สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

รถสำรวจติดกล้องควบคุมไร้สายผ่านคอมพิวเตอร์

WIRELESS SURVEY CAR CONTROLLING BY COMPUTER

โดย

นายชวลิต ประสิทธิ์ 43015767

นายแมน นันทนาสิทธิ์ 43015780

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมสารสนเทศ

สาขาวิชาเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2545

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 50303
วัน,เดือน,ปี 29 เม.ย. 2547

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อ.....
1.....

หัวข้อปริญญานิพนธ์	รถสำรวจติดกล้องควบคุมไร้สายผ่านคอมพิวเตอร์
นักศึกษา	นายชวลิต ประสิทธิ์ รหัสประจำตัว 43015767
	นายแมน นันทนาสิทธิ์ รหัสประจำตัว 43015780
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์มยุรี เลิศเวชกุล
ระดับการศึกษา	ปริญญาอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต
	สาขาวิชาเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์
ภาควิชา	วิศวกรรมสารสนเทศ
ปีการศึกษา	2545

บทคัดย่อ

โครงงานนี้เป็นโครงงานที่ใช้คอมพิวเตอร์มาควบคุมรถสำรวจแบบไร้สายเพื่อที่จะสามารถบังคับควบคุมทิศทางการเคลื่อนที่ของรถสำรวจ ควบคุมมุมกล้องในทิศทาง ซ้าย ขวา บน ล่าง ที่ตัวรถสำรวจมีกล้อง ไมโครโฟน และอุปกรณ์ส่งสัญญาณภาพและเสียง กลับมาแสดงผลที่คอมพิวเตอร์ การสั่งงานจะส่งข้อมูลเป็นทอดๆจากคอมพิวเตอร์ ไปยังตัวแปลงข้อมูล และส่งออกอากาศไปยังตัวรถสำรวจ ซึ่งจะแปลงข้อมูลกลับ และส่งให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ ประมวลผลข้อมูลและปฏิบัติตามคำสั่งต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PROJECT TITLE	Wireless Survey Car Controling by Computer
STUDENT	Mr. Chawarit Prasit ID.43015767
	Mr. Man Nantanasit ID.43015780
ADVISOR	Mayuree Lertwatechakul
COURSE	Bachelor of Industrial Technology in Electronics
DEPARTMENT	Information Engineering
YEAR	2002

ABSTRACT

This project developed a wireless survey car. The survey car is equiped with a camera and a microphone and a transceiver. The car movement , car direction and the direction of camera can be controlled by a computer. As the result , we can capture video and audio signal which send from the survey car to show at the controling computer monitor.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์มยุรี เลิศเวชกุล , พี่เต้ย นักศึกษาปริญญาโท ที่ให้คำปรึกษาในการทำโปรเจ็ค ด้วยดีมาตลอด และขอบใจเพื่อนห้อง L ทุก ๆ คน

คณะผู้จัดทำ
ชวลิต ประสิทธิ์
แมน นันทนาสิทธิ์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อไทย	I
บทคัดย่ออังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญรูป	VI
สารบัญตาราง	VIII
บทที่ 1 บทนำ	1
วัตถุประสงค์และประโยชน์ของโครงงาน	2
ขอบเขตของโครงงาน	2
บทที่ 2 ทฤษฎี	3
2.1 โปรแกรมวิชวลเบสิก	3
2.1.1 Edition ของวิชวลเบสิก และข้อแตกต่าง	3
2.1.2 วัตถุ(object) , คุณสมบัติ(Property) , และวิชวลเบสิก	4
2.1.3 IDE และส่วนประกอบต่างๆ ของ IDE	4
2.1.4 ทูลบาร์ (Toolbar)	5
2.1.5 Toolbox	6
2.1.6 วินโดว์ Form	7
2.1.7 วินโดว์ Project Explorer	8
2.1.8 วินโดว์ Properties	9
2.1.9 วินโดว์ Form Layout	10
2.1.10 วินโดว์ Code Edition	10
2.1.11 ActiveX Control	11
2.1.12 การใช้ฟังก์ชั่น API	13
2.1.13 การเขียนโปรแกรมติดต่อกับพอร์ตขนานด้วยวิชวลเบสิก	15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 ไมโครคอนโทรลเลอร์ 8051 16
2.2.1 การรับส่งข้อมูลอนุกรม ใน MCS-51 16
2.2.1.1 SCON 18
2.2.1.2 PCON 21
2.2.1.3 TMOD 22
2.2.2 การคำนวณความเร็วการรับส่งข้อมูลแบบอนุกรม (Generating Baud Rate) 23
บทที่ 3 หลักการทำงานและการออกแบบ 27
ส่วนของซอฟต์แวร์ 28
3.1 โปรแกรมสั่งงานรถสำรวจ 28
3.2 โปรแกรมควบคุมรถสำรวจ 32
3.2.1 โปรแกรมภาคส่ง 33
3.2.2 โปรแกรมภาครับ 33
ส่วนของฮาร์ดแวร์ 34
3.3 ภาครับ-ส่ง สัญญาณของส่วนควบคุมรถ 34
3.3.1 ภาคส่งสัญญาณของส่วนควบคุมรถสำรวจ 34
3.3.2 ภาครับสัญญาณของส่วนควบคุมรถสำรวจ 34
3.4 ส่วนการรับและส่งสัญญาณของกล้อง 35
3.5 การควบคุมการหมุนของดีซีมอเตอร์ 35
3.6 โครงสร้างของรถสำรวจ 37
บทที่ 4 การทดลอง 39
4.1 ทดลองการรับ-ส่งข้อมูลแบบไร้สาย 39
4.2 ทดลององศาการหมุนของกล้อง 40
4.3 ทดลองการรับ ภาพจากกล้อง 40
4.4 ทดลองระยะการเคลื่อนที่ของรถสำรวจและระยะการรับภาพ 41
บทที่ 5 สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง 43
ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

		หน้า
รูปที่ 2.1	หน้าจอ IDE	4
รูปที่ 2.2	ทูลบาร์ (Toolbar)	5
รูปที่ 2.3	Toolbox	6
รูปที่ 2.4	วินโดว์ Form	8
รูปที่ 2.5	วินโดว์ Project Explorer	8
รูปที่ 2.6	วินโดว์ Properties	10
รูปที่ 2.7	วินโดว์ Form Layout	10
รูปที่ 2.8	วินโดว์ Code Editor	10
รูปที่ 2.9	การเพิ่มเติม ActiveX Control	12
รูปที่ 2.10	ActiveX Control ต่างๆ	12
รูปที่ 2.11	หน้าต่าง Decive Manager สำหรับตรวจสอบฮาร์ดแวร์	16
รูปที่ 2.12	หน้าต่าง Resource แสดงแอดเดรสของพอร์ตขนาน	16
รูปที่ 2.13	การติดต่อสื่อสารกันระหว่าง MCS 51 หลายตัว	17
รูปที่ 2.14	สัญญาณการรับและส่งข้อมูลในโหมด 0	20
รูปที่ 2.15	การรับและส่งข้อมูลในโหมด 1	20
รูปที่ 2.16	การรับและส่งข้อมูลในโหมด 2 และ 3	21
รูปที่ 3.1	Block Diagram หลักการทำงานโดยรวมของภาครับ ส่ง	27
รูปที่ 3.2	Flow Chart ของโปรแกรมสั่งงานรถสำรวจ	29
รูปที่ 3.3	ฟอร์มโปรแกรมการควบคุมและแสดงผล	30
รูปที่ 3.4	ฟอร์มวิธีการใช้งานโปรแกรม	30
รูปที่ 3.5	ฟอร์มการเล่นไฟล์ .avi , .bmp	31
รูปที่ 3.6	ฟอร์มเกี่ยวกับผู้จัดทำ	31
รูปที่ 3.7	Flow Chart ของโปรแกรมควบคุมรถสำรวจ	32
รูปที่ 3.8	Block Diagram การทำงานของภาครับ ส่ง	34
รูปที่ 3.9	ไอซี TA 7279P	35
รูปที่ 3.10	วงจรควบคุมการหมุนของดีซีมอเตอร์	36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.11	โครงสร้างของรถสำรวจ ด้านบนและด้านหน้า	38
รูปที่ 3.12	โครงสร้างของรถสำรวจ ด้านข้าง	38
รูปที่ 3.13	ชุดของเครื่องส่ง	38
รูปที่ 4.1	รูปสัญญาณเมื่อกดปุ่มให้กล้องหมุนขึ้น	39
รูปที่ 4.2	รูปสัญญาณเมื่อกดปุ่มให้กล้องหมุนลง	39
รูปที่ 4.3	รูปสัญญาณเมื่อกดปุ่มให้กล้องหมุนซ้าย	39
รูปที่ 4.4	รูปสัญญาณเมื่อกดปุ่มให้กล้องหมุนขวา	39
รูปที่ 4.5	รูปสัญญาณเมื่อกดปุ่มให้รถเดินหน้า	39
รูปที่ 4.6	รูปสัญญาณเมื่อกดปุ่มให้รถถอยหลัง	39
รูปที่ 4.7	รูปสัญญาณเมื่อกดปุ่มให้รถหมุนหน้าซ้าย	39
รูปที่ 4.8	รูปสัญญาณเมื่อกดปุ่มให้รถหมุนหน้าขวา	39
รูปที่ 4.9	รูปสัญญาณเมื่อกดปุ่มให้รถหมุนหลังซ้าย	39
รูปที่ 4.10	รูปสัญญาณเมื่อกดปุ่มให้รถหมุนหลังขวา	40
รูปที่ 4.11	รูปสัญญาณเมื่อไม่มีการกดปุ่มใดๆ	40
รูปที่ 4.12	องศาการหมุนของกล้อง	40
รูปที่ 4.13	หน้าต่างโปรแกรมการรับภาพจากกล้อง	41

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 ประเภทของแฟ้มข้อมูล 8

ตารางที่ 2.1(ต่อ) ประเภทของแฟ้มข้อมูล 9

ตารางที่ 2.2 การเลือกการทำงานของ Timer/Counter 23

ตารางที่ 2.3 Baud Rate ต่างๆ และค่า Reload ของ Timer 1 24

ตารางที่ 2.4 ค่าเริ่มต้นของรีจิสเตอร์ SFR เมื่อ 8051 ถูกรีเซ็ต 25

ตารางที่ 2.4(ต่อ) ค่าเริ่มต้นของรีจิสเตอร์ SFR เมื่อ 8051 ถูกรีเซ็ต 26

ตารางที่ 3.1 การป้อนสัญญาณควบคุมไอซี TA 7279P 37

ตารางที่ 4.1 ผลการทดลอง ระยะการเคลื่อนที่ของรถสำรวจและระยะการรับภาพ 41

ตารางที่ 4.1(ต่อ) ผลการทดลอง ระยะการเคลื่อนที่ของรถสำรวจและระยะการรับภาพ 42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

ในปัจจุบันเทคโนโลยีมีความเจริญก้าวหน้าไปอย่างรวดเร็ว มีการพัฒนาสิ่งต่างๆอย่างมากมาย เช่นเทคโนโลยีของคอมพิวเตอร์ , หุ่นยนต์ , การสื่อสารแบบไร้สาย

คอมพิวเตอร์เข้ามามีบทบาทอย่างมากในการนำมาควบคุมอุปกรณ์ต่าง โดยได้สร้างอุปกรณ์ที่มีความสามารถที่ทำให้คอมพิวเตอร์เข้าใจ และติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอกต่างๆ ที่รับค่าสัญญาณออกไป เพื่อควบคุมอุปกรณ์ต่างๆ ให้เป็นไปตามต้องการ

การสื่อสารแบบไร้สายเป็นที่นิยมใช้กันเป็นอย่างมาก ด้วยมูลเหตุที่ว่าไม่ต้องสิ้นเปลืองการใช้สายเชื่อมโยงถึงกันและช่วยอำนวยความสะดวกได้มากขึ้น และ เมื่อนำมาใช้ในระบบควบคุม ระบบควบคุมแบบไร้สายย่อมเป็นทางเลือกที่ดีกว่า ในการนำระบบไปควบคุมอุปกรณ์ปลายทางที่อยู่ในระยะทางไกล ผลของประสิทธิภาพในการควบคุมระยะทางไกล ถ้าต้องการควบคุมไปได้ระยะไกลเท่าใด ก็ขึ้นอยู่กับกำลังงานที่ส่งออกไป

หุ่นยนต์ เป็นเครื่องจักรที่ถูกออกแบบมาให้ทำงานโดยอัตโนมัติด้วยตัวของมันเอง โดยการที่เราต้องโปรแกรมสั่งงานให้กับหุ่นยนต์นั้นปฏิบัติตามคำสั่ง จะเห็นว่าในปัจจุบัน หุ่นยนต์ ได้เข้ามามีบทบาทในชีวิตประจำวันมากขึ้น โดยเทคโนโลยีที่มนุษย์คิดค้นและผลิตขึ้นไม่มีวันหยุด เมื่อมนุษย์ต้องการความสะดวกสบายมากขึ้น จึงได้มีการพัฒนารูปแบบหุ่นยนต์ให้ใช้งานได้หลายๆ ด้าน เช่น ใช้เป็นเครื่องจักรทุ่นแรง , เครื่องอำนวยความสะดวก , หรือแม้แต่ในด้านการสำรวจ

โครงงาน รถสำรวจติดกล้องควบคุมไร้สายผ่านคอมพิวเตอร์ จะเป็นการนำเอาเทคโนโลยีที่กล่าวไว้ข้างต้นมาประยุกต์ใช้ ทำการผสมผสานเข้าไว้ด้วยกัน เพื่อช่วยอำนวยความสะดวก หรือทำงานแทนมนุษย์ได้ เช่น การสำรวจสถานที่ที่อาจเป็นพื้นที่อันตราย มีความเสี่ยงต่อความปลอดภัยของมนุษย์ ซึ่งทำให้มนุษย์ไม่สามารถเข้าไปสำรวจ หรือเก็บข้อมูลได้โดยตรง จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องมีอุปกรณ์ หรือเครื่องมือที่ทำหน้าที่แทนมนุษย์ หรือการติดตั้งกล้องวงจรปิดตามจุดต่างๆ ของอาคารที่สามารถเห็นได้ทั่วไป จะติดในที่ที่เห็นได้อย่างกว้างๆ แต่ถ้าตัวอาคารมีมุม มีซอกตึกมาก การติดตั้งกล้องหลายๆ จุดอาจเป็นการสิ้นเปลืองมาก

ดังนั้นรถสำรวจ จึงเข้ามามีบทบาททางด้านวิศวกรรม ในด้านการสำรวจ โดยมีการควบคุมจากระยะไกล ทำให้ช่วยลดอันตรายที่จะเกิดขึ้นกับมนุษย์ และช่วยลดค่าใช้จ่ายในการติดตั้งกล้องวงจรปิดตามจุดต่างๆ ไปได้มาก โดยโครงงานนี้เป็นการสร้างรถสำรวจควบคุมโดยคอมพิวเตอร์แบบไร้สาย โดยมีกล้องติดที่ตัวรถและส่งภาพและเสียงกลับมาแสดงผลยังคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัตถุประสงค์และประโยชน์ของโครงงาน

- ศึกษาการออกแบบซอฟต์แวร์(Software)ควบคุมการทำงานโดยใช้โปรแกรมภาษาวิชวลเบสิก (Visual Basic)
- ศึกษาการใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ (Micro Controller 8051)
- ศึกษาการออกแบบรถสำรวจเพื่อใช้ในระบบรักษาความปลอดภัยที่ประหยัดและสะดวกในการใช้งาน
- ลดความเสี่ยงต่ออันตรายที่จะเกิดขึ้นกับมนุษย์ ในการสำรวจ
- ลดความน่าเบื่อหน่าย ในการสำรวจ
- สามารถควบคุมรถสำรวจได้แบบไร้สาย
- สามารถบันทึกภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหวได้

ขอบเขตของโครงงาน

- เขียนโปรแกรมวิชวลเบสิก เพื่อควบคุมรถสำรวจได้
- โปรแกรมควบคุม สามารถบันทึกภาพจากกล้องได้ ทั้งภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหว จากคอมพิวเตอร์ควบคุม
- สามารถควบคุมการเคลื่อนที่ของรถสำรวจและทิศทางของกล้อง โดยคอมพิวเตอร์เป็นแบบไร้สาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎี

2.1 โปรแกรมวิชวลเบสิก

วิชวลเบสิกเป็นภาษาคอมพิวเตอร์ (Programming Language) ที่พัฒนาโดยบริษัทไมโครซอฟท์ ซึ่งเป็นบริษัทที่สร้างระบบปฏิบัติการ Window 95/98 และ Window NT ที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน โดยตัวภาษาเองมีรากฐานมาจากภาษาเบสิก (Basic ซึ่งย่อมาจาก Beginner's All-Purpose Symbolic Instruction) ถ้าแปลให้ได้ความหมายคือ "ชุดคำสั่งหรือภาษาคอมพิวเตอร์สำหรับผู้เริ่มต้น" ภาษาเบสิก มีจุดเด่นคือผู้ที่ไม่มีพื้นฐานเรื่องการเขียนโปรแกรมเลยก็สามารถเรียนรู้และนำไปใช้งานได้อย่างง่ายดายและรวดเร็ว เมื่อเทียบกับการเรียนภาษาคอมพิวเตอร์อื่นๆ

สำหรับวิชวลเบสิก ในปัจจุบันคือเวอร์ชัน 6.0 ซึ่งออกมาในปี 1998 ได้เพิ่มความสามารถในการเขียนโปรแกรมติดต่อกับเครือข่ายอินเตอร์เน็ต การเชื่อมต่อกับระบบฐานข้อมูล รวมทั้งปรับปรุงเครื่องมือและการเขียนโปรแกรมเชิงวัตถุ (Object Oriented Programming) ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น พร้อมทั้งเพิ่มเครื่องมือต่างๆ อีกมากมายที่ทำให้ใช้งานง่ายและสะดวกขึ้นกว่าเดิม

2.1.1 Edition ของ วิชวลเบสิก และข้อแตกต่าง

บริษัทไมโครซอฟท์ได้แบ่งผลิตภัณฑ์ โปรแกรมวิชวลเบสิก ออกเป็นหลายรุ่นด้วนกัน ตามลักษณะการใช้งานและราคาขาย ดังรายละเอียดต่อไปนี้

- Learning Edition เป็นรุ่นที่เหมาะสำหรับศึกษาการใช้งานของภาษาวิชวลเบสิก จะมีส่วนประกอบต่างๆ น้อยที่สุดแต่ก็มีส่วนประกอบพื้นฐานเพียงพอให้โปรแกรมเมอร์สามารถสร้างโปรแกรมได้มากมายบนระบบปฏิบัติการ Window 95/98 หรือ Window NT

- Professional Edition ในรุ่นนี้จะมีส่วนประกอบต่างๆ ครบครัน เหมาะสำหรับโปรแกรมเมอร์มืออาชีพที่ต้องการสร้างโปรแกรมหรือพัฒนาระบบงานสำหรับลูกค้าที่ใช้ ระบบปฏิบัติการ Windows โดยมีส่วนประกอบเพิ่มเติมมาจาก Leaening Edition ได้แก่ ActiveX control , เพิ่มเติมการติดต่อกับเครือข่ายอินเตอร์เน็ต (Internet information Server Application Designer) , เครื่องมือช่วยออกแบบฐานข้อมูล (Visual Database Tools and Data Environment) , Active Data Object และเครื่องมือช่วยสร้าง Homepage แบบ Dynamic HTML (Hypertext Markup Language)

- Enterprise Edition เป็นรุ่นที่มีส่วนประกอบและเครื่องมือครบถ้วนที่สุด คือจะมีทุกอย่างที่ Professional Edition มี พร้อมรวมเครื่องมือเกี่ยวกับการพัฒนา โปรแกรมสำหรับเครือข่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไมโครซอฟท์เข้าไปด้วย เช่น MS Back Office , MS SQL Server , Microsift Transaction , Internet Information Server , SNA Server และอื่นๆ อีกมากมาย

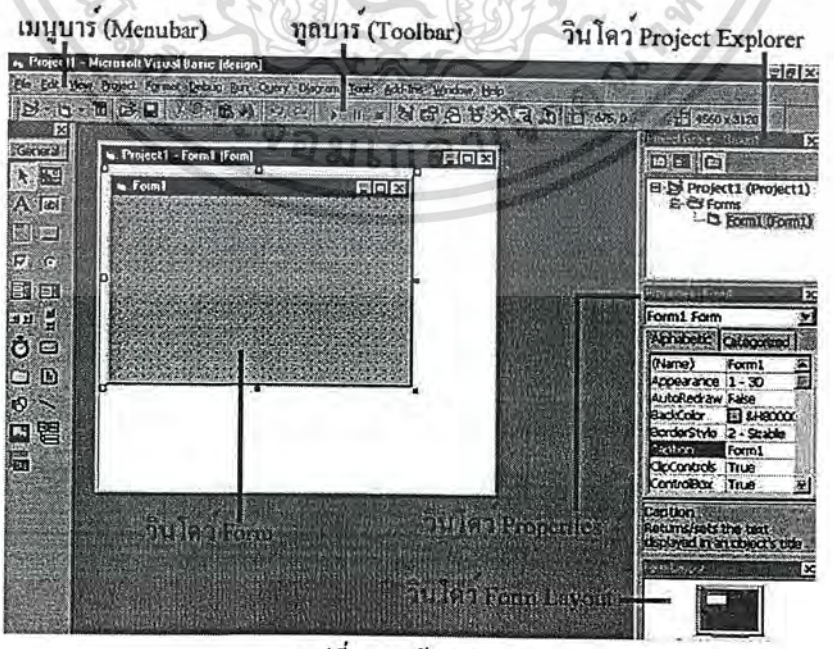
ส่วนข้อแตกต่างของแต่ละเวอร์ชัน ถ้ากล่าวคร่าวๆสำหรับในเวอร์ชัน 6 นั้น จะเน้นเพิ่มความสามารถของเครื่องมือที่เชื่อมต่อกับอินเตอร์เน็ต ระบบเครือข่าย และระบบฐานข้อมูล รวมทั้งทำให้การพัฒนาโปรแกรมและการใช้งานง่ายขึ้น สะดวกขึ้น รายละเอียดสามารถดูได้จากแผ่น MSDN ในหัวข้อ What's new in Visual Basic 6

2.1.2 วัตถุ(Object) , คุณสมบัติ (Property) และ วิชวลเบสิก

ออบเจ็ค(Object) หรือวัตถุ ในวิชวลเบสิก จะหมายถึงส่วนประกอบย่อยต่างๆ ของโปรแกรมในวินโดว์ เช่น Form , Command Button , Option Button , TextBox และปุ่มควบคุมต่างๆ ส่วนพร็อพเพอร์ตี้ (Property) จะหมายถึงคุณสมบัติหรือลักษณะเฉพาะของออบเจ็คนั้นๆ

2.1.3 IDE และส่วนประกอบต่างๆ ของ IDE

คำว่า IDE หรือ Intergrated Development Environment หมายถึงสภาพแวดล้อมการทำงานในการพัฒนาโปรแกรมโดยใช้วิชวลเบสิก หรือจะแปลอีกอย่างคือ อุปกรณ์เครื่องมือต่างๆแบบเพรียบพร้อมที่ไมโครซอฟท์ เตรียมมาให้ใช้ในการพัฒนาโปรแกรมด้วย วิชวลเบสิกเมื่อเปิดโปรแกรมวิชวลเบสิก โปรแกรมจะปรากฏหน้าจอ IDE ซึ่งมีส่วนประกอบหลักดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 หน้าจอ IDE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนประกอบหลักของหน้าจอ Visual Basic IDE มีดังนี้

- ทูลบาร์(Toolbar)
- Toolbox
- วินโดว์ Form
- วินโดว์ Project Explorer
- วินโดว์ Properties
- วินโดว์ From Layout

2.1.4 ทูลบาร์ (Toolbar)

เมื่อพิจารณาจากภาพหน้าจอ IDE จะเห็นปุ่มต่างๆที่วางเรียงเป็นแผงควบคุม ช่วยให้สามารถเรียกใช้งานคำสั่งได้อย่างสะดวกรวดเร็ว โดยเพียงแค่คลิกเมาส์ที่ปุ่มเท่านั้น รายละเอียดของปุ่มต่างๆ มีดังรูปที่ 2.2

รูปที่ 2.2 ทูลบาร์

A. เปิดโปรเจ็คใหม่ขึ้นมา สามารถพัฒนาได้หลายโปรเจ็คไปพร้อมๆกัน

B. เพิ่มฟอร์ม โมดูล หรือออบเจ็คประเภทต่างๆ เข้าไปในโปรเจ็คหรือโปรแกรมที่เรากำลังพัฒนาอยู่

C. เปิดวินโดว์ Menu Editor ซึ่งเป็นเครื่องมือช่วยในการสร้างเมนูของโปรแกรม

D. เปิดไฟล์โปรเจ็ค (Open)

E. บันทึกไฟล์โปรเจ็ค (Save)

F. ตัด (Cut)

G. ก็อปปี้ (Copy)

H. วาง (Paste)

I. ค้นหา (Find)

J. ยกเลิกการกระทำหรือการพิมพ์ (Undo)

K. เรียกคืนกลับสิ่งที่ Undo ไป (Redo)

L. สั่งให้โปรแกรมทำงาน (Run)

M. ให้โปรแกรมหยุดการทำงานชั่วคราว (Pause)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

N. ให้โปรแกรมหยุดทำงาน (Stop)

O. เปิดวินโดว์ Project Explorer ที่แสดงฟอร์ม โมดูล และส่วนประกอบต่างๆของโปรเจ็ค

P. เปิดวินโดว์ Properties เพื่อดูและกำหนดคุณสมบัติต่างๆของออบเจ็ค

Q. เปิดวินโดว์ Form Layout เพื่อจัดตำแหน่งวินโดว์ของโปรแกรมบนจอภาพเมื่อโปรแกรมทำงาน

R. Object Browser เป็นเครื่องมือช่วยค้นหาข้อมูลรายละเอียดของออบเจ็คต่างๆ

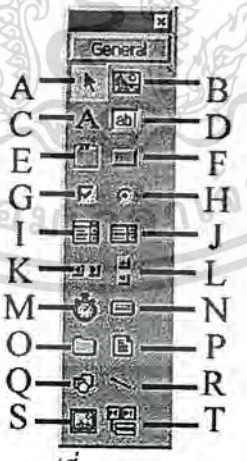
S. Toolbox เป็นที่รวมของออบเจ็คต่างๆ ที่จะนำมาประกอบในโปรแกรมหรือแอพพลิเคชั่น

T. เปิดวินโดว์ Data View เพื่อดูการติดต่อกับฐานข้อมูลต่างๆ รวมทั้งดูโครงสร้างของฐานข้อมูลที่เรากำลังติดต่ออยู่ด้วย

U. Visual Component Manager ใช้ในการช่วยค้นหา เรียบเรียง ดูแล และจัดการส่วนปะกอบต่างๆที่จะนำมาใช้ในการพัฒนาโปรเจ็ค

2.1.5 Toolbox

เป็นที่รวมออบเจ็คต่างๆที่จะนำมาประกอบกันเป็นโปรแกรมหรือแอพพลิเคชัน เมื่อใช้ออบเจ็คเหล่านี้ประกอบกันจะได้เป็นหน้าตาของโปรแกรม จึงอาจเรียกให้ชัดเจนได้ว่า Control Object ซึ่งมีออบเจ็คหลักดังรูปที่ 2.3 นอกจากนี้ยังสามารถเพิ่มออบเจ็คต่างๆเข้าไปใน Toolbox ได้อีกมากมาย สำหรับรายละเอียดคร่าว ๆ ของออบเจ็คหลักจะมีดังนี้



รูปที่ 2.3 Toolbox

A. Pointer ใช้ในการจัดขนาด เคลื่อนย้าย และวางตำแหน่งออบเจ็คต่างๆ ในฟอร์ม

B. Picture ใช้ควบคุมและแสดงข้อมูลภาพต่างๆ บนฟอร์ม

C. Label ใช้แสดงข้อความต่างๆบนฟอร์ม เหมือนกับเป็นป้ายลาเบล หรือข้อความกำกับ

D. Text Box เป็นออบเจ็คสำหรับรับข้อความที่ผู้ใช้ป้อนเข้ามา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

E. Frame ใช้จัดกลุ่มและรวบรวมออบเจ็คต่างๆเข้าไว้ด้วยกัน เพื่อให้สะดวกในการควบคุมและเคลื่อนย้ายตำแหน่ง หรือจัดหน้าจอให้เป็นระเบียบเรียบร้อยและสะดวกแก่การใช้งาน

F. Command Button หรือปุ่มคำสั่ง เป็นออบเจ็คที่เป็นปุ่มกด เพื่อให้ผู้ใช้สั่งทำงาน

G. Check Box เป็นปุ่มที่ใช้เลือกว่าต้องการหรือไม่

H. Option Button บางครั้งเรียกว่า Radio Button ใช้สำหรับเลือกค่าใดค่าหนึ่งจากหลายๆค่า

I. Combo Box ผู้ใช้สามารถเลือกตัวเลือกได้จากการกดปุ่ม Drop down เพื่อแสดงทางเลือกต่างๆ ขึ้นมาให้ มีความสามารถเหมือนกับ List Box และ Text Box ผสมกัน

J. List Box ใช้แสดงตัวเลือกต่างๆ ในลักษณะของบรรทัดรายการ โดยผู้ใช้สามารถเลือกรายการใดรายการหนึ่ง หรือหลายๆรายการจากลิสต์รายการที่มีอยู่ก็ได้

K.Horizontal Scroll Bar เป็นแถบเลื่อนทางแนวนอน ใช้เลื่อนปรับค่าโดยค่าจะเปลี่ยนไปตามตำแหน่งที่อยู่ของแถบเลื่อน (ตำแหน่งซ้ายสุดค่าจะน้อยที่สุด ตำแหน่งขวาสุดค่าจะมากที่สุด)

L. Vertical Scroll Bar เป็นแถบเลื่อนทางแนวตั้ง ใช้เลื่อนปรับค่าโดยค่าจะเปลี่ยนไปตามตำแหน่ง (ตำแหน่งบนสุดค่าจะน้อยที่สุด ตำแหน่งล่างสุดค่าจะมากที่สุด)

M. Timer ใช้ในการควบคุมเวลา และการทำงานของโปรแกรมเมื่อมีเรื่องเวลาเข้ามาเกี่ยวข้อง

N. – P. Drive List Box , Directory List Box , File List Box ใช่ในการควบคุมการติดต่อกับระบบแฟ้มข้อมูลของเครื่องคอมพิวเตอร์

Q. Shape ใช้สร้างภาพรูปทรงต่างๆ ลงในฟอร์ม

R. Line ใช้วาดเส้นต่างๆ ลงในฟอร์ม

S. Image เป็นคอนโทรลที่ใช้ควบคุมข้อมูลภาพเหมือนกับ Picture เพียงแต่มีความสามารถน้อยกว่าแต่ใช้หน่วยความจำน้อยลงตามไปด้วย

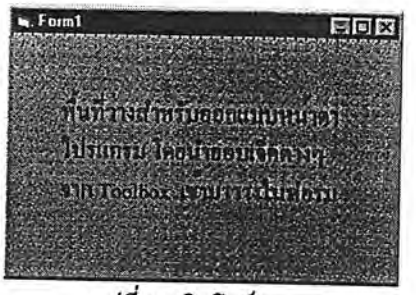
T. Data Control ใช้ในการเชื่อมต่อกับฐานข้อมูล

U. OLE (Object Linked and Embedded) เป็นคอนโทรลที่นำเอาโปรแกรมสำเร็จรูปต่างๆ ที่มีความสามารถ OLE เข้ามาใช้เป็นออบเจ็คในโปรเจ็ค

2.1.6 วินโดว์ Form

เป็นวินโดว์เปล่าๆ หรือตัวฟอร์มเปล่าสำหรับสร้างองค์ประกอบของแอพพลิเคชันโดยการนำออบเจ็คต่างๆมาใส่ในฟอร์ม หรือพูดอีกนัยคือเป็นหน้าจอของโปรแกรมที่ผู้ใช้จะเห็นเมื่อเรียกใช้งานโปรแกรมนั่นเอง เมื่อเริ่มเข้าสู่วิชวลเบสิก จะปรากฏฟอร์มเปล่าขึ้นมาให้เสมอ การเรียกดูฟอร์มสามารถใช้คีย์ Shift + F7 หรือเรียกจากเมนู View > Object

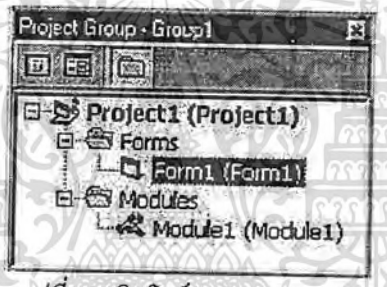
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.4 วินโดว์ Form

2.1.7 วินโดว์ Project Explorer

โปรแกรมต่างๆที่พัฒนาเขียนโปรแกรมขึ้นมานั้นจะเรียกว่า โปรแกรมประยุกต์ หรือ แอพพลิเคชัน (Application) ซึ่งใน วิชวลเบสิก จะเรียกโปรแกรมที่กำลังสร้างว่า โครงการ หรือ โปรเจ็ค



รูปที่ 2.5 วินโดว์ Project Explorer

Project Explorer จะใช้ควบคุมส่วนประกอบและแฟ้มข้อมูลต่างๆ ที่อยู่ในโปรเจ็ค เพื่อความสะดวกในการควบคุมและเปลี่ยนการทำงานระหว่างส่วนประกอบต่างๆ โดยแต่ละโปรเจ็คจะประกอบด้วยแฟ้มข้อมูลมากมายหลายประเภท ซึ่งแฟ้มข้อมูลหลักๆ ตามตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ประเภทของแฟ้มข้อมูล

ประเภทไฟล์	รายละเอียด	นามสกุลไฟล์
ไฟล์โปรเจ็ค (Project File)	เก็บข้อมูลต่างๆ ของโปรเจ็ค รวมทั้งรายชื่อแฟ้มที่ประกอบขึ้นมาเป็นโปรเจ็ค	.vbp
ไฟล์ฟอร์ม (Form File)	เก็บฟอร์มที่เราได้ออกแบบไว้ โดยในไฟล์นี้จะรวมคำสั่งต่างๆ ที่เขียนโปรแกรมไว้ให้กับแต่ละออบเจ็คที่อยู่ในฟอร์มด้วย	.frm
ไฟล์ไบนารีฟอร์ม	จะเก็บข้อมูลที่เป็นแฟ้มไบนารีของฟอร์ม เช่น รูปภาพ หรือไอคอนเป็นต้น	.frx

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 (ต่อ) ประเภทของแฟ้มข้อมูล

ประเภทไฟล์	รายละเอียด	นามสกุลไฟล์
ไฟล์โมดูลแบบปกติ (Standard Module)	เก็บโปรแกรมย่อย และ ตัวแปรต่างๆ ที่เขียนแยกออกจากฟอร์มเพื่อให้ฟอร์มหรือโมดูลอื่นสามารถเรียกใช้งานได้	.bas
ไฟล์ Object Control	นามสกุลลงท้ายด้วย .ocx (activeX Control) หรือ .vbx เป็นออบเจ็คที่เราเพิ่มเข้าไปในโปรเจ็คนอกเหนือจากคอนโทรลพื้นฐาน ได้แก่ Internet Control Object ,Database Grid Control Object เป็นต้น	.ocx , .vbx
ไฟล์เอกสาร ActiveX	เหมือนกับ ฟอร์ม เพียงแต่ต้องเรียกดูผ่านโปรแกรมเว็บบราวเซอร์เช่น Internet Explorer	.dob
ไฟล์คลาสโมดูล	เก็บออบเจ็คต่างๆที่เราสร้างขึ้น เมื่อมีการเรียกใช้ Class Module โปรแกรมนั้นก็จะสร้างออบเจ็คนั้นขึ้นมาใหม่ (เรียกว่า Instance)แทนที่จะใช้จากโมดูลหรือออบเจ็คนั้นโดยตรง อาจกล่าวได้ว่าClass Module เปรียบเสมือนที่เก็บแผนผังหรือ Template ของออบเจ็คที่เราสร้างขึ้นใหม่นั่นเอง	.cls
ไฟล์ทรัพยากรอื่นๆ (Resource File)	เก็บภาพ .Bitamp (BMP) , ข้อความ (Text String) หรือข้อมูลใดๆที่สามารถแก้ไขได้โดยไม่ต้องไปยุ่งเกี่ยวกับโปรแกรมในโมดูลหรือฟอร์มต่างๆ ในโปรเจ็ค	.res

2.1.8 วินโดว์ Properties

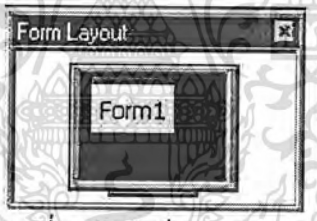
วินโดว์นี้จะแสดงคุณสมบัติทั้งหมดของออบเจ็คที่ถูกเลือกอยู่ การคลิกเลือกที่ออบเจ็คใดในฟอร์มจะทำให้คุณสมบัติที่แสดงในวินโดว์ Properties เปลี่ยนไปตามออบเจ็คที่เลือก ซึ่งการแก้ไขหรือตั้งค่าคุณสมบัติสามารถทำได้โดยตรงที่คุณสมบัติแต่ละค่า สำหรับแท็ป Alphabetic และ Categorized มีไว้เพื่อช่วยให้เราหาพร็อพเพอร์ตี้ได้ง่ายขึ้นเท่านั้น โดยแท็ป Alphabetic จะแสดงคุณสมบัติเรียงตามชื่อตัวอักษร ส่วนแท็ป Categorized จะแสดงคุณสมบัติเรียงตามลักษณะการใช้งาน การเรียกดูวินโดว์ Properties สามารถเรียกได้จากเมนู View > Properties window หรือกด F4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.6 วินโดว์ Properties

2.1.9 วินโดว์ Form Layout

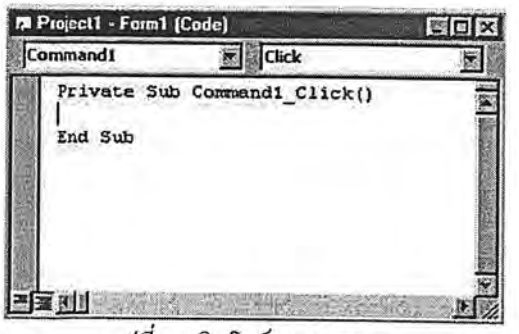
จะแสดงตำแหน่งฟอร์มของโปรแกรมที่กำลังสร้างให้ดูบนจอภาพ เพื่อกำหนดตำแหน่งสำหรับตอนที่โปรแกรมทำงานจริงๆ การย้ายตำแหน่งทำได้โดยใช้เมาส์ลาก (drag) รูปฟอร์มตรงกลางจอภาพไปยังตำแหน่งที่ต้องการ ซึ่งสามารถทดลองได้โดยเลื่อนตำแหน่งแล้วกด F5 เพื่อรันโปรแกรม จะเห็นว่าตำแหน่งโปรแกรมของเราจะถูกเคลื่อนย้ายตามไปด้วย



รูปที่ 2.7 วินโดว์ Form Layout

2.1.10 วินโดว์ Code Editor

Code Editor เป็นเนื้อที่สำหรับเขียนโปรแกรม เรียกขึ้นมาแสดงได้โดยใช้เมนู View > Code หรือดับเบิลคลิกที่ออบเจ็คใดๆในฟอร์มซึ่งวินโดว์Code Editor จะแสดงขึ้นมาพร้อมสำหรับการป้อนโปรแกรมให้กับเหตุการณ์หลักของออบเจ็คนั้น



รูปที่ 2.8 วินโดว์ Code Editor

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนที่สำคัญของวินโดว์นี้คือ คอมโบบ็อกซ์ (Combo box) ทั้งสองช่องที่อยู่ตรงส่วนบนของวินโดว์ ซึ่งจะเป็นตัวควบคุมการเลือกออบเจ็คและเหตุการณ์ (Event) ที่จะเกิดขึ้นกับออบเจ็คนั้น โดยโค้ดที่ปรากฏจะเป็นโปรแกรมหรือคำสั่งที่ถูกเรียกใช้งานเมื่อมีเหตุการณ์นั้น โดยโค้ดที่ปรากฏจะเป็นโปรแกรมหรือคำสั่งที่จะถูกเรียกใช้งานเมื่อมีเหตุการณ์นั้นเกิดขึ้นกับออบเจ็ค

Object list box จะแสดงชื่อออบเจ็คว่าส่วนของโปรแกรมที่กำลังแสดงอยู่ใน Code editor เป็นของออบเจ็คใด ถ้าคลิกที่ครอปดาวน์จะปรากฏลิสต์รายการของออบเจ็คและเหตุการณ์ได้จากชื่อของโพรซีเยอร์ เช่น Command1_Click จะหมายถึงส่วนของโปรแกรมที่จะทำงานเมื่อออบเจ็คนั้นชื่อ Command1 ถูกคลิก เป็นต้น

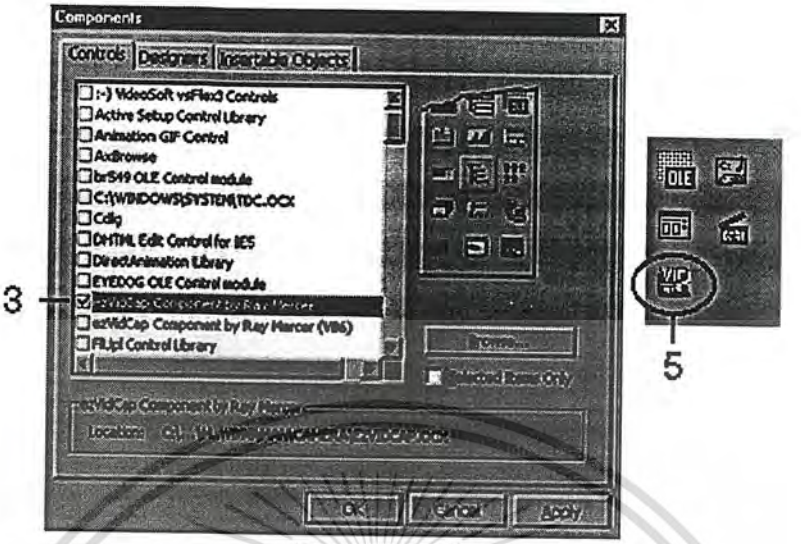
2.1.11 ActiveX Control

ActiveX Control หมายถึงคอนโทรลที่เพิ่มเติมจากออบเจ็ค(Object) พื้นฐานที่วิชวลเบสิกได้เตรียมไว้ให้แล้วใน Toolbox โดย ActiveX Control เหล่านี้มีอยู่มากมายทั้งที่มาพร้อมกับวิชวลเบสิก และที่พัฒนาออกมาขายโดยบริษัทต่างๆ ซึ่ง ActiveX Control เหล่านี้เองคือพลังผลักดันให้โปรแกรมวิชวลเบสิก และเครื่องมืออีกหลายตัวของไมโครซอฟท์เป็นที่นิยมอย่างแพร่หลายเนื่องจากผู้ใช้มองตัว ActiveX Control เป็นเพียงกล่องดำหรือกล่องวัตถุ ซึ่งเพียงแค่นำคอนโทรลที่มีการทำงานตามที่เราต้องการมาแปะลงบนฟอร์มแล้วเรียกใช้งานเท่านั้น โดยไม่ต้องสนใจการทำงานภายในของ ActiveX Control เหล่านั้นเลย เช่น ถ้าเราต้องการเขียนโปรแกรมเพื่อติดต่อกับอินเตอร์เน็ต (Internet) ถ้าเป็นในอดีตเราต้องศึกษาข้อมูลมากมายเช่น Protocol การติดต่อสื่อสาร TCP/IP ซึ่งเป็นมาตรฐานของภาษาที่ใช้สื่อสารกันในระบบอินเตอร์เน็ต แต่ถ้าเรารู้จักใช้ Active Control แล้วเราเพียงแค่นำ Internet ActiveX Control มาวางบนฟอร์มแล้วเรียนรู้วิธีใช้เท่านั้นก็จะสามารถเขียนโปรแกรมที่ติดต่อกับเครือขายอินเตอร์เน็ตได้ในเวลาไม่ถึงชั่วโมงด้วยซ้ำ

การเพิ่มเติม ActiveX Control เข้าสู่โปรเจ็ค(Project) จะมีขั้นตอนดังนี้

1. เปิดโปรเจ็คใหม่ใน วิชวลเบสิก เป็น Standard EXE ตามปกติ
2. เลือกเมนู Project >Components จะปรากฏวินโดว์ Components ซึ่งจะเห็นลิสต์รายชื่อ ActiveX Control ที่สามารถติดตั้งลงในโปรเจ็คของเราได้จำนวนมากมายรายการต่างๆเหล่านี้มาใช้ได้ทันที หรือในกรณีที่ไม่มีคอนโทรลที่ต้องการอยู่ในรายการแต่เรามีไฟล์ .OCX ของคอนโทรลนั้นก็สามารถเพิ่มเข้ามาได้โดยคลิกปุ่ม Browse เพื่อเรียกใช้ไฟล์ .OCX ที่มาจากแหล่งอื่น

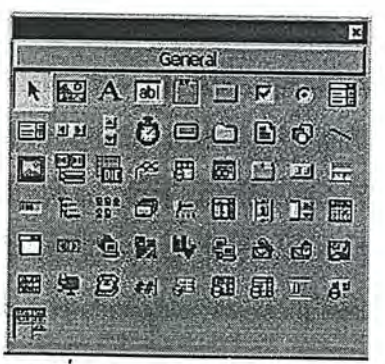
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.9 การเพิ่มเติม ActiveX Control

3. คลิกให้มีเครื่องหมายถูกที่ชื่อ ezVidCap Component จากนั้นคลิกปุ่ม OK
4. ลองพิจารณาที่ Toolbox จะเห็นว่ามีคอนโทรลเพิ่มขึ้นมา นั่นก็คือ ActiveX Control ที่เราเพิ่มเข้าสู่โปรเจ็คของเรานั่นเอง ส่วนการใช้งานก็เหมือนคอนโทรลทั่วไป คือนำไปแปะไว้บนฟอร์มเท่านั้น ซึ่ง ActiveX Control ที่เรานำไปแปะไว้นี้ก็จะมีพร็อพเพอร์ตี้(Properties) เมธอด(Method) และอีเวนต์(Event) ของออบเจ็ค ที่เราต้องเรียนรู้ในการใช้งานเหมือนกับที่เราเรียนรู้ Text Box , Option , Button และคอนโทรลอื่นๆนั่นเอง
5. เลือกออบเจ็ค ezVidCap จาก Toolbox มาวางบนฟอร์ม ซึ่งเป็นการนำ ActiveX ที่ติดตั้ง เข้ามาแล้วนั้นมาใช้งาน

ใน Visual Basic Enterprise หรือ Professional Edition ได้เตรียมคอนโทรลมาให้มากมาย ลองเปิดโปรเจ็คใหม่แล้วเลือก VB Pro Edition Controls แทน Standard exe ตามปกติ จะเห็น ActiveX Control มากมายที่สามารถนำไปใช้งานได้ปรากฏใน Toolbox ดังรูปที่ 2.10



รูปที่ 2.10 ActiveX Control ต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่เห็นเป็นเป็นเพียงบางส่วนเท่านั้น ซึ่งคอนโทรลเหล่านี้คือรายการต่างๆที่เลือกเพิ่มได้ด้วยการ Add ActiveX Control เข้าสู่โปรเจ็คนั้นเอง อย่างไรก็ตามการเปิดหรือการเพิ่ม ActiveX Control โดยที่ไม่ได้ใช้นั้น ถ้าคอมพิวเตอร์ที่ใช้มีหน่วยความจำจำกัดก็จะเป็นการสิ้นเปลืองหน่วยความจำโดยไม่ได้ประโยชน์ อาจทำให้โปรแกรมทำงานช้าลงโดยไม่จำเป็น ดังนั้นจึงควรเลือกเพิ่ม ActiveX Control ในโปรเจ็คเฉพาะที่ต้องการใช้เท่านั้น

ข้อมูลเพิ่มเติมของการใช้งาน ActiveX Control

สำหรับข้อมูลของการใช้งาน ActiveX Control และการพัฒนา ActiveX Control ขึ้นมาเอง จะมีการอธิบายอยู่ในแผ่น Help ในชุด MSDN (Microsoft Developer Network) ที่มาพร้อมกับ Visual Studio จะมีข้อมูลอย่างครบถ้วน ตั้งแต่คำอธิบาย พร็อพเพอร์ตี้ เหตุการณ์ เมธอด และตัวอย่างการใช้งานอย่างละเอียด นอกจากนั้นยังมีวิธีการพัฒนา ActiveX Control ขึ้นมาเองด้วย ซึ่งเปิดดูได้ด้วยหัวข้อ Visual Basic จากหน้าแรกของ MSDN Start Page จากนั้นเลือก Component Tools Guide ซึ่งการใช้งาน ActiveX ต่างๆ จะอยู่ในหัวข้อ Using ActiveX Control และข้อมูลการพัฒนา ActiveX จะอยู่ในหัวข้อ Creating ActiveX Component

แหล่งข้อมูลของ ActiveX Control เพิ่มเติม

นอกจาก ActiveX Control ที่ทางไมโครซอฟท์เตรียมมาให้แล้วนั้น ยังมี ActiveX Control อีกมากมายที่สามารถดาวน์มาใช้ได้จากอินเตอร์เน็ตซึ่งผู้สนใจลองไปที่เว็บไซท์ http://www.vb-web-directory.com หรือ http://www.download.com แล้วลองค้นหาในส่วน OCX หรือ ActiveX Control จะพบข้อมูลอย่างมากมาย โดยทั่วไปคำอธิบายการใช้งานของ ActiveX จะมีอยู่ใน Help หรือเป็นไฟล์อธิบายมาพร้อมกับไฟล์ OCX ของ ActiveX นั้นๆ

2.1.12 การใช้ฟังก์ชัน API

API ย่อมาจากคำว่า Application Programming Interface ซึ่งหมายถึงฟังก์ชันที่ จัดเตรียมไว้สำหรับแอพพลิเคชันติดต่อเข้า ไปเรียกใช้เ พื่อทำงานต่างๆได้ เช่น วิชวลเบสิก ก็มีฟังก์ชัน API เรียกว่า Visual Basic API Function สำหรับ API Function ที่จะกล่าวถึงเป็นฟังก์ชัน API ของระบบปฏิบัติการ Windows ซึ่งคือฟังก์ชันการทำงานต่างๆที่อยู่ในระบบปฏิบัติการซึ่งโปรแกรมที่เขียนด้วยวิชวลเบสิก สามารถเข้าไปเรียกใช้ฟังก์ชันเหล่านั้น โดยฟังก์ชันต่างๆจะอยู่ในแฟ้มข้อมูลนามสกุล *.DLL (Dinamic Link Library)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DLL (Dynamic Link Library)

DLL (Dynamic Link Library) เป็นคุณสมบัติสำคัญของ Microsoft Windows คำว่าไลบรารี (Library) จะหมายถึงแฟ้มข้อมูลที่เต็มไปด้วยฟังก์ชันและโพรซีเยอร์ต่างๆ รวบรวมอยู่มากมาย เปรียบได้กับเป็นห้องสมุดฟังก์ชันของโปรแกรม โดยปกติโปรแกรมที่มีการเรียกใช้ฟังก์ชันในไลบรารีจะลิงค์กับไลบรารีแบบคงที่ (Static Library) คือฟังก์ชันจากไลบรารีจะถูกเชื่อมฝังไปกับโปรแกรมที่ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงแต่สำหรับ Dynamic Link Library นั้นฟังก์ชั่นและโปรแกรมที่เรียกใช้จะมีการเชื่อมต่อหรือลิงค์ ขณะที่โปรแกรมทำงาน ซึ่งจะทำให้โปรแกรมใช้เนื้อที่น้อยลง และการเปลี่ยนแปลงปรับปรุงฟังก์ชันไลบรารีทำได้ง่ายไม่ต้องมีการคอมไพล์โปรแกรมแอพพลิเคชันกันใหม่ โดยในตัวของ Windows เองก็ประกอบไปด้วย DLL หลายตัวเช่นกัน จะสังเกตได้จากไฟล์ต่างๆที่มีสกุลเป็น .DLL ในไดเร็คทอรี System ของ windows ซึ่งฟังก์ชันและโพรซีเยอร์ที่อยู่ในไฟล์ DLL เหล่านี้เองที่เรียกว่า Windows API Function ซึ่งสามารถเขียนโปรแกรมด้วยวิชวลเบสิก เพื่อเรียกใช้ฟังก์ชันเหล่านี้

การประกาศ Windows API Function

การเรียกใช้ฟังก์ชัน API จากโปรแกรมที่เขียนด้วยวิชวลเบสิก ประกอบด้วย 2 ขั้นตอนง่ายๆ คือ ขั้นแรกต้องประกาศชื่อฟังก์ชันด้วยคำสั่ง Declare และขั้นที่สองคือเรียกใช้ฟังก์ชันนั้น ซึ่งในขั้นตอนแรกอาจประกาศเป็นฟังก์ชันหรือโพรซีเยอร์ย่อยก็ได้ โดยพิจารณาว่าจะมีการคืนค่ากลับมาหรือไม่ ถ้ามีการคืนค่าต้องประกาศเป็นแบบฟังก์ชัน การประกาศฟังก์ชัน API จะมีอยู่ 2 รูปแบบ คือ

ถ้ามีการคืนค่าต้องประกาศเป็นแบบฟังก์ชัน โดยมีรูปแบบดังนี้

รูปแบบ [Public|Private]Declare Function publicname Lib "libname"_
[alias "alias"][([ArgumentList])] As type

แต่ถ้าไม่มีการคืนค่ากลับมาจะประกาศเป็น Sub โดยมีรูปแบบดังนี้

รูปแบบ [Public|Private]Declare Sub publicname Lib "libname"_
[alias "alias"][([ArgumentList])]

publicname	เป็นชื่อจริงของฟังก์ชันหรือโพรซีเยอร์ที่อยู่ใน DLL และต้องการเรียกใช้ใน VB
libname	ชื่อของ Library ที่เป็นที่อยู่ของฟังก์ชันหรือโพรซีเยอร์ที่ต้องการใช้
alias	จะใส่หรือไม่ก็ได้ โดยใช้เป็นชื่อแทนชื่อจริงที่อยู่ใยไลบรารี เพื่อความสะดวกเวลาเรียกด้วยชื่อ alias แทน publicname
Argumentlist	จะเป็นพารามิเตอร์ต่างๆ ของฟังก์ชันหรือโพรซีเยอร์ที่จะเรียกใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับ ArgumentList จะมีรูปแบบดังนี้

รูปแบบ [([[ByVal] | [ByRef] *variable* [As type] [,[ByVal] | [ByRef]_

variable [As *type*]]...])]

ByVal และ ByRef เป็นการกำหนดการส่งผ่านตัวแปรเป็นแบบ By Value หรือ By Reference

Variable จะเป็นชื่อตัวแปรในฟังก์ชันที่เราเรียกใช้

type เป็นชนิดตัวแปรของ variable

2.1.13 การเขียนโปรแกรมติดต่อกับพอร์ตขนานด้วยวิชวลเบสิก

การโปรแกรมเขียนด้วยวิชวลเบสิก จะไม่มีคำสั่งสำหรับการติดต่อกับพอร์ต(Port) โดยตรง ดังนั้นเพื่อให้ติดต่อกับพอร์ตขนานได้ จึงจำเป็นต้องเพิ่มโปรแกรมบางตัวเข้าไป โดยโปรแกรมที่เพิ่มเข้าไปนี้ อยู่ในรูปของ DLL (Dynamic Linked Library)

ไฟล์ DLL นี้มีอยู่ 2 ไฟล์คือ inpout.dll และ inpout32.dll โดย inpout.dll นั้นใช้สำหรับระบบปฏิบัติการ 16 บิต ซึ่งก็คือวินโดวส์ 3.1 ส่วน inpout32.dll จะใช้สำหรับระบบปฏิบัติการที่เป็น 32 บิต ซึ่งก็คือวินโดวส์ 95 หรือวินโดวส์ 98

สำหรับตำแหน่งที่ใช้เก็บไฟล์ inpout.dll หรือ inpout32.dll นั้นต้องเก็บไว้ที่ไดเรกตอรี่ SYSTEM ซึ่งอยู่ภายในไดเรกตอรี่ที่เก็บโปรแกรมวินโดวส์ โดยส่วนใหญ่จะมีชื่อเป็น Window การกำหนดค่าในโปรแกรมเพื่อเรียกใช้งานไฟล์ DLL มีรูปแบบการกำหนดดังนี้

สำหรับระบบปฏิบัติการ 16 บิต

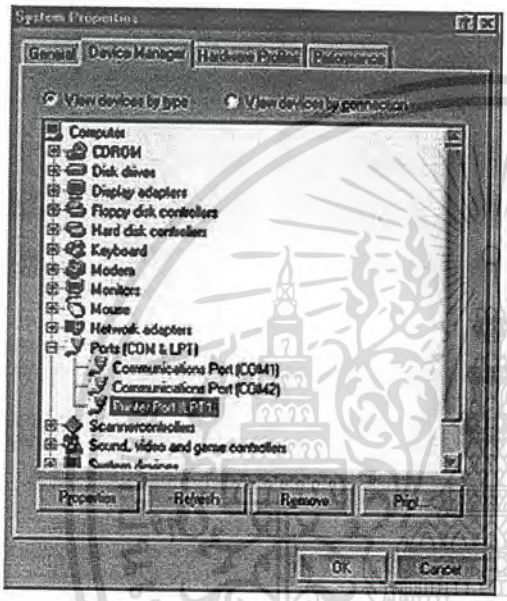
```
Declare Function Inp% Lip "InpOut.DLL" Alias "Inp16" (ByVal PortAddress%)
Declare Sub Out Lip "InpOut.DLL" Alias "Out16" (ByVal Portaddress%, ByVal_
Byet To Write%)
```

สำหรับระบบปฏิบัติการ 32 บิต

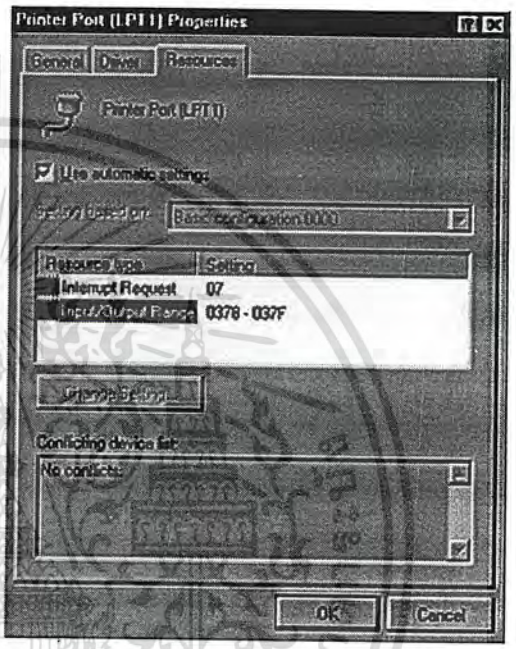
```
Public Declare Function Inp Lip “inpout32.dll”_
Alias “Inp32” (ByVal PortAddress As Interger) As Integer
Public Declare Sub Out Lib “inpout32.dll”
Alias “out32” (ByVal PortAddress As Interger, ByVal Value As Integer)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการใช้งานของพอร์ตขนานต้องมีการตรวจดูว่า พอร์ตขนานที่ใช้อยู่นั้นมีตำแหน่งแอดเดรส ตรงกับในชุดคำสั่งหรือไม่ โดยใช้เมาส์คลิกที่ My Computer จากนั้นคลิกเมาส์ขวาแล้วเลือก Property และเลือกไปที่แท็ป Device Manager จะปรากฏหน้าต่างดังรูปที่ 2.11 เลือกที่ Printer Port แล้วคลิกที่ปุ่ม Property เลือกแท็ปไปที่ Resource จะปรากฏหน้าต่างดังแสดงในรูปที่ 2.12



รูปที่2.11 หน้าต่าง Device Manager สำหรับตรวจสอบฮาร์ดแวร์



รูปที่2.12 หน้าต่าง Resource แสดงแอดเดรสของพอร์ตขนาน

จากรูปที่ 2.12 จะแสดงตำแหน่งแอดเดรสของพอร์ตขนานที่ใช้งานอยู่ในขณะนั้น ตำแหน่งแอดเดรสตัวเลขด้านหน้าสุด (0378) เป็นแอดเดรสของพอร์ต DATA ซึ่งถ้าตำแหน่งแอดเดรสเป็นตำแหน่งอื่นๆ เวลาเขียนโปรแกรมต้องระบุตำแหน่งแอดเดรสเหล่านั้นให้ตรงด้วย จึงสามารถใช้งานได้

2.2 ไมโครคอนโทรลเลอร์ 8051

2.2.1 การรับส่งข้อมูลอนุกรม ใน MCS-51

การสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมเป็นการรับ และส่งข้อมูลแบบทีละบิตข้อมูลเรียงกันไปโดยใช้สายสัญญาณเพียงสองหรือสามเส้น ต่างจากการสื่อสารแบบขนาน ซึ่งสามารถรับส่งข้อมูลได้เร็วกว่าแต่จะต้องใช้สายสัญญาณเท่ากับจำนวนบิตข้อมูลที่จะรับและส่งในแต่ละครั้ง ถ้าต้องการรับและส่งข้อมูลเป็นระยะทางไกล จะทำให้ต้องใช้สายสัญญาณเป็นจำนวนมาก และไม่ค่อยมีอุปกรณ์

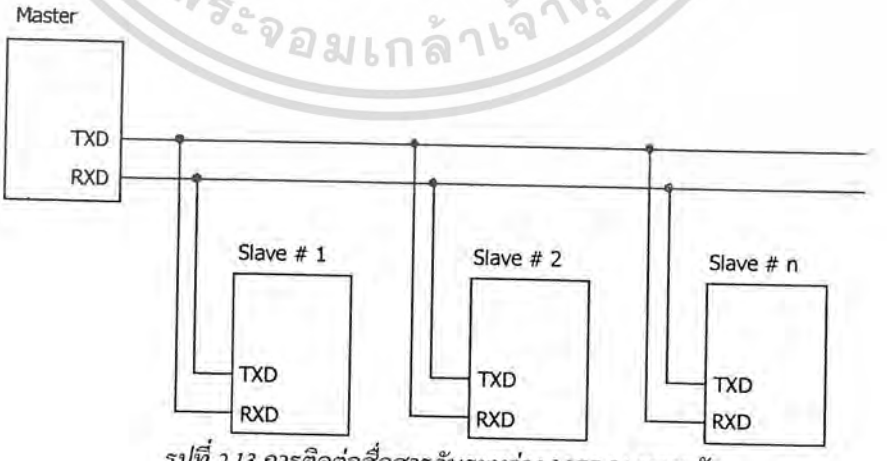
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

สนับสนุน การสื่อสารแบบอนุกรม จึงเป็นที่นิยมกว่า และถูกสร้างไว้เป็นมาตรฐานในไมโครคอนโทรลเลอร์หลายตระกูล ในตระกูล MCS-51 ก็เช่นกันที่มีพอร์ตที่ใช้ในการรับและส่งข้อมูลแบบอนุกรม อยู่ภายในชิปอยู่แล้ว ในการใช้งานเราไม่จำเป็นต้องต่อชิปสนับสนุนเพิ่มเติมอีก(กรณีที่ติดต่อกันเอง) การทำงานเป็นแบบ full-duplex คือสามารถรับและส่งข้อมูลได้พร้อมๆกัน ในการรับข้อมูลจะมีบัฟเฟอร์ในการรับข้อมูลให้ด้วย ทำให้ MCS-51 สามารถรับข้อมูลไบต์ถัดไปได้เลยโดยไม่ต้องรอให้อ่านข้อมูลไบต์แรกไปเก็บก่อน ทำให้ข้อมูลไม่สูญหาย เกิดความคล่องตัวในการรับข้อมูล

การสื่อสารระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์หลายตัว

การสื่อสารระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์หลายตัวจะต้องใช้งานพอร์ตอนุกรมในโหมด 2 หรือ 3 เท่านั้น คือเป็นแบบ 11 บิท ประกอบไปด้วย 1 บิทเริ่มต้น , 8 บิทข้อมูล , 1 บิทกำหนดค่าได้จาก TB8 , บิทหยุด ทั้งตัวแม่ (Master) และตัวลูก(Slave) ต้องกำหนดโหมดและอัตราการรับส่งข้อมูลให้เท่ากัน โดยตัวลูกจะต้องเซทบิท SM2 ไว้ด้วย เพื่อให้ข้อมูลบิทที่ 9 (ที่รับเข้ามา) สามารถอินเตอร์รัปท์ ซีพียู ได้ ในการติดต่อกันตัวแม่จะส่งข้อมูลไบต์แรกซึ่งมีบิทที่ 9 เป็น 1 ออกมาก่อน (เรียกว่า Address Byte) ตัวลูกทุกตัวจะถูกอินเตอร์รัปท์เพื่อรับข้อมูลไบต์แรกนี้เข้าไปและทำการตรวจสอบว่าเป็นหมายเลขของตัวเองหรือไม่ โดยตัวลูกทุกตัวจะต้องถูกโปรแกรมไว้ก่อนว่าเป็นหมายเลขใด ตัวลูกที่ตรวจสอบพบว่า Address Byte ที่รับเข้ามาไม่ใช่หมายเลขของตัวเองเท่านั้นที่จะทำการเคลียร์บิท SM2 เตรียมรับ Data Byte (บิทที่ 9 เป็น 0) ที่จะตามเข้ามาภายหลังจากรับ Address Byte เรียบร้อยแล้ว



รูปที่ 2.13 การติดต่อสื่อสารกันระหว่าง MCS 51 หลายตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

50308

การสื่อสารระหว่าง MCS51 ด้วยกันเองนั้นสามารถทำได้โดยตรง ไม่ต้องต่ออุปกรณ์เพิ่มแต่อย่างใด หากต้องการติดต่อกับ พีซี จำเป็นต้องใช้อุปกรณ์ต่อเพิ่มเพื่อปรับระดับสัญญาณให้ตรงกับ พีซี ด้วย หรือติดต่อกันเองเป็นระยะทางไกลก็ควรต่ออุปกรณ์เพิ่มเช่นกัน

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

2.2.1.1 SCON

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

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

SM0 บิตเลือกการทำงานของพอร์ตสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมควบคุมได้โดยโปรแกรม

SM1 บิตเลือกการทำงานของพอร์ตสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมควบคุมได้โดยโปรแกรม

SM0	SM1	Mode	
0	0	0	ทำงานเป็น shift register อัตราเร็วในการรับหรือส่งข้อมูลเท่ากับ OSC/12
0	1	1	8 Bit UART อัตราเร็วในการรับหรือส่งข้อมูลกำหนดเองได้
1	0	2	9 Bit UART อัตราเร็วในการรับหรือส่งข้อมูล = OSC/32 หรือ OSC/64
1	1	3	9 Bit UART อัตราเร็วในการรับหรือส่งข้อมูลกำหนดเองได้

SM2 บิตการเลือกใช้งานพอร์ตสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมในโหมด 2 หรือ 3 เพื่อใช้ติดต่อระหว่างซีพียูด้วยกันเอง ควบคุมโดยใช้โปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1 ใช้พอร์ตสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมติดต่อระหว่างซีพียูด้วยกันเอง เมื่อข้อมูลบิตที่ 9 ที่ได้รับมีค่าเป็น 0 (ดาต้าไบต์) บิต RI จะไม่ถูกเซตแต่หากข้อมูลที่ 9 มีค่าเป็น 1 (แอดเดรสไบต์) บิต RI จะถูกเซต

0 ใช้พอร์ตสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมโหมด 1 และโหมด 3 ตามปกติในการทำงานของพอร์ตสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมโหมด 1 หากบิต SM2 ถูกเซต บิต RI จะไม่ถูกเซตจนกว่าบิตสิ้นสุดของข้อมูลจะถูกรับเข้ามา ในการทำงานของพอร์ตสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมโหมด 0 บิตนี้ควรถูกเคลียร์ให้เป็น 0

REN บิตควบคุมการอนุญาตให้มีการรับข้อมูลสามารถควบคุมได้โดยโปรแกรม

1 อนุญาตให้มีการรับข้อมูล

0 ไม่อนุญาตให้มีการรับข้อมูล

TB8 ข้อมูลบิตที่ 9 ซึ่งถูกส่งออกไปในการทำงานของพอร์ตสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมโหมด 2 และ 3 ควบคุมได้ด้วยคำสั่งในโปรแกรมเท่านั้น

RB8 ข้อมูลบิตที่ 9 ที่ได้รับเข้ามาจากภายนอก ในการทำงานของพอร์ตสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมโหมด 2 และ 3 ส่วนในการทำงานโหมด 1 ถ้าบิต SM2 = 0 บิตนี้จะเป็นบิตสิ้นสุดของข้อมูลที่รับเข้ามาได้และมาถูกกำหนดการใช้งานในโหมด 0

TI บิตบอกสถานะสัญญาณอินเตอร์รัพท์ที่เกิดจากการส่งข้อมูลถูกเซตโดยฮาร์ดแวร์ เมื่อข้อมูลเริ่มส่งบิตสิ้นสุดของข้อมูลออกไปและจะต้องเคลียร์โดยคำสั่งในโปรแกรมเท่านั้น

RI บิตบอกสถานะสัญญาณอินเตอร์รัพท์ที่เกิดจากการรับข้อมูล ถูกเซตโดยฮาร์ดแวร์เมื่อได้รับข้อมูลบิตที่ 8 ในการทำงานโหมด 0 หรือที่จุดครึ่งทางของช่วงรับบิตสิ้นสุดของข้อมูลในการทำงานโหมดอื่นและจะต้องเคลียร์ในโปรแกรมเท่านั้น

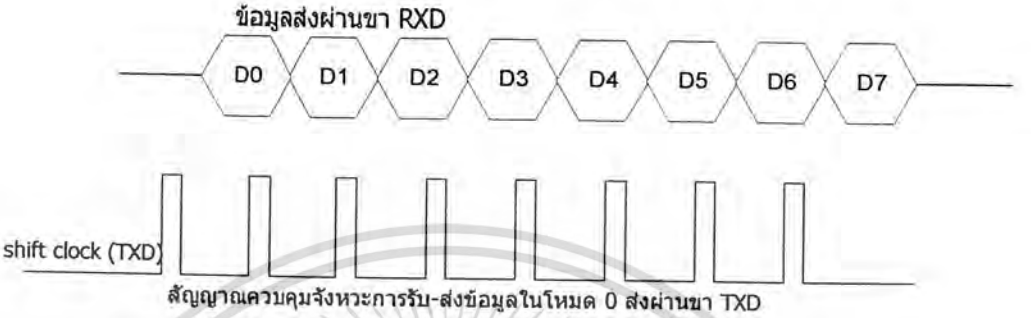
โหมดของการรับ-ส่งข้อมูลแบบอนุกรม

โหมด 0 (Shift Register Mode)

ขา P3.0 (RXD) ถูกใช้เป็นขาสำหรับรับและส่งข้อมูล ขา P3.1(TXD) ใช้สร้างสัญญาณ Shift Clock เพื่อกำหนดจังหวะในการรับและส่งข้อมูล การส่งข้อมูลจะเริ่มทันทีที่มีการใช้งานรีจิสเตอร์ SBUF เป็นรีจิสเตอร์ปลายทาง (destination register) ข้อมูลจะถูกเลื่อนออกไปทีละ 1 บิท โดยเริ่มจากบิทต่ำสุด (LSB) ก่อนและจะมีบิท 0 เลื่อนเข้ามาแทนที่บิทสูงสุดที่ถูกเลื่อนไป สัญญาณที่ขา TXD จะมีความถี่เท่ากับ 1/12 ของความถี่ออสซิลเลเตอร์ ถูกส่งออกมาพร้อมๆ กับบิทข้อมูลดังรูป 000 การรับข้อมูลจะเกิดขึ้นได้ต่อเมื่อบิท REN = 1 และ RI = 0 โดยที่ขา TXD จะมีสัญญาณควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การรับข้อมูลออกมาพร้อม กับการรับข้อมูลแต่ละบิท ดังรูปที่ 2.14 อัตราการรับส่งข้อมูลถูกกำหนดไว้ที่ 1/12 ของความถี่ออสซิลเลเตอร์ที่ใช้



รูปที่ 2.14 สัญญาณการรับและส่งข้อมูลในโหมด 0

โหมด 1 (Standard 8 bit UART Mode)

ขา P3.0 (RXD) ถูกใช้เป็นขาสำหรับ รับข้อมูล ขา P3.1 (TXD) ถูกใช้เป็นขาสำหรับส่งข้อมูล การรับ-ส่งข้อมูลจะเป็นแบบ 10 บิท ประกอบด้วยบิทเริ่มต้น 1 บิท (เป็น 0 เสมอ) บิทข้อมูล 8 บิท (รับและส่งบิทต่ำสุดก่อน) และบิทสิ้นสุดของข้อมูล 1 บิท (เป็น 1 เสมอ) ดังรูปที่ 2.15 ในการส่งข้อมูลจะเริ่มต้นโดยคำสั่งใดๆ ที่มีการใช้งานรีจิสเตอร์ SBUF เป็นรีจิสเตอร์ปลายทาง บิท TI จะเซตเมื่อข้อมูลถูกเลื่อนออกไปจนครบทั้ง 10 บิทแล้ว การรับข้อมูลจะเริ่มต้นทันทีที่ลอจิกที่ขา RXD เปลี่ยนสภาวะจาก 1 เป็น 0 ข้อมูลจะถูกเลื่อนเข้ามาใน Buffer สำหรับรับข้อมูล เมื่อข้อมูลเข้ามาครบทั้ง 8 บิทแล้ว จึงจะถูกโหลดไปไว้ที่รีจิสเตอร์ SBUF พร้อมกับบิทสิ้นสุดของข้อมูลถูกเก็บไว้ที่บิท RB8 ของรีจิสเตอร์ SCON บิท RI จะเซต เป็นการบอกให้รู้ว่ากระบวนการรับข้อมูลจำนวน 1 ไบท์ได้เสร็จสิ้นลงแล้ว และเริ่มรีเซตตัวเองเพื่อกลับไปรอรับการเปลี่ยนสภาวะจาก 1เป็น 0 ที่ขา RXD อีก ทั้งนี้กระบวนการรับข้อมูลจะเป็นจริงก็ต่อเมื่อ

- บิท RI = 0 และ
- บิท SM2 = 0 หรือถ้า SM2 = 1 บิทสิ้นสุดของข้อมูลจะต้อง = 1 ด้วย

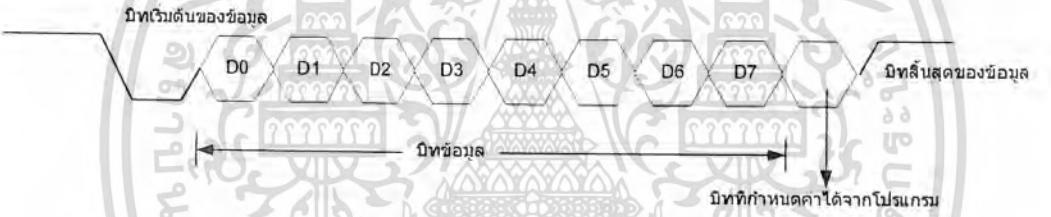
รูปที่ 2.15 การรับและส่งข้อมูลในโหมด 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โหมด 2 และ 3 (Multiprocessor)

ขา P3.0 (RXD) ถูกใช้เป็นขาสำหรับรับข้อมูล ขา P3.1 (TXD) ถูกใช้เป็นขาสำหรับส่งข้อมูล การรับ-ส่งข้อมูลจะเป็นแบบ 11 บิท ประกอบด้วยบิทเริ่มต้น 1 บิท (เป็น 0 เสมอ) บิทข้อมูล 8 บิท (รับและส่งบิทต่ำสุดก่อน) บิทที่กำหนดได้ 1 บิท (โปรแกรมเองได้ว่าจะเป็น 1 หรือ 0) และบิทสิ้นสุด 1 บิท (เป็น 1 เสมอ) ดังรูปที่ 2.16

การส่งข้อมูลจะเริ่มต้นโดยคำสั่งใดๆ ที่มีการใช้รีจิสเตอร์ SBUF เป็นรีจิสเตอร์ปลายทาง บิท TI จะเซต เมื่อข้อมูลถูกเลื่อนออกไปจน ครบทั้ง 11 บิทแล้ว บิทที่ 9 จะได้จากบิท TB8 ในรีจิสเตอร์ SCON ส่วนในขณะรับข้อมูลบิทที่ 9 จะอยู่ในบิท RB8 ของรีจิสเตอร์ SCON โดยไม่สนใจบิทสิ้นสุดของข้อมูล การรับข้อมูลจะใช้การตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงสภาวะลอจิกจาก 1 เป็น 0 ที่ขา RXD และมีเงื่อนไขในการรับข้อมูลเช่นเดียวกับ โหมด 1 ในการทำงานโหมด 2 อัตราการรับและส่งข้อมูลสามารถเปลี่ยนแปลงได้



รูปที่ 2.16 การรับและส่งข้อมูลในโหมด2 และ3

2.2.1.2 PCON

เป็นรีจิสเตอร์สำหรับควบคุมการทำงานของ 8051 ซึ่งเป็นรีจิสเตอร์ที่ไม่สามารถอ้างอิงได้ ดังมีรายละเอียดดังนี้

SMOD	-	-	-	GF1	GF0	PD	IDL

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

\- เป็นบิตที่ไม่ได้ใช้งานซึ่งสงวนไว้สำหรับหน้าที่เพิ่มเติมในอนาคตของ 8051 ดังนั้นผู้ใช้จึงไม่ควรกำหนดในบิตนี้เป็น 1

GF0 – GF1 เป็นบิตอเนกประสงค์ที่ผู้ใช้สามารถกำหนดการทำงานได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

IDL เป็นบิตสำหรับกำหนดให้ 8051 เข้าสู่การทำงานใน Idle Mode ซึ่งจะมีเฉพาะเบอร์ที่มีโครงสร้างภายในเป็น CMOS เท่านั้น ซึ่งจะทำงานเมื่อบิตนี้เป็น 1

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

Power Down Mode เมื่อมีการกำหนดให้บิตนี้เป็น 1 8051 จะทำงานอีกหนึ่งคำสั่งก่อนที่จะเข้าสู่ Power Donn Mode โดยที่ส่วนสร้างความถี่อ้างอิงภายในจะหยุดทำงาน การทำงานทุกอย่างของ 8051 จะหยุด ข้อมูลต่างๆ ของหน่วยความจำภายในรวมทั้ง SFR จะถูกรักษาไว้ ที่สัญญาณ ALE และ PSEN จะเป็นลอจิก 0 เมื่อเข้าสู่ Power Down Mode แรงดันไฟฟ้าที่จ่ายให้กับ 8051 สามารถลดลงเป็น 2V ได้ อย่างไรก็ตามแรงดันไฟฟ้าจะต้องไม่ลดลงก่อนที่จะเข้าสู่ Power Down Mode และแรงดันไฟฟ้าจะต้องเข้าสู่ระดับปกติก่อนที่จะออกจาก Power Down Mode การออกจาก Power Down Mode จะกระทำได้เฉพาะทำการรีเซ็ต 8051 เท่านั้น ซึ่งจะทำให้ค่าของ SFR เปลี่ยนแปลง แต่ข้อมูลในส่วนของหน่วยความจำภายในไม่เปลี่ยนแปลง

Idle Mode เมื่อมีการกำหนดให้บิตนี้เป็น 1 8051 จะทำงานอีกหนึ่งคำสั่งก่อนเข้าสู่ Idle Mode โดยที่ความถี่การทำงานภายในซีพียู ของ 8051 จะหยุดทำงาน ยกเว้นที่ให้กับส่วนของการอินเตอร์รัพท์ Timer และการรับส่งแบบอนุกรม ค่าต่างๆ ของรีจิสเตอร์จะถูกเก็บรักษาไว้ และสัญญาณของ ALE และ PSEN จะอยู่ที่ลอจิก 1 ในการออก Idle Mode จะสามารถทำได้สองวิธีได้แก่การรีเซ็ตค่าและการอินเตอร์รัพท์

2.2.1.3 TMOD

เป็นรีจิสเตอร์สำหรับควบคุม Mode การทำงานของ Timer/Counter และไม่สามารถอ้างอิงระดับบิตได้ ซึ่งจะแบ่งเป็นสองส่วน โดยที่สี่บิตแรกของรีจิสเตอร์นี้ใช้สำหรับ Timer/Couter 0 และสี่บิตบนสำหรับ Timer/Counter 1 มีรายละเอียดดังนี้

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

GATE เป็นบิตใช้สำหรับการควบคุม Timer/Counter ถ้าเป็นลอจิก 1 Timer/Counter เมื่อขาสัญญาณที่ขา INTx เป็นลอจิก 1 เท่านั้น และบิต TRx ใน TCON ต้องเป็นลอจิก 1 ด้วย ซึ่งจะเป็นการควบคุมด้วยฮาร์ดแวร์ เมื่อเป็นลอจิก 0 การควบคุม Timer/Counter นั้นๆ จะเป็นการควบคุมด้วยโปรแกรมที่บิต TRx ของรีจิสเตอร์ TCON เท่านั้น

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

M0,M1 เป็นบิตสำหรับเลือกการทำงานของ Timer/Counter ดังแสดงในตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 2.2 การเลือกการทำงานของ Timer/Counter

M0	M1	การทำงาน
0	0	เป็น Timer ขนาด 13 บิต เมื่อการทำงานของตระกูล 48
0	0	เป็น Timer/Counter ขนาด 16 บิต
1	0	เป็น Timer/Counter ขนาด 8 บิต ที่สามารถตั้งค่าใหม่อัตโนมัติ
1	1	Timer/Counter 0 จะถูกแบ่งออกเป็น Timer/Counter 2ชุด ขนาด 8 บิต โดยที่ TL0 จะเป็น Timer/Counter ขนาด 8 บิต ที่ถูกควบคุมของ Timer/Counter 0 และTH0 จะเป็น Timer/Counter ขนาด 8 บิต ที่ควบคุมโดยชุดควบคุมของ Timer/Counter1
1	1	Timer/Counter 1 จะหยุดทำงาน

2.2.2 การคำนวณความเร็วการรับและส่งข้อมูลแบบอนุกรม (Generating Baud Rate)

การกำหนดความเร็วการรับส่งข้อมูลแบบอนุกรมสามารถแบ่งออกตาม Mode การทำงานดังนี้

Mode 0

ความเร็วในการรับส่งข้อมูลแบบอนุกรมใน Mode นี้จะกำหนดอัตราการรับส่งตายตัวเท่ากับ 1/12 ของความถี่ของชุดกำเนิดความอ้างอิงของ 8051 และจะไม่ใช้ Timer/Counter ดังนั้นเพียงกำหนดที่ รีจิสเตอร์ SCON ก็เพียงพอ จะได้

Baud Rate = Osc. Freq / 12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Mode 1

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

Baud Rate = [K * Osc. Freq] / [32*12*(256-(TH1))]

K = 1 เมื่อ SMOD ในรีจิสเตอร์ PCON = 0

K = 2 เมื่อ SMOD ในรีจิสเตอร์ PCON= 1

ส่วนมากแล้ว ผู้ใช้จะทราบค่าของ Baud Rate ที่จะส่งได้ค่านั้น จะได้ค่าของ Time 1 สำหรับ Reload ได้เป็น

TH1 = 256 – [(K * Osc .Freq) / (384 * Baud Rate)]

จากตารางต่อไปนี้ แสดง Baud Rate ต่าง ๆ และค่า Reload ของ Time 1

ตารางที่ 2.3 Baud Rate ต่างๆ และค่า Reload ของ Time 1

Baud Rate	f_{osc}	SMOD	Timer1		
			C/T	Mode	Reload Value
Mode 0 Max :1 MHz	12 MHz	X	X	X	X
Mode 2 Max : 375 K	12 MHz	1	X	X	X
Modes 1.3 : 62.5 K	12MHz	1	0	2	FFH
19.2 K	11.059 MHz	1	0	2	FDH
9.6 K	11.059 MHz	0	0	2	FDH
4.8 K	11.059 MHz	0	0	2	FAH
2.4 K	11.059 MHz	0	0	2	F4H
1.2 K	11.059 MHz	0	0	2	E8H
137.5	11.986 MHz	0	0	2	1DH
110	6 MHz	0	0	2	72H
110	12 MHz	0	0	1	FEEBH

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Mode 2

ความเร็วการรับส่งใน Mode นี้จะเป็นค่าคงที่ซึ่งมี 2 ค่า ขึ้นกับค่า SMOD ในรีจิสเตอร์ PCON ดังนี้

เมื่อ SMOD = 1 Baud Rate = 1/32 Osc. Freq

เมื่อ SMOD = 0 Baud Rate = 1/64 Osc. Freq

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

ตารางที่ 2.4 ค่าเริ่มต้นของรีจิสเตอร์ SFR เมื่อ 8051 ถูกรีเซ็ต

SFR Name	*Reset Value*
PC	0000H
ACC	00H
B	00H
PSW	00H
SP	07H
DPTR	0000H
P0-P3	FFH
IP (8051)	XXX0000B
IP (8052)	XX000000B
IE (8051)	0XX00000B
IE (8052)	0X000000B
TMOD	00H
TCON	00H
TH0	00H
TL0	00H
TH1	00H
TL1	00H
TH2 (8052)	00H
TL2 (8052)	00H

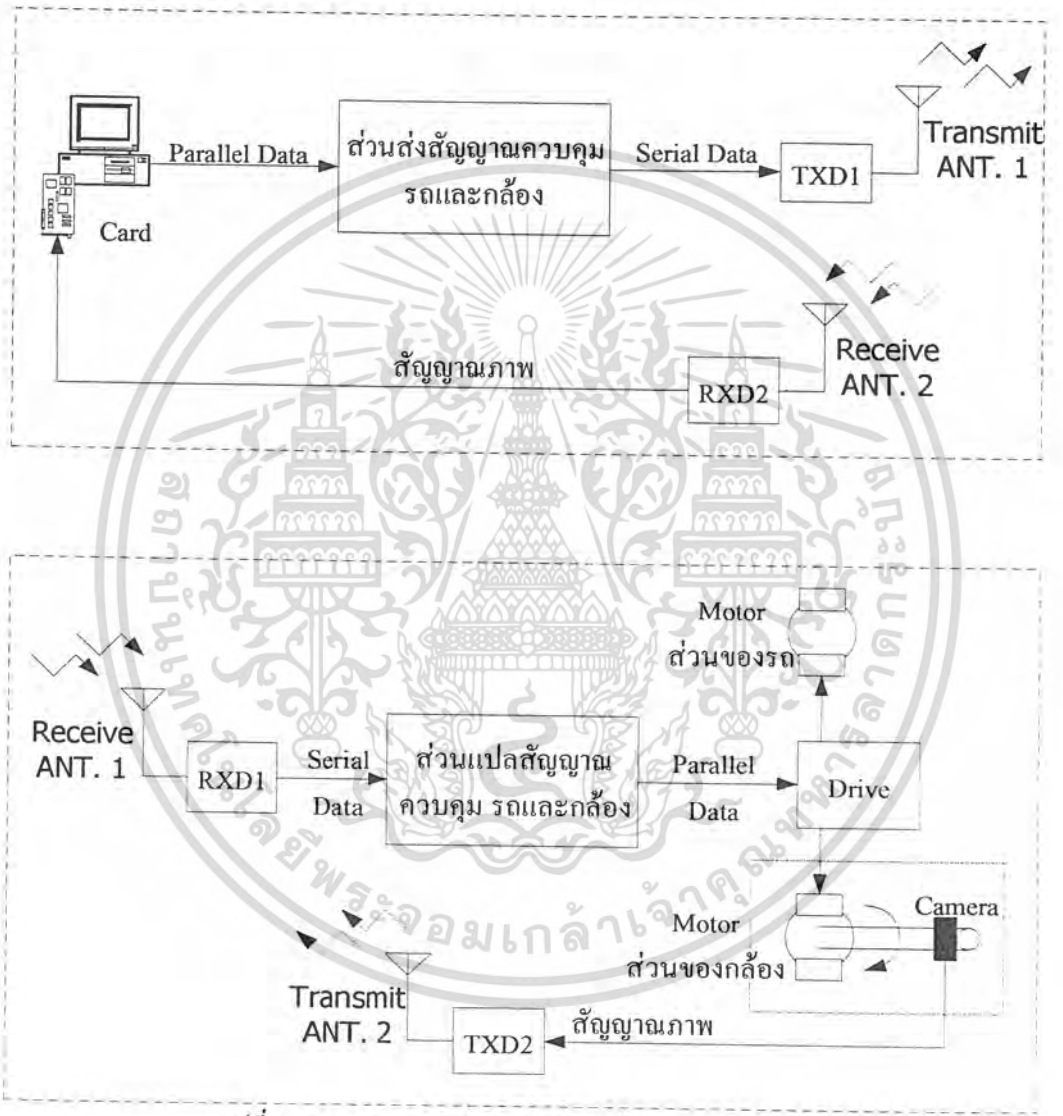
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.4 (ต่อ) ค่าเริ่มต้นของรีจิสเตอร์ SFR เมื่อ 8051 ถูกรีเซ็ต

SFR Name	*Reset Value*
RCAP2H (8052)	00H
RCAP2L (8052)	00H
SCON	00H
SBUF	Indeteminate
PCON (HMOS)	0XXXXXXXXB
PCON (CHMOS)	0XXX0000B

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
หลักการทำงานและการออกแบบ



รูปที่ 3.1 Block Diagram หลักการทำงานโดยรวม ของภาครับ-ส่ง

จากรูปที่ 3.1 แสดงให้เห็นถึงหลักการทำงานของรถสำรวจ โดยแบ่งออกเป็นส่วนของภาคส่ง และภาครับ ซึ่งมีหลักการทำงานโดยรวมคือ

คอมพิวเตอร์ ทำหน้าที่ควบคุมการทำงาน โดยใช้โปรแกรมวิชวลเบสิก เขียนโปรแกรมสั่งงาน เพื่อที่จะควบคุมตัวรถและกล้อง ให้ปฏิบัติตามคำสั่ง เช่น เดินหน้า ถอยหลัง หมุนกล้องซ้าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนนี้จะใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ 8051 มาทำเป็นส่วนของการส่งสัญญาณควบคุม สัญญาณที่ออกมาจะเป็น สัญญาณแบบอนุกรม เข้าสู่ภาคส่ง1(TXD1) ส่งสัญญาณออกไปที่ภาครับ1(RXD1)

ภาครับ1(RXD1) จะรับสัญญาณเข้ามาแล้วส่งสัญญาณแบบอนุกรมไปสู่ชุด แปลสัญญาณควบคุมรถและกล้อง ซึ่งในส่วนนี้ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์8051 มาเป็นส่วนแปลสัญญาณ สัญญาณที่ออกมาเป็น สัญญาณแบบขนาน เข้าสู่วงจร Drive ซึ่งชุด Drive จะประกอบด้วยส่วนของ ชุดขับมอเตอร์และชุดปรับความเร็วมอเตอร์ เพื่อสั่งให้มอเตอร์หมุนตามที่เราต้องการ

ชุดกล้องจะรับภาพและส่งสัญญาณ ไปที่ภาคส่ง2(TXD2)ส่งสัญญาณไปที่ภาครับ(RXD2) ส่งสัญญาณออกมาเป็น สัญญาณภาพ AV เข้าสู่การ์ดรับภาพที่ติดตั้งอยู่กับคอมพิวเตอร์

หลักการทำงานและการออกแบบ แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ

- ส่วนของซอฟต์แวร์(Software) ประกอบด้วย
  - -โปรแกรมสั่งการทำงานของรถสำรวจ ด้วยคอมพิวเตอร์ โดยใช้โปรแกรมวิชวลเบสิก
  - -โปรแกรมควบคุมการทำงานของรถและกล้อง โดยใช้ ไมโครคอนโทรลเลอร์ 8051
- ส่วนของฮาร์ดแวร์(Hardware) ประกอบด้วย
  - -ภาครับ-ส่ง สัญญาณของส่วนควบคุมรถ
  - -ภาครับ-ส่งสัญญาณภาพและเสียงของกล้อง

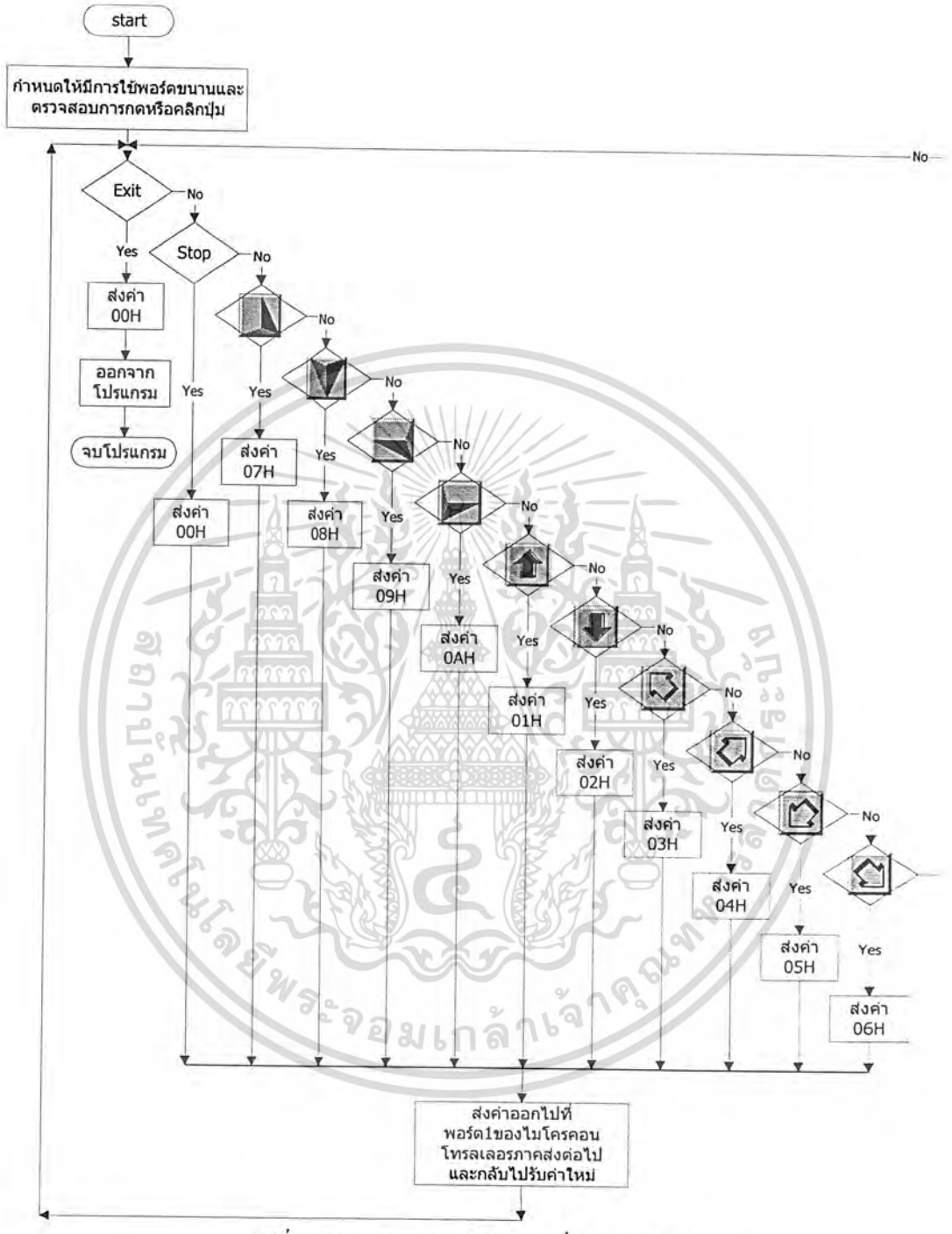
ส่วนของซอฟต์แวร์

3.1 โปรแกรมสั่งงานรถสำรวจ

ใช้โปรแกรมวิชวลเบสิก ในการเขียนโปรแกรมสั่งงานรถสำรวจ ซึ่งมีขั้นตอนการเขียนโปรแกรมดังนี้

1. เขียน Flow Chart แสดงขั้นตอนการทำงาน

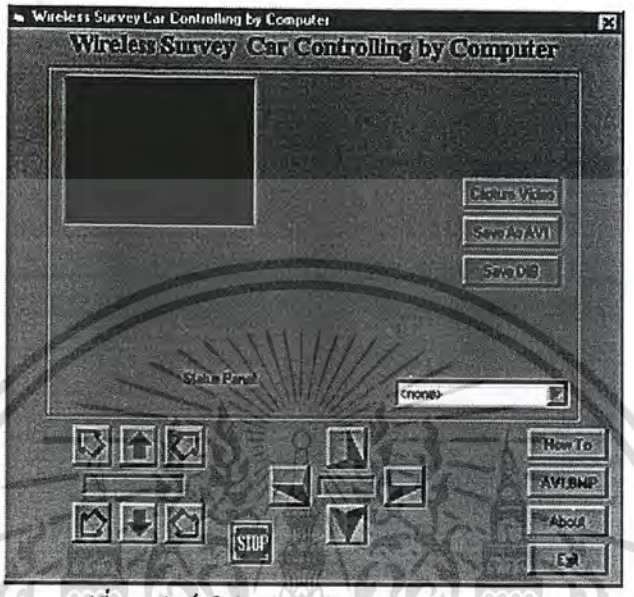
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



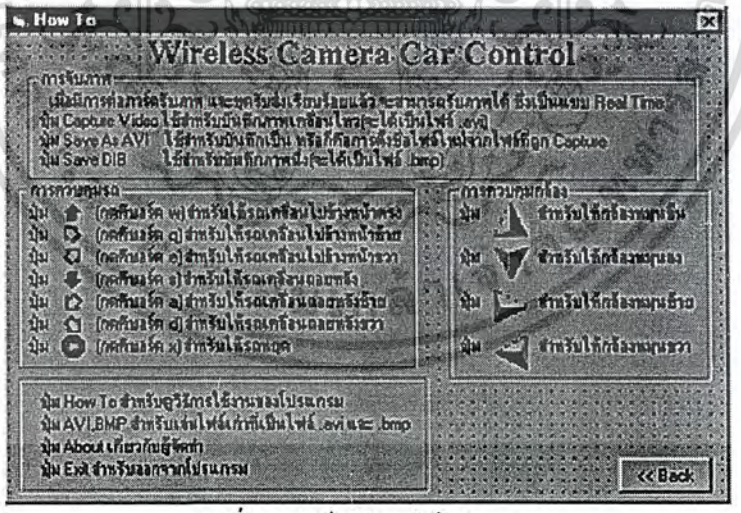
รูปที่ 3.2 Flow Chart ของโปรแกรมสั่งงานรถสำรวจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. เขียนส่วนการติดต่อและแสดงผลทางคอมพิวเตอร์



รูปที่ 3.3 ฟอร์มโปรแกรม การควบคุม และแสดงผล



รูปที่ 3.4 ฟอร์มวิธีการใช้โปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.5 ฟอร์มการเล่นไฟล์ .avi , .bmp

รูปที่ 3.6 ฟอร์มเกี่ยวกับผู้จัดทำ

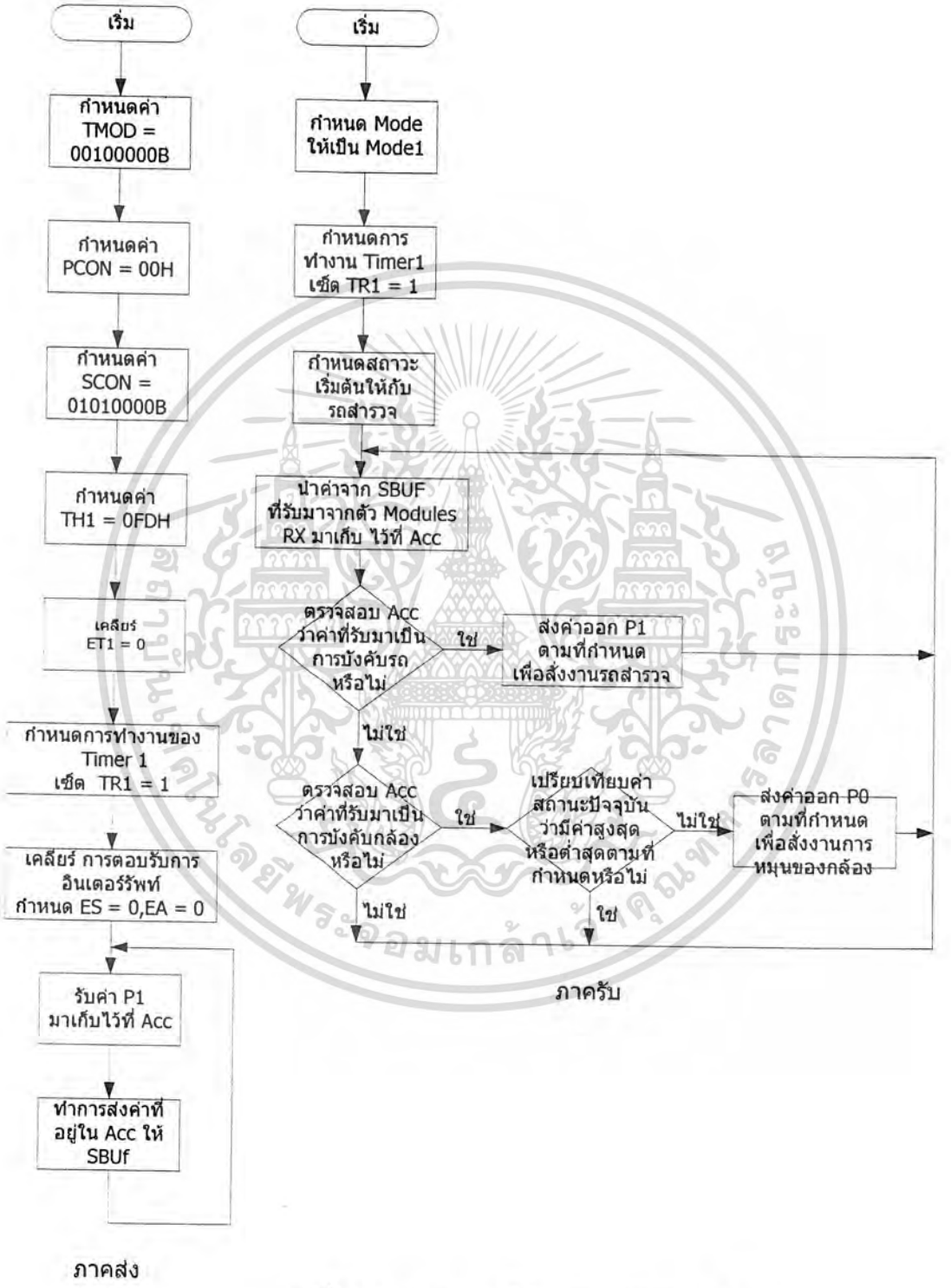
3. เขียนโปรแกรม เพื่อควบคุมการทำงาน

ลักษณะการทำงานของโปรแกรม เป็นการควบคุมในส่วนของตัวรถและกล้อง ในการควบคุมตัวรถจะมีสถานะ การเคลื่อนที่ของรถคือ เดินหน้าตรง เดินหน้าซ้าย เดินหน้าขวา ถอยหลังตรง ถอยหลังซ้าย ถอยหลังขวา ในส่วนของกล้องจะมีสถานะ การหมุนคือ ขึ้น ลง ซ้าย ขวา

ตัวอย่างของโปรแกรมได้แสดงไว้ที่ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 โปรแกรมควบคุมรถสำรวจ



รูปที่ 3.7 Flow Chart ของโปรแกรมควบคุมรถสำรวจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.1 โปรแกรมภาคส่ง

การทำงานของโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์จะเป็นตัวสร้าง สัญญานตามรูปแบบของการส่งข้อมูลแบบอนุกรมโดยจะกำหนดโหมดการทำงานให้กับ ไมโครคอนโทรลเลอร์โดยเมื่อเริ่มต้นทำงานโปรแกรมจะกำหนดให้รีจิสเตอร์ TMOD มีค่าเท่ากับ 00100000B เมื่อกำหนดค่า TMOD แล้วก็จะมากำหนดค่าในรีจิสเตอร์ SCON เท่ากับ 01010000B แล้วไปกำหนดรีจิสเตอร์ TH1 เท่ากับ 0FDH แล้วกำหนด PCON = 00H เพื่อสร้างอัตราการรับส่งข้อมูลและเมื่อเสร็จแล้วก็จะเคลียร์ ส่วน ET1 เป็นบิตสำหรับควบคุมการตอบรับการอินเตอร์รัพท์ ที่เกิดจาก Timer1 แล้วเซต TR1 = 1 แล้วเคลียร์ค่าควบคุมการอินเตอร์รัพท์ให้ ES = 0 โดยทำหน้าที่ควบคุมการตอบรับอินเตอร์รัพท์ในส่วนของการรับ ส่งแบบอนุกรม และกำหนดให้ EA = 0 เป็นบิตควบคุมการตอบรับการอินเตอร์รัพท์ทั้งหมด จากนั้นก็จะรับค่าเข้ามาที่พอร์ต P1 เป็นจำนวน 8 บิต จะมาเก็บใน Acc เพื่อส่งออกไปที่ SBUF เนื่องจากค่าที่ส่งมาไว้ที่ SBUF เพื่อทำการพักข้อมูลก่อนที่จะส่งข้อมูลนี้ออกไปในรูปแบบของอนุกรมจากนั้นก็จะทำการเคลียร์ TI เท่ากับ 0 แล้วก็จะไปเริ่มต้นการทำงานใหม่ต่อไป

3.2.2 โปรแกรมภาครับ

เมื่อเริ่มต้นการทำงานของโปรแกรม จะมีการกำหนดค่า Acc ให้กับ label ที่เรากำหนดขึ้นมาเพื่อพักค่า จากนั้นก็กำหนด Mode การทำงานให้กับ MCS-51 โดยเริ่มจาก PCON = 00H และกำหนด SCON = 01010000B และ TMOD = 00100000B และ TH1 = 0FDH และเซตบิต TR1 = 1 ในการกำหนด Mode นี้ เราจะกำหนดให้เป็น Mode 1 และกำหนดค่าสถานะเริ่มต้น ไปไว้ที่ Label ที่เรากำหนด Acc ไว้

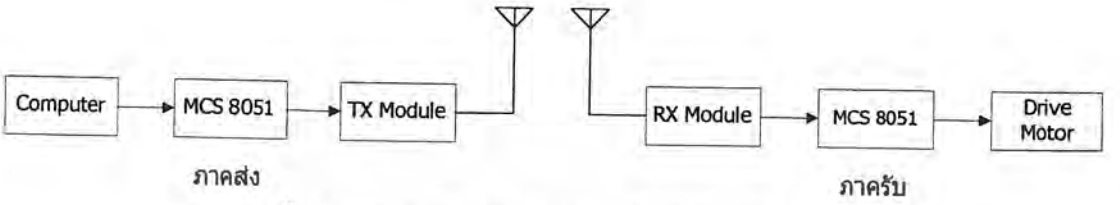
แล้วทำการรับค่าจาก SBUF มาเก็บไว้ที่ Acc แล้วเคลียร์ RI เพื่อรอรับค่าต่อไป ค่าที่นำมาเก็บ ที่ Acc จะถูกนำมาเปรียบเทียบกับค่าที่เรากำหนดสถานะ การทำงานของส่วนต่างๆ ของรถสำรวจ เช่น ค่าที่ Acc มีค่า = 00 จะสั่งให้รถหยุดทำงานทั้งหมด หรือถ้า Acc เป็น 01 ก็จะสั่งให้รถเคลื่อนที่ไปข้างหน้า ซึ่งเป็นไปตามสถานะที่กำหนดไว้

ตัวอย่างของโปรแกรมภาครับและภาคส่ง ได้แสดงไว้ที่ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนของฮาร์ดแวร์

3.3 ภาครับ-ส่ง สัญญาณของส่วนควบคุมรถสำรวจ



รูปที่ 3.8 Block Diagram การทำงานของวงจร ภาครับ - ส่ง

การทำงานของวงจร เป็นการรับส่งข้อมูลระหว่างภาครับและภาคส่ง โดยอาศัยการส่งผ่านข้อมูลแบบอนุกรม ไปยังโมดูล โดยจะเป็นการรับ ส่งด้วยคลื่นความถี่ย่าน UHF แบ่งการทำงานออกเป็น 2 ส่วนคือ ภาครับและภาคส่ง

3.3.1 ภาคส่งสัญญาณของส่วนควบคุมรถสำรวจ

จากวงจรของภาคส่ง (ซึ่งได้แสดงไว้ที่ภาคผนวก) จะมีการควบคุมการทำงาน โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ AT89C52 เป็นตัวควบคุมการทำงาน พอร์ตของไมโครคอนโทรลเลอร์ จะถูกแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่เป็นอินพุท คือขาที่ P1.0 ถึง P1.8 จะเป็นส่วนที่รับค่ามาจาก พอร์ตขนานของคอมพิวเตอร์ และส่วนที่เป็นเอาท์พุท คือขา P3.1 หรือขา TXD ค่าที่ได้ออกมาจะเป็นแบบอนุกรม เพื่อส่งค่าให้กับโมดูลของภาคส่ง เพื่อส่งค่าออกอากาศต่อไป

ในการใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ ส่งค่าแบบอนุกรมออกมาทางขา TXD นี้ เราจะกำหนดโหมด การทำงานให้กับ ไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นโหมด 1 ซึ่งสามารถกำหนดค่า Baud Rate ได้

3.3.2 ภาครับสัญญาณของส่วนควบคุมรถสำรวจ

จากวงจรของภาครับ (ซึ่งได้แสดงไว้ที่ภาคผนวก) เมื่อโมดูลทางภาครับ รับค่ามาจากภาคส่ง ก็จะส่งค่าที่ได้นี้ให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์ของภาครับในรูปแบบอนุกรมเช่นกัน ที่ขา10 หรือขาพอร์ต P3.0 (RXD) เมื่อไมโครคอนโทรลเลอร์ รับค่าที่ได้ก็จะสร้างรูปแบบข้อมูลต่างๆ ไปควบคุมการเคลื่อนที่ของรถและทิศทางของกล้อง ตามค่าที่ไมโครคอนโทรลเลอร์รับค่าได้ โดยทิศทางของกล้อง จะใช้สเต็ปมอเตอร์ ในการเคลื่อนที่ไปของกล้อง โดยจะมีไอซี ULN 2003 เป็นไอซีขับสเต็ปมอเตอร์ โดยไมโครคอนโทรลเลอร์จะส่งค่าออกมาทางพอร์ต P0 โดยที่ 4 บิตแรกจะเป็นการควบคุมสเต็ปมอเตอร์ ตัวที่ 1 ให้กล้องหมุนขึ้นหรือลง ส่วนใน 4 บิตหลังจะเป็นการควบคุมสเต็ปมอเตอร์ ตัวที่ 2 ให้กล้องหมุนไปทางซ้ายหรือขวา ส่วนในการเคลื่อนที่ของตัวรถจะเคลื่อนที่โดยใช้ดีซีมอเตอร์ แบบมีเฟืองทดช่วยในการขับเคลื่อน โดยจะมีอยู่ด้วยกัน 2 ชุด โดยในการควบคุมการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เคลื่อนที่ของรถสำรวจจะรับค่ามาจากพอร์ต P1 จำนวน 4 บิต มาจ่ายให้กับไอซี TA7279P เพื่อไปขับมอเตอร์ทั้ง 2 ตัวต่อไป

3.4 ส่วนการรับและส่งสัญญาณ ของกล้อง

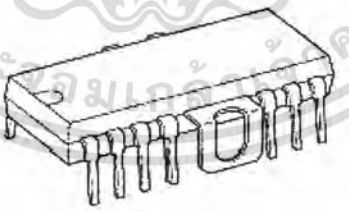
ส่วนของกล้องนั้นได้เลือกใช้โมดูลกล้อง รุ่น 203CA-1 มีลักษณะเป็น Spy Camera และ VDO Sender รุ่น CCTV-1500RS แบบสำเร็จรูป ในการรับ-ส่งสัญญาณ มีระยะการส่งรัศมีประมาณ 50 เมตร ในที่โล่ง สัญญาณที่ภาครับ จะได้ออกมาเป็น สัญญาณภาพ AV ซึ่งจะต้องมี Card จับภาพ โดยได้เลือกใช้ Card สำเร็จรูป ยี่ห้อ FlyVideo รุ่น EZSeries สำหรับต่อกล้องวิดีโอเข้าคอมพิวเตอร์ ซึ่งจะรับสัญญาณภาพดังกล่าวได้

3.5 การควบคุมการหมุนของดีซี มอเตอร์

โดยการใช้ไอซี TA7279P เป็น ไอซีที่ผลิตขึ้นโดยบริษัทโตชิบา มีตัวถังแบบ HDIP14-P-500-2.54A ลักษณะภายใน ไอซี จะประกอบด้วยวงจร H-Bridge SW. จำนวน 2 ชุด (สามารถควบคุมมอเตอร์ได้ 2 ตัว) แต่ละชุดมีคุณสมบัติดังนี้

- รับแรงดันได้ตั้งแต่ 0 ~ 18 v.
- เอาท์พุทจ่ายกระแสได้ถึง 1.0A (AVE) ,3.0A (Peak)

นอกจากนั้นภายใน ยังมีฟังก์ชันหยุดการทำงานเมื่ออุณหภูมิสูงเกินไป และยังมีวงจรจำกัดกระแส



HDIP14-P-500-2.54A

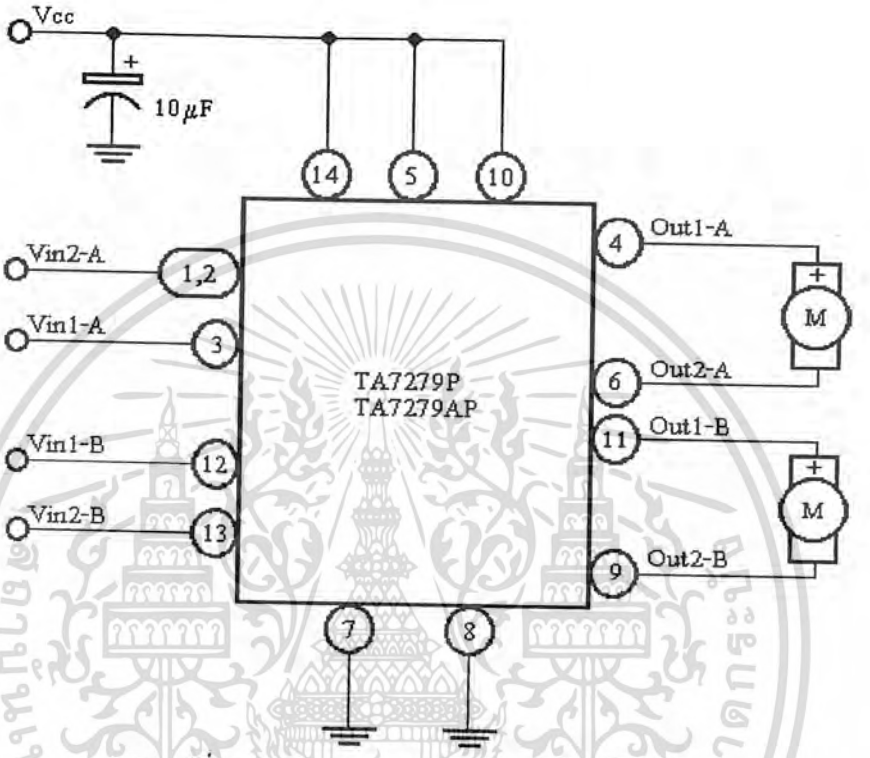
รูปที่ 3.9 ไอซี TA 7279P

วงจรการใช้งาน

การนำไอซี TA7279P ไปใช้งานนั้น สามารถทำงานด้วยตัวของไอซีเองได้ จากรูปที่ 3.11 เป็นวงจรการทำงาน จะเห็นว่านอกจากไอซีแล้ว วงจรต้องการเพียงตัวเก็บประจุ ค่าประมาณ 10 μF

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อีกเพียง 1 ตัว เท่านั้น ตัวเก็บประจุมีเพื่อทำหน้าที่ บายพาสสัญญาณรบกวน หากไม่ใส่ตัวเก็บประจุ อาจส่งผลให้การทำงานผิดพลาด เมื่อต่อเชื่อมร่วมกับวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์



รูปที่ 3.10 วงจรการควบคุมการหมุนของดีซี มอเตอร์

การควบคุม

เนื่องจาก วงจรการควบคุมทิศทางการหมุนของดีซี มอเตอร์ ได้ใช้ไอซี TA7279P ซึ่งเป็นไอซีสำเร็จรูป เพราะฉะนั้นเมื่อต่อวงจรใช้งานตามวงจรรูปที่ 3.11 การควบคุมนั้นสามารถทำได้โดยการป้อนสัญญานลอจิก "1" หรือสัญญานลอจิก "0" เข้าที่ด้านอินพุต 1, 2 เท่านั้น วงจรก็สามารถทำงานได้ ส่วนมอเตอร์จะหมุน Forward หรือ Reward หรือหยุดหมุน ขึ้นอยู่กับสัญญานควบคุมที่ป้อนให้แก่ตัวของไอซี TA7279P ดังแสดงรายละเอียดดังตารางที่ 3.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1 การป้อนสัญญาณควบคุมไอซี TA7279P

IN		OUT		MODE
1	2	1	2	
0	0	High-Impedance		Stop
0	1	L	H	CW/CWW
1	0	H	L	CCW/CW
1	1	H	H	Break

จากตารางที่ 3.1 จะมีการทำงานที่น่าสนใจอยู่ 2 โหมด คือ Stop และ Break ซึ่ง 2 โหมด นี้มีการทำงานต่างกันอยู่เล็กน้อยดังนี้

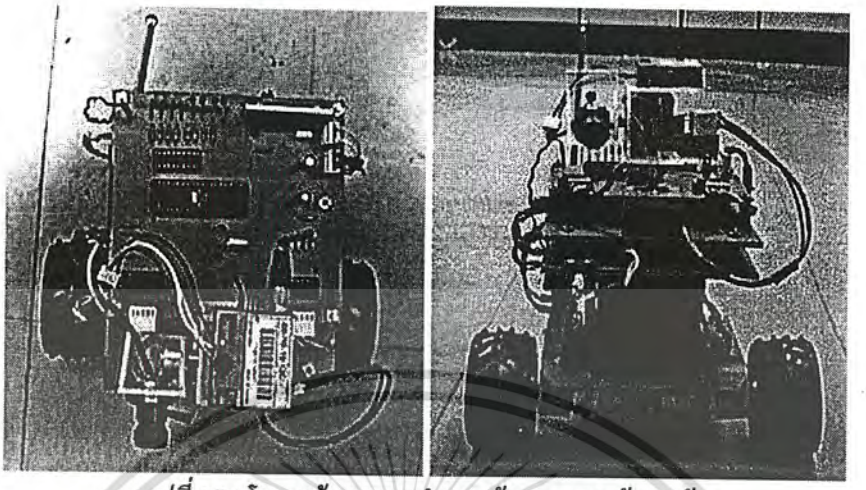
Stop : จะทำงานเปรียบเสมือน การปลดมอเตอร์ออกจากแหล่งจ่าย คือถ้าป้อนสัญญาณให้แก่มอเตอร์แล้ว มอเตอร์จะค่อย ๆ หมุนช้าลงเรื่อย ๆ จนหยุดนิ่งสนิท

Break : จะทำงานเปรียบเสมือน การล็อคมอเตอร์เอาไว้ คือถ้าป้อนสัญญาณให้แก่มอเตอร์แล้ว มอเตอร์จะหยุดในทันทีทันใด

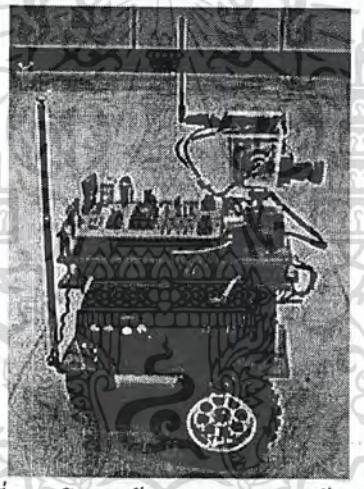
3.6 โครงสร้างของรถสำรวจ

จากรูปที่ 3.11 – 3.12 แสดงโครงสร้างของตัวรถสำรวจ การขับเคลื่อนของตัวรถสำรวจจะใช้มอเตอร์ 2 ตัวเป็นตัวขับล้อทั้ง 2 ล้อ โดยที่มอเตอร์จะมีเฟืองทดต่ออยู่ด้วย เพื่อขับเคลื่อนตัวรถสำรวจให้วิ่งไปตามต้องการ ในส่วนการบังคับทิศทางของกล้อง จะใช้สเต็ปมอเตอร์ 2 ตัว ทำให้กล้องสามารถหมุนไปทางซ้าย-ขวา และขึ้น-ลงได้

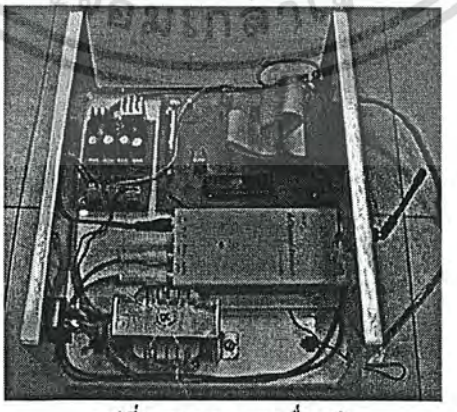
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.11 โครงสร้างของรถสำรวจ ด้านบน และด้านหน้า



รูปที่ 3.12 โครงสร้างรถของสำรวจ (ด้านข้าง)



รูปที่ 3.13 ชุดของเครื่องส่ง

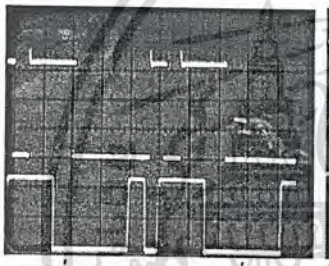
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

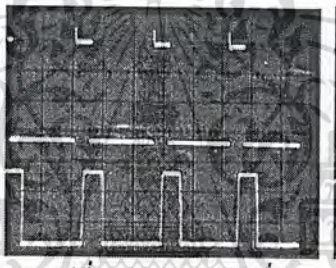
การทดลอง

4.1 ทดลองการรับ-ส่งข้อมูลแบบไร้สาย

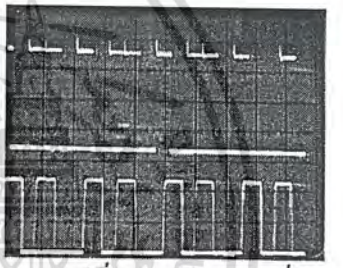
ทำการวัดรูปคลื่นสัญญาณที่ภาคส่งของเครื่องส่งและภาครับของรถสำรวจ โดยใช้ออสซิลโลสโคป แชนแนล 1 ตั้ง Time/Div ที่ 0.2 mS , Volts/Div ที่ 1 V ทำการวัดสัญญาณที่ขา 5 ของโมดูลตัวส่ง (TXD1) และแชนแนล 2 ตั้ง Time/Div ที่ 0.2 mS , Volts/Div ที่ 2 V ทำการวัดสัญญาณที่ขา 7 ของโมดูลตัวรับ (RXD1)



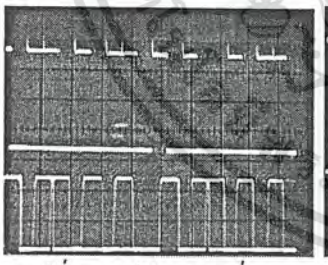
รูปที่ 4.1 รูปสัญญาณเมื่อกดปุ่มให้กล้องหมุนขึ้น



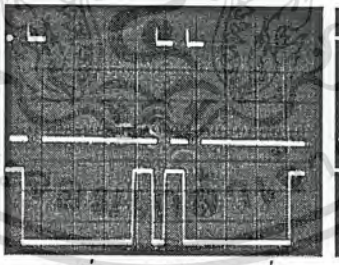
รูปที่ 4.2 รูปสัญญาณเมื่อกดปุ่มให้กล้องหมุนลง



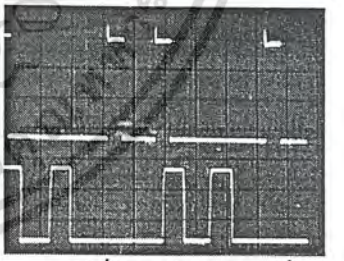
รูปที่ 4.3 รูปสัญญาณเมื่อกดปุ่มให้กล้องหมุนซ้าย



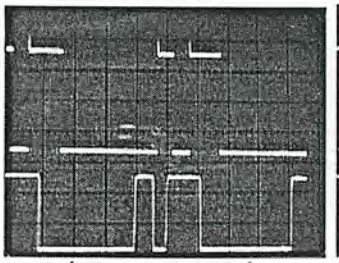
รูปที่ 4.4 รูปสัญญาณเมื่อกดปุ่มให้กล้องหมุนขวา



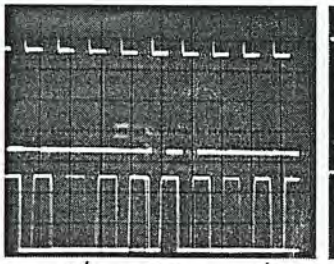
รูปที่ 4.5 รูปสัญญาณเมื่อกดปุ่มให้รถเดินหน้า



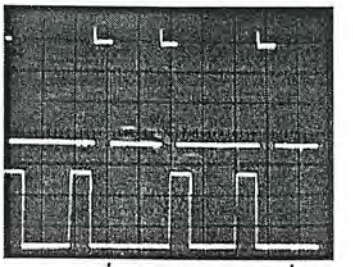
รูปที่ 4.6 รูปสัญญาณเมื่อกดปุ่มให้รถถอยหลัง



รูปที่ 4.7 รูปสัญญาณเมื่อกดปุ่มให้รถหมุนหน้าซ้าย

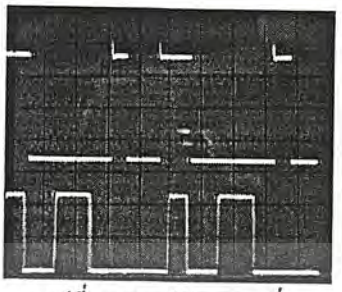


รูปที่ 4.8 รูปสัญญาณเมื่อกดปุ่มให้รถหมุนหน้าขวา

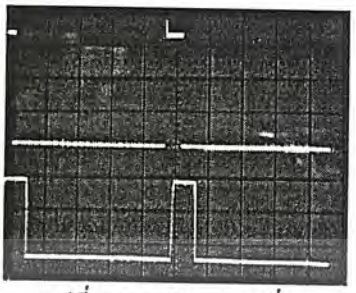


รูปที่ 4.9 รูปสัญญาณเมื่อกดปุ่มให้รถหมุนหลังซ้าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

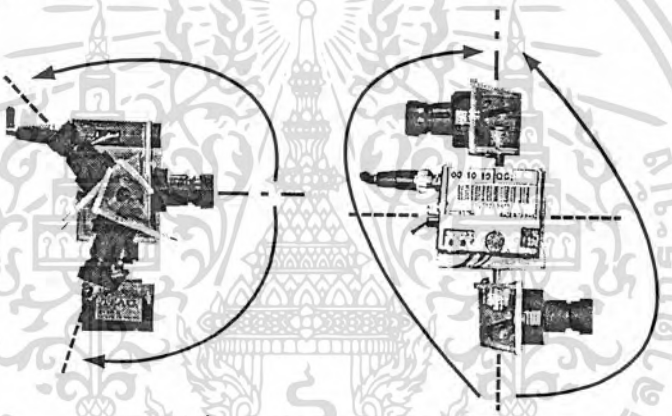


รูปที่ 4 .10 รูปสัญญาณเมื่อกดปุ่มให้รถหมุนหลังซ้าย



รูปที่ 4.11 รูปสัญญาณเมื่อไม่มีการกดปุ่มใดๆ

4.2 ทดลององศาการหมุนของกล้อง



รูปที่4.12 องศาการหมุนของกล้อง

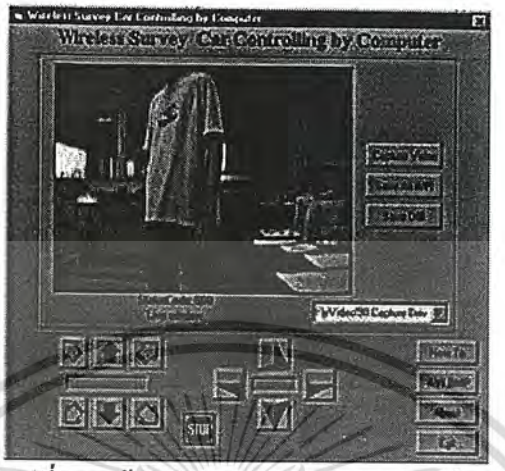
จากรูปที่4.12 แสดงองศาการหมุนของกล้องให้หมุนขึ้น-ลง และหมุนซ้าย-ขวา ซึ่งในการหมุนกล้องขึ้น-ลง นั้น สามารถหมุนกล้องขึ้นได้ประมาณ 135 องศา หมุนกล้องลงได้ประมาณ 120 องศา จากแนวระดับ

ในการหมุนกล้องไปทาง ซ้าย-ขวา สามารถหมุนกล้องไปทางข้างหน้าของตัวกล้องได้ประมาณ 180 องศา และหมุนกล้องไปทางข้างหลังของตัวกล้องได้ประมาณ 180 องศา

4.3 ทดลองการรับภาพ จากกล้อง

ทำการทดลองรับ-ส่งภาพ ซึ่งสามารถรับภาพจากกล้องมาแสดงผลที่คอมพิวเตอร์ และสามารถบันทึกเป็นไฟล์ภาพเคลื่อนไหว (.AVI) และ ไฟล์ภาพ (.BMP)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่4.13หน้าต่างโปรแกรม การรับภาพจากกล้อง

4.4 ทดลองระยะการเคลื่อนที่ของรถสำรวจและระยะการรับภาพ

ตารางที่4.1 ผลการทดลอง ระยะการเคลื่อนที่ของรถสำรวจและระยะการรับภาพ

ระยะทาง	สถานะของรถสำรวจ	สถานะ การรับภาพ
1	ควบคุมได้	สี ชัดเจน
2	ควบคุมได้	สี ชัดเจน
5	ควบคุมได้	สี ชัดเจน
10	ควบคุมได้	สี ชัดเจน
15	ควบคุมได้	สี ชัดเจน
20	ควบคุมได้	สี ชัดเจน
25	ควบคุมได้	สี ชัดเจน
30	ควบคุมได้	สี ชัดเจน
35	ควบคุมได้	สี ชัดเจน
40	ควบคุมได้	สี ชัดเจน
45	ควบคุมได้	สี มีสโนว์เล็กน้อย
46	ควบคุมได้	สี มีสโนว์เล็กน้อย
47	ควบคุมได้	สี มีสโนว์มากขึ้นเรื่อยๆ
48	ควบคุมได้	สี มีสโนว์มากขึ้นเรื่อยๆ
49	ควบคุมได้	สี มีสโนว์มากขึ้นเรื่อยๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่4.1 (ต่อ) ผลการทดลอง ระยะการเคลื่อนที่ของรถสำรวจและระยะการรับภาพ

ระยะทาง	สถานะของรถสำรวจ	สถานะ การรับภาพ
50	ควบคุมได้	สี มีสโนว์มากขึ้นเรื่อยๆ
51	ควบคุมได้	สี มีสโนว์มากขึ้นเรื่อยๆ
52	ควบคุมได้	สี มีสโนว์มากขึ้นเรื่อยๆ
53	ควบคุมได้	สี มีสโนว์มากขึ้นเรื่อยๆ
54	ควบคุมได้	สี มีสโนว์มากขึ้นเรื่อยๆ
55	ควบคุมได้	เป็นสโนว์มาก เห็นภาพลาง ๆ
56	ควบคุมได้	เป็นสโนว์มาก เห็นภาพลาง ๆ
57	ควบคุมได้	เป็นสโนว์มาก เห็นภาพลาง ๆ
58	ควบคุมได้	ซ่า มองไม่เห็นภาพ
59	ควบคุมได้	-
60	ควบคุมได้	-
61	สัญญาณเริ่มมีการผิดเพี้ยน	-
62	ควบคุมไม่ได้	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

การทำรถสำรวจติดกล้องควบคุมไร้สายผ่านคอมพิวเตอร์ นั้นจะต้องใช้ความรู้ในหลายด้าน ไม่ว่าจะเป็นการศึกษาโปรแกรมวิชวลเบสิก การศึกษาโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์ เครื่องรับ เครื่องส่งวิทยุ การควบคุมมอเตอร์ การออกแบบโครงสร้างของรถ หรือการส่งสัญญาณภาพวิดีโอ

จากการทำโครงงานนี้ เมื่อทำการทดลองจะเห็นว่าได้ผลเป็นที่น่าพอใจ และการควบคุมตัวรถ ให้เคลื่อนที่โดยการสั่งที่คอมพิวเตอร์ ไปควบคุมคอนโทรลเลอร์โดยการต่อโดยตรง ก็จะเห็นผลเป็นที่น่าพอใจมาก แต่เมื่อนำทั้งระบบมาผ่านการรับ-ส่งทางคลื่นวิทยุ ทำให้พบปัญหาที่ต้องทำให้หนักใจพอควร จึงได้รู้ว่าระบบการสื่อสารแบบไร้สาย(Wireless) เป็นเรื่องที่ยุ่งยากมากพอสมควร

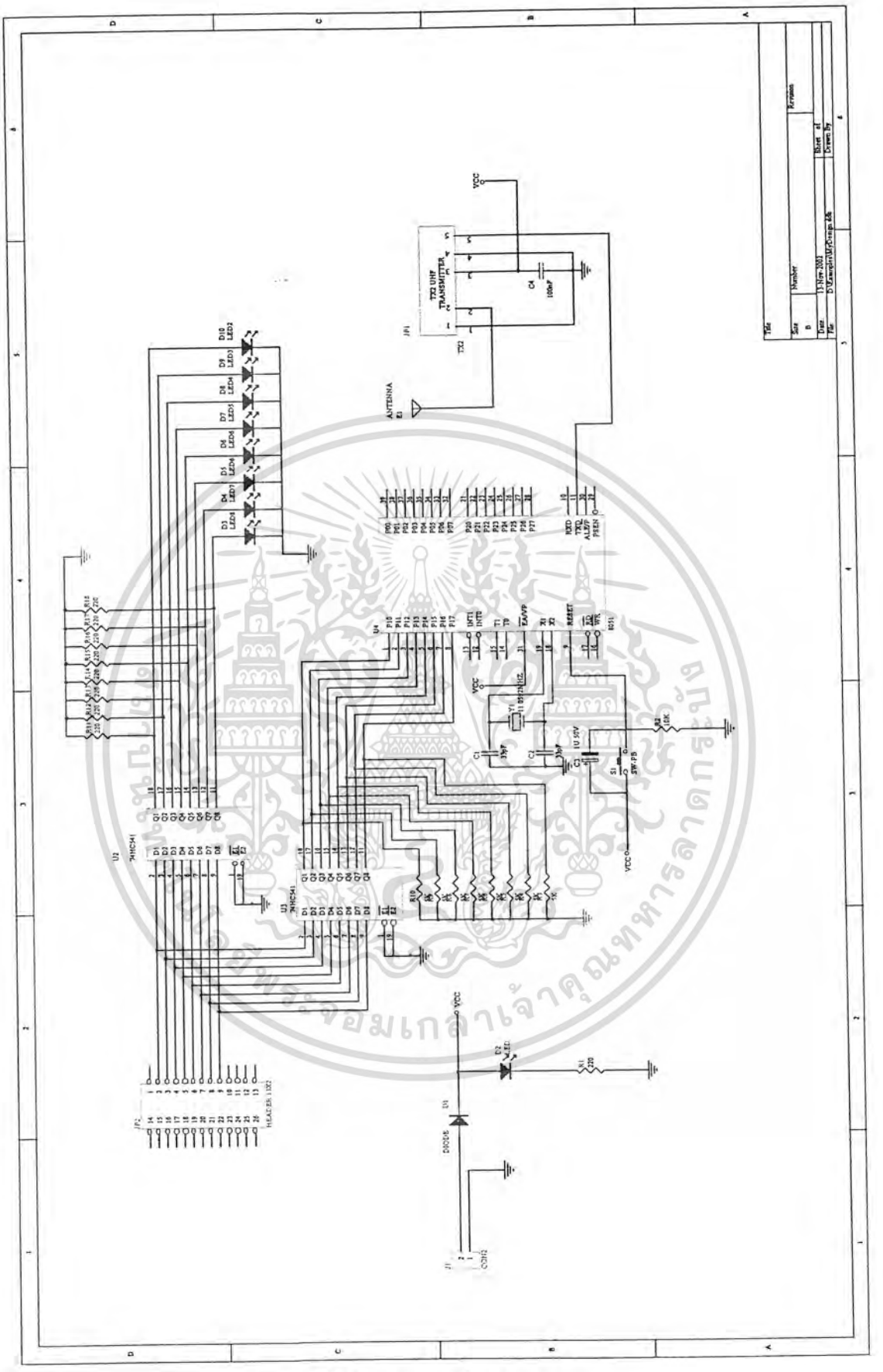
ปัญหาและแนวทางแก้ไข ปัญหาที่พบจะมีหลายปัญหาเช่น การส่งภาพกลับมาแสดงที่คอมพิวเตอร์นั้น ได้ใช้เครื่องส่งสัญญาณภาพ (Video Sender) ซึ่งเป็นชุดสำเร็จรูปมาเป็นตัวส่งสัญญาณภาพ ซึ่งในการรับภาพจะมีระยะที่จำกัด ถ้าระยะไกลๆ การรับภาพอาจไม่ชัดเจน แนวทางแก้ไขอาจใช้เครื่องส่งสัญญาณภาพที่มีกำลังส่งดีๆ แต่จะทำให้สิ้นเปลืองงบประมาณมาก

ส่วนโครงสร้างของตัวรถสำรวจ มีขนาดค่อนข้างใหญ่ น้ำหนักมาก เนื่องจากขนาดของแบตเตอรี่ ส่วนการขับเคลื่อนรถสำรวจจะใช้มอเตอร์ 2 ตัว ในการขับล้อหน้าทั้ง 2 ข้าง ทางด้านล้อหลังจะมีเพียงล้อเดียว จึงมีปัญหาในการเคลื่อนที่ของรถสำรวจในทางตรง เพราะจะรถสำรวจหมุนออกซ้าย-ขวา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

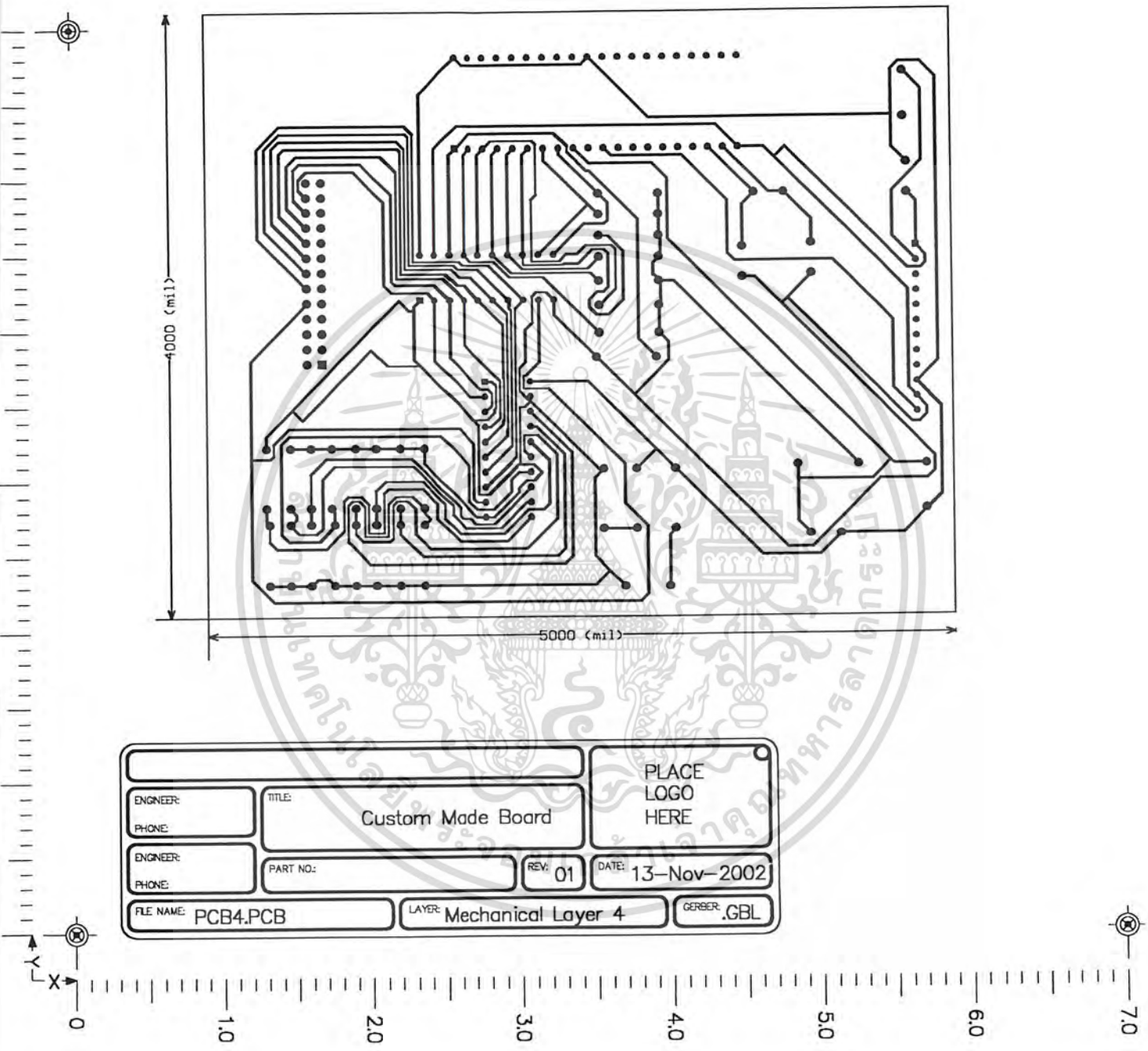
ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



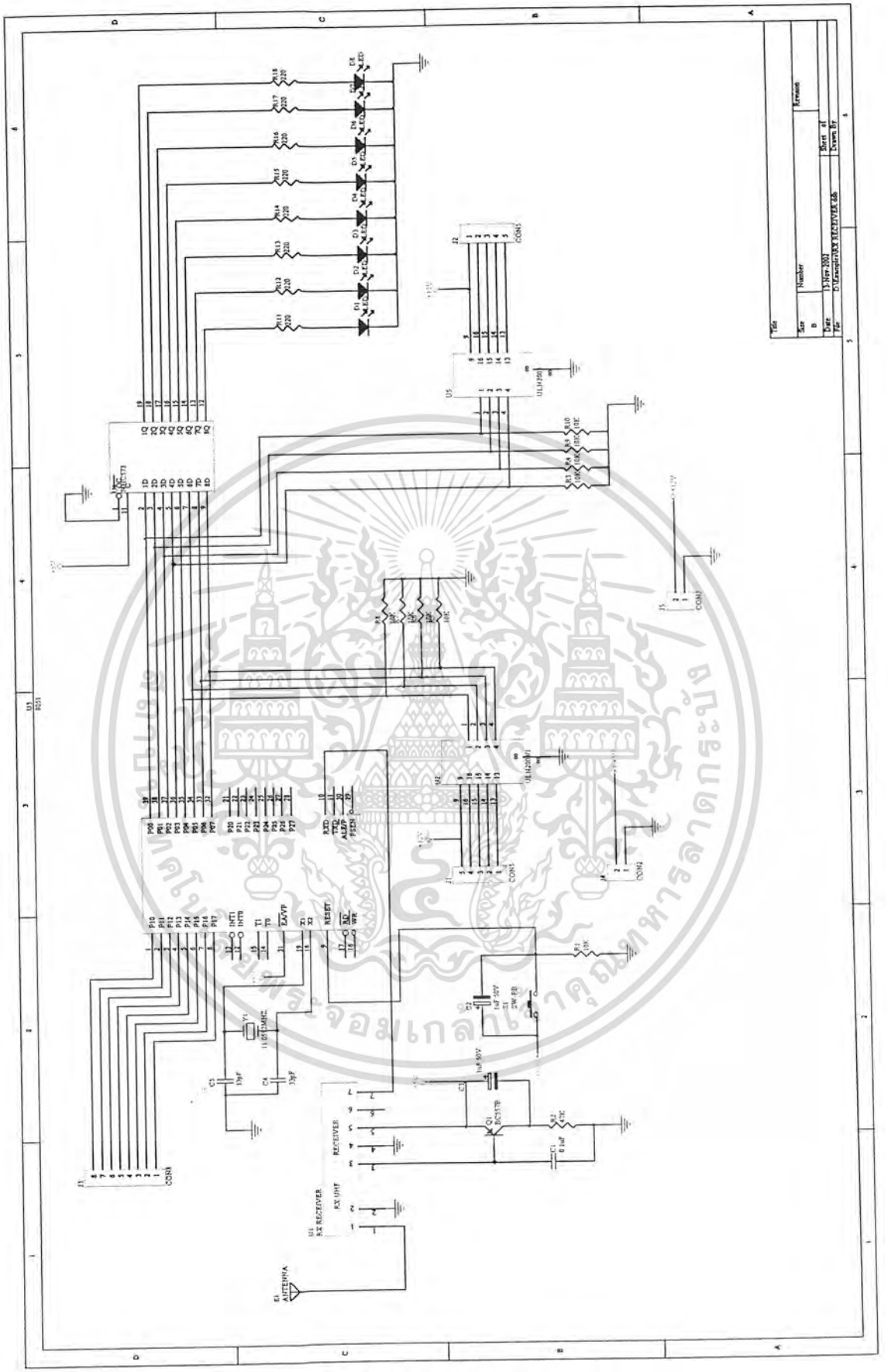
วงจรภาคส่งสัญญาณของส่วนควบคุมรถ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



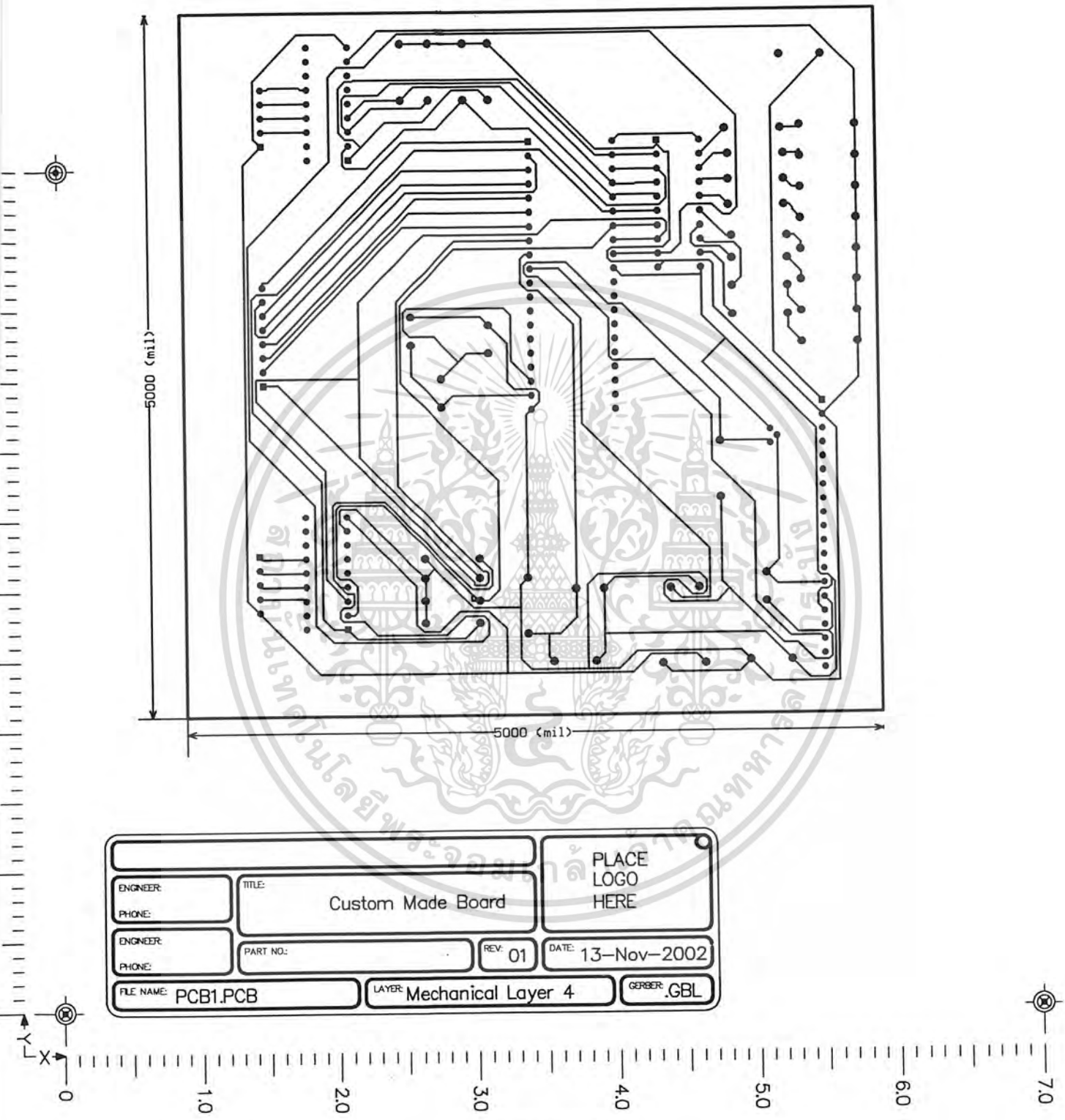
ลายวงจรของภาคส่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



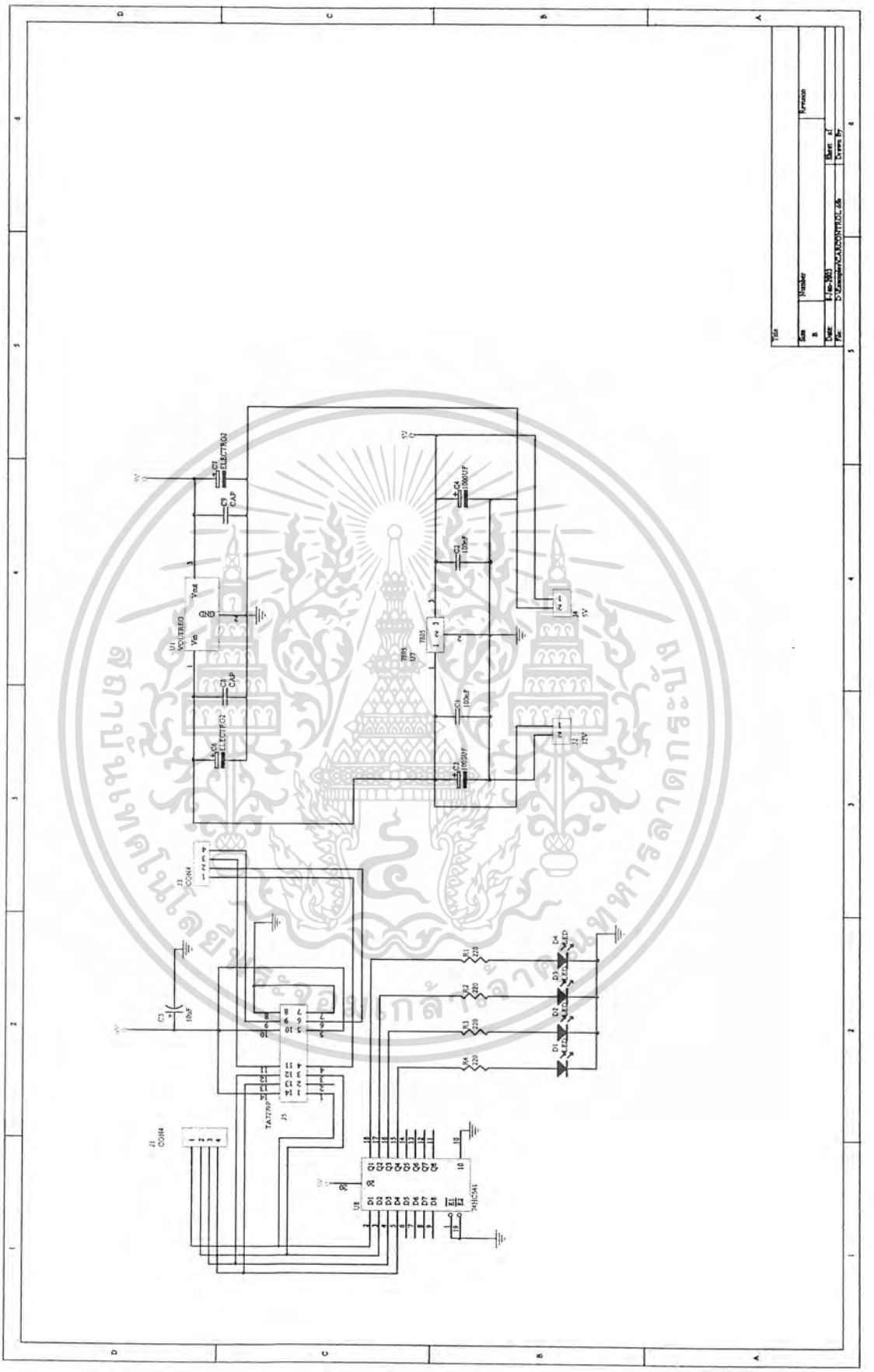
วงจรภาครับสัญญาณของส่วนควบคุมรถ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



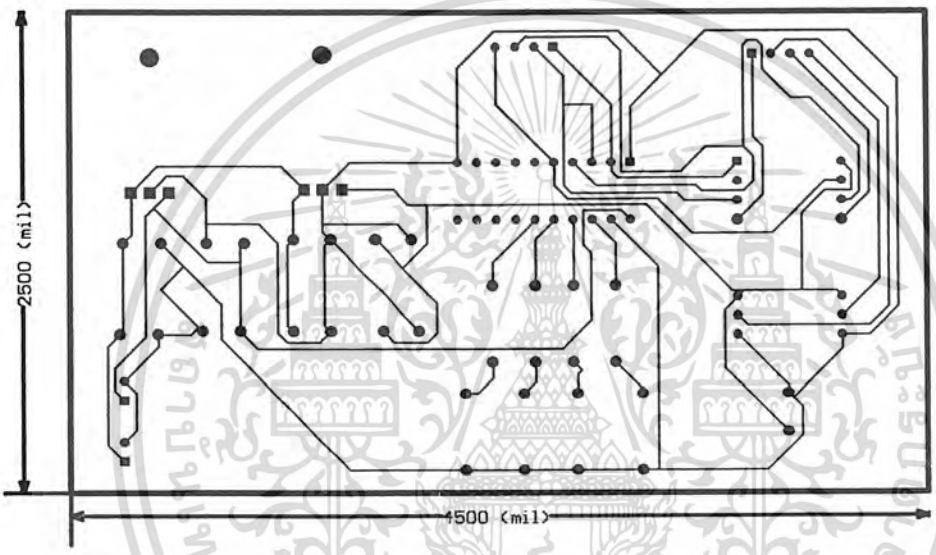
ลายวงจรของภาครับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

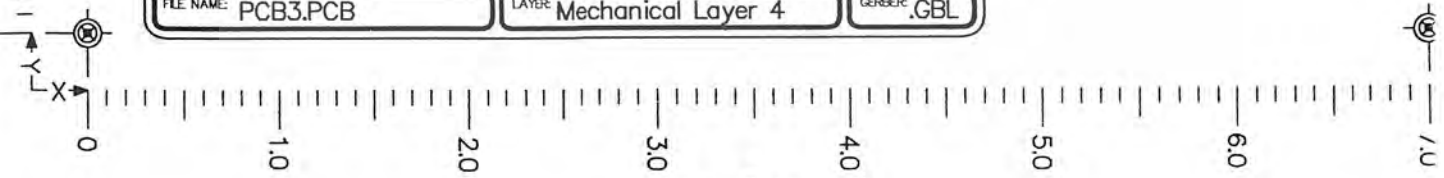


วงจรขับมอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ENGINEER: PHONE:	TITLE: Custom Made Board		PLACE LOGO HERE
ENGINEER: PHONE:	PART NO.:	REV: 01	DATE: 8-Jan-2003
FILE NAME: PCB3.PCB	LAYER: Mechanical Layer 4		GERBER: .GBL



ลายวงจรขับมอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซอสโค้ด

โปรแกรมคอนโทรลเลอร์ ภาคส่ง

```
; INPUT      EQU   P1
;*************************************************
;*************** SEND DATA TO SERIAL **************
;****************** 9600,N,8,1 ********************
;*************************************************
                ORG   0000H
INIT_SER:       MOV   TMOD,#00100000B   ;time1 mode2
                MOV   SCON,#01010000B   ;mode1 serial port
                MOV   TH1,#0FDH
                MOV   A,#00H
                MOV   PCON,A            ;SMOD = 0
                CLR   ET1               ;clear timer1 interrupt
                SETB  TR1               ;start timer1
                CLR   ES
                CLR   EA

START:          MOV   A,P1
                ACALLTX_BYTE
                AJMP  START

TX_BYTE:        PUSH  IE
                CLR   TI
                MOV   SBUF,A
                JNB   TI,$
                CLR   TI
                POP   IE
                RET
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซอสโค้ด

โปรแกรมคอนโทรลเลอร์ ภาครับ

```
; INPUT   EQU  P1
R8:             EQU     20H         ;DEALY
R9:             EQU     21H         ;DELAY
RA:             EQU     22H         ;DELAY
STEP_L_R:       EQU     23H
STEP_U_D:       EQU     24H
L_R_COUNT:      EQU     25H
U_D_COUNT:      EQU     27H
BACK_UP:        EQU     29H

                ORG     0000H

                MOV     PCON,#00H
                MOV     SCON,#01010000B
                MOV     TMOD,#00100000B
                MOV     TH1,#0FDH
                SETB    TR1
;***************
        MOV     STEP_L_R,#00110011B     ;FIRST STATUS STEP MOTOR_1
        MOV     STEP_U_D,#00110011B     ;FIRST STATUS STEP MOTOR_2
        MOV     L_R_COUNT,#110D         ; CENTER
        MOV     U_D_COUNT,#110D         ; CENTER
        MOV     P0,#00110011B
        MOV     P1,#0FFH
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;************************************************
;*************** SELECT CASE CONTROL ***************
;************************************************
START:          JNB     RI,$
                MOV     A,SBUF
                CLR     RI

;******* DRIVE WELL *******
NEXT_0:         CJNE    A,#00H,NEXT_1
                AJMP    W_STOP
NEXT_1:         CJNE    A,#01H,NEXT_2
                AJMP    W_FORWORD
NEXT_2:         CJNE    A,#02H,NEXT_3
                AJMP    W_BACK
NEXT_3:         CJNE    A,#03H,NEXT_4
                AJMP    W_FORWORD_LEFT
NEXT_4:         CJNE    A,#04H,NEXT_5
                AJMP    W_BACK_LEFT
NEXT_5:         CJNE    A,#05H,NEXT_6
                AJMP    W_FORWORD_RIGHT
NEXT_6:         CJNE    A,#06H,NEXT_7
                AJMP    W_BACK_RIGHT

;****** DRIVE CAMERA ******
NEXT_7:         CJNE    A,#07H,NEXT_8
                AJMP    C_UP
NEXT_8:         CJNE    A,#08H,NEXT_9
                AJMP    C_DOWN
NEXT_9:         CJNE    A,#09H,NEXT_A
                AJMP    C_LEFT
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
NEXT_A:          CJNE   A,#0AH,NEXT_B
                 AJMP   C_RIGHT
NEXT_B:          AJMP   START

;************************************************
;***************** DRIVER MOTOR ******************
;*** P0.0 - P0.3    EQU CAMERA LEFT-RIGHT ***
;*** P0.4 - P0.7    EQU CAMERA UP - DOWN  ***
;*** P1.0 - P1.1    EQU WELL LEFT         ***
;*** P1.2 - P1.3    EQU WELL RIGHT        ***
;************************************************
W_FORWORD:               MOV   P1,#00000101B
                         AJMP  START
W_FORWORD_RIGHT:         MOV   P1,#00001101B
                         AJMP  START
W_FORWORD_LEFT:          MOV   P1,#00000111B
                         AJMP  START
W_BACK:                  MOV   P1,#00001010B
                         AJMP  START
W_BACK_RIGHT:            MOV   P1,#00001110B
                         AJMP  START
W_BACK_LEFT:             MOV    P1,#00001011B
                         AJMP  START
W_STOP:                  MOV   P1,#00001111B
                         AJMP  START

;**********************************
C_UP:            MOV   A,U_D_COUNT
                 CJNE  A,#210D,C_UP_1
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                AJMP    START
C_UP_1:         INC     U_D_COUNT
                MOV     A,STEP_U_D
                RL      A
                MOV     STEP_U_D,A
                ANL     A,#0F0H
                MOV     BACK_UP,A
                MOV     A,STEP_L_R
                ANL     A,#00FH
                ORL     A,BACK_UP
                MOV     P0,A
                ACALL   DELAY_M
                AJMP    START
C_DOWN:         MOV     A,U_D_COUNT
                CJNE    A,#070D,C_DOWN_1
                AJMP    START
C_DOWN_1:       DEC     U_D_COUNT
                MOV     A,STEP_U_D
                RR      A
                MOV     STEP_U_D,A
                ANL     A,#0F0H
                MOV     BACK_UP,A
                MOV     A,STEP_L_R
                ANL     A,#00FH
                ORL     A,BACK_UP
                MOV     P0,A
                ACALL   DELAY_M
                AJMP    START
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;************************************
C_RIGHT:        MOV   A,L_R_COUNT
                CJNE  A,#215D,C_RIGHT_1
                AJMP  START
C_RIGHT_1:      INC   L_R_COUNT
                MOV   A,STEP_L_R
                RR    A
                MOV   STEP_L_R,A
                ANL   A,#00FH
                MOV   BACK_UP,A
                MOV   A,STEP_U_D
                ANL   A,#0F0H
                ORL   A,BACK_UP
                MOV   P0,A
                ACALLDELAY_M
                AJMP  START
C_LEFT:         MOV   A,L_R_COUNT
                CJNE  A,#05D,C_LEFT_1
                AJMP  START
C_LEFT_1:       DEC   L_R_COUNT
                MOV   A,STEP_L_R
                RL    A
                MOV   STEP_L_R,A
                ANL   A,#00FH
                MOV   BACK_UP,A
                MOV   A,STEP_U_D
                ANL   A,#0F0H
                ORL   A,BACK_UP
                MOV   P0,A
                ACALLDELAY_M
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                AJMP   START

;*****************************************************
DELAY_M:        MOV    R8,#030H
DEL_M:          MOV    R9,#0FFH
                DJNZ   R9,$
                DJNZ   R8,DEL_M
                RET
DELAY:          MOV     R5,#001H
DEL0:           MOV     R6,#0FFH
DEL1:           MOV     R7,#0FFH
                DJNZ   R7,$
                DJNZ   R6,DEL1
                DJNZ   R5,DEL0
                RET
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซอสโค้ด

โปรแกรมภาษาเบสิก

FORM 1

```
Private Sub cmdabout_Click()
Unload Form1
Form4.Show 1
Out &H378, &H0
End Sub
Private Sub cmdavi_Click()
Unload Form1
Form3.Show 1
Out &H378, &H0
End Sub
Private Sub cmdbwl_KeyDown(KeyCode As Integer, Shift As Integer)
Select Case KeyCode
Case vbKeyW
Out &H378, &H1
Label1.Caption = "Forward"
Case vbKeyQ
Out &H378, &H3
Label1.Caption = "Forward Left"
Case vbKeyE
Out &H378, &H5
Label1.Caption = "Forward Right"
Case vbKeyA
Out &H378, &H4
Label1.Caption = "Backward Left"
Case vbKeyX
Out &H378, &H0
Beep
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Label1.Caption = "Stop"
Case vbKeyS
Out &H378, &H2
Label1.Caption = "Backward "
Case vbKeyD
Out &H378, &H6
Label1.Caption = "Backward Right"
End Select
End Sub
Private Sub cmdbwl_KeyUp(KeyCode As Integer, Shift As Integer)
Select Case KeyCode
Case vbKeyW
Out &H378, &H0
Label1.Caption = ""
Case vbKeyQ
Out &H378, &H0
Label1.Caption = ""
Case vbKeyE
Out &H378, &H0
Label1.Caption = ""
Case vbKeyA
Out &H378, &H0
Label1.Caption = ""
Case vbKeyX
Out &H378, &H0
Beep
Label1.Caption = ""
Case vbKeyS
Out &H378, &H0
Label1.Caption = ""
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Case vbKeyD
Out &H378, &H0
Label1.Caption = ""
End Select
End Sub
Private Sub cmdbwl_MouseDown(Button As Integer, Shift As Integer, X As Single, Y As Single)
Out &H378, &H4
Label1.Caption = "Backward Left"
cmds.SetFocus
End Sub
Private Sub cmdbwl_MouseUp(Button As Integer, Shift As Integer, X As Single, Y As Single)
Out &H378, &H0
Label1.Caption = ""
cmds.SetFocus
End Sub
Private Sub cmdbwr_KeyDown(KeyCode As Integer, Shift As Integer)
Select Case KeyCode
Case vbKeyW
Out &H378, &H1
Label1.Caption = "Forward"
Case vbKeyQ
Out &H378, &H3
Label1.Caption = "Forward Left"
Case vbKeyE
Out &H378, &H5
Label1.Caption = "Forward Right"
Case vbKeyA
Out &H378, &H4
Label1.Caption = "Backward Left"
Case vbKeyX
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Out &H378, &H0
Beep
Label1.Caption = "Stop"
Case vbKeyS
Out &H378, &H2
Label1.Caption = "Backward "
Case vbKeyD
Out &H378, &H6
Label1.Caption = "Backward Right"
End Select
End Sub
Private Sub cmdbwr_KeyUp(KeyCode As Integer, Shift As Integer)
Select Case KeyCode
Case vbKeyW
Out &H378, &H0
Label1.Caption = ""
Case vbKeyQ
Out &H378, &H0
Label1.Caption = ""
Case vbKeyE
Out &H378, &H0
Label1.Caption = ""
Case vbKeyA
Out &H378, &H0
Label1.Caption = ""
Case vbKeyX
Out &H378, &H0
Beep
Label1.Caption = ""
Case vbKeyS
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Out &H378, &H0
Label1.Caption = ""
Case vbKeyD
Out &H378, &H0
Label1.Caption = ""
End Select
End Sub
Private Sub cmdbwr_MouseDown(Button As Integer, Shift As Integer, X As Single, Y As
Single)
Out &H378, &H6
Label1.Caption = "Backward Right"
cmds.SetFocus
End Sub
Private Sub cmdbwr_MouseUp(Button As Integer, Shift As Integer, X As Single, Y As Single)
Out &H378, &H0
Label1.Caption = ""
cmds.SetFocus
End Sub
Private Sub cmdcapture_Click()
 Call ezVidCap1.CaptureVideo
 cmds.SetFocus
End Sub
Private Sub cmdfwl_KeyDown(KeyCode As Integer, Shift As Integer)
Select Case KeyCode
Case vbKeyW
Out &H378, &H1
Label1.Caption = "Forward"
Case vbKeyQ
Out &H378, &H3
Label1.Caption = "Forward Left"
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Case vbKeyE
Out &H378, &H5
Label1.Caption = "Forward Right"
Case vbKeyA
Out &H378, &H4
Label1.Caption = "Backward Left"
Case vbKeyX
Out &H378, &H0
Beep
Label1.Caption = "Stop"
Case vbKeyS
Out &H378, &H2
Label1.Caption = "Backward "
Case vbKeyD
Out &H378, &H6
Label1.Caption = "Backward Right"
End Select
End Sub
Private Sub cmdfwl_KeyUp(KeyCode As Integer, Shift As Integer)
Select Case KeyCode
Case vbKeyW
Out &H378, &H0
Label1.Caption = ""
Case vbKeyQ
Out &H378, &H0
Label1.Caption = ""
Case vbKeyE
Out &H378, &H0
Label1.Caption = ""
Case vbKeyA
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Out &H378, &H0
Label1.Caption = ""
Case vbKeyX
Out &H378, &H0
Beep
Label1.Caption = ""
Case vbKeyS
Out &H378, &H0
Label1.Caption = ""
Case vbKeyD
Out &H378, &H0
Label1.Caption = ""
End Select
End Sub
Private Sub cmdfwl_MouseDown(Button As Integer, Shift As Integer, X As Single, Y As Single)
Out &H378, &H3
Label1.Caption = "Forward Left"
cmds.SetFocus
End Sub
Private Sub cmdfwl_MouseUp(Button As Integer, Shift As Integer, X As Single, Y As Single)
Out &H378, &H0
Label1.Caption = ""
cmds.SetFocus
End Sub
Private Sub cmdfwr_KeyDown(KeyCode As Integer, Shift As Integer)
Select Case KeyCode
Case vbKeyW
Out &H378, &H1
Label1.Caption = "Forward"
Case vbKeyQ
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Out &H378, &H3
Label1.Caption = "Forward Left"
Case vbKeyE
Out &H378, &H5
Label1.Caption = "Forward Right"
Case vbKeyA
Out &H378, &H4
Label1.Caption = "Backward Left"
Case vbKeyX
Out &H378, &H0
Beep
Label1.Caption = "Stop"
Case vbKeyS
Out &H378, &H2
Label1.Caption = "Backward "
Case vbKeyD
Out &H378, &H6
Label1.Caption = "Backward Right"
End Select
End Sub
Private Sub cmdfwr_KeyUp(KeyCode As Integer, Shift As Integer)
Select Case KeyCode
Case vbKeyW
Out &H378, &H0
Label1.Caption = ""
Case vbKeyQ
Out &H378, &H0
Label1.Caption = ""
Case vbKeyE
Out &H378, &H0
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Label1.Caption = ""
Case vbKeyA
Out &H378, &H0
Label1.Caption = ""
Case vbKeyX
Out &H378, &H0
Beep
Label1.Caption = ""
Case vbKeyS
Out &H378, &H0
Label1.Caption = ""
Case vbKeyD
Out &H378, &H0
Label1.Caption = ""
End Select
End Sub
Private Sub cmdfwr_MouseDown(Button As Integer, Shift As Integer, X As Single, Y As Single)
Out &H378, &H5
Label1.Caption = "Forward Right"
cmds.SetFocus
End Sub
Private Sub cmdfwr_MouseUp(Button As Integer, Shift As Integer, X As Single, Y As Single)
Out &H378, &H0
Label1.Caption = ""
cmds.SetFocus
End Sub
Private Sub cmdhowto_Click()
Unload Form1
Form2.Show 1
Out &H378, &H0
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
End Sub
Private Sub cmdbw_KeyDown(KeyCode As Integer, Shift As Integer)
Select Case KeyCode
Case vbKeyW
Out &H378, &H1
Label1.Caption = "Forward"
Case vbKeyQ
Out &H378, &H3
Label1.Caption = "Forward Left"
Case vbKeyE
Out &H378, &H5
Label1.Caption = "Forward Right"
Case vbKeyA
Out &H378, &H4
Label1.Caption = "Backward Left"
Case vbKeyX
Out &H378, &H0
Beep
Label1.Caption = "Stop"
Case vbKeyS
Out &H378, &H2
Label1.Caption = "Backward "
Case vbKeyD
Out &H378, &H6
Label1.Caption = "Backward Right"
End Select
End Sub
Private Sub cmdbw_KeyUp(KeyCode As Integer, Shift As Integer)
Select Case KeyCode
Case vbKeyW
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Out &H378, &H0
Label1.Caption = ""
Case vbKeyQ
Out &H378, &H0
Label1.Caption = ""
Case vbKeyE
Out &H378, &H0
Label1.Caption = ""
Case vbKeyA
Out &H378, &H0
Label1.Caption = ""
Case vbKeyX
Out &H378, &H0
Beep
Label1.Caption = ""
Case vbKeyS
Out &H378, &H0
Label1.Caption = ""
Case vbKeyD
Out &H378, &H0
Label1.Caption = ""
End Select
End Sub
Private Sub cmdbw_MouseDown(Button As Integer, Shift As Integer, X As Single, Y As Single)
Out &H378, &H2
Label1.Caption = "Backward"
cmds.SetFocus
End Sub
Private Sub cmdbw_MouseUp(Button As Integer, Shift As Integer, X As Single, Y As Single)
Out &H378, &H0
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Label1.Caption = ""
cmds.SetFocus
End Sub
Private Sub cmddown_MouseDown(Button As Integer, Shift As Integer, X As Single, Y As
Single)
Out &H378, &H8
Label2.Caption = "Down"
cmds.SetFocus
End Sub
Private Sub cmddown_MouseUp(Button As Integer, Shift As Integer, X As Single, Y As Single)
Out &H378, &H0
Label2.Caption = ""
cmds.SetFocus
End Sub
Private Sub cmdfw_KeyDown(KeyCode As Integer, Shift As Integer)
Select Case KeyCode
Case vbKeyW
Out &H378, &H1
Label1.Caption = "Forward"
Case vbKeyQ
Out &H378, &H3
Label1.Caption = "Forward Left"
Case vbKeyE
Out &H378, &H5
Label1.Caption = "Forward Right"
Case vbKeyA
Out &H378, &H4
Label1.Caption = "Backward Left"
Case vbKeyX
Out &H378, &H0
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Beep
Label1.Caption = "Stop"
Case vbKeyS
Out &H378, &H2
Label1.Caption = "Backward "
Case vbKeyD
Out &H378, &H6
Label1.Caption = "Backward Right"
End Select
End Sub
Private Sub cmdfw_KeyUp(KeyCode As Integer, Shift As Integer)
Select Case KeyCode
Case vbKeyW
Out &H378, &H0
Label1.Caption = ""
Case vbKeyQ
Out &H378, &H0
Label1.Caption = ""
Case vbKeyE
Out &H378, &H0
Label1.Caption = ""
Case vbKeyA
Out &H378, &H0
Label1.Caption = ""
Case vbKeyX
Out &H378, &H0
Beep
Label1.Caption = ""
Case vbKeyS
Out &H378, &H0
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Label1.Caption = ""
Case vbKeyD
Out &H378, &H0
Label1.Caption = ""
End Select
End Sub
Private Sub cmdfw_MouseDown(Button As Integer, Shift As Integer, X As Single, Y As Single)
Out &H378, &H1
Label1.Caption = "Forward"
cmds.SetFocus
End Sub
Private Sub cmdfw_MouseUp(Button As Integer, Shift As Integer, X As Single, Y As Single)
Out &H378, &H0
Label1.Caption = ""
cmds.SetFocus
End Sub
Private Sub cmdl_MouseDown(Button As Integer, Shift As Integer, X As Single, Y As Single)
Out &H378, &H9
Label2.Caption = "Left"
cmds.SetFocus
End Sub
Private Sub cmdl_MouseUp(Button As Integer, Shift As Integer, X As Single, Y As Single)
Out &H378, &H0
Label2.Caption = ""
cmds.SetFocus
End Sub
Private Sub cmdr_MouseDown(Button As Integer, Shift As Integer, X As Single, Y As Single)
Out &H378, &HA
Label2.Caption = "Right"
cmds.SetFocus
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
End Sub
Private Sub cmdr_MouseUp(Button As Integer, Shift As Integer, X As Single, Y As Single)
Out &H378, &H0
Label2.Caption = ""
cmds.SetFocus
End Sub
Private Sub cmds_Click()
Out &H378, &H0
Beep
Label1.Caption = "Stop"
cmds.SetFocus
End Sub
Private Sub cmds_KeyDown(KeyCode As Integer, Shift As Integer)
Select Case KeyCode
Case vbKeyW
Out &H378, &H1
Label1.Caption = "Forward"
Case vbKeyQ
Out &H378, &H3
Label1.Caption = "Forward Left"
Case vbKeyE
Out &H378, &H5
Label1.Caption = "Forward Right"
Case vbKeyA
Out &H378, &H4
Label1.Caption = "Backward Left"
Case vbKeyX
Out &H378, &H0
Beep
Label1.Caption = "Stop"
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Case vbKeyS
Out &H378, &H2
Label1.Caption = "Backward "
Case vbKeyD
Out &H378, &H6
Label1.Caption = "Backward Right"
End Select
End Sub
Private Sub cmdex_Click()
End
Out &H378, &H0
End Sub
Private Sub cmds_KeyUp(KeyCode As Integer, Shift As Integer)
Select Case KeyCode
Case vbKeyW
Out &H378, &H0
Label1.Caption = ""
Case vbKeyQ
Out &H378, &H0
Label1.Caption = ""
Case vbKeyE
Out &H378, &H0
Label1.Caption = ""
Case vbKeyA
Out &H378, &H0
Label1.Caption = ""
Case vbKeyX
Out &H378, &H0
Beep
Label1.Caption = ""
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Case vbKeyS
Out &H378, &H0
Label1.Caption = ""
Case vbKeyD
Out &H378, &H0
Label1.Caption = ""
End Select
End Sub
Private Sub cmds_MouseDown(Button As Integer, Shift As Integer, X As Single, Y As Single)
Out &H378, &H0
Beep
Label1.Caption = "Stop"
cmds.SetFocus
End Sub
Private Sub cmds_MouseUp(Button As Integer, Shift As Integer, X As Single, Y As Single)
Out &H378, &H0
Label1.Caption = ""
cmds.SetFocus
End Sub
Private Sub cmdsaveavi_Click()
Dim filename As String
   mCmnDlg.Flags = cdlOFNFileMustExist
   mCmnDlg.Filter = "AVI File(*.avi)|*.avi"
   'mCmnDlg.InitDir = App.Path
   mCmnDlg.DialogTitle = "Save AS AVI File"
   mCmnDlg.DefaultExt = "avi"
   mCmnDlg.ShowSave
   filename = mCmnDlg.filename
      On Error Resume Next
      Call ezVidCap1.SaveAs(filename)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    If Err Then
        MsgBox Err.Description, vbInformation, App.Title
    End If
cmds.SetFocus
End Sub
Private Sub cmdsavedib_Click()
  Dim filename As String
    mCmnDlg.Flags = cdlOFNFileMustExist
    mCmnDlg.Filter = "DIB File(*.bmp)|*.bmp"
    mCmnDlg.DialogTitle = "Save AS DIB File"
    mCmnDlg.DefaultExt = "bmp"
    mCmnDlg.ShowSave
    filename = mCmnDlg.filename
      On Error Resume Next
      Call ezVidCap1.SaveDIB(filename)
      If Err Then
        MsgBox Err.Description, vbInformation, App.Title
      End If
cmds.SetFocus
End Sub
Private Sub cmdup_MouseDown(Button As Integer, Shift As Integer, X As Single, Y As Single)
Out &H378, &H7
Label2.Caption = "Up"
cmds.SetFocus
End Sub
Private Sub cmdup_MouseUp(Button As Integer, Shift As Integer, X As Single, Y As Single)
Out &H378, &H0
Label2.Caption = ""
cmds.SetFocus
End Sub
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Private Sub ezVidCap1_StatusClear()
lblStatusCode.Caption = ""
lblStatusString.Caption = ""
End Sub
Private Sub ezVidCap1_ErrorMessage(ByVal ErrCode As Long, ByVal ErrString As String)
If ErrCode <> 0 Then
    'Debug.Print ErrString
    lblStatusString = "Error " & ErrString
    lblStatusString.Refresh
  End If
End Sub
Private Sub ezVidCap1_StatusMessage(ByVal StatCode As Long, ByVal StatString As String)
lblStatusCode.Caption = "StatusCode: " & StatCode
lblStatusCode.Refresh
If StatCode <> 0 Then
  'Debug.Print StatString
  lblStatusString.Caption = StatString
  lblStatusString.Refresh
End If
End Sub
Private Sub Form_Load()
Form1.Show
cmds.SetFocus
End Sub
```

FORM 2

```
Private Sub cmdback3_Click()
Form2.Hide
Unload Form2
Load Form1
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
End Sub

FORM 3
Private Sub cmdback3_Click()
Form3.Hide
Unload Form3
Load Form1
End Sub
Private Sub cmddib_Click()
CommonDialog1.CancelError = True
On Error GoTo errhandler
CommonDialog1.Flags = cd10FNFileMustExist
CommonDialog1.Filter = "DIB(*.bmp)|*.bmp"
CommonDialog1.ShowOpen
Image1.Picture = LoadPicture(CommonDialog1.filename)
errhandler:
End Sub
Private Sub cmdopen_Click()
CommonDialog1.CancelError = True
On Error GoTo errhandler
CommonDialog1.Flags = cd10FNFileMustExist
CommonDialog1.Filter = "video(*.avi)|*.avi"
CommonDialog1.ShowOpen
MediaPlayer1.filename = CommonDialog1.filename
errhandler:
End Sub

FORM 4
Private Sub cmdback3_Click()
Form3.Hide
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Unload Form3
Load Form1
End Sub
Private Sub cmddib_Click()
CommonDialog1.CancelError = True
On Error GoTo errhandler
CommonDialog1.Flags = cd1OFNFileMustExist
CommonDialog1.Filter = "DIB(*.bmp)|*.bmp"
CommonDialog1.ShowOpen
Image1.Picture = LoadPicture(CommonDialog1.filename)
errhandler:
End Sub
Private Sub cmdopen_Click()
CommonDialog1.CancelError = True
On Error GoTo errhandler
CommonDialog1.Flags = cd1OFNFileMustExist
CommonDialog1.Filter = "video(*.avi)|*.avi"
CommonDialog1.ShowOpen
MediaPlayer1.filename = CommonDialog1.filename
errhandler:
End Sub
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

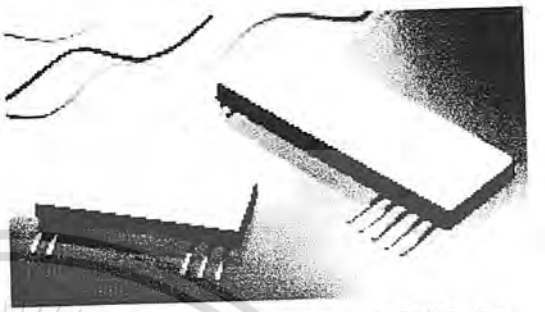
Radiometrix

Issue G, 01 May 2001

TX2 & RX2

UHF FM Data Transmitter and Receiver Modules

The TX2 and RX2 data link modules are a miniature PCB mounting UHF radio transmitter and receiver pair which enable the simple implementation of a data link at upto 160 kbit/s at distances upto 75 metres in-building and 300 metres open ground.



left: TX2 transmitter *right:RX2 receiver*

Features:

- EMC conforms to EN 301 489-3
- Type Approved to EN 300-220-3
- Data rates to 160 kbps
- Usable range to 300 m
- 418 & 433.92 MHz versions.
- Fully screened

Available for operation at 433.92 MHz in Europe, 418.00 MHz and 433.92 MHz in the U.K., both modules combine full screening with extensive internal filtering to ensure EMC compliance by minimising spurious radiations and susceptibilities. The TX2 and RX2 modules will suit one-to-one and multi-node wireless links in applications including car and building security, EPOS and inventory tracking, remote industrial process monitoring and computer networking. Because of their small size and low power requirements, both modules are ideal for use in portable, battery-powered applications such as hand-held terminals.

Transmitter - TX2

- 2 stage SAW controlled, FM modulated at upto 40 kbps
- Operation from 2.2V to 6V
- +9dBm on 433.92MHz (Europe & UK) , -6dBm on 418MHz (UK)
- High efficiency, >15% , DC ► RF
- Improved frequency and deviation accuracy
- 2nd harmonic, < -60dBc

Receiver - RX2

- Double conversion FM superhet
- SAW front end filter, image rejection 50dB
- Supply 3.0V to 6.0V @ 13mA
- -96 dBm sensitivity @1ppm BER with 160kbps version
- -100 dBm sensitivity @ 1ppm BER with 40kbps-version
- -107 dBm sensitivity @ 1ppm BER with 14kbps-version
- LO leakage, < -60 dBm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Functional description:

The TX2 transmitter module is a two stage, SAW controlled FM transmitter operating between 2V and 6V and is available in 433.92MHz and 418.00 MHz versions. The 433.92 MHz unit is type-approved to EN 300-220-1 for European use and delivers nominally +9dBm from a 5V supply at 12mA, while the 418.00 MHz unit has ETS 300-220 type-approval for U.K. use and delivers -3dBm from a 5V supply at 5mA. Both modules measure 12 x 32 x 3.8 mm.

The RX2 module is a double conversion FM superhet receiver capable of handling date rates of upto 40kbit/s. The SIL style RX2 receiver measures 17.5 x 48 x 4.5 mm. It will operate from a supply of 3-6V and draws 14mA when receiving. A fast-acting carrier detect and a power-up enable time of less than 1ms This allows effective duty cycle power saving and a -107 dBm sensitivity. This, combined with a SAW front-end filter results in an excellent RF performance and EMC conformance.

TX2 transmitter:

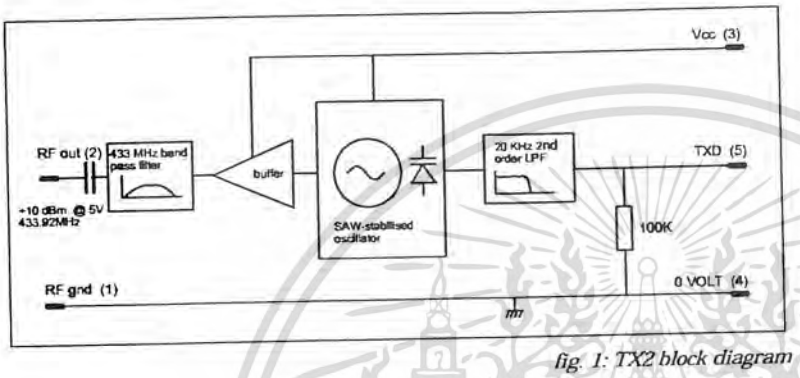


fig. 1: TX2 block diagram

Pin description:

RF GND *(pin 1)*
RF ground pin, internally connected to the module screen and pin 4 (0V). This pin should be connected to the RF return path (e.g. coax braid, main PCB ground plane etc.)

RF out *(pin 2)*
50Ω RF output to the antenna, it is DC isolated internally. (see antenna section of TX2 applications note for suggested antenna/feeds).

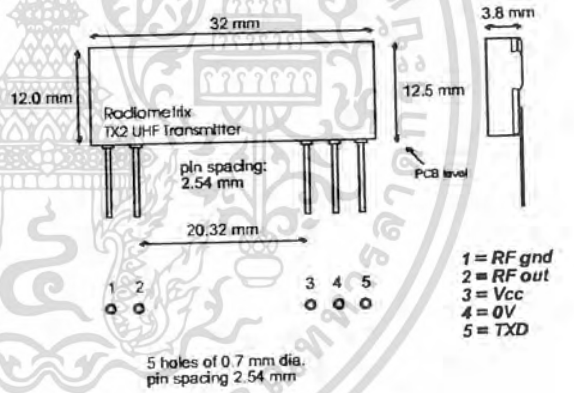


fig.2: physical dimensions

Vcc *(pin 3)*
+ve supply pin. The module will generate RF when the Vcc supply is present. Max ripple content 0.1V_{P-P}. A 100nF de-coupling ceramic capacitor is suggested.

0V *(pin 4)*
Supply ground connection, connected to pin 1 and screen.

TXD *(pin 5)*
This DC coupled modulation input will accept either serial digital data (0V to Vcc levels) or high level linear signals. Input impedance is 100kΩ.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

RX2 receiver:

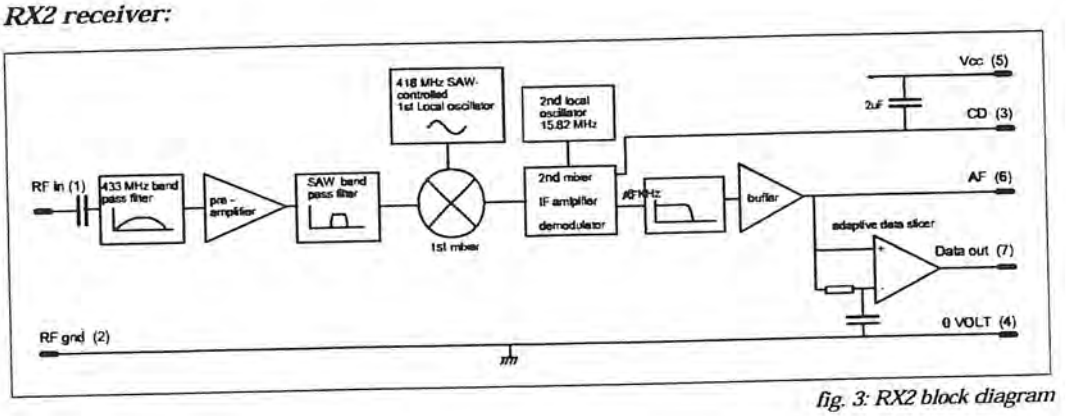


fig. 3: RX2 block diagram

Pin description

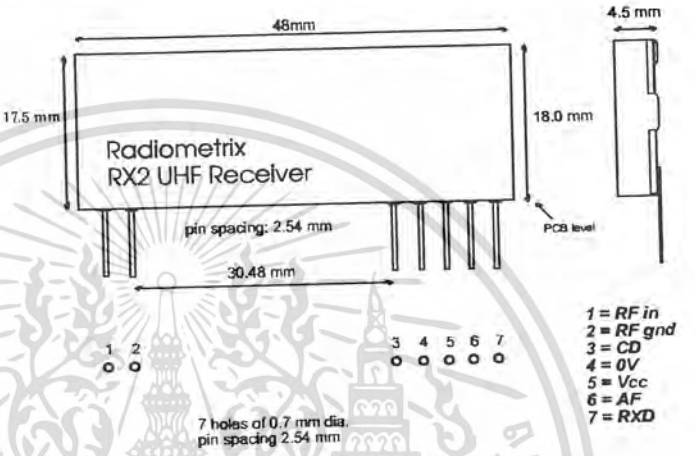


fig. 4: physical dimensions

RF in *(pin 1)*
50Ω RF input from the antenna, it is DC isolate internally. (see antenna section of RX2 applications note for suggested antenna/feeds).

RF GND *(pin 2)*
RF ground pin, internally connected to the module screen and pin 4 (0V). This pin should be connected to the RF return path (e.g. coax braid, main PCB ground plane etc.)

.

CD *(pin 3)*
The Carrier Detect may be used to drive an external PNP transistor to obtain a logic level carrier detect signal, see test circuit / applications note. If not required it should be connected to pin 5 (Vcc).

0volt *(pin 4)*
Supply ground connection, connected to pin 2 and screen.

Vcc *(pin 5)*
+ve supply pin. +3.0V to +6.0V @ <17mA . The supply must be clean < $2mV_{P-P}$ ripple. A 10µF de-coupling capacitor and 10Ω series resistor is recommended if a clean supply is not available.

AF *(pin 6)*
This is a buffered and filtered analogue output from the FM demodulator. It has a standing DC bias of 1.2V and $400mV_{P-P}$ base band signal. It is useful as a test point or to drive linear decoders. Load impedance should be > 2kΩ and < 100pF.

RXD *(pin 7)*
This digital output from the internal data slicer is a squared version of the signal on pin 6 (AF). It may be used to drive external decoders. The data is true data, i.e. as fed to the transmitter. Load impedance should be > 1kΩ and < 1nF

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Survival Maximums:

Operating temperature:	-10°C to +55°C
Storage temperature :	-40°C to +100°C

TX2, all variants

Vcc (pin 3)	-0.1V to +10.0V
Data input (pin 5)	-0.1V to +10.0V
RF out (pin 2)	±50V @ < 10MHz , +20dBm @ > 10MHz

RX2, all variants

Vcc (pin 5)	-0.1V to +10.0V
Data , CD & AF (pin 7,3,6)	-0.1V to + Vcc V
RF input (pin 1)	±50V @ < 10MHz , +13dBm @ > 10MHz

note: *Operation of the TX2 above 6V may cause the module to exceed the licensed power level.*

Electrical Performance: TX2 transmitter

	pin	min.	typ.	max.	units	notes
DC LEVELS						
supply voltage	3	2.2	3.0	4.0	V	-3V version
supply voltage	3	4.0	5.0	6.0	V	-5V version
CURRENT & RF POWER						
TX2-418-3V						
supply current @ Vcc = 3V	3	4	6	10	mA	
RF power @ Vcc = 3V	2	-7	-3	+3	dBm	1
TX2-418-5V						
supply current @ Vcc = 5V	3	4	6	10	mA	
RF power @ Vcc = 5V	2	-7	-3	+3	dBm	1
TX2-433-3V						
supply current @ Vcc = 3V	3	4	6	10	mA	
RF power @ Vcc = 3V	2	0	+4	+6	dBm	1
TX2-433-5V						
supply current @ Vcc = 5V	3	7	10	14	mA	
RF power @ Vcc = 5V	2	+6	+9	+12	dBm	1
RF						
2nd harmonic	2	-	-65	-54	dBc	1
harmonics @ > 1GHz	2	-	-50	-40	dBc	1
initial frequency accuracy	-	-30	0	+30	kHz	
overall frequency accuracy	-	-70	-	+70	kHz	
FM deviation (+/-)	-	20	25	30	kHz	
modulation bandwidth @ -3dB	-	DC	-	20	kHz	
modulation bandwidth @ -3dB		DC	-	100	kHz	2
modulation distortion (THD)	-	-	5	10	%	
power up time to full RF	-	-	-	100	µs	

note:

1. Measured into a 50Ω load.
2. For 160kbps version

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Electrical Performance: RX2 Receiver

Unless otherwise noted: Figures apply to 5V versions unless noted otherwise
Vcc = 5.0V, temperature 20°C unless noted otherwise

	pin	min.	typ.	Max.	units	notes
DC LEVELS						
supply voltage, Vcc standard	5	4.0	5.0	6.0	V	
supply voltage, Vcc, 3V version	5	3.0	3.5	4.0	V	
supply current	5	11	13	17	mA	
supply ripple	5	-	-	2	mV_{P-P}	1
data output high, 100µA source	7	-	Vcc-0.6	-	V	
data output low, 100µA sink	7	-	0.4	-	V	
load capacitance on AF / Data	6,7	-	-	100	pF	
RF						
RF sensitivity for 10dB (S+N)/N	1,6	-107	-113	-	dBm	14kbps version
RF sensitivity for 10dB (S+N)/N	1,6	-100	-107	-	dBm	40kbps version
RF sensitivity for 10dB (S+N)/N	1,6	-	-96	-	dBm	160kbps version
RF sensitivity for 1ppm BER	1,6	-100	-107	-	dBm	14kbps version
RF sensitivity for 1ppm BER	1,6	-93	-100	-	dBm	40kbps version
RF sensitivity for 1ppm BER	1,6	-	-90	-	dBm	160kbps version
CD threshold	1,3	-97	-107	-	dBm	14kbps version
CD threshold	1,3	-90	-100	-	dBm	40kbps version
CD threshold	1,3	-	-104	-	dBm	160kbps version
IF band width	-	-	250	-	kHz	
initial frequency accuracy	1	-30	0	+30	kHz	
E.M.C.						
image rejection ($2*F_{IF}$)	1	-	-50	-	dB	2
spurious responses upto 1GHz	1	-	-70	-	dB	2
LO leakage, conducted	1	-	-65	-	dBm	
LO leakage, radiated	-	-	-70	-	dBm	
AF BASE BAND						
baseband bandwidth @ -3dB	6	0.006	-	7	kHz	14kbps version
baseband bandwidth @ -3dB	6	0.060	-	20	kHz	40kbps version
baseband bandwidth @ -3dB	6	0.250	-	91	kHz	160kbps version
AF level	6	-	450	-	mV_{P-P}	
DC offset on AF	6	0.8	1.2	1.6	V	
distortion on recovered AF	6	-	0.5	1	%	
ultimate (S+N)/N	6	35	45	-	dB	
ultimate (S+N)/N	6	-	28	-	dB	160kbps version
DYNAMIC TIMING						
Power up with signal present						
power up to valid CD, T_{PU-CD}	-	-	1	-	ms	
power up to stable data, T_{PU-DAT}	-	-	20	-	ms	14kbps version
power up to stable data, T_{PU-DAT}	-	-	5	-	ms	40kbps version
power up to stable data, T_{PU-DAT}	-	-	3	-	ms	160kbps version
power up to stable AF, T_{PU-AF}	-	-	600	-	µs	160kbps version
power up to valid CD, T_{PU-CD}	-	-	700	-	µs	160kbps version

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	pin	min.	typ.	Max.	units	notes
Signal applied with supply on						
signal to valid CD, T_{SIG-CD}	-	-	0.5	-	ms	
signal to stable data, $T_{SIG-DAT}$	-	-	15	-	ms	14kbps version
signal to stable data, $T_{SIG-DAT}$	-	-	3	-	ms	40kbps version
signal to stable data, $T_{SIG-DAT}$	-	-	750	-	µs	160kbps version
signal to stable AF, T_{SIG-AF}	-	-	100	-	µs	160kbps version
signal to valid CD, T_{SIG-CD}	-	-	200	-	µs	160kbps version
time between data transitions	7	15	-	0.07	ms	4, 14kbps version
time between data transitions	7	1.5	-	0.025	ms	4, 40kbps version
time between data transitions	7	12.5	-	500	µs	4, 160kbps version
mark:space ratio	-	20	50	80	%	3

notes:

1. For 6dB (S+N)/N degradation on wanted -100dBm signal
2. Receiver spurious responses are at $F_{RF} \pm$ (n×15.92MHz), n=1,2,3 etc.
3. Average over 30ms (14kbps), 3ms (14kbps, 160kbs) at maximum bit rate.
4. Values for 50:50 mark to space (i.e. square wave)

Module test circuits

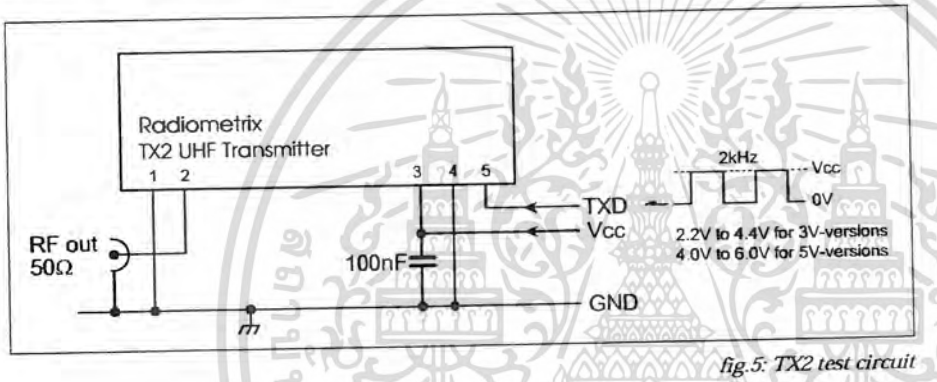


fig.5: TX2 test circuit

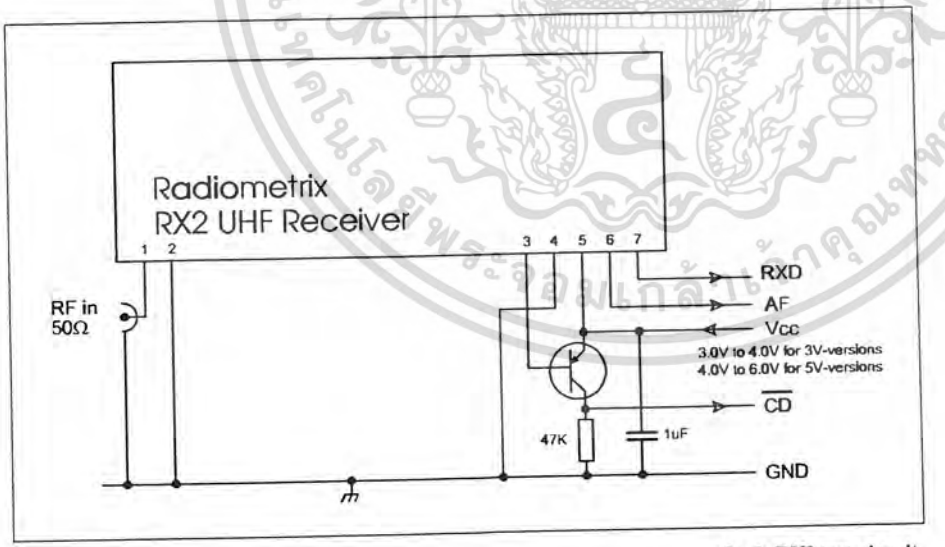


fig.6: RX2 test circuit

* *The PNP transistor enables a CMOS compatible Carrier Detect signal to be derived from pin 3. If no CD signal required pin 3 should be connected directly to pin 5 (Vcc)*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Module mounting considerations

The modules may be mounted horizontally or vertically on an area of ground plane preferably close to the antenna to minimise feed length. The receiver and it's antenna should be kept away from sources of interference (micro's, SMPS etc.). The modules may be potted if required in a viscous compound which can not enter the screen can..

Warning: *Do NOT wash the modules. They are not hermetically sealed.*

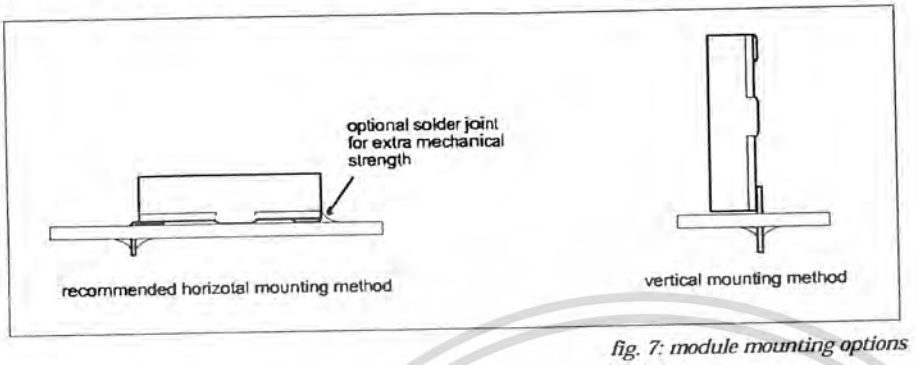


fig. 7: module mounting options

Antenna requirements

Three types of integral antenna are recommended and approved for use with the module:

A) *Helical* Wire coil, connected directly to pin 2, open circuit at other end. This antenna is very efficient given it's small size (20mm x 4mm dia.). The helical is a high Q antenna, trim the wire length or expand the coil for optimum results. The helical de-tunes badly with proximity to other conductive objects.

B) *Loop* A loop of PCB track tuned by a fixed or variable capacitor to ground at the 'hot' end and fed from pin 2 at a point 20% from the ground end. Loops have high immunity to proximity de-tuning.

C) *Whip* This is a wire, rod, PCB track or combination connected directly to pin 2 of the module. Optimum total length is 17cm (1/4 wave @ 418MHz) Keep the open circuit (hot) end well away from metal components to prevent serious de-tuning. Whips are ground plane sensitive and will benefit from internal 1/4 wave earthed radial(s) if the product is small and plastic cased

	A	B	C
	helical	*loop*	*whip*
Ultimate performance	**	*	***
Easy of design set-up	**	*	***
Size	***	**	*
Immunity proximity effects	**	***	*
Range open ground to similar antenna (for TX2-433-14-5V & RX2-433-14-5V)	200m	100m	300m

Antenna selection chart

The antenna choice and position directly controls the system range. Keep it clear of other metal in the system, particularly the 'hot' end. The best position by far, is sticking out the top of the product. This is often not desirable for practical/ergonomic reasons thus a compromise may need to be reached. If an internal antenna must be used try to keep it away from other metal components, particularly large ones like transformers, batteries and PCB tracks/earth plane. The space around the antenna is as important as the antenna itself

สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

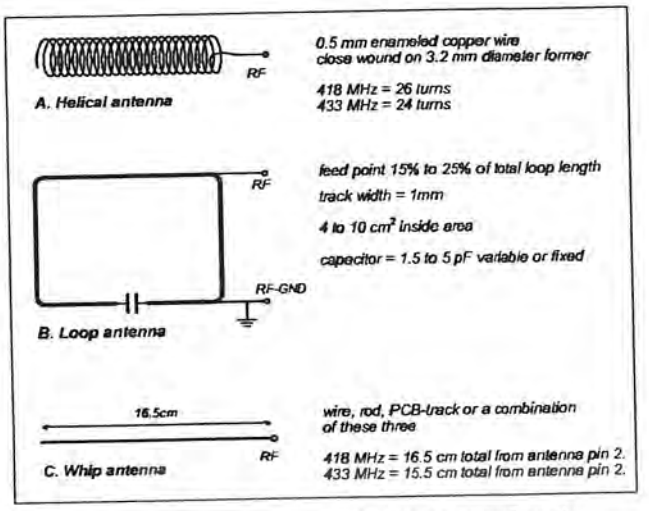


Fig.8: Antenna configuration

Duty Cycle requirements

The TX2-433 is a RF module intended to be incorporated into a wide variety of applications and finished products, Radiometrix have no control over the end user of the TX2-433.The harmonised band 433.05 to 434.79 MHz as detailed in Annex 1 of CEPT/ERC Recommendation 70-03 (which can be downloaded at http://www.ero.dk/scripts/docmanag98/dm.dll/QueryDoc?Cat=Recommendation) at this time, has no stated Duty Cycle restriction. It is intended that this band will, at some future date, be restricted to Duty Cycle Class 3 (<10%). Module users should, therefore, ensure that they comply with the stated Duty Cycle requirements of the version of CEPT/ERC Recommendation 70-03 in place at the time of incorporation of the TX2-433 into their product. It should be noted that the stated Duty Cycle must not be exceeded otherwise any approval granted for the TX2-433 will be invalidated."

Type Approval in UK

The TX2-418 is type approved in the UK to EN 300 220-3 for use in Telemetry, Telecommand and In-Building alarm applications.

CONFORMANCE to EN 300 220-3 REQUIRES THAT:

1. The transmitting antenna must be one of the 3 variants given in the data sheet. Antenna structures which yield ERP gain are not permitted.
2. The module must be directly and permanently connected to the transmitting antenna without the use of an external feeder. Increasing the RF power level by any means is not permitted.
3. The module must not be modified nor used outside it's specification limits.
4. The module may only be used to send digital or digitised data. Speech and/or music are not permitted.
5. The equipment in which the module is used ***must*** carry an inspection mark located on the outside of the equipment and be clearly visible. The minimum dimensions of the inspection mark shall be 10 x 15 mm and the letter and figure height must be no less than 2mm. The wording shall read:

   Radiometrix
   TX2-418 SRD-GB

6. Products intended for UK commercial application must be notified to the Radiocommunications Agency (RA) on form RA 249 (Cat I), obtainable from the RA's library service, Tel 0171 211 0502 / 0505

OEM Manufacturers incorporating the TX2 as a component part of their product are authorised by Radiometrix Ltd to quote our type-approval provided all the above conditions are complied with.

ไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

European type approval
The TX2-433 & RX2-433 are type approved to EN 300-220-3 for European use.

CONFORMANCE to EN 300-220-3 REQUIRES THAT:

1. The transmitting antenna must be one of the 3 variants given in the data sheet. Antenna structures which yield ERP gain are not permitted.
2. The module must be directly and permanently connected to the transmitting antenna without the use of an external feeder. Increasing the RF power level by any means is not permitted.
3. The module must not be modified nor used outside it's specification limits.
4. The equipment in which the module is used ***must*** carry an inspection mark located on the outside of the equipment and be clearly visible. The minimum dimensions of the inspection mark shall be 10 x 15 mm and the letter and figure height must be no less than 2mm. The wording shall read:

Radiometrix TX2-433 CEPT SRD 1e GB	respectively,	Radiometrix RX2-433 CEPT SRD 1e GB

5. It is not recommended to transmit carrier only. In Germany transmission may not be initiated without modulation.

OEM Manufacturers incorporating the TX2 & RX2 as a component part of their product are authorised by Radiometrix Ltd to quote our type-approval provided all the above conditions are complied with.

Most EEC member countries require notification before your product may be sold. We advise you to contact the radio regulatory authority in the relevant country.

Variants and Ordering information

The TX2 transmitter and RX2 receiver are manufactured in several variants

Frequencies 418.00 MHz for UK use
433.92 MHz for UK & European use

Supply voltage 5V (4V to 6V TX2 & RX2)
3V (3V to 4V for RX2, 2.2V to 4V for TX2)

RX data rate: Slower version, 7kHz baseband BW, slow data upto 14kbps
Faster versions, 20kHz baseband BW, fast data upto 40kbps
91kHz base band BW, faster data upto 160kbps

RX data rate applies to receivers only, the TX2 will handle fast or slow data.

The following are standard:

TX2-433-40:	433.92 MHz , 5V TX , +9dBm
TX2-433-160:	433.92 MHz , 5V TX , +9dBm
TX2-418-40:	418.00 MHz , 5V TX , -6dBm
RX2-433-14:	433.92 MHz , 5 Volt RX , 14kbps
RX2-433-40:	433.92 MHz , 5 Volt RX , 40kbps
RX2-433-160	433.92 MHz , 5 Volt RX , 160kbps
RX2-418-14:	418.00 MHz , 5 Volt RX , 14kbps
RX2-418-40:	418.00 MHz , 5 Volt RX , 40kbps

3V versions of the above are available and should be ordered with a -3V suffix on the part number. (e.g. RX2-433-14-3V is set-up for 3V to 4V operation)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Radiometrix Ltd

4 Hartcran House
Gibbs Couch
Watford WD19 5EZ
ENGLAND
Tel: 020 8428 1220
Fax:020 8428 1221
Int ☎: +44 20 8428 1220
www.radiometrix.co.uk
info@radiometrix.co.uk

Copyright notice

This product data sheet is the original work and copyrighted property of Radiometrix Ltd. Reproduction in whole or in part must give clear acknowledgement to the copyright owner.

Limitation of liability

The information furnished by Radiometrix Ltd is believed to be accurate and reliable. Radiometrix Ltd reserves the right to make changes or improvements in the design, specification or manufacture of its subassembly products without notice. Radiometrix Ltd does not assume any liability arising from the application or use of any product or circuit described herein, nor for any infringements of patents or other rights of third parties which may result from the use of its products. This data sheet neither states nor implies warranty of any kind, including fitness for any particular application. These radio devices may be subject to radio interference and may not function as intended if interference is present. We do NOT recommend their use for life critical applications.

Radio and EMC regulations

The Intrastat commodity code for all our modules is: 8542 4090.
The purchaser of Radiometrix subassemblies must satisfy all relevant EMC and other regulations applicable to their finished products.

R&TTE Directive

After 7 April 2001 the manufacturer can only place finished product on the market under the provisions of the R&TTE Directive. Equipment within the scope of the R&TTE Directive may demonstrate compliance to the essential requirements specified in Article 3 of the Directive, as appropriate to the particular equipment. Further details are available on Radiocommunications Agency (RA) web site: www.radio.gov.uk/document/libind.htm#emc

The Information and Library Service
Radiocommunications Agency
Wyndham House, Marsh Wall
London E14 9SX
United Kingdom
Tel: +44 (0)20 7211 0502 or 0505
Fax: +44 (0)20 7211 0507
E-mail: library.ra@gtnet.gov.uk

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้