สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

หุ่นสำรวจลอยฟ้า

SKYBOT

โดย

นายธวัชชัย แก้วศิริ

นายยงยุทธ มะลิลา

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมสารสนเทศ

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2546

วพ.
ธ 39493
2546

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 55749
วัน,เดือน,ปี 25 พ.ค. 2548

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
การสืบค้น คัดลอก ทำซ้ำ ทั้งหมดหรือบางส่วน ห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	หุ่นสำรวจลอยฟ้า
	SKYBOT
ชื่อนักศึกษา	นายธวัชชัย แก้วศิริ รหัสประจำตัว 44015647
	นายยงยุทธ มะลิลา รหัสประจำตัว 44015663
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร.ปิติเขต สู้รักษา
	อาจารย์ บุณย์ชนะ ภู่ระหงษ์
ระดับการศึกษา	ปริญญาตรี วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
	สาขาวิชาวิศวกรรมสารสนเทศ
ภาควิชา	วิศวกรรมสารสนเทศ
ปีการศึกษา	2546

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ได้รับอนุมัติเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

.....

(อาจารย์บุณย์ชนะ ภู่ระหงษ์)
อาจารย์ที่ปรึกษา

.....

(รองศาสตราจารย์ ดร.ปิติเขต สู้รักษา)
อาจารย์ที่ปรึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	หุ่นสำรวจลอยฟ้า SKYBOT
ชื่อนักศึกษา	นาย ธวัชชัย แก้วศิริ รหัสประจำตัว 44015647 นาย ยงยุทธ มะลิลา รหัสประจำตัว 44015663
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาตราจารย์.ดร.ปิติเขต สู้รักษา อาจารย์ บุณย์ชนะ ภู่ระหงษ์
ระดับการศึกษา	ปริญญาตรีวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมสารสนเทศ
ภาควิชา	วิศวกรรมสารสนเทศ
ปีการศึกษา	2546

บทคัดย่อ

โครงงานนี้เป็นการประยุกต์หุ่นสำรวจให้สามารถลอยอยู่บนอากาศและเข้าไปสำรวจพื้นที่ที่ยากต่อการเข้าถึง เช่น พื้นที่ปิด หรือ ในอุโมงค์ ซึ่งอาจเป็นบริเวณที่มีพื้นผิวขรุขระ ซึ่งหุ่นสำรวจสามารถลอยสูงจากพื้น ในการสำรวจนั้นหุ่นจะส่งภาพเคลื่อนไหวกลับมาแสดงผลยังผู้ควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

THESIS TITLE	SKYBOT		
STUDENT	Mr.Tawatchai	Kaewsiri	ID. 44015647
	Mr. Yongyut	Malila	ID.44015663
ADVISOR	Mr. Boonchana	Purahong	
	Assoc. Prof. Dr. Pitikhate	Sooraksa	
GEADUATE LAVEL	Bachelor Degree of Information Engineering		
DEPARTMENT	Information Engineering		
ACADEMIC YEAR	2003		

ABSTRACT

This project presents an application of a survey robot. Skybot can also send picture from video camera to the monitor room. The robot can be used in surveying tasks, for example, the robot can survey in building or tunnel and inaccessible place for human.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ ฉบับนี้ สำเร็จล่วงไปได้ด้วยดี ทั้งในส่วนของวงจรที่ใช้ในปริญญานิพนธ์ เอกสาร คู่มืออ้างอิง เครื่องมือต่าง ๆ พร้อมทั้งสถานที่อีกทั้งคำสั่งแนะนำ ทั้งนี้ต้องขอขอบพระคุณ อาจารย์บุณย์ชนะ ภู่ระหงษ์ และ รองศาสตราจารย์ ดร. ปิติเขต สู้รักษา เป็นอย่างสูง ตลอดจน ขอขอบพระคุณ ภาควิชาวิศวกรรมสารสนเทศ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอม เกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ได้ให้การสนับสนุน จนกระทั่งโครงงานนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

(นาย ธวัชชัย แก้วศิริ)

(นาย ยงยุทธ มะลิลา)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
บทที่ 1 บทนำ	**1**
1.1 แนวคิดเริ่มต้นในการทำโครงงาน	4
1.2 วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์	4
1.3 ขอบเขตของโครงงาน	4
1.4 ลักษณะและการทำงานของโครงงาน	4
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ	**5**
2.1 แก๊สฮีเลียม	5
2.2 การลอยตัวของบอลลูน	9
2.3 เซอร์โวมอเตอร์	10
2.4 ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS51	14
2.4.1 คุณสมบัติของไมโครคอนโทรลเลอร์ ตระกูล MCS-51	14
2.4.2 รูปแบบการส่งข้อมูลอนุกรมทั่วๆ ไป	15
2.4.2.1 การรับส่งข้อมูลอนุกรมแบบซิงโครนัส	15
2.4.2.2 การรับส่งข้อมูลอนุกรมแบบอะซิงโครนัส	15
บทที่ 3 การทำงานของของหุ่นสำรวจลอยฟ้า	**20**
3.1 ส่วนควบคุมภาคพื้นดิน	20
3.1.1 ส่วนควบคุม	20
3.1.2 ส่วนส่งภาพ	27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

เรื่อง	หน้า
3.2 ส่วนที่ลอยอยู่บนอากาศ	32
3.2.1 ถุงก๊าซหรือบอลลูน	32
3.2.2 ที่โคยสาร	34
3.3 การปรับแต่งหุ่นสำรวจ	43
บทที่ 4 ผลการทดลอง	**45**
4.1 การทดลองถุงก๊าซ	45
4.2 การทดลองมอเตอร์	47
4.3 การทดลองรับส่งภาพ	50
4.4 ผลการทดลอง	53
4.4.1 ผลการทดลองการลอยตัวและการบังคับหุ่นสำรวจ	53
4.4.2 ทดลองการปรับระดับการลอยตัวของหุ่นสำรวจ	55
4.5 ปัจจัยที่มีผลต่อการบินของหุ่นสำรวจ	56
4.5.1 ลม	56
4.5.2 ความร้อน	56
4.5.3 ความเฉื่อย	56
บทที่ 5 สรุปผลและปัญหาการทำโครงงาน	**58**
5.1 สรุปการทำโครงงาน	58
5.2 ปัญหาที่พบ	59
5.2.1 ก๊าซมีอายุสั้น	59
5.2.2 ถุงก๊าซใช้งานได้ครั้งเดียว	59
5.2.3 ถุงก๊าซแตกได้	60
5.2.4 ก๊าซฮีเลียมและบอลลูนมีราคาสูง	60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

เรื่อง	หน้า
5.2.5 ไม่สามารถวัดปริมาตรก๊าซในถุงก๊าซได้	60
5.2.6 อุปกรณ์มีน้ำหนักมาก	60
5.3 แนวทางในการพัฒนาต่อ	62
5.3.1 เลือกถุงก๊าซที่มีคุณภาพมากขึ้นและยกน้ำหนักได้มากขึ้น	62
5.3.2 ปรับปรุงถุงก๊าซให้มีลักษณะเป็นทรงรี	62
5.3.3 เพิ่มอุปกรณ์ในการสำรวจให้มากขึ้น	62
5.3.4 ใช้อุปกรณ์ที่มีน้ำหนักเบา	62
5.3.5 พัฒนาให้หุ่นนั้นมีรัศมีการบังคับที่ไกลขึ้น	62
บรรณานุกรม	
ภาคผนวก ก โปรแกรมควบคุมหุ่นสำรวจลอยฟ้า	
ภาคผนวก ข คู่มือโมดูลเครื่องรับและเครื่องส่ง	
ภาคผนวก ค คู่มือไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 AT89C2051	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
รูปที่ 1.1 โครงงานของ MIT	2
รูปที่ 1.2 โครงงานของมหาวิทยาลัย เบอร์กเลย์	2
รูปที่ 1.3 เรือเหาะไร้คนขับของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	3
รูปที่ 1.4 เรือเหาะที่ใช้ในงานโฆษณา	3
รูปที่ 2.1 Sir William Ramsay	6
รูปที่ 2.2 ตารางธาตุ	7
รูปที่ 2.3 ตัวอย่างของบอลลูนขนาดต่างๆ และน้ำหนักที่สามารถยกได้	9
รูปที่ 2.4 เซอร์โวมอเตอร์ ที่ใช้ในเฮลิคอปเตอร์	10
รูปที่ 2.5 ส่วนประกอบภายในของเซอร์โวมอเตอร์	11
รูปที่ 2.6 เฟืองเกียร์ของ เซอร์โวมอเตอร์	12
รูปที่ 2.7 พัลส์ที่จ่ายให้เซอร์โวมอเตอร์	13
รูปที่ 2.8 ส่วนฮอร์น(Horn)ของเซอร์โวมอเตอร์	14
รูปที่ 2.9 การรับส่งข้อมูลอนุกรมแบบซิงโครนัส	16
รูปที่ 2.10 การรับส่งข้อมูลอนุกรมแบบอะซิงโครนัส	16
รูปที่ 2.11รูปแบบของข้อมูลอนุกรมแบบอะซิงโครนัส	18
รูปที่ 3.1 พอร์ตอนุกรม RS-232	21
รูปที่ 3.2 การทำงานของหุ่นสำรวจ	22
รูปที่ 3.3 เครื่องส่ง	23
รูปที่ 3.4 ลักษณะของเครื่องส่ง	24
รูปที่ 3.5 หน้าจอการติดต่อระหว่างคอมพิวเตอร์กับไมโครคอนโทรลเลอร์	26
รูปที่ 3.6 หน้าจอของการกำหนดค่าต่างๆ	27
รูปที่ 3.7 บล็อกไดอะแกรมของการส่งภาพจากกล้องวิดีโอ	28
รูปที่ 3.8 กล้องและตัวรับสัญญาณภาพ	28
รูปที่ 3.9 คุณสมบัติของกล้องและตัวรับสัญญาณ	29
รูปที่ 3.10 หน้าต่างของโปรแกรมแสดงภาพวิดีโอ	30
รูปที่ 3.11 หน้าต่างการเซตการแสดงภาพ	30
รูปที่ 3.12 หน้าต่างการปรับวิดีโอ	31
รูปที่ 3.13 ถุงก๊าซหรือบอลลูนที่ใช้ในโครงงาน	33
รูปที่ 3.14 ถังก๊าซฮีเลียม	33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่	หน้า
รูปที่ 3.15 การวางอุปกรณ์ในที่โดยสาร	35
รูปที่ 3.16 โมดูลภาครับสัญญาณ	35
รูปที่ 3.17 วงจรชุดรับและวงจรควบคุมหุ่นสำรวจ	37
รูปที่ 3.18 วงจรขับมอเตอร์	38
รูปที่ 3.19 โฟลว์ชาร์ตของการโปรแกมไมโครคอนโทรลเลอร์	39
รูปที่ 3.20 ลายวงจรพิมพ์ของวงจร	40
รูปที่ 3.21 การลงอุปกรณ์	40
รูปที่ 3.22 การยึดเซอร์โวมอเตอร์เข้ากับแกน	41
รูปที่ 3.23 แกนของมอเตอร์อยู่ที่ 50 องศา	41
รูปที่ 3.24 แกนของมอเตอร์อยู่ที่ 0 องศา	42
รูปที่ 3.25 แกนของมอเตอร์อยู่ที่ 310 องศา	42
รูปที่ 3.26 มอเตอร์ที่ใช้ในโครงงาน	42
รูปที่ 3.27 ใบพัดที่ใช้ในโครงงาน	43
รูปที่ 4.1 ถุงก๊าซที่ใช้ในการทดลอง	45
รูปที่4.2 การเปรียบเทียบการปะทะกับอากาศเมื่อเคลื่อนที่ไปข้างหน้า	46
รูปที่ 4.3 มอเตอร์ที่เร็วเกินไป	46
รูปที่ 4.4 มอเตอร์ขนาดต่าง ๆ ที่ใช้ในการทดลอง	47
รูปที่ 4.5 เซอร์โวมอเตอร์ และ สเต็ปปิ้งมอเตอร์	48
รูปที่ 4.6 ชุดเฟืองเกียร์ของเซอร์โวมอเตอร์	48
รูปที่ 4.7 ขั้ว JR TYPE ของเซอร์โวมอเตอร์	49
รูปที่ 4.8 MODEL 203C	50
รูปที่ 4.9 ภาพที่ได้จากกล้อง MODEL 203C	51
รูปที่ 4.10 MODEL 202B	52
รูปที่ 4.11 ภาพที่ได้จากกล้อง MODEL 202B	53
รูปที่ 4.12 ภาพการลอยของหุ่นสำรวจ	54
รูปที่ 4.13 ภาพการลอยของหุ่นสำรวจ	55
รูปที่ 4.14 ทิศทางของหุ่นสำรวจที่เกิดจากแรงเฉื่อย	57
รูปที่ 5.1 หุ่นสำรวจลอยฟ้าที่เสร็จสมบูรณ์	58
รูปที่ 5.2 ถุงบรรจุก๊าซขนาด 3 ฟุต	59
รูปที่ 5.3 ถุงบรรจุก๊าซขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 เมตร	60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่	หน้า
รูปที่ 5.4 แบตเตอรีที่ใช้ในการทดลอง	61

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

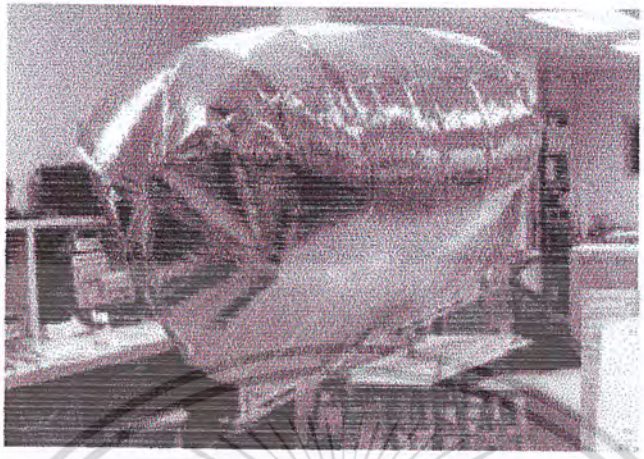
1.1 แนวคิดเริ่มต้นในการทำโครงงาน

ในปัจจุบันนี้การเข้าไปเก็บข้อมูลเช่นภาพนั้นในสถานที่ปิด เช่น อาคาร อุโมงค์หรือในถ้ำนั้นเป็นเรื่องที่สำคัญ ซึ่งจะสามารถนำข้อมูลที่ได้นั้นมาวิเคราะห์สภาพพื้นที่เพื่อใช้ในงานเกี่ยวกับการสำรวจได้ และในการสำรวจก็มีได้หลายวิธีเช่น อาจจะใช้รถในการสำรวจในการเก็บข้อมูลภาพมาหรือการที่คนเดินเข้าไปสำรวจเอง แต่ในบางครั้งการใช้รถสำรวจหรือคนสำรวจนั้นมีข้อจำกัดอยู่บ้าง เช่นในการเข้าถึงพื้นที่ที่เป็นพื้นขรุขระหรือเป็นน้ำ ทำให้การสำรวจเป็นไปด้วยความยากลำบากและบางทีก็ไม่สามารถเข้าไปสำรวจในพื้นที่นั้นๆ ได้ หรือบางครั้งการสำรวจในอาคารที่รถสำรวจเข้าถึงได้ยากก็ทำให้มีความยากลำบาก หรือการใช้คนสำรวจก็ทำให้เสียค่าใช้จ่ายมากขึ้น รถสำรวจมีกล้องที่ติดตั้งอยู่บนตัวรถซึ่งอยู่ในระดับต่ำ อาจทำให้การมองไม่ค่อยชัดเจน หรืออาจมีสิ่งกีดขวาง และได้ภาพที่อยู่ในแนวราบ การที่กล้องอยู่ในระดับต่ำนี้จะทำให้มองภาพรวมได้ยาก

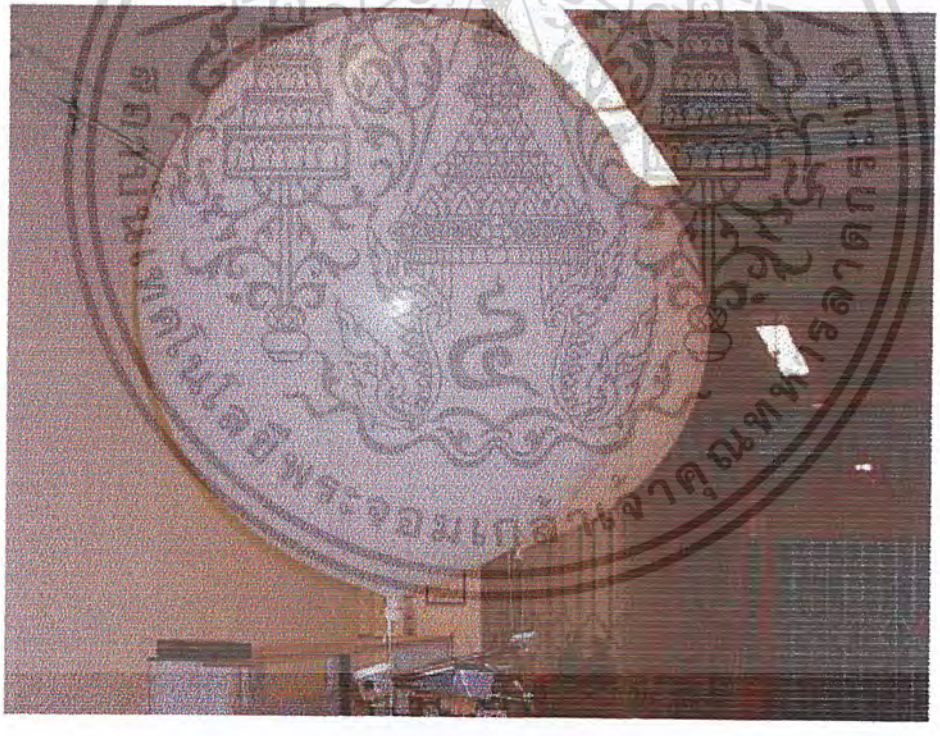
ดังนั้นจึงได้มีแนวคิดในเรื่องการใช้หุ่นสำรวจที่สามารถลอยได้เพื่อให้การสำรวจมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น โดยสามารถเข้าไปในพื้นที่รถสำรวจเข้าไปได้ยาก เช่น เข้าไปสำรวจในพื้นที่ที่มีพื้นผิวขรุขระ มีน้ำ หรือในตัวอาคารได้ ทำให้การสำรวจมีความสะดวกมากยิ่งขึ้น รวมทั้งการเก็บภาพนั้นจะได้ภาพในมุมสูงเพราะว่ากล้องนั้นติดอยู่ที่ตัวหุ่นสำรวจที่ลอยอยู่บนอากาศ ทำให้ได้ภาพที่สามารถมองเป็นภาพในมุมสูง และ ทำให้สามารถมองเห็นภาพรวมของพื้นที่ได้ง่ายกว่าการใช้รถหรือคนสำรวจ หรือในบางครั้งอาจจะประยุกต์ให้เป็นผู้ช่วยดูแลความปลอดภัยด้วยการใช้หุ่นสำรวจเข้าไปตรวจค้นในพื้นที่ที่เข้าไปได้ยาก หรือ อาจใช้เป็นผู้ช่วยของเจ้าหน้าที่รักษาความปลอดภัยโดยการให้หุ่นสำรวจทำการสำรวจแทนที่จะใช้คนเดินสำรวจเอง ทำให้ลดจำนวนคนในการทำงานได้และเพิ่มความสะดวกในการสำรวจของเจ้าหน้าที่ด้วย

โครงงานในลักษณะนี้เคยมีทำกันในต่างประเทศซึ่งเรียกว่า “Blimp” เช่น โครงงานของ MIT (Massachusetts Institute of Technology)[21] ซึ่งเป็นโครงงานดังรูปที่ 1.1 เป็นหุ่นที่ลอยได้และเก็บภาพได้เหมือนกัน ส่วนอีกโครงงานหนึ่งเป็นของ Berkeley University[22] ซึ่งเป็นต้นแบบในการทำโครงงานนี้ โดยใช้บอลลูนทรงกลม 2 ลูกซึ่งแต่ละลูกมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5 เมตร ดังรูปที่ 1.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



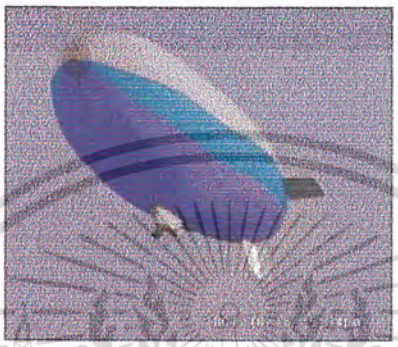
รูปที่ 1.1 โครงงานของ MIT [21]



รูปที่ 1.2 โครงงานของ Berkeley University [22]

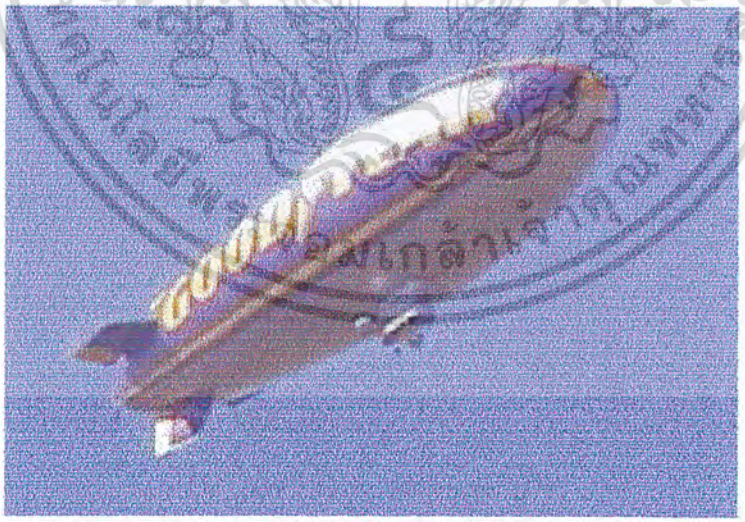
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับในประเทศไทยนั้นก็มีการสร้างเรือเหาะไร้คนขับใช้ในการสำรวจกลางแจ้ง เป็นของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ชื่อ อาภากร ตัวเรือเหาะมีความยาว 8- 25 เมตรและกว้าง 2-4 เมตร ใช้เครื่องยนต์ 2 เครื่อง ดังรูปที่ 1.3[23]



รูปที่ 1.3 เรือเหาะไร้คนขับของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

นอกจากการทำงานในด้านการสำรวจแล้วยังมีการนำเรือเหาะหรือ Blimp ไปใช้ในงานโฆษณาอีกด้วยดังในรูปที่ 1.4 ซึ่งจะบินไปเพื่อโฆษณาสินค้านั้นๆ



รูปที่ 1.4 เรือเหาะที่ใช้ในงานโฆษณา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์

2.2.1 เพื่อให้หุ่นลอยอยู่บนอากาศได้

2.2.2 เพื่อให้หุ่นสามารถเก็บภาพจากมุมสูงได้ และส่งภาพกลับมายังผู้ควบคุมได้

2.2.3 เพื่อให้สามารถควบคุมหุ่นแบบไร้สาย

2.2.4 เพื่อสามารถนำหุ่นไปใช้ในการประยุกต์ใช้งานในด้านอื่น ๆ ได้

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

2.3.1 หุ่นสำรวจนั้นสามารถลอยอยู่บนอากาศในพื้นที่ปิดได้และสามารถควบคุมทิศซ้าย-ขวาได้

2.3.2 หุ่นสำรวจจะมีกล้องที่สามารถส่งภาพกลับมายังผู้ควบคุมได้

2.3.3 การควบคุมหุ่นเป็นแบบไร้สาย

2.3.4 ในส่วนที่ควบคุมที่พื้นดิน จะมีการเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์โดยไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

1.4 ลักษณะและการทำงานของโครงงาน

เป็นหุ่นสำรวจที่สามารถลอยอยู่บนอากาศใช้ในการสำรวจภายในอาคารหรือพื้นที่ปิดเท่านั้น โดยหุ่นจะลอยจากพื้นสูง ซึ่งจะทำการควบคุมจากพื้นดิน โดยหุ่นจะมีกล้องซึ่งจะส่งภาพเป็นภาพเคลื่อนไหวมายังผู้ที่ทำการควบคุม

ส่วนที่ลอยบนอากาศนั้นจะมีถุงสำหรับบรรจุก๊าซ (Gas bag) ซึ่งจะทำให้หุ่นสามารถลอยอยู่บนอากาศได้ ที่ส่วนล่างของถุงก๊าซนั้นจะมีส่วนที่เรียกว่า ที่โดยสาร (Gondola) จะเป็นส่วนที่มีแผงวงจรของเครื่องรับสัญญาณควบคุมจากภาคพื้นดิน ส่วนควบคุมการทำงานของมอเตอร์และกล้องสำหรับถ่ายภาพส่งกลับมา ส่วนของที่โดยสารนั้นจะมีมอเตอร์ซึ่งยึดติดกับใบพัดเพื่อใช้บังคับเลี้ยว และมีเซอร์โวมอเตอร์ใช้ในการหมุนแกนของมอเตอร์เพื่อใช้ในการขึ้น ลง สำหรับส่วนควบคุมที่อยู่ภาคพื้นดินจะทำการควบคุมจากคอมพิวเตอร์ผ่านทางพอร์ตอนุกรม แล้วส่งสัญญาณไปที่เครื่องส่งโดยตรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการ

การที่บอลลูนจะลอยบนอากาศได้นั้น บอลลูนนั้นจะต้องมีน้ำหนักเบากว่าอากาศบอลลูนจึงจะสามารถลอยบนอากาศได้ แต่วัสดุที่ใช้ทำบอลลูนนั้นเป็นพวกพลาสติก หรือ ไมล่า ซึ่งวัสดุพวกนี้จะหนักกว่าอากาศอยู่แล้ว ดังนั้นการที่จะทำได้บอลลูนเบากว่าอากาศได้นั้นก็จะต้องบรรจุก๊าซที่เบากว่าอากาศเข้าไปในบอลลูนเพื่อที่จะพาบอลลูนให้ลอยขึ้นได้ ซึ่งก๊าซที่เบากว่าอากาศที่สุดคือ ก๊าซไฮโดรเจน รองลงมาคือก๊าซฮีเลียม ถึงแม้ว่าก๊าซไฮโดรเจนนั้นจะมีน้ำหนักที่เบากว่าอากาศและเบากว่าฮีเลียมก็ตาม แต่ก๊าซไฮโดรเจนเป็นแก๊สที่ติดไฟได้ง่ายต่างกับก๊าซฮีเลียมที่จะไม่ติดไฟไม่ทำให้เกิดการระเบิดเนื่องจากก๊าซ ดังนั้นเพื่อความปลอดภัยของโครงงานนี้จึงใช้ก๊าซฮีเลียม ด้วยคุณสมบัติ ของก๊าซฮีเลียมก็เพียงพอที่จะทำให้บอลลูนนั้นลอยได้ ซึ่งจะได้กล่าวถึงรายละเอียดดังนี้

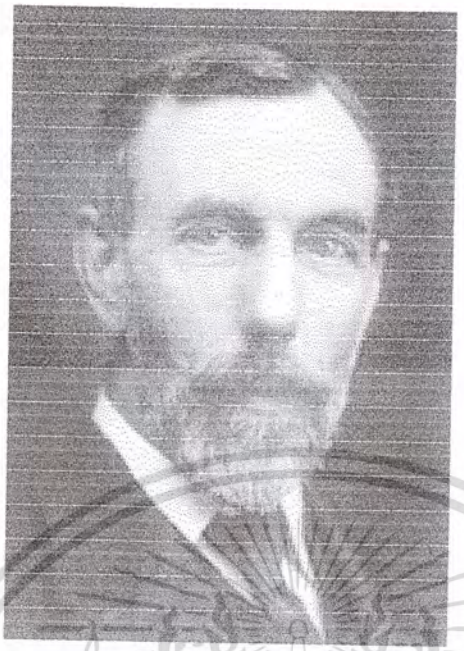
2.1 แก๊สฮีเลียม

ในปี พ.ศ. 2411 [6] Piene Jansen นักดาราศาสตร์ชาวฝรั่งเศสได้เห็นสเปกตรัม (spectrum) เส้นสีเหลือง ขณะที่เขากำลังสังเกตดูสุริยุปราคาเต็มดวงในประเทศอินเดีย เขาแถลงว่า สเปกตรัมเส้นที่เขาเห็นมาจากการแผ่รังสีของธาตุ บนดวงอาทิตย์ ซึ่งธาตุนั้นยังไม่มีใครพบเห็นบน โลกเลย ผลการสังเกตของเขาได้รับการยืนยันจาก Lockyer เมื่อวัน ที่ 20 ตุลาคม พ.ศ. 2411 Sir Joseph Norman Lockyer จึงเสนอให้มีการตั้งชื่อธาตุใหม่ว่า helium ซึ่งเป็นคำที่มีรากศัพท์มาจากคำว่า helios ในภาษากรีก ที่แปลว่าดวงอาทิตย์

ในอีก 27 ปีต่อมา Sir William Ramsay นักเคมีชาวสก็อตได้พบฮีเลียมขึ้นบนโลก ได้กล่าวว่าเป็นธาตุที่ได้จากการสลายตัวของยูเรเนียม ในเวลาต่อมาก็ได้มีการพบก๊าซฮีเลียมในบ่อน้ำมันหลายแห่งใน USA และ Canada Sir William Ramsay จึงได้รับการยกย่องว่าเป็นผู้พบฮีเลียม จากการค้นพบก๊าซนี้และก๊าซเฉื่อยอื่นๆ เช่น นีออน (neon), ครีพตอน (krypton) และ ซีออน (xenon) ทำให้ Sir William Ramsay ได้รับรางวัลโนเบลสาขาเคมีในปี พ.ศ. 2447

ฮีเลียมเป็นธาตุหายากมากบนโลก อะตอมของมันเบา เคลื่อนไหวอย่างรวดเร็ว ดังนั้นแรงดึงดูดของโลกจึงไม่สามารถจะดูดไว้ได้ ถ้าดูตามตารางธาตุรูปที่ 2.1 จะเห็นว่าเป็นธาตุหมายเลข 2 เป็นธาตุแรกในกลุ่มที่ 8 ซึ่งมีธาตุที่ 10, 18, 36, 54 และ 86 อยู่ถัดลงไป ธาตุดังกล่าวนี้มีคุณสมบัติคล้ายกันเป็นเพราะมันไม่ยอมรวมกับอะตอมของธาตุอื่นใด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



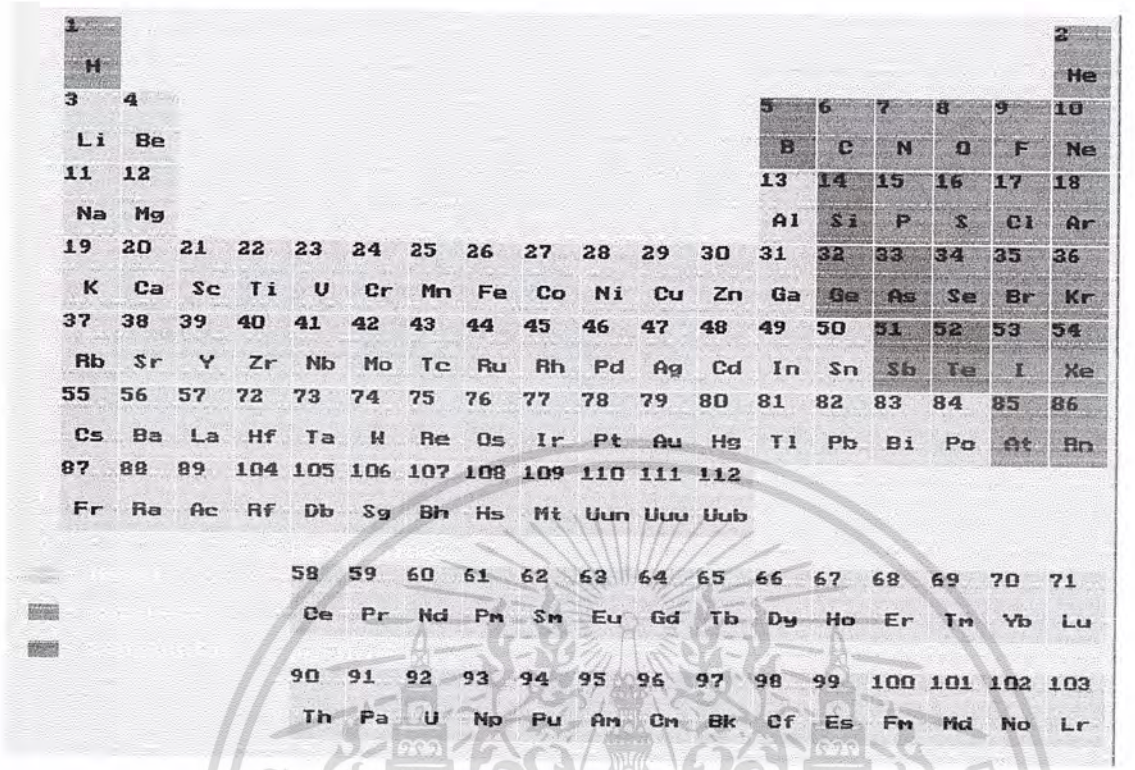
รูปที่ 2.1 Sir William Ramsay [7]

ดังนั้นธาตุในกลุ่มนี้จึงจัดไว้เป็นพวกก๊าซเฉื่อย ก๊าซเฉื่อยพวกนี้ บางครั้งก็มีประโยชน์มากกว่าไนโตรเจน เช่นโลหะบางอย่างจะหลอมในบรรยากาศของไนโตรเจน แต่โลหะอีกหลายอย่าง ที่จะไม่หลอมในบรรยากาศไนโตรเจน แต่ถ้าจะให้โลหะนั้นหลอมจะต้องนำมาหลอมในบรรยากาศของฮีเลียม โลหะจะไม่รวมกับฮีเลียม เพราะว่าฮีเลียมเป็นธาตุที่เบามากธาตุหนึ่งทั้งยังเฉื่อยอีกด้วย จึงใช้บรรจุในบอลลูนได้ดีกว่าไฮโดรเจน แม้ว่าอะตอมของฮีเลียมจะหนักเป็นสองเท่าของอะตอมของไฮโดรเจน แต่ฮีเลียมก็หนักเพียง 1/7 [8] ของอากาศเท่านั้น ถ้าไฮโดรเจนยกน้ำหนักได้ 100% ฮีเลียมจะยกน้ำหนักได้ 93% [8] ซึ่งน้ำหนักที่ยกได้ขนาดนี้เป็นการเพียงพอแล้ว ทั้งยังได้ผลดีกว่าการใช้ไฮโดรเจนในบอลลูน ถึง 2 ประการ คือ

1. ฮีเลียมไม่ติดไฟ ไม่ว่าจะอยู่ในบรรยากาศ หรือความกดดันใด ๆ จึงไม่ทำให้เกิดการระเบิดในบอลลูน

2. อะตอมของฮีเลียมใหญ่กว่า หนักว่าอะตอมของไฮโดรเจน มันจึงไม่ซึมรั่วไหลออกมาจากถุงที่บรรจุไว้รวดเร็วเท่าไฮโดรเจน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.2 ตารางธาตุ

ฮีเลียมมีสัญลักษณ์ทางเคมี คือ He มีน้ำหนักของอะตอม คือ 4.00260[10] มีจุดเดือดที่ -269 องศา-เซลเซียส[11] และมีจุดหลอมเหลวที่ -272[11] องศาเซลเซียส ความหนาแน่น 0.18 กรัมต่อลิตร ซึ่งในอากาศล้านอะตอมจะมีฮีเลียมอยู่เพียง 1 อะตอม ถ้าจะหาวิธีเก็บอะตอมของฮีเลียมจากอากาศ นักวิทยาศาสตร์ก็คงจะทำได้ แต่กว่าจะได้ปริมาณพอแก่ความต้องการใช้ เช่นใช้บรรจุในบอลลูน ก็จะต้องลงทุนกันอย่างมาก ฮีเลียมมีปนอยู่ในก๊าซที่หุงต้มตามบ้านประมาณ 1 หรือ 2 เปอร์เซ็นต์ ก๊าซที่ใช้หุงต้มนี้เป็นก๊าซติดไฟได้มาจากการกลั่นน้ำมัน เรียกว่าก๊าซธรรมชาติ ฮีเลียมที่มีอยู่ในก๊าซธรรมชาติแยกออกมาได้ง่าย สหรัฐอเมริกาเป็นประเทศหนึ่งที่แยกฮีเลียมออกมาใช้ได้เพียงพอแก่ความต้องการและยังขายให้ประเทศอื่น ๆ ด้วย เพราะว่ารัฐทางตะวันตกเฉียงใต้ของสหรัฐอเมริกามีการทำอุตสาหกรรมทำน้ำมันที่ใหญ่โต

ฮีเลียมเป็นก๊าซที่ละลายน้ำได้น้อยที่สุด น้อยกว่าครึ่งหนึ่งของไนโตรเจนที่ละลายน้ำได้ ด้วยเหตุนี้นักประดาน้ำบางทีต้องสูบอากาศพิเศษติดตัวไปด้วย อากาศพิเศษที่นำติดตัวไปด้วยนี้จะคล้ายอากาศธรรมดามากที่สุด คือมีฮีเลียม 80% กับออกซิเจน 20% [8]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฮีเลียมและก๊าซเฉื่อยทั้งหมดไม่เป็นพิษ ละลายได้น้อยมากหรือไม่ละลายเลยในกระแสโลหิต ฮีเลียมกับออกซิเจนผสมกันแล้วเบากว่า ไนโตรเจนกับออกซิเจนผสมกัน เมื่อหายใจเอาก๊าซผสมฮีเลียมกับออกซิเจนที่ผสมกันเข้าไป จึงง่ายต่อการหายใจออก คนสลบก็ให้อากาศพิเศษนี้เข้าไปช่วยในการหายใจ

ถึงแม้ว่าจักรวาลจะมีฮีเลียมอุดมสมบูรณ์เป็นอันดับสองรองจาก ไฮโดรเจนก็ตาม แต่มนุษย์ก็เพิ่งพบฮีเลียมเมื่อ 100 ปีมานี้เอง สาเหตุที่เป็นเช่นนี้เพราะฮีเลียมเป็นก๊าซเฉื่อยที่ไม่ไวในการทำปฏิกิริยากับธาตุใดๆ ดังนั้นสารประกอบที่มีฮีเลียมเป็นองค์ประกอบในธรรมชาติจึงมีน้อย ส่วนเหตุผลอีกประการหนึ่งก็คือ เวลาธาตุกัมมันตรังสีปลดปล่อยฮีเลียมออกมามันจะลอยขึ้นด้านบนและหายไป

ฮีเลียมเป็นก๊าซชนิดสุดท้ายที่มนุษย์สามารถทำให้มันกลั่นตัว เป็นของเหลว ทั้งนี้เพราะจุดเดือดของมันต่ำมากถึง -269 องศาเซลเซียส ฮีเลียมเหลวมีสภาพเป็นของไหลยิ่งยวด (super fluid) เพราะมันสามารถจะไหล ผ่านรูแคบเล็กหรือไหลขึ้นตามผนังภาชนะได้โดยไม่มีแรงหนืดใด ๆ ต่อต้านเลย นักฟิสิกส์เชื่อว่าไม่มีฮีเลียมแข็งในจักรวาล ปัจจุบันฮีเลียมมีความสำคัญมาก นักวิทยาศาสตร์นิยมใช้ฮีเลียมเหลวเป็นสารหล่อเลี้ยงให้ไฮโดรเจน และออกซิเจนคงสภาพเป็นของเหลวเพื่อใช้ในการขับเคลื่อนจรวด วิศวกรใช้ฮีเลียมเหลวในเตาปฏิกรณ์ปรมาณู แพทย์ใช้ฮีเลียมเหลวในอุปกรณ์ถ่ายภาพอวัยวะภายในร่างกาย ช่างเชื่อมใช้ฮีเลียมเหลวในอุปกรณ์เชื่อมโลหะ นักประดาน้ำลึกนิยมใช้ฮีเลียมผสมกับออกซิเจนเพื่อความปลอดภัยในการหายใจ นักฟิสิกส์ใช้ฮีเลียมเหลวในการทำตัวนำยิ่งยวด เป็นต้น

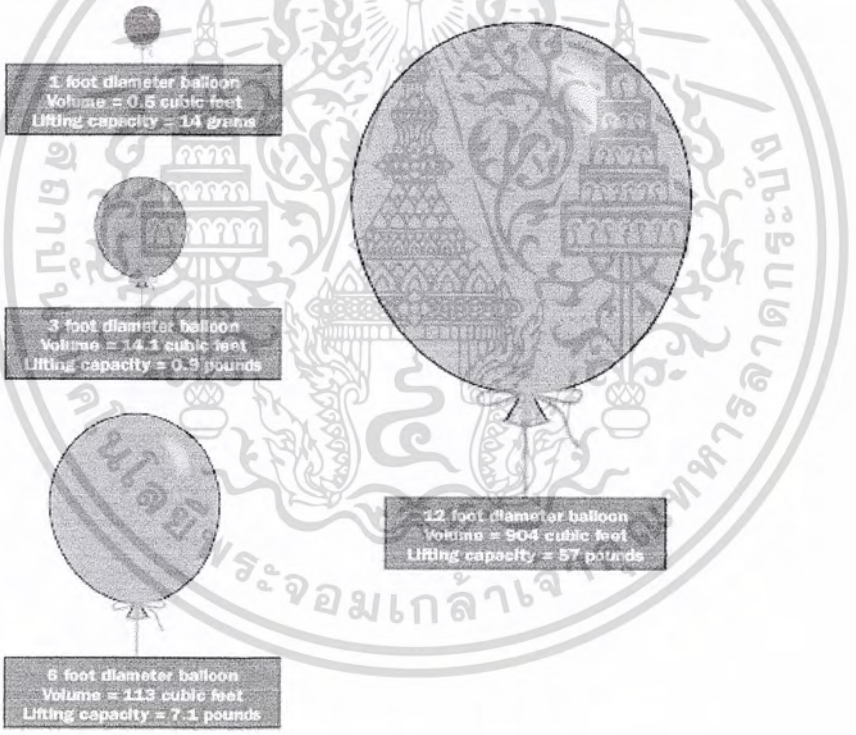
การที่ฮีเลียมพาบอลลูนลอยขึ้นไปในอากาศได้นั้น ก็เพราะว่าอะตอมของฮีเลียมนั้นเบากว่าอะตอมของไนโตรเจน โมเลกุลของก๊าซเคลื่อนที่ได้อย่างอิสระในอุณหภูมิปกติ โมเลกุลของออกซิเจนจะเคลื่อนที่ด้วยความเร็วไม่น้อยกว่านาทีละ 4 ไมล์ ถ้าอุณหภูมิสูงขึ้นการเคลื่อนที่จะเร็วขึ้นด้วย โมเลกุลเล็กๆ เคลื่อนที่ได้เร็วกว่าโมเลกุลใหญ่ ฉะนั้น ณ อุณหภูมิธรรมดา โมเลกุลของฮีเลียมจึงเคลื่อนได้เร็วกว่าโมเลกุลของออกซิเจน ถ้าโยนก้อนหินขึ้นไปในอากาศ มันจะขึ้นไปได้สูงระดับหนึ่งแล้วในที่สุดมันก็ถูกแรงดึงดูดของโลกดึงให้ตกลงมา ถ้าโยนก้อนหินกลับขึ้นไปอีกด้วยความแรงที่มากกว่ามันก็จะขึ้นไปได้สูงกว่าครั้งแรกในทำนองเดียวกันถ้าใช้ปืนใหญ่ยิงมันขึ้นไปในอากาศ มันย่อมจะขึ้นไปได้สูงเป็นไมล์ ๆ ก่อนที่จะตกลงมา ดังนั้นถ้าเราสามารถยิงก้อนหิน หรือวัตถุด้วยแรงพอเหมาะจำนวนหนึ่งแล้ววัตถุนั้นจะ ไม่กลับกลับตกลงมาบนผิวโลกอีกเลย แรงพอเหมาะดังกล่าวนี้ คือ แรงหนีแรงดึงดูด (Escape velocity) โมเลกุลของฮีเลียมมีการเคลื่อนที่ในอัตราใกล้เคียงกับแรงหนีแรงดึงดูดนี้มาก ฉะนั้นถ้ามีโมเลกุลของฮีเลียมอยู่ในบรรยากาศมันจึงเคลื่อนที่จากโลกออกไปสู่อวกาศ เมื่อครั้งที่โลกหลุดจากดวง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาทิตย์มาใหม่ๆ ยังร้อนอยู่ โมเลกุลของไฮโดรเจนในโลกขณะนั้น จึงเคลื่อนที่อย่างว่องไวและหนีไปจากโลกในเวลารวดเร็วด้วยเหตุนี้จึงนำฮีเลียมมาบรรจุในบอลลูน

2.2 การลอยตัวของบอลลูน

ถ้าหากเราเอาขวดพลาสติกเปล่าปิดฝาให้แน่นแล้วนำลงไปก้นของบ่อน้ำเราจะพบว่าขวดนั้นพยายามลอยขึ้นมาที่ผิวน้ำ เมื่อเราดึงขวดไว้ก็จะมีแรงที่พยายามยกขวดขึ้นสู่ผิวน้ำ การที่ขวดพยายามลอยขึ้นมาที่ผิวน้ำนั้นก็เพราะว่าในขวดนั้นมีอากาศบรรจุอยู่ซึ่งความหนาแน่นของอากาศนั้นจะน้อยกว่าความหนาแน่นของน้ำดังนั้นขวดจึงพยายามลอยขึ้นมาที่ผิวน้ำ ซึ่งการลอยขึ้นของขวดก็มีลักษณะเดียวกับการลอยของบอลลูน โดยที่บอลลูนจะพยายามลอยขึ้นไปในอากาศ แต่ขวดนั้นจะพยายามที่จะลอยขึ้นสู่ผิวน้ำ



รูปที่ 2.3 ตัวอย่างของบอลลูนขนาดต่างๆ และน้ำหนักที่สามารถยกได้[9]

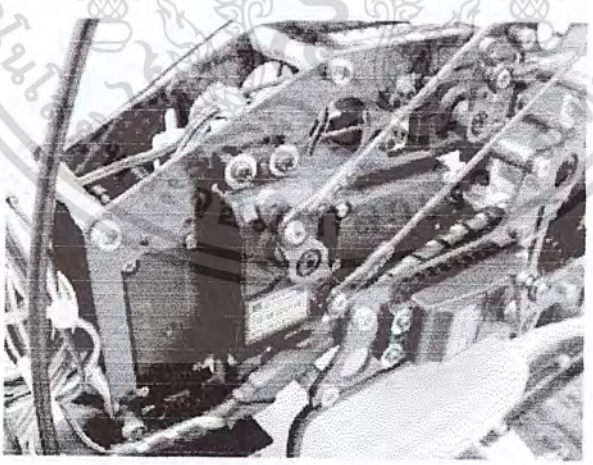
การที่บอลลูนจะลอยตัวได้นั้นจะต้องมีถุงสำหรับบรรจุก๊าซเข้าไปเพื่อให้มันลอยได้ ดังนั้นก๊าซที่ใช้บรรจุในถุงบรรจุก๊าซจะต้องเบากว่าอากาศมันจึงจะสามารถที่จะพาบอลลูนให้ลอยขึ้นได้ซึ่งก๊าซก็เปรียบได้กับอากาศที่บรรจุในขวด และอากาศก็เปรียบได้กับน้ำนั่นเอง โดยปกติแล้วฮีเลียม 1 ลูก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บาศก์ฟุตจะยกน้ำหนักได้ประมาณ 28.2 กรัม[9] หรือก็คือฮีเลียมปริมาตร 1 ลูกบาศก์เมตรจะสามารถยกน้ำหนักได้ประมาณ 1.02 กิโลกรัม ซึ่งน้ำหนักที่ยกได้นั้นรวมทั้งน้ำหนักถุงก๊าซด้วย ถุงที่ใช้บรรจุก๊าซนั้นเรียกว่า ถุงก๊าซ (Gass bag) ซึ่งถุงก๊าซนั้นจะมีหลายลักษณะด้วยกันแต่ที่ใช้กันมากคือทรงกลมและทรงรี ซึ่งแต่ละชนิดมีคุณลักษณะที่ต่างกัน สำหรับถุงก๊าซที่เป็นรูปทรงกรมสามารถจะหาปริมาตรที่จะใช้บรรจุก๊าซได้จากสูตร $4/3 * \pi * r^3$ [9] ดังรูปที่ 2.3 ซึ่งเป็นตัวอย่างของบอลลูนขนาดต่างๆและแต่ละขนาดนั้นจะยกน้ำหนักได้ไม่เท่ากันโดยลูกที่ใหญ่จะยกน้ำหนักได้มากกว่า การคำนวณหาปริมาตรทำได้โดยเอาปริมาตรของถุงก๊าซที่มีหน่วยเป็นลูกบาศก์ฟุตคูณกับ 28.2 ก็จะได้น้ำหนักที่ยกได้เป็นมีหน่วยเป็นกรัม

2.3 เซอร์โวมอเตอร์

เซอร์โวมอเตอร์ คืออุปกรณ์ทางอิเล็กทรอนิกส์เล็กๆชิ้นหนึ่งที่มีแกนยื่นออกมา แกนนี้สามารถหมุนและสามารถกำหนดตำแหน่งเชิงมุมได้ด้วยการส่ง Coded Signal ไปให้ตัวเซอร์โวมอเตอร์ ซึ่งตราบใดที่ยังมีการส่งข้อมูลไปให้สายรับข้อมูลของเซอร์โวมอเตอร์ (Coded Signal Input Line) แกนของเซอร์โวมอเตอร์ ก็จะรักษาตำแหน่งเชิงมุมของมันไว้ ถ้า Coded Signal เปลี่ยนไป ตำแหน่งเชิงมุมของ เซอร์โวมอเตอร์ นั้นก็จะเปลี่ยนไปเซอร์โวมอเตอร์นั้น ถูกนำมาใช้ประโยชน์กันอย่างแพร่หลาย รวมทั้งในโลกของ R/C (Radio Control) เช่นใช้ในการควบคุมตำแหน่งของ Elevators และ Rudders ของเครื่องบิน หรือ ในรถวิทยุบังคับ เฮลิคอปเตอร์ หรือแม้กระทั่งหุ่นยนต์ ดังรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 เซอร์โวมอเตอร์ ที่ใช้ในเฮลิคอปเตอร์[12]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เซอร์โวมอเตอร์ นั้นมีประโยชน์อย่างมากมายมหาศาลในโลกของวิศวกรรมสิ่งประดิษฐ์ ภายในจะมีวงจรอิเล็กทรอนิกส์ และ มอเตอร์ ซึ่ง มอเตอร์ ของ เซอร์โวมอเตอร์ มีขนาดเล็กแต่มีกำลังบิดมากกว่าขนาดของตัวเองมากเลยทีเดียว ตัวอย่างเช่น เซอร์โวมอเตอร์ ที่นิยมใช้กันทั่วไป Futaba S-148 มีแรงบิดอยู่ที่ 41.70 Oz/inches ซึ่งมากทีเดียวถ้าเทียบกับขนาดเพียงแค่นิ้วหัวแม่มือเรานี่เอง รวมทั้งใช้กระแสไฟไม่มากเท่าไร จากรูปที่ 2.5 จะแสดงส่วนประกอบภายในของเซอร์โวมอเตอร์ ให้ดู จะเห็นส่วนของ แผงวงจรควบคุม , มอเตอร์ , ชุดเฟืองเกียร์ และโครงของมัน จะเห็นสายไฟ 3 เส้นต่อออกมาจาก เซอร์โวมอเตอร์ ซึ่งเส้นหนึ่งคือเส้นไฟเลี้ยง (+5 Volts) , กราวด์ และอีกเส้นหนึ่งก็คือสายควบคุม Coded Signal

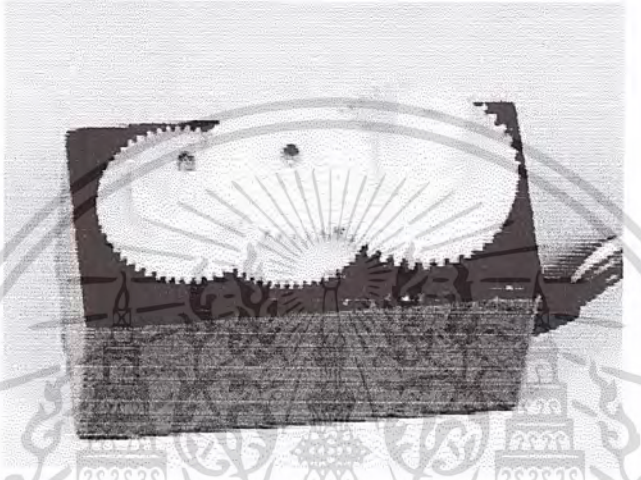
รูปที่ 2.5 ส่วนประกอบภายในของเซอร์โวมอเตอร์[12]

มอเตอร์ ของ เซอร์โวมอเตอร์ จะถูกควบคุมด้วยวงจรอิเล็กทรอนิกส์ และตัววัดระดับไฟฟ้า (Potentiometer,Pot) ซึ่งปลายของ มอเตอร์ จะเชื่อมต่อกับแกนที่ยื่นออกมาผ่านชุดเฟือง และส่วนหนึ่งของชุดเฟืองก็จะทำการหมุนแกนของ Pot นี้ซึ่ง Pot จะคอยตรวจสอบตำแหน่งเชิงมุมของเซอร์โวมอเตอร์ ในขณะนั้น หรือตำแหน่งการทำงานของ มอเตอร์ นั่นเอง (Pot ก็คือ Variable Resistor ซึ่งจะมีค่าความต้านทานเปลี่ยนไป ตามตำแหน่งของแกน) เมื่อแกนของ เซอร์โวมอเตอร์ หมุนมาอยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้อง มอเตอร์ ของ เซอร์โวมอเตอร์ ก็จะถูกตัดการทำงาน และถ้าวงจรตรวจพบว่าถ้ามุมของแกน เซอร์โวมอเตอร์ ไม่ถูกต้อง วงจรจะสั่งงานให้ มอเตอร์ หมุนไปเรื่อยๆจนมุมของเซอร์โวมอเตอร์ อยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้อง แกนของเซอร์โวมอเตอร์ นั้นสามารถหมุนได้เป็นมุมมากถึง 180 องศา และ เซอร์โวมอเตอร์ บางรุ่นสามารถหมุนได้เป็นมุมกว้างถึง 210 องศา ซึ่งจะแตกต่างกันไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตามที่ผู้ประดิษฐ์ได้ออกแบบมา แต่โดยทั่วไปแล้ว เซอร์โวมอเตอร์ ที่ถูกเลือกใช้สำหรับควบคุมการเคลื่อนไหวจะอยู่ระหว่าง 0 - 180 องศา ซึ่ง เซอร์โวมอเตอร์ ทั่วไป จะไม่สามารถหมุนทำมุมได้มากกว่านี้ เนื่องจากถูกควบคุมที่ตำแหน่งชุดเฟืองเกียร์

เฟืองเกียร์นั้นแสดงในรูปที่ 2.6 ซึ่งเฟืองเกียร์ด้านขวาจะเป็นเฟืองเกียร์ที่ต่อเข้ากับมอเตอร์ ส่วนชุดเฟืองเกียร์ด้านซ้ายจะถ่ายกำลังส่วนหนึ่งไปหมุนแกนของ Pot เพื่อให้คำนวณตำแหน่งของแกนเซอร์โวมอเตอร์

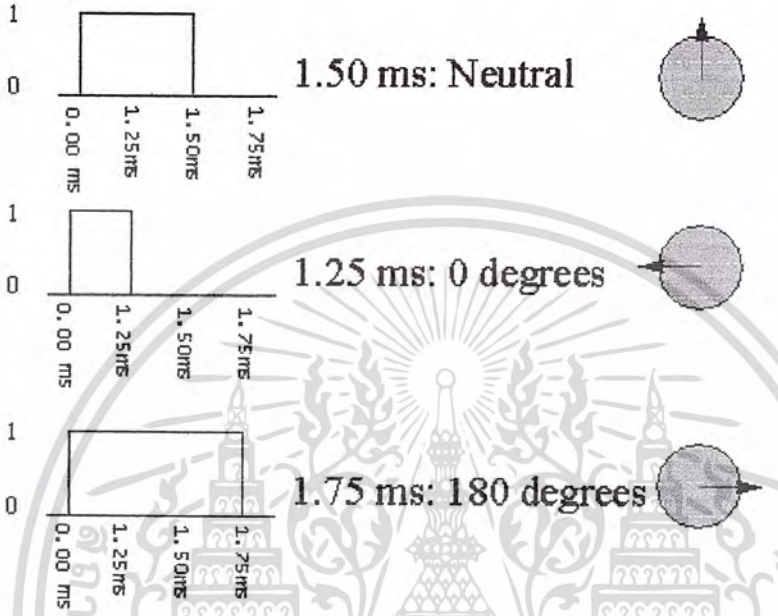


รูปที่ 2.6 เฟืองเกียร์ของ เซอร์โวมอเตอร์[12]

ปริมาณของกระแสไฟฟ้าที่จะถูกป้อนให้กับ มอเตอร์ เพื่อใช้ในการส่งกำลังไปหมุนแกนของเซอร์โวมอเตอร์ นั้น จะแต่งต่างกันไปตามระยะทางที่ต้องหมุนไป (หรือตามระยะขจัด) หรืออธิบายง่ายๆก็คือ ถ้าเซอร์โวมอเตอร์ถูกสั่งงานให้หมุนเป็นระยะมุมที่มากมอเตอร์จะหมุนทำงานเต็มกำลัง แต่ถ้า เซอร์โวมอเตอร์ ถูกสั่งงานให้หมุนในมุมที่แตกต่างกับจุดเดิมเพียงเล็กน้อย มอเตอร์ ก็จะหมุนทำงานด้วยความเร็วที่น้อยกว่า การทำงานแบบนี้เรียกว่า Proportional Control เซอร์โวมอเตอร์ จะตรวจสอบตำแหน่งเชิงมุมปัจจุบันว่าถูกเปลี่ยนแปลงไปมากน้อยแค่ไหนที่สายควบคุม Coded Signal ซึ่งสายควบคุมนี้จะเป็นตัวส่งข้อมูลของตำแหน่งเชิงมุมให้กับเซอร์โวมอเตอร์ โดยที่ตำแหน่งเชิงมุมนี้จะระบุโดยค่าพัลส์ของสัญญาณนาฬิกาที่ถูกส่งให้กับ เซอร์โวมอเตอร์ ซึ่งจะถูกเรียกว่า Pulse Coded Modulation โดยที่เซอร์โวมอเตอร์จะทำการตรวจสอบพัลส์ทุกๆ 20 millisecond (0.02 วินาที) ความยาวของพัลส์หรือความต่อเนื่องของพัลส์ที่ถูกส่งให้กับเซอร์โวมอเตอร์จะถูกเปลี่ยนเป็นระยะที่ มอเตอร์ของเซอร์โวมอเตอร์จะต้องหมุนไป เช่น พัลส์ขนาด 1.5 millisecond จะทำการหมุนไปเป็นมุม 90 องศา (เรียกตำแหน่งนี้ว่า netural position หรือ ตำแหน่งปรกติของ เซอร์โวมอเตอร์) ถ้าค่าพัลส์ที่ส่งมามีค่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้อยกว่า 1.5 ms มอเตอร์ก็จะหมุนแกนของ เซอร์โวมอเตอร์ มาในตำแหน่งน้อยกว่า 90 องศา หรือถ้าค่าพัลส์มากกว่า 1.5 ms แกนของ เซอร์โวมอเตอร์ ก็จะหมุนมาอยู่ในตำแหน่งมากกว่า 90 องศา ดังรูปที่ 2.7 ซึ่งความยาวพัลส์จะเป็นตัวควบคุมตำแหน่งเชิงมุมของเซอร์โวมอเตอร์



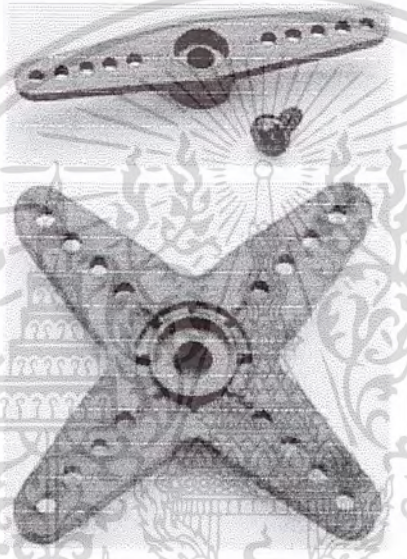
รูปที่ 2.7 พัลส์ที่จ่ายให้เซอร์โวมอเตอร์

เซอร์โวมอเตอร์เป็นอุปกรณ์ที่จะต้องใช้ควบคุมส่วนต่างๆ ของ model R/C นั้นเซอร์โวมอเตอร์ที่จะนำมาใส่ให้กับ model R/C นั้น ควรจะมีน้ำหนักที่เบา ยิ่งสำหรับเครื่องบินหรือเฮลิคอปเตอร์ด้วยแล้ว น้ำหนักจะมีผลมากเกี่ยวกับน้ำหนักของตัวเครื่อง และจุดศูนย์ถ่วง (CG : Center of Gravity) ถ้าเครื่องบินหรือ เฮลิคอปเตอร์มีขนาดเล็ก ก็ต้องพิจารณาให้มาก ในการเลือกขนาด และ น้ำหนักของเซอร์โวมอเตอร์

คุณสมบัติของเซอร์โวมอเตอร์ที่สำคัญมีอีก 2 อย่าง[12] นั่นคือ แรงบิด(Torque) และ อัตราเร็ว (ความเร็วในการบิดหมุน) ซึ่งทั้งสองค่านี้ จะถูกพิจารณาใน model R/C ที่มีขนาดใหญ่และต้องการเสถียรภาพในการทำงานที่สูงกว่าปรกติเซอร์โวมอเตอร์ที่ดีนั้น จะต้องมีค่าแรงบิดที่สูง ซึ่งส่วนมาก จะเป็นผลมากจากตัวมอเตอร์ภายใน และชุดเฟืองเกียร์ทดกำลังภายในเซอร์โวมอเตอร์นั้นๆ ถ้าเซอร์โวมอเตอร์มีค่าแรงบิดที่สูง(Hi-Torque เซอร์โวมอเตอร์) จะสามารถนำไปติดตั้งในตำแหน่งที่ต้องใช้กำลังในการบิดหมุนมาก เช่น เซอร์โวมอเตอร์ชุดเก็บพับล้อของเครื่องบิน (Retract) แต่กำลังบิดที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่งออกมาจากเซอร์โวมอเตอร์นั้นจะขึ้นอยู่กับจุดยึดบน ฮอร์น (รูปที่ 2.8) ของเซอร์โวมอเตอร์ด้วย ถ้ายึดไว้ใกล้กับตำแหน่งแกนของ เซอร์โวมอเตอร์ ก็จะมีกำลังบิดหมุนที่มาก แต่ก็จะได้ระยะชักที่ลดลงไป ส่วนค่าอัตราเร็ว (Speed) ของเซอร์โวมอเตอร์นั้น จะถูกระบุไว้เป็นมุมที่เปลี่ยนแปลงไปในช่วงเวลาที่ระบุ เช่น เซอร์โวมอเตอร์ Futaba S3003 (Standard) จะมีค่าอัตราเร็วอยู่ที่ 0.23 วินาที / 60 องศา (.23sec/60) หมายถึงใช้เวลา 0.23 วินาที ในการบิดหมุนไป 60 องศา หรือ เซอร์โวมอเตอร์ Futaba S3103 (Micro Mini) จะมีค่า อัตราเร็ว อยู่ที่ 0.11 วินาที / 60 องศา ซึ่งเร็วกว่ารุ่น S3003 ถึงสองเท่า แต่จะมีค่าแรงบิดเพียงแค่ 17.3 ซึ่งรุ่น S3003 มีค่าแรงบิดอยู่ที่ 44.4



รูปที่ 2.8 ส่วนฮอร์นของ เซอร์โวมอเตอร์

จากรูปที่ 2.8 ฮอร์นของเซอร์โวมอเตอร์จะถูกยึดกับแกนของเซอร์โวมอเตอร์ ส่วนรูปต่างๆ บน ฮอร์นของเซอร์โวมอเตอร์จะใช้ยึดกับแกนเหล็กเพื่อนำไปควบคุมส่วนต่างๆ

2.4 ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS51

2.4.1.คุณสมบัติของไมโครคอนโทรลเลอร์ ตระกูล MCS-51[3]

- เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ใช้ซีพียูขนาด 8 บิต
- ภายในมีหน่วยความจำโปรแกรมเป็นแบบแฟลชสามารถลบและเขียนใหม่ได้พันครั้ง
- หน่วยความจำข้อมูลพื้นฐานเป็นหน่วยความจำแบบแรม ในบางเบอร์จะมีหน่วยความจำแบบอีอีพรอมเพิ่มเติม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ขาพอร์ตเป็นแบบสองทิศทาง สามารถใช้งานเป็นได้ทั้งอินพุตและเอาต์พุต
- มีวงจรสื่อสารเป็นแบบฟูลดูเพล็กซ์
- ไทเมอร์/เคาน์เตอร์ขนาด 16 บิตอย่างน้อย 2 ตัว(รุ่นที่ใช้จะมีไทเมอร์/เคาน์เตอร์ 2 ตัว)
- สามารถรองรับแหล่งกำเนิดอินเตอร์รัปต์ได้ 6 ประเภท
- สามารถขยายหน่วยความจำภายนอกได้เพิ่มเติมสูงสุด 64 กิโลไบต์
- มีวงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกาอยู่ภายในชิป

2.4.2.รูปแบบการส่งข้อมูลอนุกรมทั่ว ๆ ไป

สามารถแบ่งออกได้ 2 แบบคือ ซิงโครนัส (Synchronous) และอะซิงโครนัส (Asynchronus)

2.4.2.1.การรับส่งข้อมูลอนุกรมแบบซิงโครนัส

ในรูปที่ 2.9 เป็นลักษณะการทำงานเบื้องต้นของการส่งผ่านข้อมูลอนุกรมแบบซิงโครนัสนี้ อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ควบคุมการส่งผ่านข้อมูลจะเรียกว่า มาสเตอร์ (Master) และส่วนที่ติดต่อด้วยเรียกว่า สเลฟ (Slave) จากรูปเป็นการส่งผ่านข้อมูล 1 มาสเตอร์ กับ 1 สเลฟ โดยลักษณะการส่งเป็นลักษณะฟูลดูเพล็กซ์ (Full-duplex) หมายความว่า อุปกรณ์ทั้งต้นทางและปลายทางสามารถส่งและรับข้อมูลได้ทันที โดยไม่ต้องรอให้อีกฝ่ายหยุดทำงาน

ที่ตัวมาสเตอร์และสเลฟจะมีรีจิสเตอร์เก็บข้อมูลโดยรับส่งข้อมูลทีละบิต มาสเตอร์จะส่งสัญญาณนาฬิกาออกมา 8 พัลส์ แต่ละพัลส์ก็จะมีข้อมูลส่งออกมา 1 บิต ผ่านทางสาย MOSI และ MISO และเกิดการเลื่อนข้อมูลไป 1 บิตด้วย หลังจากทำงานครบ 8 พัลส์ของสัญญาณนาฬิกาแล้ว ข้อมูลจากชิฟต์รีจิสเตอร์ทั้งหมดจะถูกเลื่อนเข้าไปเก็บรีจิสเตอร์รับข้อมูล

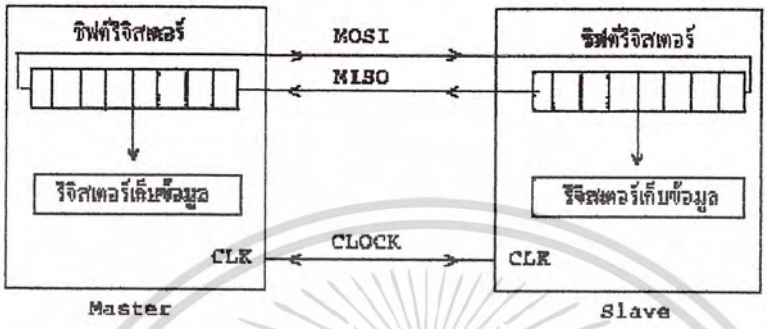
การรับส่งข้อมูลแบบซิงโครนัสนี้ ทั้งมาสเตอร์และสเลฟจะทำงานสอดคล้องกันตามจังหวะของสัญญาณนาฬิกา ทั้งนี้ก็เนื่องจากสเลฟจะได้รับสัญญาณนาฬิกามาจากส่วนมาสเตอร์นั่นเอง การส่งข้อมูลอนุกรมแบบซิงโครนัสนี้มักใช้กับชิปที่ทำหน้าที่ขับวงจรแสดงผล ชิปแปลงสัญญาณข้อมูล และชิปนาฬิกามาตรฐาน นอกจากนี้ยังใช้ควบคุมอุปกรณ์หรือระบบใด ๆ ที่ต้องการควบคุมจังหวะการทำงานให้สอดคล้องพร้อมกัน

2.4.2.2.การรับส่งข้อมูลอนุกรมแบบอะซิงโครนัส

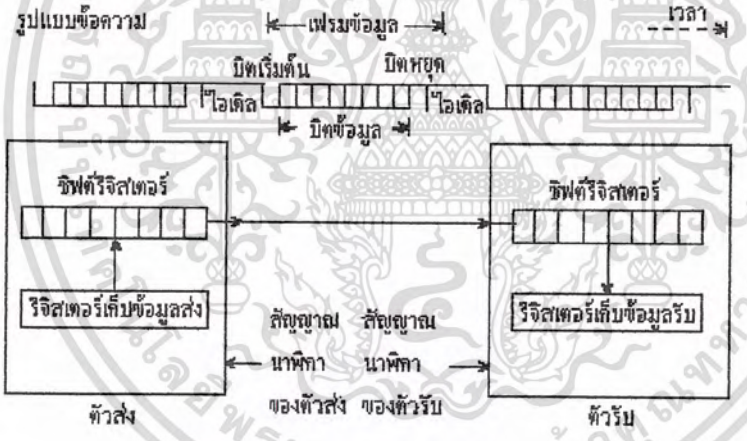
การรับส่งข้อมูลอนุกรมแบบอะซิงโครนัสนี้นิยมใช้มากในการสื่อสารข้อมูลระหว่างคอมพิวเตอร์กับคอมพิวเตอร์หรือคอมพิวเตอร์กับอุปกรณ์รอบข้าง การรับส่งข้อมูลแบบนี้มักใช้สายโทรศัพท์เป็นสายนำสัญญาณข้อมูล รูปแบบการรับส่งข้อมูลแสดงดังในรูปที่ 2.10 จะแบ่งส่วนการติดต่อออกเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนส่งข้อมูล หรือเรียกว่า ตัวส่ง (Transmitter) และส่วนรับข้อมูล หรือ ตัวรับ (Receiver) ในตัวส่งและตัวรับต่างก็จะมีสัญญาณนาฬิกาควบคุมจังหวะการทำงานในตัวของมันเอง ทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ให้การทำงานของทั้ง 2 ส่วนจึงไม่สอดคล้องตามจังหวะของสัญญาณนาฬิกา หรืออาจกล่าวได้ว่าเป็นอิสระต่อกัน แต่อย่างไรก็ตาม อัตราของสัญญาณนาฬิกาของทั้งตัวส่งและรับต้องเท่ากัน หรือมีความถี่เท่ากัน



รูปที่ 2.9 การรับส่งข้อมูลอนุกรมแบบซิงโครนัส[13]



รูปที่ 2.10 การรับส่งข้อมูลอนุกรมแบบอะซิงโครนัส[13]

ตัวส่งสามารถส่งข้อมูลได้ตามต้องการ แต่ก็ต้องมีการตรวจสอบด้วยว่าตัวรับพร้อมที่จะรับข้อมูลหรือไม่ ดังนั้นจึงมีการกำหนดสภาวะเพื่อบอกให้ตัวรับทราบว่าขณะนี้เริ่มมีการส่งข้อมูลแล้ว โดยปกติระดับลอจิกบนสายรับส่งข้อมูลเป็น "1" เมื่อมีการส่งข้อมูลระดับลอจิกจะตกลงมาเป็น "0" อยู่ช่วงเวลาหนึ่ง หรือเกิดเป็นบิตขึ้น 1 บิต เรียกว่า บิตเริ่มต้น (Start bit) เพื่อบอกให้ตัวรับทราบว่า หลังจากนี้จะมีข้อมูลส่งตามมา การรับส่งข้อมูลต้องสอดคล้องกับอัตราของสัญญาณนาฬิกา ถ้าหากกำหนดว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

อัตราส่งเป็น 1 บิตต่อ 1 มิลลิวินาที เมื่อตัวรับตรวจจับบิตเริ่มต้นได้ก็จะทำการรับค่าในทุก ๆ มิลลิวินาที จนครบ 8 บิต เมื่อตัวส่งส่งข้อมูลครบ 8 บิตแล้ว จะส่งข้อมูลอีก 1 บิต เพื่อบอกให้ตัวรับทราบว่าได้ส่งข้อมูลครบ 8 บิตแล้วจะสิ้นสุดการส่งข้อความ เรียกบิตนั้นว่า บิตหยุด (Stop bit) มีระดับลอจิกเป็น "1" คือ เมื่อรับข้อมูลได้ครบ 8 บิต ตัวรับจะรับข้อมูลต่อไป หากระดับลอจิกในสายข้อมูลนั้นเป็น "1" อยู่นานช่วงเวลาหนึ่งตัวรับจะรับรู้ได้ทันทีว่า มีการส่งบิตหยุดมาแล้ว ข้อมูลที่รับได้ก่อนหน้านั้นทั้ง 8 บิต จะถูกถ่ายทอดเข้าไปเก็บในรีจิสเตอร์รับข้อมูล

อัตราการส่งข้อมูลเทียบกับช่วงเวลาหนึ่ง ๆ เรียกว่า อัตราบอด (Baud rate) อัตรานี้จะเป็นตัวบ่งบอกความเร็วในการรับส่งข้อมูลของอุปกรณ์ ส่วนจำนวนข้อมูลในการส่ง 1ครั้งจะเรียกว่าเฟรม (Frame) โดยมีขอบเขตเริ่มต้นตั้งแต่บิตเริ่มต้นจนถึงบิตหยุด จำนวนข้อมูลที่อยู่ในระหว่างบิตดังกล่าวทั้งสอง คือ จำนวนบิตใน 1 เฟรม ในการส่งข้อมูลตามรูปที่ 2.10 ข้อมูล 1 เฟรมจะมีจำนวนข้อมูลเท่ากับ 8 บิต

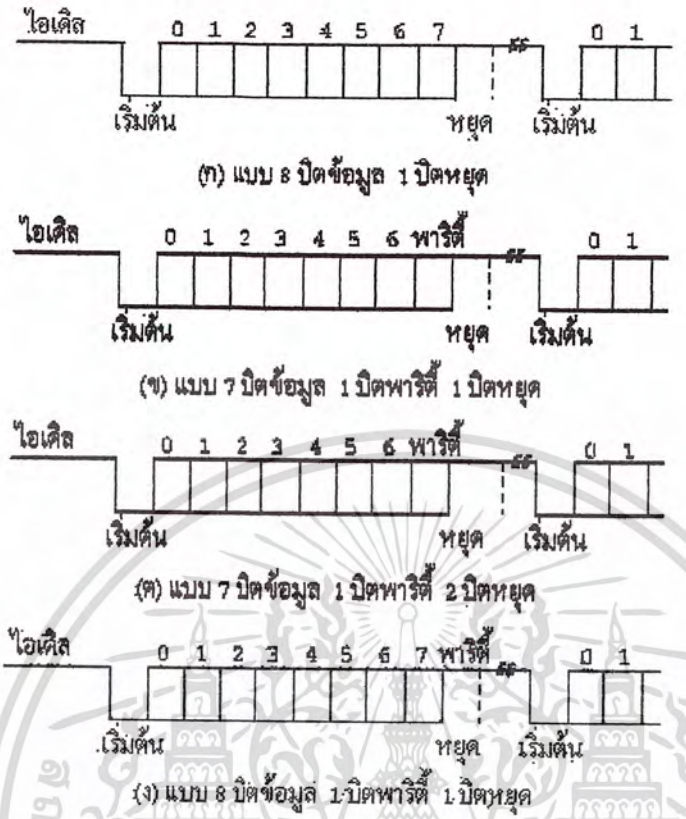
การรับส่งข้อมูลแบบนี้มีข้อเสียคือ หากอัตราบอดไม่เท่ากันระหว่างตัวรับ และตัวส่ง จะทำให้การตรวจจับบิตเริ่มต้น และสิ้นสุด ตลอดจนสถานะของข้อมูลไม่แน่นอน ส่งผลให้เกิดการรับส่งข้อมูลผิดพลาดขึ้นได้ การรับส่งข้อมูลอนุกรมแบบอะซิงโครนัสนี้ มักใช้ในการรับส่งข้อมูลระหว่างคอมพิวเตอร์กับอุปกรณ์รอบข้าง เช่น โมเด็ม เมาส์ พรินเตอร์ หรือกระทั่งคอมพิวเตอร์ด้วยกันมาตรฐานอันหนึ่งที่นิยมใช้ของการรับส่งข้อมูลอนุกรมคือ RS-232 โดยในการรับส่งข้อมูลสามารถใช้สายโทรศัพท์เป็นสายนำสัญญาณได้

2.4.2.2.1.รูปแบบของข้อมูลอนุกรมแบบอะซิงโครนัส

ในรูปที่ 2.11.เป็นรูปแบบของข้อมูลอนุกรมในลักษณะต่าง ๆ จะเห็นว่ามีบิตเพิ่มเติมขึ้นมาอีก 1 บิต เรียกว่า บิตพาริตี้ (Parity bit) บิตนี้เป็นบิตที่ใช้ตรวจสอบว่าข้อมูลที่ส่งมามีความผิดพลาดเกิดขึ้นหรือไม่ มันจะแสดงจำนวนของข้อมูล "1" ในข้อมูล 1 เฟรมนั้น ถ้าหากจำนวนข้อมูล "1" มีเป็นจำนวนคู่ (คือ 2, 4, 6 หรือ 8 ตัว) จะเรียกว่าเป็นพาริตี้คู่ (Even parity) แต่ถ้าหากจำนวนข้อมูล "1" เป็นจำนวนคี่ (คือ 1, 3, 5 หรือ 7 ตัว) จะเรียกว่าเป็นพาริตี้คี่ (Odd parity) บิตพาริตี้นี้สามารถรวมอยู่ในข้อมูลที่มีขนาด 8 บิตได้ เช่น รหัส ASCII จะมีบิตข้อมูลอยู่ 7 บิต อีก 1 บิตที่เหลือก็สามารถกำหนดให้เป็นบิตพาริตี้ได้ หรือจะแยกเพิ่มเติมเป็นอีก 1 บิตก็ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

55749



รูปที่ 2.11รูปแบบของข้อมูลอนุกรมแบบอะซิงโครนัส[13]

ตัวส่งข้อมูลจะเป็นผู้ตรวจสอบและกำหนดบิตพาริตี้นี้ โดยตัวรับจะต้องปฏิบัติและกำหนดรูปแบบตาม การกำหนดสถานะของบิตนี้ว่าจะให้เป็น "1" หรือ "0" ขึ้นกับปัจจัยสองประการคือ การกำหนดให้เป็นพาริตี้คู่หรือคี่ และ จำนวนข้อมูล "1" ในข้อมูลแต่ละไบต์ที่ต้องการส่ง

ยกตัวอย่าง ต้องการส่งข้อมูลรหัส ASCII ของเลข 8 ข้อมูลรหัส ASCII จะมี 7 บิตคือ 0111000 กำหนดให้บิตที่ 8 เป็นบิตพาริตี้ โดยถ้าหากจำนวนข้อมูล "1" เป็นคี่จะเป็นพาริตี้คี่ บิตพาริตี้จะเป็น "1" แต่ถ้าจำนวนข้อมูล "1" เป็นคู่ก็จะเป็นพาริตี้คู่ บิตพาริตี้จะเป็น "0" ดังนั้นข้อมูล 1 เฟรมที่จะส่งไปจะมีลักษณะดังนี้

บิตเริ่มต้น 0 1 2 3 4 5 6 บิตพาริตี้ บิตหยุด 0 0 0 0 1 1 1 0 1 1 จะใช้บิตพาริตี้ตรวจสอบความผิดพลาดได้อย่างไร สมมติว่าถ้าหากในการส่งข้อมูลเลข 8 ดังกล่าวเกิดสัญญาณรบกวนเข้ามาในระบบทำให้บิตที่ 2 เกิดเปลี่ยนสถานะของข้อมูลเป็น "1" ขึ้นมาก็จะทำให้จำนวนข้อมูล "1" เป็นจำนวนคู่ และทางตัวรับก็รับได้เช่นนั้น แต่ที่บิตพาริตี้กลับระบุว่า เป็นพาริตี้คี่ทั้ง ๆ ที่ข้อมูลที่รับได้ระบุว่าเป็นพาริตี้คู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ด้วยเหตุนี้เองทำให้ทราบได้ว่า เกิดความผิดพลาดของข้อมูลที่ทำการรับส่งแล้ว อย่างไรก็ตาม บิตพาริตี้นี้จะช่วยตรวจสอบได้คร่าว ๆ เพียงเท่านี้ไม่สามารถบ่งบอกว่า ผิดพลาดที่บิตใด ผิดพลาดไปกี่บิต

2.4.2.2.2 ความเร็วในการส่งข้อมูล

ความเร็วของการส่งข้อมูลถูกระบุด้วยหน่วยจำนวนบิตที่ส่งได้ภายใน 1 วินาที (Bit Per Second : BPS) สามารถคำนวณได้โดยอาศัยอัตราบอด (Baud rate) หรืออัตราในการรับส่งข้อมูลอนุกรม การคำนวณความเร็วในการส่งข้อมูล จะรวมข้อมูลทั้งบิตเริ่มต้น บิตข้อมูล บิตพาริตี้ และบิตหยุด สามารถหาค่าได้จากสมการ BPS = (จำนวนบิตข้อมูล / จำนวนบิตใน 1 เฟรม) * อัตราบอด

และถ้าต้องการทราบความเร็วในการส่งข้อมูลอักขระ จะคำนวณได้จากสมการจำนวนข้อมูลอักขระใน 1 วินาที = อัตราบอด / จำนวนบิตใน 1 เฟรม จากสมการ ถ้าเป็นรหัส ASCII จำนวนบิตในข้อมูล 1 อักขระจะเป็น 7 บิต แต่ถ้าเป็นรหัสอื่น เช่น ANSI จะใช้จำนวน 8 บิตในข้อมูล 1 อักขระ ก็ต้องยกตัวอย่างการคำนวณประกอบคำอธิบายให้เห็นจริง

ในการส่งข้อมูลที่มีอัตราบอดเป็น 9,600 ข้อมูล 8 บิต มีบิตหยุด 1 บิต ไม่มีบิตพาริตี้คำนวณหาค่า BPS และจำนวนข้อมูลต่อวินาที จากข้อมูลจะได้จำนวนบิตในข้อมูล 1 เฟรม 8 บิตนี้คือ 10 บิต (8 บิตข้อมูล 1 บิตหยุด และ 1 บิตเริ่มต้น) ค่า BPS = 8/10 * 9,600 = 7,680 และ จำนวนอักขระต่อวินาที คือ 9,600/10 = 960 ตัวต่อวินาที

ในบทที่ 2 ได้กล่าวถึงทฤษฎีในการทำโครงงานไปแล้ว ซึ่งเป็นทฤษฎีที่สำคัญ ต่อไปจะได้กล่าวถึงขั้นตอนในการออกแบบหุ่นสำรวจว่ามีส่วนประกอบอะไร และแต่ละส่วนมีการทำงานอย่างไร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การออกแบบหุ่นสำรวจลอยฟ้า

การทำงานของหุ่นสำรวจนั้นเป็นหุ่นสำรวจที่ลอยอยู่บนอากาศซึ่งสามารถที่จะบังคับได้จากพื้นดินหุ่น โดยจะลอยสูงจากพื้นและสามารถควบคุมได้โดยผู้ควบคุม หุ่นนั้นสามารถที่จะส่งภาพมายังผู้ควบคุม โดยภาพที่ส่งนั้นจะเป็นเคลื่อนไหวหรือภาพวิดีโอ สำหรับการออกแบบหุ่นสำรวจนั้นจะต้องทำให้หุ่นสำรวจมีน้ำหนักเบา ดังนั้นการสร้างหุ่นนั้นจะต้องเลือกอุปกรณ์ที่มีน้ำหนักเบา และมีขนาดเล็กเป็นหลัก ดังนั้นจึงเลือกมอเตอร์ที่มีขนาดเล็ก น้ำหนักเบาและต้องมีความเร็วเหมาะสม เพราะถ้ามอเตอร์มีความเร็วมากไปแล้วจะทำให้ตัวของหุ่นสำรวจแกว่งเป็นผลให้หุ่นสำรวจเสียสมดุลและทำให้ควบคุมได้ยาก ดังนั้นการเลือกมอเตอร์จะต้องเลือกความเร็ว ขนาดและแรงดันที่ป้อนให้มอเตอร์ นอกจากนั้นการเลือกอุปกรณ์อื่นๆก็เช่นกันจะต้องมีน้ำหนักเบาด้วยเช่น แบตเตอรี เซอร์โวมอเตอร์ (Servo motor) ตัวที่โดยสาร เป็นต้น

จากการทดลองหุ่นสำรวจลอยฟ้านั้นพบว่าหุ่นสำรวจนั้นต้องมีน้ำหนักที่เบามากเพื่อจะใช้ถุงก๊าซมีขนาดเล็กเพราะว่าถ้าอุปกรณ์เบาถุงก๊าซก็ไม่จำเป็นต้องใหญ่ ถ้าอุปกรณ์น้ำหนักมากก็จะต้องยิ่งใช้ถุงก๊าซที่มีขนาดใหญ่ขึ้นตามไปด้วย ดังนั้นจึงต้องทำให้หุ่นมีน้ำหนักเบาที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ เพื่อให้ถุงก๊าซมีขนาดเล็กได้ เมื่อถุงก๊าซมีขนาดเล็กก็จะมีประโยชน์ในการเข้าไปสำรวจในพื้นที่แคบๆและใช้ปริมาณก๊าซน้อยด้วยซึ่งจะช่วยให้ประหยัดค่าใช้จ่าย เพราะว่าก๊าซฮีเลียมนั้นมีราคาที่สูง สำหรับการทำงานของหุ่นนั้นแบ่งออกเป็น 2 ส่วนหลักๆ คือ ส่วนที่ใช้ควบคุมบนพื้นดินและส่วนที่อยู่บนอากาศ ซึ่งจะได้อธิบายดังนี้

3.1 ส่วนควบคุมภาคพื้นดิน

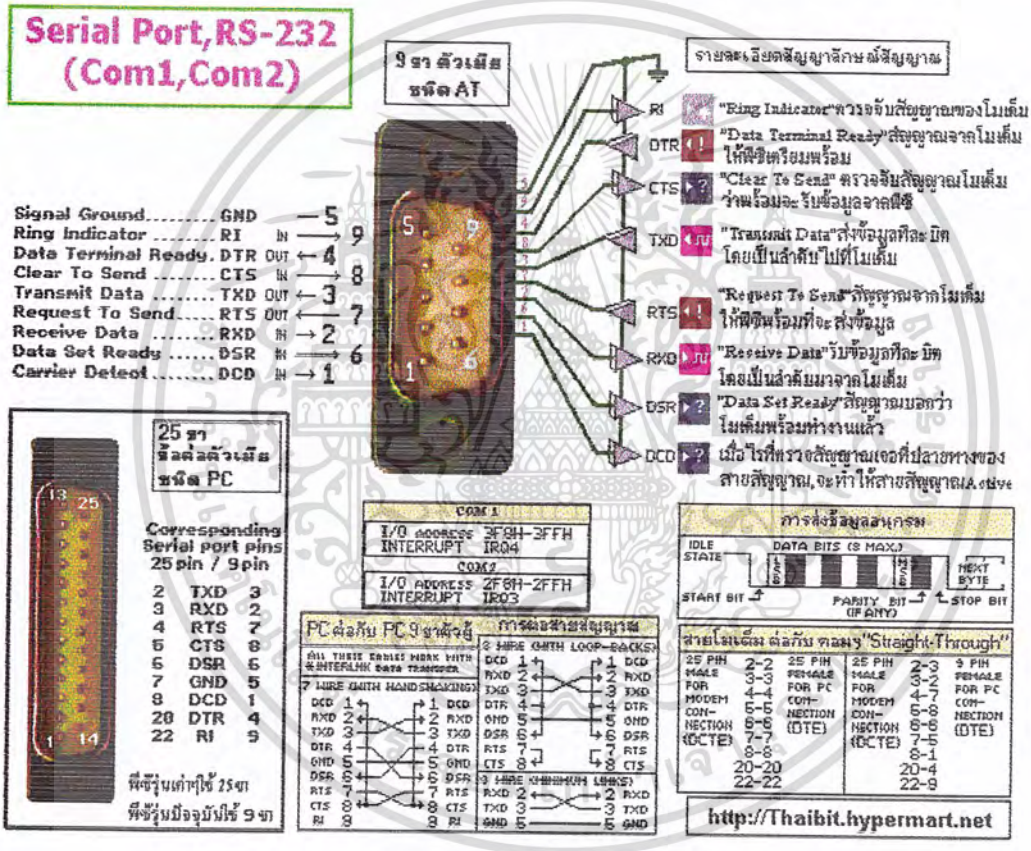
ส่วนที่ทำการควบคุมบนพื้นดินจะเป็นส่วนที่ใช้ในการควบคุมหุ่นสำรวจให้ไปตามทิศทาง ซึ่งที่ส่วนนี้จะมีอุปกรณ์ที่ใช้ในการส่งสัญญาณวิทยุไปควบคุมหุ่นสำรวจ และส่วนที่ทำหน้าที่รับสัญญาณภาพจากส่วนที่ลอยอยู่บนอากาศ

3.1.1 ส่วนควบคุม

สำหรับส่วนควบคุมของหุ่นสำรวจจะเป็นการส่งสัญญาณแบบไร้สาย เพื่อบังคับทิศทางของหุ่นสำรวจ ซึ่งในส่วนนี้จะเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์เพื่อให้สามารถติดต่อระหว่างเครื่องส่งกับคอมพิวเตอร์ได้นั่นเอง ซึ่งลักษณะของการเชื่อมต่อจะเป็นดังในรูปที่ 3.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับการเชื่อมต่อระหว่างคอมพิวเตอร์กับเครื่องส่งนั้น จะเป็นการเชื่อมต่อแบบอนุกรม ผ่านพอร์ต RS-232[14] การเชื่อมต่อนั้นจะไม่มีการตรวจสอบสถานะ (Handshake) ของการส่งข้อมูล โดยในการสื่อสารกันนั้นจะใช้สายสัญญาณ 3 เส้นเพื่อทำการรับส่งข้อมูลของพอร์ตของคอมพิวเตอร์ คือ สายส่งสัญญาณ (Tx) ขา 3 สายรับสัญญาณ (Rx) ขา 2 และสายกราวด์ (GND) ขา 5 ส่วนขาของพอร์ตอนุกรมของคอมพิวเตอร์ที่เหลือจะไม่ถูกใช้งาน ดังนั้นจึงต่อขาที่ไม่ใช้รวมกัน คือ ต่อขา 1,4,6 ของพอร์ตอนุกรมเข้าด้วยกัน และต่อขา 7 กับขา 8 เข้าด้วยกัน ซึ่งข้อมูลของพอร์ตอนุกรม RS-232 แสดงดังรูปที่ 3.1



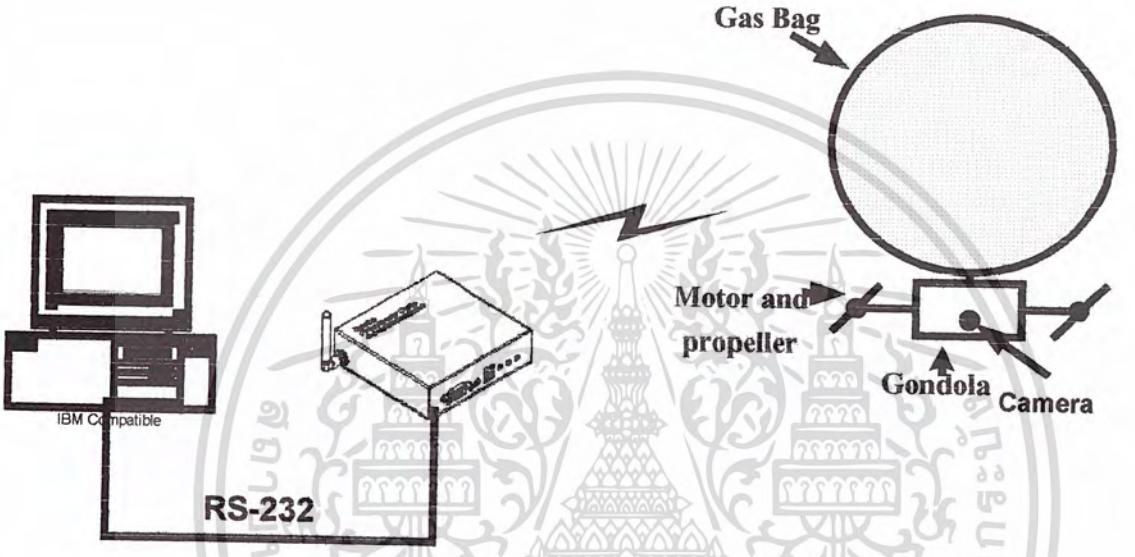
รูปที่ 3.1 พอร์ตอนุกรม RS-232[14]

โดยปกติแล้วคอมพิวเตอร์นั้นไม่สามารถจะติดต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ได้โดยตรง เนื่องจากระดับสัญญาณของพอร์ตอนุกรม RS-232 นั้นมีระดับตั้งแต่ ± 3 V ถึง ± 12 V[3] ในขณะที่ระดับสัญญาณของไมโครคอนโทรลเลอร์นั้นอยู่ในระดับของทีทีแอล (TTL : Transistor – Transistor

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Logic) ดังนั้นจึงต้องอาศัยการเชื่อมต่อผ่านไอซีชนิดพิเศษที่ทำหน้าที่ในการแปลงระดับสัญญาณจากระดับสัญญาณทีทีแอล เป็นสัญญาณของ RS-232 และแปลงระดับสัญญาณจาก RS-232 เป็นระดับสัญญาณทีทีแอล เพื่อให้สามารถถ่ายทอดสัญญาณซึ่งกันและกันได้ ซึ่งไอซีที่ใช้ในโครงงานนี้คือ ไอซี MAX-232 [3] เพื่อแปลงสัญญาณดังกล่าว

สำหรับการติดต่อระหว่างคอมพิวเตอร์และบอลลูนจะใช้การส่งแบบอนุกรมดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 การทำงานของหุ่นสำรวจ

จากรูปที่ 3.2 เป็นการติดต่อกันระหว่างเครื่องส่งกับคอมพิวเตอร์โดยใช้การเชื่อมต่อทางพอร์ตอนุกรม (RS-232) และเครื่องส่งนั้นจะเป็นโมดูล (Module) ซึ่งอยู่ภายในเครื่องส่งและเชื่อมต่อกับไอซี MAX-232 เมื่อเครื่องส่งได้รับสัญญาณจากคอมพิวเตอร์ก็จะทำการมอดูเลตสัญญาณกับคลื่นพาห์ ที่ความถี่ 433.92 MHz หรือ 434.33 MHz แล้วส่งสัญญาณออกไป โดยการเลือกใช้ความถี่จะขึ้นอยู่กับการเซตค่าของเครื่องส่งนั้น ซึ่งการส่งนั้นคอมพิวเตอร์ส่งสัญญาณออกมาเป็นรหัส ASCII แล้วเครื่องส่งก็จะส่งสัญญาณนั้นออกไปโดยมอดูเลตกับคลื่นพาห์ และจะมีเครื่องรับสัญญาณที่เป็นโมดูลเช่นกัน ซึ่งอยู่บนบอลลูนที่ลอยอยู่บนอากาศ ตัวรับสัญญาณนี้จะทำการ ดีมอดูเลตสัญญาณที่รับได้ จากนั้นก็จะเอาสัญญาณหลังจากการดีมอดูเลตแล้วเข้าไปประมวลผลที่ไมโครคอนโทรลเลอร์ ผลที่ได้จะนำไปควบคุมมอเตอร์และส่วนต่างๆ อีกทีหนึ่ง

สำหรับเครื่องส่งที่ภาคพื้นดินนั้นใช้เป็นโมดูล (Module) ซึ่งมีคุณสมบัติดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ความถี่ที่ใช้ คือ 433.92 MHz และ 434.33 MHz ซึ่งจะใช้ได้ครั้งละ 1 ความถี่
- อัตราการส่งข้อมูล 4800,9600,19200 bit/sec
- รูปแบบของข้อมูล ไม่มีพาริตี้บิต (None Parity) ส่งข้อมูล 8 บิต มี 1 Stop Bit ใช้การส่งข้อมูลแบบฮาฟดูเพล็ค (Half-duplex) บนช่องสัญญาณแบบอะซิงโครนัส (Asynchronous Mode)
- ระยะในการส่ง ประมาณ 50- 150 เมตร
- ใช้แรงดันไฟ 9 VDC
- กำลังในการส่ง 5 มิลลิวัตต์
- การมอดูเลตแบบ FSK

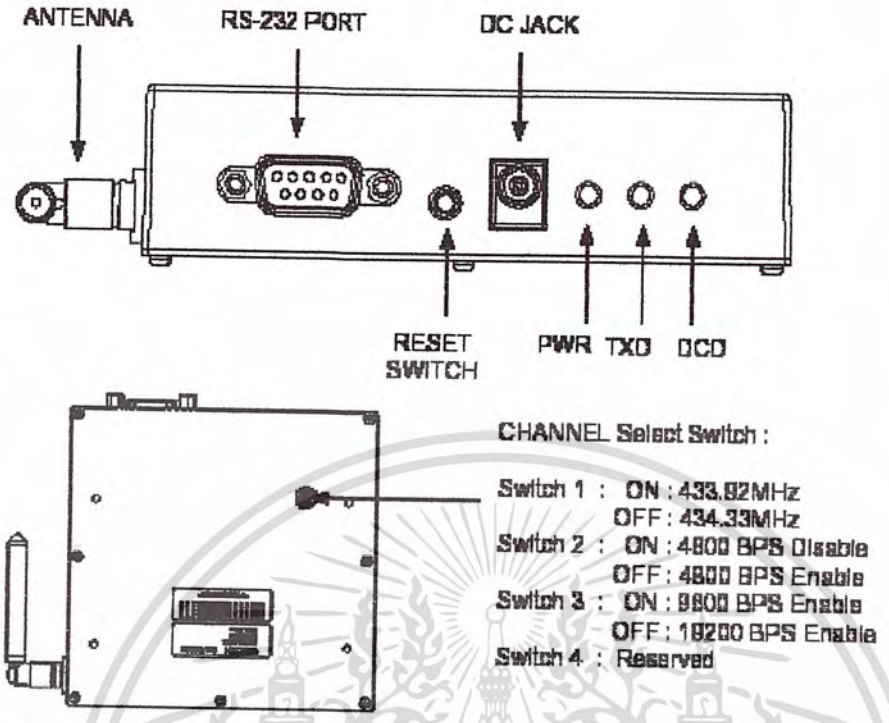
ลักษณะของเครื่องส่งจะมีลักษณะดังรูปที่ 3.3 โดยเครื่องส่งจะเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ผ่านพอร์ตอนุกรม เครื่องส่งมีความกว้าง 107 มิลลิเมตร ความยาว 102 มิลลิเมตร และความสูง 28 มิลลิเมตร

รูปที่3.3 เครื่องส่ง

ซึ่งเครื่องส่งจะมีรายละเอียดแสดงดังรูปที่ 3.4 ซึ่งจะเป็นตัวที่ใช้ติดต่อกับคอมพิวเตอร์ผ่านพอร์ตอนุกรม มีไฟที่แสดงสถานะต่างๆ และที่ด้านล่างของเครื่องส่งนั้นจะมีดิปสวิตซ์ (DIP Switch) ที่ใช้ปรับความถี่ในการใช้งาน รวมทั้งอัตราเร็ว (Bit Rate) ในการส่งข้อมูลด้วย

จากรูปที่ 3.4 ถ้ามองจากด้านหลังของเครื่องส่งนั้นจะมีส่วนประกอบด้วยดังนี้คือ เสาอากาศ (Antenna) พอร์ต RS-232 (RS-232 Port) สวิตซ์รีเซต (Reset switch) ช่องเสียบไฟเลี้ยง (DC Jack) ไฟแสดงสถานะเปิด (PWR Power Indicator) ไฟแสดงสถานะของการส่งข้อมูล (TXD) ไฟสถานะ DCD (DCD Indicator)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.4 ลักษณะของเครื่องส่ง

สำหรับพอร์ต RS-232 จะใช้ในการเชื่อมต่อสัญญาณแบบอนุกรมเข้าคอมพิวเตอร์สวิตซ์รีเซตจะใช้ในการรีเซตช่องสัญญาณเพื่อที่จะทำการเซตใหม่ ช่องเสียบไฟเลี้ยงจะเป็นที่เสียบไฟเลี้ยงจากหม้อแปลงเข้าเครื่องส่งมีแรงดันไฟ 9 VDC ไฟแสดงสถานะ(PWR Power Indicator) จะเป็นไฟสีแดงจะติดเมื่อมีการเสียบแหล่งจ่ายเข้าที่เครื่องส่ง ไฟแสดงสถานะของการส่งข้อมูล (TXD) เป็นไปสีเขียว ซึ่งไฟจะติดเมื่อข้อมูลถูกส่งจากคอมพิวเตอร์ไปที่เครื่องส่ง ไฟสถานะ DCD จะเป็นไฟสีเขียวจะติดเมื่อมันตรวจสอบพบว่ามีการส่งขอมูลออก

ที่ด้านล่างของเครื่องส่งจะมี ดิปสวิตซ์จะมีสวิตซ์ 4 ตัว ซึ่งสวิตซ์แต่และตัวจะมีการเซตค่าดังนี้ สวิตซ์ 1 จะใช้เลือกความถี่ที่ใช้งาน สวิตซ์ 2 และสวิตซ์ 3 เป็นการกำหนดอัตราความเร็วในการส่งข้อมูล ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

- สวิตซ์ 1 On:เลือกความถี่ที่ 433.92 MHz
  Off:เลือกความถี่ที่ 434.33 MHz
- สวิตซ์ 2 On:ความเร็วที่ 4800 บิตต่อวินาที ใช้ไม่ได้
  Off:ความเร็วที่ 4800 บิตต่อวินาที ใช้ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- สวิตซ์ 3 On:ความเร็วที่ 9600 บิตต่อวินาที ใช้ได้
  Off:ความเร็วที่ 19200 บิตต่อวินาที ใช้ได้
- สวิตซ์ 4 สำรองไว้

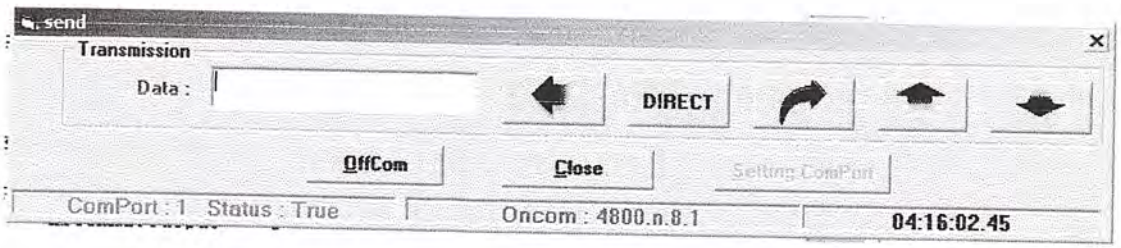
สำหรับในการติดต่อระหว่างคอมพิวเตอร์กับเครื่องส่งนั้น ที่คอมพิวเตอร์จะต้องมีตัวที่จัดการการส่งข้อมูลให้เครื่องส่งที่ต่ออยู่นั้นให้สามารถทำงานด้วยกันได้ เช่นความเร็วในการส่งข้อมูลของทั้งสองตัวจะต้องเซตให้เท่ากันและการเซตอื่นๆจะต้องเหมือนกันด้วย ซึ่งตัวที่ใช้จัดการต่างๆในโครงงานนี้จะใช้โปรแกรม Visual Basic 6.0[1] เป็นตัวจัดการส่งข้อมูลไปยังเครื่องส่ง ซึ่งจะส่งข้อมูลแบบอนุกรม 8 บิต มี stop bit 1 บิต ซึ่งในโครงงานนี้จะใช้ความเร็วในการส่งข้อมูล 4800 บิตต่อวินาที ซึ่งอัตราการส่งข้อมูล 4800 บิตต่อวินาทีก็เพียงพอในการส่งข้อมูลสำหรับควบคุมหุ่นสำรวจแล้ว และที่เครื่องส่งที่ต่ออยู่กับคอมพิวเตอร์นั้นจะต้องเซตด้วยอัตราการส่งข้อมูล 4800 บิตต่อวินาทีด้วย โดยการเซตที่ดิปสวิตซ์ตัวที่ 1 ON ตัวที่ 2 และ 3เป็น Off

ในการส่งข้อมูลจากคอมพิวเตอร์นั้นจะใช้โปรแกรมในการส่งข้อมูลโดยใช้โปรแกรมวิชวลเบสิคดังรูปที่ 3.5 โดยโปรแกรมจะส่งเป็นสัญญาณ ASCII ออกมา

สำหรับส่วนที่ทำหน้าที่ควบคุมจะแสดงในรูปที่ 3.5 ซึ่งจะมีเฟรมชื่อ Transmission ซึ่งจะประกอบด้วย กล่องข้อความ (Text Box) และปุ่มควบคุมอีก 5 ปุ่ม ส่วนด้านล่างจะเป็นควบคุมการทำงาน ล่างสุดจะเป็นแถบบอกสถานะที่บอกสถานะการทำงาน

กล่องข้อความในเฟรม Transmission จะเป็นตัวบอกว่ากำลังกดปุ่มอะไร เช่น กดปุ่มเลี้ยวซ้ายที่กล่องข้อความก็จะแสดงข้อความ Left เป็นต้น ส่วนปุ่มอีก 5 ปุ่มที่อยู่ในส่วน Transmission จะเป็นปุ่มที่ใช้ในการควบคุมหุ่นสำรวจให้ไปซ้าย ตรง ขวา ขึ้น และลง ตามลำดับ ซึ่งถ้ากดปุ่มใดแล้วก็จะบอกสถานะที่กล่องข้อความที่อยู่ด้านซ้าย ส่วนปุ่มควบคุมอีก 3 ปุ่มคือ ปุ่ม OnCom Close และ Setting ComPort มีการทำงานดังนี้ ปุ่ม OnCom จะใช้เป็นตัวเปิดการสื่อสารของพอร์ตที่กำหนด ปุ่ม Close จะปิดหน้าต่างนี้ ปุ่ม Setting ComPort จะเปิดหน้าต่างอีกหน้าต่างหนึ่งขึ้นมาเพื่อทำการเซตค่าต่าง เช่น พอร์ตในการสื่อสาร ส่วนด่านล่างคือแถบสถานะซึ่งจะมี 3 ช่อง ช่องแรกจะบอกว่าเลือกใช้พอร์ตในการสื่อสารพอร์ตไหน และสถานะของพอร์ตตอนนั้นว่าเปิดหรือปิดอยู่ซึ่งจะแสดงเป็น True หรือ False แถบสถานะช่องที่ 2 จะบอกว่าเราใช้รูปแบบของข้อมูลอย่างไรและใช้อัตราเร็วในการส่งข้อมูลเท่าไร โดยมีรูปแบบคือ อัตราเร็ว,พาริตี้, จำนวนบิตที่ส่ง, Stop Bit ซึ่งในโปรแกรมนี้จะเซตค่าเป็น 4800,n,8,1 ส่วนแถบสถานะตัวช่องสุดท้ายจะบอกเวลาในของเครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

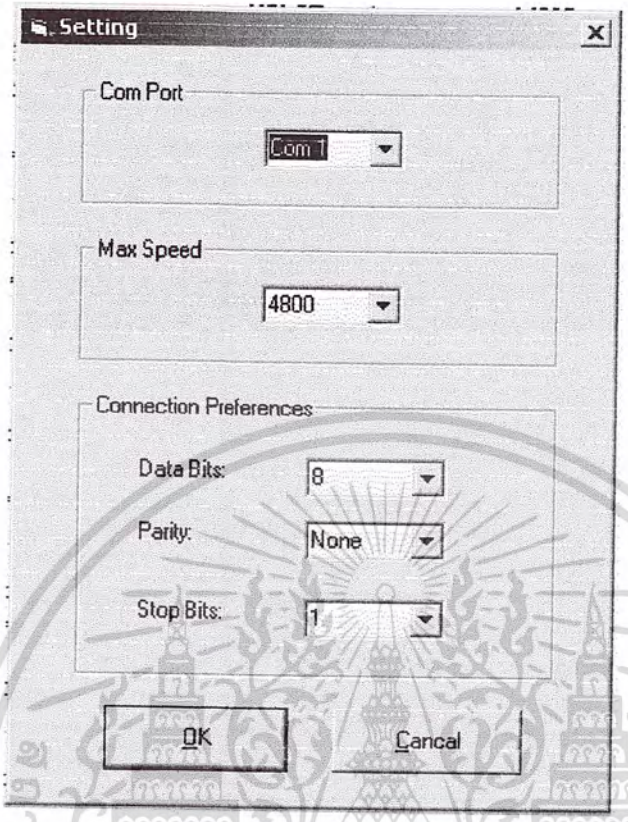


รูปที่ 3.5 หน้าจอการติดต่อระหว่างคอมพิวเตอร์กับไมโครคอนโทรลเลอร์

สำหรับการทำงานของโปรแกรมนี้คือ เมื่อเปิดโปรแกรมขึ้นมากล่องข้อความ และปุ่มที่ใช้ควบคุมจะยังใช้งานไม่ได้ (Disabla) แบบสถานะช่องแรกจะปรากฏข้อความ ComPort and Status ส่วนช่องที่ 2 จะปรากฏข้อความ ComPort Setting และจะเริ่มทำงานด้วยการกดปุ่ม OnCom แล้วปุ่มนี้จะกลายเป็น OffCom เพื่อบอกว่าถ้ากดปุ่มนี้อีกครั้งจะเป็นการยกเลิกการติดต่อ และเมื่อกดปุ่ม OnCom แล้วกล่องข้อความ และปุ่มที่ใช้ควบคุมการทำงานก็จะใช้ได้ (Enable) แต่ปุ่ม Setting ComPort จะใช้งานไม่ได้(Disable) ถ้าต้องการที่จะเซตค่าต่างๆก็จะต้องปิดการเชื่อมต่อก่อน แล้วปุ่ม ComPort Setting จะกลับมาใช้งานได้ เมื่อมีการเปิดการสื่อสารแถบสถานะช่องแรกจะปรากฏข้อความ ComPort : 1(หรือ 2) Status : True ส่วนแถบสถานะช่องที่ 2 จะปรากฏข้อความ Oncom : 4800,n,8,1 ค่านี้เป็นค่าที่เซตไว้ตอนแรก ซึ่งจากนี้ก็จะสามารถส่งสัญญาณออกไปที่เครื่องส่งสัญญาณได้

สำหรับหน้าต่างที่ปรากฏขึ้นหลังจากกดปุ่ม Setting ComPort จะแสดงดังรูปที่ 3.6 ซึ่งจะมีการเซตอยู่ 3 ส่วนคือ Com Port Max Speed และ Connection Preferences สำหรับส่วนของ Com Port จะเป็นส่วนที่ใช้ในการเลือกพอร์ตที่ใช้สื่อสารแบบอนุกรมว่าจะใช้พอร์ต 1 หรือพอร์ต 2 ค่าปกติจะเป็นพอร์ต 1 ส่วน Max Speed เป็นส่วนที่ใช้ในการเลือกอัตราเร็วในการสื่อสารข้อมูล ซึ่งสามารถเลือกได้หลายค่าคือ 110 ,1200,2400,4800,9600,19200 บิตต่อวินาที ค่าปกติจะเป็น 4800 บิตต่อวินาที ส่วน Connection Preferences จะใช้ในการเซตค่าอยู่ 3 ส่วนคือ Data Bit เป็นส่วนที่ใช้เลือกว่าจะส่งครั้งละกี่บิต จะมีค่า 8 และ 9 บิต พาริตี้ จะเป็นการเลือกว่าจะใช้การตรวจสอบความผิดพลาดหรือไม่ และถ้าเลือกการตรวจสอบความผิดพลาดจะใช้การตรวจสอบความผิดพราดจะใช้แบบใด โดยจะมีให้เลือก 3 ตัวคือ None Odd และ Even ค่าปกติจะเป็น None สำหรับค่าที่ใช้ในโครงงานนี้ใช้การสื่อสาร 8 บิต ความเร็วในการส่ง 4800 บิตต่อวินาที มี Stop bit 1 บิต และไม่มีการทำ พาริตี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

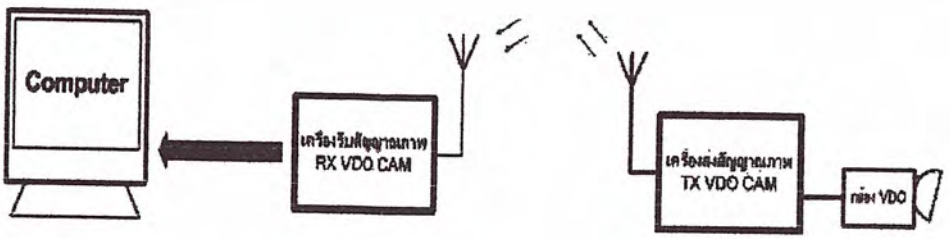


รูปที่ 3.6 หน้าจอของการกำหนดค่าต่างๆ

3.1.2 ส่วนส่งภาพ

การทำงานของหุ่นสำรวจนั้นนอกจากการส่งสัญญาณควบคุมแล้วยังมีการนำภาพเคลื่อนไหวมายังผู้ที่ทำการควบคุมภาคพื้นดินอีกด้วย การสำรวจของหุ่นสำรวจลอยฟ้านั้น หุ่นสำรวจส่งภาพเคลื่อนไหวกลับมายังผู้ควบคุมได้โดยการติดกล้องวิดีโอไว้ที่ตัวบอลลูนที่ลอยอยู่บนอากาศ แล้วกล้องวิดีโอจะส่งภาพแบบกลับมายังผู้ควบคุม การส่งภาพเคลื่อนไหวนั้นจะเป็นแบบไร้สาย ที่ส่วนควบคุมภาคพื้นดินนั้นก็จะมีอุปกรณ์รับสัญญาณจากกล้องแล้วนำภาพที่ได้นั้นส่งเข้ามาที่คอมพิวเตอร์เพื่อแสดงผล ภาพที่ได้นั้นจะเป็นภาพถ่ายจากมุมสูง การทำงานนั้นจะเป็นดังรูปที่ 3.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.7 บล็อกไดอะแกรมของการส่งภาพจากกล้องวิดีโอ

จากรูปที่ 3.7 เป็นการส่งสัญญาณจากกล้องวีดีโอผ่านวงจรส่งสัญญาณภาพแล้วทำการส่งสัญญาณภาพแบบไร้สายไปยังวงจรรับสัญญาณภาพดังรูปที่ 3.8 ซึ่งสัญญาณที่ได้จะเป็นสัญญาณอนาล็อกแล้วต่อเข้ากับคอมพิวเตอร์ แล้วทำการนำภาพที่ได้ไปแสดงผลที่คอมพิวเตอร์ต่อไป สำหรับกล้องจะมีขนาดเล็กสามารถส่งสัญญาณได้ในตัวกล้องได้ สำหรับตัวรับสัญญาณภาพนั้นจะมีหน้าที่รับภาพเข้ามาแล้วทำการขยายให้สัญญาณมีความแรงแล้วจะส่งให้คอมพิวเตอร์ ที่ตัวรับนั้นจะมีปุ่มที่ใช้ในการปรับความถี่ให้ภาพคมชัดมากยิ่งขึ้น ซึ่งกล้องมีคุณสมบัติดังรูปที่ 3.9

รูปที่ 3.8 กล้องและตัวรับสัญญาณภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณสมบัติกล้อง

	PAL	NTSC
Picture sensor:	1/3"	1/4"
System:	PAL/CCIR	NTSC/EIA
Effective pixel:	628 x 582	510 x 492
Picture region:	5.78x4.19mm	4.69x3.45mm
Horizontal shRPNESS:	380 lines	380 lines
Scan frequency:	50Hz	60Hz
Output level:	300mW	50mW
Output frequency:	0.9GHz	1.2GHz
Straight transmission distance:	300-500 Meters	50-100 Meters
Minimum luminance:	3 LUX	
Sensitivity:	+18/db-AGL, ON-OFF	
Frequency control:	Extremely high frequncy stability because of the frequency phase-locking loop control	
Transmission signt:	Picture and voice	
Voltage:	DC+8V	
Current:	200mA	
Power consumption:	640mW	

คุณสมบัติเครื่องรับ

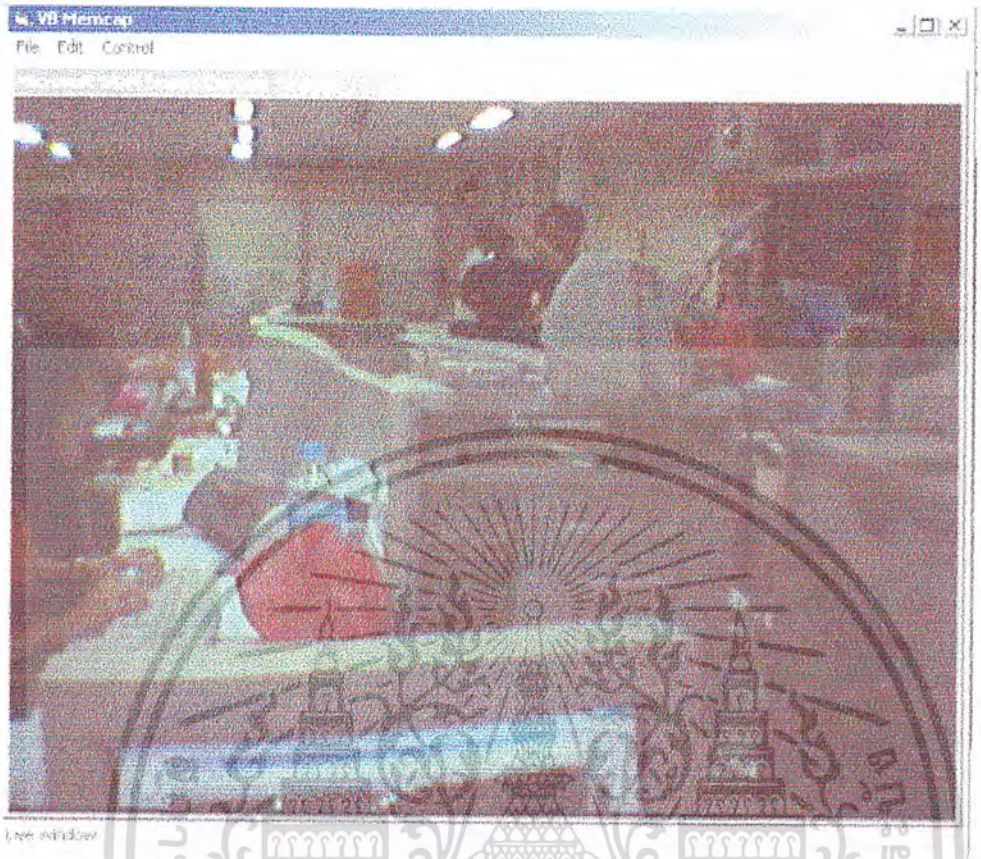
High receiver sensitivity:	+18/db
Receive frequency:	0.9G / 1.2G
Receive Signal:	Video Only
Voltage:	DC 9V
Current:	500mA
Size:	115 x 60 x 20 mm

รูปที่ 3.9 คุณสมบัติของกล้องและตัวรับสัญญาณ[16]

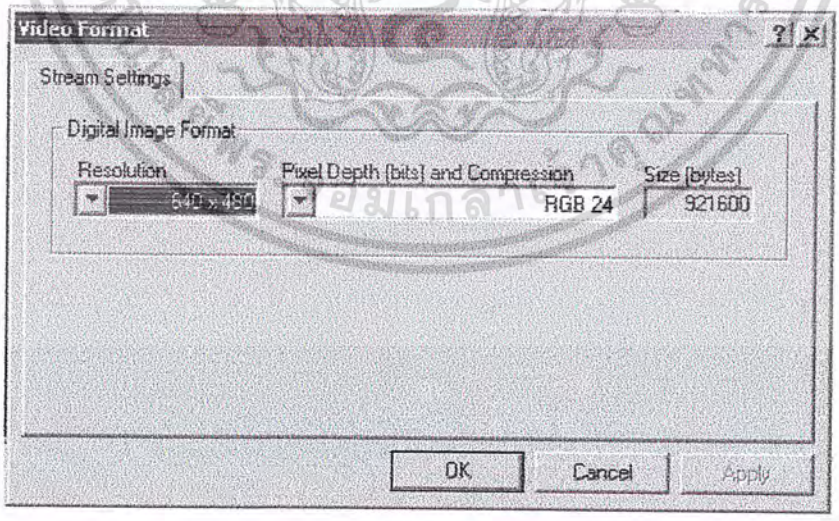
สำหรับโปรแกรมที่ใช้ในการรับภาพจากกล้องวิดีโอมาแสดงผลผู้ควบคุมจะใช้โปรแกรม Visual Basic รับภาพวิดีโอจากกล้องที่อยู่บนบอลลูน โดยจะรับภาพมาจากอุปกรณ์รับสัญญาณภาพแล้ว จะนำสัญญาณภาพมาต่อเข้าที่คอมพิวเตอร์ โดยจะใช้การ์ดที่ทำหน้าที่แปลงสัญญาณมาเป็นดิจิตอลและจะทำการแสดงผลด้วยโปรแกรม Visual Basic

สำหรับส่วนแสดงผลแสดงดังรูปที่ 3.10 โดยโปรแกรมนี้จะรับข้อมูลจากการ์ดมาประมวลผลแสดงเป็นภาพเคลื่อนไหว ซึ่งภาพที่ได้จากโปรแกรมนี้สามารถที่จะปรับขนาดให้เล็ก หรือใหญ่ได้ โดยจะเข้าไปที่ เมนู Control แล้วเลือกที่ Format

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.10 หน้าต่างของโปรแกรมแสดงภาพวิดีโอ

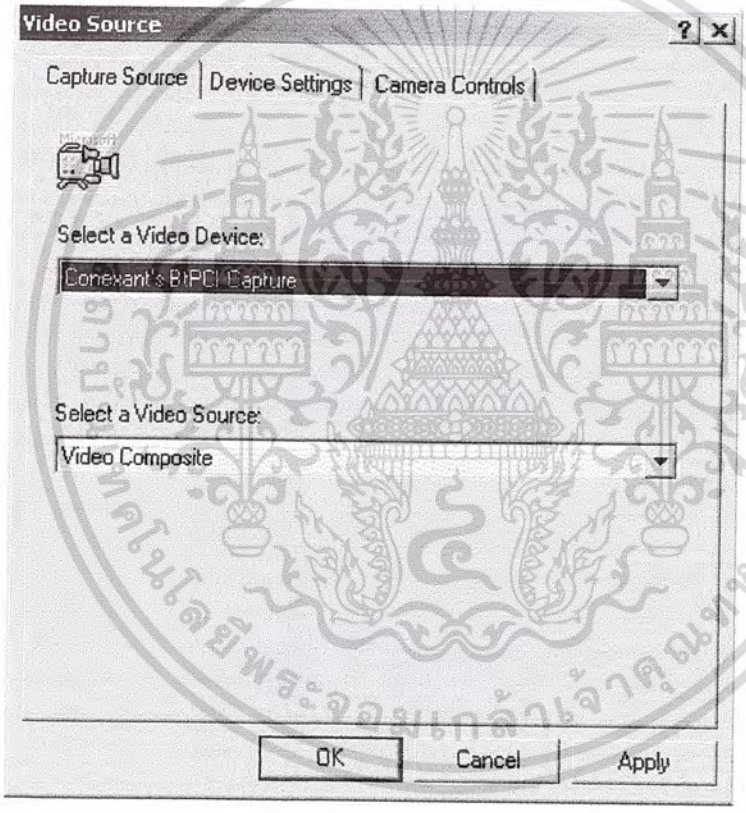


รูปที่ 3.11 หน้าต่างการเซตการแสดงภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 3.11 เป็นหน้าต่างสำหรับการปรับการแสดงผลของภาพ โดยช่องแรกจะเป็นการปรับการแสดงผล ซึ่งมีขนาดของภาพให้เลือกดังนี้ 88x60 88x72 128x96 160x120 176x144 240x176 240x180 320x180 352x288 640x480 704x576 720x480 720x576 ซึ่งมีหน่วยเป็นพิกเซล (pixel) ช่องที่ 2 จะให้เลือกว่าจะให้เป็นการแสดงภาพแบบไหน เช่น RGB ขนาดกี่บิต หรือเป็นแบบ YUY เป็นต้น ส่วนช่องสุดท้ายจะเป็นส่วนที่แสดงขนาดของภาพหลังจากการปรับทั้งสองตัวแล้ว ซึ่งแสดงเป็นไบต์ (Bytes) ซึ่งถ้าภาพเล็กและใช้บิตต่อพิกเซลน้อยก็จะทำให้ขนาดของภาพเล็ก

สำหรับโปรแกรมรับภาพนั้นจะมีส่วนที่ให้ปรับแต่ง คือ การปรับค่าของภาพว่ามาจากไหน ไปเลือกที่เมนู Control และเลือก Source ซึ่งจะปรากฏหน้าต่างดังรูปที่ 3.12



รูปที่ 3.12 หน้าต่างการปรับวิดีโอ

จากรูปที่ 3.12 เป็นหน้าต่างของการปรับค่าของรูปแบบวิดีโอ โดยจะปรับที่ Select a Video Source และเลือก Video Composite สำหรับการการปรับความสว่างจะเลือกที่แถบ Device Settings เพื่อปรับความเข้มของภาพและความสว่างของภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 ส่วนที่ลอยบนอากาศ

ส่วนที่ลอยอยู่บนอากาศนั้นจะเป็นส่วนที่สามารถลอยตัวอยู่บนอากาศได้ ส่วนนี้จะประกอบด้วย ส่วนที่เป็นถุงก๊าซหรือตัวบอลลูน และส่วนของที่โดยสาร

3.2.1 ถุงก๊าซหรือบอลลูน

ถุงก๊าซหรือบอลลูนนั้นจะทำหน้าที่ในการยกอุปกรณ์ทั้งหมดให้ลอยบนอากาศ ซึ่งถุงก๊าซนี้จะบรรจุก๊าซที่มีน้ำหนักเบากว่าอากาศ ก๊าซที่นิยมใช้กันในปัจจุบัน คือ ก๊าซฮีเลียม และ ก๊าซไฮโดรเจน ซึ่งก๊าซทั้ง 2 ชนิดนี้จะแตกต่างกันบ้างทางด้านคุณสมบัติและการใช้งานคือ ก๊าซฮีเลียมนั้นจะมีน้ำหนักมากกว่าก๊าซไฮโดรเจน แต่ก๊าซฮีเลียมนั้นจะไม่ติดไฟ ในขณะที่ก๊าซไฮโดรเจนนั้นจะมีน้ำหนักที่เบากว่าอากาศและเบากว่าฮีเลียมอีกด้วยแต่ก๊าซไฮโดรเจนนั้นจะติดไฟได้ ดังนั้นเพื่อความปลอดภัยของโครงงานจึงใช้ก๊าซฮีเลียม ถึงแม้ว่าก๊าซไฮโดรเจนจะเบากว่าก๊าซฮีเลียมก็ตาม แต่ด้วยคุณสมบัติของก๊าซฮีเลียมก็เพียงพอที่จะทำให้บอลลูนนั้นลอยได้ ซึ่งถุงก๊าซที่ใช้ในโครงงานนี้จะเป็นถุงที่มีลักษณะเป็นทรงกรม โดยมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 ฟุต ดังรูปที่ 3.13 เพื่อให้สามารถยกน้ำหนักของอุปกรณ์ทั้งหมดได้นั่นเอง

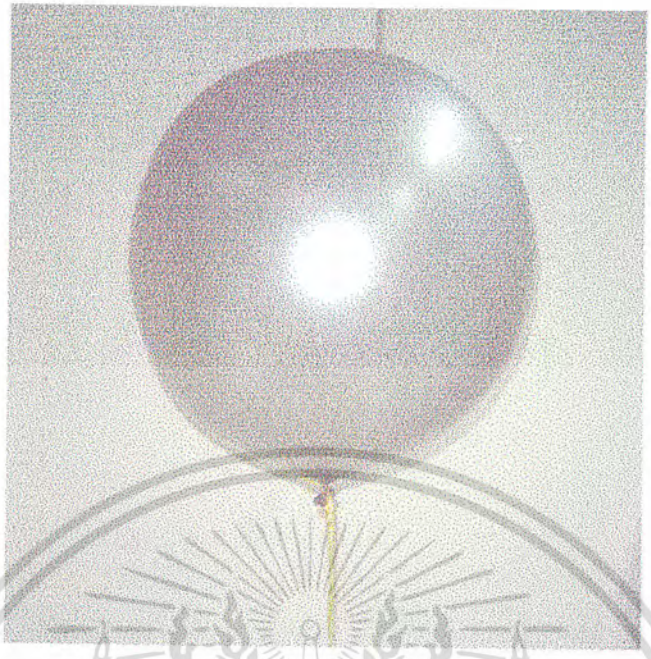
ในการบรรจุก๊าซนั้นจะต้องคำนวณถึงขนาดของแรงยกของบอลลูนด้วย ซึ่งปริมาตรของก๊าซนั้นจะขึ้นอยู่กับขนาดของถุงก๊าซ ดังนั้นต้องมีการคำนวณปริมาตรความจุของถุงก๊าซเพื่อจะสามารถหาขนาดของน้ำหนักที่ยกได้ซึ่งถ้าใช้บอลลูนที่เป็นทรงกลมจะมีขั้นตอนการคำนวณน้ำหนักที่บอลลูนยกได้ดังนี้

1. ใช้สูตรคำนวณคือ $4/3 * \pi * r^3$ [9] ซึ่ง r คือรัศมี มีหน่วยเป็น ฟุต เป็นสูตรในการคำนวณหาปริมาตรของถุงก๊าซ
2. นำปริมาตรของถุงก๊าซที่คำนวณได้จากข้อ 1 คูณด้วยค่า 28.2 กรัมต่อลูกบาศก์ฟุต จะน้ำหนักในการยกของบอลลูนมีหน่วยเป็นกรัม
3. ถ้าต้องการแปลงผลที่ได้ให้มีหน่วยเป็นปอนด์ ก็นำน้ำหนักที่ได้มีหน่วยเป็นกรัมมาหารด้วยค่า 448 ก็จะได้น้ำหนักเป็น ปอนด์

ในโครงงานนี้ใช้บอลลูนเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 ฟุต ซึ่งรัศมีจะเท่ากับ 1.5 ฟุต ก็จะได้ว่า $4/3 * \pi * (1.5)^3 = 14.137$ ลูกบาศก์ฟุต และจะสามารถยกน้ำหนักได้โดยนำปริมาตร คูณกับ 28.2 กรัมต่อลูกบาศก์ฟุต เท่ากับ 14.137 x 28.2 = 398.668 กรัม หรือ ประมาณ 0.398 กิโลกรัม

บอลลูนนั้นจะต้องเติมก๊าซฮีเลียม ซึ่งก๊าซฮีเลียมแสดงดังรูปที่ 3.14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.13 ถุงก๊าซหรือบอลลูนที่ใช้ในโครงงาน

รูปที่ 3.14 ถังก๊าซฮีเลียม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

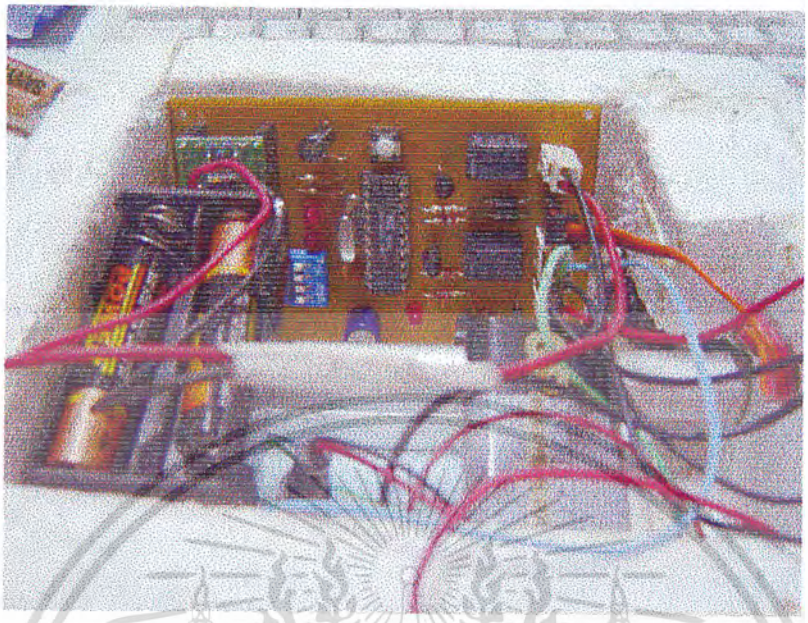
3.2.2 ที่โดยสาร (Gondola)

ที่โดยสารเป็นส่วนที่มีอุปกรณ์ที่ใช้ในการบรรทุกอุปกรณ์ต่างๆที่ใช้ในการสำรวจแสดงดังรูปที่ 3.15 ซึ่งเป็นส่วนที่สำคัญส่วนหนึ่ง กว้าง 15 เซนติเมตร ยาว 15.5 เซนติเมตร และสูง 6.5 เซนติเมตร และจะมีส่วนขา 4 ขา ซึ่งขานี้มีไว้เพื่อป้องกันใบพัดถูกพื้น ขานี้สูง 2.2 เซนติเมตร ที่โดยสารจะมีวงจรที่ใช้ควบคุมการทำงานที่มีโมดูลตัวรับและวงจรควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นสำรวจ และวงจรนี้จะควบคุมมอเตอร์ 2 ตัว ซึ่งที่มอเตอร์ทั้ง 2 ตัวนี้จะอยู่ด้านซ้ายและขวาของบอลลูนเพื่อทำการบังคับทิศทางของหุ่นสำรวจ โดยมอเตอร์จะยึดติดกับแกนอะลูมิเนียมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 เซนติเมตร ยาว 38 เซนติเมตร ซึ่งแกนอะลูมิเนียมนี้จะหมุนได้โดยใช้เซอร์โวมอเตอร์ทำการหมุนแกน ซึ่งจะหมุนได้ประมาณ 100 องศา ใช้ในการบังคับการขึ้นลงของหุ่นสำรวจโดยเมื่อหุ่นสำรวจต้องการขึ้นก็จะหมุนแกนให้ใบพัดอยู่ด้านล่าง และถ้าขึ้นก็จะหมุนให้ใบพัดอยู่ด้านบนซึ่งจะกล่าวในบทที่ 4 ที่มอเตอร์จะมีใบพัดขนาด 4 นิ้ว ติดอยู่เพื่อบังคับทิศทาง ซ้าย ขวา และไปข้างหน้า ถ้าเลี้ยวมอเตอร์จะทำงานตัวเดียวโดยถ้าเลี้ยวซ้ายมอเตอร์ขวาจะทำงาน และเลี้ยวขวามอเตอร์ซ้ายจะทำงาน ถ้าไปข้างหน้ามอเตอร์จะทำงานพร้อมกันทั้งสองตัว ซึ่งที่โดยสารมีน้ำหนักรวม 360 กรัม ประกอบด้วยอุปกรณ์ต่างๆ ดังนี้

1. เครื่องรับสัญญาณวิทยุ วงจร MCS-51 และวงจรขับมอเตอร์ หนัก 20 กรัม
2. กล้องวิดีโอแบบไร้สาย หนัก 20 กรัม
3. มอเตอร์และใบพัด หนัก 20 กรัม
4. เซอร์โวมอเตอร์ หนัก 18 กรัม
5. แบตเตอรี
   - แบตเตอรี 9 โวลต์ 2 ก้อน หนัก 100 กรัม
   - แบตเตอรีขนาด AAA 1.3 โวลต์ 6 ก้อน หนัก 80 กรัม
6. แกนมอเตอร์ หนัก 40 กรัม
7. ที่โดยสาร หนัก 62 กรัม

สำหรับอุปกรณ์ที่หนักที่สุดก็คือแบตเตอรีที่มีน้ำหนักรวมกันถึง 180 กรัม เหตุที่ต้องใช้แบตเตอรีเยอะก็เพราะว่าแบตเตอรีที่ใช้มีคุณภาพไม่ค่อยดี จ่ายกระแสได้น้อยดังนั้นจึงต้องแยกแหล่งจ่าย ถ้าใช้แหล่งจ่ายร่วมกันแล้วจะทำให้อุปกรณ์ทำงานผิดพลาด ซึ่งมีการแยกแบตเตอรีดังนี้ คือ แบตเตอรี 9 โวลต์จะจ่ายให้กับวงจรควบคุมการทำงาน และอีกหนึ่งก้อนจ่ายให้กล้อง ส่วนที่แบตเตอรีขนาด AAA อีก 6 ก้อนนั้น จะจ่ายให้กับเซอร์โวมอเตอร์ 4 ก้อน และจ่ายให้มอเตอร์ที่ใช้บังคับทิศทางอีก 2 ก้อน ซึ่งในการพัฒนาต่อนั้นก็อาจจะปรับปรุงให้ใช้แบตเตอรีที่มีคุณภาพมากขึ้น ซึ่งจะทำให้น้ำหนักของหุ่นสำรวจลดลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.15 การวางอุปกรณ์ในที่โดยสาร

ส่วนของโมดูลภาครับแสดงดังรูปที่ 3.16 เป็นโมดูลที่ทำหน้าที่รับสัญญาณจากเครื่องส่งซึ่งอยู่ที่ภาคพื้นดินแล้วจากนั้นก็จะดีมอดูเลตเพื่อให้ได้สัญญาณเหมือนกับที่คอมพิวเตอร์ส่งมา โมดูลภาครับมี 28 ขา ซึ่งชื่อของแต่ละขาและหน้าที่ของแต่ละขาแสดงดังตารางที่ 3.1 ส่วนคุณสมบัติอื่นเหมือนกับโมดูลตัวส่ง สำหรับการต่อวงจร การต่อโมดูลภาครับใช้งานจะต้องมีการต่ออุปกรณ์ที่ใช้กับโมดูลภาครับก่อนจึงจะสามารถใช้งานได้ เช่น ดิปสวิตซ์ และไฟแสดงสถานะการรับและส่งข้อมูล

รูปที่ 3.16 โมดูลภาครับสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับโมดูลภาครับจะมีการต่อดิปสวิตซ์เพื่อใช้ปรับค่าต่าง ๆ ซึ่งการปรับนั้นจะต้องปรับให้ตรงกันกับตัวส่งด้วย เพราะว่าในการสื่อสารกันระหว่างโมดูลภาครับและส่งนั้นจะต้องใช้ความถี่เดียวกัน และอัตราเร็วในการ รับ-ส่ง ข้อมูลให้เท่ากันด้วยจึงจะสามารถสื่อสารกันได้ ซึ่งการปรับดิปสวิตซ์นั้นจะใช้ปรับค่าต่าง ๆ ดังรูปที่ 3.4

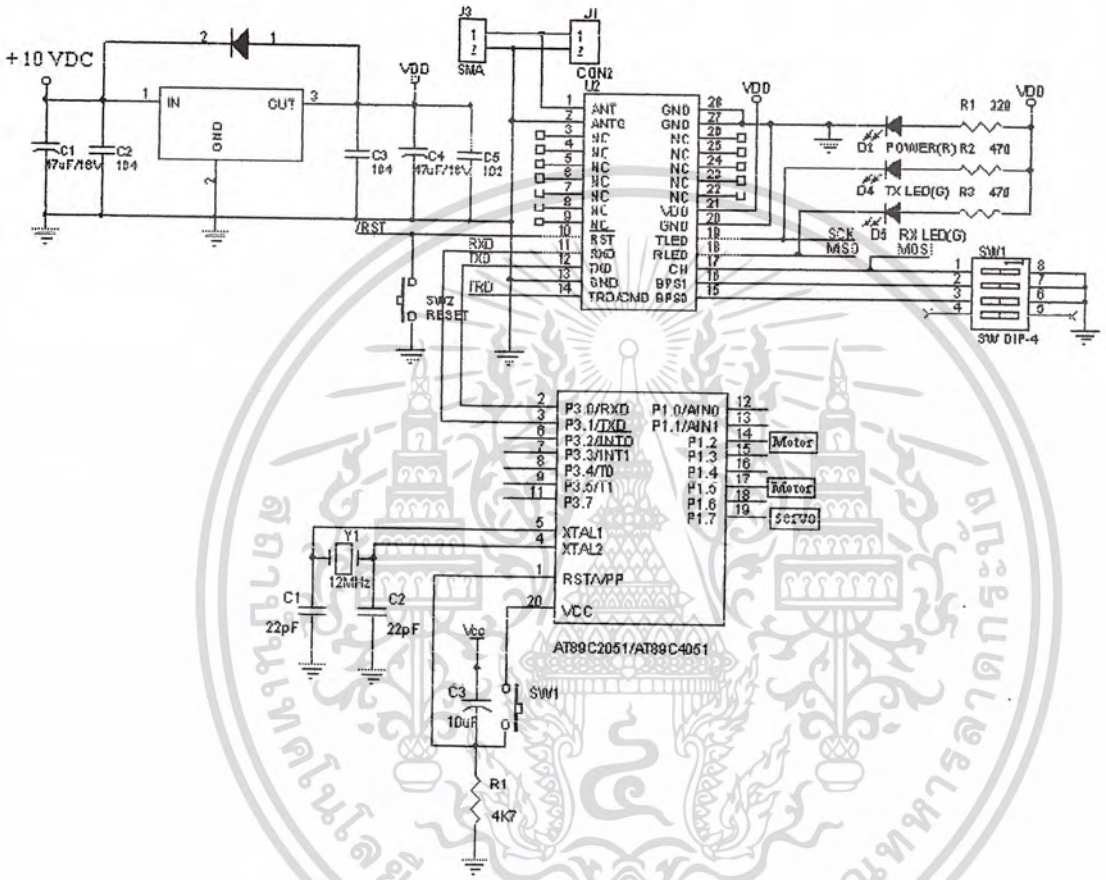
PIN	NAME	I/O	DESCRIPTION
1	ANT	I	Antenna
2	ANTG	I	Antenna Signal GND
3,4,5,6,7,8,9	NC		No Connect
10	/RST	I	Active Low Reset
11	RXD	I	UART Data Input
12	TXD	O	UART Data Output
13	GND	I	GND
14	TRD/CMD		Reserved
15	BPS0		4800bps 0:disable 1:enable
16	BPS1		0:9600bps 1:19200bps(*short data pack)
17	CH	I	0:433.92MHz 1:434.33MHz
18	RLED	O	RXD Status LED
19	TLED	O	TXD Status LED
20	GND		GND
21	VCC		Power Input +3.3Vdc~2.7Vdc
22,23,24,25,26	NC		No Connect
27	GND		GND
28	GND		GND

ตารางที่ 3.1 ขาของโมดูลภาครับ

สำหรับการใช้งานนั้นจะต่อเครื่องรับเข้ากับ ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 เพื่อทำการประมวลผลแล้วจากนั้นก็จะนำไปควบคุมอุปกรณ์ต่างๆ แสดงดังวงจรรูปที่ 3.17 และได้ลายวงจรพิมพ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังรูปที่ 3.20 ซึ่งการเชื่อมต่อกันระหว่างโมดูลภาครับและไมโครคอนโทรลเลอร์ จะเป็นแบบอนุกรม โดย จะต่อขาส่งสัญญาณของโมดูลภาครับ(TX : ขา12) เข้ากับขารับสัญญาณของไมโครคอนโทรลเลอร์ (RX : ขา 2) และการส่งข้อมูลจากไมโครคอนโทรลเลอร์จะต่อขาส่งสัญญาณของไมโครคอนโทรลเลอร์ (TX : ขา 3) เข้ากับขารับสัญญาณของโมดูลภาครับ (RX : ขา11) ซึ่งวงจรการต่อแสดงในรูปที่ 3.17



รูปที่ 3.17 วงจรชุดรับและวงจรควบคุมหุ่นสำรวจ

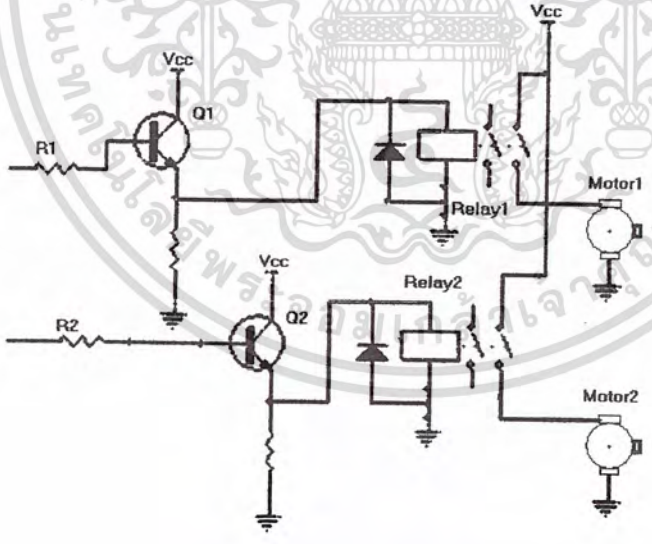
จากรูปที่ 3.17 เมื่อเครื่องรับ รับสัญญาณจากเครื่องส่งแล้วทำการดีมอดูเลตและส่งสัญญาณให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ซึ่งในโครงงานนี้ใช้ไอซีเบอร์ AT89C2051 ซึ่งไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 จะรับข้อมูลเข้าแล้วทำการเปรียบเทียบกับเงื่อนไข ถ้าตรงก็จะไปทำงานตามที่ได้เขียนโปรแกรมไว้ ซึ่งไมโครคอนโทรลเลอร์จะควบคุมการทำงานของมอเตอร์ 2 ตัว และ เซอร์โวมอเตอร์ อีก 1 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ที่ใช้นั้นเป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ 20 ขา มีหน่วยความจำโปรแกรมชนิดแฟลชเมโมรี (Flash Memory) หรือชนิดที่เขียนและลบได้รวดเร็วขนาด 2 กิโลไบต์ มีหน่วยความจำแรมภายในชิปขนาด 128 ไบต์ มีตัวตั้ง/ตัวนับเวลาขนาด 16 ไบต์จำนวน 2 ตัว รับการอินเตอร์รัปต์ได้จาก 5 แหล่ง มีช่องการรับส่งข้อมูลแบบอนุกรม(Serial UART channel) 1 ช่อง มีพอร์ตให้ใช้อยู่ 2 พอร์ตคือพอร์ต 1 มี 8 บิต(P1.0-P1.7) และพอร์ต 3 อีก 7 บิต (P3.1-P3.5 และ P3.7) และพอร์ต 3 นี้จะใช้เป็นพอร์ตพิเศษในการติดต่ออนุกรม และ อินเตอร์รัปต์

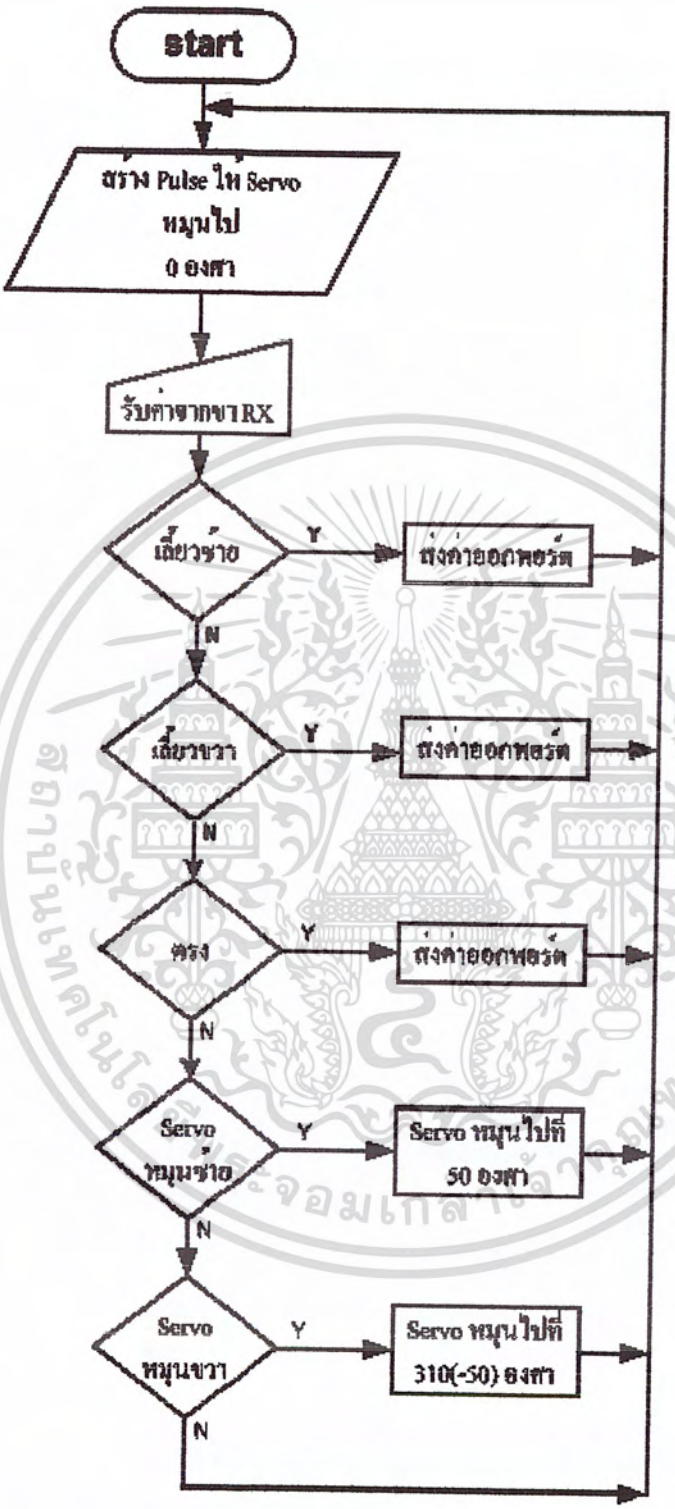
ที่ไมโครคอนโทรลเลอร์จะต้องโปรแกรมให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ทำงาน คือการบังคับมอเตอร์ 2 ตัว และเซอร์โวมอเตอร์ 1 หนึ่งตัว ดังแสดงในรูปที่ 3.19

สำหรับการขับมอร์เตอร์นั้นจะใช้รีเลย์ (Relay) ในการขับ ซึ่งใช้รีเลย์ 2 ตัว ดังรูปที่ 3.18 เนื่องจากไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 นั้นไม่สามารถขับรีเลย์ได้โดยตรงเพราะว่ากระแสที่พอร์ตเอาร์พุตของ ไมโครคอนโทรลเลอร์นั้นต่ำเกินไปดังนั้นจึงต้องใช้ทรานซิสเตอร์มาขับรีเลย์อีกทีหนึ่ง เพื่อให้รีเลย์ทำการตัดต่อไฟจากแบตเตอรีโดยตรง ทำให้มอเตอร์ได้รับไฟจากแบตเตอรี ซึ่งแบตเตอรีที่จ่ายให้กับมอเตอร์นั้นจะเป็นคนละแหล่งกับที่จ่ายให้กับวงจรเพราะว่า ในขณะที่มอเตอร์ทำงานนั้นจะกินกระแสมาก ทำให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ทำงานผิดพลาด ดังนั้นจึงต้องแยกแหล่งที่เลี้ยงวงจรของไมโครคอนโทรลเลอร์ ออกจากแหล่งจ่ายที่เลี้ยงมอเตอร์และเซอร์โวมอเตอร์



รูปที่ 3.18 วงจรขับมอเตอร์

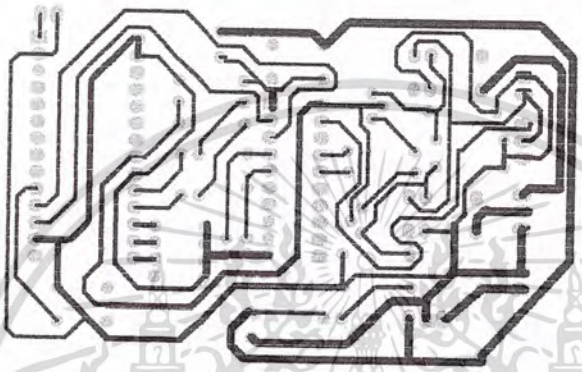
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.19 โฟลว์ชาร์ตของการโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมในไมโครคอนโทรลเลอร์จะทำงานตามโฟลว์ชาร์ตรูปที่ 3.19 ซึ่งไมโครคอนโทรลเลอร์จะรับสัญญาณจากการเชื่อมต่ออนุกรมแล้วเปรียบเทียบกับเงื่อนไขแล้วจะทำตามนั้นแล้วควบคุมมอเตอร์ ส่วนเซอร์โวมอเตอร์นั้นไมโครคอนโทรลเลอร์จะสร้างพัลส์ ให้เซอร์โวมอเตอร์หมุนเพื่อให้มอเตอร์อยู่ที่ตำแหน่งกลางในตอนที่เริ่มทำงานแล้วก็รอรับคำสั่งให้หมุนขึ้นหรือลงเพื่อพาให้หุ่นสำรวจขึ้นหรือลง



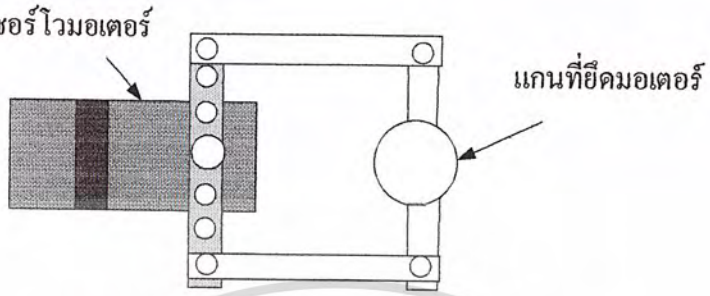
รูปที่ 3.20 ลายวงจรพิมพ์ของวงจร

สำหรับลายวงจรพิมพ์แสดงดังรูปที่ 3.20 การลงอุปกรณ์นั้นแสดงดังรูปที่ 3.21 เป็นรูปลงอุปกรณ์ต่าง ๆ ลงบนแผ่นลายวงจรพิมพ์ที่สร้างขึ้นจากโปรแกรม Potel

รูปที่ 3.21 การลงอุปกรณ์

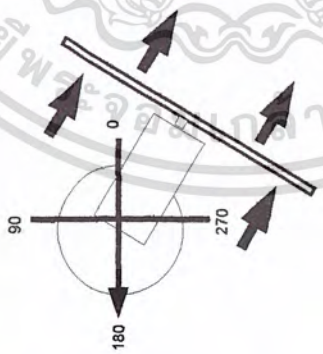
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การติดเซอร์โวมอเตอร์เข้ากับแกนแสดงดังรูปที่ 3.22 โดยจะอาศัยแรงของเซอร์โวมอเตอร์หมุนแกนมอเตอร์



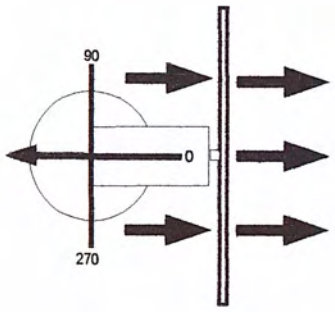
รูปที่ 3.22 การยึดเซอร์โวมอเตอร์เข้ากับแกน

การบังคับตัวหุ่นขึ้นลงนั้น ใช้วิธีการหมุนแกนที่ยึดมอเตอร์ทั้งสองตัว เมื่อหมุนแกนที่ยึดมอเตอร์ก็จะทำให้ใบพัดหมุนไปในองศาต่าง ๆ คือเมื่อบังคับบิดแกนของมอเตอร์ให้มอเตอร์หงายขึ้นในแนวมุมฉาก 90 องศาหุ่นสำรวจก็จะลงในแนวตรงและถ้าหมุนไปที่ 0 องศาจะทำให้หุ่นลอยขึ้นในแนวตรงเช่นเดิม แต่ในทางปฏิบัติแล้วจะหมุนขึ้นและลงได้ประมาณ ±50 องศาเท่านั้น ทำให้เกิดทิศทางของลมที่ผ่านใบพัดลมขึ้นด้านบน ทำให้หุ่นสำรวจลดระดับต่ำลง ดังรูปที่ 3.23 เมื่อหมุนแกนที่ยึดมอเตอร์มาใน 0 องศาหรือแนวระนาบขนานกับพื้นโลก ก็จะเป็นการบังคับให้หุ่นเคลื่อนที่ไปข้างหน้าและเลี้ยวซ้าย- ขวา ดังรูปที่ 3.24 และเมื่อหมุนแกนที่ยึดมอเตอร์มา 310 องศาหรือมุม – 50 องศาคือคว่ำใบพัดลง ทำให้เกิดลมเป่าลงด้านล่าง ก็จะเป็นการบังคับให้หุ่นเคลื่อนที่ขึ้น ดังรูป 3.25

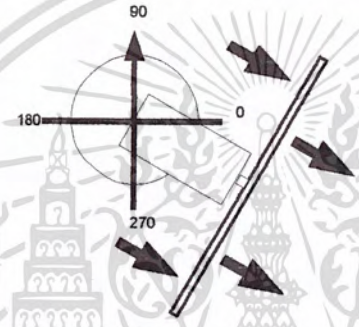


รูปที่ 3.23 แกนของมอเตอร์อยู่ที่ 50 องศา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

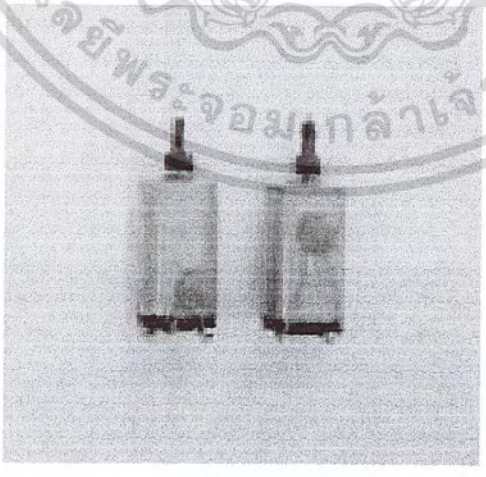


รูปที่ 3.24 แกนของมอเตอร์อยู่ที่ 0 องศา



รูปที่ 3.25 แกนของมอเตอร์อยู่ที่ 310 องศา

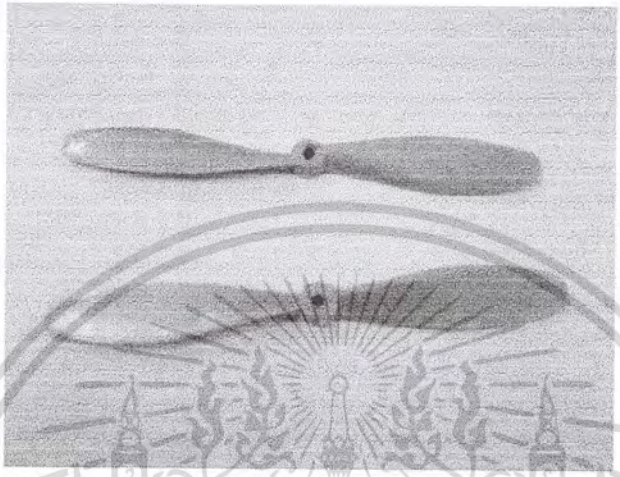
มอเตอร์ที่ใช้ในโครงงานจะเป็นมอเตอร์ที่มีขนาดเล็กและมีน้ำหนักเบา ใช้ไฟ 3 Vdc 1.5 mA ดังรูปที่ 3.26



รูปที่ 3.26 มอเตอร์ที่ใช้ในโครงงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับพัดที่ใช้ยึดติดกับมอเตอร์นั้นจะเป็นใบพัดขนาด 4 นิ้วดังรูปที่ 3.27 ซึ่งใบพัดนี้ใช้ในการบังคับเลี้ยว และ ขึ้น-ลงเป็นใบพัดที่ใช้กับเครื่องบินเล็กซึ่งใช้ได้เป็นอย่างดีกับโครงงานนี้



รูปที่ 3.27 ใบพัดที่ใช้ใน โครงงาน

3.3 การปรับแต่งหุ่นสำรวจ

เมื่อหุ่นสำรวจสามารถบินได้แล้วนั้นก็จะต้องมีการปรับแต่ง เพื่อให้หุ่นสำรวจบินได้ตรง เมื่อหุ่นสำรวจบินได้แล้วนั้นจะต้องปรับให้ถุงก๊าซอยู่ในตำแหน่งที่สมดุลย์ และส่วนของที่โดยสาร จะต้องไม่เอียง โดยต้องวางอุปกรณ์ต่างๆให้สมดุลย์ภายในที่โดยสาร การติดใบพัดก็สำคัญเช่นกันคือจะต้องติดใบพัดให้ตรงจึงจะทำให้การบินของหุ่นสำรวจนั้นบินตรงและไปในทิศทางที่ต้องการ ส่วนการปรับแต่งการบินนั้นต้องทำให้หุ่นสำรวจลอยอยู่นิ่งๆ ถ้าเติมก๊าซมากเกินไปแล้วจะทำให้หุ่นลอยขึ้นเร็วควบคุมไม่ได้

สำหรับการควบคุมนั้นจะใช้คีย์บอร์ด หรือใช้เมาส์ก็ได้ สำหรับการควบคุมโดยคีย์บอร์ดมีคีย์ที่ใช้ดังนี้

เลี้ยวซ้าย ลูกศรซ้าย มอเตอร์ขวาจะทำงานทำให้เลี้ยวซ้าย

เลี้ยวขวา ลูกศรขวา มอเตอร์ซ้ายจะทำงานทำให้เลี้ยวขวา

ตรง ลูกศรขึ้น มอเตอร์จะทำงานพร้อมกันทั้งสองตัวไปข้างหน้า ดังรูปที่ 3.24

ขึ้น ตัว E ใช้ในการหมุนแกนให้ใบพัดอยู่ด้านล่างทำให้หุ่นสำรวจลอยขึ้น ดังรูปที่ 3.25

ลง ตัว D ใช้ในการหมุนแกนให้ใบพัดอยู่ด้านบนทำให้หุ่นสำรวจลอยลงดังรูปที่ 3.23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับการขึ้นและลงนั้นจะต้องใช้สองคีย์พร้อมกัน โดยในการบินขึ้นนั้นจะต้องกดลูกศรขึ้นพร้อมกับกดตัวอักษร E โดยมอเตอร์และใบพัดจะหมุนลงดังรูปที่ 3.25 ทำให้มีแรงลมจากด้านล่างทำให้หุ่นสำรวจลอยสูงขึ้น ส่วนการบินลงนั้นก็กดลูกศรขึ้นพร้อมกับกดตัวอักษร D โดยมอเตอร์และใบพัดจะหมุนขึ้นดังรูปที่ 3.23 ทำให้มีแรงลมจากด้านบนทำให้หุ่นสำรวจลอยต่ำลง การบังคับขึ้นลงนั้นเมื่อกดคีย์บอร์ดเซอร์โวมอเตอร์ก็จะหมุนไปในทิศทางนั้นๆ แล้วเมื่อปล่อยคีย์บอร์ดเซอร์โวมอเตอร์ก็จะหมุนไปที่ตำแหน่ง 0 องศาเช่นเดิม

การลอยตัวของหุ่นสำรวจนั้นจะต้องให้หุ่นสำรวจลอยอยู่นิ่งในอากาศจึงจะทำการบังคับหุ่นสำรวจได้ แต่การเติมก๊าซให้พอดีเลยเป็นไปได้ยากดังนั้นจึงเติมก๊าซให้มากเพื่อให้หุ่นสำรวจลอยขึ้นแล้วทำการถ่วงให้หุ่นสำรวจลอยนิ่งอยู่บนอากาศ

ในบทนี้ได้กล่าวถึงการออกแบบการหุ่นสำรวจรวมทั้งอุปกรณ์ที่ใช้ ซึ่งในบทที่ 4 จะได้กล่าวถึงการทดลองอุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ทำโครงงานนี้ เช่น บอลลูน กล้อง และการทดลองการบินของหุ่นสำรวจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลอง

ในโครงงานหุ่นสำรวจลอยฟ้านั้น ส่วนของถุงก๊าซจะเป็นส่วนที่ทำให้ตัวหุ่นนั้นลอยได้ โดยใช้ก๊าซฮีเลียม ถึงแม้ว่าก๊าซไฮโดรเจนจะมีน้ำหนักเบากว่าก๊าซฮีเลียมก็ตาม แต่ก๊าซฮีเลียมนั้นไม่ติดไฟและไม่ทำให้เกิดการระเบิด ซึ่งก๊าซไฮโดรเจนจะติดไฟและอาจทำให้เกิดการระเบิดได้ ฮีเลียมนั้นมีน้ำหนักประมาณ 0.1785 กรัมต่อลิตร[9] ส่วนไฮโดรเจน มีน้ำหนักประมาณ 0.08988 กรัมต่อลิตร[9]

การทำโครงงานนั้นจะต้องบังคับให้หุ่นสำรวจสามารถบินขึ้นจากพื้นได้และควบคุมทิศทางการเลี้ยวซ้าย-ขวา แบบไร้สาย การควบคุมจะควบคุมผ่านคอมพิวเตอร์โดยใช้พอร์ตอนุกรมแล้วไปควบคุมเครื่องส่ง โดยผ่านไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 จากการทดลองโมดูลภาคส่งสัญญาณวิทยุควบคุมไปยังหุ่นสำรวจจะส่ง ระยะทางในการควบคุมประมาณ 50-150 เมตร

4.1 การทดลองถุงก๊าซ

จุดประสงค์ในการทดลอง

1. เพื่อทดสอบแรงยกของบอลลูน
2. เพื่อทดสอบแรงลมที่ปะทะบอลลูน
3. เพื่อดูขนาดของบอลลูน
4. คุณสมบัติของบอลลูน เช่น อายุการใช้งาน ลักษณะการลอยตัว

ก.บอลลูนทรงกลม ข.บอลลูนทรงรี

รูปที่ 4.1 ถุงก๊าซที่ใช้ในการทดลอง

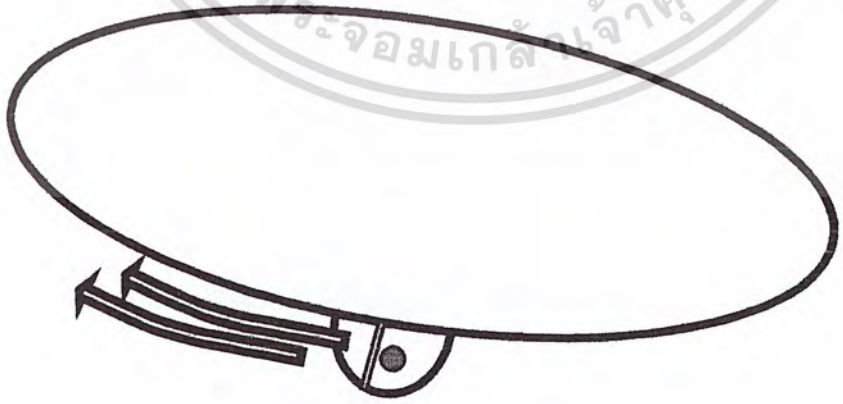
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับการทดลองนั้นจะทำการทดลองหลายส่วนด้วยกัน สำหรับถุงก๊าซรูปทรงที่เหมาะสมคือรูปทรงรีหรือรูปทรงกลม เพราะจะทำให้ทรงตัวได้ดี และไม่ค่อยแกว่งเมื่อเกิดแรงกระชากจากมอเตอร์ทั้ง 2 ข้างเมื่อเคลื่อนที่ไปข้างหน้า

จากรูปที่ 4.1 เป็นการทดสอบการถุงก๊าซระหว่างรูปทรงกลมและทรงรีซึ่งถุงก๊าซที่ใช้ในการทดลองมีสองขนาดและรูปทรง ซึ่งมีประสิทธิภาพใกล้เคียงกันแต่ถุงก๊าซที่เป็นทรงกลมนั้นมีขนาดใหญ่กว่าและยกน้ำหนักได้มากกว่าดังนั้นในโครงงานนี้จะเลือกใช้รูปทรงกลม ส่วนรูปที่ 4.2 นั้นเป็นรูปแสดงแรงลมที่ปะทะถุงก๊าซซึ่งทำให้หุ่นสำรวจเสียการทรงตัว ถ้าการใช้งานกลางแจ้งแล้วหุ่นสำรวจมีความเร็วมากก็ควรจะเป็นทรงรีจะดีกว่า แต่ในการใช้งานหุ่นสำรวจในโครงงานนี้เป็นการสำรวจภายในร่ม ดังนั้นปัญหาเรื่องลมปะทะจึงมีน้อยเนื่องจากความเร็วของการสำรวจนั้นต่ำ

ก.การปะทะลมของถุงก๊าซทรงรี ข.การปะทะลมของถุงก๊าซทรงกลม

รูปที่4.2 การเปรียบเทียบการปะทะกับอากาศเมื่อเคลื่อนที่ไปข้างหน้า



รูปที่ 4.3 มอเตอร์ที่เร็วเกินไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การทดลองมอเตอร์

จุดประสงค์ในการทดสอบมอเตอร์

1. เพื่อทดสอบความเร็วของมอเตอร์
2. เพื่อทดสอบแรงบิดของมอเตอร์
3. น้ำหนักของมอเตอร์
4. การกินกระแสของมอเตอร์

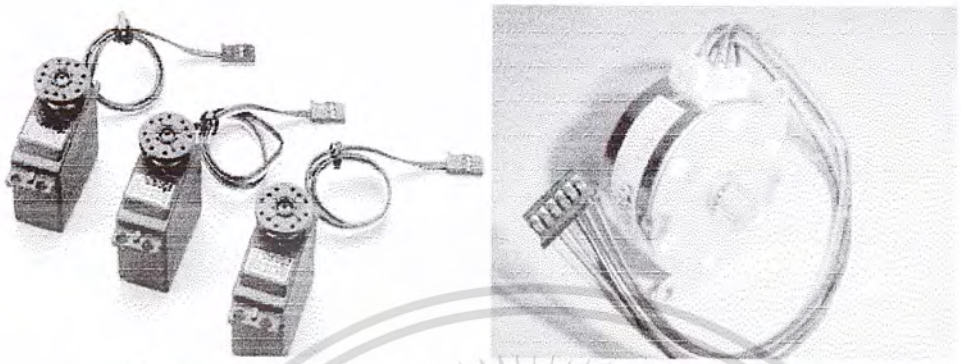
มอเตอร์ที่หมุนเร็วเกินไปจะทำให้เกิดปัญหาการเอียงตัวของหุ่นเช่นกัน เพราะตัวถุงก๊าซเคลื่อนที่ได้ช้า จากรูปที่ 4.4 นั้นได้ทดลองใช้มอเตอร์ของเครื่องบินบังคับวิทยุ ซึ่งมอเตอร์ของเครื่องบินบังคับวิทยุ นั้นมีความเร็วรอบสูงมากทำให้ไม่สามารถบังคับหุ่นสำรวจได้ และการเลี้ยวก็จะทำให้หุ่นสำรวจหมุนเป็นวงกลม รวมทั้งมอเตอร์นั้นใช้ไฟเลี้ยง 6 VDC ซึ่งจะต้องใช้แบตเตอรีที่ใหญ่และมีน้ำหนักมาก ดังนั้นจึงได้มีการลดขนาดของมอเตอร์ให้มีขนาดที่เล็กลงเพื่อให้สามารถบังคับทิศทางได้ง่ายขึ้น และใช้ไฟเลี้ยงน้อยลงทำให้ใช้แบตเตอรีที่เล็กลง สามารถลดน้ำหนักรวมลงได้

รูปที่ 4.4 มอเตอร์ขนาดต่าง ๆ ที่ใช้ในการทดลอง

แกนที่หมุนจะต้องกำหนดและควบคุมองศาได้ จากการทดลองมอเตอร์ 2 ชนิดที่กำหนดและควบคุมองศาได้คือ สเต็ปปิ้งมอเตอร์ และ เซอร์โวมอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

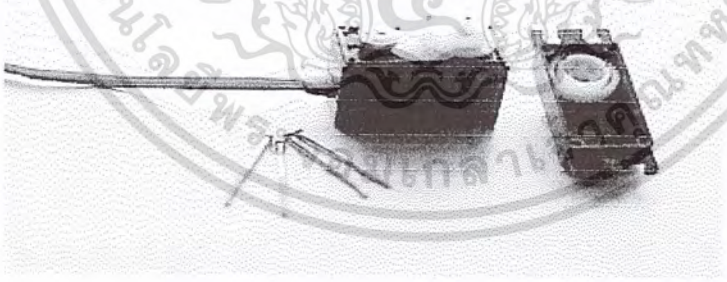
จากการทดลองสเต็ปปิ้งมอเตอร์นั้นมีน้ำหนักมากกว่าเซอร์โวมอเตอร์และทำการยึดและติดตั้งได้ยากกว่าเซอร์โวมอเตอร์



ก.เซอร์โวมอเตอร์ ข.สเต็ปปิ้งมอเตอร์

รูปที่ 4.5 เซอร์โวมอเตอร์ และ สเต็ปปิ้งมอเตอร์

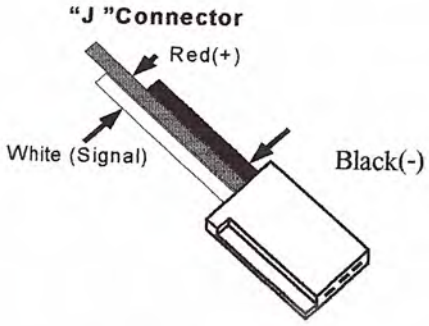
เซอร์โวมอเตอร์เป็นมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง DC มอเตอร์ ที่ถูกประกอบร่วมด้วยชุดเกียร์และส่วนควบคุมต่างๆ ไว้ในโมดูลเดียวกัน เนื่องจากเซอร์โวมอเตอร์มีชุดเกียร์เฟืองทดกำลังจึงทำให้มีแรงบิด แรงยก สูงกว่าสเต็ปปิ้งมอเตอร์ การควบคุมองศาทำได้ดีกว่าและกำหนดองศาได้ละเอียดกว่าสเต็ปปิ้งมอเตอร์ ดังรูป 4.6



รูปที่ 4.6 ชุดเฟืองเกียร์ของ เซอร์โวมอเตอร์

สำหรับสายที่ใช้ในเซอร์โวมอเตอร์นั้นมี 3 สาย ดังรูปที่ 4.7 คือไฟ กราวด์ และสายสัญญาณ ซึ่งเซอร์โวมอเตอร์จะใช้ไฟ 5 โวลต์ ส่วนขาสัญญาณนั้นจะเป็นขาที่รับสัญญาณพัลส์จากตัวสร้างพัลส์ ในโครงงานนี้ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ สร้างพัลส์เพื่อจ่ายให้กับเซอร์โวมอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.7 ขั้ว JR TYPE ของเซอร์โวมอเตอร์

เซอร์โวมอเตอร์ มีแรงบิด แรงยก ให้เลือกได้ตั้งแต่ 1.8 Kg-CM ถึง 15 Kg-CM ดังตารางที่ 4.1 เราเลือกใช้เซอร์โวมอเตอร์ของบริษัท GWS[16] รุ่น MICRO ขั้วต่อจะเป็นแบบมาตรฐาน ขั้ว JR TYPE โดยจะมีสัญญาณใช้งาน 1 เส้นใช้ในการควบคุม และอีก 2 เส้นเป็น VCC และ GND สามารถควบคุมให้ตัว เซอร์โวมอเตอร์ หมุนซ้าย หรือ ขวาได้ +90 องศา - 90 องศา (หมุนได้ 180 องศา) โดยสามารถสั่งงานในการหมุนให้หมุนไปได้ตามองศาต่างๆ ที่ต้องการ ได้ด้วยการป้อนสัญญาณความกว้างของพัลส์ควบคุมให้กับเซอร์โวมอเตอร์ซึ่งจะได้ทิศทางการหมุนและตำแหน่งของการหมุน เซอร์โวมอเตอร์ ไม่ต้องมีส่วนควบคุม หรือ เซนเซอร์ใดๆ กลับมาตรวจสอบอีก ทำให้ง่าย และสะดวกในการในการนำไปประยุกต์ใช้งานต่างๆ สามารถใช้งานเซอร์โวมอเตอร์กับไฟ DC ได้ 4 - 6 VOLT และสามารถปรับแต่งตัวเซอร์โวมอเตอร์ให้สามารถหมุนได้รอบตัวได้ เช่น ทำเป็นชุดล้อรถหุ่นยนต์

						4.8 V		6 V		
Model	STD	BBM	Size(LxWxH) mm/in	Weight g	Weight oz	Speed (Sec/60°)	Torque Kg-cm	Torque Oz-in	Speed (Sec/60°)	Torque Kg-cm	Torque Oz-in
Micro	√		28x14x29.8 1.1x0.55x1.17	18	0.63	0.16	1.80	25	0.13	2.30	32.00
S03N	√		39.5x20.0x35.6 1.56x0.79x1.40	41	1.44	0.23	2.40	47	0.18	4.00	56.00
S03T	√		39.5x20.0x39.6 1.56x0.79x1.56	46	1.62	0.33	7.20	100	0.27	8.00	111.00
S04		√	54.4x26.5x51.5 2.14x1.04x2.03	114	4.00	0.25	10.00	138.88	0.20	13.00	180.50
S666	√		63.0x32.0x61.6 2.48x1.26x2.43	142.4	5.02	0.28	13.00	181	0.22	15.00	208.00
HS-322			40x20x36.5 1.57x0.78x1.43	43	1.51	0.19	3.00	41.66	0.15	3.50	48.60

ตารางที่ 4.1 คุณสมบัติเซอร์โวมอเตอร์ของบริษัท GWS[16]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 การทดลองรับส่งภาพ

จุดประสงค์ของการทดสอบกล้อง

1. ทดสอบคุณภาพของภาพที่ได้
2. ทดสอบน้ำหนักของกล้อง
3. ทดสอบระยะในการส่งภาพ

กล้องที่เราใช้ทดลองส่งภาพแบบไร้สายมี 2 รุ่นคือ 1.MODEL 203C และ 2.MODEL 202B

MODEL 203C ดังรูปที่ 4.8

- ตัวกล้องมีขนาด กว้าง 3.5 ซม. ยาว 3.5 ซม. หนา 2 ซม.
- ความละเอียดของภาพอยู่ที่ 380 เส้น
- เลนส์กล้องกว้าง 0.6 ซม. สามารถเห็นภาพมุมกว้างได้ดี
- ส่งสัญญาณภาพสี แบบไร้สาย โดยมีเครื่องส่งฝังอยู่ในตัวกล้อง (ขนาด 1 ซม.)
- มีขาตั้งกล้องติดกับตัวกล้องเลย สามารถขันน็อตยึดติดกับกำแพง หรือ เพดานได้เลยทันที ตัวกล้องพร้อมระบบส่งใช้ไฟ Minimum 9 V. Maximum 12 V. ใช้ความถี่ UHF กำลังส่งความถี่สูง 900-1200 KHz
- ตัวกล้องใช้กำลังไฟ 200 mA
- ส่งภาพได้ไกล 50-100 เมตร

ก.กล้อง ข.โมดูรับภาพ

รูปที่ 4.8 MODEL 203C[19]

ภาพที่ได้จากกล้องรุ่นนี้แสดงดังรูปที่ 4.9 ซึ่งมีความคมชัดกว่าภาพที่ได้จะรุ่น 202B แต่ในการทำโครงงานนี้ไม่ได้ใช้กล้องรุ่นนี้เนื่องจากว่ากล้องรุ่นนี้มีน้ำหนักมากกว่ากล้องรุ่น 202B ซึ่งน้ำหนักนั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีผลต่อการลอยตัวของหุ่นสำรวจ ดังนั้นเพื่อเป็นการลดน้ำหนักจึงใช้กล้องรุ่น 202B ซึ่งภาพที่ได้นั้นก็ไม่ได้แตกต่างกันมากนักเมื่อเทียบเรื่องน้ำหนักแล้วใช้รุ่น 202B จะดีกว่า

รูปที่ 4.9 ภาพที่ได้จากกล้อง MODEL 203C

MODEL 202B ดังรูปที่ 4.10

- กล้องมีขนาดเล็ก กว้าง 2 ซม. ยาว 2.2 ซม. หนา 2 ซม.
- เลนส์กล้องเล็กมากแค่ 0.2 ซม. เลนส์กล้องแสดงภาพสี
- ความละเอียดของภาพอยู่ที่ 380 เส้น
- ส่งสัญญาณภาพสี แบบไร้สาย โดยมีเครื่องส่งฝังอยู่ในตัวกล้องเลย (ขนาด 1 ซม.)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- มีเครื่องรับสัญญาณภาพแยกต่างหาก สามารถต่อสาย AV จากเครื่องรับสัญญาณเข้าดูภาพผ่านทางช่อง AV ของทีวีได้ทันที
- ใช้ความถี่ UHF กำลังส่งความถี่สูง 900-1200 KHZ
- ส่งสัญญาณภาพและเสียงผ่านกำแพงและสิ่งขีดขวางได้
- สามารถจ่ายไฟเข้ากล้องได้ตั้งแต่ 8 V - 12 V (ยิ่งกำลังไฟสูงยิ่งส่งได้ไกล)
- ตัวกล้องใช้กำลังไฟ 50 mA
- ส่งภาพได้ไกล 50-150 เมตร

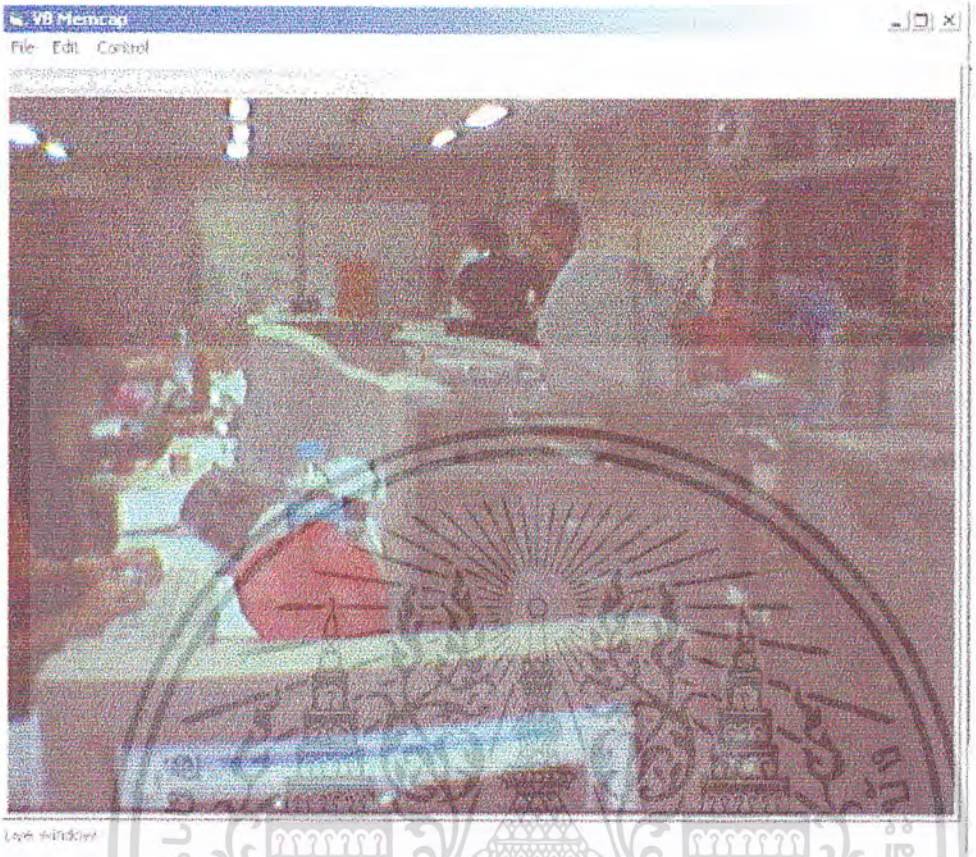
ก.กล้อง ข. โมดูลรับภาพ

รูปที่ 4.10 MODEL 202B[19]

กล้องทั้ง 2 รุ่นนี้ให้ภาพที่ใกล้เคียงกันแต่ MODEL 203C จะให้ภาพที่มีความละเอียดกว่า MODEL 202B MODEL 203C จะมีน้ำหนัก ขนาด และกินกระแสไฟมากกว่า MODEL 202B ในหุ่นสำรวจนี้เราเลือกใช้ เนื่องจากมีน้ำหนักเบากว่า มีขนาดเล็กกว่า กินกระแสไฟน้อยกว่า และภาพที่ได้แสดงในรูปที่ 4.11

สำหรับรูปที่ 4.11 เป็นภาพที่ได้จากกล้องรุ่น 202B จะเห็นได้ว่าภาพที่ได้นั้นจะเป็นภาพที่ไม่ค่อยคมชัดนัก เนื่องจากคุณภาพของกล้องเองไม่ได้เกิดจากการปรับโฟกัส สำหรับกล้องรุ่นนี้มีน้ำหนักเบากว่ารุ่นก่อนหน้านี้ซึ่งด้วยภาพดังรูปที่ 4.11 ก็สามารถเก็บภาพสภาพแวดล้อมที่หุ่นไปสำรวจได้แล้ว สำหรับกล้องรุ่นที่ใช้ในโครงงานนี้เป็นกล้องที่ได้ภาพอย่างเดียวไม่มีเสียง แต่ถ้าต้องการเสียงด้วยก็ต้องเปลี่ยนกล้องรุ่นอื่นซึ่งอาจมีน้ำหนักมากขึ้นอีก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.11 ภาพที่ได้จากกล้อง MODEL 202B

4.4 ผลการทดลอง

สำหรับผลการทดลองบินของหุ่นสำรวจลอยฟ้านั้นได้แสดงในรูปที่ 4.12 และ 4.13 ซึ่งเป็นภาพของการทดลองบินของหุ่นสำรวจ

4.4.1 ผลการทดลองการลอยตัวและการบังคับหุ่นสำรวจ

จากการทดลองที่ได้ตามรูปที่ 4.12 นั้นเป็นการทดลองการลอยตัวของหุ่นสำรวจและทดลองควบคุมให้หุ่นสำรวจเคลื่อนที่ไปด้านหน้าในแนวตรง

ภาพ A เมื่อปล่อยหุ่นให้ลอยอยู่บนอากาศ จะเห็นว่าหุ่นนั้นสามารถลอยตัวอยู่บนอากาศได้และจะรักษาระดับนั้นต่อไปจนกระทั่งมีการบังคับหุ่นสำรวจ

ภาพ B เป็นการบังคับให้หุ่นเคลื่อนที่ไปข้างหน้า โดยให้มอเตอร์ที่ติดใบพัดหมุนพร้อมกันทั้ง 2 ตัว เมื่อเปรียบเทียบกับภาพ A จะเห็นว่าภาพ B หุ่นได้มีการเคลื่อนที่ไปข้างหน้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพ C เป็นการบังคับให้หุ่นเคลื่อนที่ไปข้างหน้าต่อจากภาพ B เมื่อเปรียบเทียบกับภาพ B จะเห็นว่าหุ่นมีการเคลื่อนที่ไปข้างหน้า

A B C

D E F

รูปที่ 4.12 ภาพการลอยของหุ่นสำรวจ

ภาพ D เป็นการบังคับให้หุ่นเคลื่อนที่ไปข้างหน้าต่อจากภาพ C เมื่อเปรียบเทียบกับภาพ C จะเห็นว่าหุ่นมีการเคลื่อนที่ไปข้างหน้าได้อย่างอิสระ

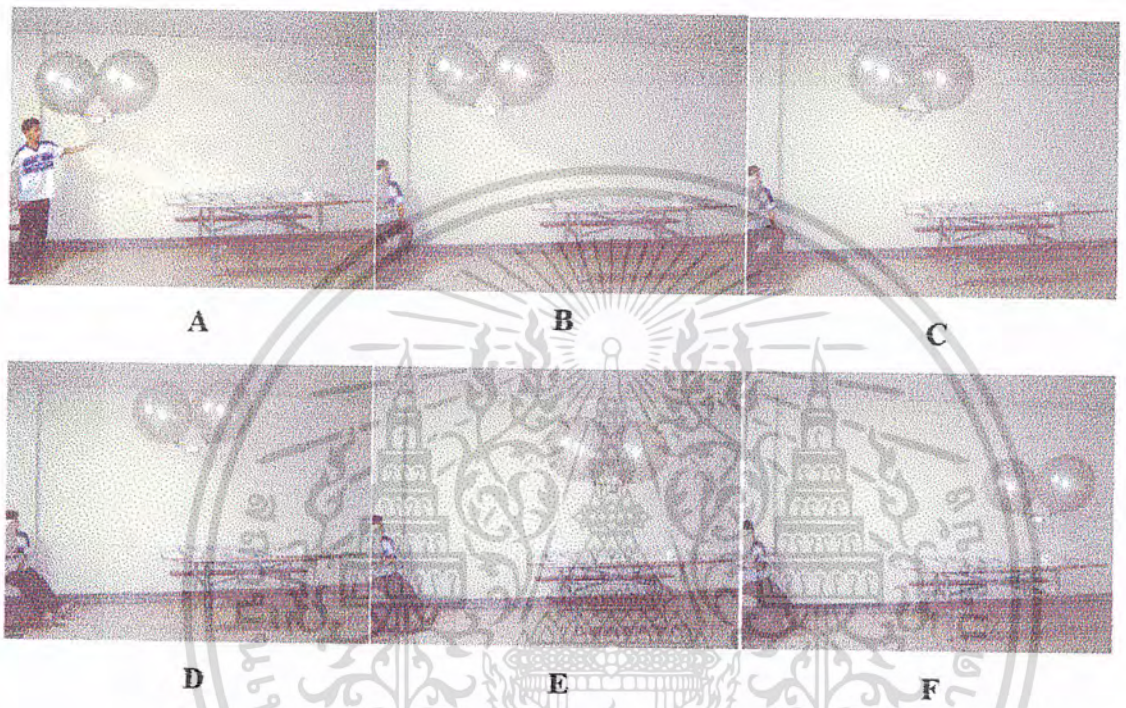
ภาพ E เมื่อหยุดบังคับแต่หุ่นสำรวจโดยหยุดการทำงานของมอเตอร์ทั้ง 2 ด้าน แต่หุ่นสำรวจจะยังคงเคลื่อนที่ไปข้างหน้า เมื่อเปรียบเทียบกับภาพ D จะเห็นว่าหุ่นยังคงมีการเคลื่อนที่ไปข้างหน้าอยู่ ซึ่งการเคลื่อนที่ไปข้างหน้านั้นเกิดจากแรงเฉื่อยที่เกิดขึ้นจากการบังคับไปข้างหน้า

ภาพ F เป็นการหยุดการหมุนของมอเตอร์ทั้ง 2 ตัวเหมือนในภาพ E แต่เมื่อเปรียบเทียบกับภาพ E จะเห็นว่าหุ่นยังมีการเคลื่อนที่ไปข้างหน้าอยู่ เกิดจากแรงเฉื่อยของหุ่นที่ยังคงเหลืออยู่ และเมื่อแรงเฉื่อยหมดหุ่นสำรวจจะหยุดนิ่งในอากาศเพื่อรอการบังคับจากผู้บังคับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.2 ทดลองการปรับระดับการลอยตัวของหุ่นสำรวจ

ภาพที่ 4.13 จะเป็นภาพการทดลองการบินของหุ่นสำรวจโดยการบังคับให้หุ่นสำรวจบินขึ้นลง ซึ่งผลการทดลองก็สามารถบังคับให้หุ่นสำรวจบินขึ้นและลงได้



รูปที่ 4.13 ภาพการลอยของหุ่นสำรวจ

ภาพ A เริ่มทำการทดลองโดยทำการบังคับให้แกนที่ติดมอเตอร์คว่ำลง เกิดแรงผลักจากใบพัดในทิศทางด้านล่างทำให้หุ่นนั้นมีระดับการลอยที่สูงขึ้นจากระดับเดิม

ภาพ B จากภาพจะเห็นได้ว่าหุ่นสำรวจยังคงลอยสูงขึ้น ในขณะที่หยุดการควบคุมแล้ว เป็นเพราะว่าเกิดแรงเฉื่อยจากการบังคับในภาพ A

ภาพ C จากการที่ยังมีแรงเฉื่อยหุ่นสำรวจก็จะยังคงลอยขึ้น ดังนั้นเมื่อต้องการให้หุ่นสำรวจลดระดับลงมากก็จะต้องบังคับให้แกนของมอเตอร์หมุนกลับไปในทิศทางตรงกันข้าม โดยมอเตอร์จะอยู่ในลักษณะหงายขึ้น ทำให้เกิดแรงผลักจากใบพัดในทิศทางด้านบนลงมา แล้วหุ่นสำรวจก็จะลดระดับลดลงดังภาพ จะเห็นว่าหุ่นเอียงเล็กน้อยเนื่องจากแรงผลักจากใบพัด ทำให้หุ่นลดระดับลงเล็กน้อย ซึ่งการบังคับลงนั้นจะให้มอเตอร์ทำงานในช่วงเวลาสั้น ๆ เท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพ D เป็นการรักษาระดับการลอยและเคลื่อนที่ในแนวตรงไปทางด้านหน้าเมื่อเทียบกับภาพ I จะเห็นว่ามีการเคลื่อนที่ไปด้านหน้า

ภาพ E เริ่มทำการลดระดับการลอยตัวลง โดยควบคุมให้แกนของมอเตอร์หงายขึ้นแบบเดียวกับภาพ C จากภาพ E จะเห็นว่าหุ่นนั้นลงระดับการลอยตัวลงจากเดิมอย่างเห็นได้ชัดเจน

ภาพ F หยุดทำการลดระดับการลอยตัวลง แต่จากภาพจะเห็นว่าหุ่นนั้นยังคงลดระดับลงอยู่อีก นั้นเกิดจากแรงเฉื่อยที่เกิดขึ้นจนกระทั่งลงมาอยู่ที่โต๊ะด้านล่าง

4.5 ปัจจัยที่มีผลต่อการบินของหุ่นสำรวจ

ปัจจัยที่มีผลต่อการบินของหุ่นสำรวจมีปัจจัยอยู่ 3 อย่างคือ ลม ความร้อน และแรงเฉื่อย

4.5.1 ลม

จากการทดลองพบว่าหุ่นสำรวจนั้นไม่สามารถบินสำรวจในบริเวณที่มีลมได้เนื่องจากหุ่นสำรวจนั้นมีน้ำหนักเบา ดังนั้นเมื่อมีแรงที่เกิดจากลมก็จะทำให้หุ่นเสียทิศทางในการบังคับไปและถ้ามีลมแรงมากก็จะทำให้หุ่นสำรวจทรงตัวไม่ได้

4.5.2 ความร้อน

ความร้อนก็เป็นอีกตัวแปรหนึ่งในการทำให้หุ่นสำรวจบินไม่ได้ซึ่งความร้อมนั้นจะทำให้ก๊าซขยายตัวภายในถุงก๊าซ ซึ่งเป็นผลทำให้ถุงก๊าซแตกได้ ดังนั้นในการทำงานของหุ่นสำรวจจะต้องหลีกเลี่ยงบริเวณที่ไม่มีความร้อนด้วย

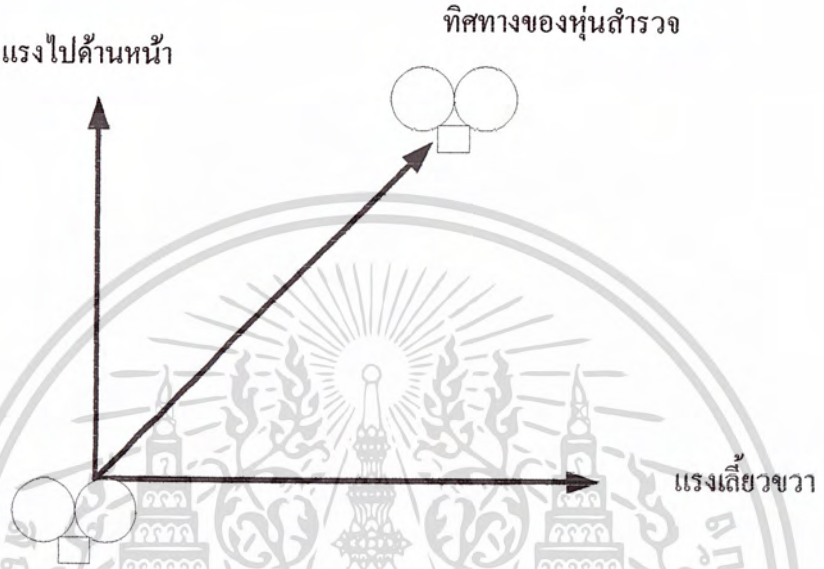
4.5.3 ความเฉื่อย

ในการบินของหุ่นสำรวจนั้นเป็นการบินอยู่บนอากาศ ดังนั้นเวลาที่ทำการบินทำให้หุ่นสำรวจนั้นเกิดแรงเฉื่อยขึ้นในขณะทำการบิน โดยการบินเมื่อมีแรงของมอเตอร์ที่ทำให้หุ่นสำรวจบินตรงแล้วก็จะเกิดแรงส่งไปข้างหน้า ซึ่งถ้าแรงนี้ยังไม่หมดแล้วทำการเลี้ยวซ้ายหรือขวาจะทำให้มีแรง 2 แรงที่ทำกับหุ่นสำรวจ แรงแรกคือแรงของมอเตอร์ที่เดินไปข้างหน้า และอีกแรงคือแรงที่เลี้ยว ผลก็คือหุ่นสำรวจจะไปในทางที่เป็นผลลัพธ์ของแรงทั้งสองที่กระทำกันดังรูปที่ 4.14

จากรูปที่ 4.14 เป็นการแสดงทิศทางของหุ่นสำรวจที่เกิดจากแรงเฉื่อยโดยเมื่อหุ่นสำรวจเริ่มมีแรงไปด้านหน้า แล้วทำการเลี้ยวขวาโดยที่แรงของการเดินหน้ายังไม่หมด ทำให้หุ่นสำรวจไปในทิศทางผลลัพธ์ของแรงระยะหนึ่งแล้วจากนั้นหุ่นสำรวจจึงเลี้ยวขวาตามที่ต้องการ ซึ่งในการบังคับทิศทางของหุ่นสำรวจนั้นจะต้องอาศัยความชำนาญของผู้บังคับด้วย และอีกประการหนึ่งหุ่นสำรวจจะตอบสนองได้ช้าคือเมื่อสั่งให้หุ่นสำรวจเลี้ยวหรือเดินหน้าแล้วมอเตอร์บังคับทิศทางจะทำงานแต่หุ่นจะยังไม่ทำงานในทันทีแต่หุ่นสำรวจจะค่อยๆ เคลื่อนไป ซึ่งการบังคับนั้นถ้าหุ่นสำรวจเริ่มที่จะเลี้ยวแล้วต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หยุดการสั่งงานเพราะถ้าให้มอเตอร์บังคับทิศทางทำงานจะกระทั่งหุ่นสำรวจอยู่ในทิศทางที่ต้องการนั้น หุ่นสำรวจจะยังมีแรงเฉื่อยอยู่ซึ่งจะเป็นผลทำให้หุ่นสำรวจเลี้ยวมากจนเกินไปหรืออาจจะหมุนเป็นวงกลม



รูปที่ 4.14 ทิศทางของหุ่นสำรวจที่เกิดจากแรงเฉื่อย

สำหรับบทที่ 4 นั้นได้กล่าวถึงการทดลองแล้วซึ่งผลการบินก็เป็นที่น่าพอใจ สำหรับในบทที่ 5 เป็นการสรุปและแนวทางของการพัฒนาต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลและปัญหาการทำโครงงาน

5.1 สรุปการทำโครงงาน

โครงงานนี้เป็นการออกแบบการสร้างหุ่นสำรวจที่สามารถสำรวจได้ภายในอาคารซึ่งอาจเป็นพื้นที่ที่ยากต่อการเข้าถึงโดยมีคุณสมบัติดังนี้

1. หุ่นจะลอยสูงจากพื้นได้ประมาณ 2-3 เมตร
2. หุ่นสำรวจสามารถส่งภาพเคลื่อนไหวจากกล้องวีดีโอซึ่งเป็นจากมุมสูงกลับมาแสดงผลยังผู้ควบคุมผ่านจอคอมพิวเตอร์แบบไร้สาย
3. สามารถบังคับหุ่นสำรวจไปในทิศทางที่ต้องการได้ซึ่งเป็นการติดต่อแบบไร้สายเช่นกัน
4. สามารถควบคุมโดยควบคุมผ่านทางคอมพิวเตอร์ซึ่งจะมีไมโครคอนโทรลเลอร์คอยรับสัญญาณควบคุมเพื่อส่งให้กับชุดเครื่องส่งอีกทีหนึ่ง

ส่วนที่รับสัญญาณการควบคุมจะอยู่กับส่วนที่ลอยอยู่บนอากาศ สามารถได้ 2 ความถี่ คือ 433.92 MHz และ 434.33 MHz

รูปที่ 5.1 หุ่นสำรวจลอยฟ้าที่เสร็จสมบูรณ์

ที่ตัวหุ่นสำรวจนั้นจะมีถุงที่บรรจุก๊าซฮีเลียมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 ฟุต 2 ลูก ติดอยู่ทำให้ตัวหุ่นนั้นลอยได้ สำหรับที่โดยสารของหุ่นทำจากโฟมเพื่อที่ให้มีน้ำหนักเบา จากการบินของหุ่นสำรวจนั้นหุ่นสำรวจสามารถบังคับได้ในทิศทางที่ต้องการ ซึ่งการทำงานของหุ่นสำรวจเป็นที่น่าพอใจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 ปัญหาที่พบ

การทำโครงงานนั้นมีปัญหาดังนี้

1. ก๊าซมีอายุสั้น
2. ถุงก๊าซใช้งานได้ครั้งเดียว
3. ถุงก๊าซแตกได้
4. ก๊าซฮีเลียมและบอลลูนมีราคาสูง
5. ไม่สามารถวัดปริมาตรก๊าซในถุงก๊าซได้
6. อุปกรณ์มีน้ำหนักมาก

5.2.1 ก๊าซมีอายุสั้น

ในการบรรจุก๊าซในถุงก๊าซของหุ่นสำรวจนั้นพบว่าก๊าซจะลอยตัวได้ปกติประมาณ 2-3 วันแล้วถุงที่บรรจุก๊าซก็จะยุบตัวดังนั้นก็จะต้องทำการเติมก๊าซใหม่อีก ซึ่งก๊าซที่ใช้เติมนั้นเป็นก๊าซฮีเลียมซึ่งเป็นก๊าซที่มีราคาสูง

5.2.2 ถุงก๊าซใช้งานได้ครั้งเดียว

ถุงที่จะใช้บรรจุก๊าซหาซื้อได้ยากมาก ดังนั้นในการทำโครงงานนั้นจึงได้ใช้ถุงก๊าซขนาดเล็กมีเส้นผ่านศูนกลาง 3 ฟุต ซึ่งสามารถยกหุ่นสำรวจให้ลอยได้ แต่หลังจากการเติมก๊าซแล้วไม่สามารถเติมก๊าซใหม่ได้อีก เพราะว่าหลังการเติมก๊าซแล้วผิวของถุงก๊าซยืด ถ้าเติมอีกครั้งจะทำให้ถุงก๊าซแตก ซึ่งถุงก๊าซแสดงดังรูปที่ 5.2 สำหรับถุงก๊าซอีกแบบหนึ่งจะมีขนาดก็ใหญ่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 เมตรดังรูปที่ 5.3 ทำจากพลาสติก เมื่อบรรจุก๊าซแล้วมีขนาดใหญ่ ใช้ก๊าซบรรจุประมาณ 1 ถัง ทำให้สิ้นเปลืองค่าใช้จ่าย ซึ่งถุงก๊าซขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 ฟุต ก็เพียงพอในการยกอุปกรณ์แล้ว ถุงก๊าซขนาดใหญ่จะมีแรงยกมากดังนั้นจึงต้องมีการถ่วงหรือเพิ่มน้ำหนักหุ่นให้มากขึ้น

รูปที่ 5.2 ถุงบรรจุก๊าซขนาด 3 ฟุต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Mr.balloon

รูปที่ 5.3 ถุงบรรจุก๊าซขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 เมตร

5.2.3 ถุงก๊าซแตกได้

เนื่องจากถุงก๊าซที่ใช้ในโครงงานนี้เป็นลูกโป่งขนาดใหญ่ดังนั้นเมื่อเติมก๊าซให้กับถุงก๊าซมากเกินไปทำให้ถุงก๊าซรับแรงดันก๊าซไม่ไหวก็ทำให้ถุงก๊าซแตกได้ ซึ่งการแตกนั้นจะเกิดเสียงดังมาก

5.2.4 ก๊าซฮีเลียมและบอลลูนมีราคาสูง

จากการที่ก๊าซฮีเลียมเป็นก๊าซที่ไม่รวมตัวกับก๊าซชนิดอื่น ดังนั้นการหาก๊าซฮีเลียมจึงเป็นไปได้ยาก จึงเป็นผลให้ราคาก๊าซฮีเลียมสูงขึ้นตามไปด้วย ซึ่งก๊าซถังใหญ่หนึ่งถังราคาประมาณ 3,500 บาท ซึ่งจะต้องมีการเช่าถังบรรจุก๊าซฮีเลียมด้วย

5.2.5 ไม่สามารถวัดปริมาตรก๊าซในถุงก๊าซได้

เนื่องจากแรงดันก๊าซในถุงก๊าซมีค่าน้อยมาก ดังนั้นการที่จะวัดแรงดันก๊าซจึงทำไม่ได้เลย เพราะหน่วยวัดนั้นเป็นหน่วยที่ใหญ่คือ กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร แต่แรงดันก๊าซภายในถุงก๊าซนั้นมีแรงดันก๊าซไม่ถึง แต่อย่างไรก็ตามถึงแม้ไม่สามารถวัดแรงดันก๊าซภายในถุงก๊าซได้แต่สามารถวัดแรงยกที่ถุงก๊าซยกได้ให้ถุงก๊าซสองถุงมีแรงยกเท่ากัน แต่ก็ยังไม่สามารถวัดว่ามีแรงดันหรือปริมาตรก๊าซได้ ซึ่งวิธีการวัดแรงยกนั้นเป็นการทำให้แรงยกของถุงก๊าซสองถุงมีค่าเท่ากัน เพื่อให้หุ่นสำรวจไม่เอียงไปด้านใดด้านหนึ่ง

5.2.6 อุปกรณ์มีน้ำหนักมาก

อุปกรณ์ที่มีน้ำหนักมากที่มีผลต่อการลอยตัวของหุ่นสำรวจคือ แบตเตอรี ซึ่งในหุ่นสำรวจนั้นมีการแยกแหล่งจ่ายที่ใช้งานทั้งหมด ซึ่งมีแหล่งจ่ายอยู่ 4 ตัว คือ ไฟเลี้ยงมอเตอร์ ไฟเลี้ยงเซอร์โวมอเตอร์ ไฟเลี้ยงวงจร และไฟเลี้ยงกล้องวิดีโอ ซึ่งแต่ละวงจรจะใช้ไฟเลี้ยงต่างกันคือ ไฟเลี้ยงมอเตอร์จะใช้ถ่านขนาด AAA 2 ก้อน ไฟเลี้ยงเซอร์โวมอเตอร์ ใช้ถ่านขาด AAA 4 ก้อน ส่วนไฟเลี้ยงวงจรและ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กล้องวิดีโอจะใช้แบตเตอรี 9 โวลต์ อย่างละก้อน ดังนั้นการที่ใช้แบตเตอรีหลายลูกจะทำให้น้ำหนักของอุปกรณ์มากขึ้น ส่วนอุปกรณ์นอกจากนี้นั้นก็ไม่ค่อยมีปัญหากับหุ่นสำรวจนักเพราะอุปกรณ์อื่นๆ นั้นน้ำหนักเบาและมีขนาดเล็กอยู่แล้ว เช่น ที่โดยสารทำจากโฟม โมดูลภาครับและวงจรมีขนาดเล็ก มอเตอร์มีขนาดเล็ก

ขนาดและความเร็วของมอเตอร์นั้นมีผลกับหุ่นสำรวจ โดยมอเตอร์ขนาดใหญ่จะมีน้ำหนักมาก ซึ่งจะทำให้เป็นการเพิ่มน้ำหนักให้ส่วนที่บอลลูนต้องยก อีกทั้งมอเตอร์ขนาดใหญ่จะต้องการแรงดันไฟที่มากดังนั้นจึงต้องใช้แบตเตอรีหลายก้อนซึ่งก็จะเป็นการเพิ่มน้ำหนักเช่นกัน นอกจากขนาดของมอเตอร์แล้วนั้นความเร็วของมอเตอร์ก็มีผลในการทำงานของหุ่นสำรวจ มอเตอร์ที่มีความเร็วรอบมอเตอร์สองข้างไม่เท่ากัน จะทำให้หุ่นสำรวจหมุนเป็นวง หรือถ้าความเร็วของมอเตอร์ต่างกันไม่มากก็จะทำให้หุ่นสำรวจบินไปไม่ตรง หรือถ้าความเร็วของมอเตอร์ทั้งสองตัวนั้นมีความเร็วเท่ากันแต่มอเตอร์มีความเร็วมากเกินไป ก็จะทำให้เกิดปัญหาการเอียงตัว ดังรูปที่ 4.3 สำหรับการทำงานของมอเตอร์นั้นเวลาที่มอเตอร์หมุนจะเกิดแรงบิดขึ้นที่ตัวมอเตอร์ซึ่งจะมีผลกับการทำงาน ดังนั้นการขึ้นลง โดยใช้มอเตอร์ที่มีใบพัดอยู่ด้านล่างนั้น ทำให้มอเตอร์เกิดแรงบิด ซึ่งเมื่อมันหมุนนั้นมันจะมีแรงบิดขึ้นที่ตัวมันแล้วทำให้ตัวหุ่นสำรวจนั้นเกิดการหมุนเป็นวงกลม ซึ่งยิ่งมอเตอร์ยิ่งมีขนาดใหญ่ก็จะมีแรงบิดมาก ดังนั้นจึงเปลี่ยนมาใช้การขึ้นลงโดยการหมุนแกนของมอเตอร์แทน สำหรับมอเตอร์ที่ใช้ในโครงงานนี้มีขนาดเล็กใช้แรงดัน 3 V ดังรูปที่ 5.4

รูปที่ 5.4 แบตเตอรีที่ใช้ในการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3 แนวทางในการพัฒนาต่อ

5.3.1 เลือกถุงก๊าซที่มีคุณภาพมากขึ้นและยกน้ำหนักได้มากขึ้น

จากการทดลองทำในโครงงานนี้ถุงก๊าซที่หาได้นั้นยังมีข้อจำกัดอยู่ในหลายๆด้าน เช่น คุณภาพของถุงก๊าซยังไม่ดีมากนัก ถุงก๊าซแตกได้ง่ายไม่ว่าจะแตกจากอุณหภูมิ หรือแตกจากการเติมก๊าซทำให้ไม่สามารถเติมก๊าซได้เต็มที่ ส่งผลให้ยกน้ำหนักของที่โดยสารได้น้อย ถุงก๊าซไม่สามารถนำกลับมาเติมก๊าซเพื่อใช้ใหม่ได้ ดังนั้นจึงควรเลือกถุงก๊าซที่มีคุณภาพมากขึ้นและยกน้ำหนักได้มากขึ้น

5.3.2 ปรับปรุงถุงก๊าซให้มีลักษณะเป็นทรงรี

ถุงก๊าซที่เป็นรูปทรงรีจะสามารถเคลื่อนที่ได้ดีกว่าถุงก๊าซที่เป็นรูปทรงกลม ถุงก๊าซที่ใช้ในโครงงานนี้จะยกน้ำหนักของหุ่นได้ มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 ฟุตและเป็นรูปทรงกลม ถ้าหากได้รับการปรับปรุงหรือเลือกถุงก๊าซที่ให้มีลักษณะเป็นรูปทรงรีก็จะเป็นผลดีในการลอยตัวบนอากาศ

5.3.3 เพิ่มอุปกรณ์ในการสำรวจให้มากขึ้น

หุ่นสำรวจสามารถพัฒนาต่อให้มีขีดความสามารถในการสำรวจมากขึ้นกว่านี้ได้ โดยการเพิ่มอุปกรณ์ในการสำรวจเพิ่มขึ้นไปอีก เช่น ติดตั้งอุปกรณ์วัดความสูง อุปกรณ์วัดความชื้น อุปกรณ์ตรวจสอบก๊าซต่าง ๆ

5.3.4 ใช้อุปกรณ์ที่มีน้ำหนักเบา

การที่จะให้หุ่นสำรวจสามารถเคลื่อนที่ได้อย่างสะดวกและคล่องตัวนั้น หุ่นสำรวจจะต้องมีน้ำหนักเบา เมื่อตัวหุ่นมีน้ำหนักเบาก็จะทำให้เราเลือกใช้ถุงก๊าซที่มีขนาดเล็กได้ซึ่งเป็นผลดีทำให้หุ่นสามารถเข้าไปสำรวจในพื้นที่แคบ ๆ ได้ ดังนั้นจึงมีความจำเป็น เป็นอย่างยิ่งที่จะต้องเลือกใช้อุปกรณ์ที่มีน้ำหนักเบา ในโครงงานนี้สามารถลดน้ำหนักของตัวหุ่นได้หลายส่วน แต่ที่ยังมีส่วนที่ลดน้ำหนักไม่ได้ก็คือแบตเตอรี เพราะจำเป็นต้องแยกแบตเตอรีของแต่ละวงจรออกจากกัน จึงทำให้ต้องมีแบตเตอรีหลายชุด จึงทำให้น้ำหนักของหุ่นเพิ่มขึ้นมาก

5.3.5 พัฒนาให้หุ่นนั้นมีรัศมีการบังคับที่ไกลขึ้น

หุ่นสำรวจนั้นถ้ายิ่งมีรัศมีการบังคับที่ไกลมากขึ้นเท่าใด ก็จะยิ่งดีมากขึ้นเท่านั้นทำให้หุ่นนั้นมีขีดความสามารถในการสำรวจพื้นที่ได้ไกลยิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

โปรแกรมควบคุมหุ่นสำรวจลอยฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

```
                ORG         0000H
                SJMP        START


                ORG         000BH               ;INTERUPT FROM T0
                CLR         TF0
                SJMP        step_s

START:          MOV         IE,#10000010B
                MOV         TMOD,#21H
                MOV         TH1,#0FAH
                MOV         TL1,#0FAH
                MOV         TL0,#00H            ;SERVO
                MOV         TH0,#60H            ;SERVO
                MOV         SCON,#050H
                MOV         PCON,#00H
                SETB        TR0                 ;START T0 SERVO
                SETB        TR1                 ;START T1 SERIAL

                CLR         P1.2
                MOV         R2,#01H
                MOV         B,#02BH
                MOV         R3,#02BH

INDEX:          JNB         RI,$
                CLR         RI
                MOV         A,SBUF

                CJNE        A,#31H,NEXT1
                SETB        P1.4                ;MOV        P2,#00000110B
                SJMP        INDEX

NEXT1:          CJNE        A,#32H,NEXT2
                SETB        P1.5                ;MOV        P2,#00100001B
                SJMP        INDEX

NEXT2:          CJNE        A,#33H,NEXT3
                SETB        P1.4                ;MOV        P2,#00100111B
                SETB        P1.5
                SJMP        INDEX

NEXT3:          CJNE        A,#35H,NEXT4
                MOV         B,#010H
                SJMP        INDEX
NEXT4:          CJNE        A,#36H,END
                MOV         B,#048H
                SJMP        INDEX

END:            MOV         B,#02BH
                CLR         P1.4
                CLR         P1.5                ;MOV        P2,#00000000B
                SJMP        INDEX

;*****************************************************

step_s:         cjne        r2,#00h,start_s
                djnz        r3,stop_s           ;255 step
                mov         TL0,#000h           ;stop
                mov         TH0,#060h           ;stop
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            CLR         P1.2                ;mov  p1,#00h
            mov         r2,#01h
            mov         r3,B                ;SUBSTEP
            reti

;*********************************************************
stop_s:     mov         TL0,#0fbh          ;0.025ms
            mov         TH0,#0ffh          ;step
            reti
;*********************************************************

start_s:    cjne        r2,#01h,err_s      ;INITAIL STEP
            SETB        P1.2               ;mov  p1,#0FFh 0.5ms
            mov         TL0,#018H          ;start_l
            mov         TH0,#0feH          ;start_h
            mov         r2,#00h
            reti
;*********************************************************

err_s:  setb  p3.7
;*********************************************************
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมหลักควบคุมการทำงานของหุ่นสำรวจ

```
Public Speed As String, SendPort
Private ss As String
Private m, h As String
Private Sub Cmd2Down_MouseDown(Button As Integer, Shift As Integer, X As Single, Y As Single)
   MSComm1.Output = "6"
   Text1.Text = "Down"
End Sub
Private Sub Cmd2Down_MouseUp(Button As Integer, Shift As Integer, X As Single, Y As Single)
   Text1.Text = ""
   MSComm1.Output = "9"
   Text1.SetFocus
End Sub
Private Sub Cmd2Up_MouseDown(Button As Integer, Shift As Integer, X As Single, Y As Single)
   MSComm1.Output = "5"
   Text1.Text = "Up"
End Sub
Private Sub Cmd2Up_MouseUp(Button As Integer, Shift As Integer, X As Single, Y As Single)
   Text1.Text = ""
   MSComm1.Output = "9"
   Text1.SetFocus
End Sub
Private Sub Cmdcancal_Click()
   If MSComm1.PortOpen Then
      MSComm1.PortOpen = False
   End If
   Unload Me
End Sub
Private Sub CmdLeft_MouseDown(Button As Integer, Shift As Integer, X As Single, Y As Single)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    MSComm1.Output = "1"
    Text1.Text = "Left"
End Sub
Private Sub CmdLeft_MouseUp(Button As Integer, Shift As Integer, X As Single, Y As Single)
    Text1.Text = ""
    MSComm1.Output = "9"
    Text1.SetFocus
End Sub

Private Sub CmdRight_MouseDown(Button As Integer, Shift As Integer, X As Single, Y As Single)
    MSComm1.Output = "2"
    Text1.Text = "Right"
End Sub

Private Sub CmdRight_MouseUp(Button As Integer, Shift As Integer, X As Single, Y As Single)
    Text1.Text = ""
    MSComm1.Output = "9"
    Text1.SetFocus
End Sub

Private Sub CmdDirect_MouseDown(Button As Integer, Shift As Integer, X As Single, Y As Single)
    MSComm1.Output = "3"
    Text1.Text = "Direct"
End Sub

Private Sub CmdDirect_MouseUp(Button As Integer, Shift As Integer, X As Single, Y As Single)
    Text1.Text = ""
    MSComm1.Output = "9"
    Text1.SetFocus
End Sub
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Private Sub Command1_Click()
    If Not MSComm1.PortOpen Then
      MSComm1.PortOpen = True
      Command1.Caption = "&OffCom"
      Comsetting.Enabled = False
      Cmd2Up.Enabled = True
      CmdLeft.Enabled = True
      CmdDirect.Enabled = True
      Cmd2Down.Enabled = True
      CmdRight.Enabled = True
      Text1.Enabled = True
      Text1.SetFocus
      Label2.Caption = "Oncom : " & MSComm1.Settings
      Label4.Caption = "ComPort : " & MSComm1.CommPort & "   Status : " & MSComm1.PortOpen
    Else
      MSComm1.PortOpen = False
      Command1.Caption = "&OnCom"
      Comsetting.Enabled = True
      Cmd2Up.Enabled = False
      CmdLeft.Enabled = False
      CmdDirect.Enabled = False
      Cmd2Down.Enabled = False
      CmdRight.Enabled = False
      Text1.Enabled = False
      Label2.Caption = "OffCom"
      Label4.Caption = "ComPort : " & MSComm1.CommPort & "   Status : " & MSComm1.PortOpen
    End If
End Sub
Private Sub Comsetting_Click()
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    Case 38
            MSComm1.Output = "3"      'ส่งค่า 33
            Text1.Text = "Direct"
    Case 39
            MSComm1.Output = "2"      'ส่งค่า 32
            Text1.Text = "Right"
    Case 69
            MSComm1.Output = "6"      'ส่งค่า  36
            Text1.Text = "Up"
    Case 68
            MSComm1.Output = "5"      'ส่งค่า  35
            Text1.Text = "Down"
   End Select
End Sub
Private Sub Text1_KeyUp(KeyCode As Integer, Shift As Integer)
Text1.Text = ""
MSComm1.Output = "9"
End Sub
Private Sub Timer1_Timer()
 ss = ss + 1
 If m > "00" And m <= 9 Then
    LabTime.Caption = CStr(h) & ":0" & CStr(m) & ":" & CStr(ss)
 Else
    LabTime.Caption = CStr(h) & ":" & CStr(m) & ":" & CStr(ss)
 End If
  If ss >= 59 Then
    ss = "-1"
    m = m + 1
 End If
 If m >= 59 Then
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
setForm.Show
End Sub
Private Sub Form_Load()
Speed = "4800"
SendPort = "Com 1"
Frame2.FontBold = True
Label2.FontBold = True
Label3.FontBold = True
Label4.FontBold = True
Comsetting.FontBold = True
Command1.FontBold = True
Cmdcancal.FontBold = True
MSComm1.InputLen = 0
MSComm1.RThreshold = 1
Label4.Caption = "ComPort  and  Status"
Text1.Enabled = False
Cmd2Down.Enabled = False
Cmd2Up.Enabled = False
CmdLeft.Enabled = False
CmdDirect.Enabled = False
CmdRight.Enabled = False
ss = -1
m = "00"
h = "0"
End Sub
Private Sub Text1_KeyDown(KeyCode As Integer, Shift As Integer)
  Select Case KeyCode
  Case 37
            MSComm1.Output = "1"      'ส่งค่า 31
            Text1.Text = "Left"
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        m = "00"
        h = h + 1
    End If
End Sub
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรม Setting Com Port

```
Public Parity As String, Databit, Stopbit, Port, Maxspeed
Private Sub Command1_Click()
Maxspeed = Combospeed.Text
Databit = Combodata.Text
Stopbit = Combostop.Text
SendData.Speed = setForm.Combospeed.Text
SendData.SendPort = setForm.Combocom.Text

Select Case Comboparity.Text
   Case "None": Parity = "N"
   Case "Odd": Parity = "O"
   Case "Even": Parity = "E"
 End Select

 SendData.MSComm1.Settings = Trim$(Maxspeed) & "," _
& Left$(Parity, 1) & "," & Trim$(Databit) & "," & Trim$(Stopbit)

If Combocom.Text = "Com 1" Then
  Port = 1
ElseIf Combocom.Text = "Com 2" Then
   Port = 2
End If
SendData.MSComm1.CommPort = Port
Unload Me
End Sub
Private Sub Command2_Click()
Unload Me
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
End Sub
Private Sub Form_Load()
 Combospeed.Text = SendData.Speed
 Combocom.Text = SendData.SendPort
End Sub
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

คู่มือโมดูลเครื่องรับและเครื่องส่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

RDL401A Series

Radio Data Link User`s Manual

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Contents

Information ---------- 1

Application ---------- 2

Configuration ---------- 3

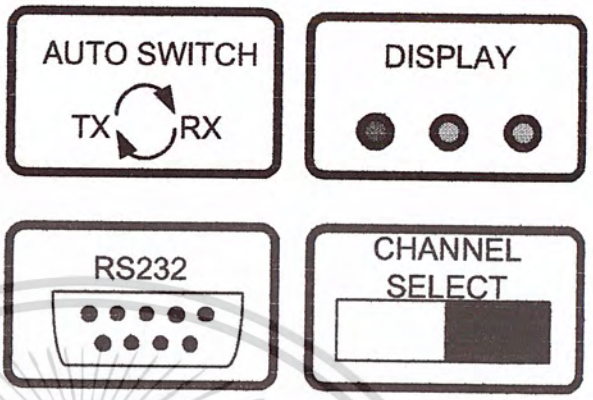
Installation ---------- 4

Pin Assignment ---------- 5

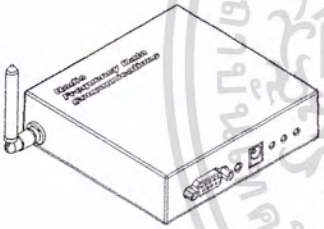
Specification ---------- 6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Information

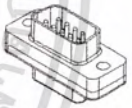
Machine type	Function
RDL401A	

Standard Package



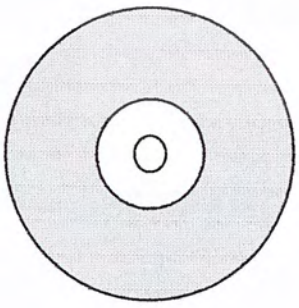
RDL401A

WAS-1297

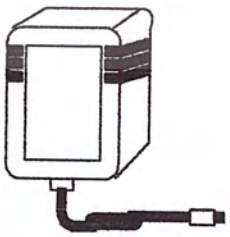


CN5-OTT0006

Optional



DISK5146



DC9V/120VAC
DC9V/230VAC

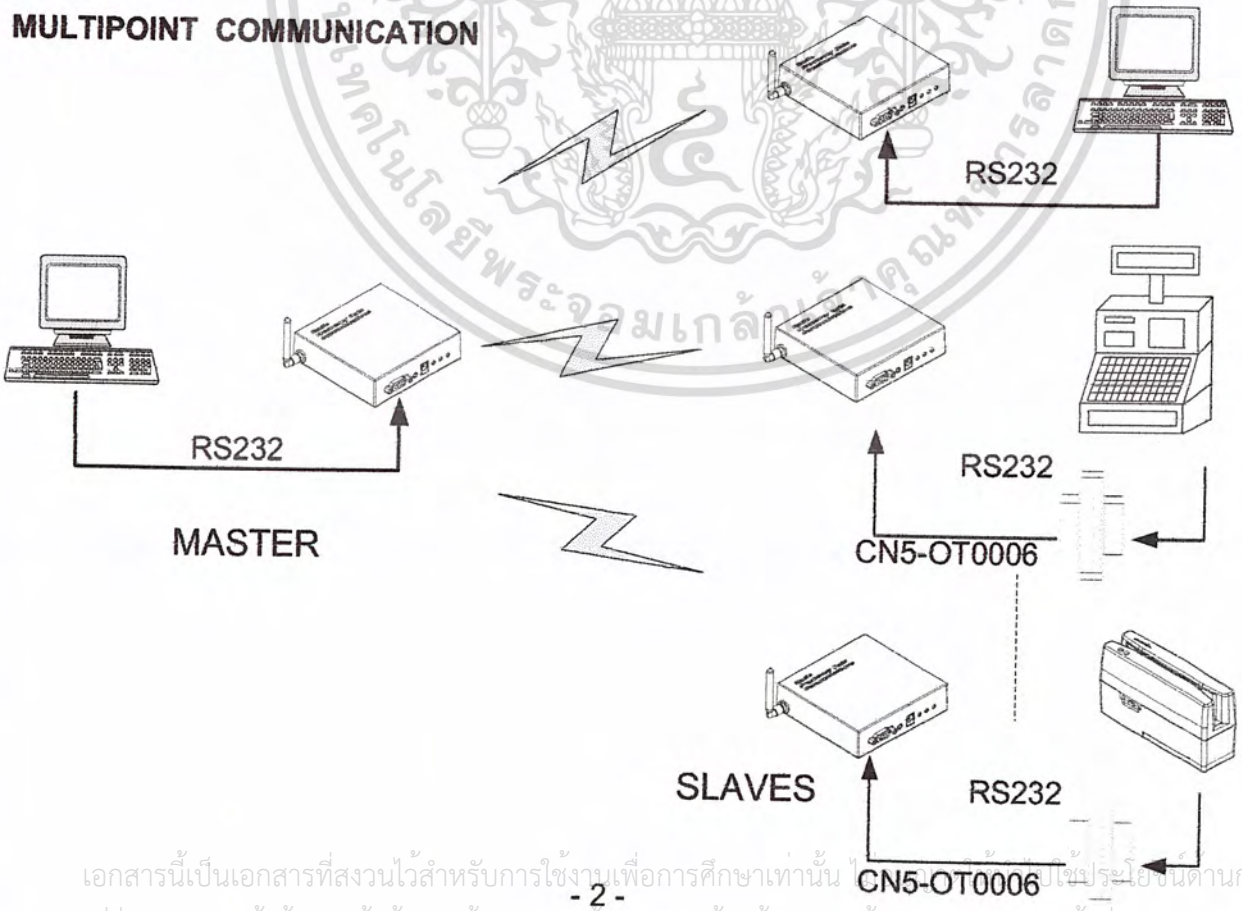
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Application

- To replace the RS-232 cable between Computer and Computer (Terminal) .
- Remote control
- Remote monitoring
- Data acquisition
- Computer aided integrated manufacturing
- Point-of-sale system
- Data transmission of movable station

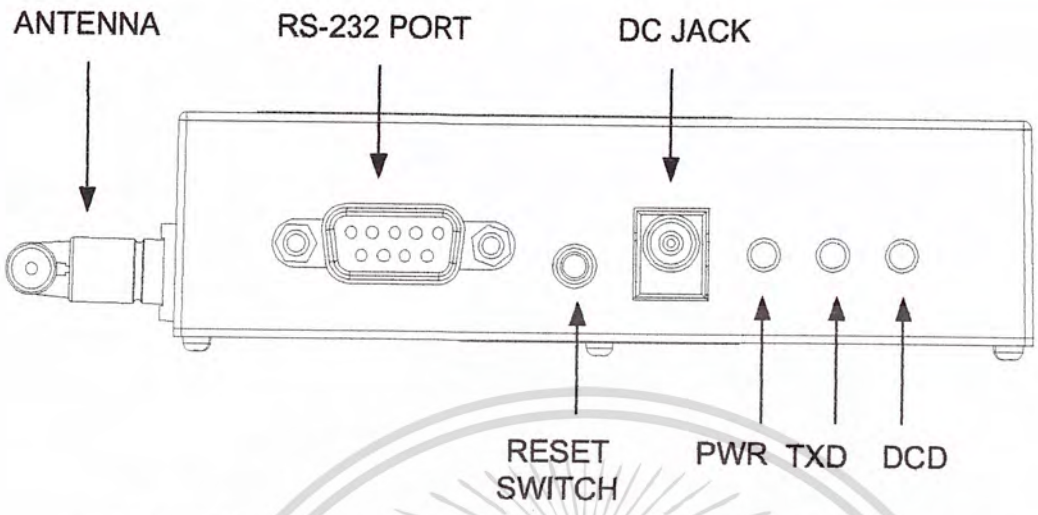
POINT TO POINT COMMUNICATION

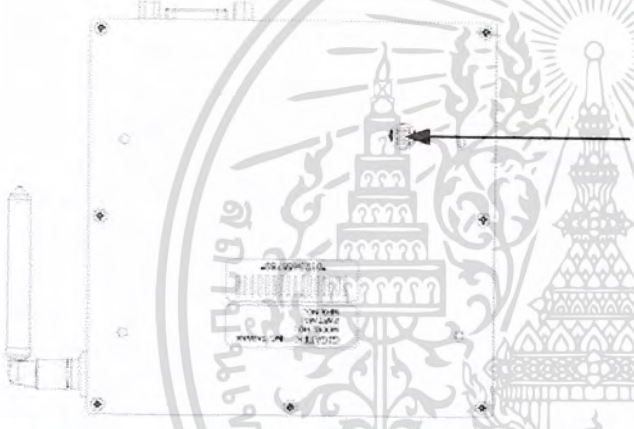
MULTIPOINT COMMUNICATION



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Configuration





CHANNEL Select Switch :

Switch 1 : ON : 433.92MHz
OFF : 434.33MHz
Switch 2 : ON : 4800 BPS Disable
OFF : 4800 BPS Enable
Switch 3 : ON : 9600 BPS Enable
OFF : 19200 BPS Enable
Switch 4 : Reserved

RS-232 Port -- To be connected with the Computer (Terminal) .

REST Switch -- Press this REST switch to reset radio Channel to the new setting . Before pressing this switch , the radio Channel will not change although the CHANNEL Select Switch has been changed. (The CHANNEL Select Switch is located on the bottom of the RDL401A unit)

Power Jack -- For DC 9V power input .

PWR Power indicator -- Turn on when the power is applied .

TXD Indicator -- Green LED turns on when the data is sent from the connected Computer (Terminal) to RDL401A unit.

DCD Indicator -- Green LED turns on when it detects a radio transmission from the air (Data Carrier Detect).

CHANNEL Select Switch -- DIP switch located on the bottom of the RDL401A unit is for changing radio channel 433.92MHz or 434.33MHz. After you make Channel change , you must press RESET switch or power off and then reboot power . Then the RDL401A will be reset to the new radio Channel .

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Installation

1. Install the RS-232 cable between the RDL401A and Computer or Terminal .
   (The pin connection is as PIN ASSIGNMENT)

2. Set up one pair of RDL401 , one for Master Computer (terminal) and the other for Remote Computer (terminal) . Set both RDL401A units at the same channel .

3. Connect the DC power supply to the DC Power Jack on RDL401A unit , the PWR LED will turn on.

4. The DCD LED must light green constantly for the receiving unit when detecting a radio transmission from the other unit . If not ,reinstall them to have a constant green DCD light for the receiving unit .
   Please note that you must not have both units become transmitting at the same time because RDL401A is for half-duplex communication only . At one time you must have one unit become transmitting and the other unit become receiving .

Note :

To get connection with RDL401A , you must set Computer (terminal) as the following parameters under the operation software you are using :

Standard :	Standard RS-232
Baud Rate :	4800/9600/19200 bps
Parity :	None
Data Bits :	8
Stop BIT :	1
Flow control :	None

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PIN ASSIGNMENT

9 Pin D Female Connect

Pin Number	Signal
1	X
2	TXD (Out)
3	RXD (In)
4	X
5	Ground
6	X
7	X
8	RTS (Out)
9	X

CN5-OTT0006 Connect

Male A Pin Number	Male B Pin Number
1	1
2	3
3	2
4	6
5	5
6	4
7	8
8	7
9	9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Specification

Frequency :	433.92/434.33MHz
Antenna Impedance :	50 Ohms , unbalanced
Number of Channels :	2 (Frequency Synthesized]
Frequency Stability :	+/- 10 ppm (at 0~60 Deg. C)
Data Rate :	4800/9600/19200 Baud
Data format :	None Parity , 8 Data Bits , 1 Stop Bit , Half-duplex over a single channel Asynchronous , Serial
Communication Distance :	Approx. 50~150 meters (prospective)
Power Supply :	9 VDC
Environment :	Operating Temperature 0 ~+60 Deg. C Storage Temperature -10 ~+70 Deg. C Humidity : 10 % ~ 95 % , non-condensing
Dimensions :	W 107 * D 102 * H 28 mm
Weight :	APPROX. 0.38 KGs
Transmitter Output Power :	5mW maximum
Modulation Deviation :	35 +/- 5 KHz
PLL Programming Time :	5 m sec , maximum
Current Drain :	60 mA maximun at 9 VDC nominal
Sensitivty :	- 102 dBm
Selectivity :	85 KHz maximum
Receiver Current :	Typical 27 mA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

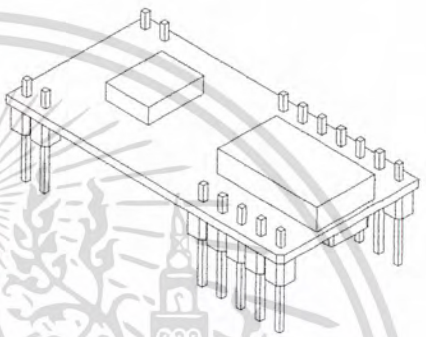
Radio Data Link RF Module with UART Interface

INTRODUCTIONS:

RDL200T (Radio Data Link) RF Module is designed for wireless RS232 serial data communication. It is suitable for most of your wireless data link applications. RDL200T RF Module can be built into your equipment through RS232 interface to replace the cable to become wireless communication. It is a low cost and high quality radio data communication solution.

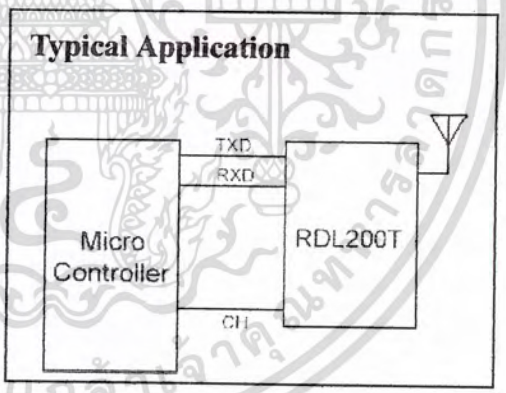
FEATURES:

1. ISM frequency 433.92MHz / 434.33MHz
2. Two channel selectable.
3. Low power consumption with 3.3Vdc
4. RS232 interface (Serial TTL level)
5. Speed up to 9600bps with automatic flow control.
6. Half-duplex with automatic Receiving/Transmitting control.
7. Small package size.
8. Distance: **50~150** meters with appropriate antenna



APPLICATION:

1. Hand-held terminals
2. Computer to computer
3. Computer to terminal
4. Data collection terminal
5. Mobile-around data communications
6. Remote control
7. Remote monitoring
8. POS systems.



SPECIFICATIONS:

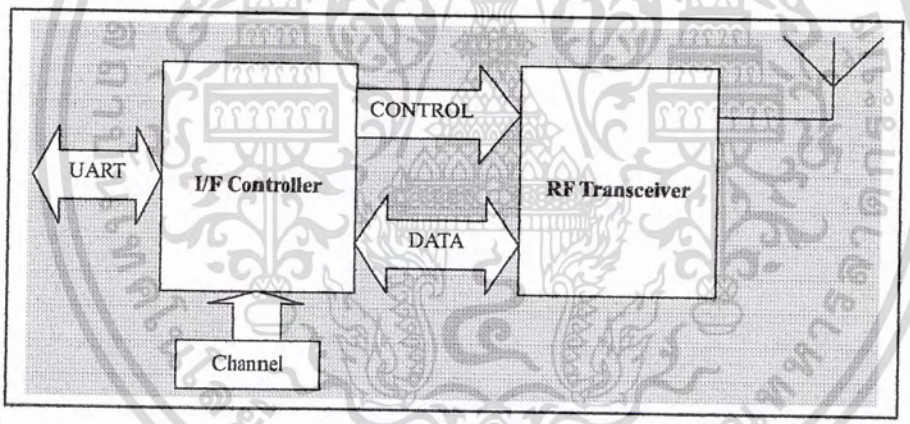
1. Frequency: CH1 433.92MHz / CH2 434.33MHz
2. Modulation: FSK
3. Output power: 7dbm (5mw)
4. Receiving Sensibility: -102dbm
5. Operating voltages: 2.7Vdc~3.3Vdc
6. Power consumption: Tx:60mA / Rx:30mA
7. Interface : RS232 (TTL Level: TXD/RXD)
8. Data Rate : 19200bps/9600bps / 4800bps , Half-duplex
9. Operating temperature: 0°C~55°C (Storage Temperature: -10°C ~60°C)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

QUICK REFERENCE DATA

Parameter	Value	Unit
Frequency, Channel#1/Channel#2	433.92/434.33	MHz
Modulation	FSK	
Frequency deviation	+/-30	KHz
Max. RF output power	7	dBm
Sensitivity	-102	dBm
UART Baudrate	19200/9600/4800	bps
Supply voltage	2.7 – 3.3	Vdc
Max. Receive current	30	mA
Max. Transmit current	60	mA

BLOCK DIAGRAM



I/F Controller: UART and Radio interface unit

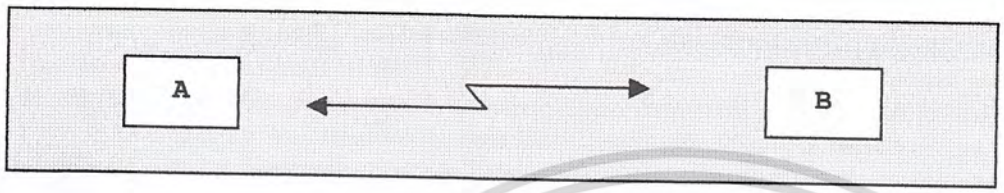
RF Transceiver: A long-range radio transceiver for wireless links operating in the globally available ISM band.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

RDL200T APPLICATION

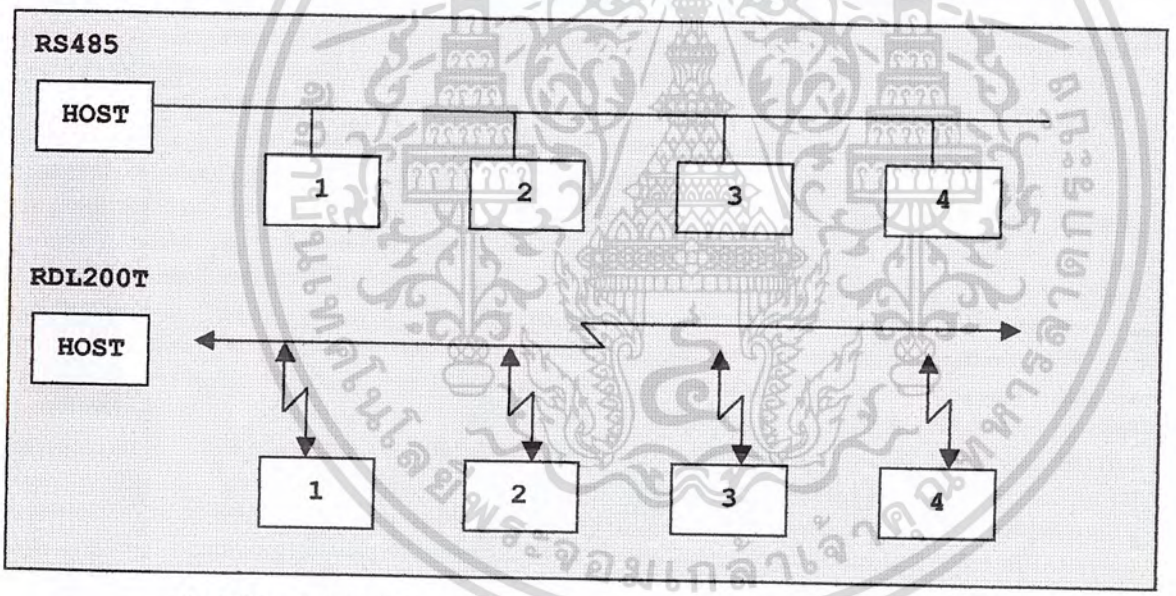
1. Point to Point Radio Data Link

   For point to point radio data link, just change your RS232 transceiver IC to RDL200T in your RS232 product. You don't need to change any firmware. RDL200T serves as a invisible RS232 cable in your product.



2. Multi-Station Radio Data Link

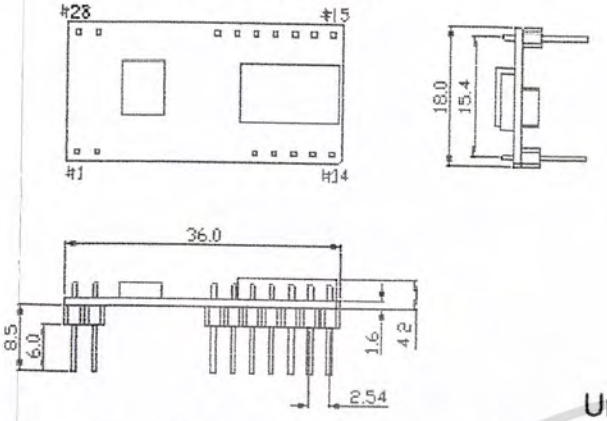
   For Multi-Station radio data link, you have to build a protocol for Multi-Station that's similar to **RS485** to assign machine ID for each station.



Invisible Cable (Radio Signal)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PACKAGE OUTLINE (DIP28)



Unit: mm

PIN ASSIGNMENT

PIN	NAME	I/O	DESCRIPTION
1	ANT	I	*Antenna
2	ANTG	I	*Antenna Signal GND
3,4,5,6,7,8,9	NC		No Connect
10	/RST	I	Active Low Reset
11	RXD	I	UART Data Input
12	TXD	O	UART Data Output
13	GND	I	GND
14	TRD/CMD		Reserved
15	BPS0		4800bps 0:disable 1:enable
16	BPS1		0:9600bps 1:19200bps(*short data pack)
17	CH	I	0:433.92MHz 1:434.33MHz
18	RLED	O	RXD Status LED
19	TLED	O	TXD Status LED
20	GND		GND
21	VCC		Power Input +3.3Vdc~2.7Vdc
22,23,24,25,26	NC		No Connect
27	GND		GND
28	GND		GND

***Antenna Signal GND: Connect to antenna cable GND.**

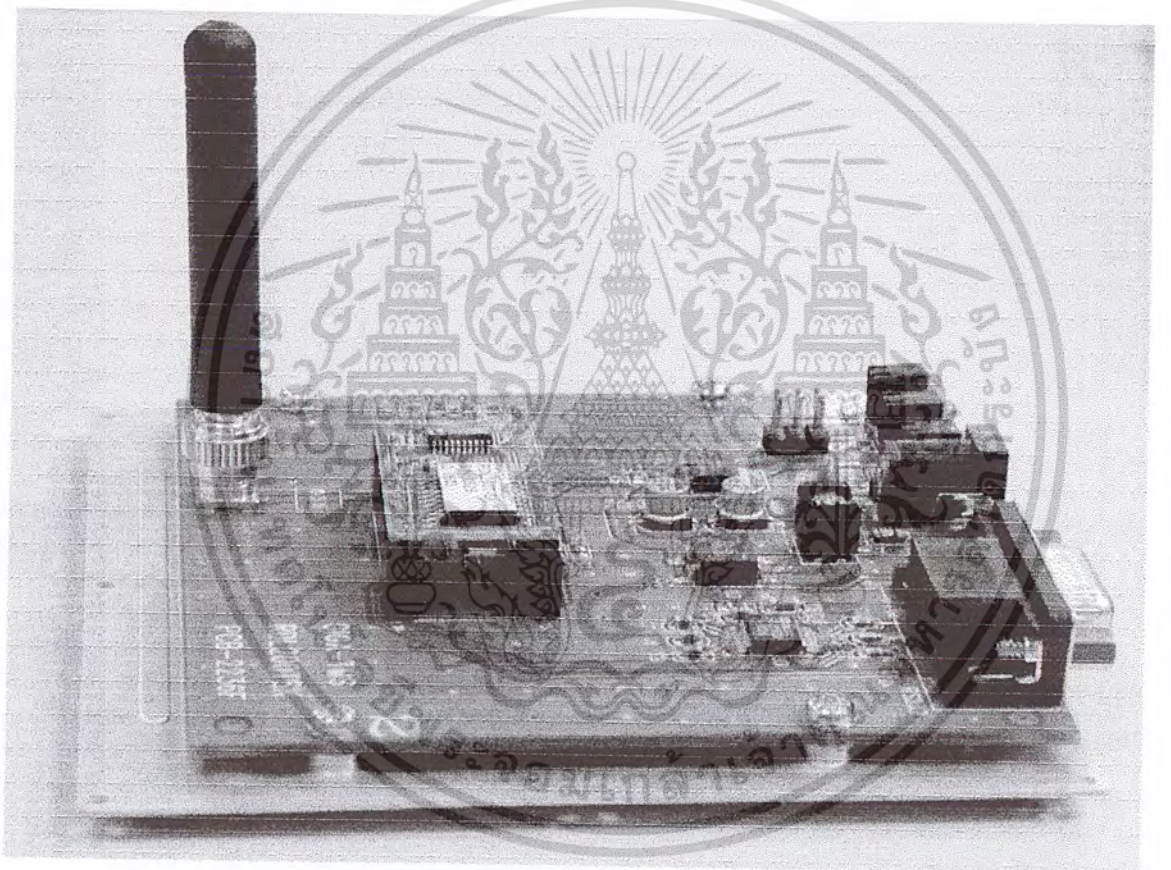
***Antenna : 50 ohm / 430~435MHz / –25db.**

***19200bps for short data pack (max 70 bytes) only.**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

RDL200T START KIT

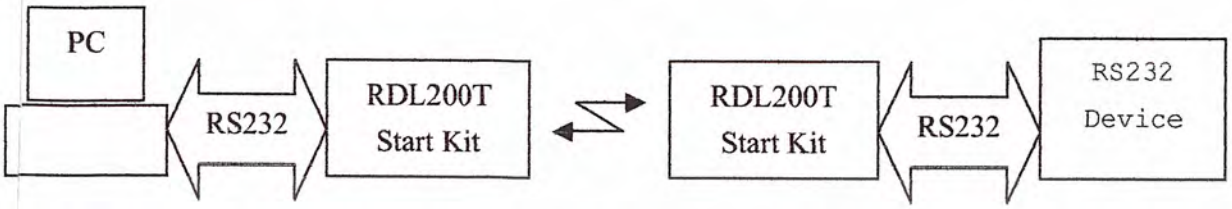
The RDL200TSK Start Kit includes the RDL200T module and RS232 Transceiver IC, You can easily learn and develop your product for wireless communication application.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

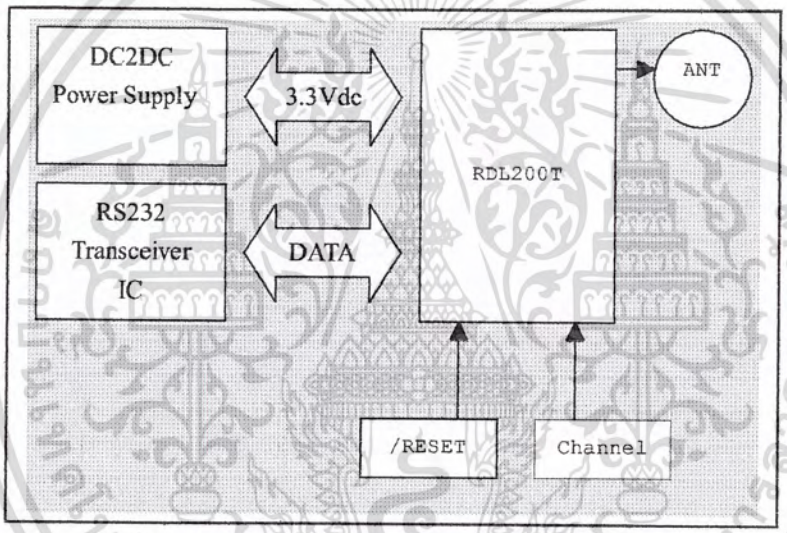
START KIT PACKAGE APPLICATION

Example: Point to Point radio data link

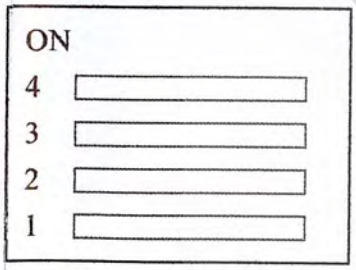


Keep your communication way and easy to upgrade your product to become wireless product with RDL200T.

ASY-RDL200TSK BLOCK DIAGRAM



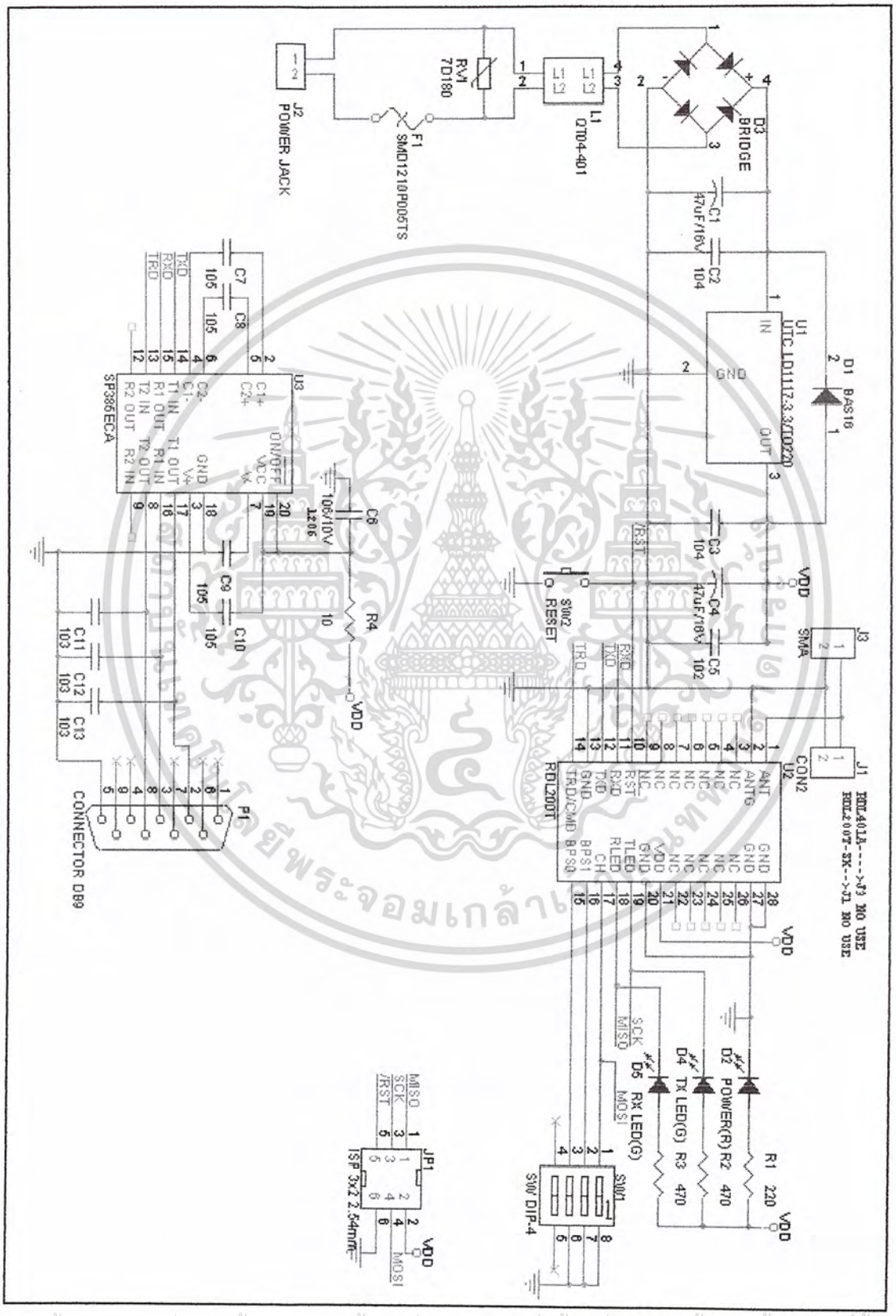
DIP SWITCH



1. ON : CH1(433.92MHz) / OFF:CH2(434.33MHz)
2. ON : 4800 bps DISABLE / OFF : 4800 bps ENABLE
3. ON : 9600 bps ENABLE / OFF : 19200 bps ENABLE
4. Reserved

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ASY-RDL200TSK CIRCUIT DIAGRAM



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ASY-RDL200TSK BILL OF MATERIALS

Part Number	Description	Location	QTY
UTCLD1117-3.3J	3.3Vdc DC2DC Power supply	U1	1
*RDL200T-00	Radio Data Link Module	U2	1
SP385ACA	RS232 Transceiver IC	U3	1
BAS16	DIODE	D1	1
DBS104G	DIODE BRIDGE SMT DBS104G	D3	
7D180	Variable Resister	RV1	1
CEC45-476016W	47UF/16V	C1,C4	2
CMC5X102K50	1000PF/50V	C5	1
CMC5X103K50	0.01UF/50V	C11,C12,C13	3
C2012X7R1H104K	0.1UF/50V	C2,C3	2
CMC5X105KCH	1UF/25V	C7,C8,C9,C10	4
CMC6Y106Z16	10UF/25V	C6	1
0805-5-470R	470 ohm	R2,R3	2
0805-5-220R	220 ohm	R1	1
0805-5-10R	10 ohm	R4	1
*CN5-OTG007	Antenna Socket (Angle 180)	J3	1
*ANT-T001	Antenna 50 ohms, 434+-5 MHz		1

*PROVIDED BY GIGA-TMS INC.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ORDERING INFORMATION

RDL200T-00: (Radio Data Link Module)
P/N: RDL200T-00

RDL200T Start Kit Package: (ASY-RDL200TSK x 2PCS)
P/N: RDL200T-SKE

- E: Include 230VAC/9VDC Adaptor
- U: Include 120VAC/9VDC Adaptor

RDL401A-00 (Stand-Alone Radio Data Link)
P/N: RDL401AE

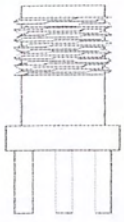
- E: Include 230VAC/9VDC Adaptor
- U: Include 120VAC/9VDC Adaptor

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

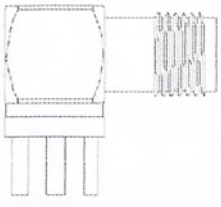
OPTIONAL ANTENNA SOCKET AND ANTENNA

1. Antenna Socket

   P/N: **CN5-OTG0007** (Angle 180)



   P/N: **CN5-OTG0008** (Angle 90)

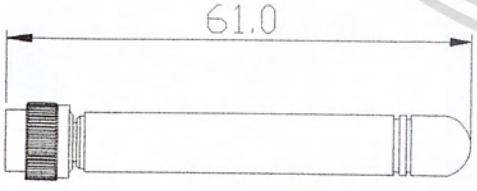


2. Antenna Extension Cable

   P/N: **WAS-1529**

3. Antenna

   P/N: **ANT-T001** (50 ohms, 434+-5 MHz)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PROMAG®

GIGA-TMS INC.

http://www.gigatms.com.tw

mailto:promag@gigatms.com.tw

TEL : +886-2-26954214

FAX : +886-2-26954213

Office : 8F, No. 31,Lane 169, Kang-Ning St.,His-Chih, Taipei, Taiwan

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

คู่มือไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

AT89C2051

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Features

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

8-bit Microcontroller with 2K Bytes Flash

AT89C2051

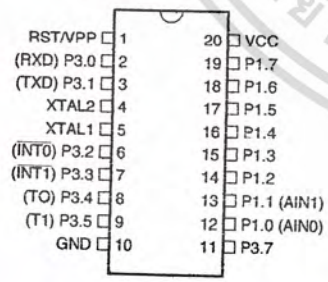
Description

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

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

Pin Configuration

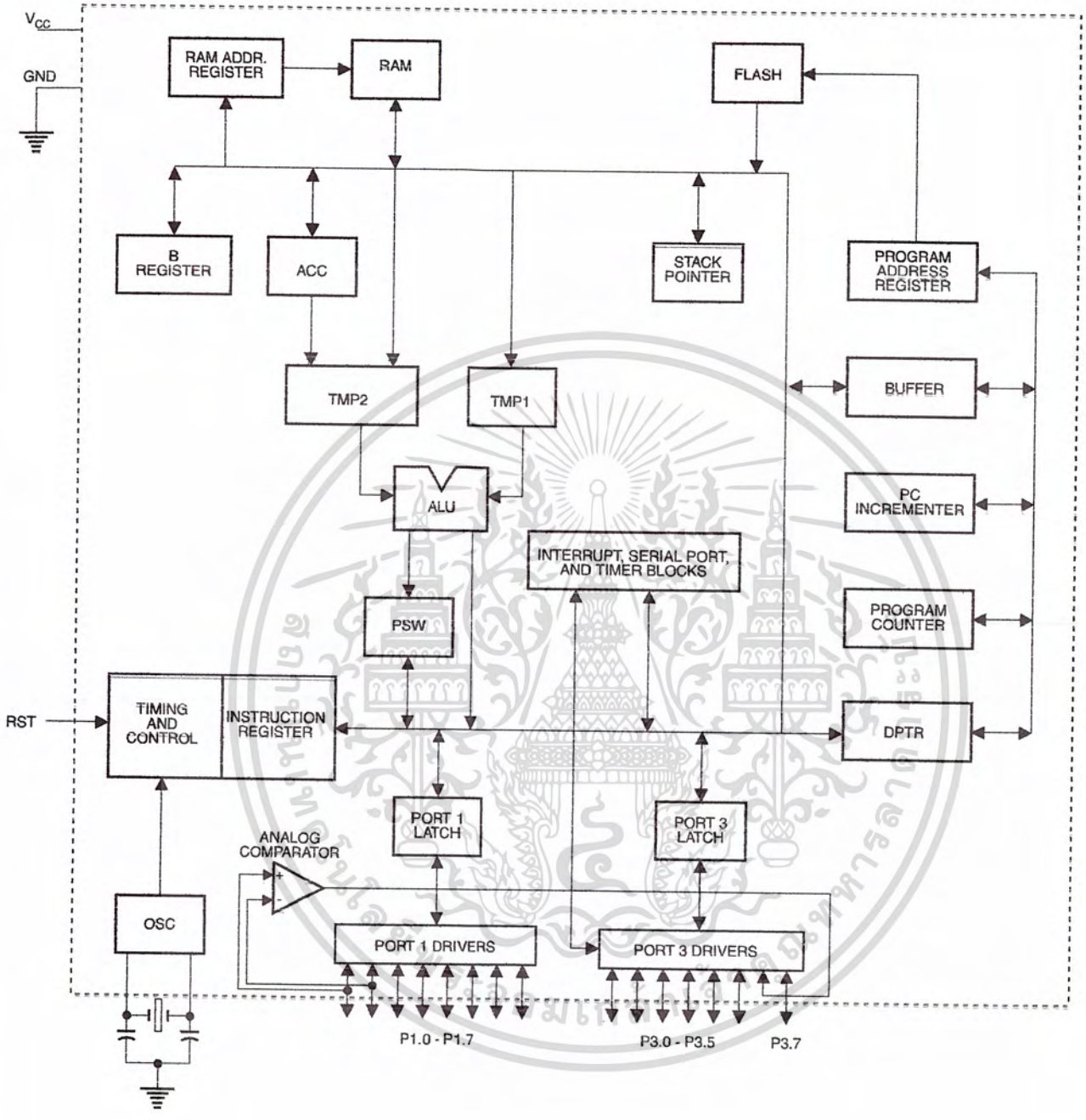
PDIP/SOIC



Rev. 0368E–02/00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Block Diagram



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Pin Description

VCC

Supply voltage.

GND

Ground.

Port 1

Port 1 is an 8-bit bi-irectional I/O port. Port pins P1.2 to P1.7 provide internal pullups. P1.0 and P1.1 require external pullups. P1.0 and P1.1 also serve as the positive input (AIN0) and the negative input (AIN1), respectively, of the on-chip precision analog comparator. The Port 1 output buffers can sink 20 mA and can drive LED displays directly. When 1s are written to Port 1 pins, they can be used as inputs. When pins P1.2 to P1.7 are used as inputs and are externally pulled low, they will source current (I_{IL}) because of the internal pullups.

Port 1 also receives code data during Flash programming and verification.

Port 3

Port 3 pins P3.0 to P3.5, P3.7 are seven bi-irectional I/O pins with internal pullups. P3.6 is hard-wired as an input to the output of the on-chip comparator and is not accessible as a general purpose I/O pin. The Port 3 output buffers can sink 20 mA. When 1s are written to Port 3 pins they are pulled high by the internal pullups and can be used as inputs. As inputs, Port 3 pins that are externally being pulled low will source current (I_{IL}) because of the pullups.

Port 3 also serves the functions of various special features of the AT89C2051 as listed below:

Port Pin	Alternate Functions
P3.0	RXD (serial input port)
P3.1	TXD (serial output port)
P3.2	$\overline{INT0}$ (external interrupt 0)
P3.3	$\overline{INT1}$ (external interrupt 1)
P3.4	T0 (timer 0 external input)
P3.5	T1 (timer 1 external input)

Port 3 also receives some control signals for Flash programming and verification.

RST

Reset input. All I/O pins are reset to 1s as soon as RST goes high. Holding the RST pin high for two machine cycles while the oscillator is running resets the device.

Each machine cycle takes 12 oscillator or clock cycles.

XTAL1

Input to the inverting oscillator amplifier and input to the internal clock operating circuit.

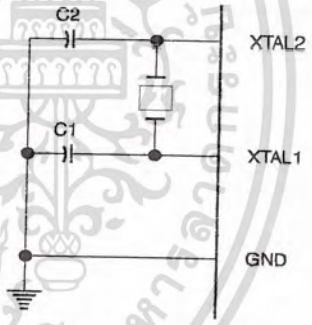
XTAL2

Output from the inverting oscillator amplifier.

Oscillator Characteristics

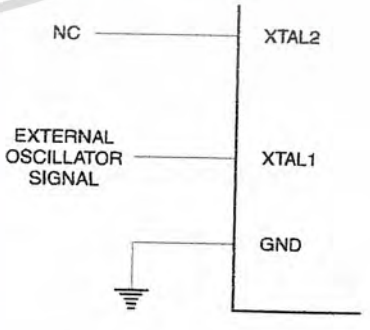
XTAL1 and XTAL2 are the input and output, respectively, of an inverting amplifier which can be configured for use as an on-chip oscillator, as shown in Figure 1. Either a quartz crystal or ceramic resonator may be used. To drive the device from an external clock source, XTAL2 should be left unconnected while XTAL1 is driven as shown in Figure 2. There are no requirements on the duty cycle of the external clock signal, since the input to the internal clocking circuitry is through a divide-by-two flip-flop, but minimum and maximum voltage high and low time specifications must be observed.

Figure 1. Oscillator Connections



Note: C1, C2 = 30 pF ± 10 pF for Crystals
= 40 pF ± 10 pF for Ceramic Resonators

Figure 2. External Clock Drive Configuration



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Special Function Registers

A map of the on-chip memory area called the Special Function Register (SFR) space is shown in the table below.

Note that not all of the addresses are occupied, and unoccupied addresses may not be implemented on the chip. Read accesses to these addresses will in general return random data, and write accesses will have an indeterminate effect.

User software should not write 1s to these unlisted locations, since they may be used in future products to invoke new features. In that case, the reset or inactive values of the new bits will always be 0.

Table 1. AT89C2051 SFR Map and Reset Values

0F8H									0FFH
0F0H	B 00000000								0F7H
0E8H									0EFH
0E0H	ACC 00000000								0E7H
0D8H									0DFH
0D0H	PSW 00000000								0D7H
0C8H									0CFH
0C0H									0C7H
0B8H	IP XXX00000								0BFH
0B0H	P3 11111111								0B7H
0A8H	IE 0XX00000								0AFH
0A0H									0A7H
98H	SCON 00000000	SBUF XXXXXXXX							9FH
90H	P1 11111111								97H
88H	TCON 00000000	TMOD 00000000	TL0 00000000	TL1 00000000	TH0 00000000	TH1 00000000			8FH
80H		SP 00000111	DPL 00000000	DPH 00000000				PCON 0XXX0000	87H

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Restrictions on Certain Instructions

The AT89C2051 and is an economical and cost-effective member of Atmel's growing family of microcontrollers. It contains 2K bytes of flash program memory. It is fully compatible with the MCS-51 architecture, and can be programmed using the MCS-51 instruction set. However, there are a few considerations one must keep in mind when utilizing certain instructions to program this device.

All the instructions related to jumping or branching should be restricted such that the destination address falls within the physical program memory space of the device, which is 2K for the AT89C2051. This should be the responsibility of the software programmer. For example, LJMP 7E0H would be a valid instruction for the AT89C2051 (with 2K of memory), whereas LJMP 900H would not.

1. Branching instructions:

LCALL, LJMP, ACALL, AJMP, SJMP, JMP @A+DPTR

These unconditional branching instructions will execute correctly as long as the programmer keeps in mind that the destination branching address must fall within the physical boundaries of the program memory size (locations 00H to 7FFH for the 89C2051). Violating the physical space limits may cause unknown program behavior.

CJNE [...], DJNZ [...], JB, JNB, JC, JNC, JBC, JZ, JNZ With these conditional branching instructions the same rule above applies. Again, violating the memory boundaries may cause erratic execution.

For applications involving interrupts the normal interrupt service routine address locations of the 80C51 family architecture have been preserved.

2. MOVX-related instructions, Data Memory:

The AT89C2051 contains 128 bytes of internal data memory. Thus, in the AT89C2051 the stack depth is limited to 128 bytes, the amount of available RAM. External DATA memory access is not supported in this device, nor is external PROGRAM memory execution. Therefore, no MOVX [...] instructions should be included in the program.

A typical 80C51 assembler will still assemble instructions, even if they are written in violation of the restrictions mentioned above. It is the responsibility of the controller user to know the physical features and limitations of the device being used and adjust the instructions used correspondingly.

Program Memory Lock Bits

On the chip are two lock bits which can be left unprogrammed (U) or can be programmed (P) to obtain the additional features listed in the table below:

Lock Bit Protection Modes[1]

Program Lock Bits			
	LB1	LB2	Protection Type
1	U	U	No program lock features.
2	P	U	Further programming of the Flash is disabled.
3	P	P	Same as mode 2, also verify is disabled.

Note: 1. The Lock Bits can only be erased with the Chip Erase operation.

Idle Mode

In idle mode, the CPU puts itself to sleep while all the on-chip peripherals remain active. The mode is invoked by software. The content of the on-chip RAM and all the special functions registers remain unchanged during this mode. The idle mode can be terminated by any enabled interrupt or by a hardware reset.

P1.0 and P1.1 should be set to "0" if no external pullups are used, or set to "1" if external pullups are used.

It should be noted that when idle is terminated by a hardware reset, the device normally resumes program execution, from where it left off, up to two machine cycles before the internal reset algorithm takes control. On-chip hardware inhibits access to internal RAM in this event, but access to the port pins is not inhibited. To eliminate the possibility of an unexpected write to a port pin when Idle is terminated by reset, the instruction following the one that invokes Idle should not be one that writes to a port pin or to external memory.

Power-down Mode

In the power down mode the oscillator is stopped, and the instruction that invokes power down is the last instruction executed. The on-chip RAM and Special Function Registers retain their values until the power down mode is terminated. The only exit from power down is a hardware reset. Reset redefines the SFRs but does not change the on-chip RAM. The reset should not be activated before V_{CC} is restored to its normal operating level and must be held active long enough to allow the oscillator to restart and stabilize.

P1.0 and P1.1 should be set to "0" if no external pullups are used, or set to "1" if external pullups are used.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Programming The Flash

The AT89C2051 is shipped with the 2K bytes of on-chip PEROM code memory array in the erased state (i.e., contents = FFH) and ready to be programmed. The code memory array is programmed one byte at a time. *Once the array is programmed, to re-program any non-blank byte, the entire memory array needs to be erased electrically.*

Internal Address Counter: The AT89C2051 contains an internal PEROM address counter which is always reset to 000H on the rising edge of RST and is advanced by applying a positive going pulse to pin XTAL1.

Programming Algorithm: To program the AT89C2051, the following sequence is recommended.

1. Power-up sequence:
   Apply power between V_{CC} and GND pins
   Set RST and XTAL1 to GND
2. Set pin RST to "H"
   Set pin P3.2 to "H"
3. Apply the appropriate combination of "H" or "L" logic levels to pins P3.3, P3.4, P3.5, P3.7 to select one of the programming operations shown in the PEROM Programming Modes table.

To Program and Verify the Array:

4. Apply data for Code byte at location 000H to P1.0 to P1.7.
5. Raise RST to 12V to enable programming.
6. Pulse P3.2 once to program a byte in the PEROM array or the lock bits. The byte-write cycle is self-timed and typically takes 1.2 ms.
7. To verify the programmed data, lower RST from 12V to logic "H" level and set pins P3.3 to P3.7 to the appropiate levels. Output data can be read at the port P1 pins.
8. To program a byte at the next address location, pulse XTAL1 pin once to advance the internal address counter. Apply new data to the port P1 pins.
9. Repeat steps 5 through 8, changing data and advancing the address counter for the entire 2K bytes array or until the end of the object file is reached.
10. Power-off sequence:
    set XTAL1 to "L"
    set RST to "L"
    Turn V_{CC} power off

Data Polling: The AT89C2051 features Data Polling to indicate the end of a write cycle. During a write cycle, an attempted read of the last byte written will result in the complement of the written data on P1.7. Once the write cycle has been completed, true data is valid on all outputs, and the next cycle may begin. Data Polling may begin any time after a write cycle has been initiated.

Ready/Busy: The Progress of byte programming can also be monitored by the RDY/BSY output signal. Pin P3.1 is pulled low after P3.2 goes High during programming to indicate BUSY. P3.1 is pulled High again when programming is done to indicate READY.

Program Verify: If lock bits LB1 and LB2 have not been programmed code data can be read back via the data lines for verification:

1. Reset the internal address counter to 000H by bringing RST from "L" to "H".
2. Apply the appropriate control signals for Read Code data and read the output data at the port P1 pins.
3. Pulse pin XTAL1 once to advance the internal address counter.
4. Read the next code data byte at the port P1 pins.
5. Repeat steps 3 and 4 until the entire array is read.

The lock bits cannot be verified directly. Verification of the lock bits is achieved by observing that their features are enabled.

Chip Erase: The entire PEROM array (2K bytes) and the two Lock Bits are erased electrically by using the proper combination of control signals and by holding P3.2 low for 10 ms. The code array is written with all "1"s in the Chip Erase operation and must be executed before any non-blank memory byte can be re-programmed.

Reading the Signature Bytes: The signature bytes are read by the same procedure as a normal verification of locations 000H, 001H, and 002H, except that P3.5 and P3.7 must be pulled to a logic low. The values returned are as follows.

(000H) = 1EH indicates manufactured by Atmel
(001H) = 21H indicates 89C2051

Programming Interface

Every code byte in the Flash array can be written and the entire array can be erased by using the appropriate combination of control signals. The write operation cycle is self-timed and once initiated, will automatically time itself to completion.

All major programming vendors offer worldwide support for the Atmel microcontroller series. Please contact your local programming vendor for the appropriate software revision.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Flash Programming Modes

Mode		RST/VPP	P3.2/$\overline{PROG}$	P3.3	P3.4	P3.5	P3.7
Write Code Data[1][3]		12V		L	H	H	H
Read Code Data[1]		H	H	L	L	H	H
Write Lock	Bit - 1	12V		H	H	H	H
	Bit - 2	12V		H	H	L	L
Chip Erase		12V	(2)	H	L	L	L
Read Signature Byte		H	H	L	L	L	L

Notes:
1. The internal PEROM address counter is reset to 000H on the rising edge of RST and is advanced by a positive pulse at XTAL 1 pin.
2. Chip Erase requires a 10 ms $\overline{PROG}$ pulse.
3. P3.1 is pulled Low during programming to indicate RDY/$\overline{BSY}$.

Figure 3. Programming the Flash Memory

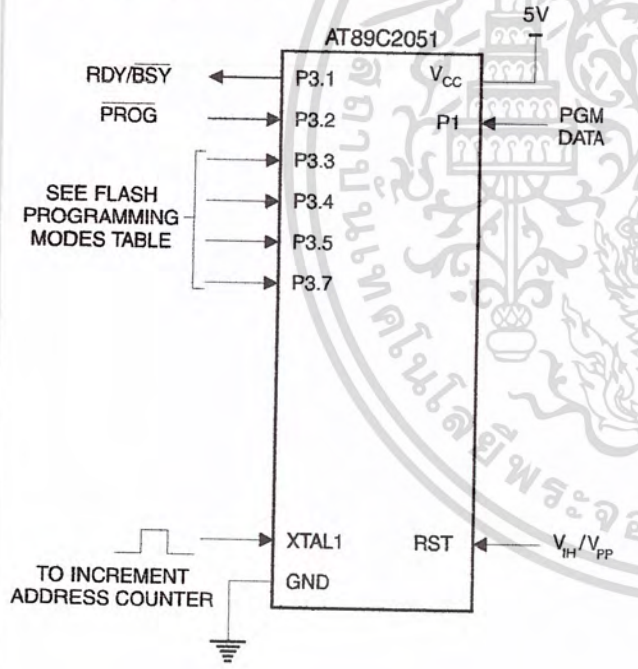
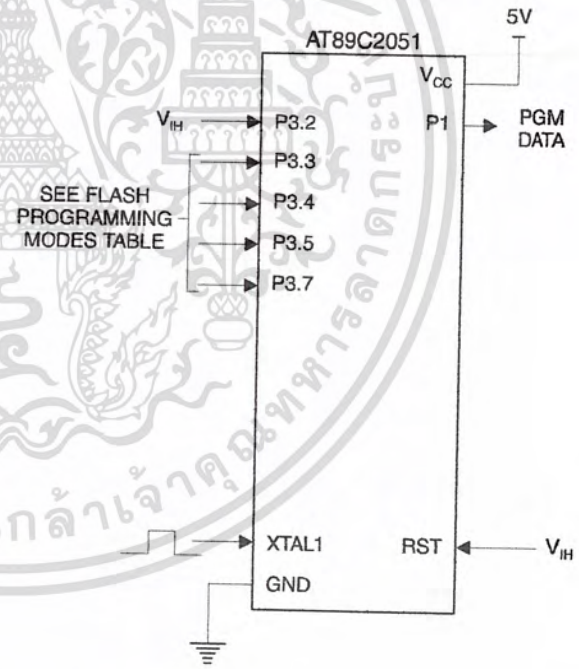


Figure 4. Verifying the Flash Memory



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

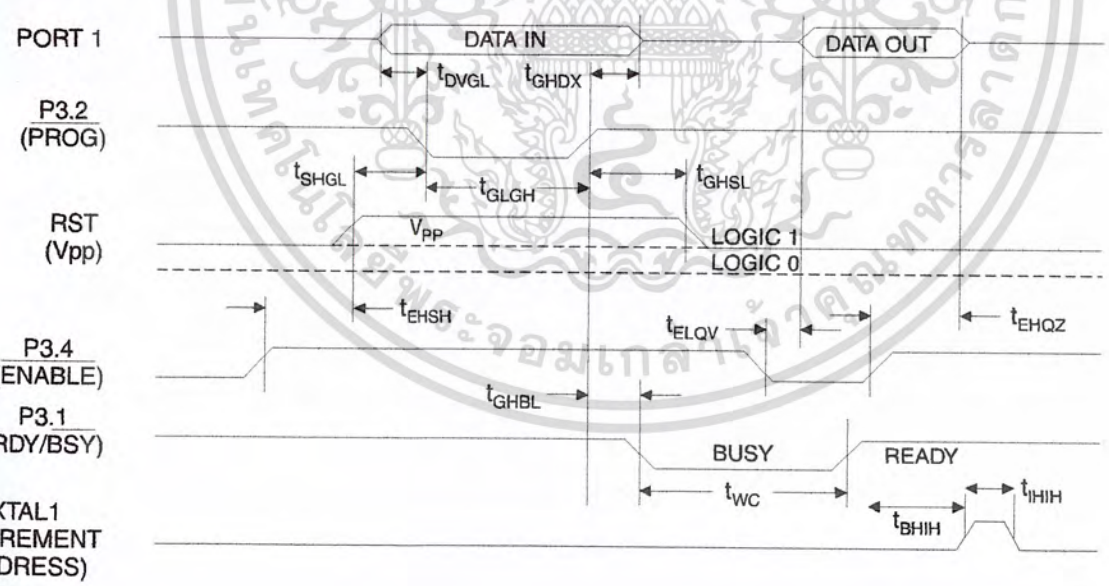
Flash Programming and Verification Characteristics

T_A = 0°C to 70°C, V_{CC} = 5.0 ± 10%

Symbol	Parameter	Min	Max	Units
V_{PP}	Programming Enable Voltage	11.5	12.5	V
I_{PP}	Programming Enable Current		250	µA
t_{DVGL}	Data Setup to $\overline{PROG}$ Low	1.0		µs
t_{GHDX}	Data Hold after $\overline{PROG}$	1.0		µs
t_{EHSH}	P3.4 ($\overline{ENABLE}$) High to V_{PP}	1.0		µs
t_{SHGL}	V_{PP} Setup to $\overline{PROG}$ Low	10		µs
t_{GHSL}	V_{PP} Hold after $\overline{PROG}$	10		µs
t_{GLGH}	$\overline{PROG}$ Width	1	110	µs
t_{ELQV}	$\overline{ENABLE}$ Low to Data Valid		1.0	µs
t_{EHQZ}	Data Float after $\overline{ENABLE}$	0	1.0	µs
t_{GHBL}	$\overline{PROG}$ High to $\overline{BUSY}$ Low		50	ns
t_{WC}	Byte Write Cycle Time		2.0	ms
t_{BHIH}	RDY/$\overline{BSY}$\ to Increment Clock Delay	1.0		µs
t_{IHIL}	Increment Clock High	200		ns

Note: 1. Only used in 12-volt programming mode.

Flash Programming and Verification Waveforms



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Absolute Maximum Ratings*

Operating Temperature	-55°C to +125°C
Storage Temperature	-65°C to +150°C
Voltage on Any Pin with Respect to Ground	-1.0V to +7.0V
Maximum Operating Voltage	6.6V
DC Output Current	25.0 mA

*NOTICE: Stresses beyond those listed under "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. This is a stress rating only and functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated in the operational sections of this specification is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions for extended periods may affect device reliability.

DC Characteristics

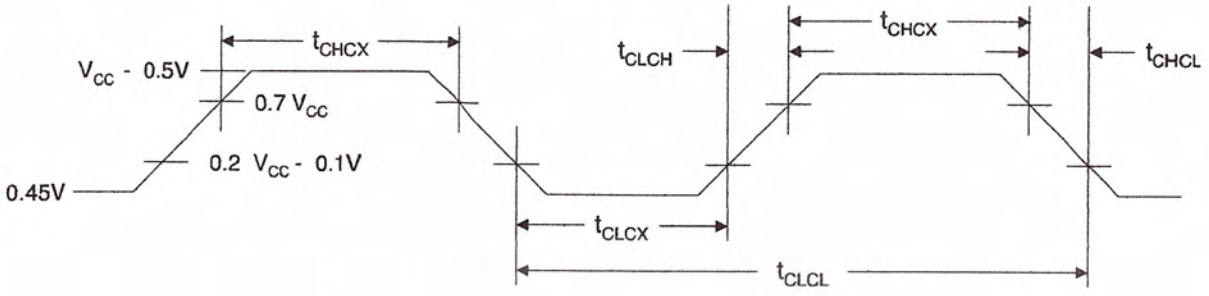
T_A = -40°C to 85°C, V_{CC} = 2.0V to 6.0V (unless otherwise noted)

Symbol	Parameter	Condition	Min	Max	Units
V_{IL}	Input Low-voltage		-0.5	0.2 V_{CC} - 0.1	V
V_{IH}	Input High-voltage	(Except XTAL1, RST)	0.2 V_{CC} + 0.9	V_{CC} + 0.5	V
V_{IH1}	Input High-voltage	(XTAL1, RST)	0.7 V_{CC}	V_{CC} + 0.5	V
V_{OL}	Output Low-voltage[1] (Ports 1, 3)	I_{OL} = 20 mA, V_{CC} = 5V I_{OL} = 10 mA, V_{CC} = 2.7V		0.5	V
V_{OH}	Output High-voltage (Ports 1, 3)	I_{OH} = -80 µA, V_{CC} = 5V ± 10%	2.4		V
		I_{OH} = -30 µA	0.75 V_{CC}		V
		I_{OH} = -12 µA	0.9 V_{CC}		V
I_{IL}	Logical 0 Input Current (Ports 1, 3)	V_{IN} = 0.45V		-50	µA
I_{TL}	Logical 1 to 0 Transition Current (Ports 1, 3)	V_{IN} = 2V, V_{CC} = 5V ± 10%		-750	µA
I_{LI}	Input Leakage Current (Port P1.0, P1.1)	0 < V_{IN} < V_{CC}		±10	µA
V_{OS}	Comparator Input Offset Voltage	V_{CC} = 5V		20	mV
V_{CM}	Comparator Input Common Mode Voltage		0	V_{CC}	V
RRST	Reset Pull-down Resistor		50	300	KΩ
C_{IO}	Pin Capacitance	Test Freq. = 1 MHz, T_A = 25°C		10	pF
I_{CC}	Power Supply Current	Active Mode, 12 MHz, V_{CC} = 6V/3V		15/5.5	mA
		Idle Mode, 12 MHz, V_{CC} = 6V/3V P1.0 & P1.1 = 0V or V_{CC}		5/1	mA
	Power-down Mode[2]	V_{CC} = 6V P1.0 & P1.1 = 0V or V_{CC}		100	µA
		V_{CC} = 3V P1.0 & P1.1 = 0V or V_{CC}		20	µA

Notes:
1. Under steady state (non-transient) conditions, I_{OL} must be externally limited as follows:
   Maximum I_{OL} per port pin: 20 mA
   Maximum total I_{OL} for all output pins: 80 mA
   If I_{OL} exceeds the test condition, V_{OL} may exceed the related specification. Pins are not guaranteed to sink current greater than the listed test conditions.
2. Minimum V_{CC} for Power-down is 2V.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

External Clock Drive Waveforms



External Clock Drive

Symbol	Parameter	V_{CC} = 2.7V to 6.0V		V_{CC} = 4.0V to 6.0V		Units
		Min	Max	Min	Max	
$1/t_{CLCL}$	Oscillator Frequency	0	12	0	24	MHz
t_{CLCL}	Clock Period	83.3		41.6		ns
t_{CHCX}	High Time	30		15		ns
t_{CLCX}	Low Time	30		15		ns
t_{CLCH}	Rise Time		20		20	ns
t_{CHCL}	Fall Time		20		20	ns

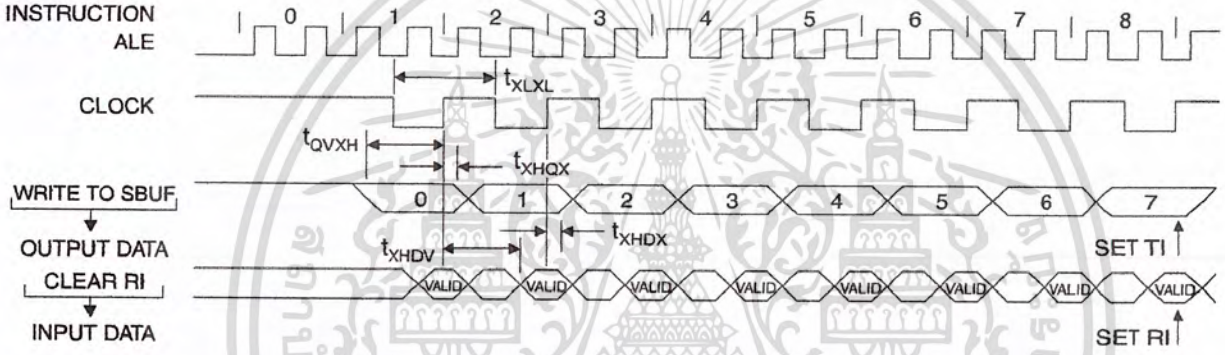
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Serial Port Timing: Shift Register Mode Test Conditions

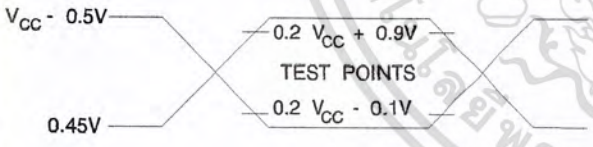
V_{CC} = 5.0V ± 20%; Load Capacitance = 80 pF

Symbol	Parameter	12 MHz Osc		Variable Oscillator		Units
		Min	Max	Min	Max	
t_{XLXL}	Serial Port Clock Cycle Time	1.0		$12t_{CLCL}$		µs
t_{QVXH}	Output Data Setup to Clock Rising Edge	700		$10t_{CLCL}$-133		ns
t_{XHQX}	Output Data Hold after Clock Rising Edge	50		$2t_{CLCL}$-117		ns
t_{XHDX}	Input Data Hold after Clock Rising Edge	0		0		ns
t_{XHDV}	Clock Rising Edge to Input Data Valid		700		$10t_{CLCL}$-133	ns

Shift Register Mode Timing Waveforms

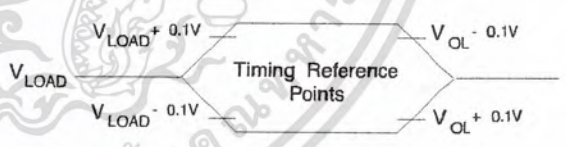


AC Testing Input/Output Waveforms(1)



Note: 1. AC Inputs during testing are driven at V_{CC} - 0.5V for a logic 1 and 0.45V for a logic 0. Timing measurements are made at V_{IH} min. for a logic 1 and V_{IL} max. for a logic 0.

Float Waveforms(1)

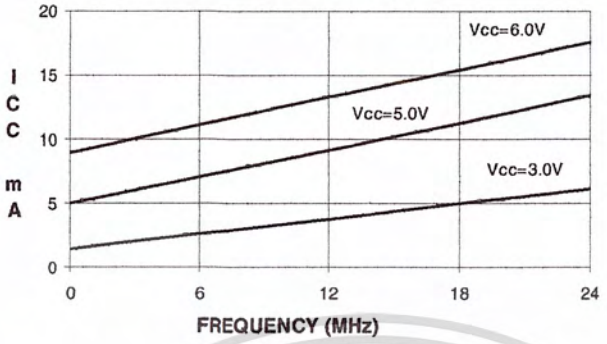


Note: 1. For timing purposes, a port pin is no longer floating when a 100 mV change from load voltage occurs. A port pin begins to float when 100 mV change frothe loaded V_{OH}/V_{OL} level occurs.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

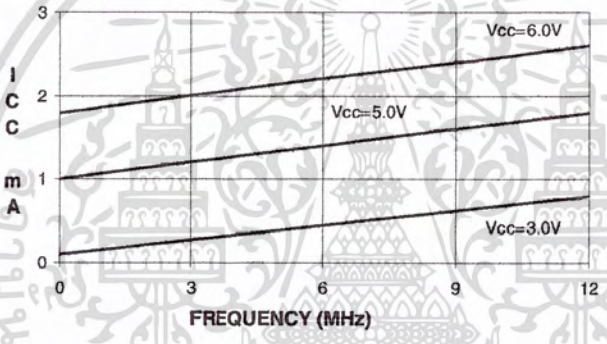
AT89C2051

TYPICAL ICC - ACTIVE (85°C)



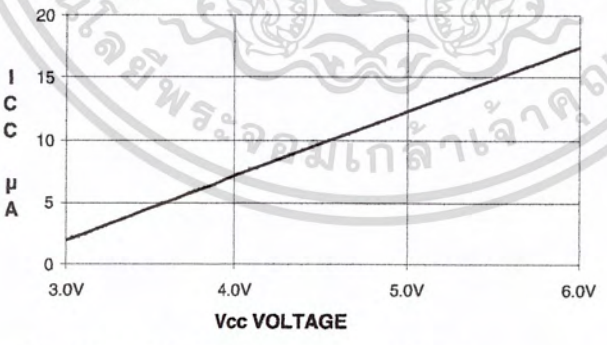
AT89C2051

TYPICAL ICC - IDLE (85°C)



AT89C2051

TYPICAL ICC vs. VOLTAGE- POWER DOWN (85°C)



Notes:
1. XTAL1 tied to GND for I_{CC} (power-down)
2. P.1.0 and P1.1 = V_{CC} or GND
3. Lock bits programmed

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Ordering Information

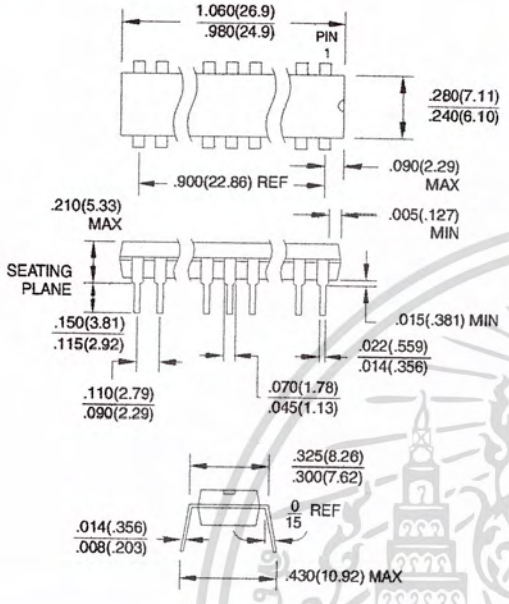
Speed (MHz)	Power Supply	Ordering Code	Package	Operation Range
12	2.7V to 6.0V	AT89C2051-12PC AT89C2051-12SC	20P3 20S	Commercial (0°C to 70°C)
		AT89C2051-12PI AT89C2051-12SI	20P3 20S	Industrial (-40°C to 85°C)
24	4.0V to 6.0V	AT89C2051-24PC AT89C2051-24SC	20P3 20S	Commercial (0°C to 70°C)
		AT89C2051-24PI AT89C2051-24SI	20P3 20S	Industrial (-40°C to 85°C)

Package Type	
20P3	20-lead, 0.300" Wide, Plastic Dual In-line Package (PDIP)
20S	20-lead, 0.300" Wide, Plastic Gull Wing Small Outline (SOIC)

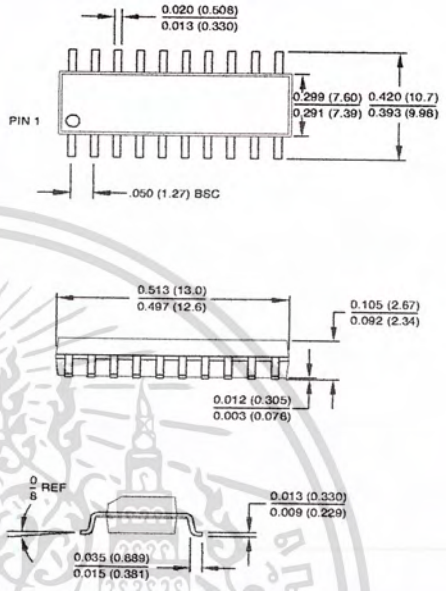
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Packaging Information

20P3, 20-lead, 0.300" Wide, Plastic Dual Inline Package (PDIP)
Dimensions in Inches and (Millimeters)
JEDEC STANDARD MS-001 AD



20S, 20-lead, 0.300" Wide, Plastic Gull WIng Small Outline (SOIC)
Dimensions in Inches and (Millimeters)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Atmel Headquarters

Corporate Headquarters
2325 Orchard Parkway
San Jose, CA 95131
TEL (408) 441-0311
FAX (408) 487-2600

Europe
Atmel U.K., Ltd.
Coliseum Business Centre
Riverside Way
Camberley, Surrey GU15 3YL
England
TEL (44) 1276-686-677
FAX (44) 1276-686-697

Asia
Atmel Asia, Ltd.
Room 1219
Chinachem Golden Plaza
77 Mody Road Tsimhatsui
East Kowloon
Hong Kong
TEL (852) 2721-9778
FAX (852) 2722-1369

Japan
Atmel Japan K.K.
9F, Tonetsu Shinkawa Bldg.
1-24-8 Shinkawa
Chuo-ku, Tokyo 104-0033
Japan
TEL (81) 3-3523-3551
FAX (81) 3-3523-7581

Atmel Operations

Atmel Colorado Springs
1150 E. Cheyenne Mtn. Blvd.
Colorado Springs, CO 80906
TEL (719) 576-3300
FAX (719) 540-1759

Atmel Rousset
Zone Industrielle
13106 Rousset Cedex
France
TEL (33) 4-4253-6000
FAX (33) 4-4253-6001

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

Fax-on-Demand
North America:
1-(800) 292-8635
International:
1-(408) 441-0732

e-mail
literature@atmel.com

Web Site
http://www.atmel.com

BBS
1-(408) 436-4309

© Atmel Corporation 2000.
Atmel Corporation makes no warranty for the use of its products, other than those expressly contained in the Company's standard warranty which is detailed in Atmel's Terms and Conditions located on the Company's web site. The Company assumes no responsibility for any errors which may appear in this document, reserves the right to change devices or specifications detailed herein at any time without notice, and does not make any commitment to update the information contained herein. No licenses to patents or other intellectual property of Atmel are granted by the Company in connection with the sale of Atmel products, expressly or by implication. Atmel's products are not authorized for use as critical components in life support devices or systems.

Marks bearing ® and/or ™ are registered trademarks and trademarks of Atmel Corporation.

Terms and product names in this document may be trademarks of others.

Printed on recycled paper.

0368E–02/00/xM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้