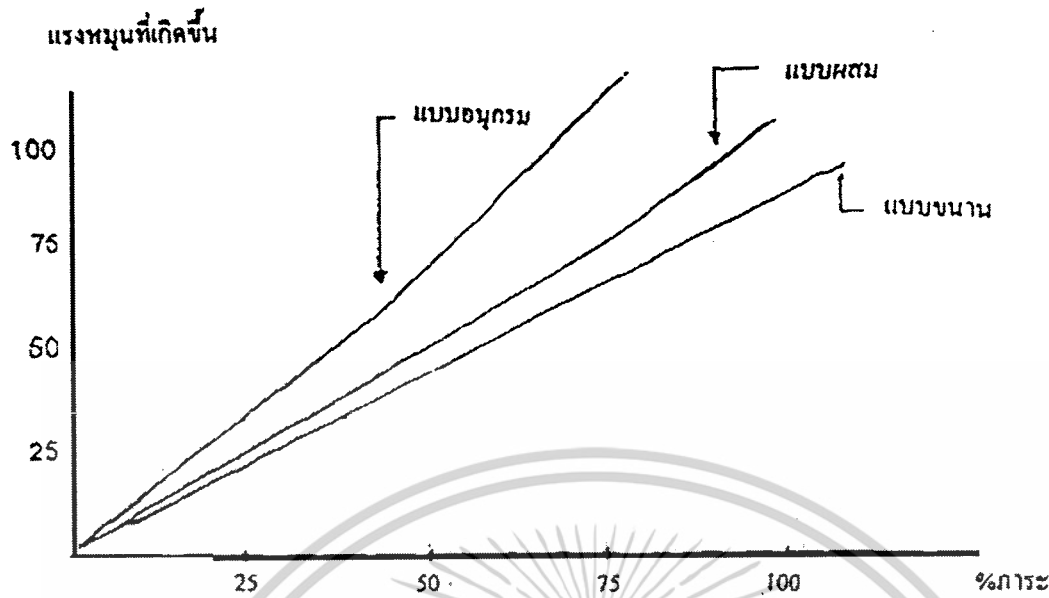
$$\omega = \frac{E - I_a R_a}{K_\omega I_F} \dots\dots\dots (2.1)$$

เมื่อ ω	เป็นค่าอัตราเร็ว (รอบต่อนาที)
E	เป็นค่าแรงดันไฟฟ้าที่ป้อนให้มอเตอร์ (โวลต์)
I_a	เป็นค่ากระแสไฟฟ้าในขดลวดอาร์เมเจอร์ (แอมแปร์)
R_a	เป็นค่าความต้านทานที่ต่ออนุกรมกับอาร์เมเจอร์ (โอห์ม)
K_ω	เป็นค่าสัดส่วนของอัตราเร็ว (โวลต์ - นาฬิกา ต่อ แอมแปร์ - รอบ)
I_F	เป็นค่ากระแสไฟฟ้าในขดลวดสนามแม่เหล็ก (แอมแปร์)



(ก)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ข)

รูปที่ 2.14

(ก) เส้นโค้งลักษณะสมบัติอัตราเร็วของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบขนาน แบบอนุกรม และแบบผสม

(ข) เส้นโค้งลักษณะสมบัติแรงบิดของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบขนาน แบบอนุกรม และแบบผสม

และสามารถคำนวณหาแรงบิดที่เกิดขึ้นได้จาก

$$\tau = K_a I_a$$

เมื่อ

τ เป็นแรงบิดที่เกิดขึ้น (นิวตัน-เมตร)

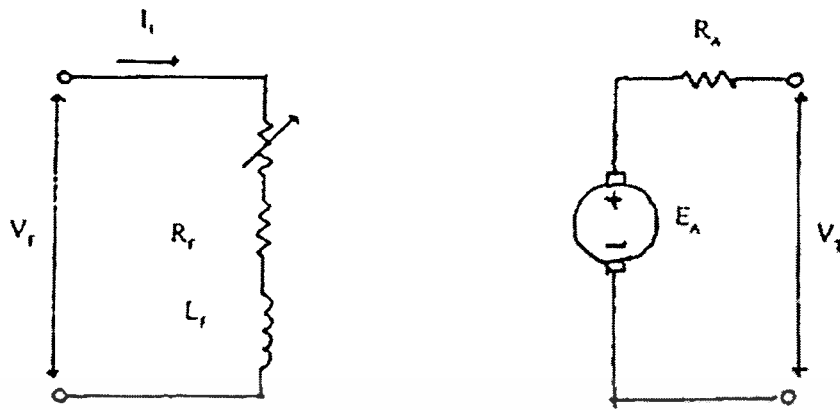
K_a เป็นค่าสัดส่วนของแรงหมุน (นิวตัน-เมตร ต่อ แอมแปร์)

มอเตอร์แบบผสมจะมีความเร็วสูงขึ้นหรือช้าลงเมื่อเปรียบเทียบกับมอเตอร์แบบขนาน จะขึ้นอยู่กับ การต่อขดลวดสนามแม่เหล็กอนุกรม (series field) ให้สนามแม่เหล็กหักล้างหรือเสริมกับของขดลวดสนามแม่เหล็กขนาน (shunt field) ซึ่งมีชื่อว่ามอเตอร์ผสมแบบหักล้าง (differential compound motor) และมอเตอร์ผสมแบบสะสม (cumulative compound motor) ตามลำดับ แต่มอเตอร์ผสมแบบหักล้างไม่นิยมใช้กัน และเส้นโค้งลักษณะสมบัติที่แสดงในรูปที่ 2.14 เป็นของมอเตอร์ผสมแบบสะสม

2.5.1 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงมีแบบขดลวดกระตุ้นแยก (seperately excited dc motor)

จากสมการของเครื่องจักรกลไฟฟ้ากระแสตรงขณะทำงานที่สภาวะคงที่

เอกสารนี้ E.A. = $K\phi\omega$ ที่สงวนลิขสิทธิ์ และ $\tau_{ind} = K\phi I_a$ เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.15 วงจรสมมูลของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบแยกขดลวดกระตุ้น

$$I_f = \frac{V_f}{R_f}$$

จากรูปที่ 2.15 ได้สมการดังนี้

$$V_T = E_A + I_A R_A \quad \dots\dots\dots (2.2)$$

$$V_f = I_f R_f \quad \dots\dots\dots (2.3)$$

$$I_L = I_A \quad \dots\dots\dots (2.4)$$

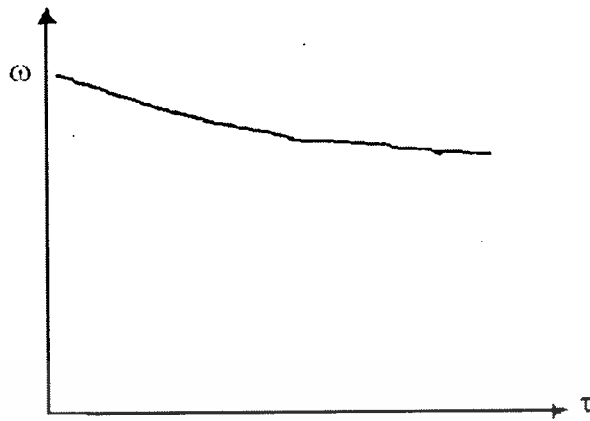
จากสมการที่ 2.2, 2.3 และ 2.4 จะได้ความสัมพันธ์ระหว่างแรงบิด (τ_{ind}) กับความเร็วรอบ (ω_m) ดังนี้

$$\omega_m = \frac{V_T}{k\phi} - \frac{I_A R_A}{(k\phi)} \quad \dots\dots\dots (2.5)$$

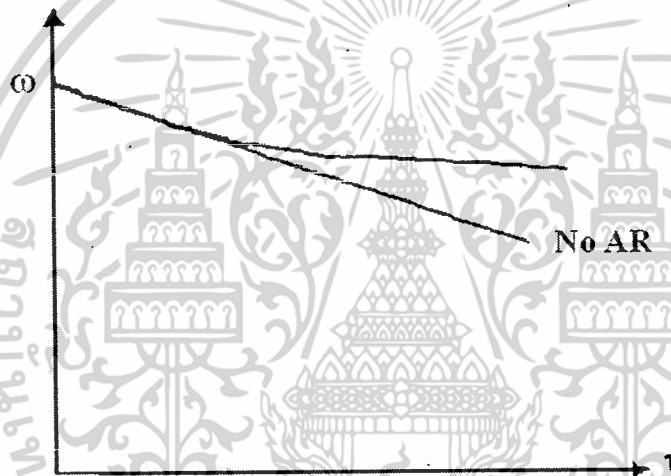
ซึ่ง τ_{ind} คือแรงบิดที่เกิดจากกระแสไหลในขดลวดอาร์เมเจอร์ ซึ่งอยู่ในสนามแม่เหล็กเรียกว่า แรงบิดที่เกิดจากการเหนี่ยวนำ (induced torque)

จากสมการที่ 2.5 เมื่อนำมาเขียนกราฟลักษณะความสัมพันธ์ของ (τ_{ind}) และ (ω_m) จะได้กราฟเส้นตรงที่มีความชันเป็นลบ (V_T คงที่) ดังรูปที่ 2.16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก)



(ข)

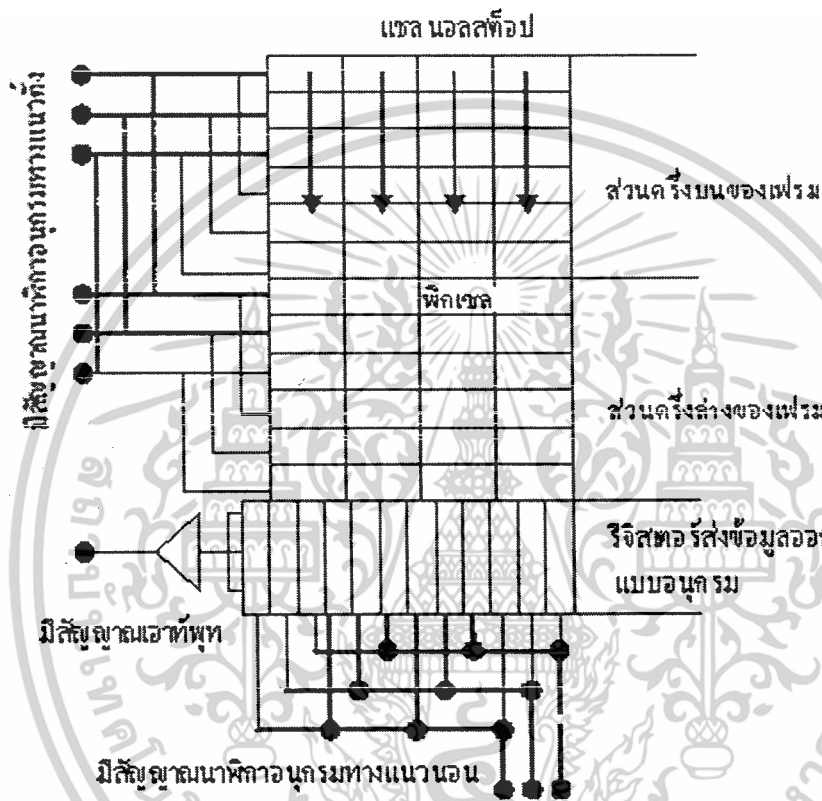
รูปที่ 2.16

- (ก) กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงบิดกับความเร็วยรอบของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงที่มีแบบขดลวดกระตุ้นแยก โดยที่ V_T และ ϕ คงที่
- (ข) ในกรณีที่ผลของปฏิกิริยาอาร์เมเจอร์ (amature reaction)

ปฏิกิริยาอาร์เมเจอร์ (amature reaction) ทำให้ฟลักซ์หักล้างกับฟลักซ์ที่เกิดจากขดลวดสนามของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง เป็นผลให้ผลรวมของฟลักซ์ในช่องอากาศลดลง จะทำให้ความเร็วยรอบสูงขึ้น

2.6 กล้อง CCD (Charge-Coupled Drive)

อุปกรณ์ CCD ถือกำเนิดขึ้นเมื่อประมาณ 20 ปีที่แล้วซึ่งขณะนั้นยังอยู่ในรูปแบบอุปกรณ์หน่วยความจำยอม (random access memory) แต่ CCD มีประโยชน์นำไปใช้งานมากกว่านั้น ซึ่งเป็นได้ทั้งดีเลย์ไลน์ ส่วนประมวลผลของสัญญาณ และ ที่สำคัญที่สุดเป็นอุปกรณ์ตรวจจับแสงคุณภาพสูง CCD มีหลักการทำงานต่อไปนี้



รูปที่ 2.17 แสดงโครงสร้างทั่วไปของกล้อง CCD

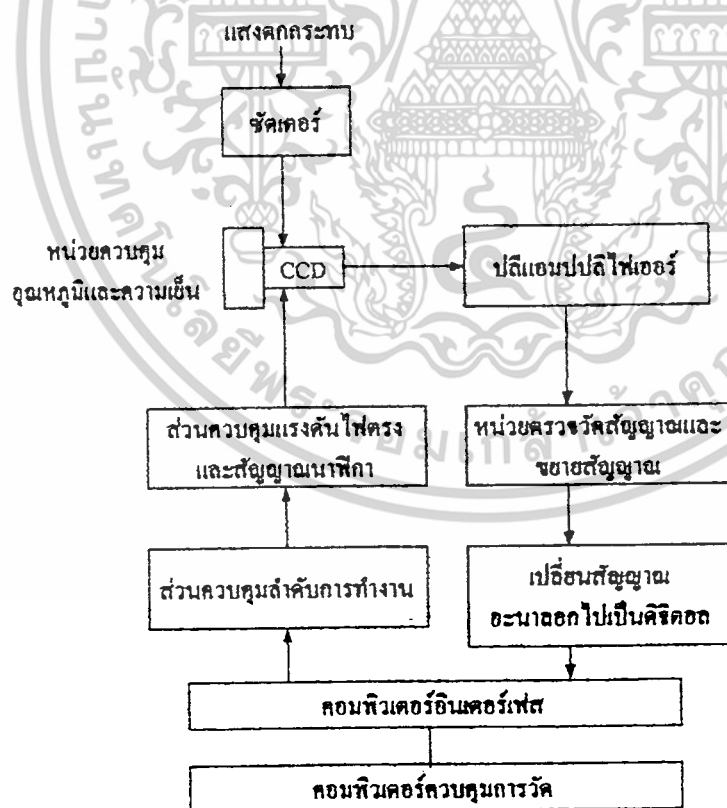
จากรูป 2.17 แสดงให้เห็นถึงโครงสร้างทั่วไป และการคับปิ้งสัญญาณของอุปกรณ์จะเห็นได้ทันทีที่ว่ามี การแบ่งพื้นที่ออกเป็น ส่วนเล็กๆ มากมาย ซึ่งแต่ละชิ้นส่วนนั้นเรียกว่า พิกเซล (pixel) และถ้าสังเกตดูจากโครงสร้างแล้วจะเห็นได้ว่า CCD ไม่มีการแบ่งแต่ละพิกเซลออกเป็นตำแหน่งแอคเดรสเหมือนหน่วยความจำชนิดอื่น แต่มีการแบ่งออกเป็นแถว (row) และหลัก (column) โดยมี ส่วนชั้นกลางที่เรียกว่า แชนเนลสท็อป (channel stop) กันระหว่างแต่ละหลักที่อยู่ภายในแต่ละพิกเซล จะมีประจุตัวหนึ่งอยู่ภายใน แต่ละพิกเซลจะมีประจุอยู่ตัวหนึ่งทำให้เกิดภาพ และจะมีการถ่ายเทเมื่อเกิดมีแสงมาตกกระทบการถ่ายเทก็ย่อมมีตัวพาหรือยึดเหนี่ยวซึ่ง CCD ใช้หลักการหมุนเฟส (phase clock voltage) มาใช้แต่ละแถวจะมีการกำหนดสถานะทางไฟฟ้าด้วยการหมุนเฟส 3 เฟส ที่มีเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความสัมพันธ์กันของช่วงเวลาและแรงดัน และด้วยการทำงานเช่นนี้ประจุแต่ละพิกเซลจึงมีการถ่ายเทจากจุดหนึ่งไปอีกจุดหนึ่งได้ เมื่อประจุเคลื่อนมาถึงสุดขอบของแถวก็มีการส่งผ่านให้กับรีจิสเตอร์รับข้อมูลต่อไปเพื่อนำส่งข้อมูลสู่ภายนอก โดยการทยอยข้อมูลแบบอนุกรมของรีจิสเตอร์และถูกควบคุมด้วยการหมุนเฟสเช่นเดียวกัน ดังนั้นผลรวมของการหมุนเฟสทั้งด้านแนวนอนและแนวตั้งจึงสามารถนำประจออกมาสู่ภายนอกได้เพื่อใช้ในการประมวลผลและสร้างภาพต่อไป

สำหรับรายละเอียดของภาพและความไวต่อแสงสว่างน้อย ๆ ขึ้นอยู่กับจำนวนพิกเซลบนตัว CCD ซึ่งมีให้เลือกหลายขนาดตามความต้องการตั้งแต่ 385 x 578, 1500 x 1500, 2048 x 2048 พิกเซลเป็นต้น โดยราคาของแต่ละขนาดต่างกัน ยังมีจำนวนพิกเซลมากเท่าใด ประสิทธิภาพยิ่งสูงขึ้นและที่สำคัญราคาก็ยิ่งสูงตามไปด้วย

2.6.1 การนำภาพ CCD ไปใช้ในงานถ่ายภาพ

โดยปกติอุปกรณ์ CCD สามารถทำงานได้ด้วยอุณหภูมิห้องปกติ สำหรับใช้งานถ่ายภาพที่มีแสงพอประมาณ เช่น การถ่ายภาพด้วยกล้องโทรทัศน์ กล้องถ่ายรูป และกล้องถ่ายวิดีโอ ซึ่งทำงานได้เป็นอย่างดี แต่โดยทั่วไปอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เกือบทุกชนิด โดยเฉพาะจำพวกสารกึ่งตัวนำ มักมีการรบกวนไหลของกระแสส่วนน้อยๆเกิดขึ้น CCD ก็มีเช่นเดียวกัน



รูปที่ 2.18 แสดงส่วนประกอบหลักของระบบกล้อง CCD

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การถ่ายภาพที่มีแสงสว่างน้อยๆนั้น จึงจำเป็นต้องคำนึงถึงกระแสรั่วไหลส่วนนี้ เพื่อให้ CCD สามารถเก็บแสงได้ดีที่สุด วิธีแก้ไขคือ พยายามลดอุณหภูมิให้ต่ำมากๆประมาณ -120 องศาเซลเซียส โดยใช้ไนโตรเจนเหลวให้ความเย็นกับ CCD กระแสรั่วไหลจะลดการสูญเสียเหลือเพียง 1 อิเล็กตรอน/ชั่วโมง/พิกเซล ในขณะที่มีความจุอิเล็กตรอนสูงถึง 100,000 อิเล็กตรอน/ชั่วโมง นอกจากการแก้ไขปัญหานี้เนื่องจากกระแสรั่วไหลแล้วยังต้องมีส่วนอื่นอีกมากมายประกอบอยู่ด้วย ดังรูปที่ 2.18

ระบบชัตเตอร์ที่ใช้ทำงานด้วยเครื่องกลไฟฟ้าควบคุมโดยคอมพิวเตอร์ ซึ่งควบคุมการตั้งเวลาเปิดหน้ากล้อง ความไวในการถ่ายภาพเป็นอีกสิ่งที่สำคัญ ดังนั้นการตรวจสอบการวัดแสงจึงจำเป็นต้องใช้อุปกรณ์ที่มีสัญญาณรบกวนต่ำ และมีระบบป้องกันที่ดีโดยเฉพาะในส่วนของวงจรภายนอก ซึ่งต้องมีการออกแบบวงจรให้ทำงานอย่างมีประสิทธิภาพและที่สำคัญต้องทำให้เกิดสัญญาณรบกวนต่ำสุด

2.7 ระบบเครือข่ายไร้สาย (Wireless LAN System)

แนวความคิดเกี่ยวกับการสื่อสารไร้สายนี้ได้เกิดขึ้นเมื่อ ค.ศ. 1901 นักฟิสิกส์ชาวอิตาลีได้ทำการสาธิตการสื่อสารระหว่างเรือกับฝั่งโดยการใช้โคมไฟ เปิด-ปิด เป็นสัญญาณแทนความหมายต่างๆ ในรหัสที่เรียกว่า Morse code ซึ่งเมื่อพิจารณาโดยละเอียดแล้วจะพบว่ามียุทธศาสตร์แนวความคิดเช่นเดียวกันกับข้อมูลแบบดิจิทัลที่ใช้ในเครื่องคอมพิวเตอร์ในปัจจุบันนี้นั่นเอง

ระบบเครือข่ายไร้สาย (Wireless LAN) เป็นเครือข่ายคอมพิวเตอร์ที่ใช้อุปกรณ์คลื่นความถี่วิทยุ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า สัญญาณไมโครเวฟ คลื่นอินฟราเรด และคลื่นแสง ในการส่งและรับข้อมูลระหว่างคอมพิวเตอร์ เครือข่ายไร้สายสามารถใช้งานได้เหมือนเครือข่ายแบบมีสาย แต่ผู้ใช้สามารถเคลื่อนที่ไปมาอย่างอิสระได้ในระหว่างที่ใช้คอมพิวเตอร์ และยังช่วยทำให้การติดตั้งเครือข่าย ทำได้ง่ายขึ้นเนื่องจากไม่มีสายเคเบิลที่จะต้องนำมาต่อระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์

2.7.1 เทคโนโลยีเครือข่ายไร้สาย (Wireless LAN Technology)

โดยทั่วไปแล้วระบบเครือข่ายไร้สายจะใช้เทคโนโลยีในการส่งสัญญาณอยู่ 2 ประเภท คือ ประเภทที่ใช้สัญญาณคลื่นความถี่วิทยุซึ่งแบ่งเป็น 2 แบบ คือ Narrowband และ Spread-Spectrum และประเภทที่ใช้สัญญาณอินฟราเรด (Infrared) ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.7.1.1 การส่งสัญญาณโดยใช้คลื่นความถี่วิทยุ

คลื่นความถี่วิทยุ (Radio Frequency หรือ RF) มีคุณสมบัติที่เด่นชัด คือ เป็นช่วงคลื่นที่สามารถสร้างขึ้นใช้งานได้ง่าย ส่งได้ระยะทางไกล สามารถเดินทางผ่านวัตถุทึบต่างๆ ได้อย่างดี และยังเดินทางออกจากแหล่งกำเนิดไปทุกทิศทุกทางนั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การรับส่งสัญญาณของเครือข่ายไร้สายโดยใช้คลื่นความถี่วิทยุ โดยทั่วไปจะมี 2 แบบ คือ สัญญาณวิทยุแบบ Narrowband และ แบบ Spread - spectrum ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

2.7.1.1.1 คลื่นความถี่วิทยุแบบ Narrowband

ระบบวิทยุแบบแถบความถี่แคบ (Narrowband Technology System) จะรับ-ส่งข้อมูลโดยใช้สเปกตรัมบางส่วนของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ซึ่งเป็นที่รู้จักในชื่อของแถบความถี่ ISM (Industrial /Scientific / Medical) ที่มีความถี่แบ่งเป็น 3 ช่วง ได้แก่ 902 MHz ถึง 928 MHz, 2.14 MHz ถึง 2.484 MHz และ 5.725 MHz ถึง 5.850 MHz

วิธีการส่งสัญญาณที่ใช้ Narrowband ในแถบความถี่ ISM นั้นจะสามารถทำงานได้ หากการแพร่กระจายคลื่นของความถี่อื่นๆ ที่อยู่ในแถบเดียวกันมีน้อยจนทำให้สัญญาณที่มีกำลังต่ำ (โดยทั่วไปประมาณ 1 มิลลิวัตต์) สามารถแพร่กระจายไปได้ ข้อจำกัดของการใช้สัญญาณแบบนี้ คือ จะต้องขออนุญาตจาก FCC (Federal Communication Committee) ซึ่งเป็นหน่วยงานที่กำหนดความถี่ในการใช้สัญญาณคลื่นวิทยุแบบ Narrowband นี้

2.7.1.1.2 คลื่นความถี่วิทยุแบบ Spread-Spectrum

Spread-Spectrum คือ วิธีการเปลี่ยนแปลงสัญญาณข้อมูลเพื่อให้อุปกรณ์พื้นที่ความถี่วิทยุมากเกินความจำเป็น การกระจายของข้อมูลแบบนี้ป้องกันสัญญาณจากการดักฟังและคลื่นรบกวนได้ Spread-Spectrum จะส่งสัญญาณโดยใช้แถบความถี่ ISM ที่ช่วงความถี่ระหว่าง 902-928 MHz และ 2.4-2.484 MHz ซึ่งไม่จำเป็นต้องได้รับอนุญาตจาก FCC เทคนิคสำหรับการส่งข้อมูลวิทยุแบบ Spread-Spectrum ที่ใช้กันอยู่ทั่วไปในระบบเครือข่ายไร้สายมีอยู่ 2 รูปแบบ คือ

- แบบ Frequency Hopping Spread-Spectrum (FHSS) การส่งสัญญาณรูปแบบนี้จะใช้ความถี่พาหะเพียงความถี่เดียว และจะเปลี่ยนแปลงไปอย่างต่อเนื่องในลักษณะหรือรูปแบบที่เป็นที่เข้าใจตรงกันระหว่างผู้ส่งกับผู้รับ ซึ่งเมื่อทางด้านผู้ส่งกับผู้รับสามารถทำงานประสานกันได้แล้ว จะทำให้วิธีการส่งแบบนี้ สามารถป้องกันสัญญาณรบกวนที่เกิดจากความถี่ข้างเคียงได้เป็นอย่างดี นอกจากนั้นแล้วรูปแบบที่ตกลงกันไว้ระหว่างผู้ส่งกับผู้รับ ก็สามารถที่จะปรับเปลี่ยนไปได้ตลอดเวลา อันจะทำให้เกิดความปลอดภัยของข้อมูลสูงมากขึ้น ผู้ผลิตระบบเครือข่ายเฉพาะที่ไร้สายแบบ Frequency Hopping ให้ความเห็นว่าการส่งข้อมูล วิธีนี้สามารถส่งข้อมูลไปพร้อม ๆ กันหลายช่องสัญญาณได้ด้วยการกำหนดให้มีรูปแบบของการเปลี่ยนแปลงหลายๆ รูปแบบทำงานไปพร้อมกัน ซึ่งจะทำให้สามารถใช้ประโยชน์แถบความถี่ได้ดี กว่าและทำให้เครือข่ายมีประสิทธิภาพสูงกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- แบบ Direct Sequence Spread-Spectrum (DSSS) รูปแบบนี้จะใช้การเข้ารหัสในวิธีพิเศษ โดยการแปลงเลขฐานสองแต่ละบิตในข้อมูลดั้งเดิมที่จะส่งไปให้อยู่ในรูปแบบเลขฐานสองที่มีความยาวเพิ่มมากขึ้น ตัวอย่างเช่น ข้อมูลเลขฐานสอง 1 อาจจะถูกแปลงเป็น 0010010101 และข้อมูล 0 จะถูกแปลงเป็น Inverse ของ 1 คือ 1101101010 แล้วข้อมูลที่แปลงแล้วเหล่านี้จะถูกส่งไปพร้อมๆ กัน ในลักษณะขนาน ซึ่งหากผู้รับ สามารถจดจำรูปแบบการแปลงข้อมูลได้ก็จะได้รับข้อมูลที่ส่งไป โดยที่สัญญาณรบกวนไม่สามารถทำให้ข้อมูลเสียหายไปได้ หรือ หากรูปแบบที่ส่งไปเกิดผิดพลาดไปไม่ว่าจะด้วยสาเหตุใดก็ตาม ทางฝ่ายรับก็สามารถที่จะใช้เทคนิคในทางสถิติเพื่อกู้ข้อมูลที่ผิดพลาดไปให้กลับคืนมาได้

2.7.1.2 การส่งสัญญาณโดยใช้ลำแสงอินฟราเรด

ลำแสงอินฟราเรด (Infrared :IR) ได้ถูกนำมาใช้เป็นตัวในการให้สัญญาณมานานนับทศวรรษแล้ว แสงอินฟราเรดถูกนำไปใช้อย่างกว้างขวางในการสื่อสารระยะใกล้ เช่น รีโมทสำหรับควบคุม วิทยุ โทรทัศน์ และวีดีโอ เป็นต้น คุณสมบัติเด่นของคลื่นอินฟราเรดและคลื่นสั้นคือ เส้นทางเป็นแนวตรง ราคาถูก และง่ายต่อการผลิตใช้งาน แต่คลื่นประเภทนี้ไม่สามารถเดินทางผ่านวัตถุหรือสิ่งกีดขวางได้ ซึ่งเป็นข้อดีคือสามารถนำอุปกรณ์ที่ใช้คลื่นอินฟราเรดมาใช้ในห้องทำงานที่อยู่ติดกันได้แม้ว่าอุปกรณ์ทั้งสองชิ้นนั้นจะใช้ความถี่เดียวกัน ยิ่งกว่านั้นอุปกรณ์ที่ใช้คลื่นอินฟราเรดยังปลอดภัยต่อการถูกดักถอดสัญญาณ ด้วยคุณสมบัติเหล่านี้ทำให้คลื่นอินฟราเรดสามารถนำมาใช้ในการสื่อสารในระบบเครือข่ายเฉพาะบริเวณได้เป็นอย่างดี อินฟราเรดเป็นส่วนหนึ่งของสเปกตรัมแม่เหล็กไฟฟ้าที่อยู่เหนือคลื่นวิทยุและต่ำกว่าแสงที่มองเห็น โดยแสงอินฟราเรดสามารถใช้ส่งข้อมูลได้ ถึงแม้ว่าการส่งจะถูกจำกัดให้เป็นแนวเส้นตรง

ตารางที่ 2.3 เปรียบเทียบคุณสมบัติของคลื่นความถี่วิทยุและแสงอินฟราเรด

	Spraed Spectrum	Narrow Microwave	Infrared
Frequency	902MHz - 928MHz 2.4GHz - 2.4385 5.725GHz - 5.825GHz	18.825GHz -19.205GHz	3×10^{14} Hz
Maximum Coverage	105 - 800 feet	40 to 130 feet	30 - 80 feet
Line of sight required	No	No	Yes
Transmit power	Less than 1 W	25 mW	N/A
Rated speed (10% of Mbps)	20% - 50%	33%	50% - 100%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

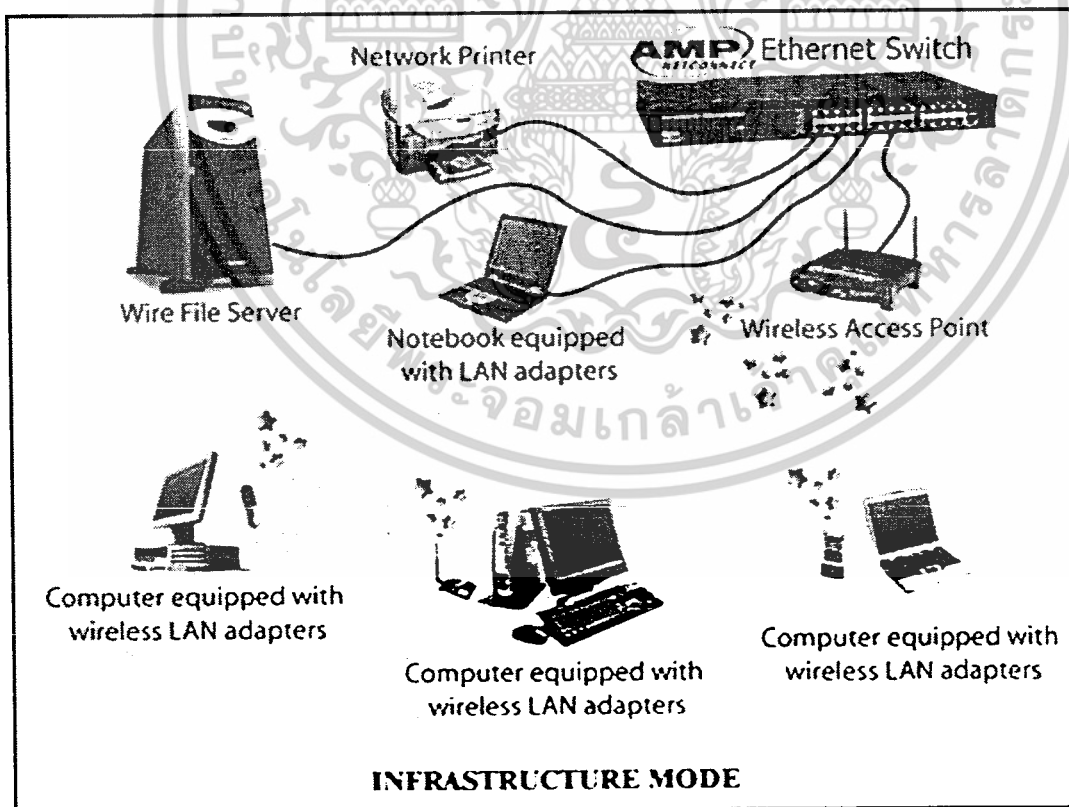
2.7.2 รูปแบบการเชื่อมต่อของเครือข่ายไร้สาย

ลักษณะการเชื่อมต่อของอุปกรณ์ภายในเครือข่าย WLAN มี 2 ลักษณะคือ โหมด

Infrastructure และ โหมด Ad-Hoc หรือ Peer-to-Peer

2.7.2.1 โหมด Infrastructure

โดยทั่วไปแล้วอุปกรณ์ในเครือข่าย IEEE 802.11 WLAN จะเชื่อมต่อกันในลักษณะของโหมด Infrastructure ซึ่งเป็นโหมดที่อนุญาตให้อุปกรณ์ภายใน WLAN สามารถเชื่อมต่อกับเครือข่ายอื่นได้ ในโหมด Infrastructure นี้เครือข่าย IEEE 802.11 WLAN จะประกอบไปด้วยอุปกรณ์ 2 ประเภทได้แก่ สถานีผู้ใช้ (Client Station) ซึ่งก็คืออุปกรณ์คอมพิวเตอร์ (Desktop, Laptop, หรือ PDA ต่างๆ) ที่มีอุปกรณ์ Client Adapter เพื่อใช้รับส่งข้อมูลผ่าน IEEE 802.11 WLAN และสถานีแม่ข่าย (Access Point) ซึ่งทำหน้าที่ต่อเชื่อมสถานีผู้ใช้เข้ากับเครือข่ายอื่น (ซึ่งโดยปกติจะเป็นเครือข่าย IEEE 802.3 Ethernet LAN) การทำงานในโหมด Infrastructure มีพื้นฐานมาจากระบบเครือข่ายโทรศัพท์มือถือ กล่าวคือสถานีผู้ใช้จะสามารถรับส่งข้อมูลโดยตรงกับสถานีแม่ข่ายที่ให้บริการแก่สถานีผู้ใช้นั้นๆ ส่วนสถานีแม่ข่ายจะทำหน้าที่ส่งต่อ (forward) ข้อมูลที่ได้รับจากสถานีผู้ใช้ไปยังจุดหมายปลายทางหรือส่งต่อข้อมูลที่ได้รับจากเครือข่ายอื่นมายังสถานีผู้ใช้

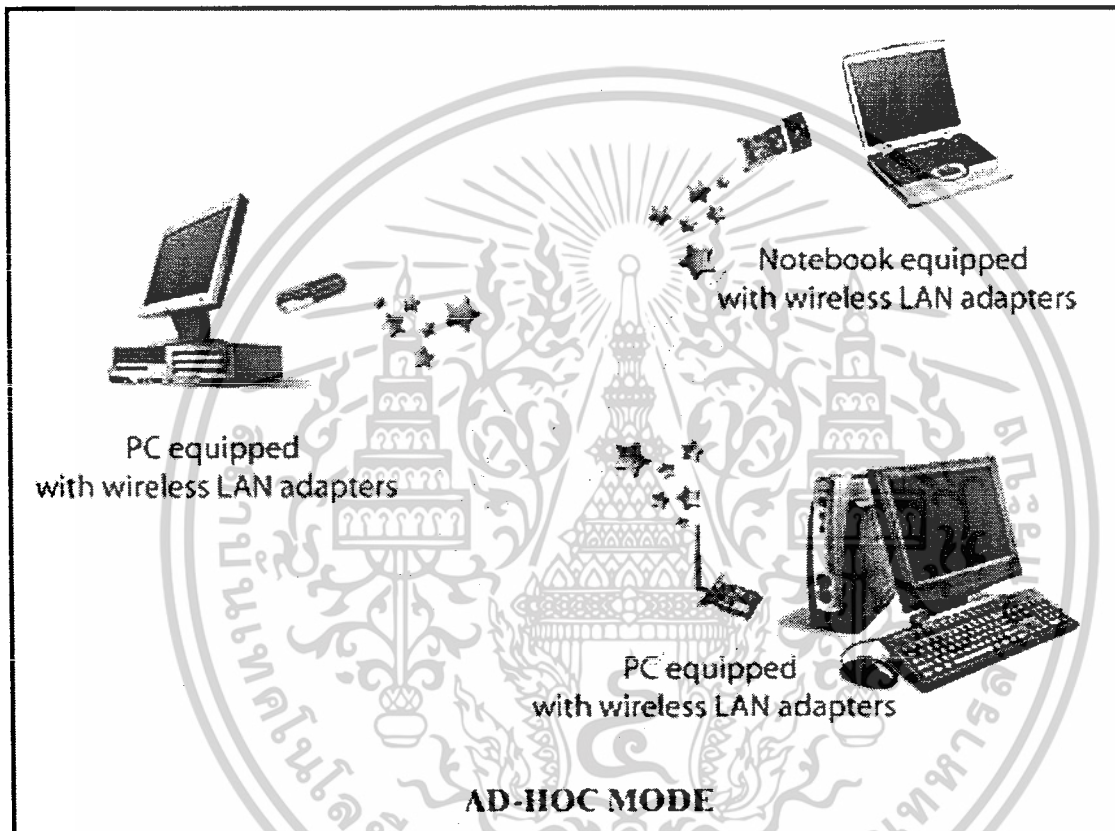


รูปที่ 2.19 แสดงการทำงานในโหมด Infrastructure

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.2.2 โหมด Ad-Hoc หรือ Peer-to-Peer

เครือข่าย IEEE 802.11 WLAN ในโหมด Ad-Hoc หรือ Peer-to-Peer เป็นเครือข่ายที่ปิดคือไม่มีสถานีแม่ข่ายและไม่มีเครื่องเชื่อมต่อกับเครือข่ายอื่น บริเวณของเครือข่าย IEEE 802.11 WLAN ในโหมด Ad-Hoc จะถูกเรียกว่า Independent Basic Service Set (IBSS) ซึ่งสถานีผู้ใช้หนึ่งสามารถติดต่อสื่อสารข้อมูลกับสถานีผู้ใช้อื่นๆในเขต IBSS เดียวกันได้โดยตรงโดยไม่ต้องผ่านสถานีแม่ข่าย แต่สถานีผู้ใช้จะไม่สามารถรับส่งข้อมูลกับเครือข่ายอื่นๆได้



รูปที่ 2.20 แสดงการทำงานใน โหมด Ad-Hoc หรือ Peer-to-Peer Mode

2.7.3 มาตรฐานเครือข่ายไร้สาย

2.7.3.1 มาตรฐาน IEEE 802.11

มาตรฐาน IEEE 802.11 ได้รับการตีพิมพ์ครั้งแรกในปี พ.ศ. 2540 ซึ่งอุปกรณ์ตามมาตรฐานดังกล่าวจะมีความสามารถในการรับส่งข้อมูลด้วยความเร็ว 1 และ 2 Mbps ด้วยสื่ออินฟราเรด (Infarred) หรือคลื่นวิทยุที่ความถี่ 2.4 GHz และมีกลไก WEP ซึ่งเป็นทางเลือกสำหรับสร้างความปลอดภัยให้กับเครือข่าย WLAN ได้ในระดับหนึ่ง เนื่องจากมาตรฐาน IEEE 802.11 เวอร์ชันแรกเริ่มมีประสิทธิภาพค่อนข้างต่ำและไม่มีการรองรับหลักการ Quality of Service (QoS) เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งเป็นที่ต้องการของตลาด อีกทั้งกลไกรักษาความปลอดภัยที่ใช้ยังมีช่องโหว่อีกมาก IEEE จึงได้จัดตั้งคณะทำงาน (Task Group) ขึ้นมาหลายชุดด้วยกันเพื่อทำการปรับปรุงเพิ่มเติมมาตรฐานให้มีศักยภาพสูงขึ้น

มาตรฐาน IEEE 802.11b คณะทำงานชุด IEEE 802.11b ได้ตีพิมพ์มาตรฐานเพิ่มเติมเมื่อปี พ.ศ. 2542 ซึ่งเป็นที่รู้จักกันดีและใช้งานกันอย่างแพร่หลายมากที่สุด มาตรฐาน IEEE 802.11b ใช้เทคโนโลยีที่เรียกว่า CCK (Complimentary Code Keying) ผสมกับ DSSS (Direct Sequence Spread Spectrum) เพื่อปรับปรุงความสามารถของอุปกรณ์ให้รับส่งข้อมูลได้ด้วยความเร็วสูงสุดที่ 11 Mbps ผ่านคลื่นวิทยุความถี่ 2.4 GHz (เป็นย่านความถี่ที่เรียกว่า ISM (Industrial Scientific and Medical) ซึ่งถูกจัดสรรไว้อย่างสากลสำหรับการใช้งานอย่างสาธารณะด้านวิทยาศาสตร์ อุตสาหกรรม และการแพทย์ โดยอุปกรณ์ที่ใช้ความถี่ย่านนี้ก็เช่น IEEE 802.11, Bluetooth, โทรศัพท์ไร้สาย, และเตาไมโครเวฟ) ส่วนใหญ่แล้วอุปกรณ์ IEEE 802.11 WLAN ที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันจะเป็นอุปกรณ์ตามมาตรฐาน IEEE 802.11b นี้และใช้เครื่องหมายการค้าที่รู้จักกันดีในนาม Wi-Fi ซึ่งเครื่องหมายการค้าดังกล่าวถูกกำหนดขึ้นโดยสมาคม WECA (Wireless Ethernet Compatability Alliance) โดยอุปกรณ์ที่ได้รับเครื่องหมายการค้าดังกล่าวได้ผ่านการตรวจสอบแล้วว่า เป็นไปตามมาตรฐาน IEEE 802.11b และสามารถนำไปใช้งานร่วมกับอุปกรณ์ยี่ห้ออื่น ๆ ที่ได้รับเครื่องหมาย Wi-Fi ได้

มาตรฐาน IEEE 802.11a คณะทำงานชุด IEEE 802.11a ได้ตีพิมพ์มาตรฐานเพิ่มเติมเมื่อปี พ.ศ. 2542 มาตรฐาน IEEE 802.11a ใช้เทคโนโลยีที่เรียกว่า OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) เพื่อปรับปรุงความสามารถของอุปกรณ์ให้รับส่งข้อมูลได้ด้วยความเร็วสูงสุดที่ 54 Mbps แต่จะใช้คลื่นวิทยุที่ความถี่ 5 GHz ซึ่งเป็นย่านความถี่สาธารณะสำหรับใช้งานในประเทศสหรัฐอเมริกาที่มีสัญญาณรบกวนจากอุปกรณ์อื่นน้อยกว่าในย่านความถี่ 2.4 GHz อย่างไรก็ตามข้อเสียหนึ่งของมาตรฐาน IEEE 802.11a ที่ใช้คลื่นวิทยุที่ความถี่ 5 GHz ก็คือในบางประเทศย่านความถี่ดังกล่าวไม่สามารถนำมาใช้งานได้อย่างสาธารณะ ตัวอย่างเช่น ประเทศไทยไม่อนุญาตให้มีการใช้งานอุปกรณ์ IEEE 802.11a เนื่องจากความถี่ย่าน 5 GHz ได้ถูกจัดสรรสำหรับกิจการอื่นอยู่ก่อนแล้ว นอกจากนี้ข้อเสียอีกอย่างหนึ่งของอุปกรณ์ IEEE 802.11a WLAN ก็คือรัศมีของสัญญาณมีขนาดค่อนข้างสั้น (ประมาณ 30 เมตร ซึ่งสั้นกว่ารัศมีสัญญาณของอุปกรณ์ IEEE 802.11b WLAN ที่มีขนาดประมาณ 100 เมตร สำหรับการใช้งานภายในอาคาร) อีกทั้งอุปกรณ์ IEEE 802.11a WLAN ยังมีราคาสูงกว่า IEEE 802.11b WLAN ด้วย ดังนั้นอุปกรณ์ IEEE 802.11a WLAN จึงได้รับความนิยมน้อยกว่า IEEE 802.11b WLAN มาก

มาตรฐาน IEEE 802.11g คณะทำงานชุด IEEE 802.11g ได้ใช้นำเทคโนโลยี OFDM มาประยุกต์ใช้ในช่องสัญญาณวิทยุความถี่ 2.4 GHz ซึ่งอุปกรณ์ IEEE 802.11g WLAN มีความสามารถในการรับส่งข้อมูลด้วยความเร็วสูงสุดที่ 54 Mbps ส่วนรัศมีสัญญาณของอุปกรณ์เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

IEEE 802.11g WLAN จะอยู่ระหว่างรัศมีสัญญาณของอุปกรณ์ IEEE 802.11a และ IEEE 802.11b เนื่องจากความถี่ 2.4 GHz เป็นย่านความถี่สาธารณะสากล อีกทั้งอุปกรณ์ IEEE 802.11g WLAN สามารถทำงานร่วมกับอุปกรณ์ IEEE 802.11b WLAN ได้ (backward-compatible) ดังนั้นจึงมีแนวโน้มสูงกว่าอุปกรณ์ IEEE 802.11g WLAN จะได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายหากมีราคาไม่แพงจนเกินไปและน่าจะมาแทนที่ IEEE 802.11b

2.7.3.2 Bluetooth

นอกจากหน่วยงาน IEEE ที่กำหนดมาตรฐานของระบบเครือข่ายไร้สายแล้วในปัจจุบันยังมีบลูทูธ (Bluetooth) ซึ่งเป็นมาตรฐานเทคโนโลยีของอินเทอร์เฟซทางคลื่นวิทยุ (Universal Radio Interface) ที่เริ่มมีในปี ค.ศ. 1998 สำหรับใช้ในการเชื่อมโยงสื่อสารไร้สายในแถบความถี่ 2.45 GHz ซึ่งจะทำให้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ถือเคลื่อนย้ายได้ สามารถติดต่อเชื่อมโยงสื่อสารแบบ ไร้สายระหว่างกันในช่วงระยะห่างสั้น ๆ ได้ อุปกรณ์แต่ละตัวสามารถติดต่อสื่อสารกับอุปกรณ์อื่น ๆ ได้สูงสุดถึง 8 เครื่องพร้อม ๆ กัน ซึ่งเรียกเครือข่ายการติดต่อนี้ว่า "พิกเน็ต" ยิ่งกว่านั้นอุปกรณ์ แต่ละตัวยังสามารถสังกัดอยู่กับเครือข่ายพิกเน็ตได้หลายเครือข่ายพร้อมกันอีกด้วย ลักษณะของบลูทูธได้แก่

- Operate in the 2.56 GHz ISM band which is globally available
- Uses FHSS
- Can support up to 8 devices in a piconet
- Omni-directional, non line of sight transmission through walls
- 10m to 100m range
- Extended range with external power amplifier (100 meters)

ตารางที่ 2.4 เปรียบเทียบมาตรฐาน IEEE กับ Bluetooth

	IEEE 802.11	Bluetooth
Speed	11 Mbps	30 - 40 Kbps
Use	Office or campus LAN	Personal Area Network
Typical Configuration	Multiple clients per access point	Point - to - point, Multiple device per access point
Range	50 - 300 feet	30 feet
Frequency Sharing	Direct sequence spread spectrum	Narrow Frequency hopping

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8 พื้นฐานต่างๆของการเชื่อมโยง TCP

TCP ช่วยสร้าง Application ที่ใช้ Protocol ในการเชื่อมโยงกับคอมพิวเตอร์ที่ห่างไกล โดย ใช้การเชื่อมโยงที่ Computer สองเครื่องสามารถส่งผ่านข้อมูลซึ่งกันและกัน จึงเหมาะที่จะใช้งานใน ด้านการสื่อสารโดยตรงระหว่างผู้ใช้และส่งผ่าน File ขนาดใหญ่ การสร้าง Application ของ Server จะกำหนด Port (Property Local Port) ให้รับฟังและเรียกใช้ Method Listen เมื่อ Client ร้องขอการ เชื่อมโยงทำให้เกิดเหตุการณ์ Connect Request เมื่อมีการเชื่อมโยงที่สมบูรณ์ จะต้องเรียกใช้ Method Accept ภายใต้เหตุการณ์ Connect Request เมื่อมีการเชื่อมโยง Computer ทั้งคู่ สามารถส่งและรับ ข้อมูลจะเรียกใช้ Method Send Data เมื่อได้รับข้อมูลเหตุการณ์ Data Arrival จะเกิดขึ้นซึ่งจะเรียกใช้ Method Get Data ภายในเหตุการณ์ Data Arrival เพื่อนำข้อมูลออกมาแสดง

2.8.1 Winsock Control

คอนโทรลที่ชื่อว่า Winsock ที่มากับ Visual Basic เป็นเครื่องมือที่มีประโยชน์ในการพัฒนา โปรแกรมบน Internet เมื่อเปรียบเทียบกับคอนโทรล ActiveX ตัวอื่น ๆ Winsock จะเป็นคอนโทรล ที่ถูกนำมาใช้งานอย่างมาก

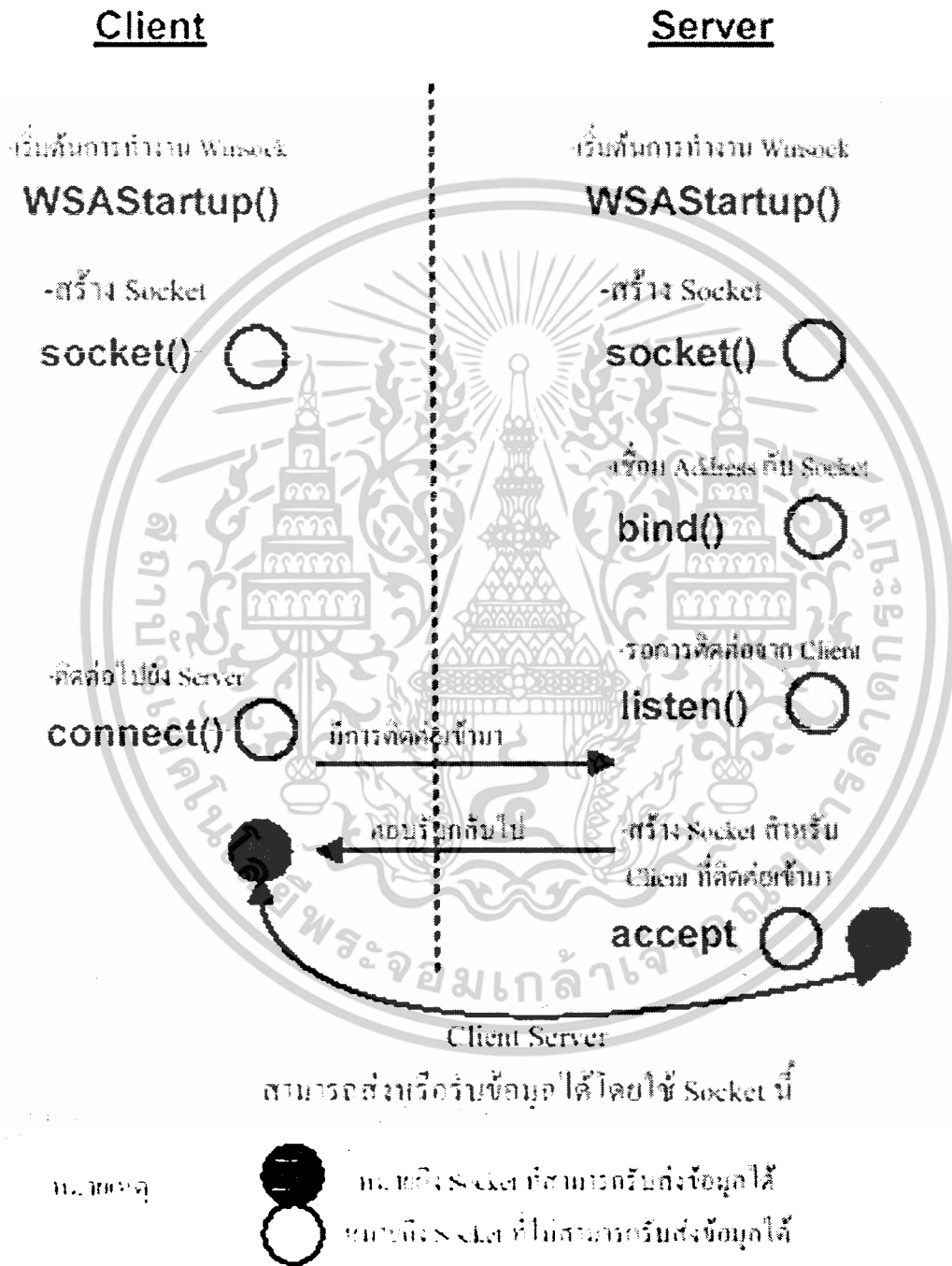
Client (ไคลเอ็นต์) และ Server (เซิร์ฟเวอร์) ไคลเอ็นต์จะเป็นเครื่องคอมพิวเตอร์ที่จะร้อง ขอบริการ หรือ ข้อมูล จากเครื่องเซิร์ฟเวอร์ โดยผ่านทางโปรแกรมต่าง ๆ เช่น Web Browser, Outlook Express, mIRC ซึ่งเครื่องเซิร์ฟเวอร์ จะเป็นเครื่องที่ให้บริการต่าง ๆ แก่เครื่องที่เป็น Client เช่น Web Server, Mail Server, IRC Server โดยมากโปรแกรมบนอินเทอร์เน็ตจะถูกติดตั้งลงใน เครื่องที่เป็นไคลเอ็นต์ ทำให้เครื่องที่เป็นไคลเอ็นต์มีความสามารถในการ รับและส่ง อีเมลล์ เปิดชม เว็บบไซต์ ทำการติดต่อสื่อสารกับกลุ่มข่าว (news groups) ต่าง ๆ และสามารถโหลดไฟล์ที่ต้องการ ส่วนโปรแกรมอีกประเภท จะต้องติดตั้งกับเครื่องที่เป็นเซิร์ฟเวอร์ โปรแกรมประเภทนี้จะให้บริการ แก่ไคลเอ็นต์ที่ร้องขอใช้บริการ เครื่องเซิร์ฟเวอร์สามารถจัดการกับเครื่องไคลเอ็นต์ได้หลายเครื่อง พร้อมกัน และยังสามารถจัดการกับงานต่าง ๆ ที่อยู่บนเครื่องไปพร้อมกัน

เทคโนโลยี Socket (ซ็อกเก็ต) ที่มีใช้งานในปัจจุบันบนอินเทอร์เน็ตมีความเสถียรภาพ Socket ที่มีการใช้งานอยู่บน MS Windows จะถูกเรียกว่า Windows Socket หรือจะเรียกสั้นๆว่า Winsock (วินซ็อก) ความหมายของซ็อกเก็ต คือ เครื่องมือของ โปรแกรมที่จะถูกใช้ในการในการส่ง และ รับ ข้อมูลผ่านทางหมายเลขพอร์ตของ TCP/IP ที่กำหนด โปรแกรมจะสร้างซ็อกเก็ตได้ตามที่ ต้องการเพื่อใช้ในการทำงาน แต่ 1 ซ็อกเก็ต จะต้องทำงานกับ 1 พอร์ตของ TCP/IP เท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8.2 การสร้าง Client/Server โดยใช้ Winsock

การสร้าง Client/Server โดยใช้ฟังก์ชันของ Winsock สามารถทำได้ดังรูปที่ 2.21



รูปที่ 2.21 การสร้าง Client/Server โดยใช้ Winsock

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำงานของ Server

เริ่มต้นการทำงานของ Winsock โดยใช้ฟังก์ชัน WSASocket () จากนั้นทำการสร้าง Socket ขึ้นมาโดยใช้ฟังก์ชัน socket () เชื่อมต่อ Address เข้ากับ socket ที่สร้างขึ้นมาโดยใช้ฟังก์ชัน bind() และรอการเชื่อมต่อจาก Client โดยใช้ฟังก์ชัน listen

การทำงานของ Client

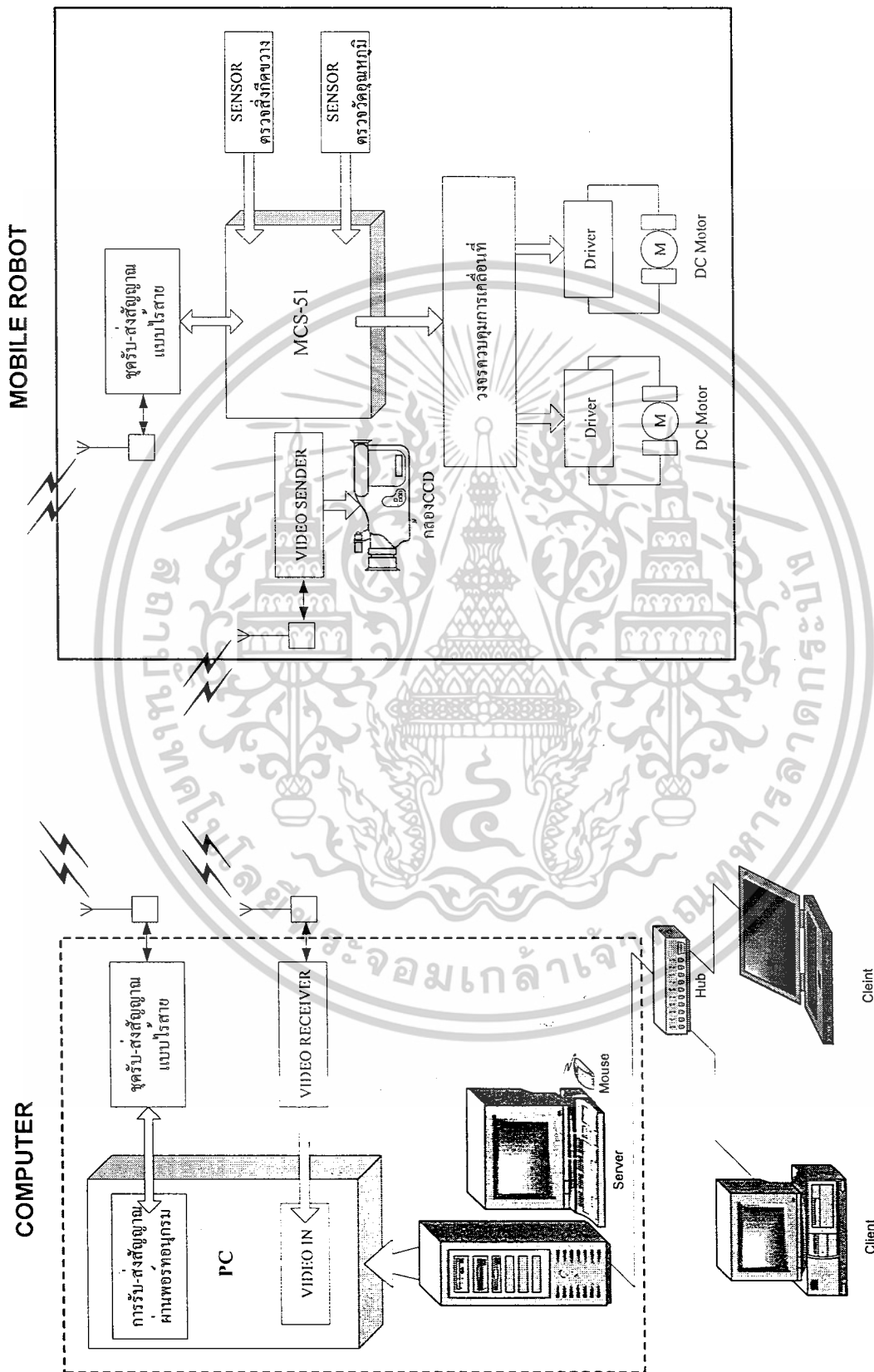
เริ่มต้นการทำงานของ Winsock โดยใช้ฟังก์ชัน WSASocket () จากนั้นทำการสร้าง Socket ขึ้นมาโดยใช้ฟังก์ชัน socket () เชื่อมต่อไปยัง Server โดยใช้ฟังก์ชัน connect()



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การออกแบบและการสร้าง



เอกสารนี้เป็นทรัพย์สินของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
 รูปที่ 3.1 แสดงองค์ประกอบของบล็อกการทำงานทั้งหมดของหุ่นยนต์เคลื่อนที่
 ไร้อากาศที่ระโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1 ส่วนประกอบของหุ่นยนต์เคลื่อนที่

ส่วนประกอบที่สำคัญของหุ่นยนต์เคลื่อนที่(Mobile Robot) ได้แก่

1. ไมโครคอนโทรลเลอร์
2. ชุดรับส่งข้อมูลแบบไร้สาย
3. วงจรขับเคลื่อนและส่วนควบคุมการเคลื่อน
4. วงจรวัดอุณหภูมิ
5. วงจรตรวจจับสิ่งกีดขวาง
6. ชุดเพาเวอร์ซัพพลาย
7. กล้องรับภาพ
8. คอมพิวเตอร์ และ โปรแกรมควบคุม

3.2 ไมโครคอนโทรลเลอร์

ไมโครคอนโทรลเลอร์ถูกนำมาใช้ในการควบคุมการสั่งงานบนตัวรถ โดยบอร์ดที่ออกแบบมีคุณสมบัติดังนี้

- CPU T89C51AC2
- หน่วยความจำภายในประเภท RAM 256 byte
- หน่วยความจำ EEPROM 2Kbyte
- UART แบบ full duplex
- ความถี่สัญญาณนาฬิกา 11.0592 เมกะเฮิรตซ์
- สามารถ Download โปรแกรมลงบนตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ผ่านพอร์ตอนุกรมได้ทันที

โดยไม่ต้องใช้เครื่องเบิร์น

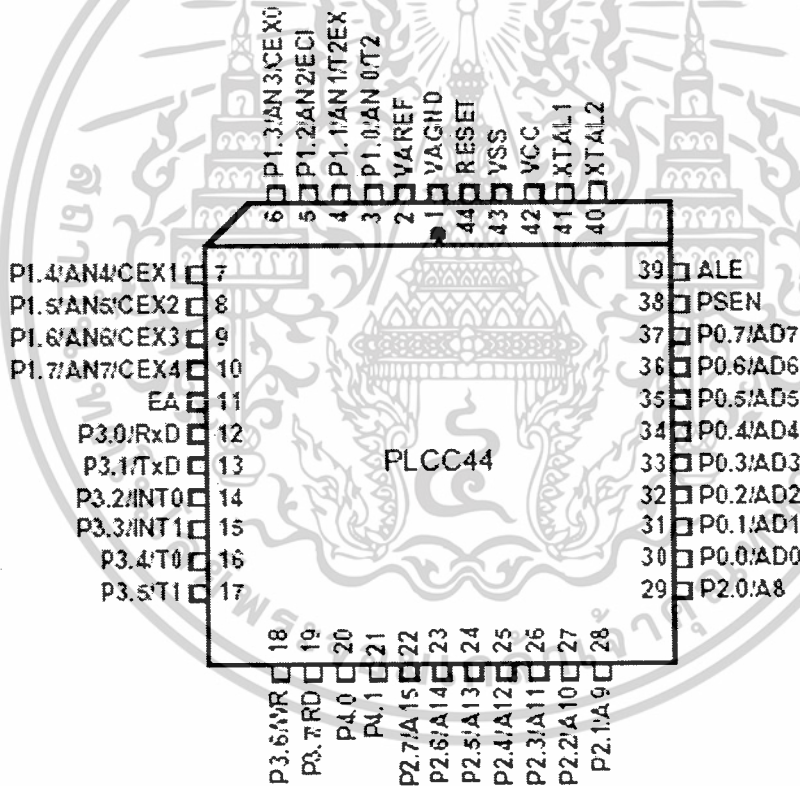
การจัดสรรบิตต่างๆสำหรับเป็นอินพุตและ เอาท์พุทในแต่ละพอร์ตของโครงการ

พอร์ต0	P0.0-0.07	ไม่ได้ต่อใช้งาน
พอร์ต1	P1.0	สัญญาณอินพุตจากวงจรตรวจจับสิ่งกีดขวางจากด้านหลังซ้าย
	P1.2	สัญญาณอินพุตจากวงจรตรวจจับสิ่งกีดขวางจากด้านหลังขวา
	P1.3	สัญญาณอินพุตจากวงจรตรวจจับสิ่งกีดขวางจากด้านหน้าซ้าย
	P1.4	สัญญาณอินพุตจากวงจรตรวจจับสิ่งกีดขวางจากด้านหน้าขวา
	P1.5-1.7	ไม่ได้ต่อใช้งาน
พอร์ต2	P2.0	ต่อกับวงจรควบคุมมอเตอร์
	P2.1	ต่อกับวงจรควบคุมมอเตอร์
	P2.3	ต่อกับวงจรควบคุมมอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พอร์ท3	P2.4	สัญญาณควบคุมหลักเพื่อใช้เปิด-ปิด การไหลของกระแสในมอเตอร์ตัวที่1
	P2.5	สัญญาณควบคุมหลักเพื่อใช้เปิด-ปิด การไหลของกระแสในมอเตอร์ตัวที่2
	P2.6-2.7	ไม่ได้ต่อใช้งาน
	P3.0	ต่อกับชุดส่งสัญญาณ
	P3.1	ต่อกับชุดส่งสัญญาณ
	P3.2-3.4	ไม่ได้ต่อใช้งาน
	P3.5	สัญญาณอินพุทจาก DS1820
	P3.6-3.7	ไม่ได้ต่อใช้งาน

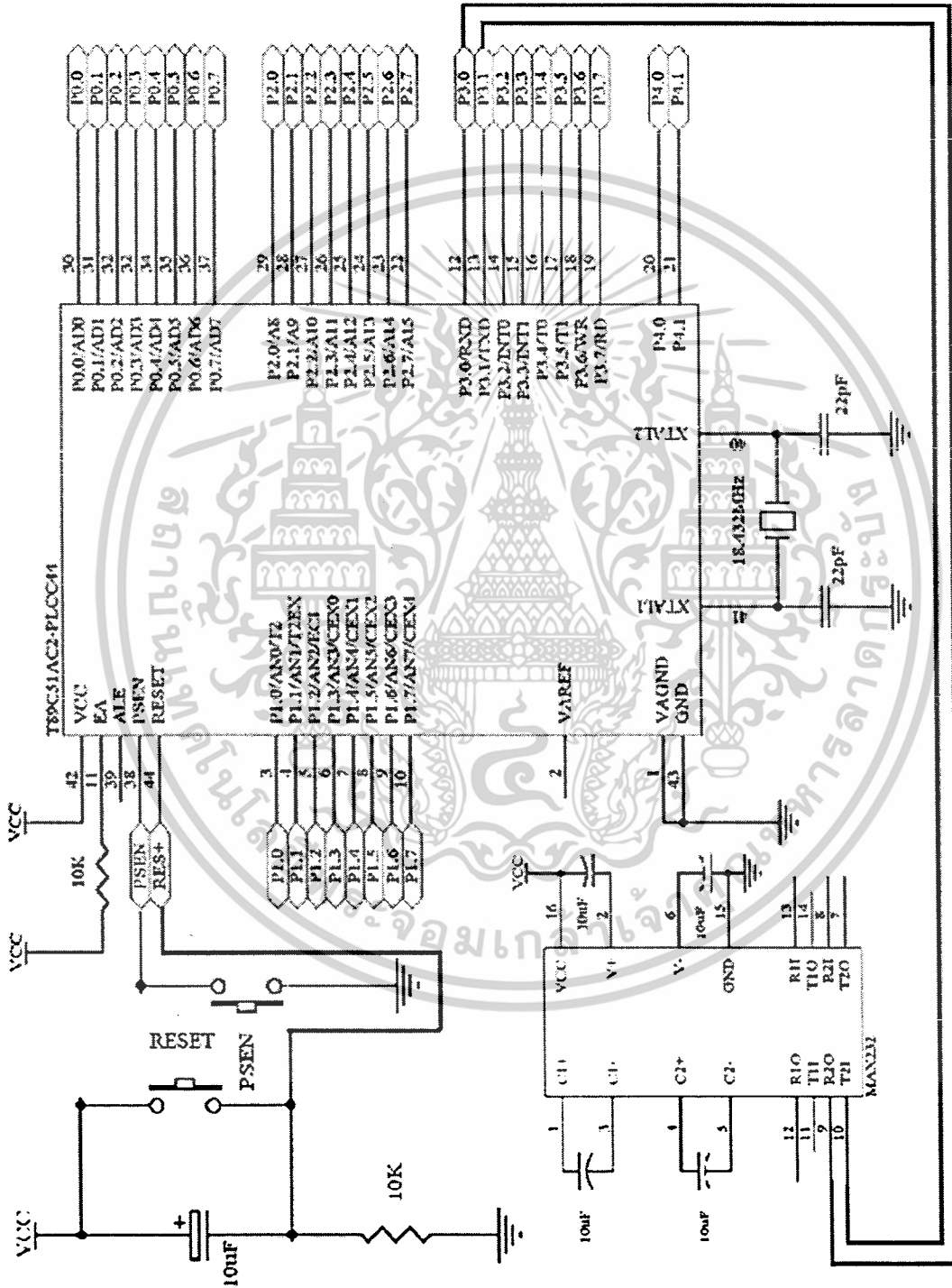


รูปที่ 3.2 ตำแหน่งการจัดเรียงขาของ CPU T89C51AC2

การทำงานหลักจะใช้การตรวจสอบการอินเทอร์รัปต์แบบอนุกรม ในการตรวจสอบเพื่อทำการรับส่งข้อมูลที่ส่งมาจากคอมพิวเตอร์ แล้วนำข้อมูลมาตรวจสอบว่าตรงกับเงื่อนไขการทำงานใดของไมโครคอนโทรลเลอร์ก็จะทำการตามคำสั่งนั้น ๆ ในกรณีของการส่งข้อมูลของสิ่งกีดขวางและเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

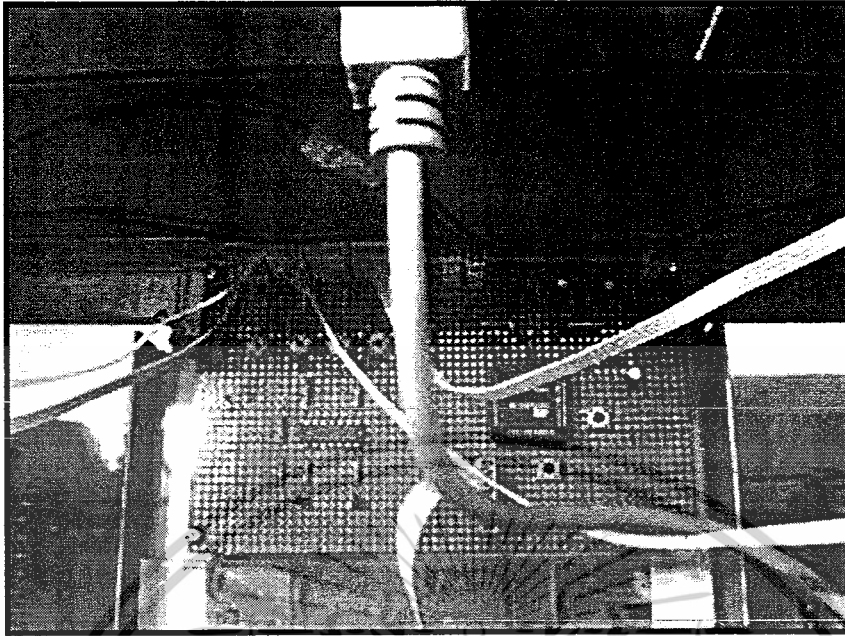
อุณหภูมิจะมีการส่งค่าของข้อมูลกลับมายังคอมพิวเตอร์ ดังนั้นคอนโทรลเลอร์จะต้องทำการเปลี่ยนโหมดเป็นตัวส่งและเมื่อทำการส่งข้อมูลจนเสร็จ คอนโทรลเลอร์ก็จะเปลี่ยนโหมดกลับไปทำงานเป็นตัวรับตามปกติ

วงจรของไมโครคอนโทรลเลอร์



รูปที่ 3.3 แสดงการเชื่อมต่อของไมโครคอนโทรลเลอร์

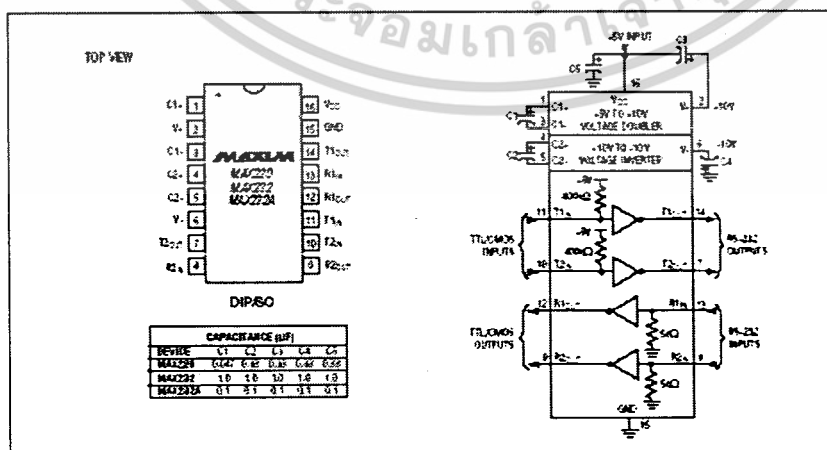
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไมอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.4 วงจรของไมโครคอนโทรลเลอร์

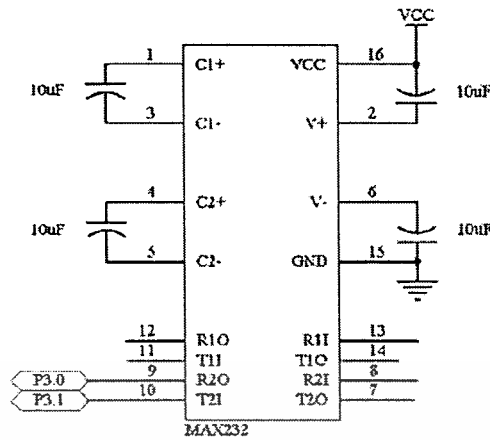
3.2.1 การแปลงสัญญาณแรงดันเป็นสัญญาณ TTL

การแปลงสัญญาณแรงดันเป็นสัญญาณ TTL เพื่อติดต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์ ได้ใช้ IC MAX-232 ทำหน้าที่ในการเปลี่ยนสัญญาณแรงดันที่ออกจากพอร์ตอนุกรม RS-232 ให้เป็นสัญญาณ TTL โดยเมื่อแรงดันที่ออกจาก RS-232 มีขนาดแรงดันเท่ากับ 12 โวลต์ หรือลอจิก "0" จะทำการเปลี่ยนไปเป็นสัญญาณ TTL ขนาด 0 โวลต์ และเมื่อมีแรงดันที่ออกจาก RS-232 มีขนาดแรงดันเท่ากับ -12 โวลต์หรือลอจิก "1" จะทำการเปลี่ยนไปเป็นสัญญาณ TTL ขนาด 5 โวลต์ ซึ่งค่าต่าง ๆ ในวงจรและรูปวงจรถูกแสดงอยู่ในรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.5 วงจร MAX-232

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานในท้องถิ่นเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

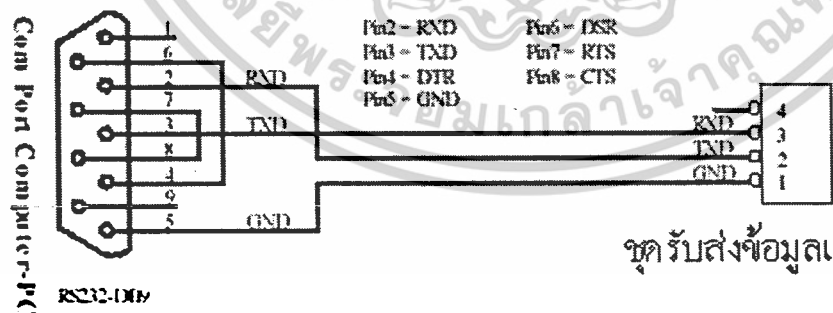


รูปที่ 3.6 การต่อ MAX-232 กับไมโครคอนโทรลเลอร์

3.3 ชุดรับส่งข้อมูลแบบไร้สาย

ชุดรับส่งข้อมูลแบบไร้สาย เป็นวงจรที่ใช้สำหรับแปลงสัญญาณในระบบ RS-232 ที่เป็นสายให้สามารถส่งข้อมูลออกไปได้ในแบบไร้สายในรูปสัญญาณวิทยุความถี่ 2.4 GHz โดยใช้ Module ส่งสัญญาณวิทยุรุ่น TRW-2.4G โดยชุดรับส่งข้อมูลแบบไร้สายที่ใช้มีคุณสมบัติดังนี้

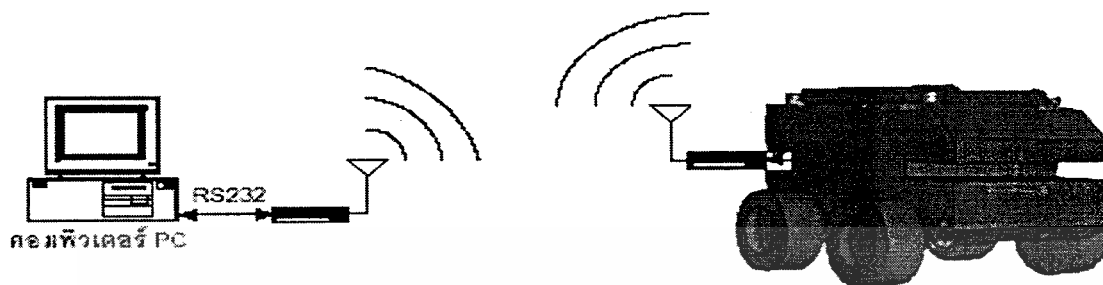
- มีรูปแบบและความเร็วสูงในการรับส่งข้อมูล โดยส่งแบบ GFSK (Gaussian Frequency Shift Keying)
- ความถี่ในการใช้งานที่ 2.4GHz - 2.524GHz
- ระยะทางในการรับ - ส่ง สัญญาณ 100 - 150 เมตรกลางแจ้ง และ 20 เมตร ภายในตัวอาคาร



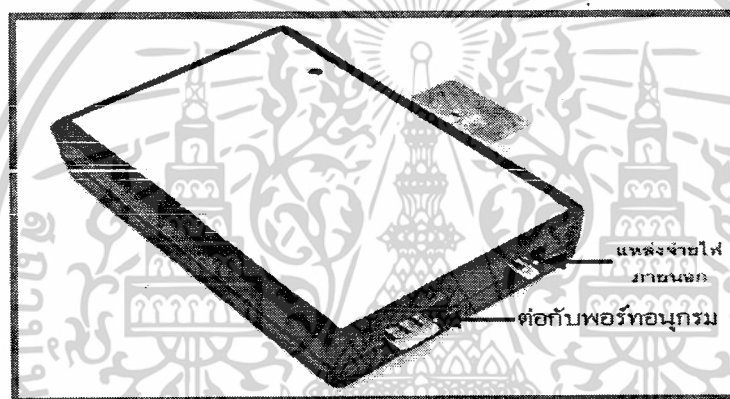
รูปที่ 3.7 การต่อพอร์ต RS-232 กับวงจรรับส่งข้อมูล

การทำงานของวงจรรับส่งข้อมูลแบบไร้สายเป็นการทำงานชนิด 2 ทิศทาง แบบ Half Duplex หรือแบบผลัดกันรับผลัดส่ง ซึ่งสามารถใช้รับส่งข้อมูลระหว่างต้นทาง และปลายทางได้ โดยใช้ชุดรับส่งด้านละ 1 ชุด แต่การรับส่งข้อมูลแบบนี้จะไม่สามารถส่งข้อมูลสวนทางกันได้ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เหมือนแบบ Full Duplex แต่จะใช้วิธีการผลัดกันรับและส่งข้อมูลแทน โดยเมื่อฝ่ายรับข้อมูลได้รับข้อมูลจนครบแล้วจึงจะสลับหน้าที่เป็นฝ่ายส่งข้อมูลย้อนกลับไป



รูปที่ 3.8 แสดงการรับส่งข้อมูลแบบ Half Duplex



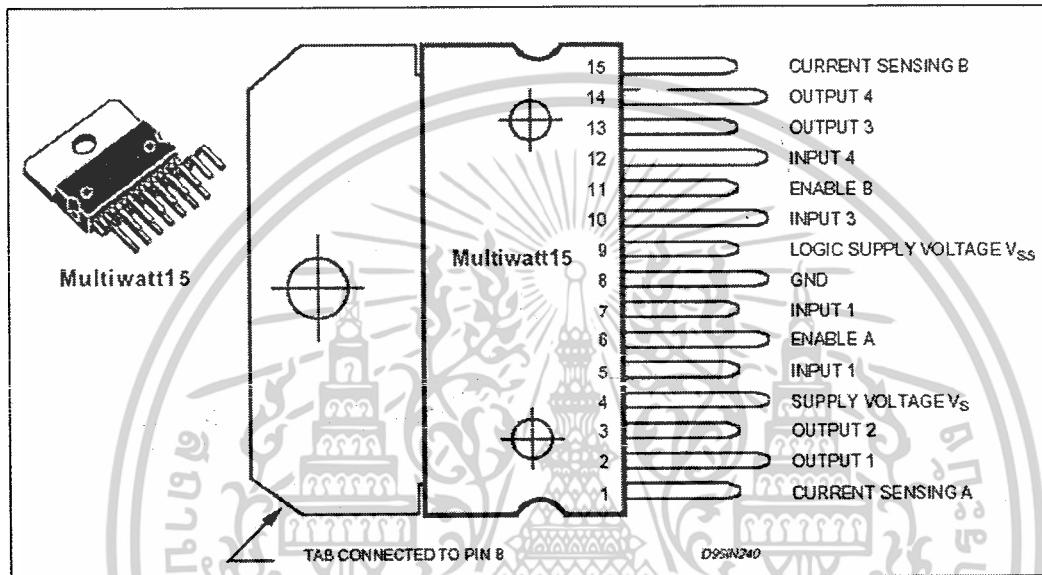
รูปที่ 3.9 ชุดรับส่งข้อมูลแบบไร้สาย

การทำงานของชุดรับส่งข้อมูลแบบไร้สายนี้ วงจรแต่ละด้านจะทำหน้าที่เป็นทั้งฝ่ายรับและฝ่ายส่งข้อมูลแบบอัตโนมัติ โดยในสถานะปกติจะอยู่ในสถานะของการรอรับข้อมูลทั้งด้าน RF และ RS - 232 ซึ่งถ้าพบว่ามีข้อมูลส่งเข้ามาทางด้านของ RF ก็จะนำข้อมูลนั้นส่งออกไปทางด้าน Tx ของ RS-232 ทันที และในทำนองเดียวกันถ้าพบว่ามีข้อมูลส่งเข้ามาทางด้าน Rx ของ RS-232 มันก็จะทำการรับข้อมูลนั้นจาก RS-232 พร้อมกับเปลี่ยนทิศทางของอุปกรณ์ RF จากการรอรับข้อมูลให้ทำหน้าที่เป็นตัวส่งข้อมูลแทน เพื่อทำการส่งข้อมูลที่ได้จาก RS-232 ออกไปทาง RF ในทันที ซึ่งหลังจากที่เครื่องรับส่งสัญญาณทำการสลับโหมดการทำงานของอุปกรณ์ด้าน RF จากการรอรับเป็นการส่งและทำการเริ่มต้นส่งข้อมูลออกไปทางด้าน RF เรียบร้อยแล้ว มันก็จะวนกลับไปตรวจสอบการรับข้อมูลจากด้าน RS-232 อีกว่ายังมีข้อมูลส่งเข้ามาอีกหรือไม่ ถ้าพบว่ามีข้อมูลส่งเข้ามาอีกก็จะทำการแปลงข้อมูลนั้นเพื่อส่งออกไปยังด้าน RF ต่อไปอีกจนกว่าการส่งข้อมูลด้าน RS-232 จะสิ้นสุดลง

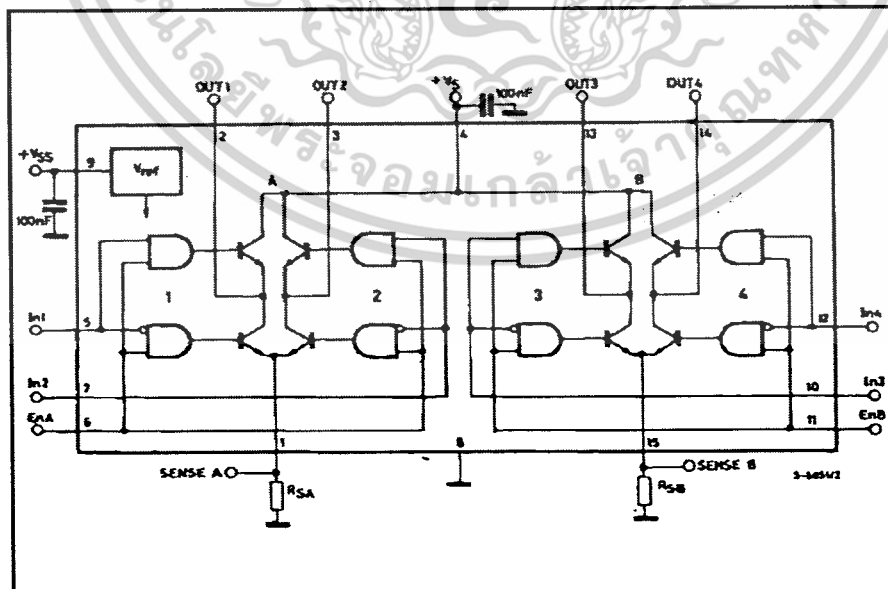
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 วงจรขับเคลื่อนและส่วนควบคุมการเลี้ยง

ระบบขับเคลื่อนภายในประกอบด้วย มอเตอร์ เกียร์ดีซี ขนาด 24 โวลต์ ความเร็ว 52.5 รอบ/นาที ใช้ในการขับเคลื่อนล้อหน้าและหลังทั้งสองด้าน ในการควบคุมการทำงานของมอเตอร์ กระแสตรงควบคุมทิศทางและการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์จะใช้ IC เบอร์ L298 N ของ SG5-THOMSON ซึ่งเป็น IC ขับเคลื่อนมอเตอร์แบบ Dual Full-Bridge ที่มีประสิทธิภาพสูงและต่อใช้งานได้ง่าย สามารถควบคุมการหมุนได้จากสัญญาณดิจิทัลที่ออกมาจากตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ได้โดยตรง



รูปที่ 3.11 แสดงการจัดวางขาของ L298 N



รูปที่ 3.12 โครงสร้างภายในของ L298 N

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยในส่วน IC เบอร์ L298 N ของ SCG-THOMSON สามารถแบ่งสัญญาณการควบคุมการทำงานออกเป็น 2 ชุด คือ

-EN1, INPUT-A, INPUT-B สำหรับขับกระแสให้กับขดลวดขดที่ 1 ของมอเตอร์

-EN2, INPUT-C, INPUT-D สำหรับขับกระแสให้กับขดลวดขดที่ 2 ของมอเตอร์

สัญญาณ EN1 เป็นสัญญาณควบคุมหลักการทำงานที่ลอจิก”1” เพื่อใช้สำหรับเปิด-ปิด การไหลของกระแสของ OUTPUT A และ B ส่วนสัญญาณ EN2 ก็เป็นสัญญาณควบคุมหลักการทำงานที่ลอจิก”1” เพื่อใช้สำหรับเปิด-ปิด การไหลของกระแสของ OUTPUT C และ D (โดยดูรายละเอียดเพิ่มเติมเกี่ยวกับ L298 N ได้จาก Data Sheet) และสามารถแสดงให้เห็นความสัมพันธ์ของสัญญาณต่างๆ ได้ดังตาราง

ตารางที่ 3.1 แสดงสถานะลอจิกที่ควบคุมการทำงานของมอเตอร์ตัวที่1

EN1	INPUT-B	INPUT-A	การทำงานของมอเตอร์
“1”	“0”	“0”	ไม่มีกระแสไหล มอเตอร์หยุดหมุน
	“0”	“1”	กระแสไหลจาก A ไป B
	“1”	“0”	กระแสไหลจาก B ไป A
	“1”	“1”	ไม่มีกระแสไหล มอเตอร์หยุดหมุน
“0”	X	X	ไม่มีกระแสไหล มอเตอร์หยุดหมุน

ตารางที่ 3.2 แสดงสถานะลอจิกที่ควบคุมการทำงานของมอเตอร์ตัวที่2

EN2	INPUT-D	INPUT-C	การทำงานของมอเตอร์
“1”	“0”	“0”	ไม่มีกระแสไหล มอเตอร์หยุดหมุน
	“0”	“1”	กระแสไหลจาก C ไป D
	“1”	“0”	กระแสไหลจาก D ไป C
	“1”	“1”	ไม่มีกระแสไหล มอเตอร์หยุดหมุน
“0”	X	X	ไม่มีกระแสไหล มอเตอร์หยุดหมุน

จะเห็นได้ว่า L298N แบ่งสัญญาณออกเป็น 2 กลุ่ม เพื่อใช้สำหรับแยกควบคุมของขดลวดมอเตอร์ 2 ขด โดยในแต่ละขดจะแยกออกจากกันแบบอิสระ ไม่เกี่ยวข้องกันและกัน และซึ่งใน

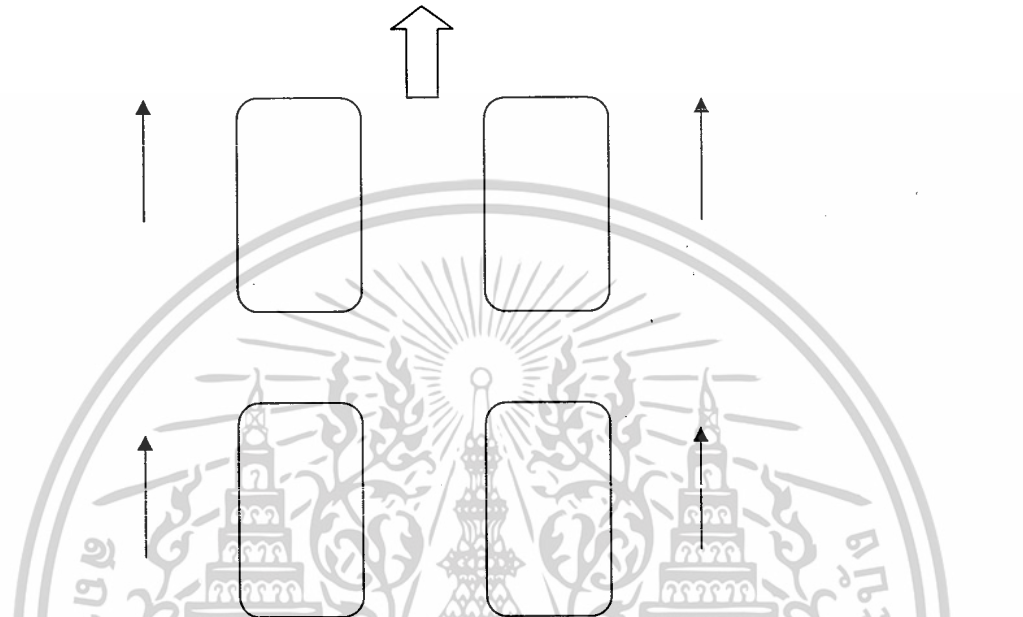
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขณะเดียวกันในแต่ละขดลวดของมอเตอร์นั้นก็ยังสามารถกำหนดทิศทางการไหลของกระแสได้ทั้ง 2 ทิศทาง

ลักษณะการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์

1. การเคลื่อนที่ไปหน้า

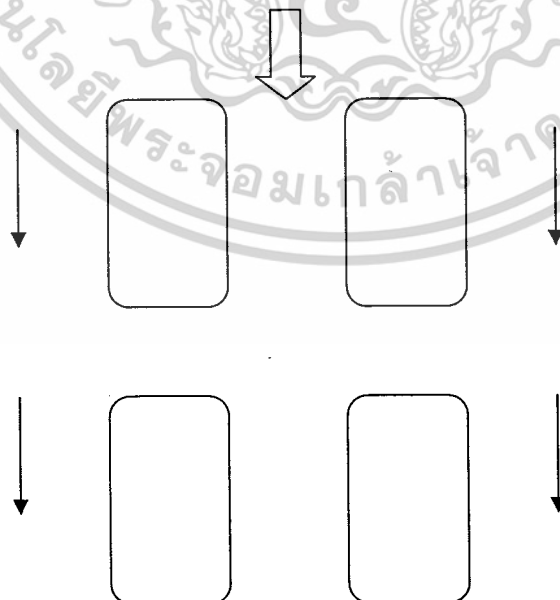
ออกแบบ โดยให้ล้อทั้ง 4 เคลื่อนที่ไปข้างหน้าพร้อมๆกันแสดงได้ดังรูปที่ 3.13



รูปที่ 3.13 แสดงลักษณะการเคลื่อนที่ไปข้างหน้า

2. การเคลื่อนที่ถอยหลัง

ออกแบบ โดยให้ ล้อทั้ง 4 เคลื่อนที่ถอยหลังพร้อมๆกันแสดงดังรูปที่ 3.14

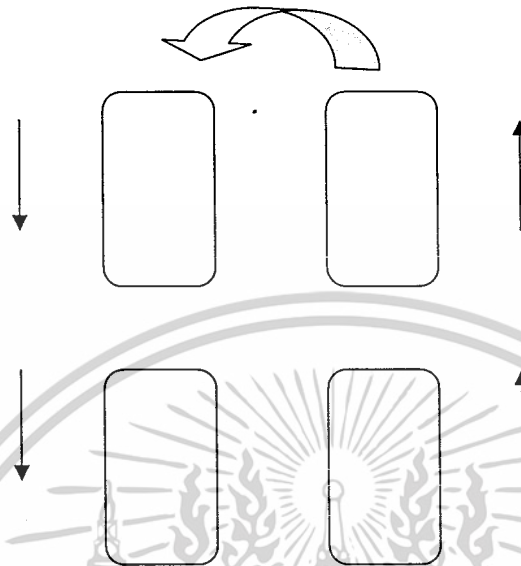


รูปที่ 3.14 แสดงลักษณะการเคลื่อนที่ถอยหลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การเคลื่อนที่ไปทางซ้าย

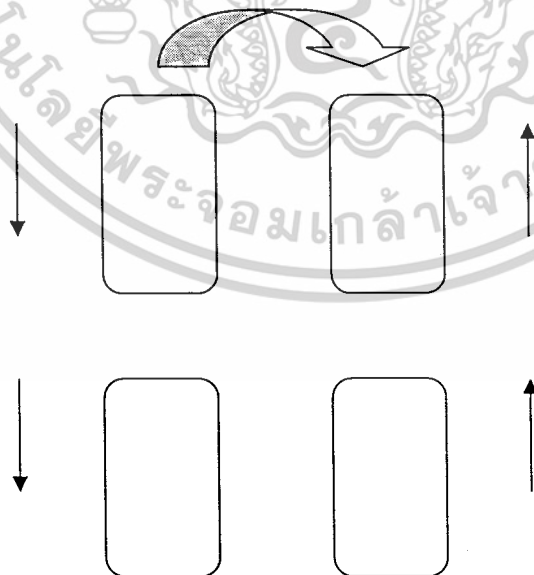
ออกแบบโดยให้ ล้อทางขวา 2 ล้อ เคลื่อนที่ไปหน้าพร้อมกัน ในขณะที่เดียวกันก็ให้ล้อด้านซ้าย 2 ล้อเคลื่อนที่ถอยหลังพร้อมกันแสดงได้ดังรูปที่ 3.15



รูปที่ 3.15 แสดงลักษณะการเคลื่อนที่ไปทางซ้าย

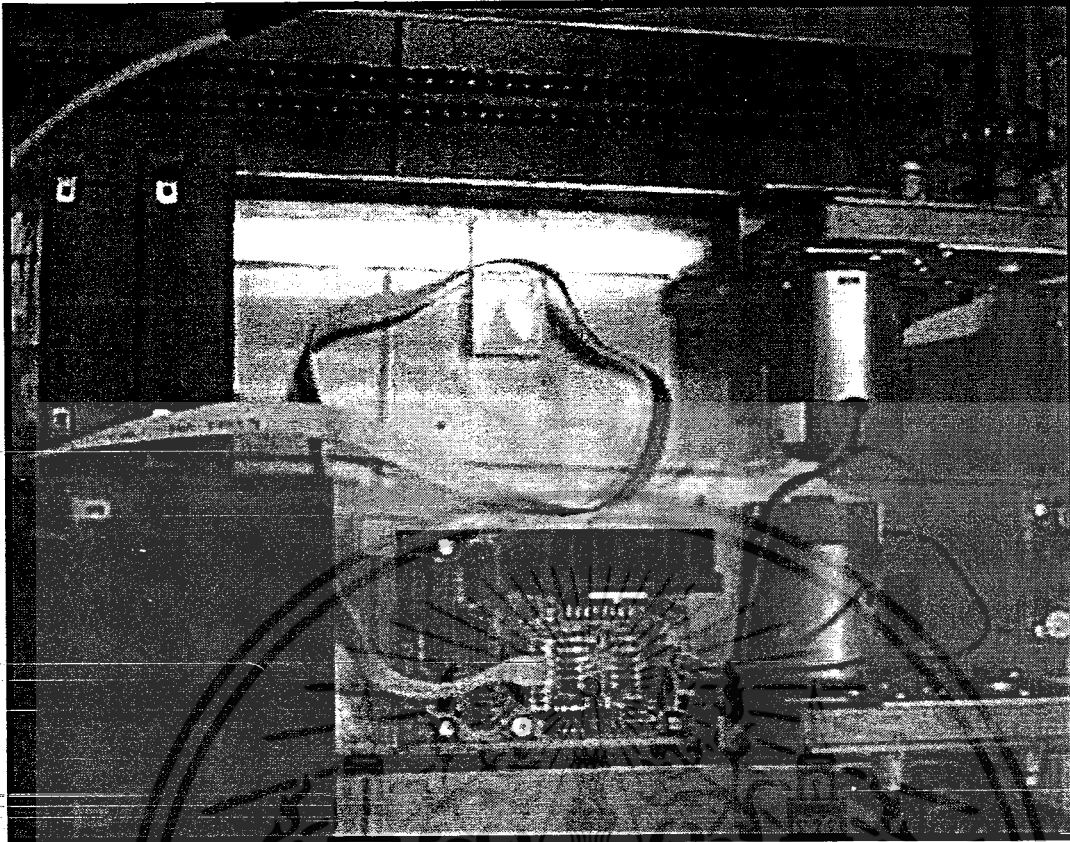
4. การเคลื่อนที่ไปทางขวา

ออกแบบโดยให้ ล้อทางขวา 2 ล้อ เคลื่อนที่ถอยหลังพร้อมกัน ในขณะที่เดียวกันก็ให้ล้อด้านซ้าย 2 ล้อเคลื่อนที่ไปหน้าพร้อมกันแสดงได้ดังรูปที่ 3.16



รูปที่ 3.16 แสดงลักษณะการเคลื่อนที่ไปทางขวา

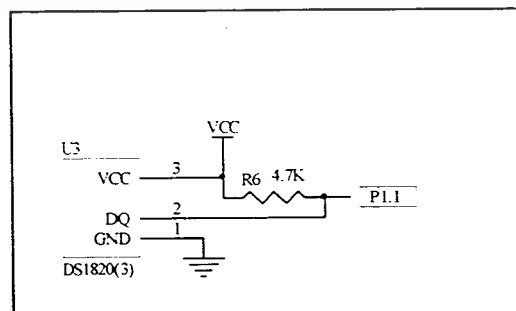
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.17 รูปวงจรขับเคลื่อนของหุ่นยนต์เคลื่อนที่

3.5 วงจรวัดอุณหภูมิ

การออกแบบส่วนวัดอุณหภูมิในโครงการนี้ได้เลือกไอซีเบอร์ DS 1820 ซึ่งเป็นไอซีที่ออกแบบเพื่อวัดอุณหภูมิได้ในย่าน -55 ถึง $+125$ องศาเซลเซียส โดยใช้สายสัญญาณเชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์เพียงเส้นเดียว ดังรูปที่ 3.18 ใช้ขาพอร์ตเพียง 1 ขาเท่านั้นสำหรับการเชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยต้องมีตัวต้านทาน 4.7 กิโลโอห์มต่อพูลอัพกับไฟเลี้ยง $+5$ จากนั้นทำการเขียนโปรแกรม เพื่อทำการติดต่อกันโดยใช้รูปแบบการติดต่อตามมาตรฐานระบบบัสหนึ่งสายของคัลลัส

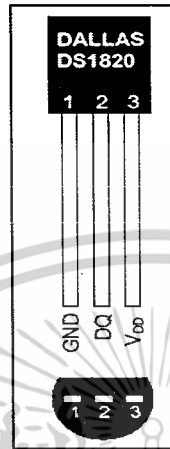


รูปที่ 3.18 การเชื่อมต่อ DS1820 กับไมโครคอนโทรลเลอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.1 ไอซีตรวจวัดอุณหภูมิ DS 1820

ไอซีตรวจวัดอุณหภูมิ DS 1820 เป็นไอซีตรวจวัดอุณหภูมิมีขาต่อใช้งานเพียง 3 ขาคือ DQ ซึ่งเป็นขาเชื่อมต่อกับระบบบัส, ขาต่อไฟเลี้ยงภายนอก และขากราวด์ ดังแสดงการจัดขาของไอซี DS1820 ในรูปที่ 3.19



รูปที่ 3.19 การจัดขาของ DS1820

หัวใจสำคัญของ DS 1820 อยู่ที่ตัวจับอุณหภูมิและหน่วยความจำความเร็วสูงที่เรียกว่า สแครตช์แพด (Scratchpad) ซึ่งมีขนาด 9 ไบต์ เมื่อวัดอุณหภูมิได้ก็จะนำค่าที่วัดได้นี้มาเก็บไว้ในสแครตช์แพดที่ไบต์ 0 และ 1 ทั้งนี้เนื่องจากไอซี DS1820 สามารถให้ข้อมูลของอุณหภูมิได้ละเอียดถึง 16 บิต เมื่อนำมาแปลงเป็นข้อมูลเลขฐานสิบจึงสามารถแสดงความละเอียดของค่าอุณหภูมิได้ถึง 0.5 องศาเซลเซียส และ 0.9 องศาฟาเรนไฮต์ โดยมีย่านวัดอุณหภูมิ -55 ถึง +125 องศาเซลเซียสหรือ -67 ถึง +257 องศาฟาเรนไฮต์ โดยค่าขององศาฟาเรนไฮต์ต้องมีการแปลงหน่วยเข้ามาช่วย ใช้เวลาในการแปลงค่าอุณหภูมิเป็นข้อมูลดิจิทัลประมาณ 200 มิลลิวินาที สามารถกำหนดขอบเขตของอุณหภูมิที่ทำการวัดได้ และให้แจ้งเตือนเมื่อค่าของอุณหภูมิสูงขึ้นหรือลดต่ำลงถึงค่าที่กำหนด โดยค่าอุณหภูมิที่กำหนดนี้จะเก็บไว้ในที่สแครตช์แพดในไบต์ 2 และ 3 โดยสรุปไว้ในตาราง 3.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.3 การจัดสรรพื้นที่ของสแครตช์แพดใน DS1820

ข้อมูล	ไบต์
ข้อมูลอุณหภูมิไบต์ต่ำ	0
ข้อมูลอุณหภูมิไบต์สูง	1
ข้อมูลอุณหภูมิก่าสูง	2
ข้อมูลอุณหภูมิก่าต่ำ	3
สำรองไว้	4
สำรองไว้	5
รีจิสเตอร์เก็บค่าการนับ	6
รีจิสเตอร์เก็บค่าการนับ	7
CRC	8

3.5.2 คำสั่งเพื่อควบคุมการทำงานของ DS 1820

ในการติดต่อกับไอซี DS 1820 จะมีคำสั่งที่ต้องส่งให้แก่ DS 1820 เพื่อกำหนดรูปแบบการทำงาน คำสั่งที่ใช้มากที่สุดมีด้วยกัน 3 คำสั่งดังนี้

1. คำสั่งไม่ติดต่อกับหน่วยความจำรอม หรือ สคริปรอม (Skip ROM) เนื่องจากในการใช้งาน DS 1820 โดยปกติแล้วจะมี DS 1820 อยู่บนสายสัญญาณเพียงตัวเดียว จึงไม่จำเป็นต้องใช้ข้อมูลกำหนดแอดเดรส ดังนั้นจึงไม่ต้องติดต่อกับหน่วยความจำรอมเพื่ออ่านข้อมูล ข้อมูลของคำสั่งสคริปคอมที่ต้องส่งให้ DS 1820 คือ 0CCH

2. คำสั่งแปลงอุณหภูมิ (Convert T) มีค่าเท่ากับ 44H เมื่อส่งคำสั่งนี้ให้ DS 1820 จะต้องทำการวนลูปรอน้อย 200 มิลลิวินาที เพื่อให้ DS 1820 ได้ใช้เวลานี้ในการแปลงค่าอุณหภูมิเป็นข้อมูลดิจิทัลมาเก็บไว้ในสแครตช์แพด

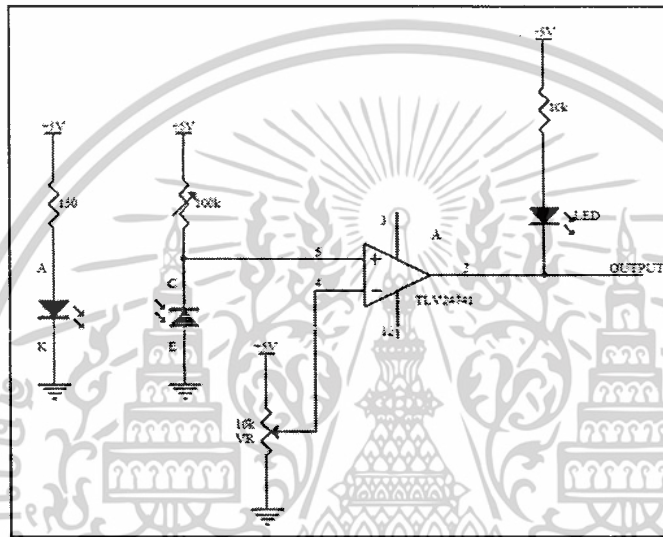
3. คำสั่งอ่านข้อมูลจากสแครตช์แพด (Read Scratchpad) มีค่าเท่ากับ 0BEH เมื่อส่งคำสั่งนี้ DS 1820 จะทยอยส่งข้อมูลค่าอุณหภูมิออกมาทั้งหมด 9 ไบต์

3.6 วงจรจับสิ่งกีดขวาง

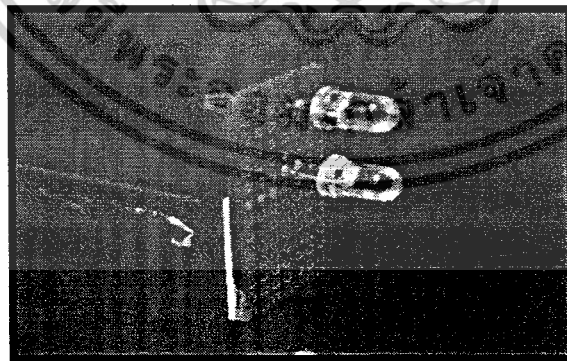
ในการติดตั้งวงจรจับสิ่งกีดขวางจะมีการติดตั้งทั้งหมด 4 จุด โดยติดตั้งด้านหน้าและด้านหลังของตัวหุ่นยนต์ ที่มุมซ้ายและมุมขวาของทั้งสองด้าน เพื่อป้องกันการกระแทกที่จะเกิดขึ้นกับตัวหุ่นยนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลักการการทำงานของอุปกรณ์ตรวจจับ ตัวรับ - ส่งแบบอินฟราเรดนี้ ใช้หลักการของโฟโตไดโอดโหนดที่ตัวหนึ่งจะทำหน้าที่ปล่อยรังสีอินฟราเรดออกมา เมื่อมีการกระทบกับผิวของวัตถุก็จะมีการสะท้อนรังสีอินฟราเรดที่ถูกส่งออกไปยังตัวรับ และจะทำการเปลี่ยนจากความเข้มแสงเป็นแรงดันไฟฟ้า ในการนำไปใช้งานได้มีการต่อวงจรดังรูปที่ 3.20 โดยจะใช้ TLV24741 ซึ่งเป็นออปแอมป์มาขยายสัญญาณเอาท์พุทที่ออกมา โดยขาอีกข้างของออปแอมป์ต่ออยู่กับตัวต้านทานปรับค่าได้ เพื่อเป็นการปรับระยะห่างในการที่จะรับ-ส่งรังสีอินฟราเรด ค่าที่ได้จะถูกส่งต่อไปยังวงจรแปลงสัญญาณจากสถานะ “1” ให้เป็นสถานะ “0”



รูปที่ 3.20 การต่อวงจรตรวจจับสิ่งกีดขวาง



รูปที่ 3.21 รูปวงจรตรวจจับสิ่งกีดขวาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

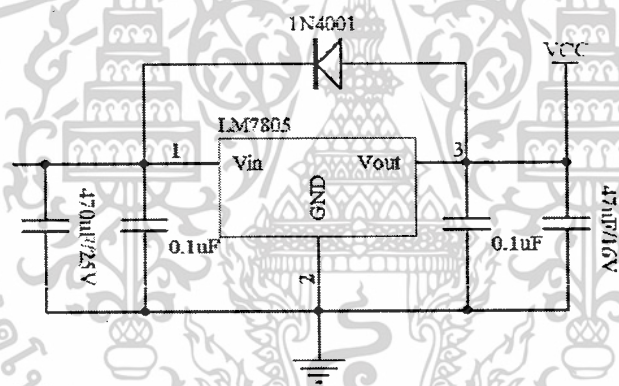
ประโยชน์ของการมีตัวตรวจจับ

เพื่อเป็นการป้องกันความเสียหายที่อาจจะเกิดจากการกระแทกที่จะเกิดขึ้นกับตัวหุ่น และยัง
สามารถทำให้เราทราบถึงลักษณะของสถานที่ที่หุ่นยนต์เคลื่อนที่ผ่านว่ามีสิ่งกีดขวางอยู่ที่จุดใดบ้าง
เพื่อสร้างเป็นแผนที่ได้

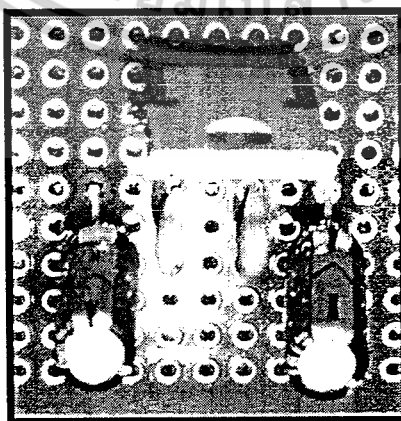
3.7 ชุดเพาเวอร์ซัพพลาย (Power Supply)

ชุดเพาเวอร์ซัพพลายที่ง่ายให้กับวงจรในตัวรถนั้นใช้ชุดรักษาระดับแรงดันคงที่ (Voltage Regulator) ที่ออกแบบขึ้นเพื่อเป็นชุดจ่ายแรงดันไฟฟ้าให้กับอุปกรณ์ต่าง ๆ บนตัวรถ โดยแผงวงจร
ชุดจ่ายแรงดันไฟฟ้าคงที่นั้นได้รับแรงดันอินพุตมาจากแบตเตอรี่แห่งขนาดแรงดัน 12 โวลต์ จ่าย
กระแสที่ 5 AH ซึ่งเป็นแบตเตอรี่ชนิดประจุใหม่ได้ (Rechargeable Battery)

แผงวงจรชุดจ่ายแรงดันไฟฟ้าคงที่ ประกอบด้วยไอซี รักษากระดับแรงดันคงที่ 7805 ซึ่งเป็น
ไอซี3ขาที่มีเอาต์พุตเป็นแรงดันไฟบวก



รูปที่ 3.22 วงจรรักษาระดับแรงดันคงที่

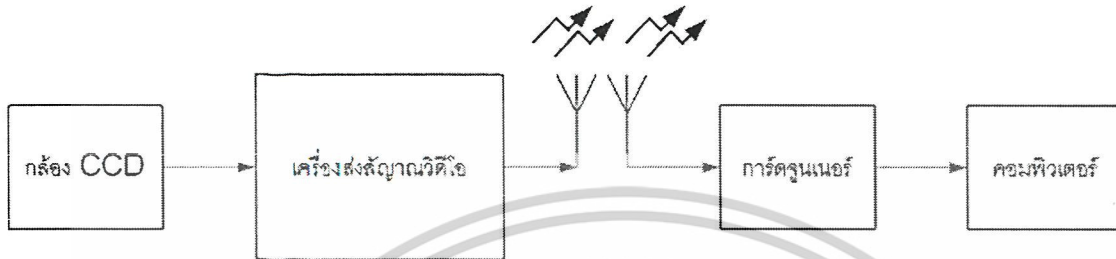


รูปที่ 3.23 รูปวงจรรักษาระดับแรงดันคงที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.8 กล้องรับภาพ

ส่วนของการส่งสัญญาณภาพนั้นเราเลือกใช้กล้อง CCD และเครื่องส่งสัญญาณภาพที่เป็นแบบสำเร็จรูป โดยที่ตัวคอมพิวเตอร์จะมีการดําเนินการรับสัญญาณ TV/VDO อยู่เพื่อทำหน้าที่ในการรับสัญญาณภาพที่ส่งมาจากกล้อง CCD

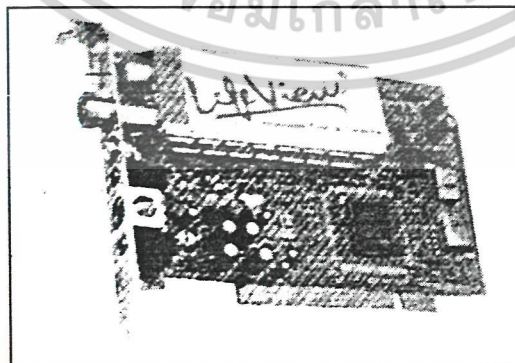


รูปที่ 3.24 บล็อกไดอะแกรม ส่วนรับ-ส่งสัญญาณภาพของโครงการ

3.8.1 การรับภาพ

ในที่นี้ใช้การ์ดของ Life View Fly Video '98 ดังรูปที่ 3.25 ซึ่งทำหน้าที่รับสัญญาณภาพจากเครื่องส่งสัญญาณวิดีโอ ในย่าน UHF ช่องที่ 33 นำขึ้นมาแสดงบนหน้าจอโปรแกรมเมื่อถูกเรียกโปรแกรม Fly Video ที่ได้มาจากแผ่น Driver ที่มากับการ์ด

การ์ดรุ่นนี้สามารถรับสัญญาณโทรทัศน์ (RF) และรับสัญญาณภาพ Video (AV) นอกจากนี้ยังรับสัญญาณวิทยุ FM ได้อีกด้วย การ์ดชนิดนี้ใช้กับสล็อต PCI ของ Mainboard สล็อตสีขาวในเครื่องคอมพิวเตอร์เท่านั้น ดังนั้นเมื่อติดตั้งการ์ดเข้ากับเครื่องคอมพิวเตอร์เรียบร้อยแล้วต้องการที่จะรับภาพให้ได้จำเป็นต้องต่อเสาโทรทัศน์เข้ากับการ์ดที่ช่องต่อเสาโทรทัศน์ ถ้าเสาโทรทัศน์มีประสิทธิภาพในการรับภาพมากเท่าใด ก็จะทำให้รับสัญญาณภาพคมชัดมากยิ่งขึ้นเท่านั้น

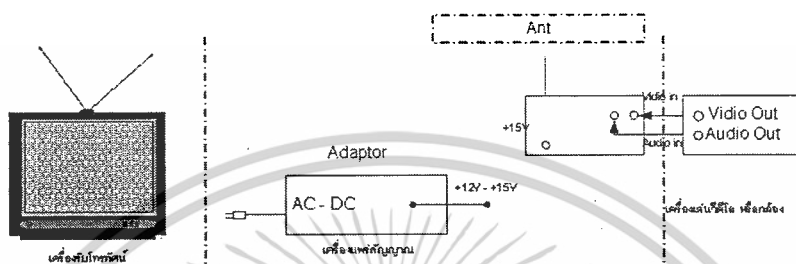


รูปที่ 3.25 ภาพการ์ดรับสัญญาณภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากนี้การ์ดยังสามารถใช้ในการเก็บบันทึกภาพได้ ไม่ว่าจะเก็บภาพนิ่งหรือภาพเคลื่อนไหวในรูปแบบ AVI File ได้ และยังสามารถใช้กับโปรแกรมอื่น ๆ ที่มากับ Software เพื่อเพิ่มความสามารถของการ์ด อีกทั้งยังสามารถเชื่อมต่อกับระบบเน็ตเวิร์ค อินเทอร์เน็ตได้อีกด้วย

3.8.2 วิดีโอเซ็นเตอร์ (VIDEO SENDER)



รูปที่ 3.26 บล็อกไดอะแกรมแสดงการต่อวิดีโอเซ็นเตอร์

จากรูปที่ 3.26 แสดงการต่อวิดีโอเซ็นเตอร์เข้ากับเครื่องรับโทรทัศน์ซึ่งเป็นระบบ PEL ย่านความถี่ UHF มีช่องสัญญาณ 21-23 ช่องสามารถรับได้ โดยการจ่ายไฟเข้า +12V หรือ +15V ไฟ DC กระแสสูงสุด 10 mA สัญญาณเสียงเข้า 0.1-1 โวลท์ RMS/600 โอห์ม และค่าอิมพีแดนซ์ของสายอากาศ 50 โอห์ม

การต่อเครื่องวิดีโอเซ็นเตอร์

1. ต่อสายสัญญาณวิดีโอจากเครื่องเล่นวิดีโอจากเครื่องเล่นวิดีโอที่เขียนว่า VIDEO OUT เข้ามาจุด VIDEO IN ของเครื่องส่งสัญญาณวิดีโอ
2. ต่อสายสัญญาณเสียงจากเครื่องเล่นวิดีโอที่เขียนว่า AUDIO OUT มาเข้าจุด AUDIO IN ของเครื่องส่งสัญญาณวิดีโอ
3. เปิดไฟเข้าเครื่องวิดีโอและเครื่องส่งสัญญาณวิดีโอ แล้วกดปุ่มเพลซ์ของเครื่องเล่นวิดีโอ เพื่อให้มีสัญญาณส่งออกอากาศไป
4. เปิดเครื่องรับโทรทัศน์แล้วปรับเครื่องรับให้รับช่อง UHF ถ้าเป็นเครื่องรับที่ปรับคลื่นเป็นแบบอัตโนมัติ เพียงกดปุ่มปรับภาพเพียงครั้งเดียวเครื่องจะค้นหาความถี่เองจนเจอสัญญาณที่จะรับ ซึ่งได้ทั้งภาพและเสียงที่ชัดเจน
5. ถ้าภาพและเสียงชัดเจนไม่พร้อมกันให้ปรับ FREQUENCY ADJUST ในกล่องของเครื่องส่งสัญญาณวิดีโอ ในบางครั้งอาจจำเป็นต้องปรับกระป๋อง IF ของเสียงด้วย ปกติจะไม่มีปัญหาเพราะปรับแต่งมาจากโรงงานแล้ว นอกจากปรับแรงดันของภาพและเสียงจนเป็นที่พอใจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

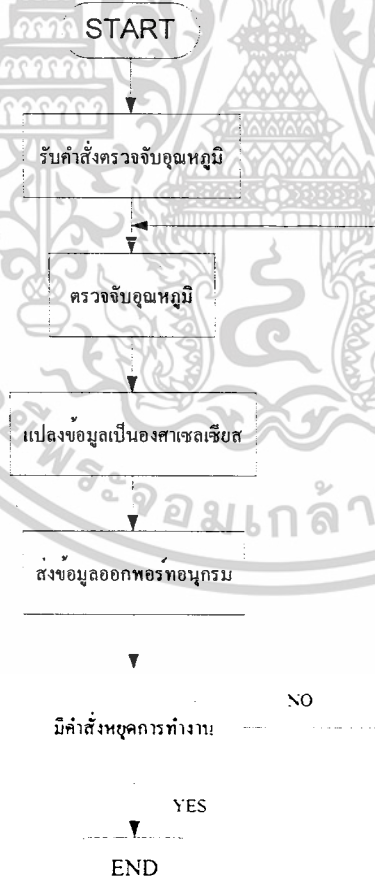
6. เครื่องรับโทรทัศน์ที่ใช้สายอากาศภายในแบบหุกระต่าย อาจจำเป็นต้องปรับความยาวของหุกระต่ายช่วยด้วยจนกว่าภาพจะชัดเจน ระยะเวลาปรับจะยิ่งไกลถ้าเครื่องรับใช้สายอากาศภายนอกแบบ UHF

3.9 คอมพิวเตอร์ และ โปรแกรมควบคุม

โปรแกรมควบคุมการทำงานจะมีอยู่ทั้งหมดสองส่วนด้วยกันคือ โปรแกรมที่ทำงานบนไมโครคอนโทรลเลอร์หรือบนตัวหุ่นยนต์ และส่วนที่ทำงานบนไมโครคอมพิวเตอร์

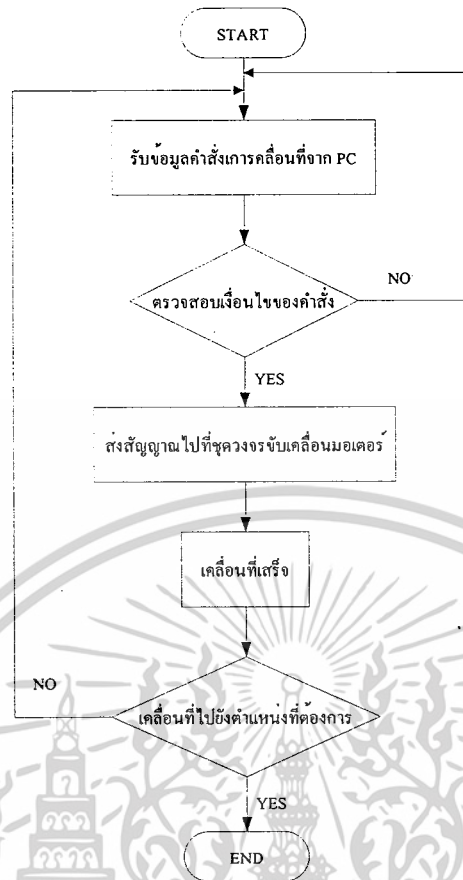
3.9.1 โปรแกรมส่วนไมโครคอนโทรลเลอร์หรือบนตัวหุ่นยนต์

โปรแกรมในส่วนนี้จะเขียนด้วยภาษาแอสเซมบลีของ MCS – 51 ซึ่งจะเขียนและพัฒนาบนไมโครคอมพิวเตอร์ แล้วป้อนโปรแกรมเข้าสู่ไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อให้โปรแกรมทำงานจริง ซึ่งไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ใช้สามารถ Down load โปรแกรมลงไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้พอร์ตอนุกรมได้เลย สำหรับตัวโปรแกรมโดยรวมจะทำงานเป็นขั้นตอนดังรูป 3.27 และ รูป 3.28



รูปที่ 3.27 โฟลว์ชาร์ตการทำงานของ การตรวจวัดอุณหภูมิบนไมโครคอนโทรลเลอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.28 โฟลว์ชาร์ตการทำงานของโปรแกรมบนไมโครคอนโทรลเลอร์

โปรแกรมบนไมโครคอนโทรลเลอร์ จะควบคุมการทำงานของหุ่นยนต์ให้ทำตามคำสั่งของโปรแกรมอีกส่วนหนึ่งซึ่งทำงานอยู่บนไมโครคอมพิวเตอร์ โดยรับคำสั่งข้อมูลผ่านชุดรับส่งสัญญาณแบบไร้สาย เมื่อได้รับข้อมูลมาแล้วก็จะนำข้อมูลนั้นไปประมวลผล และส่งสัญญาณไปควบคุมการจับเคลื่อนของมอเตอร์ ในขณะที่เดียวกันก็จะส่งข้อมูลของอุณหภูมิ และตำแหน่งของสิ่งกีดขวางที่ได้ไปยังพอร์ตอนุกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งต่ออยู่กับชุดรับส่งสัญญาณแบบไร้สายเพื่อส่งข้อมูลกลับไปยัง ไมโครคอมพิวเตอร์

3.9.2 โปรแกรมส่วนไมโครคอมพิวเตอร์

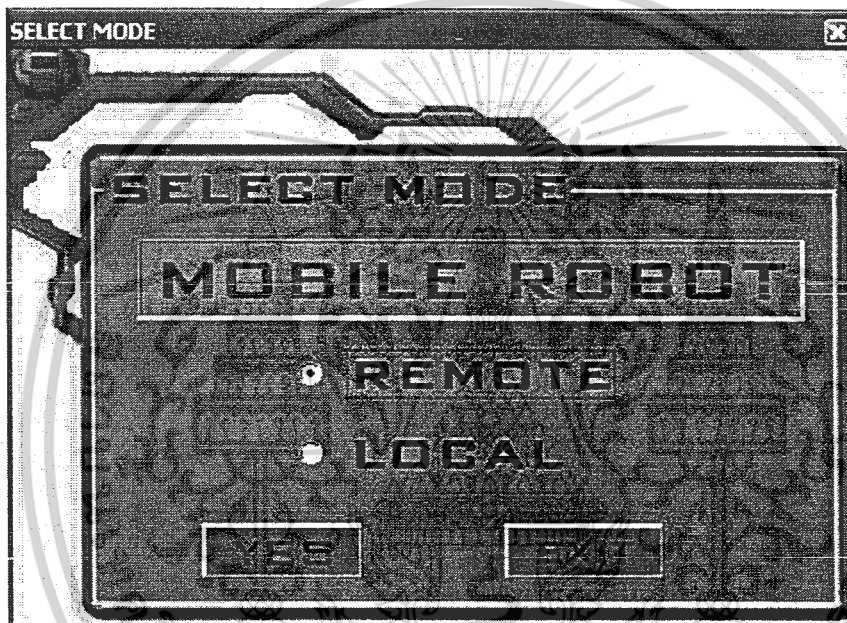
โปรแกรมบนไมโครคอมพิวเตอร์เป็นโปรแกรมที่ทำหน้าที่รับคำสั่งข้อมูลการเคลื่อนที่จากผู้ควบคุมแล้วแปลงคำสั่งส่งออกไปยังพอร์ตอนุกรม ซึ่งต่ออยู่กับชุดรับส่งสัญญาณแบบไร้สาย ในส่วนของการรับข้อมูลนั้นจะรอรับข้อมูลจากไมโครคอนโทรลเลอร์ ข้อมูลที่รับเข้ามานั้นคืออุณหภูมิและตำแหน่งของสิ่งกีดขวาง โดยข้อมูลอุณหภูมิเมื่อคอมพิวเตอร์รับเข้ามาแล้วก็จะทำการประมวลผลและนำไปแสดงผล ส่วนข้อมูลของตำแหน่งสิ่งกีดขวางนั้นหลังจากประมวลผลแล้วก็จะเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แสดงตำแหน่งของสิ่งกีดขวางออกทางหน้าจอเพื่อช่วยในการควบคุมการเคลื่อนที่ คำสั่งควบคุมและกราฟฟิคในส่วนของไมโครคอมพิวเตอร์เขียนขึ้นจากโปรแกรม Visual Basic Version 6.0

การควบคุมการทำงานของหุ่นยนต์เคลื่อนที่ออกแบบไว้ให้สามารถควบคุมได้ 2 โหมด คือ โหมด Local เป็นการควบคุมการทำงานของหุ่นยนต์เคลื่อนที่ผ่านคอมพิวเตอร์ตรง ส่วนโหมดที่สองคือโหมด Remote จะเป็นการควบคุมการทำงานของหุ่นยนต์เคลื่อนที่ผ่านระบบ Network

โปรแกรมการใช้งาน

เมื่อเข้าสู่โปรแกรม Mobile Robot หน้าจอ 모니터จะแสดงหน้าจอของโปรแกรมควบคุม ดังรูป 3.29

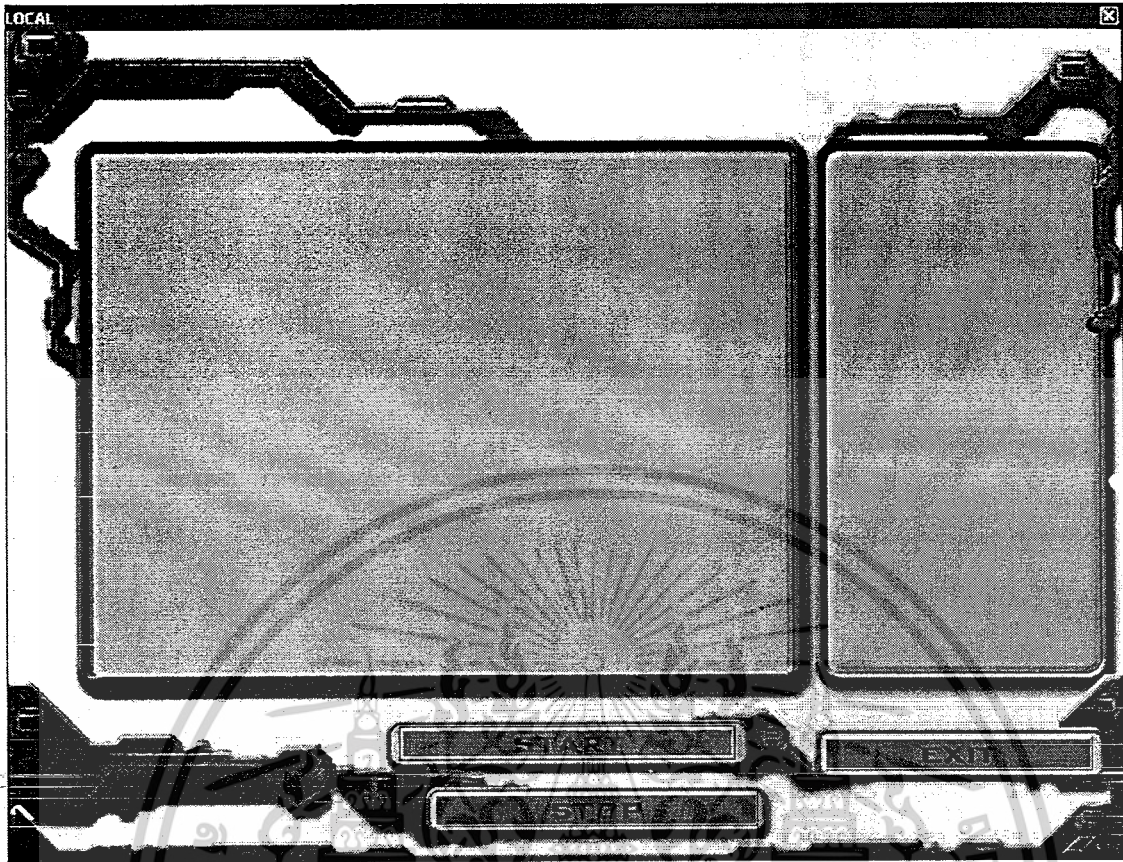


รูปที่ 3.29 แสดงหน้าจอหลักของโปรแกรม Mobile Robot

จากส่วนของหน้าจอหลักจะมีโหมดการควบคุมให้เลือกอยู่ 2 โหมดคือ โหมด Local และโหมด Remote

เมื่อทำการเลือกโหมด Local แล้วจะแสดงโปรแกรมดังรูปที่ 3.30 ทำการเลื่อนเมาส์มาคลิกที่ปุ่ม START เพื่อเริ่มต้นการควบคุมในโหมด Local หลังจากทีกดปุ่ม START แล้ว หน้าจอของโปรแกรมก็จะแสดงภาพ อุณหภูมิและตำแหน่งสิ่งกีดขวาง โดยที่เราสามารถควบคุมเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์เคลื่อนที่ (Mobile Robot) ได้จากปุ่มควบคุมจากหน้าจอโปรแกรมได้เลย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

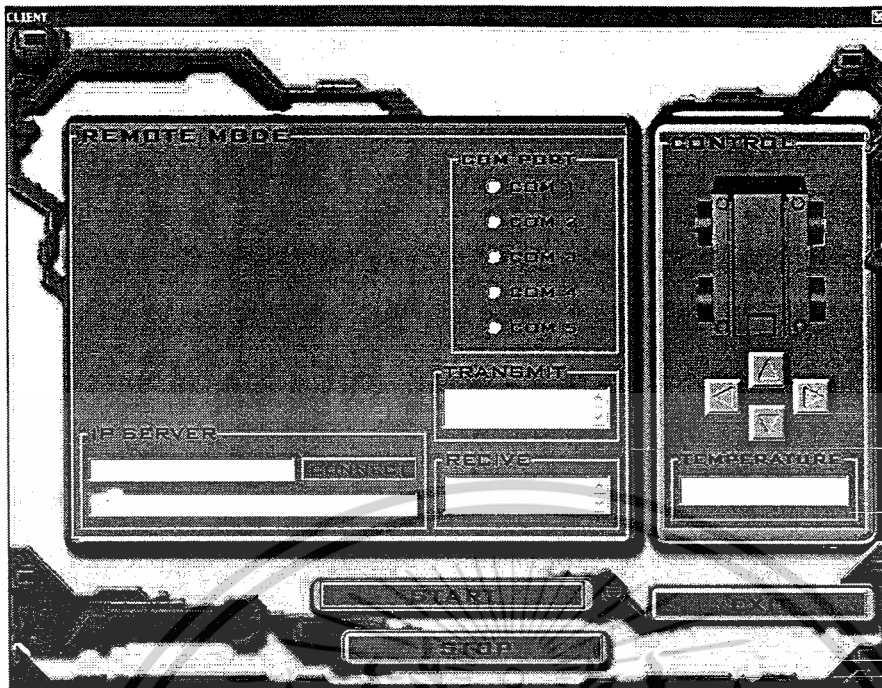


รูปที่ 3.30 แสดงหน้าจอการทำงานในโหมด Local

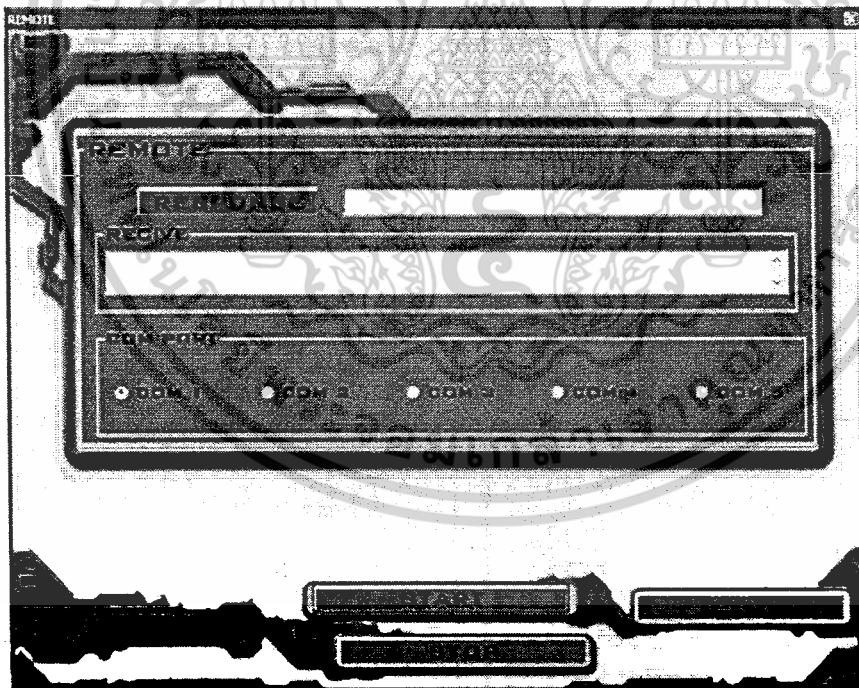
ในขณะที่ควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์เคลื่อนที่ (Mobile Robot) บนหน้าจอของโปรแกรมก็จะแสดงภาพ อุณหภูมิและตำแหน่งสิ่งกีดขวางเพื่อช่วยในการควบคุมหุ่นยนต์เคลื่อนที่ (Mobile Robot) ถ้าต้องการเลิกควบคุมหุ่นยนต์เคลื่อนที่ (Mobile Robot) ก็สามารถกดปุ่ม STOP เพื่อหยุดการเชื่อมต่อ

ส่วนในโหมด Remote นั้น เมื่อเข้าสู่โปรแกรมแล้ว ยังไม่สามารถควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์เคลื่อนที่ (Mobile Robot) ได้ ต้องรอการเชื่อมต่อจากเครื่อง Client มายังเครื่อง Server ก่อน เมื่อเครื่อง Client สามารถทำการเชื่อมต่อกับเครื่อง Server ได้แล้วก็สามารถทำการควบคุมหุ่นยนต์เคลื่อนที่ (Mobile Robot) ได้จากเครื่อง Client ได้ทันที ในการเชื่อมต่อจากเครื่อง Client มายังเครื่อง Server นั้นต้องทำการใส่ IP address ของเครื่อง Server และกดปุ่ม connect เพื่อทำการเชื่อมต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.31 แสดงหน้าจอการทำงานในโหมด Remote ของเครื่อง Server



รูปที่ 3.32 แสดงหน้าจอการทำงานในโหมด Remote ของเครื่อง Client

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1 การติดต่อสื่อสารระหว่างคอมพิวเตอร์กับหุ่นยนต์สำรวจ

การติดต่อสื่อสารเพื่อรับ-ส่งข้อมูลต่าง ๆ นั้น ใช้การรับส่งแบบไร้สาย โดยจะมีเครื่องรับ-ส่ง สัญญาณไร้สายสองชุด ซึ่งมีความถี่ในการใช้งานอยู่ที่ 2.4 GHz - 2.524 GHz โดยใช้หลักการของ GFSK (GAUSSIAN FREQUENCY SHIFT KEYING) กำหนดค่าความเร็วในการรับ-ส่งข้อมูล ทางด้าน RF (RF Data Rate) ไว้ที่ 250Kbps ซึ่งค่าอัตราความเร็วในการรับส่งข้อมูลนี้จะมีผลต่อ ระยะทางการรับส่งข้อมูล และติดต่อกันด้วยอัตราบอด (boudrate) 9600 Bps การตั้งค่าตั้งควบคุมใช้ มาตรฐาน RS-232 เป็นโปรโตคอลในการส่ง โปรโตคอลที่ใช้มีขนาด 10 บิต ประกอบด้วย Start bit, Data8 bit และ Stop bit ซึ่งในชุดคำสั่งจะใช้คำสั่งขนาด 8 บิต ในการตั้งงาน ซึ่งรหัสของคำสั่ง และคำสั่งแสดงไว้ในตาราง 4.1

ตารางที่ 4.1 แสดงค่าของข้อมูลและความหมายของข้อมูล

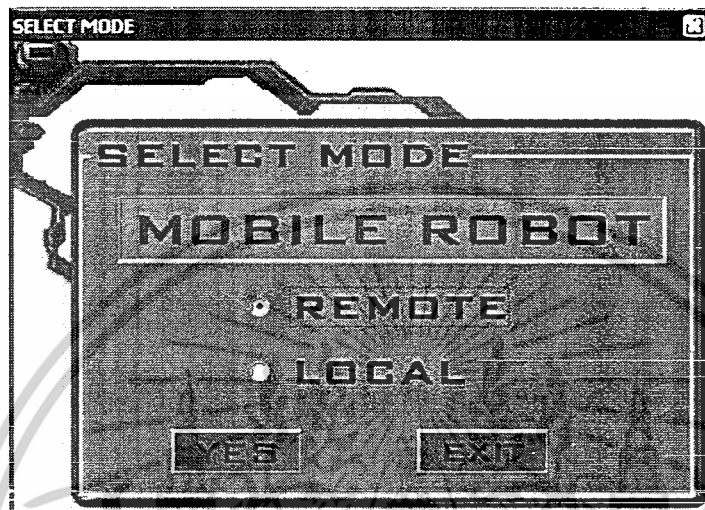
Code(ค่าของข้อมูล)	ความหมายของคำสั่ง
46H	เดินหน้า
42H	ถอยหลัง
4CH	เลี้ยวซ้าย
54H	เลี้ยวขวา
52H	หยุดการเคลื่อนที่

ในส่วนของภาพที่จะปรากฏบนหน้าจอคอมพิวเตอร์นั้น เป็นภาพที่ส่งมาจากเครื่องส่ง สัญญาณภาพบนตัวหุ่นยนต์เคลื่อนที่(Mobile Robot) โดยใช้ความถี่ย่าน UHF ซึ่งภาพนี้จะเป็นส่วนที่ ช่วยในการมองเห็นวัตถุ และทิศทางสำหรับใช้ในการสำรวจ นอกจากนี้จะมีสัญญาณตรวจจ้งสิ่งกีดขวางมาช่วยในการควบคุมการเคลื่อนที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การทำงานของโครงการ

หลังจากที่เปิดเครื่องรับ-ส่งสัญญาณที่คอมพิวเตอร์และตัวหุ่นยนต์เรียบร้อยแล้ว เมื่อเข้าสู่โปรแกรม Mobile Robot ซึ่งเป็นโปรแกรมควบคุมการทำงานของหุ่นยนต์เคลื่อนที่ (Mobile Robot) จะปรากฏหน้าจอของโปรแกรมดังรูปที่ 4.1



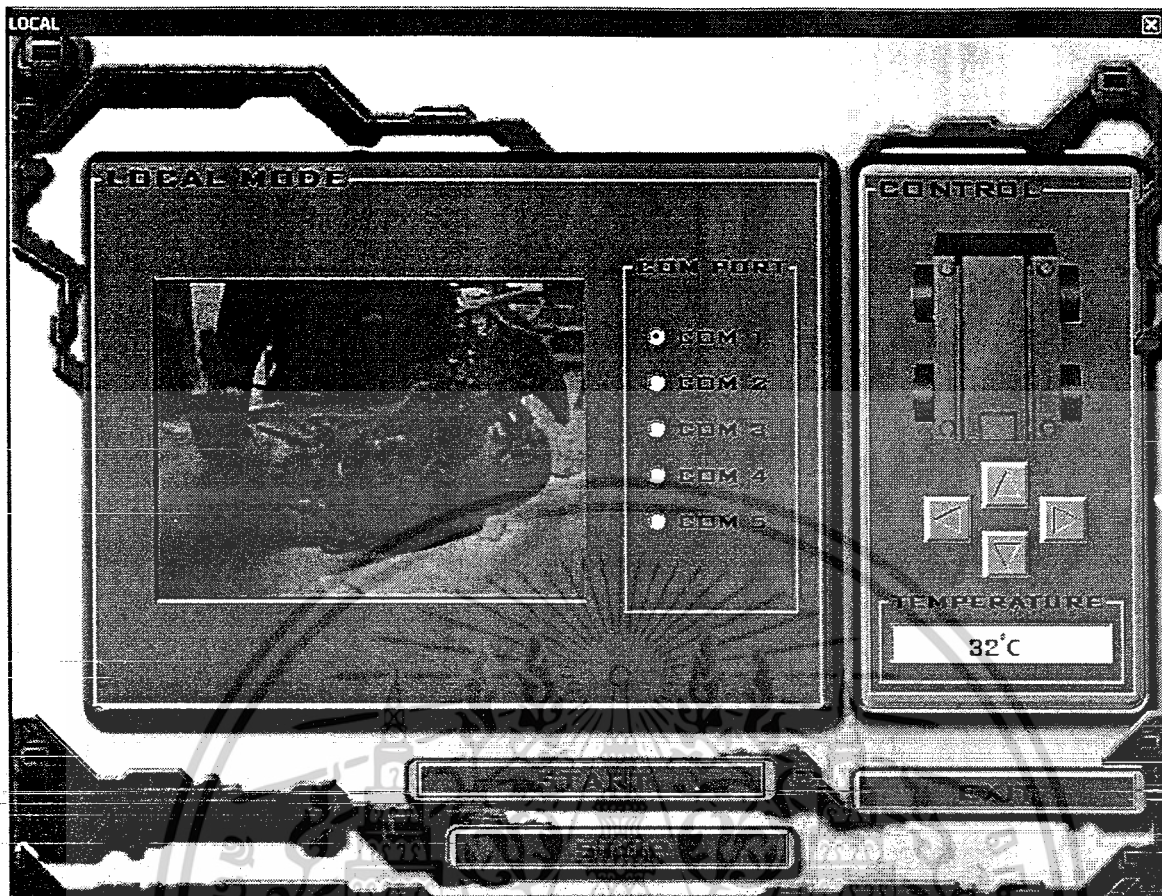
รูปที่ 4.1 แสดงหน้าจอการเลือกโหมดการทำงานของ Mobile Robot

4.2.1 การทำงานในโหมด LOCAL

หลังจากที่เข้าสู่หน้าจอของการควบคุมในโหมด LOCAL เรียบร้อยแล้ว เมื่อกดปุ่ม start ก็จะมีการแสดงค่าอุณหภูมิ, ภาพ และตำแหน่งของสิ่งกีดขวางบนหน้าจอ ทั้งนี้สามารถควบคุมการเคลื่อนที่ได้โดยกดปุ่มสัญลักษณ์ เดินหน้า ถอยหลัง เลี้ยวซ้าย เลี้ยวขวา บนหน้าจอ เมื่อปล่อยปุ่มควบคุมหุ่นยนต์เคลื่อนที่ก็จะหยุดเคลื่อนที่ เมื่อกดปุ่ม stop จะเป็นการหยุดการเชื่อมต่อกับหุ่นยนต์เคลื่อนที่ (Mobile Robot) ทำให้ไม่สามารถควบคุมการเคลื่อนที่ได้

การควบคุมการเคลื่อนที่ที่ตัวรถนั้น จะนำคำสั่งควบคุมที่ส่งมาจากคอมพิวเตอร์มาประมวลผลด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ จากนั้นก็จะส่งงานไปยังบิตควบคุมการทำงานของวงจรขับเคลื่อนที่เกี่ยวข้องกับคำสั่งที่ส่งมา ส่วนการรับค่าจากการสำรวจนั้นจะส่งค่าอุณหภูมิและตำแหน่งสิ่งกีดขวางมายังไมโครคอนโทรลเลอร์แล้วส่งต่อไปยังคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2 แสดงการรับค่าอุณหภูมิและการควบคุมการเคลื่อนที่ในโหมด LOCAL

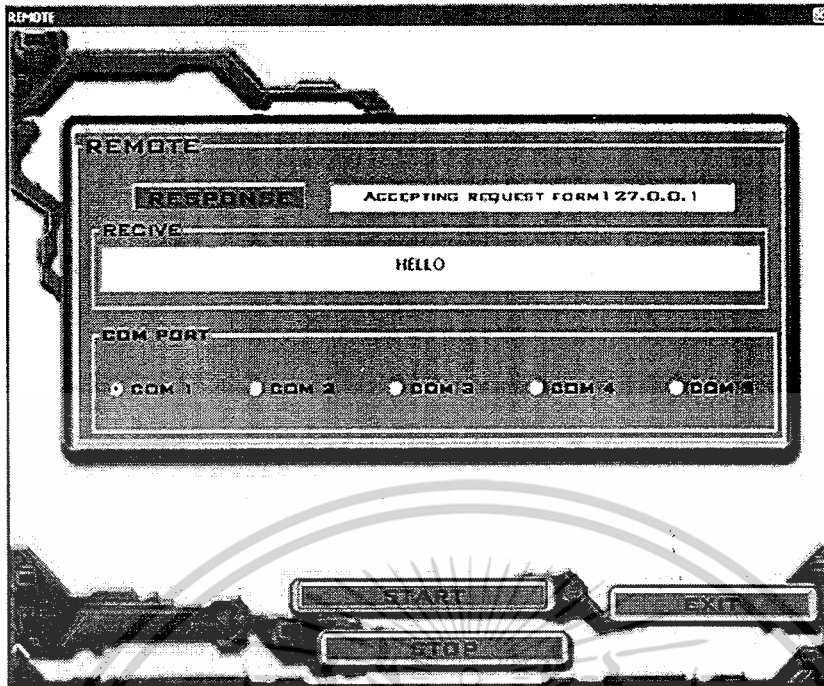
4.2.2 การทำงานในโหมด REMOTE

หลังจากที่เข้าสู่หน้าจอของการควบคุมโปรแกรมในโหมด REMOTE เรียบร้อยแล้ว จะแสดงหน้าจอควบคุมดังรูป 4.3 ซึ่งเราจะไม่สามารถควบคุมผ่านเครื่องคอมพิวเตอร์ที่เป็นเครื่อง Server ได้ ต้องรอการเชื่อมต่อจากเครื่อง Client ก่อน

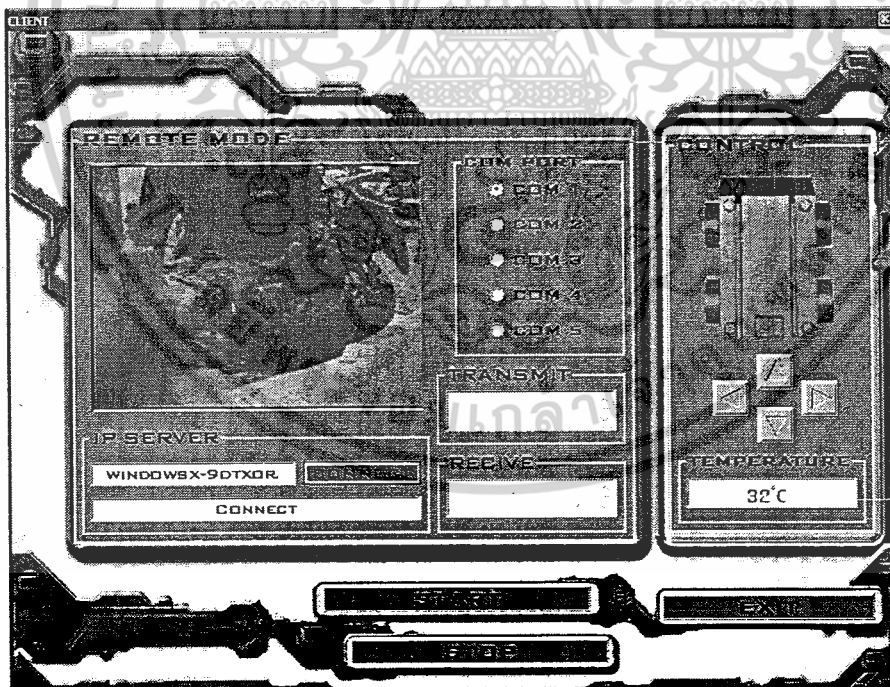
การเชื่อมต่อจากเครื่อง Client มายังเครื่อง Server นั้น จะแสดงดังรูปที่ 4.4 โดยต้องใส่ IP address ของเครื่อง Server แล้วกดปุ่ม connect ก่อน เมื่อมีการตอบรับว่าเชื่อมต่อสำเร็จแล้ว จึงจะสามารถควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์เคลื่อนที่ (Mobile Robot) ผ่านทางเครื่อง Client ได้

ในส่วนของการควบคุมและแสดงผลนั้น จะมีลักษณะเหมือนการควบคุมในโหมด Local แต่จะมีบล็อกลำโพงที่สามารถติดต่อกันได้ระหว่างเครื่อง Server และเครื่อง Client เพิ่มเข้ามา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.3 แสดงการทำงานของเครื่อง Server ในโหมด REMOTE



รูปที่ 4.4 แสดงการเชื่อมต่อจากเครื่อง Client ไปยังเครื่อง Server

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 การทดลอง

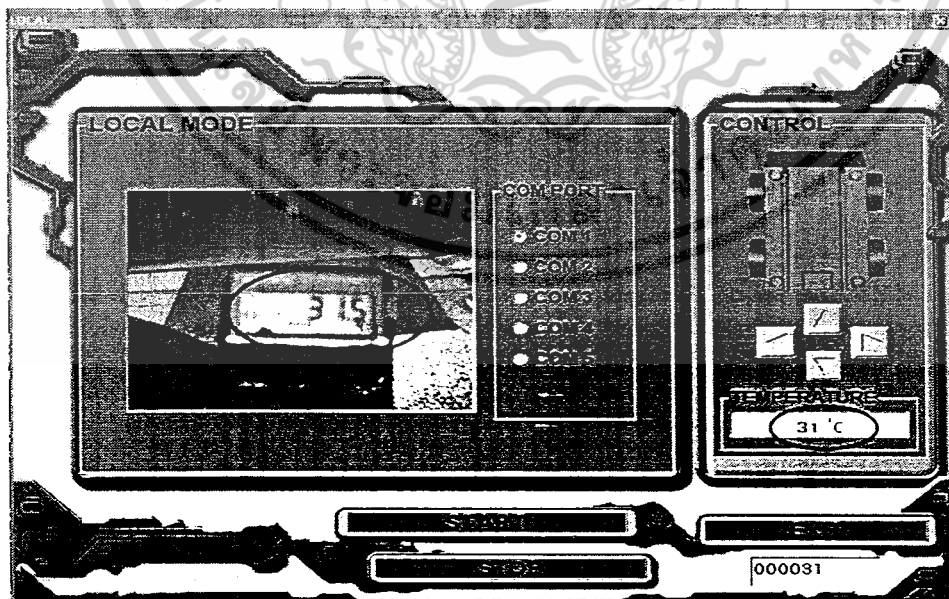
4.3.1 การทดลองการตรวจวัดอุณหภูมิ

ในการทดลองนี้จะทำการตรวจวัดอุณหภูมิที่สภาพแวดล้อมต่างๆเพื่อวัดประสิทธิภาพในการตรวจวัดอุณหภูมิของหุ่นยนต์เคลื่อนที่ (Mobile Robot)

ตารางที่ 4.2 ผลการทดลองวัดอุณหภูมิที่สภาพแวดล้อมต่างๆ

อุณหภูมิที่สภาพแวดล้อมต่างๆ (องศาเซลเซียส)	อุณหภูมิที่วัดได้ (องศาเซลเซียส)	ค่าคลาดเคลื่อน (องศาเซลเซียส)
25	25	0
28	28	0
29.7	30	0.3
31.5	31	0.5
34	34	0

จากการทดลองวัดอุณหภูมิที่สภาพแวดล้อมต่างๆสามารถวัดอุณหภูมิได้ใกล้เคียงกับค่าที่วัดได้จากเครื่องวัดอุณหภูมิ โดยค่าที่วัดได้มีความคลาดเคลื่อนในทศนิยมตำแหน่งที่หนึ่ง



รูปที่ 4.5 แสดงการทดลองการวัดอุณหภูมิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.2 การทดสอบความสามารถในการเคลื่อนที่

ในการทดลองนี้จะทำการทดสอบความสามารถในการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ ในทิศทางต่างๆและทดสอบความสามารถในการเคลื่อนที่ทางลาดชันที่องศาต่างๆ เพื่อทดสอบสมรรถนะในการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์

ตารางที่ 4.3 ผลการทดลองการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์

ลักษณะการเคลื่อนที่	ความเร็วในการเคลื่อนที่	
	เมตร/วินาที	องศา/วินาที
เคลื่อนที่ไปข้างหน้า	0.825	-
เคลื่อนที่ถอยหลัง	0.825	-
เคลื่อนที่เลี้ยวซ้าย	-	15
เคลื่อนที่เลี้ยวขวา	-	15

ตารางที่ 4.4 ผลการทดลองการเคลื่อนที่ที่ความชันต่างๆ

ความชัน(องศา)	ความสามารถในการเคลื่อนที่
15	ได้
30	ได้
45	ไม่ได้
60	ไม่ได้

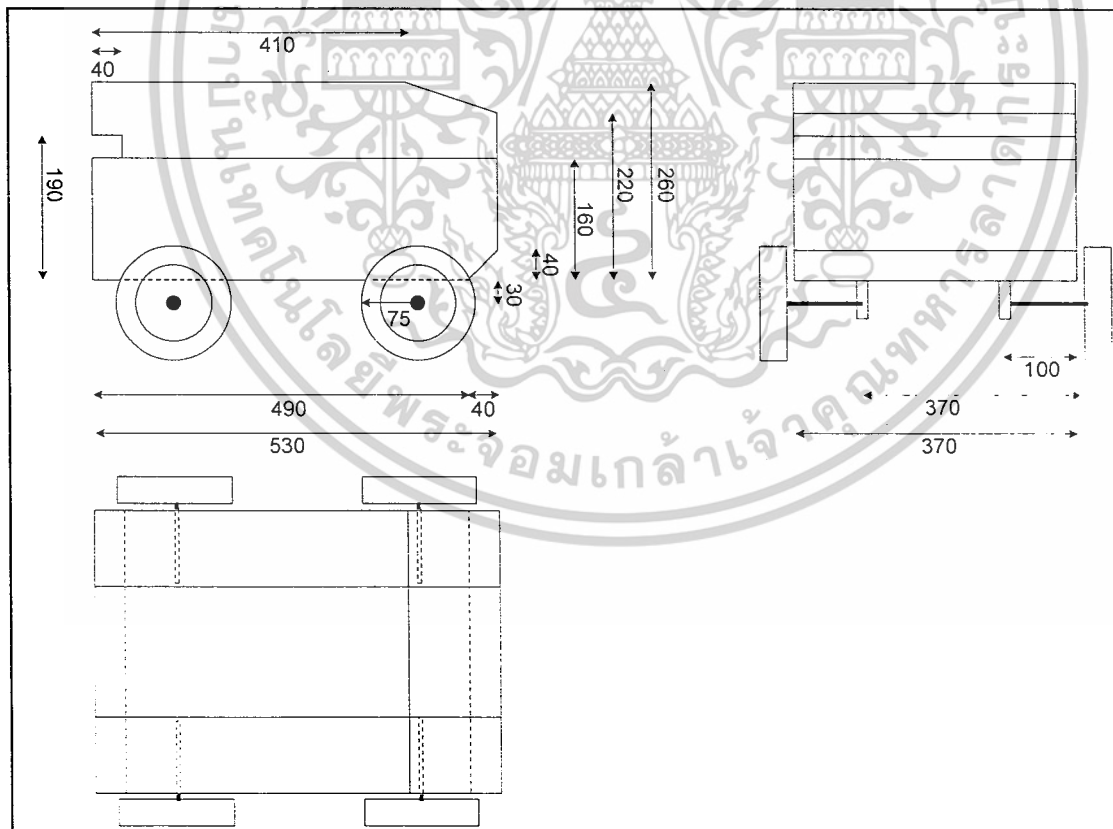
จากการทดสอบความสามารถในการเคลื่อนที่ หุ่นยนต์สามารถเคลื่อนที่ได้ความเร็วสูงสุดที่ 0.825 เมตร/วินาที และสามารถขึ้นทางชันได้สูงสุด 30 องศา โดยความเร็วและความสามารถในการขึ้นทางชันนี้จะขึ้นกับสภาพพื้นผิวของเส้นทางที่เคลื่อนที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 ข้อมูลจำเพาะของหุ่นยนต์เคลื่อนที่

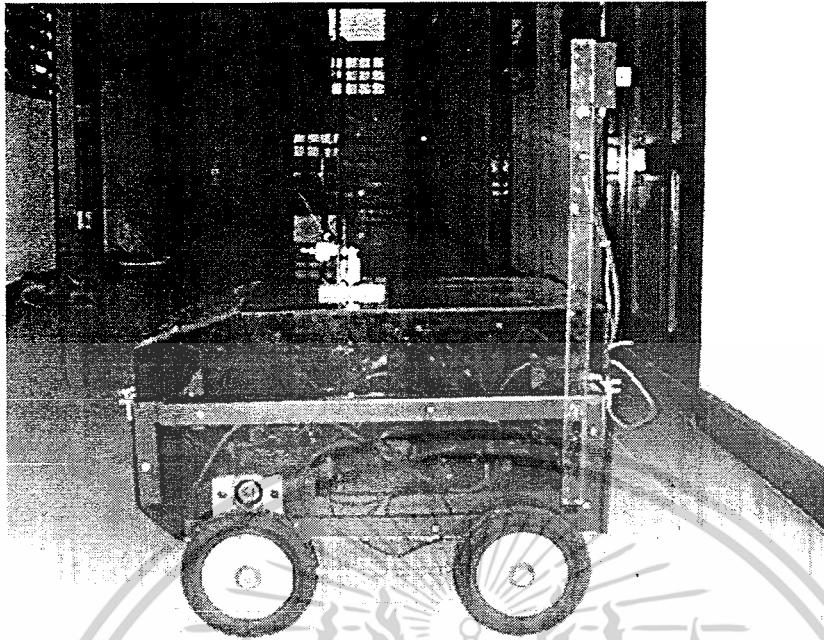
ส่วนประกอบต่างๆที่ประกอบอยู่บนหุ่นยนต์เคลื่อนที่

1. ชุดรับส่งข้อมูลแบบไร้สาย Baud rate 9600 Bps	2 ชุด
2. บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ (MCS - 51)	1 ชุด
3. ชุดวงจรควบคุมและขับเคลื่อน	1 ชุด
4. กล้อง CCD และการ์ด TV CAPTURE	1 ชุด
5. มอเตอร์ดีซี สำหรับการขับเคลื่อน	2 ตัว
6. ชุดวงจรตรวจจับสิ่งกีดขวาง	4 ชุด
7. แบตเตอรี่แห้งชนิดประจุใหม่ ขนาดแรงดัน 12 V 5AH	2 ลูก
8. แบตเตอรี่แห้งชนิดประจุใหม่ ขนาดแรงดัน 6 V 1.3AH	2 ลูก
ความกว้างของตัวรถ	45 cm
ความยาวของตัวรถ	53 cm
ความสูงของตัวรถ	37 cm
น้ำหนักของตัวรถ	30 Kg

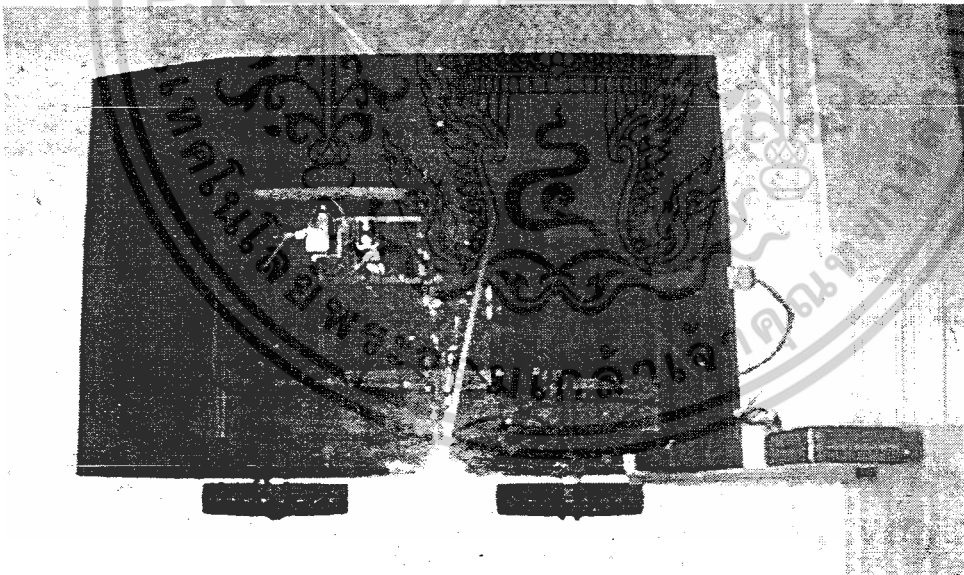


รูปที่ 4.6 แสดงรายละเอียดโครงสร้างของหุ่นยนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

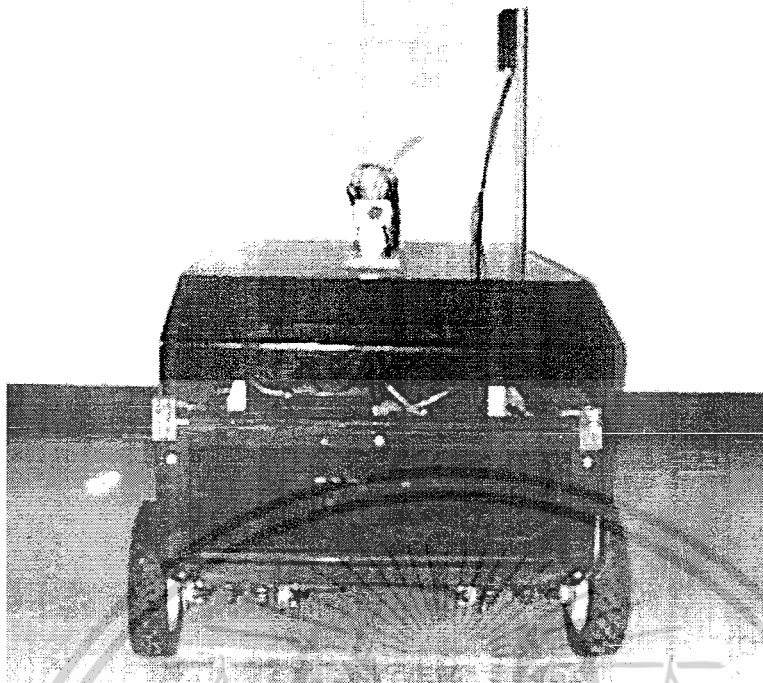


รูปที่ 4.7 รูปด้านข้างของหุ่นยนต์เคลื่อนที่

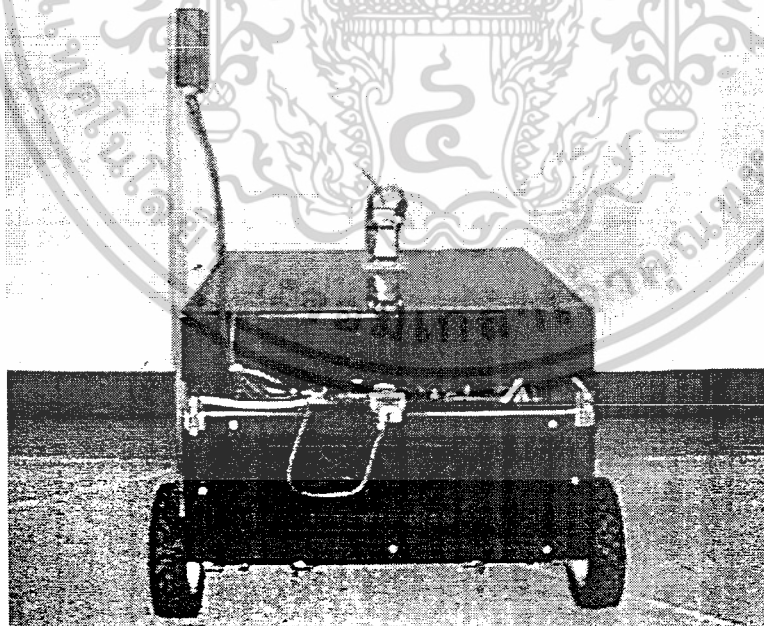


รูปที่ 4.8 รูปด้านบนของหุ่นยนต์เคลื่อนที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

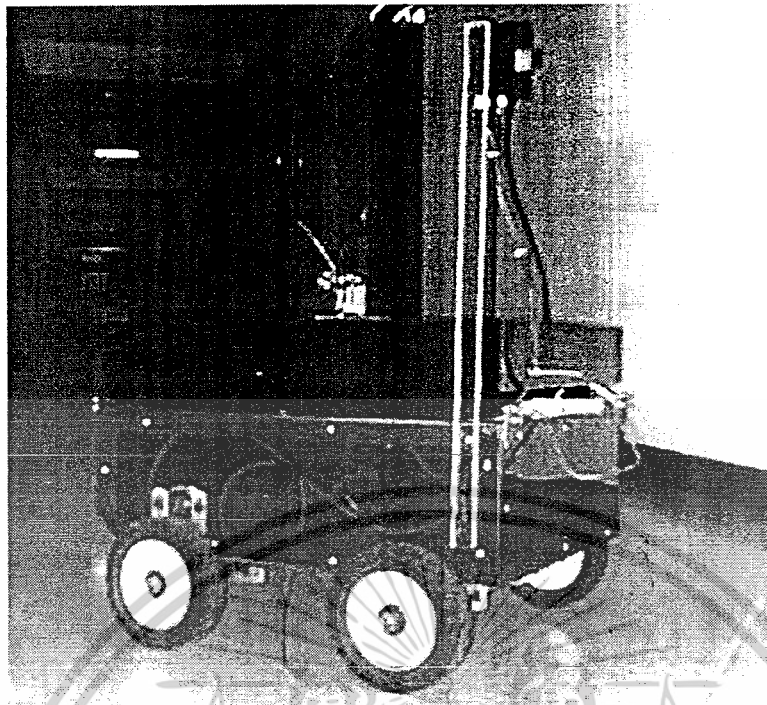


รูปที่ 4.9 รูปด้านหน้าของหุ่นยนต์เคลื่อนที่



รูปที่ 4.10 รูปด้านหลังของหุ่นยนต์เคลื่อนที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.11 รูปหุ่นยนต์เคลื่อนที่



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผล ปัญหาและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

จากการทดสอบการควบคุมให้หุ่นยนต์สำรวจทำตามคำสั่งต่างๆซึ่งได้แก่ การควบคุมการเคลื่อนที่เดินหน้า, ถอยหลัง, เลี้ยวซ้าย, เลี้ยวขวา, การตรวจสอบอุณหภูมิ, การตรวจจับสิ่งกีดขวาง และการสั่งงานผ่านระบบ Network ปรากฏว่าหุ่นยนต์สามารถปฏิบัติตามคำสั่งได้อย่างถูกต้อง แต่มีข้อจำกัดในเรื่องของระยะการควบคุม เมื่อหุ่นยนต์สำรวจออกนอกรัศมีการทำงานของเครื่องรับส่ง จะทำให้หุ่นยนต์สำรวจนั้นทำงานผิดพลาดหรือไม่สามารถทำงานได้ เนื่องจากข้อมูลที่เข้ามานั้นไม่ใช่ข้อมูลที่ส่งออกมาจากคอมพิวเตอร์ที่ใช้ควบคุม แต่เป็นสัญญาณรบกวนที่เกิดขึ้น ดังนั้นข้อมูลจึงไม่ผ่านโปรแกรมตรวจสอบรหัสคำสั่งทำให้ไม่สามารถทำงานได้

5.2 ปัญหา

1.ระยะการทำงานของหุ่นยนต์สำรวจมีข้อจำกัด เนื่องจากระยะการทำงานของเครื่องรับส่งโดยระยะในการรับส่งสัญญาณภายในที่โล่งประมาณ 100 เมตร และในตัวอาคารระยะทางประมาณ 30 เมตร

2.ระยะของการส่งสัญญาณภาพมีระยะจำกัดอยู่ที่ประมาณ 25-30 เมตร และมีการรบกวนสัญญาณอันเนื่องมาจากความถี่รบกวน และจากมอเตอร์บนตัวหุ่นยนต์เอง

3.ระยะการทำงานของเครื่องรับส่ง และระยะการส่งสัญญาณภาพไม่เท่ากัน โดยเมื่อหุ่นยนต์ออกนอกกระยะการรับสัญญาณส่งภาพ แต่ยังคงอยู่ในระยะการทำงานของเครื่องรับส่ง จะทำให้หุ่นยนต์ไม่สามารถส่งสัญญาณภาพกลับมาได้แต่ยังสามารถทำการควบคุม, ส่งค่าอุณหภูมิ และตำแหน่งสิ่งกีดขวางกลับมาได้

4.การทำงานยังเป็นการควบคุมโดยคน ยังไม่สามารถทำงานโดยอัตโนมัติได้

5.มอเตอร์ทั้งสองตัวหมุนด้วยความเร็วที่ต่างกัน ทั้งๆที่มีคุณสมบัติเดียวกัน ส่งผลให้หุ่นยนต์เคลื่อนที่ไม่ตรงตามความต้องการ

6.แบตเตอรี่ซึ่งเป็นตัวจ่ายไฟให้กับภาคจ่ายไฟ สามารถทำการจ่ายไฟได้ในระยะไม่นานเนื่องจากมีโหลดมาก และตัวมันมีขนาดกระแสดำ

5.3 ข้อเสนอแนะ

1.เรื่องระยะการทำงานของเครื่องรับส่งสัญญาณควรให้มีระยะการทำงานที่ไกลกว่านี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.มอเตอร์เป็นอุปกรณ์ต้นกำลังที่ทำให้เกิดสัญญาณรบกวนที่เครื่องส่งสัญญาณทำให้ภาพที่รับเข้ามาไม่ค่อยชัดเจน สามารถแก้ไขได้โดยการต่อขดลวดอนุกรมเข้ากับมอเตอร์ ซึ่งสามารถกำจัดสัญญาณรบกวนได้ในระดับหนึ่ง

3.ในระบบการเลี้ยวนั้นควรออกแบบใหม่ให้มีความแม่นยำมากขึ้น

4.กล้องรับภาพไม่สามารถเปลี่ยนมุมมองได้ ควรติดตั้งกล้องกับสแตปปีงมอเตอร์

5.เพิ่มแบตเตอรี่ให้สามารถทำงานได้นานขึ้น

6.เพิ่มเซนเซอร์ให้กับหุ่นยนต์ และปรับปรุงโปรแกรมการทำงานเพื่อให้หุ่นยนต์เคลื่อนที่สามารถทำงานได้อย่างอัตโนมัติ เช่น ระบบจดจำเส้นทางสำหรับการเคลื่อนที่ในการทำงานซ้ำกัน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

1. อภิชาติ ภู่วลัย, เริ่มต้นการเขียนโปรแกรมติดต่อและควบคุมฮาร์ดแวร์ด้วย Visual Basic, อินโฟเพรส, 2546
2. กิตติ ภัคดีวิวัฒนะกุลและจำลอง ทรูอุตสาหะ, Visual Basic ฉบับโปรแกรมเมอร์, บริษัท คอมพ์ แอนด์ คอนซัลท์ จำกัด, 2542
3. เปรม แสงสาคร, สล้าง แซ่ลิ้มและสุมิตร จิระวัฒน์, หุ่นยนต์สำรวจควบคุมผ่าน PC, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2543
4. ภัทรพันธ์ ภัสตรศิริและพีระพล เข่าตัก, หุ่นยนต์สำรวจเคลื่อนที่ควบคุมการทำงานด้วย ไมโครคอมพิวเตอร์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2543
5. วุฒิชัย ปอตระกูล, ศุภฤกษ์ ตปะนิยะกุลและสมศักดิ์ เอื้อประชานนท์, หุ่นยนต์สำรวจเคลื่อนที่ ควบคุมการทำงานด้วยไมโครคอมพิวเตอร์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง, 2543.
6. www.thaicert.nectec.or.th/paper/wireless/
7. www.arip.co.th/
8. www.jananet.com/sourcecode/

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก. โปรแกรมควบคุมการทำงานในส่วนของไมโครคอนโทรลเลอร์

ภาคผนวก ข. DATASHEET



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.

โปรแกรมควบคุมการทำงานในส่วนของไมโครคอนโทรลเลอร์

```

TEMP            EQU            33H
TEMP_DIS1      EQU            34H
TEMP_DIS2      EQU            35H
FLAG           EQU            02FH            ; User FLAG
BUSY           BIT            FLAG.0         ; Define BUSY as bit
ONEWIRE_DATA   EQU            032H         ; For keep ONEWIRE Data
ONEWIRE        BIT            P3.5 ; 1-Wire Interface (DS1820 Temp. Sensor)
EN1   BIT     P2.5
EN2   BIT     P2.4
INA   BIT     P2.3
INB   BIT     P2.2
INC   BIT     P2.1
IND   BIT     P2.0
BL_DATA   EQU  36H
BR_DATA   EQU  37H
FL_DATA   EQU  38H
FR_DATA   EQU  39H

BL        BIT     P1.0
BR        BIT     P1.1
FL        BIT     P1.2
FR        BIT     P1.3

```

```

ORG      0000H

```

```

LJMP    MAIN

```

```

ORG      0023H

```

```

JNB    RI,EXIT_INT

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

CLR RI
CLR ES
;PUSH ACC
MOV A,SBUF
LCALL DO_RS232
;POP ACC
SETB ES

EXIT_INT:      ;CLR TI
               RETI

MAIN:          MOV P2,#00
               MOV TH1,#0FDH
               MOV TL1,#0FDH
               MOV SCON,#01010000B ;50H
               MOV TMOD,#20H
               SETB TR1 ;TIMER STA
               SETB EA
               SETB ES

LOOP:          LCALL READ_SENSOR

               MOV A,BL_DATA
               LCALL SEND
               MOV A,BR_DATA
               LCALL SEND
               MOV A,FL_DATA
               LCALL SEND
               MOV A,FR_DATA
               LCALL SEND
               LCALL MIX_TEMP

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

MOV  A,TEMP_DIS2
LCALL SEND
MOV  A,TEMP_DIS1
LCALL SEND
LCALL DELAY_1S

```

```

AJMP LOOP

```

```

;////////////////////////////////////

```

```

DO_RS232: CJNE  A,#"L",RR
           LCALL TURN_L
           RET
RR:      CJNE  A,#"R",FF
           LCALL TURN_R
           RET
FF:      CJNE  A,#"F",BB
           LCALL FRONT
           RET
BB:      CJNE  A,#"B",TT
           LCALL BACK
           RET
TT:      CJNE  A,#"T",EER
           LCALL STOP
EER:     RET

```

```

;////////////////////////////////////

```

```

READ_SENSOR:  JB  BL,A1
              MOV BL_DATA,#"0"
              AJMP A2
A1:          MOV BL_DATA,#"1"

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

A2:      JB  BR,A3
        MOV BR_DATA,#"0"
        AJMP A4
A3:      MOV BR_DATA,#"1"

A4:      JB  FL,A5
        MOV FL_DATA,#"0"
        AJMP A6
A5:      MOV FL_DATA,#"1"

A6:      JB  FR,A7
        MOV FR_DATA,#"0"
        AJMP A8
A7:      MOV FR_DATA,#"1"
A8:
        RET
;////////////////////////////////////
MIX_TEMP:  ACALLDS1820_RST      ; DS1820 Reset
           ACALLDS1820_PRESENT ; DS1820 Presence
           MOV    ONEWIRE_DATA,#0CCH ; Write Skip ROM
           ACALLDS1820_WR      ;
           MOV    ONEWIRE_DATA,#044H ; Write Convert

Command
           ACALLDS1820_WR      ;

           SETB  BUSY          ; Set bit BUSY

PRES_CHK_LOOP:  ACALLDS1820_RST      ; DS1820 Reset
               ACALLDS1820_PRESENT ; DS1820 Presence
               JB    BUSY,PRES_CHK_LOOP ; Wait for Busy
               NOP                          ; Delay
               NOP

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

NOP ;
NOP ;

ACALLDS1820_RST ; DS1820 Reset
ACALLDS1820_PRESENCE ; DS1820 Presence
MOV ONEWIRE_DATA,#0CCH ; Write Skip ROM
ACALLDS1820_WR
MOV ONEWIRE_DATA,#0BEH ; Write Read.

```

Scratchpad Command

```

ACALLDS1820_WR
ACALLDS1820_RD ; Read DS1820
MOV TEMP,ONEWIRE_DATA ; Get First Byte as
TEMP (L)
ACALLDS1820_RST ; DS1820 Reset
ACALLDS1820_PRESENCE ; DS1820 Presence
;MOV A,TEMP
;MOV SBUF,A
;JNB TI,$
;CLR TI
;ACALL DELAY_1s
LCALL FINE_ASCII_TEMP

```

RET

```

FINE_ASCII_TEMP: PUSH 02H
MOV TEMP_DIS1,#00
MOV TEMP_DIS2,#00
MOV A,TEMP
MOV B,#2
DIV AB

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

MOV R2,A

LOOP_INC: INC TEMP_DIS1
MOV A,TEMP_DIS1
CJNE A,#0AH,OUT
MOV TEMP_DIS1,#00
INC TEMP_DIS2
OUT: DJNZ R2,LOOP_INC

;MOV TEMP_DIS1,#09
;MOV TEMP_DIS2,#03

MOV A,TEMP_DIS1
ADD A,#30H
MOV TEMP_DIS1,A
MOV A,TEMP_DIS2
ADD A,#30H
MOV TEMP_DIS2,A
POP 02H
RET
;-----
; DS1820 Data Read
;-----
DS1820_RD: MOV R4,#8 ; Set loop 8 times
CLR A ; Clear ACC.
DS1820_RD_LOOP: CLR ONEWIRE ; Clear ONEWIRE
NOP ; Delay
NOP ;
; P89C51RD2 addition
NOP
NOP

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
; End
```

```
SETB ONEWIRE ; Set ONEWIRE
```

```
; P89C51RD2 addition
```

```
NOP
```

```
NOP
```

```
NOP
```

```
NOP
```

```
; End
```

```
NOP ; Delay
```

```
NOP ;
```

```
NOP ;
```

```
NOP ;
```

```
MOV C,ONEWIRE ; Get
```

ONEWIRE to Carry Flag

```
ACALL ONEWIRE_DELAY ; Delay 75 us
```

```
RRC A ;
```

```
DJNZ R4,DS1820_RD_LOOP ; Do until 8 times
```

```
MOV ONEWIRE_DATA,A ; Move ACC. to
```

ONEWIRE_DATA

```
RET ; Return
```

```
-----
```

```
; DS1820 Data Write
```

```
-----
```

```
DS1820_WR: MOV R4,#8 ; Set loop 8 times
```

```
MOV A,ONEWIRE_DATA ; Get ONEWIRE_DATA
```

```
DS1820_WR_LOOP: RRC A ; Rotate ACC. with Carry
```

Flag

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

JNC      DS1820_WR_L      ; Carry Flag was
set ?

CLR      ONEWIRE          ; Set => TX

high

NOP      ; Delay
NOP      ;
NOP      ;
NOP      ;

```

```

; P89C51RD2 addition
NOP
NOP
NOP
NOP
; End

SETB    ONEWIRE          ; Set ONEWIRE
ACALL   ONEWIRE_DELAY   ; Delay 75 us
AJMP    DS1820_WR_NX    ; Jump to next write
DS1820_WR_L:CLR        ONEWIRE      ; Clear => TX Low
ACALL   ONEWIRE_DELAY   ; Delay 75 us
SETB    ONEWIRE          ; Set ONEWIRE
NOP     ; Delay
NOP     ;
NOP     ;
NOP     ;

```

; P89C51RD2 addition

```

NOP
NOP
NOP
NOP

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

; End

```
DS1820_WR_NX:    DJNZ  R4,DS1820_WR_LOOP ; Do until 8 times
                 RET                ; Return
```

; DS1820 Reset

```
DS1820_RST:      CLR          ONEWIRE          ; Clear ONEWIRE
                 ACALLDELAY_1ms              ; Delay
                 SETB ONEWIRE                ; Set ONEWIRE
                 MOV          R4,#16         ; Delay
                 DJNZ  R4,$                  ;
                 RET                        ; Return
```

; DS1820 Receive Presence Pulse

```
DS1820_PRE:      MOV          R4,#16         ; Set Loop wait 1
DS1820_PRE_1:    MOV          R3,#0         ; Set Loop wait 2
DS1820_PRE_2:    JNB          ONEWIRE,DS1820_PRE_3 ; Check ONEWIRE was
clear?
                 DJNZ  R3,DS1820_PRE_2 ; Wait loop check 2
                 DJNZ  R4,DS1820_PRE_1 ; Wait loop check 1
                 RET                        ; Return
DS1820_PRE_3:    JNB          ONEWIRE,$     ; Wait until ONEWIRE set
                 MOV          R4,#16         ; Delay
                 DJNZ  R4,$                  ;
                 CLR          BUSY          ; Clear BUSY Flag
                 RET                        ; Return
```

;/!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!

```
ONEWIRE_DELAY:  MOV          R6,#012H      ; Each loop = 75 us
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ONEWIRE_DELAY_1: NOP

NOP

; P89C51RD2 addition

NOP

NOP

NOP

NOP

; End

DJNZ R6,ONEWIRE_DELAY_1

RET

DELAY_50us: MOV R6,#00CH ; Each loop = 50 us

DELAY_50us_1: NOP

NOP

; P89C51RD2 addition

NOP

NOP

NOP

NOP

; End

DJNZ R6,DELAY_50us_1

RET

DELAY_100us: MOV R6,#017H ; Each loop = 100 us

DELAY_100us_1: NOP

NOP

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
; P89C51RD2 addition
```

```
NOP
```

```
NOP
```

```
NOP
```

```
NOP
```

```
; End
```

```
DJNZ R6,DELAY_100us_1
```

```
RET
```

```
DELAY_1ms: MOV R6,#0E6H ; Each loop = 1 ms
```

```
DELAY_1ms_1: NOP
```

```
NOP
```

```
; P89C51RD2 addition
```

```
NOP
```

```
NOP
```

```
NOP
```

```
NOP
```

```
; End
```

```
DJNZ R6,DELAY_1ms_1
```

```
RET
```

```
DELAY_10ms: MOV R7,#010 ; Do 10 times
```

```
DELAY_10ms_1: MOV R6,#0E6H ; Each loop = 1 ms
```

```
DELAY_10ms_2: NOP
```

```
NOP
```

```
; P89C51RD2 addition
```

```
NOP
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

NOP
NOP
NOP
; End

```

```

DJNZ R6,DELAY_10ms_2
DJNZ R7,DELAY_10ms_1
RET

```

```

DELAY_100ms:    MOV     R7,#100           ; Do 100 times

```

```

DELAY_100ms_1: MOV     R6,#0E6H         ; Each loop = 1 ms

```

```

DELAY_100ms_2: NOP

```

```

NOP
; P89C51RD2 addition

```

```

NOP
NOP
NOP
NOP
; End

```

```

DJNZ R6,DELAY_100ms_2

```

```

DJNZ R7,DELAY_100ms_1

```

```

RET

```

```

DELAY_1S:      MOV     R5,#50           ; Do 100 times

```

```

DELAY_1s_1:    ACALL DELAY_10ms

```

```

DJNZ R5,DELAY_1s_1

```

```

RET

```

```

;////////////////////

```

```

FRONT: SETB  INA

```

```

CLR  INB

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        CLR  INC
        SETB IND

        SETB EN1
        SETB EN2

    RET

;////////////////////////////////////
BACK: SETB INB
        CLR  INA

        CLR  IND
        SETB INC
        SETB EN1
        SETB EN2

    RET

;////////////////////////////////////
TURN_L: SETB INB
        CLR  INA

        CLR  INC
        SETB IND

        SETB EN1
        SETB EN2

    RET

;////////////////////////////////////
;////////////////////////////////////
TURN_R: SETB INA
        CLR  INB

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

CLR IND
SETB INC

SETB EN1
SETB EN2

RET

;////////////////////////////////////
STOP: CLR INA

CLR INB

CLR IND
CLR INC

CLR EN1
CLR EN2

RET

;////////////////////////////////////
SEND: MOV SBUF,A
      JNB TI,$
      CLR TI
      RET

;////////////////////////////////////
DELAY: PUSH 02H
      PUSH 03H
      MOV R2,#00H

DLY: MOV R3,#00H
      DJNZ R3,$
      DJNZ R2,DLY
      POP 03H
      POP 02H

      RET

      END

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข.

ข้อมูลไอซีทีที่ใช้ในปฏิญานิพนธ์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8-bit MCU with 32K byte Flash, 10 bit A/D and EEPROM

1. Description

The T89C51AC2 is a high performance FLASH version of the 80C51 single chip 8-bit microcontrollers. It contains a 32Kbyte Flash memory block for program and data.

The 32K byte FLASH memory can be programmed either in parallel mode or in serial mode with the ISP capability or with software. The programming voltage is internally generated from the standard V_{CC} pin.

The T89C51AC2 retains all features of the 80C52 with 256 bytes of internal RAM, a 7-source 4-level interrupt controller and three timer/counters.

In addition, the T89C51AC2 has a 10 bit A/D converter, a 2Kbytes Boot Flash memory, 2 Kbyte EEPROM for data, a Programmable Counter Array, an XRAM of 1024 bytes, a Hardware Watchdog Timer and a more versatile serial channel that facilitates multiprocessor communication (EUART).

The fully static design of the T89C51AC2 allows to reduce system power consumption by bringing the clock frequency down to any value, even DC, without loss of data.

The T89C51AC2 has 2 software-selectable modes of reduced activity and an 8 bit clock prescaler for further reduction in power consumption. In the idle mode the CPU is frozen while the peripherals and the interrupt system are still operating. In the power-down mode the RAM is saved and all other functions are inoperative.

The added features of the T89C51AC2 make it more powerful for applications that need A/D conversion, pulse width modulation, high speed I/O and counting capabilities such as industrial control, consumer goods, alarms, motor control, ...

While remaining fully compatible with the 80C52 it offers a superset of this standard microcontroller. In X2 mode a maximum external clock rate of 20 MHz reaches a 300 ns cycle time.

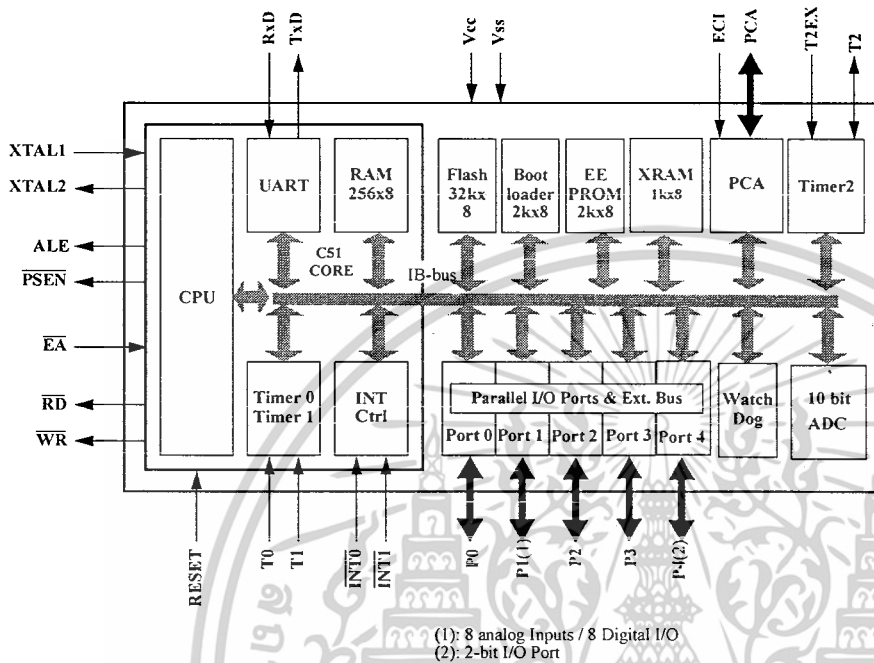
2. Features

- 80C52 core architecture
 - Double Data Pointer
 - 256 bytes of on-chip RAM
- 1Kbytes of on-chip XRAM
- 32 Kbytes of on-chip Flash memory
- 2 Kbytes of on-chip Flash for Bootloader
- 2 Kbytes of on-chip EEPROM
- 14 interrupt sources with 4 priority level
- Three 16-bit timer/counters
- Full duplex Enhanced UART
- High speed architecture
 - 40 MHz in standard mode
 - 20 MHz in X2 mode (6 clocks/machine cycle)
- Five ports: 32 + 2 digital I/O lines
- Programmable Counter Array with 5 16-bit channels :
 - High-speed output
 - Compare / Capture
- Pulse Width Modulator
- Watchdog Timer (Channel 4)
- Hardware watchdog timer (One-time enabled with Reset-out)
- A 10-bit resolution analog to digital converter (ADC) with 8 multiplexed inputs
 - 20 microsecond conversion time
 - Two conversion modes
- Asynchronous port reset
- Low EMI (inhibit ALE)
- Power control modes:
 - Idle mode
 - Power down mode
- Power supply: 4.5V to 5.5V
- Temperature range: Industrial (-40 to +85C)
- Packages: VQFP44 1,4 mm, PLCC44, CA-BGA64*
 - * on request

T89C51AC2



3. Block Diagram



4. Pin Configuration

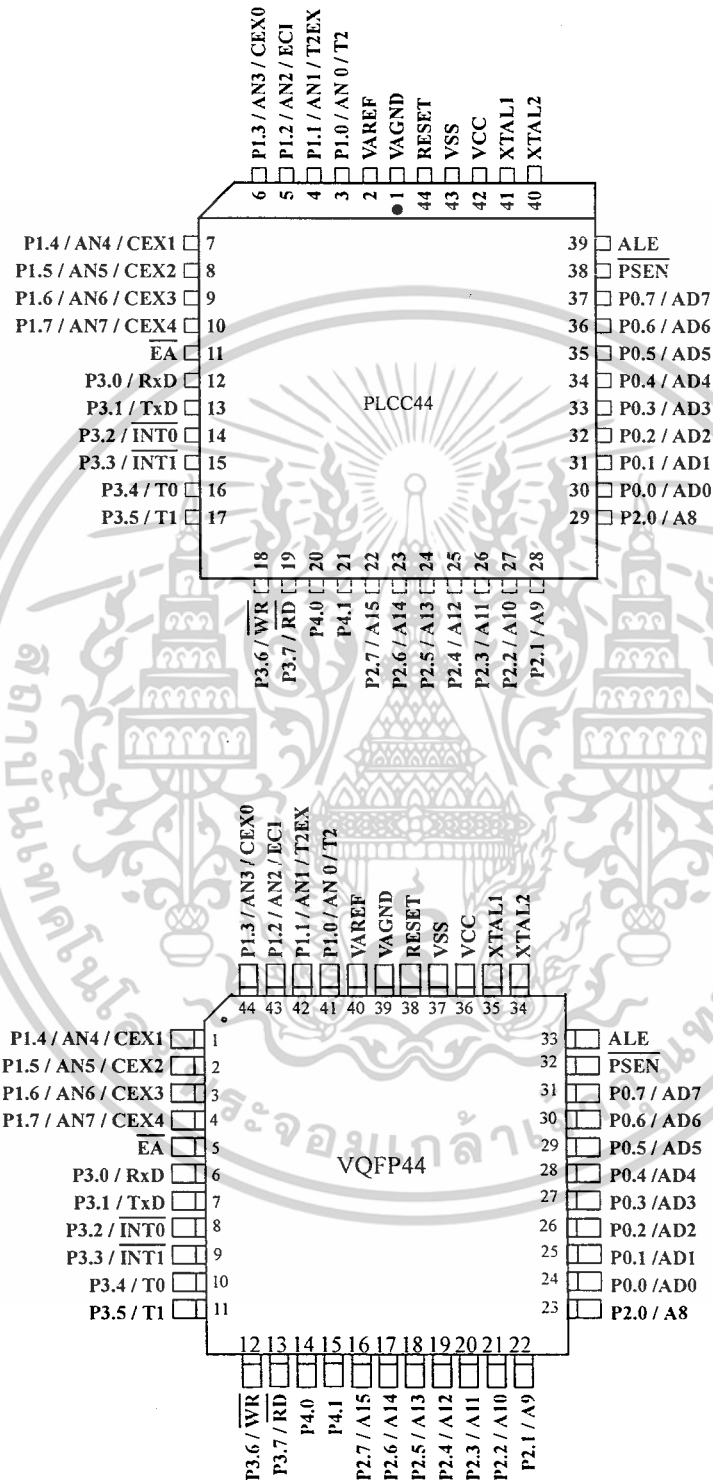


Table 1. Pin Description

Pin Name	Pin Number		Type	Description
	PLCC44	VQFP44		
P0.0-P0.7	30-37	24-31	I/O	<p>Port 0:</p> <p>Port 0 is an 8-bit open drain bi-directional I/O port. Port 0 pins that have 1's written to them float, and in this state can be used as high-impedance inputs. Port 0 is also the multiplexed low-order address and data bus during accesses to external Program and Data Memory. In this application it uses strong internal pull-ups when emitting 1's. Port 0 also outputs the code bytes during program validation. External pull-ups are required during program verification. In the T89C51AC2 Port 0 can sink or source 5mA. It can drive CMOS inputs without external pull-ups.</p>
P1.0-P1.7	3-10	41-44, 1-4	I/O	<p>Port 1:</p> <p>Port 1 is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pull-ups. Port 1 pins can be used for digital input/output or as analog inputs for the Analog Digital Converter (ADC). Port 1 pins that have 1's written to them are pulled high by the internal pull-up transistors and can be used as inputs in this state. As inputs, Port 1 pins that are being pulled low externally will be the source of current (IIL, on the datasheet) because of the internal pull-ups. Port 1 pins are assigned to be used as analog inputs via the ADCCF register.</p> <p>As a secondary digital function, port 1 contains the Timer 2 external trigger and clock input; the PCA external clock input and the PCA module I/O.</p> <p>Port 1 receives the low-order address byte during FLASH programming and program verification. In the T89C51AC2 Port 1 can sink or source 5mA. It can drive CMOS inputs without external pull-ups.</p>
	3	41	I/O	<p>P1.0 : Input / Output</p> <p>I AN0 : Analog input channel 0</p> <p>I T2 : External clock input for Timer/counter2</p>
	4	42	I/O	<p>P1.1 : Input / Output</p> <p>I AN1 : Analog input channel 1</p> <p>I T2EX : Trigger input for Timer/counter2</p>
	5	43	I/O	<p>P1.2 : Input / Output</p> <p>I AN2 : Analog input channel 2</p> <p>I ECI : PCA external clock input</p>
	6	44	I/O	<p>P1.3 : Input / Output</p> <p>I AN3 : Analog input channel 3</p> <p>O CEX0 : PCA module 0 Entry of input/PWM output</p>
	7	1	I/O	<p>P1.4 : Input / Output</p> <p>I AN4 : Analog input channel 4</p> <p>O CEX1 : PCA module 1 Entry of input/PWM output</p>
	8	2	I/O	<p>P1.5 : Input / Output</p> <p>I AN5 : Analog input channel 5</p> <p>O CEX2 : PCA module 2 Entry of input/PWM output</p>
	9	3	I/O	<p>P1.6 : Input / Output</p> <p>I AN6 : Analog input channel 6</p> <p>O CEX3 : PCA module 3 Entry of input/PWM output</p>
	10	4	I/O	<p>P1.7 : Input / Output</p> <p>I AN7 : Analog input channel 7</p> <p>O CEX4 : PCA module 4 Entry of input/PWM output</p>

Pin Name	Pin Number		Type	Description																																																																																
	PLCC44	VQFP44																																																																																		
P2.0-7	29-22	23-16	I/O	<p>Port 2:</p> <p>Port 2 is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pull-ups. Port 2 pins that have 1's written to them are pulled high by the internal pull-ups and can be used as inputs in this state. As inputs, Port 2 pins that are being pulled low externally will be a source of current (IIL, on the datasheet) because of the internal pull-ups. Port 2 emits the high-order address byte during accesses to the external Program Memory and during accesses to external Data Memory that uses 16-bit addresses (MOVX @DPTR). In this application, it uses strong internal pullups when emitting 1's. During accesses to external Data Memory that use 8 bit addresses (MOVX @Ri), Port 2 transmits the contents of the P2 special function register. It also receives high-order addresses and control signals during program validation. In the T89C51AC2 Port 2 can sink or source 5mA. It can drive CMOS inputs without external pull-ups.</p>																																																																																
P3.0 - P3.7	12-19	6-13	I/O	<p>Port 3:</p> <p>Port 3 is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pull-ups. Port 3 pins that have 1's written to them are pulled high by the internal pull-up transistors and can be used as inputs in this state. As inputs, Port 3 pins that are being pulled low externally will be a source of current (IIL, on the datasheet) because of the internal pull-ups.</p> <p>The output latch corresponding to a secondary function must be programmed to one for that function to operate (except for TxD and WR).</p> <p>In the T89C51AC2 Port 3 can sink or source 5mA. It can drive CMOS inputs without external pull-ups.</p> <p>The secondary functions are assigned to the pins of port 3 as follows:</p> <table border="0"> <tr> <td>12</td> <td>6</td> <td>I/O</td> <td>P3.0 : Input / Output</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>I</td> <td>Rxd :</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>Receiver data input (asynchronous) or data input/output (synchronous) of the serial interface</td> </tr> <tr> <td>13</td> <td>7</td> <td>I/O</td> <td>P3.1 : Input / Output</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>O</td> <td>Txd :</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>Transmitter data output (asynchronous) or clock output (synchronous) of the serial interface</td> </tr> <tr> <td>14</td> <td>8</td> <td>I/O</td> <td>P3.2 : Input / Output</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>I</td> <td>INT0: External interrupt 0 input / timer 0 gate control input</td> </tr> <tr> <td>15</td> <td>9</td> <td>I/O</td> <td>P3.3 : Input / Output</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>I</td> <td>INT1: External interrupt 1 input / timer 1 gate control input</td> </tr> <tr> <td>16</td> <td>10</td> <td>I/O</td> <td>P3.4 : Input / Output</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>I</td> <td>T0: Timer 0 counter input</td> </tr> <tr> <td>17</td> <td>11</td> <td>I/O</td> <td>P3.5 : Input / Output</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>I</td> <td>T1: Timer 1 counter input</td> </tr> <tr> <td>18</td> <td>12</td> <td>I/O</td> <td>P3.6 : Input / Output</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>O</td> <td>WR:</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>External Data Memory write strobe; latches the data byte from port 0 into the external data memory</td> </tr> <tr> <td>19</td> <td>13</td> <td>I/O</td> <td>P3.7 : Input / Output</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>O</td> <td>RD:</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>External Data Memory read strobe; Enables the external data memory. In the T89C51AC2 Port 3 can sink or source 5mA. It can drive CMOS inputs without external pull-ups.</td> </tr> </table>	12	6	I/O	P3.0 : Input / Output			I	Rxd :				Receiver data input (asynchronous) or data input/output (synchronous) of the serial interface	13	7	I/O	P3.1 : Input / Output			O	Txd :				Transmitter data output (asynchronous) or clock output (synchronous) of the serial interface	14	8	I/O	P3.2 : Input / Output			I	INT0: External interrupt 0 input / timer 0 gate control input	15	9	I/O	P3.3 : Input / Output			I	INT1: External interrupt 1 input / timer 1 gate control input	16	10	I/O	P3.4 : Input / Output			I	T0: Timer 0 counter input	17	11	I/O	P3.5 : Input / Output			I	T1: Timer 1 counter input	18	12	I/O	P3.6 : Input / Output			O	WR:				External Data Memory write strobe; latches the data byte from port 0 into the external data memory	19	13	I/O	P3.7 : Input / Output			O	RD:				External Data Memory read strobe; Enables the external data memory. In the T89C51AC2 Port 3 can sink or source 5mA. It can drive CMOS inputs without external pull-ups.
12	6	I/O	P3.0 : Input / Output																																																																																	
		I	Rxd :																																																																																	
			Receiver data input (asynchronous) or data input/output (synchronous) of the serial interface																																																																																	
13	7	I/O	P3.1 : Input / Output																																																																																	
		O	Txd :																																																																																	
			Transmitter data output (asynchronous) or clock output (synchronous) of the serial interface																																																																																	
14	8	I/O	P3.2 : Input / Output																																																																																	
		I	INT0: External interrupt 0 input / timer 0 gate control input																																																																																	
15	9	I/O	P3.3 : Input / Output																																																																																	
		I	INT1: External interrupt 1 input / timer 1 gate control input																																																																																	
16	10	I/O	P3.4 : Input / Output																																																																																	
		I	T0: Timer 0 counter input																																																																																	
17	11	I/O	P3.5 : Input / Output																																																																																	
		I	T1: Timer 1 counter input																																																																																	
18	12	I/O	P3.6 : Input / Output																																																																																	
		O	WR:																																																																																	
			External Data Memory write strobe; latches the data byte from port 0 into the external data memory																																																																																	
19	13	I/O	P3.7 : Input / Output																																																																																	
		O	RD:																																																																																	
			External Data Memory read strobe; Enables the external data memory. In the T89C51AC2 Port 3 can sink or source 5mA. It can drive CMOS inputs without external pull-ups.																																																																																	
P4.0-P4.1			I/O	<p>Port 4:</p> <p>Is an 2-bit bi-directional I/O port with internal pull-ups. Port 4 pins that have 1's written to them are pulled high by the internal pull-ups and can be used as inputs in this state. As inputs, Port 4 pins that are being pulled low externally will be a source of current (IIL, on the datasheet) because of the internal pull-up transistor.</p>																																																																																

T89C51AC2



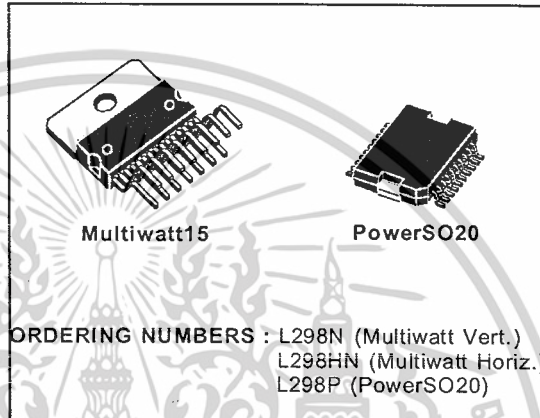
Pin Name	Pin Number		Type	Description
	PLCC44	VQFP44		
RESET	44	38	I/O	Reset: A high level on this pin during two machine cycles while the oscillator is running resets the device. An internal pull-down resistor to VSS permits power-on reset using only an external capacitor to VCC.
ALE	39	33	O	ALE: An Address Latch Enable output for latching the low byte of the address during accesses to the external memory. The ALE is activated every 1/6 oscillator periods (1/3 in X2 mode) except during an external data memory access. When instructions are executed from an internal FLASH ($\overline{EA} = 1$), ALE generation can be disabled by the software.
\overline{PSEN}	38	32	O	PSEN: The Program Store Enable output is a control signal that enables the external program memory of the bus during external fetch operations. It is activated twice each machine cycle during fetches from the external program memory. (However, when executing outside of the external program memory two activations of PSEN are skipped during each access to the external Data memory). The PSEN is not activated during fetches from the internal data memory.
\overline{EA}	11	5	I	EA: When External Access is held at the high level, instructions are fetched from the internal FLASH when the program counter is less than 8000H. When held at the low level, T89C51AC2 fetches all instructions from the external program memory.
XTAL1	41	35	I	XTAL1: Input of the inverting oscillator amplifier and input of the internal clock generator circuits. To drive the device from an external clock source, XTAL1 should be driven, while XTAL2 is left unconnected. To operate above a frequency of 16 MHz, a duty cycle of 50% should be maintained.
XTAL2	40	34	O	XTAL2: Output from the inverting oscillator amplifier.
VAGND	1	39	I	Reference Ground for ADC
VCC	42	36	I	Supply voltage during normal, idle, and power-down operation.
VSS	43	37	I	Circuit ground potential.
VAREF	2	40	I	Reference Voltage for ADC

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)

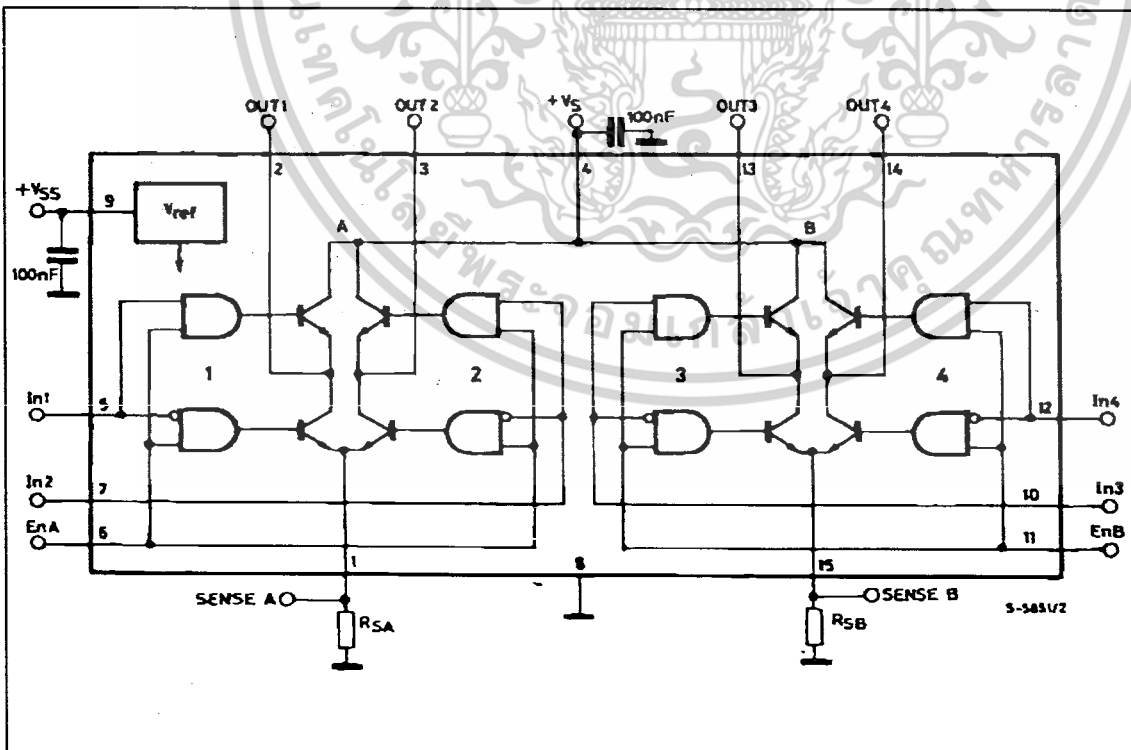
DESCRIPTION

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.

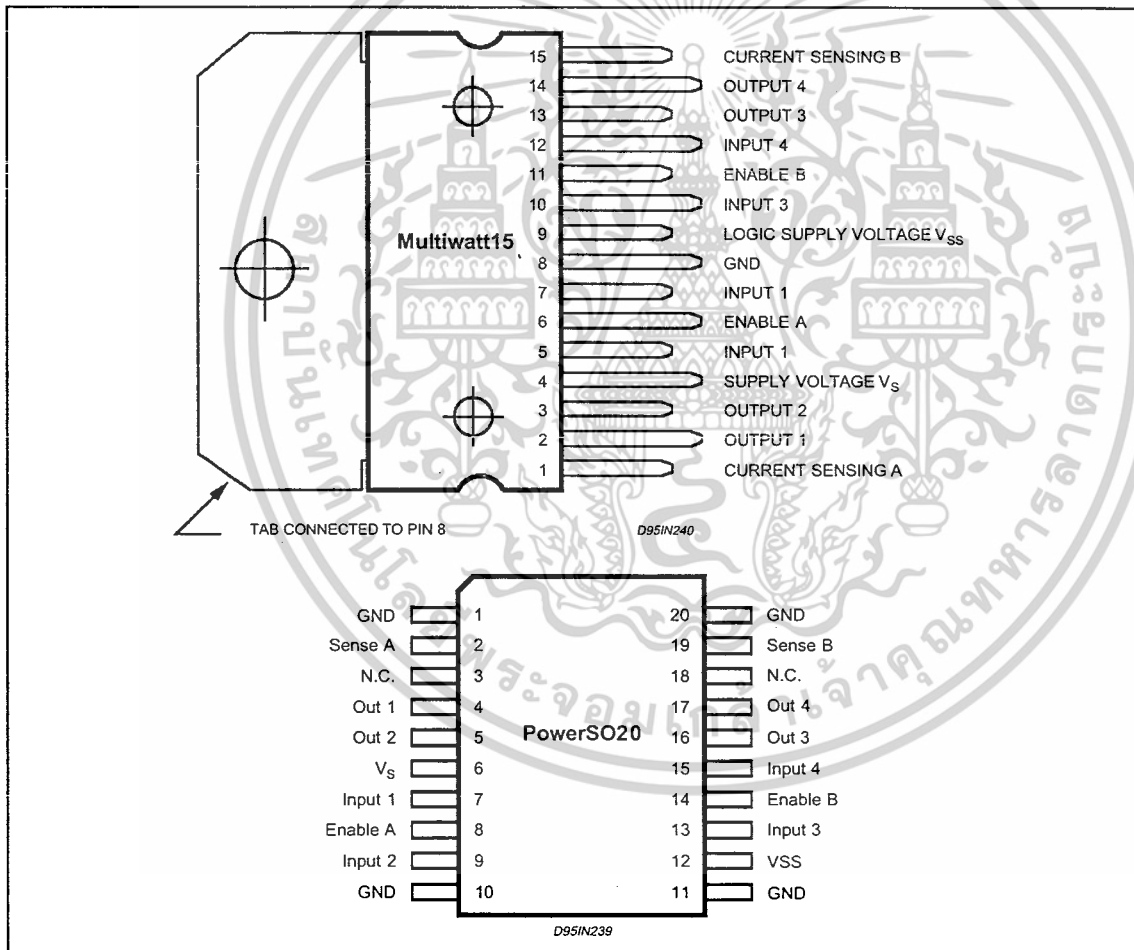
BLOCK DIAGRAM



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 = 100μs) - Repetitive (80% on -20% off; t _{on} = 10ms) - DC Operation	3 2.5 2	A A A
V _{sens}	Sensing Voltage	-1 to 2.3	V
P _{tot}	Total Power Dissipation (T _{case} = 75°C)	25	W
T _{stg} , T _j	Storage and Junction Temperature	-40 to 150	°C

PIN CONNECTIONS (top view)



THERMAL DATA

Symbol	Parameter	PowerSO20	Multiwatt15	Unit
R _{th j-case}	Thermal Resistance Junction-case	Max.	3	°C/W
R _{th j-amb}	Thermal Resistance Junction-ambient	Max.	13 (*)	°C/W

(*) Mounted on aluminum substrate

PIN FUNCTIONS (refer to the block diagram)

MW.15	PowerSO	Name	Function
1;15	2;19	Sense A; Sense B	Between this pin and ground is connected the sense resistor to control the current of the load.
2;3	4;5	Out 1; Out 2	Outputs of the Bridge A; the current that flows through the load connected between these two pins is monitored at pin 1.
4	6	V _S	Supply Voltage for the Power Output Stages. A non-inductive 100nF capacitor must be connected between this pin and ground.
5;7	7;9	Input 1; Input 2	TTL Compatible Inputs of the Bridge A.
6;11	8;14	Enable A; Enable B	TTL Compatible Enable Input: the L state disables the bridge A (enable A) and/or the bridge B (enable B).
8	1,10,11,20	GND	Ground.
9	12	V _{SS}	Supply Voltage for the Logic Blocks. A 100nF capacitor must be connected between this pin and ground.
10; 12	13;15	Input 3; Input 4	TTL Compatible Inputs of the Bridge B.
13; 14	16;17	Out 3; Out 4	Outputs of the Bridge B. The current that flows through the load connected between these two pins is monitored at pin 15.
–	3;18	N.C.	Not Connected

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (V_S = 42V; V_{SS} = 5V, T_j = 25°C; unless otherwise specified)

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
V _S	Supply Voltage (pin 4)	Operative Condition	V _{IH} +2.5		46	V
V _{SS}	Logic Supply Voltage (pin 9)		4.5	5	7	V
I _S	Quiescent Supply Current (pin 4)	V _{en} = H; I _L = 0 V _i = L V _i = H		13 50	22 70	mA mA
I _{SS}	Quiescent Current from V _{SS} (pin 9)	V _{en} = L V _i = X V _{en} = H; I _L = 0 V _i = L V _i = H V _{en} = L V _i = X		4 24 7	4 36 12 6	mA mA mA mA
V _{IL}	Input Low Voltage (pins 5, 7, 10, 12)		-0.3		1.5	V
V _{IH}	Input High Voltage (pins 5, 7, 10, 12)		2.3		V _{SS}	V
I _{IL}	Low Voltage Input Current (pins 5, 7, 10, 12)	V _i = L			-10	μA
I _{IH}	High Voltage Input Current (pins 5, 7, 10, 12)	V _i = H ≤ V _{SS} - 0.6V		30	100	μA
V _{en} = L	Enable Low Voltage (pins 6, 11)		-0.3		1.5	V
V _{en} = H	Enable High Voltage (pins 6, 11)		2.3		V _{SS}	V
I _{en} = L	Low Voltage Enable Current (pins 6, 11)	V _{en} = L			-10	μA
I _{en} = H	High Voltage Enable Current (pins 6, 11)	V _{en} = H ≤ V _{SS} - 0.6V		30	100	μA
V _{CEsat} (H)	Source Saturation Voltage	I _L = 1A I _L = 2A		1.35 2	1.7 2.7	V V
V _{CEsat} (L)	Sink Saturation Voltage	I _L = 1A (5) I _L = 2A (5)		1.2 1.7	1.6 2.3	V V
V _{CEsat}	Total Drop	I _L = 1A (5) I _L = 2A (5)			3.2 4.9	V V
V _{sens}	Sensing Voltage (pins 1, 15)		-1 (1)		2	V

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
T ₁ (V _i)	Source Current Turn-off Delay	0.5 V _i to 0.9 I _L (2); (4)		1.5		μs
T ₂ (V _i)	Source Current Fall Time	0.9 I _L to 0.1 I _L (2); (4)		0.2		μs
T ₃ (V _i)	Source Current Turn-on Delay	0.5 V _i to 0.1 I _L (2); (4)		2		μs
T ₄ (V _i)	Source Current Rise Time	0.1 I _L to 0.9 I _L (2); (4)		0.7		μs
T ₅ (V _i)	Sink Current Turn-off Delay	0.5 V _i to 0.9 I _L (3); (4)		0.7		μs
T ₆ (V _i)	Sink Current Fall Time	0.9 I _L to 0.1 I _L (3); (4)		0.25		μs
T ₇ (V _i)	Sink Current Turn-on Delay	0.5 V _i to 0.9 I _L (3); (4)		1.6		μs
T ₈ (V _i)	Sink Current Rise Time	0.1 I _L to 0.9 I _L (3); (4)		0.2		μs
f _c (V _i)	Commutation Frequency	I _L = 2A		25	40	KHz
T ₁ (V _{en})	Source Current Turn-off Delay	0.5 V _{en} to 0.9 I _L (2); (4)		3		μs
T ₂ (V _{en})	Source Current Fall Time	0.9 I _L to 0.1 I _L (2); (4)		1		μs
T ₃ (V _{en})	Source Current Turn-on Delay	0.5 V _{en} to 0.1 I _L (2); (4)		0.3		μs
T ₄ (V _{en})	Source Current Rise Time	0.1 I _L to 0.9 I _L (2); (4)		0.4		μs
T ₅ (V _{en})	Sink Current Turn-off Delay	0.5 V _{en} to 0.9 I _L (3); (4)		2.2		μs
T ₆ (V _{en})	Sink Current Fall Time	0.9 I _L to 0.1 I _L (3); (4)		0.35		μs
T ₇ (V _{en})	Sink Current Turn-on Delay	0.5 V _{en} to 0.9 I _L (3); (4)		0.25		μs
T ₈ (V _{en})	Sink Current Rise Time	0.1 I _L to 0.9 I _L (3); (4)		0.1		μs
f _c (V _{en})	Commutation Frequency	I _L = 2A		1		KHz

- 1) Sensing voltage can be -1 V for t ≤ 50 μsec; in steady state V_{sens} min ≥ -0.5 V.
- 2) See fig. 2.
- 3) See fig. 4.
- 4) The load must be a pure resistor.
- 5) PIN 1 and PIN 15 connected to GND.

Figure 1 : Typical Saturation Voltage vs. Output Current.

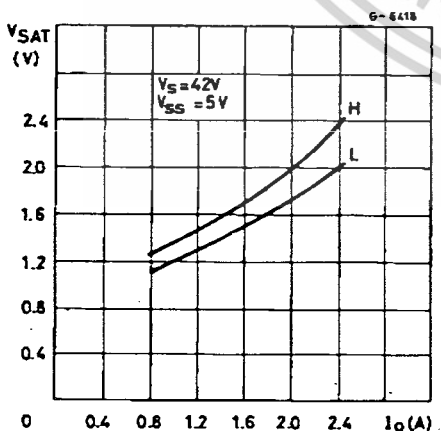
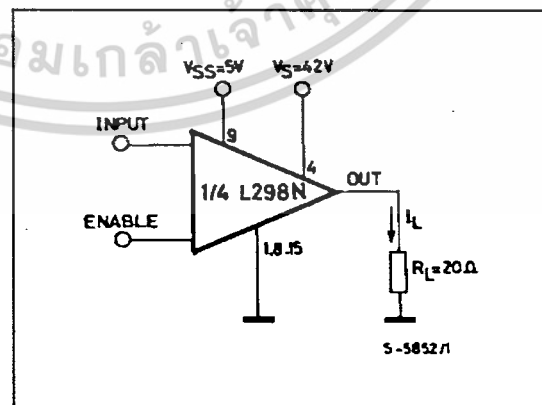


Figure 2 : Switching Times Test Circuits.



Note : For INPUT Switching, set EN = H
For ENABLE Switching, set IN = H

Figure 3 : Source Current Delay Times vs. Input or Enable Switching.

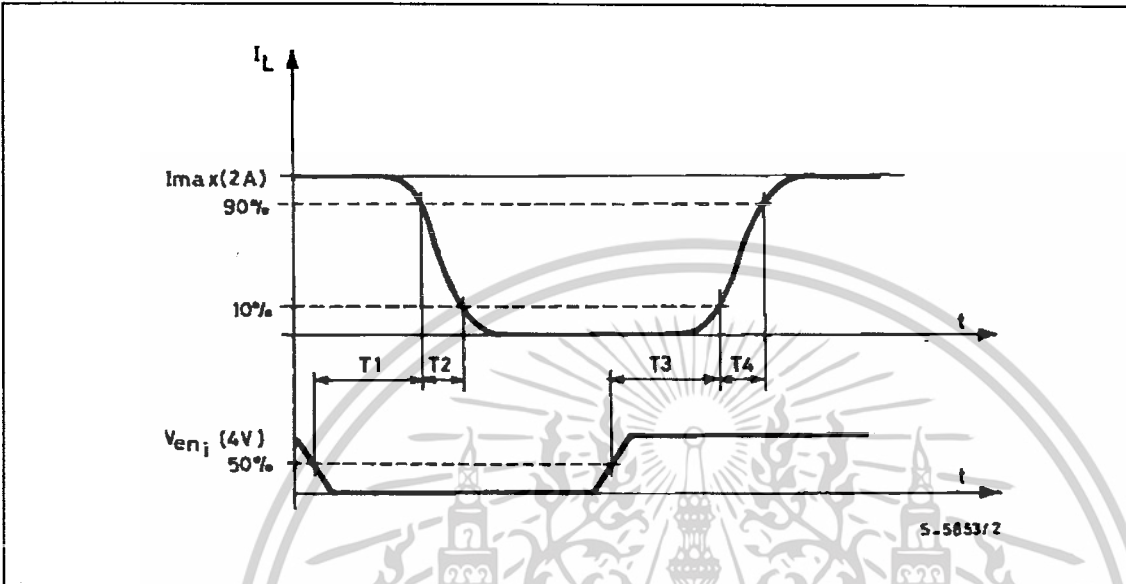
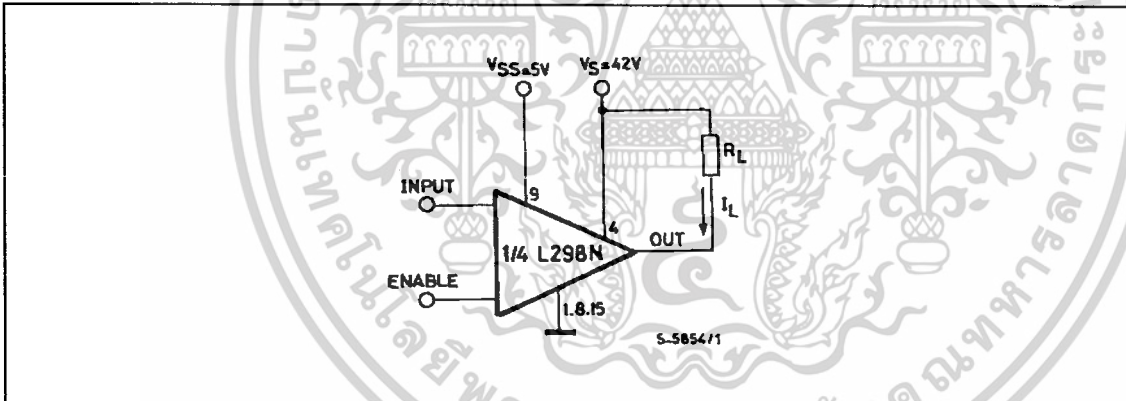


Figure 4 : Switching Times Test Circuits.



Note : For INPUT Switching, set EN = H
For ENABLE Switching, set IN = L

Figure 5 : Sink Current Delay Times vs. Input 0V Enable Switching.

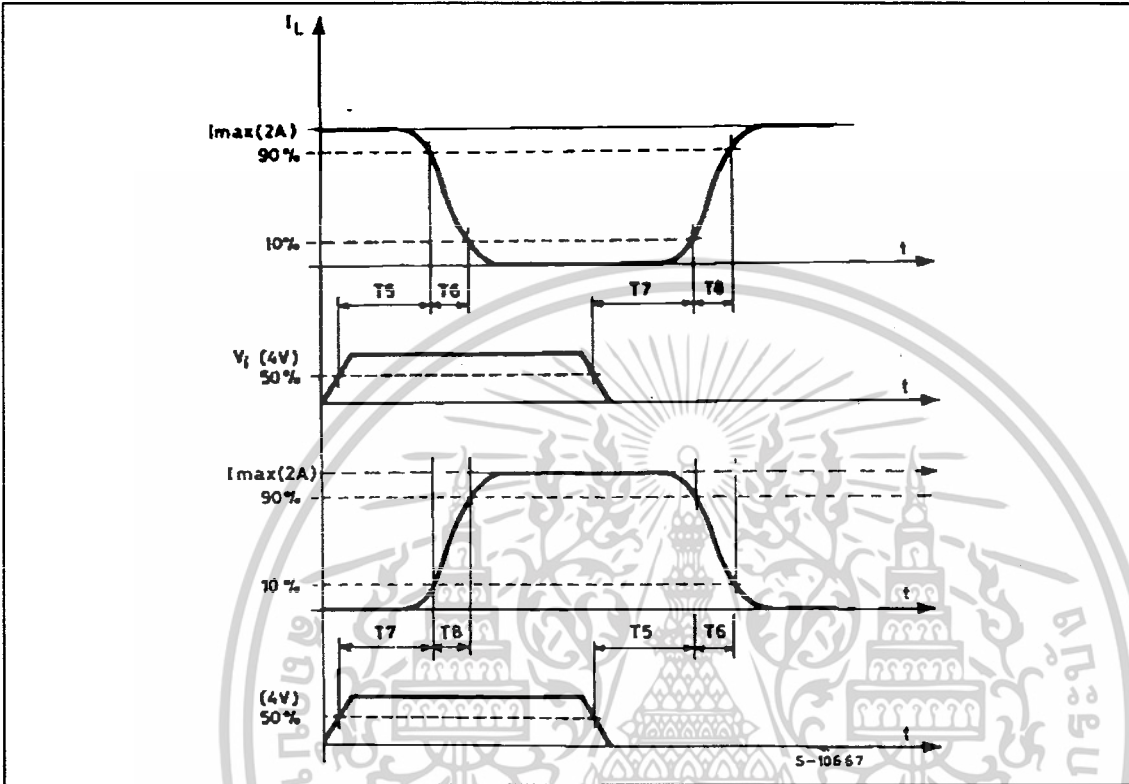


Figure 6 : Bidirectional DC Motor Control.

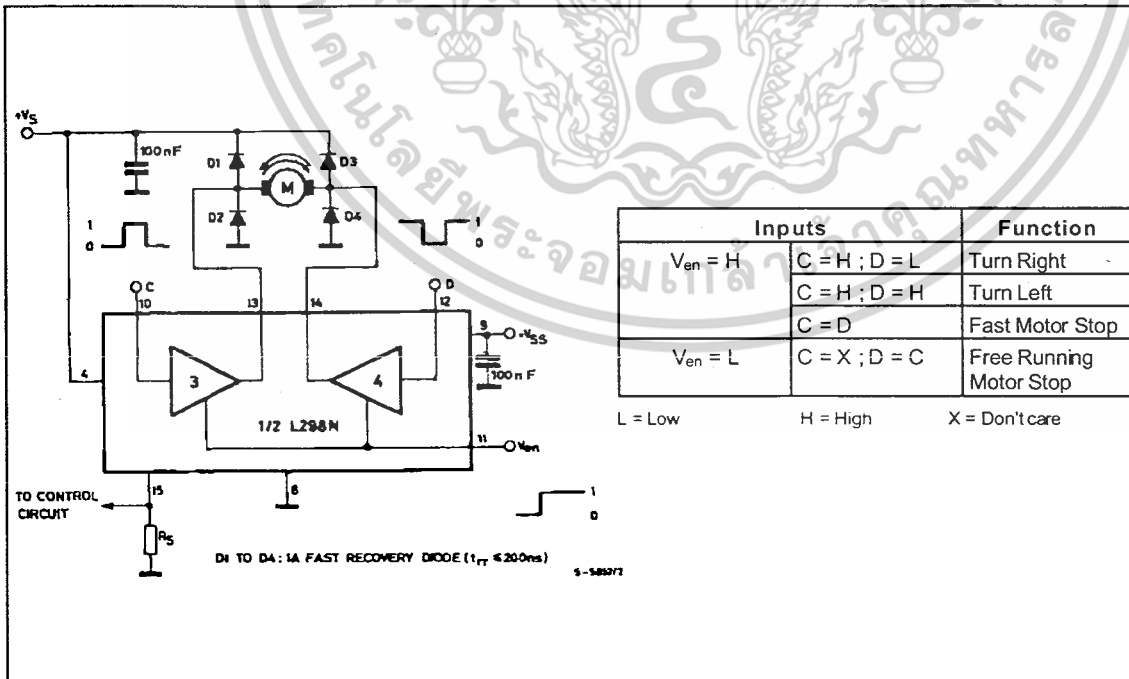
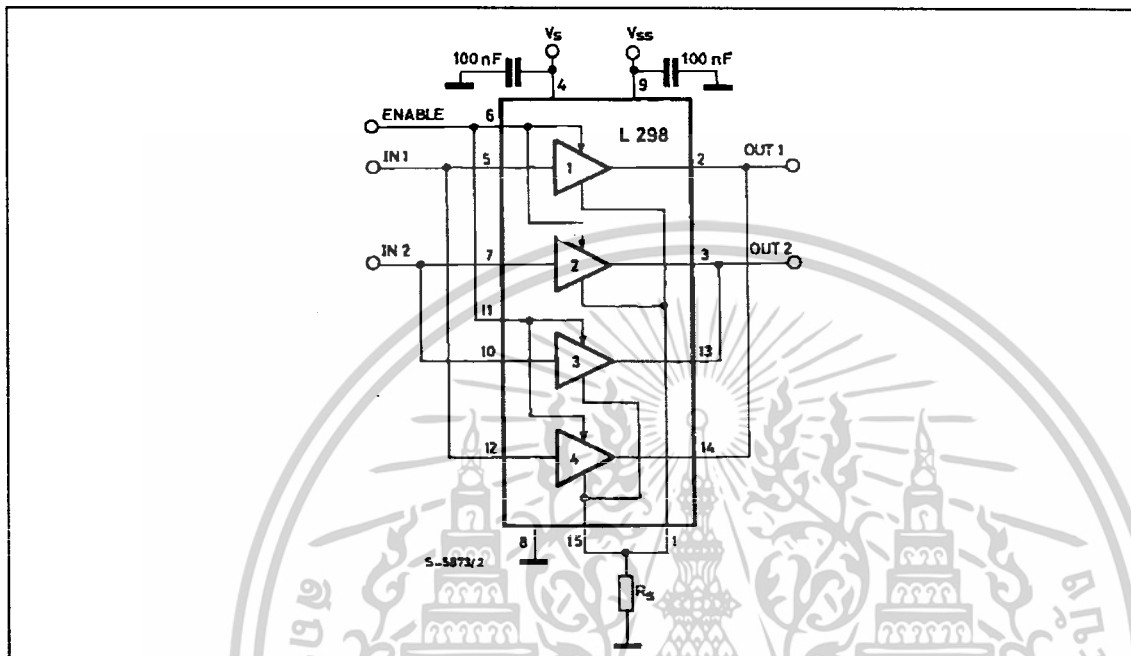


Figure 7 : For higher currents, outputs can be paralleled. Take care to parallel channel 1 with channel 4 and channel 2 with channel 3.



APPLICATION INFORMATION (Refer to the block diagram)

1.1. POWER OUTPUT STAGE

The L298 integrates two power output stages (A; B). The power output stage is a bridge configuration and its outputs can drive an inductive load in common or differential mode, depending on the state of the inputs. The current that flows through the load comes out from the bridge at the sense output: an external resistor (R_{SA} ; R_{SB} .) allows to detect the intensity of this current.

1.2. INPUT STAGE

Each bridge is driven by means of four gates the input of which are In1; In2; EnA and In3; In4; EnB. The In inputs set the bridge state when The En input is high; a low state of the En input inhibits the bridge. All the inputs are TTL compatible.

2. SUGGESTIONS

A non inductive capacitor, usually of 100 nF, must be foreseen between both V_s and V_{ss} , to ground, as near as possible to GND pin. When the large capacitor of the power supply is too far from the IC, a second smaller one must be foreseen near the L298.

The sense resistor, not of a wire wound type, must be grounded near the negative pole of V_s that must be near the GND pin of the I.C.

Each input must be connected to the source of the driving signals by means of a very short path.

Turn-On and Turn-Off : Before to Turn-ON the Supply Voltage and before to Turn it OFF, the Enable input must be driven to the Low state.

3. APPLICATIONS

Fig 6 shows a bidirectional DC motor control Schematic Diagram for which only one bridge is needed. The external bridge of diodes D1 to D4 is made by four fast recovery elements ($t_{rr} \leq 200$ nsec) that must be chosen of a V_F as low as possible at the worst case of the load current.

The sense output voltage can be used to control the current amplitude by chopping the inputs, or to provide overcurrent protection by switching low the enable input.

The brake function (Fast motor stop) requires that the Absolute Maximum Rating of 2 Amps must never be overcome.

When the repetitive peak current needed from the load is higher than 2 Amps, a paralleled configuration can be chosen (See Fig.7).

An external bridge of diodes are required when inductive loads are driven and when the inputs of the IC are chopped; Schottky diodes would be preferred.

L298

This solution can drive until 3 Amps In DC operation and until 3.5 Amps of a repetitive peak current.

On Fig 8 it is shown the driving of a two phase bipolar stepper motor ; the needed signals to drive the inputs of the L298 are generated, in this example, from the IC L297.

Fig 9 shows an example of P.C.B. designed for the application of Fig 8.

Figure 8 : Two Phase Bipolar Stepper Motor Circuit.

This circuit drives bipolar stepper motors with winding currents up to 2 A. The diodes are fast 2 A types.

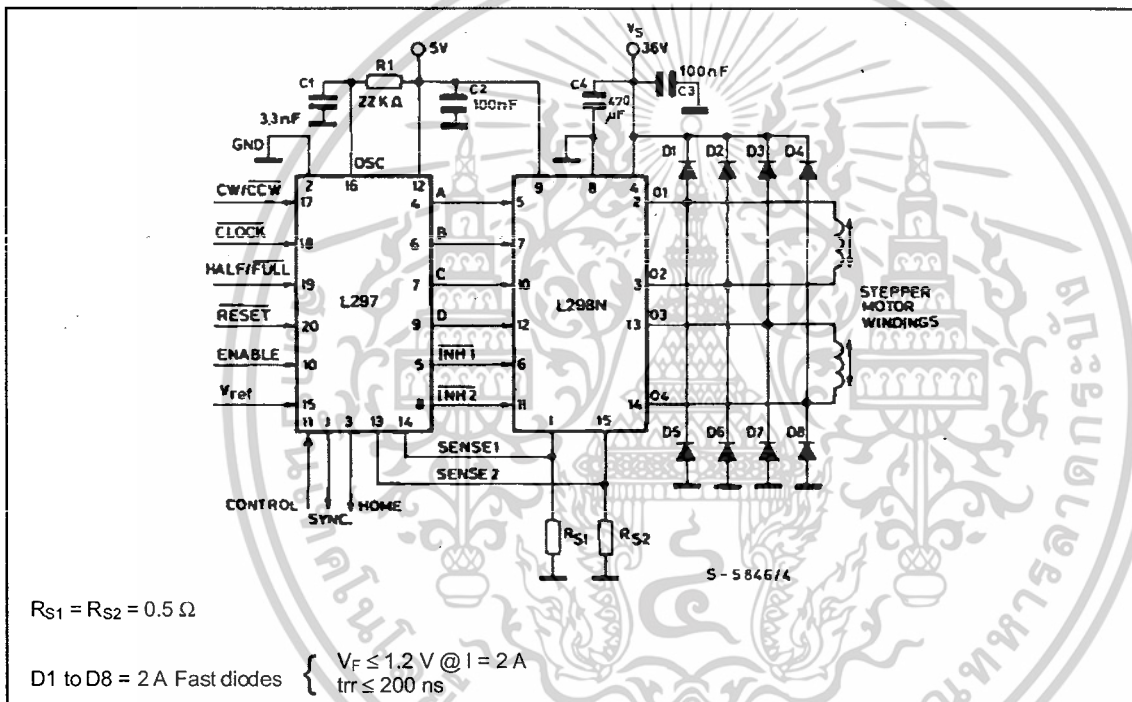


Fig 10 shows a second two phase bipolar stepper motor control circuit where the current is controlled by the I.C. L6506.

Figure 9 : Suggested Printed Circuit Board Layout for the Circuit of fig. 8 (1:1 scale).

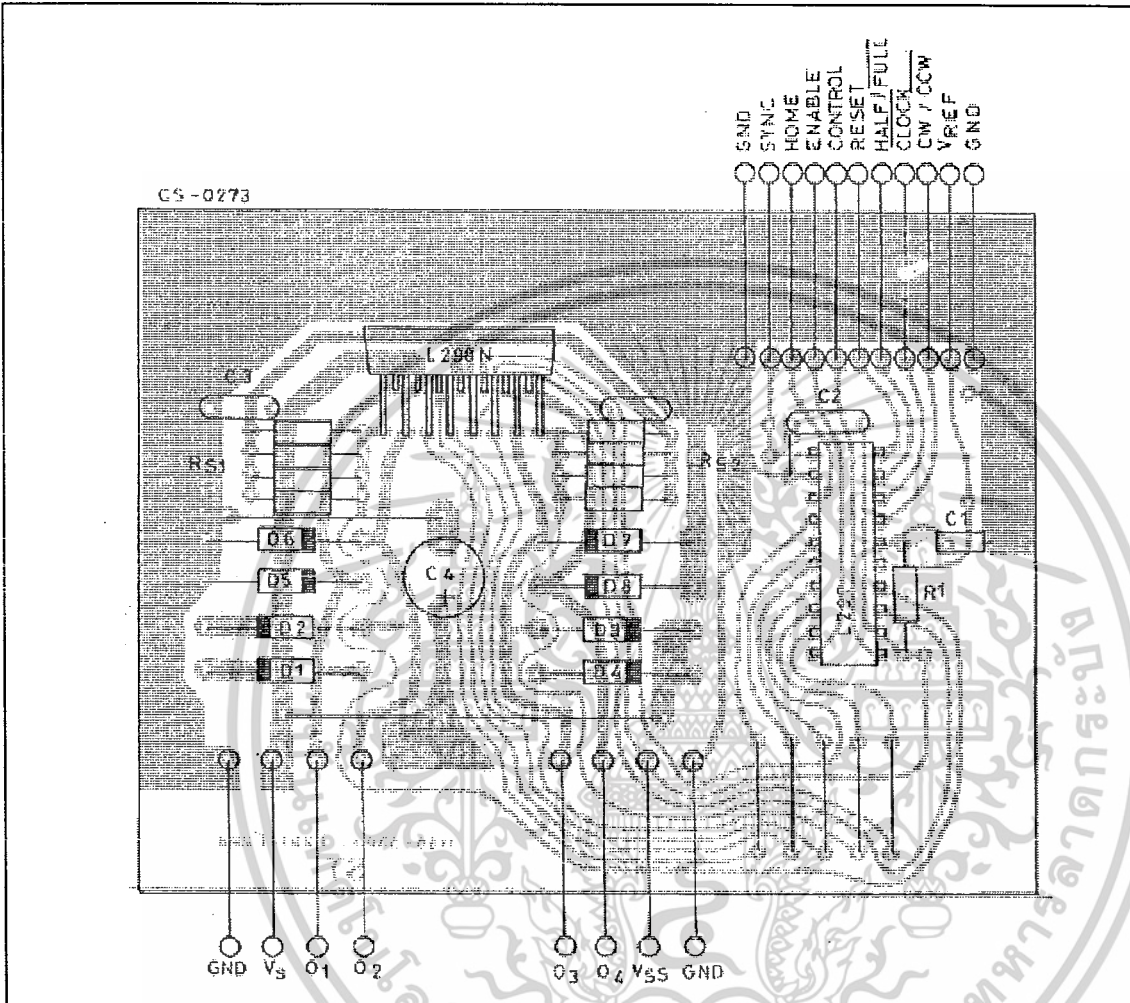
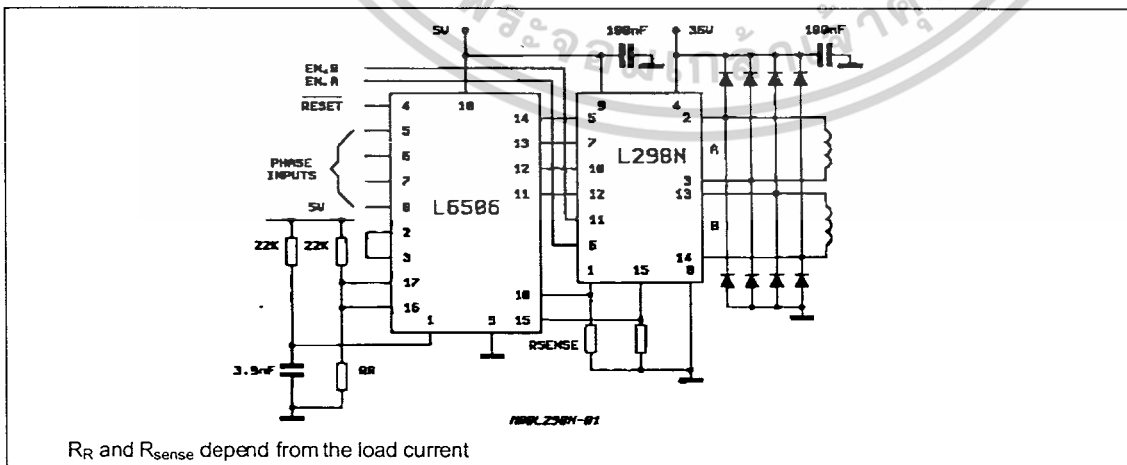
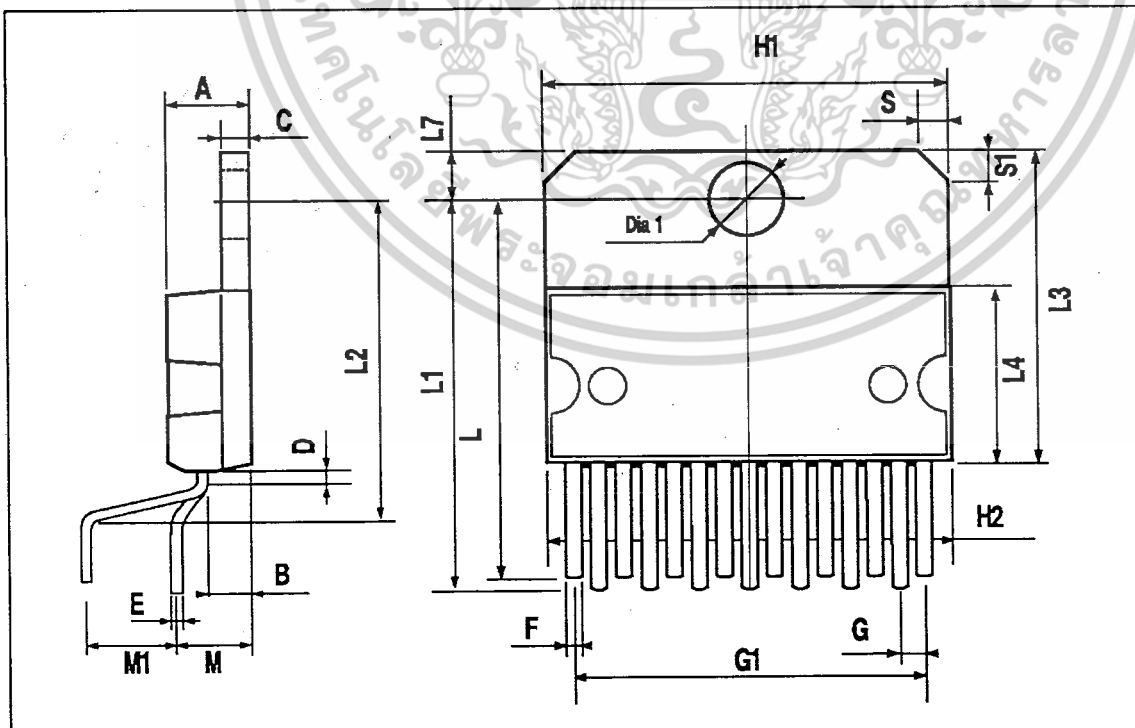


Figure 10 : Two Phase Bipolar Stepper Motor Control Circuit by Using the Current Controller L6506.



MULTIWATT15 (VERTICAL) PACKAGE MECHANICAL DATA

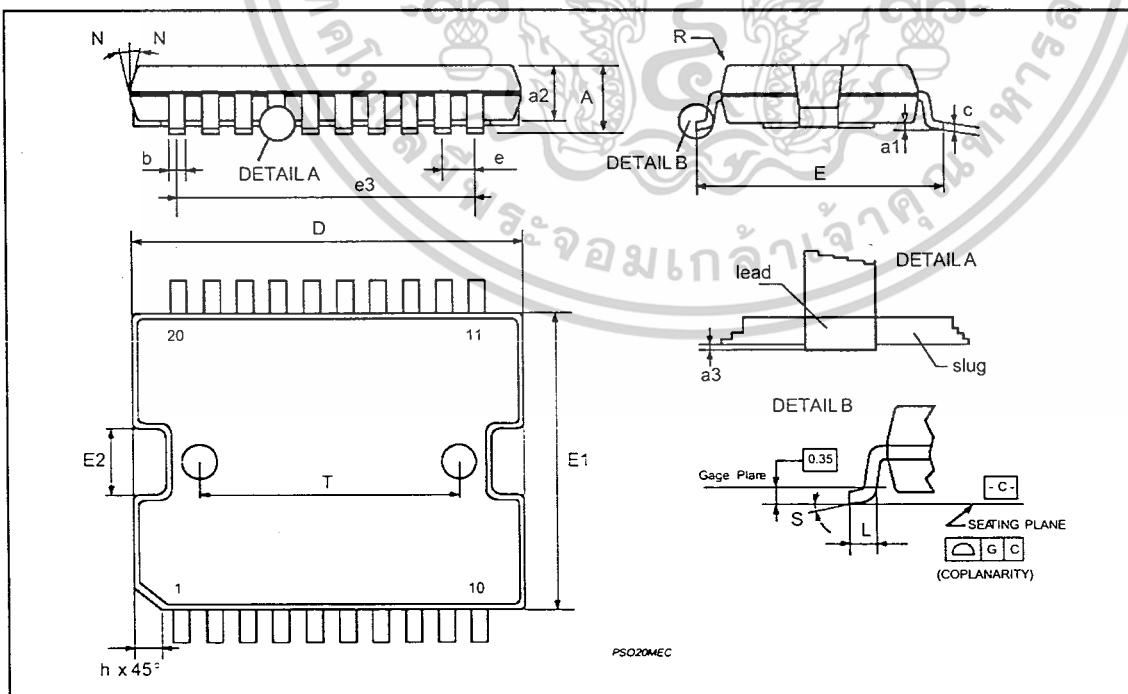
DIM.	mm			inch		
	MIN.	TYP.	MAX.	MIN.	TYP.	MAX.
A			5			0.197
B			2.65			0.104
C			1.6			0.063
D		1			0.039	
E	0.49		0.55	0.019		0.022
F	0.6F		0.75	0.026		0.030
G	1.14	1.27	1.4	0.045	0.050	0.055
G1	17.57	17.78	17.91	0.692	0.700	0.705
H1	19.6			0.772		
H2			20.2			0.795
L	22.1		22.6	0.870		0.890
L1	22		22.5	0.866		0.886
L2	17.65		18.1	0.695		0.713
L3	17.25	17.5	17.75	0.679	0.689	0.699
L4	10.3	10.7	10.9	0.406	0.421	0.429
L7	2.65		2.9	0.104		0.114
M	4.2	4.3	4.6	0.165	0.169	0.181
M1	4.5	5.08	5.3	0.177	0.200	0.209
S	1.9		2.6	0.075		0.102
S1	1.9		2.6	0.075		0.102
Dia1	3.65		3.85	0.144		0.152



PowerSO20 PACKAGE MECHANICAL DATA

DIM.	mm			inch		
	MIN.	TYP.	MAX.	MIN.	TYP.	MAX.
A			3.60			0.1417
a1	0.10		0.30	0.0039		0.0118
a2			3.30			0.1299
a3	0		0.10	0		0.0039
b	0.40		0.53	0.0157		0.0209
c	0.23		0.32	0.009		0.0126
D (1)	15.80		16.00	0.6220		0.6299
E	13.90		14.50	0.5472		0.570
e		1.27			0.050	
e3		11.43			0.450	
E1 (1)	10.90		11.10	0.4291		0.437
E2			2.90			0.1141
G	0		0.10	0		0.0039
h			1.10			
L	0.80		1.10	0.0314		0.0433
N			10° (max.)			
S			8° (max.)			
T		10.0			0.3937	

(1) "D and E1" do not include mold flash or protrusions
 - Mold flash or protrusions shall not exceed 0.15mm (0.006")





Information furnished is believed to be accurate and reliable. However, SGS-THOMSON Microelectronics assumes no responsibility for the consequences of use of such information nor for any infringement of patents or other rights of third parties which may result from its use. No license is granted by implication or otherwise under any patent or patent rights of SGS-THOMSON Microelectronics. Specifications mentioned in this publication are subject to change without notice. This publication supersedes and replaces all information previously supplied. SGS-THOMSON Microelectronics products are not authorized for use as critical components in life support devices or systems without express written approval of SGS-THOMSON Microelectronics.

© 1995 SGS-THOMSON Microelectronics - All Rights Reserved

SGS-THOMSON Microelectronics GROUP OF COMPANIES

Australia - Brazil - France - Germany - Hong Kong - Italy - Japan - Korea - Malaysia - Malta - Morocco - The Netherlands - Singapore - Spain - Sweden - Switzerland - Taiwan - Thailand - United Kingdom - U.S.A.