ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

ชื่อหัวข้อ เครื่องวัดความเร็วลมและทิศทางลมส่งผ่านคลื่นวิทยุ

Wind Profiler Via Radio System

ชื่อนักศึกษา

1. นายพงศักดิ์	อำนวยผล	รหัสประจำตัว	42035227
2. นายวรวิทย์	เลิศสำราญ	รหัสประจำตัว	42035237
3. นางสาวศิริญญา	โสพสจินดา	รหัสประจำตัว	42035241

หลักสูตร ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต **สาขาวิชา** วิศวกรรมโทรคมนาคม

อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม อาจารย์ปิยะ ศุภวราสุวัฒน์

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์	ลายมือชื่อ
1. อาจารย์พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์	.....
2. อาจารย์ปิยะ ศุภวราสุวัฒน์	.....
3. ผศ.วิสุทธิ์ อธิพรธรรม	.....
4. อาจารย์พงษ์เกียรติ เชษฐพิทักษ์สกุล	.....
5. อาจารย์อมรชัย ชัยชนะ	.....

วัน/เดือน/ปีที่สอบ วันพุธที่ 18 เมษายน พ.ศ. 2544 เวลา 16.00 น.

สถานที่สอบ ห้อง ค.311 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.

ภาควิชารับรองแล้ว

ลงนาม.....

(ผศ.วิสุทธิ์ อธิพรธรรม)

หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

วันที่ 14 เดือน เมษายน พ.ศ. 2544

<BT4301052>

เครื่องวัดความเร็วลมและทิศทางลมส่งผ่านคลื่นวิทยุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปริญญานิพนธ์

เครื่องวัดความเร็วลมและทิศทางลมส่งผ่านคลื่นวิทยุ

WIND PROFILER VIA RADIO SYSTEM

T040186

นายพงศักดิ์ อำนวยผล
นายวรวิทย์ เลิศสำราญ
นางสาวศิริญญา โสพสจินดา

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม
ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2543

40186
b.....1109249X
i.....
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง เครื่องวัดความเร็วลมและทิศทางลมผ่านคลื่นวิทยุ

Wind Profiler Via Radio System

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาหลักการวัดความเร็วลมและทิศทางลม การสื่อสารข้อมูลระยะทางไกล การเก็บข้อมูล และประมวลผลด้วยคอมพิวเตอร์
2. เพื่อออกแบบเครื่องวัดความเร็วลมและทิศทางลมโดยส่งข้อมูลด้วยคลื่นวิทยุ
3. เพื่อสร้างเครื่องวัดความเร็วลมและทิศทางลมโดยส่งข้อมูลด้วยคลื่นวิทยุ
4. เพื่อทดสอบและเปรียบเทียบประสิทธิภาพของเครื่องวัดความเร็วลมและทิศทางลมที่สร้างขึ้นกับเครื่องวัดความเร็วลมและทิศทางลมที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน
5. เพื่อนำเครื่องวัดความเร็วลมและทิศทางลมที่ผ่านการทดสอบ และปรับปรุงแก้ไขแล้วไปใช้งานแทนระบบเดิมที่ใช้ในปัจจุบัน

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. มีความรู้เรื่องหลักการวัดความเร็วลมและทิศทางลม การสื่อสารข้อมูลระยะไกล การเก็บ และประมวลผลข้อมูลด้วยคอมพิวเตอร์
2. มีทักษะในการออกแบบเครื่องวัดความเร็วลมและทิศทางลมโดยส่งข้อมูลด้วยคลื่นวิทยุ
3. สามารถสร้างเครื่องวัดความเร็วลมและทิศทางลมโดยส่งข้อมูลด้วยคลื่นวิทยุได้
4. ได้เครื่องวัดความเร็วลมและทิศทางลมที่มีประสิทธิภาพใกล้เคียงกับเครื่องวัดความเร็วลมและทิศทางลมที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน
5. เครื่องที่ทดสอบปรับปรุงแก้ไข สามารถนำไปใช้งานแทนระบบเดิมที่ใช้อยู่ในปัจจุบันได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อหัวข้อ	เครื่องวัดความเร็วลมและทิศทางลมส่งผ่านคลื่นวิทยุ
ชื่อนักศึกษา	นายพงศักดิ์ อำนวยผล
	นายวรวิทย์ เลิศสำราญ
	นางสาวศิริญญา โสพสจินดา
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	อาจารย์ปิยะ ศุภวราสุวัฒน์
หลักสูตร	ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมโทรคมนาคม
ปีการศึกษา	2543

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้นำเสนอเครื่องวัดความเร็วลมและทิศทางลมโดยส่งผ่านข้อมูลด้วยคลื่นวิทยุที่ความถี่ 462 เมกะเฮิรตซ์ โดยนำสัญญาณดิจิตอลจากวงจรตรวจจับความเร็วลมด้วยตัวตรวจจับแสงเพื่อสร้างพัลส์ข้อมูล และทิศทางลมด้วยโพเทนทิโอมิเตอร์ และนำมามอดูเลตแบบเอฟเอสเคแล้วแพร่กระจายสัญญาณที่ได้ด้วยคลื่นวิทยุแบบเอฟเอ็มไปยังภาครับ เพื่อทำการดีมอดูเลตแบบเอฟเอสเคได้ข้อมูลเป็นสัญญาณดิจิตอลนำไปป้อนให้ชุดเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ ซึ่งทำหน้าที่ส่งผ่านข้อมูลเข้าคอมพิวเตอร์เพื่อทำการประมวลผลต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Wind Profiler Via Radio System
Students	Mr.Pongsak Amnouypol
	Mr.Worawit Loedsamran
	Miss Sirinya Sorosejinda
Advisor	Mr.Peerawut Suwanjan
Co-Advisor	Mr.Piya Supavarasuwat
Education Level	Bachelor of Science in Industrial Education
Program in	Telecommunication Engineering
Academic Year	2000

ABSTRACT

This thesis presents the Wind Profiler Via Radio System at 462 MHz. The data pulses from optical sensor of speed detector circuit and directional detector circuit by potentiometer are modulated in Frequency Shift Keying (FSK). The modulated signal radiated in FM system to receiver will demodulated by FSK demodulator. After that, the demodulated signal is sent to microcomputer via interface circuit to calculate speed and direction of wind.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีเนื่องมาจากความอนุเคราะห์ของอาจารย์พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์, อาจารย์ปิยะ ศุภวราสุวัฒน์, อาจารย์ปิยะ จิตธรรมมาภิรมย์, อาจารย์โกศล ตราชู และคณาจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรมทุกท่านเป็นอย่างสูงที่กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำให้ข้อเสนอแนะต่างๆ ตลอดจนคอยให้การช่วยเหลือและเป็นกำลังใจให้ และขอขอบคุณ คุณอำรุงฤทธิ์ นิ่มเสมอ หัวหน้างานสอบตรวจและสอบเทียบเครื่องมือ รวมถึงเจ้าหน้าที่ของกรมอุตุนิยมวิทยาทุกท่าน ซึ่งให้ความอนุเคราะห์ในการสร้างและปรับแต่งเครื่องวัดความเร็วและทิศทางลม ขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดาที่ให้การอบรมเลี้ยงดูและให้การสนับสนุนทุกอย่างที่เกี่ยวกับการศึกษาของลูกๆ ทุกคน จนลูกๆ ได้มีโอกาสกระทำในสิ่งที่ถูกต้องเสมอมา ตลอดจนเพื่อนๆ และรุ่นน้อง ที่คอยให้กำลังใจตลอดมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VIII
สารบัญรูป	IX
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปริญญานิพนธ์	1
1.2 ขีดความสามารถของโครงงาน	1
1.3 เนื้อหาโดยสังเขป	1
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ	3
2.1 กล่าวนำ	3
2.2 การวัดลมผิวพื้น	3
2.2.1 กล่าวโดยทั่วไป	3
2.2.2 การวัดทิศทางลม	4
2.2.3 การวัดความเร็วลม	7
2.2.4 การวัดความเร็ว และการคาดคะเนความเร็วลม	16
2.3 วงจรพื้นฐานของเครื่องรับส่งวิทยุ	16
2.3.1 วงจรขยายอาร์เอฟ	16
2.3.2 วงจรมิกเซอร์	17
2.3.3 วงจรขยายไอเอฟ	18
2.4 การรับส่งข้อมูลดิจิตอล FSK และแนวทางการออกแบบใช้งาน	24
2.4.1 ตัวกำเนิดสัญญาณ FSK	25
2.4.2 ความกว้างของสัญญาณ FSK	26
2.5 แพกเกจเรดิโอ	29
การส่งข้อมูลแบบแพกเกจเรดิโอ	30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
2.6 ทฤษฎีการแปลงสัญญาณ	31
วงจรแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นดิจิตอล	32
2.7 การอินเตอร์เฟสพื้นฐาน	33
การสร้างพอร์ตเพื่ออินเตอร์เฟส	35
2.8 โปรแกรมวิชวลเบสิค	37
2.8.1 ภาพรวมของวิชวลเบสิค	37
2.8.2 หลักการโปรแกรมเชิงภาพของวิชวลเบสิค	38
บทที่ 3 การออกแบบ การสร้างและการทำงาน	40
3.1 เครื่องวัดความเร็วลมและทิศทางลม	40
การสร้างเครื่องวัดความเร็วลมและทิศทางลม	40
3.2 ภาคส่งสัญญาณวิทยุ	49
3.2.1 วงจรวัดความเร็วลม	49
3.2.2 วงจรวัดทิศทางลม	50
3.2.3 วงจรแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นดิจิตอล	50
3.2.4 วงจรนับ	51
3.2.5 วงจรมอดูเลตและดีมอดูเลตแบบ FSK MODEM	52
3.2.6 วงจรมัลติเพล็กซ์	52
3.2.7 วงจรเครื่องส่งวิทยุ	53
3.3 ภาครับสัญญาณวิทยุ	54
3.3.1 วงจรเครื่องรับวิทยุ	54
3.3.2 วงจรดีมัลติเพล็กซ์	54
3.3.3 วงจรอินเตอร์เฟส	55
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง	56
4.1 บทนำ	56
4.2 วงจรวัดความเร็วลม	56
4.2.1 การทดลอง	56
4.2.2 ผลการทดลอง	58

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
4.3 วงจรวัดทิศทางลม	58
4.3.1 การทดลอง	58
4.3.2 ผลการทดลอง	58
4.4 วงจรนับ	59
4.4.1 การทดลอง	59
4.4.2 ผลการทดลอง	59
4.5 วงจรแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นดิจิตอล	60
4.5.1 การทดลอง	60
4.5.2 ผลการทดลอง	61
4.6 วงจรมัลติเพล็กซ์และดีมัลติเพล็กซ์	61
4.6.1 การทดลอง	61
4.6.2 ผลการทดลอง	62
4.7 วงจรมอดูเลตและดีมอดูเลตแบบ FSK MODEM	62
4.7.1 การทดลองวงจรมอดูเลตและดีมอดูเลต	62
4.7.2 การทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของไอซี TCM3105	63
4.8 เครื่องวัดความเร็วลมและทิศทางลม	65
4.8.1 การทดลอง	65
4.8.2 ผลการทดลอง	65
บทที่ 5 บทสรุป ปัญหา แนวทางแก้ไข และแนวทางการพัฒนา	67
5.1 บทสรุป	67
5.2 ปัญหา	67
5.3 แนวทางแก้ไข	68
5.4 แนวทางการพัฒนา	68

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
ภาคผนวก ก เครื่องต้นแบบและอุปกรณ์สอบเทียบ	69
ภาคผนวก ข ผังการทำงานและโปรแกรม	76
ภาคผนวก ค วงจรพิมพ์และแผ่นวงจรพิมพ์	101
ภาคผนวก ง รายการอุปกรณ์	111
ภาคผนวก จ รายละเอียดและคุณสมบัติของอุปกรณ์	115
ภาคผนวก ฉ คู่มือการใช้งาน	144
ภาคผนวก ช ผลการสอบเทียบเครื่องวัดความเร็วลมและทิศทางลมกับกรมอุตุนิยมวิทยา	157
บรรณานุกรม	159
ประวัติผู้แต่ง	160

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
ตารางที่ 2.1 ขนาดของลม สัญญลักษณ์ที่แสดงบนบก	3
ตารางที่ 2.2 เลขรหัส ทิศนับเป็นองศาจริง และป้อยท์ของเข็มทิศ	5
ตารางที่ 2.3 ความสัมพันธ์ของหน่วยต่างๆ ที่ใช้ในการวัดลม	8
ตารางที่ 2.4 การจัดตำแหน่งพอร์ตของระบบ	33
ตารางที่ 2.5 การถอดรหัสตำแหน่งของพอร์ต	37
ตารางที่ 4.1 ผลการทดลองวงจรแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นสัญญาณดิจิตอล โดยต่อโพเทนทิโอมิเตอร์	61
ตารางที่ 4.2 ผลของการสอบเทียบเครื่องวัดความเร็วลม	65

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูป	หน้า
รูปที่ 2.1 ศรลมแบบต่างๆ	7
รูปที่ 2.2 เครื่องวัดลมแบบแผ่นกระดก	9
รูปที่ 2.3 เครื่องวัดลมแบบใช้ลูกถ้วยชนิดต่างๆ	11
รูปที่ 2.4 เครื่องวัดลมแบบแอโรเวน	12
รูปที่ 2.5 กระดาษกราฟสำหรับบันทึกรายการ	13
รูปที่ 2.6 เครื่องวัดลมแบบไดน์	14
รูปที่ 2.7 วงจรขยายอาร์เอฟที่ใช้ทรานซิสเตอร์	17
รูปที่ 2.8 ตัวอย่างมิกเซอร์ของภาคเครื่องรับและภาคเครื่องส่ง	18
รูปที่ 2.9 วงจรขยายไอเอฟที่ใช้หม้อแปลงจูนระหว่างภาค	19
รูปที่ 2.10 วงจรขยายไอเอฟแบบใช้คริสตอลฟิลเตอร์ควบคุมคุณสมบัติการเลือกรับสัญญาณ	19
รูปที่ 2.11 ตัวอย่างวงจรออสซิลเลเตอร์	20
รูปที่ 2.12 วงจรผลิตสัญญาณควบคุมอัตราขยายอัตโนมัติ	21
รูปที่ 2.13 การเปลี่ยนแปลงอัตราขยายของทรานซิสเตอร์ที่กระแสอิมิตเตอร์ในค่าต่างๆ	22
รูปที่ 2.14 วงจรควบคุมอัตราขยายอัตโนมัติต่างๆ ในเครื่องรับชนิดเฮเทอโรดายน์	23
รูปที่ 2.15 ลักษณะการควบคุมอัตราขยายของเครื่องรับโดยวงจรควบคุมอัตราขยายอัตโนมัติ	24
รูปที่ 2.16 การส่งสัญญาณดิจิตอล	25
รูปที่ 2.17 มอดูเลตแบบ FSK	27
รูปที่ 2.18 การเบี่ยงเบนความถี่	27
รูปที่ 2.19 เปรียบเทียบการใช้งานแพกเกจเรดิโอกับการใช้งานโมเด็มรับส่งข้อมูล	30
รูปที่ 2.20 ระบบที่มีการประมวลผลข้อมูลทางดิจิตอล	32
รูปที่ 2.21 ขาสัญญาณบนสล็อต และการ์ดอินเตอร์เฟส	35
รูปที่ 2.22 วงจรพอร์ตหมายเลข 27CH-27FH	36
รูปที่ 2.23 การเขียนโปรแกรมแบบธรรมดา กับแบบอีเว้น-ไดร์ฟเว้น	39
รูปที่ 3.1 การออกแบบแผ่นเพลทเซ็นเซอร์ขนาด 10 ส่วน	40
รูปที่ 3.2 PVC ที่ตอกอัดแผ่นเพลทพลาสติกที่มีแบริ่งอยู่	41
รูปที่ 3.3 PVC ที่ตอกอัดแผ่นเพลทพลาสติกที่มีแบริ่งอยู่โดยตอกอัดทั้ง 2 ด้าน	42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูป	หน้า
รูปที่ 3.4 ท่อลดขนาด	43
รูปที่ 3.5 ฝาครอบของเครื่องวัดทิศทางลม	44
รูปที่ 3.6 ฝาครอบของเครื่องวัดความเร็วลม	45
รูปที่ 3.7 ลูกถ้วยพร้อมกับแกนสแตนเลสที่จะใช้กับเครื่องวัดความเร็วลม	46
รูปที่ 3.8 ส่วนหัวของศรลมของเครื่องวัดทิศทางลม	46
รูปที่ 3.9 ส่วนหางของศรลมของเครื่องวัดทิศทางลม	47
รูปที่ 3.10 ส่วนประกอบโดยรวมของเครื่องวัดความเร็วลมและทิศทางลม	48
รูปที่ 3.11 วงจรตรวจจับแสงที่ใช้ในการวัดความเร็วลม	49
รูปที่ 3.12 วงจรวัดทิศทางลม	50
รูปที่ 3.13 วงจรแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นสัญญาณดิจิตอล	51
รูปที่ 3.14 วงจรนับ	51
รูปที่ 3.15 วงจรมอดูเลตและดีมอดูเลตแบบ FSK MODEM	52
รูปที่ 3.16 วงจรมัลติเพล็กซ์	53
รูปที่ 3.17 วงจรดีมัลติเพล็กซ์	54
รูปที่ 3.18 วงจรอินเตอร์เฟส	55
รูปที่ 4.1 วงจรวัดความเร็วลม	56
รูปที่ 4.2 สัญญาณพัลซ์ที่เกิดจากการตรวจจับแสงของโฟโต้ทรานซิสเตอร์	57
รูปที่ 4.3 สัญญาณเอาต์พุตที่ได้จากวงจรตรวจจับแสง	57
รูปที่ 4.4 วงจรวัดทิศทางลม	58
รูปที่ 4.5 วงจรนับ	59
รูปที่ 4.6 วงจรแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นสัญญาณดิจิตอล	60
รูปที่ 4.7 การต่อใช้งานเพื่อทดลองวงจรมัลติเพล็กซ์และดีมัลติเพล็กซ์	62
รูปที่ 4.8 สัญญาณที่ได้จากการป้อนความถี่ด้วยฟังก์ชันเจนเนอเรเตอร์ ที่ความถี่ 1,300 Hz	64
รูปที่ 4.9 สัญญาณที่ได้จากการป้อนความถี่ด้วยฟังก์ชันเจนเนอเรเตอร์ ที่ความถี่ 2,100 Hz	64
รูปที่ 4.10 การสอบเทียบเครื่องวัดความเร็วลม ด้วยอุโมงลม โดยกรมอุตุนิยมวิทยา	66

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูป	หน้า
รูปที่ 4.11 การปรับเครื่องวัดลมป้อนให้กับอุโมงลม ใช้ในการสอบเทียบ	66
รูปที่ ก.1 เครื่องวัดความเร็วลมและทิศทางลมและชุดเครื่องส่งวิทยุ	70
รูปที่ ก.2 ชุดวัดความเร็วลมและทิศทางลม	70
รูปที่ ก.3 เครื่องส่งวิทยุ	71
รูปที่ ก.4 วงจรภายของเครื่องส่งวิทยุ	71
รูปที่ ก.5 เครื่องรับสัญญาณวิทยุ	72
รูปที่ ก.6 วงจรภายในของเครื่องรับสัญญาณวิทยุ	72
รูปที่ ก.7 การ์ดอินเตอร์เฟสสัญญาณ	73
รูปที่ ก.8 การสอบเทียบเครื่องวัดความเร็วลมด้วยอุโมงลม โดยกรมอุตุนิยมวิทยา	73
รูปที่ ก.9 เครื่องแอโมมิเตอร์ ใช้ส่งผ่านลมเข้าสู่อุโมงค์ลม	74
รูปที่ ก.10 อุโมงค์ลมที่ใช้ในการสอบเทียบ	74
รูปที่ ก.11 เครื่องสอบเทียบเครื่องวัดลม	75
รูปที่ ข.1 ผังงานของโปรแกรมมัลติเพล็กซ์สัญญาณ	77
รูปที่ ข.2 ผังงานของโปรแกรมภาคดีมัลติเพล็กซ์	79
รูปที่ ข.3 ผังงานโปรแกรมของการแสดงผลหน้าจอคอมพิวเตอร์	81
รูปที่ ค.1 วงจรแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นสัญญาณดิจิตอล	102
รูปที่ ค.2 วงจรนับ	102
รูปที่ ค.3 วงจรมอดูเลตและดีมอดูเลตแบบ FSK MODEM	103
รูปที่ ค.4 การจัดวางอุปกรณ์ของวงจรมอดูเลตและดีมอดูเลตแบบ FSK MODEM	103
รูปที่ ค.5 วงจรพิมพ์ของวงจรมอดูเลตและดีมอดูเลตแบบ FSK MODEM	104
รูปที่ ค.6 วงจรตรวจจับแสง	104
รูปที่ ค.7 การจัดวางอุปกรณ์ของวงจรตรวจจับแสง	105
รูปที่ ค.8 วงจรพิมพ์ของวงจรตรวจจับแสง	105
รูปที่ ค.9 วงจรมัลติเพล็กซ์	106
รูปที่ ค.10 การจัดวางอุปกรณ์ของวงจรมัลติเพล็กซ์	106
รูปที่ ค.11 วงจรพิมพ์ของวงจรมัลติเพล็กซ์ทางด้านบน	107
รูปที่ ค.12 วงจรพิมพ์ของวงจรมัลติเพล็กซ์ทางด้านล่าง	107

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูป	หน้า
รูปที่ ค.13 วงจรอินเตอร์เฟส	108
รูปที่ ค.14 การจัดวางอุปกรณ์ของวงจรอินเตอร์เฟส	108
รูปที่ ค.15 วงจรพิมพ์ของวงจรอินเตอร์เฟสทางด้านบน	109
รูปที่ ค.16 วงจรพิมพ์ของวงจรอินเตอร์เฟสทางด้านล่าง	109
รูปที่ ค.17 วงจรหน่วงเวลา	110
รูปที่ ฉ.1 ส่วนประกอบของเครื่องวัดความเร็วลมและทิศทางลมส่งผ่านคลื่นวิทยุ	145
รูปที่ ฉ.2 การตั้งดิพสวิตซ์	146
รูปที่ ฉ.3 การเสียบการ์ดอินเตอร์เฟส	146
รูปที่ ฉ.4 การต่อสายสัญญาณจากการ์ดอินเตอร์เฟสเข้ากับคอนเน็คเตอร์ที่เครื่องรับ	147
รูปที่ ฉ.5 การติดตั้งชุดเซนเซอร์	148
รูปที่ ฉ.6 การปรับศรลม	148
รูปที่ ฉ.7 การต่อสายสัญญาณจากชุดเซนเซอร์เข้าคอนเน็คเตอร์เครื่องส่ง	149
รูปที่ ฉ.8 หน้าจอการติดตั้งโปรแกรมเครื่องวัดความเร็วลมและทิศทางลมส่งผ่านคลื่นวิทยุ	150
รูปที่ ฉ.9 การเลือกโฟลเดอร์และไอคอนการติดตั้ง	150
รูปที่ ฉ.10 ทำการติดตั้งโปรแกรมลงในโฟลเดอร์ปลายทางที่เลือกไว้	151
รูปที่ ฉ.11 การติดตั้งโปรแกรมเสร็จสมบูรณ์	151
รูปที่ ฉ.12 หน้าจอหลักของโปรแกรมแสดงผล	152
รูปที่ ฉ.13 หน้าจอแสดงผลความเร็วลมและทิศทางลม	152
รูปที่ ฉ.14 หน้าจอแสดงผลข้อมูล	153
รูปที่ ฉ.15 หน้าจอแสดงผลข้อมูลรายวัน	154
รูปที่ ฉ.16 หน้าจอแสดงผลข้อมูลรายเดือน	155
รูปที่ ฉ.17 หน้าจอแสดงผลข้อมูลผู้จัดทำ	155

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปริญญานิพนธ์

ในการพยากรณ์ความเร็วลมและทิศทางของลมในพื้นที่ใดพื้นที่หนึ่งนั้น จะต้องมีเครื่องมือที่ทำหน้าที่ตรวจจับ เพื่อวัดความเร็วหรือทิศทางของลมที่เคลื่อนที่อยู่ในพื้นที่นั้น และนำข้อมูลที่ได้จากเครื่องวัดนั้นมาประมวลผลเพื่อพยากรณ์ แต่เนื่องจากเครื่องวัดความเร็วของลมในปัจจุบันเครื่องหนึ่งๆ จะเป็นเครื่องวัดความเร็วลมเพียงอย่างเดียว และระบบการส่งผ่านข้อมูลความเร็วลมยังคงใช้สายเคเบิลเป็นตัวกลางส่งผ่านข้อมูลอยู่ ซึ่งทำให้ยุ่งยากในการติดตั้งและเชื่อมต่อระหว่างตัววัดที่ติดตั้งอยู่ภายนอกอาคารกับตัวแสดงผลภายในอาคาร จากสาเหตุนี้จึงได้มีความคิดที่จะสร้างเครื่องมือวัดความเร็วลม โดยมีขีดความสามารถในการบอกความเร็วและทิศทางลมอยู่ด้วยกัน และใช้ระบบส่งผ่านข้อมูลโดยคลื่นวิทยุ อีกทั้งยังสามารถเก็บบันทึกข้อมูลไว้ในเครื่องคอมพิวเตอร์ด้วย

1.2 ขีดความสามารถของโครงงาน

1) สามารถวัดความเร็วลมและทิศทางลมได้ โดยส่งผ่านคลื่นวิทยุความถี่ 462 เมกะเฮิรตซ์ กำลังส่ง 3 วัตต์

2) สามารถวัดความเร็วลมและทิศทางลมได้ใกล้เคียงกับเครื่องวัดความเร็วลมและทิศทางลมที่ใช้งานในปัจจุบัน

3) สามารถเก็บรวบรวมข้อมูลไว้ในเครื่องคอมพิวเตอร์ และนำมาประมวลผลได้โดยใช้วงจรมอดูเลตแบบ FSK มีความเร็วในการส่ง 1,200 บิตต่อวินาที

4) สามารถแสดงผลในรูปของกราฟ และตัวเลขเป็นข้อมูลรายวัน และรายเดือน

1.3 เนื้อหาโดยสังเขป

ในปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ประกอบด้วยเนื้อหาในส่วนต่างๆ ดังนี้

บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ กล่าวถึงองค์ประกอบที่สำคัญของปริญญานิพนธ์ ซึ่งประกอบด้วยส่วนย่อย 7 เรื่อง ดังนี้ คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) การวัดผิวลม ในหัวข้อนี้จะนำเสนอเนื้อหาในส่วนของมาตรฐานการวัด ความเร็วลมและทิศทางลมของกรมอุตุนิยมวิทยา รวมทั้งวิวัฒนาการของเครื่องวัดความเร็วและทิศทางลมแบบต่างๆ ที่มีใช้งานตั้งแต่อดีต จนถึงปัจจุบัน

2) เครื่องรับส่งวิทยุเอฟเอ็มจะกล่าวถึงพื้นฐานของวงจรเครื่องส่งและเครื่องรับวิทยุเอฟเอ็ม ส่วนประกอบของวงจร และการทำงานของส่วนต่างๆ

3) การรับส่งข้อมูลดิจิตอลแบบ FSK กล่าวถึงการส่งสัญญาณแบบดิจิตอลและหลักการพื้นฐานของการมอดูเลตแบบ FSK

4) ทฤษฎีการแปลงสัญญาณ ประกอบด้วยการแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นดิจิตอล ชนิดต่างๆ

5) การอินเตอร์เฟสพื้นฐาน กล่าวถึงการออกแบบวงจรอินเตอร์เฟสเข้ากับ เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์โดยใช้การ์ด ใช้ไอซี เบอร์ 8255 และการใช้ 74LS138 เป็นตัวถอดรหัส รวมทั้งพอร์ตต่างๆ ที่ใช้งาน

6) โปรแกรมวิชวลเบสิค ประกอบด้วยความเป็นมาและลักษณะโดยรวมของโปรแกรมวิชวลเบสิค การสร้างภาพจากวิชวลเบสิค

บทที่ 3 การออกแบบและการสร้าง กล่าวถึงการออกแบบและการสร้างวงจร แบ่งออกเป็น 10 วงจร คือ วงจรวัดความเร็วและทิศทางลม, วงจรแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นดิจิตอล, วงจรนับ, วงจรมัลติเพล็กซ์แบบใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51, วงจรมอดูเลตแบบ FSK, วงจรเครื่องส่งวิทยุ, วงจรเครื่องรับวิทยุ, วงจรดีมอดูเลตแบบ FSK และวงจรอินเตอร์เฟส รวมถึงโปรแกรมที่ใช้ในการสร้างภาพให้เกิดขึ้นบนจอไมโครคอมพิวเตอร์

บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง มีเนื้อหาเกี่ยวกับการตรวจสอบความถูกต้องในการทำงานของวงจรภาคต่างๆ ผลที่ได้รับ และการทดลองเมื่อนำเอาส่วนต่างๆ รวมเข้าด้วยกัน

บทที่ 5 บทสรุป ปัญหาแนวทางแก้ไข และพัฒนา กล่าวถึงสมรรถภาพการทำงาน, ความผิดพลาด และจุดบกพร่องที่พบในวงจร หรือโปรแกรมที่จัดทำขึ้น รวมถึงที่มาของสาเหตุ และแนวทางแก้ไข

ภาคผนวก ก เครื่องต้นแบบ

ภาคผนวก ข ผังการทำงานและโปรแกรมการทำงาน

ภาคผนวก ค วงจรพิมพ์และแผ่นวงจรพิมพ์

ภาคผนวก ง รายการอุปกรณ์

ภาคผนวก จ รายละเอียดและคุณสมบัติของอุปกรณ์

ภาคผนวก ฉ คู่มือการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการ

2.1 กล่าวนำ

ในบทนี้จะกล่าวถึงทฤษฎีพื้นฐานต่างๆ ที่นำมาใช้ประกอบในการจัดทำปริญญานิพนธ์ ซึ่งเนื้อหาต่างๆ จะได้กล่าวถึงต่อไปนี้

2.2 การวัดลมผิวพื้น

2.2.1 กล่าวโดยทั่วไป

คำว่า "ลม" หมายถึง การเคลื่อนไหวของอากาศเฉพาะในทางแนวนอน (Horizontal Component) แต่ทางเดียว การวัดลมนี้ต้องให้ได้ค่าของทิศทางลมและความเร็วลมด้วยลมซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงความเร็วอย่างรวดเร็ว เรียกว่า "ลมกระโชก" (Gentel Breeze) การวัดทิศทางลม, ความเร็วลมกระโชกจะให้ได้ผลแน่นอนดีนั้นต้องใช้เครื่องมือวัด แต่ถ้าไม่สามารถทำได้ให้ใช้วัดด้วยการกะประมาณค่า ถ้าไม่มีการเคลื่อนไหวของลม หรือถ้าลมมีความเร็วน้อยกว่า 1 นอต (เทียบกับหน่วยปกติมีค่าประมาณ 1.853 กิโลเมตรต่อชั่วโมง) เรียกว่า "ลมสงบ"

ตารางที่ 2.1 ขนาดของลม สัญญลักษณ์ที่แสดงบนบก

ขนาดของลม		สัญลักษณ์ที่แสดงบนบก	นอต	กม./ชม.
			knots	km./hr.
ลมสงบ	CLAM	ลมเงียบ ควันลอยขึ้นตรง	น้อยกว่า 1	น้อยกว่า 1
ลมเบา	LIGHT AIR	ควันลอยตามลม แต่ศรลมไม่หันไปตามทิศทางลม	1-3	1-5
ลมอ่อน	LIGHT BREEZE	รู้สึกลมพัดที่ใบหน้า ใบไม้แกว่งไกว ศรลมหันไปทิศทางลม	4-6	6-11
ลมโชย	GENTLE BREEZE	ใบไม้และกิ่งไม้เล็กๆ กระดิก ธงปลิว	7-10	12-19
ลมปานกลาง	MODERATE BREEZE	มีฝุ่นตลบ กระดาษปลิว กิ่งไม้เล็กขยับเขยื้อน	11-16	20-28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 (ต่อ) ขนาดของลม สัญญลักษณ์ที่แสดงบนบก

ขนาดของลม		สัญลักษณ์ที่แสดงบนบก	นอต	กม./ชม.
			knots	km./hr.
ลมแรง	FRESH BREEZE	ต้นไม้เล็กแกว่งไกวไปมามีระลอกน้ำ	17-21	29-38
ลมจัด	STRONG BREEZE	กิ่งไม้ใหญ่ขยับเขยื้อน ได้ยินเสียงหวีดหวิว ใช้ร่มลำบาก	22-27	39-49
พายุเกลอ่อน	NEAR GALE	ต้นไม้ใหญ่ทั้งต้นแกว่งไกว เดินทวนลมไม่สะดวก	28-33	50-61
พายุเกล	GALE	กิ่งไม้หัก ลมต้านการเดิน	34-40	62-74
พายุเกลแรง	STRONG GALE	อาคารที่ไม่มั่นคงหักพัง หลังคาปลิว	41-47	75-88
พายุ	STORM	ต้นไม้ถอนรากล้ม เกิดความเสียหายมาก (ไม่ปรากฏบ่อย)	48-55	89-102
พายุใหญ่	VIOLENT STORM	เกิดความเสียหายทั่วไป (ไม่ค่อยปรากฏ)	56-63	103-117
พายุไต้ฝุ่นหรือเฮอร์ริเคน	TYPHOON or HURRICANE	เกิดความเสียหายทั่วไป (ไม่ค่อยปรากฏ)	มากกว่า 63	มากกว่า 117

2.2.2 การวัดทิศทางลม

1) นิยาม

ทิศทางลมนั้นถือเอาลมที่พัดผ่านเข้าสถานีเป็นเกณฑ์ โดยใช้วัดเป็นองศาตามเข็มนาฬิกา โดยใช้ทิศทางเหนือจริงของสถานีเป็นหลัก คือ นับจาก 0 จนถึง 360 องศา นั่นเอง หรืออาจใช้นับเป็นป้อยท์ของเข็มทิศ ก็ได้ เช่น 8, 16 และ 32 ป้อยท์ เป็นต้น

สำหรับรายงานทิศทางลมโดยรหัสนั้น ให้รายงานเป็นรหัส 00–36 ตารางที่ 2.2 เป็นเลขรหัส, ทิศนับเป็นองศาจริง และป้อยท์ของเข็มทิศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 เลขรหัส ทิศนับเป็นองศาจริง และป้อยท์ของเข็มทิศ

Compass Direction	Exact equivalent in degrees	Code figure	Compass direction	Exact equivalent in degeees	Code figure
Calm	-	00			
N by E	11.25	01	S by W	191.25	19
NNE	22.5	02	SSW	202.5	20
NE by N	33.75	03	SW by S	213.75	21
NE	45	05	SW	225	23
NE by E	56.25	06	SW by W	236.25	24
ENE	67.5	07	WSW	247.5	25
E by N	78.5	08	W by S	258.75	26
E	90	09	W	270	27
E by S	101.25	10	W by N	281.25	28
ESE	112.5	11	WNW	292.5	29
SE by E	123.75	12	NW by W	303.75	30
SE	135	14	NW	315	32
SE by S	146.25	15	NW by N	326.25	33
SSE	157.5	16	NNW	337.5	34
S by E	168.75	17	N by W	348.75	35
S	180	18	N	360	36
			Variable	-	99

โดยที่ N หมายถึง ทิศเหนือ (North)

E หมายถึง ทิศตะวันออก (East)

W หมายถึง ทิศตะวันตก (West)

S หมายถึง ทิศใต้ (South)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) ศรลม

ศรลมที่ใช้วัดทิศทางลมผิวพื้นนั้น ไม่ว่าจะเป็นแบบใดๆ ก็ตามจะต้องมีคุณสมบัติดังนี้

2.1) ต้องหมุนรอบแกนได้คล่อง โดยมีความฝืดน้อยที่สุด ควรใช้แบริ่งแบบตลับลูกปืน

2.2) ต้องติดตั้งให้สมดุลย์กับแกนจริงๆ มิฉะนั้นอาจเอียงไปทางทิศหนึ่งทิศใด ถ้าแกนไม่ตั้งตรงแนวดิ่งอย่างแท้จริง

2.3) ต้องออกแบบให้มีแรงหมุนรอบตัวได้ในอัตราที่สูงที่สุด เพราะเมื่อลมเปลี่ยนทิศทางไปย่อมมีความเกี่ยวข้องอยู่กับความเฉื่อยของเครื่องด้วย

2.4) เมื่อลมเปลี่ยนทิศทางไปตามธรรมชาติ ศรลมต้องไม่สั่น

2.5) การติดตั้งต้องระวังเป็นพิเศษ เพื่อให้แน่ใจว่าแกนของเครื่องตั้งตรงดิ่งจริง และทิศต้องชี้ถูกต้อง โดยถือทิศเหนือจริงเป็นหลัก

3) เครื่องบันทึกรายงานและหน้าปัทม์ทิศทางลม

สำหรับการตรวจเพื่อการพยากรณ์อากาศนั้นต้องการทิศทางลมเฉลี่ยในช่วงเวลา 10 นาที ก่อนทำการตรวจ โดยอ่านจากศรลมชนิดบันทึกรายงานด้วยตัวเอง สำหรับความมุ่งหมายในการเดินอากาศต้องการทิศทางลมจากเครื่องมือที่จดรายงานได้ในระยะไกล และเครื่องต้องมีความไวต่อการเปลี่ยนแปลงของทิศทางลม คือ เมื่อลมเปลี่ยนทิศโดยฉับพลันในความเร็ว 5 นอต ศรลมต้องทำงานได้ในเวลาไม่เกิน 1 วินาที และเมื่อลมแรงมากๆ แล้ว สัมประสิทธิ์ในการล้าหลังต้องมีน้อยลงอีก

4) การกะประมาณทิศทางลม

ศรลมส่วนมากจะไม่เปลี่ยนไปตามทิศทางของลมได้ดีนัก เมื่อลมมีความเร็วน้อยกว่า 3 นอต ในกรณีนี้ หรือเมื่อไม่มีเครื่องมือตรวจ หรือเครื่องมือชำรุดต้องกะประมาณทิศทางของลมเอาเอง โดยตรวจจากถุงกระบอกผ้าวัดทิศทางลมที่ติดตั้งไว้ใกล้ทางวิ่งของสนามบิน แนวเอียงของควันซึ่งออกจากปล่องสูงๆ หรือจากการเคลื่อนไหวของใบไม้ เป็นต้น ตามเรือใหญ่ๆ จะสังเกตทิศทางของลมได้จากธง ซึ่งติดอยู่บนยอดเสาก็ได้

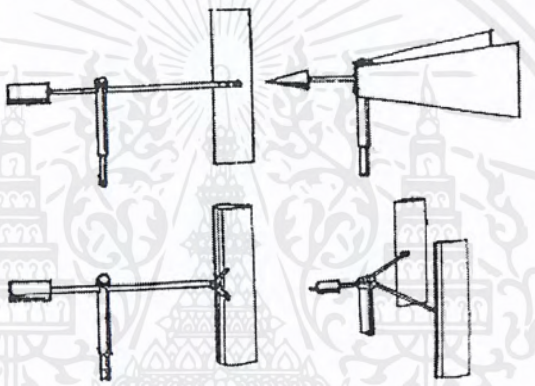
ในกรณีเหล่านี้ย่อมมีอัตราผิดอันเกิดจากระยะที่ปรากฏแก่สายตาได้ เว้นเสียว่าผู้ตรวจจะยืนอยู่ในแนวดิ่งตั้งตรงจากสิ่งเหล่านั้น ต้องระมัดระวังกระแสลมผวนอันเกิดจากอาคารสิ่งก่อสร้างและสิ่งอื่นๆ ด้วย ผู้ตรวจต้องจำไว้ว่า (ก) ในตำบลที่ใกล้เคียงโดยเฉพาะด้านปลายลมของบ้านเรือน, ต้นไม้, ภูเขา หรือสิ่งกีดขวางทางลมเช่นนั้นลมย่อมเหไปจากทิศทางเดิมของมัน ให้ถือว่าทิศทางลมที่ตรวจได้นั้นผิด (ข) ทิศทางลมนั้นไม่เคยพัดอยู่คงที่ แต่จะเปลี่ยนไปเปลี่ยนมาทั้งสองข้างของทิศเฉลี่ย การรายงานทิศทางลมจึงให้รายงานทิศเฉลี่ย (Mean Direction)

ในที่ๆ เปิดโล่งการคาดคะเนทิศทางลม ให้ผู้ตรวจหันหน้าเข้าหาลมจะได้ทิศทางลมที่ถูกต้องแน่นอนดีกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5) แบบของศรลม

แบบของศรลมมีต่างๆ กัน ที่ใช้กันแพร่หลายในขณะนี้แสดงในรูปที่ 2.1 ศรลมที่ใช้กันทั่วไปมักทำเป็นรูปศร มีปลายแหลม หรือทำเป็นรูปทรงกระบอก ดังเช่น แบบของเครื่องวัดลมแบบไดน์ ปลายศรมักหันลมได้รอบทิศ โดยมีหางลมบังคับ หางลมทำเป็นรูปต่างๆ กัน เป็นรูปหางปลาบ้าง รูปกงจักรบ้าง บางทีก็ทำเป็นสองหางคู่กันจรดกันเป็นมุมประมาณ 22 องศา ปลายเปิดบานออก นับว่าเป็นแบบที่ได้ประโยชน์ดีกว่าแบบอื่น คือ ได้รับลมปะทะทั้งสองด้าน เมื่อศรลมหันตรงลมจึงเลี้ยงให้นิ่งได้ แม้ว่ามีลมกระโชก และเวลาลมเบามากๆ อาจหันตามไปได้รวดเร็ว ตรงกลางที่สวมอยู่กับแบริ่งทำฝาครอบไว้เพื่อกันน้ำฝน หรือผงฝุ่นเข้าไปทำให้เกิดความฝืด



รูปที่ 2.1 ศรลมแบบต่างๆ

2.2.3 การวัดความเร็วลม

เนื่องจากรายงานความเร็วลมเพื่อการพยากรณ์อากาศนั้นใช้เป็นนอต ดังนั้น เครื่องวัดความเร็วลม จึงควรแบ่งสเกลเป็นนอตด้วย สำหรับรายงานเพื่อการพยากรณ์อากาศต้องการค่าของความเร็วลมผิวพื้นเฉลี่ยในช่วงเวลา 10 นาที ก่อนการตรวจ หรือระหว่างที่ลมมีความเร็ว 5 นอต และต้องอ่านให้ได้ค่าใกล้เคียงนอตที่สุดถ้าลมมีความเร็วน้อยกว่า 1 นอต ให้รายงานว่า “ลมสงบ”

1) วิธีวัดด้วยเครื่องมือ

เครื่องวัดความเร็วลมที่เหมาะสำหรับความมุ่งหมายเพื่อการพยากรณ์นั้น จะต้องเป็นเครื่องที่อ่านได้หรือบันทึกรายการได้ในที่ทำการสำนักงาน เพื่อว่าจะได้เป็นการสะดวกในการหาค่าเฉลี่ยของความเร็วลมในช่วง 10 นาที หรือระหว่างที่ลมมีความเร็ว 5 นอต ควรใช้เครื่องวัดความเร็วลมที่สามารถบันทึกรายงานได้ด้วยตัวเอง แทนเครื่องวัดความเร็วลมแบบธรรมดา ค่าของความเร็ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลมและทิศทางลมที่ขีดบนกระดาษกราฟต่อเนื่องกันนั้น จะมีความกว้างมากน้อยไม่เท่ากัน การหาค่าเฉลี่ยของค่าทั้งสองให้ใช้เส้นกลางของความกว้างของรอยขีดนั้นๆ

เพื่อความมุ่งหมายทางการเดินอากาศต้องการใช้เครื่องวัดความเร็วลมแบบบันทึกรายงานได้ในระยะไกล คือเดินสายไฟจากเครื่องมายังหน้าปัทม์ซึ่งติดตั้งอยู่ที่ทำการ และเครื่องมือจะต้องใช้วัดลมกระโชกได้ด้วย เครื่องจะต้องมีความไวดี (มีสัมประสิทธิ์ในการล้าหลังน้อยมาก) คือเมื่อลมเปลี่ยนความเร็วโดยฉับพลัน เครื่องจะต้องทำงานไม่เกิน 1 วินาที ถ้าลมยิ่งมีความเร็วทวีขึ้นสัมประสิทธิ์ในการล้าหลังต้องน้อยลง

ถ้าเครื่องทั้งแบบธรรมดา และแบบที่จดบันทึกได้ด้วยตนเองมีอัตราแก้ ให้เขียนอัตราแก้ประจำเครื่องได้ด้วย เพื่อให้ได้ค่าที่ถูกต้องแน่นอนดีถึง 1 นอต การหาอัตราแก้หาได้จากการทดลองกับอุโมงค์ลม หรือสอบเทียบกับเครื่องมาตรฐาน

เครื่องมือที่ใช้วัดความเร็วลมประจำวันนั้น แบ่งเป็นแบบใหญ่ๆ ได้สองแบบด้วยกัน คือ แบบใช้ลูกถ้วยหมุนหรือแบบใบพัดกับแบบใช้ท่อความกด สำหรับแบบที่ใช้อาการกระดกของแผ่นโลหะนั้นใช้ได้เพียงหยาบๆ เท่านั้น

2) หน่วยที่ใช้ในการวัด

หน่วยที่ใช้วัดค่าของความเร็วลมนั้น อาจทำการวัดได้หลายหน่วย ดังนี้

2.1) นอต (หรือไมล์ทะเลต่อชั่วโมง)

2.2) เมตรต่อวินาที

2.3) กิโลเมตรต่อชั่วโมง

2.4) ไมล์ต่อชั่วโมง

2.5) ฟุตต่อวินาที

ความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยต่างๆ เหล่านี้แสดงให้เห็นดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 2.3 แสดงความสัมพันธ์ของหน่วยต่างๆ ที่ใช้ในการวัดลม

นอต (kt)	เมตรต่อวินาที (m/sec.)	ไมล์ต่อชั่วโมง (m.p.h)	กิโลเมตรต่อชั่วโมง (km./hr.)	ฟุตต่อวินาที (ft/sec.)
1	0.515	1.152	1.853	1.689
1.943	1	2.237	3.600	3.281
0.868	0.447	1	1.609	1.467
0.540	0.278	0.622	1	0.911
0.592	0.305	0.682	1.097	1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) เครื่องวัดความเร็วลมแบบใช้อาการกระดก

เป็นแบบที่ง่ายที่สุด แต่ความถูกต้องแม่นยำในการวัดใช้ได้ดีพอประมาณ ส่วนประกอบของเครื่องทำเป็นแผ่นสี่เหลี่ยม เป็นไม้ หรือเป็นโลหะอย่างเบาติดที่อยู่ที่ยอดศรลม มีบานพับติดห้อยอยู่ให้หันไปได้กับศรลม และหันทางแบนของแผ่นโลหะหรือไม้ให้ได้ฉากกับศรลม ดังนั้นแผ่นสี่เหลี่ยมนี้จึงหันหน้ารับลมอยู่เสมอ เมื่อลมพัดมาปะทะกับแผ่นสี่เหลี่ยมนี้ก็จะกระดกขึ้น มีก้านกำหนดสเกลของความเร็วต่างๆ ของลมไว้ให้เห็นได้ชัดจากเบื้องล่างตรงโคนเสาวัดลม

การอ่านค่าของสเกลนั้น เนื่องจากลมมิได้มีความเร็วคงที่อยู่ตลอดเวลา ดังนั้นแผ่นไม้หรือโลหะย่อมแกว่งไปแกว่งมา ให้สังเกตดูว่าแกว่งอยู่ระหว่างก้านกำหนดสเกลเฉลี่ยเป็นเกณฑ์ ตัวอย่างเช่น แผ่นไม้หรือโลหะนั้นแกว่งอยู่ระหว่างก้านสเกลที่ 1 กับที่ 3 ให้ถือเอาความเร็วเฉลี่ยที่ก้านกำหนดสเกลที่ 2 เป็นเกณฑ์ดังนี้เป็นต้น ดังนั้นเข้าใจว่าก้านกำหนดสเกลนี้ไม่ใช่อ่านเป็นมาตราโบฟอร์ด

รูปที่ 2.2 เครื่องวัดลมแบบแผ่นกระดก

4) เครื่องวัดความเร็วลมแบบใช้ลูกถ้วย

เครื่องแบบนี้ใช้อาการหมุนของลูกถ้วยรูปครึ่งทรงกรวย ซึ่งใช้ได้ดีกว่าลูกถ้วยครึ่งทรงกลมและขอบปากถ้วยทำให้นูนขึ้นมา แบบที่เป็นลูกถ้วย 3 ใบนั้นมีแรงเหวี่ยงหมุนรอบตัวสูงที่สุดและโดยใช้ลูกถ้วยรูปครึ่งทรงกรวยจะลดอัตราผิดได้มากเมื่อลมเปลี่ยนแปลงไป ส่วนขอบที่นูนขึ้นมานั้นจะช่วยให้รักษาความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วลมกับความเร็วที่ลูกถ้วยหมุนให้เป็นไปอย่างสม่ำเสมอ แบริ่งที่แกนหมุนนั้นต้องออกแบบอย่างดี เพื่อให้ทนทานต่อดินฟ้าอากาศได้ และขณะเดียวกันก็ต้องให้ง่ายสำหรับการหยอดน้ำมันหล่อลื่นด้วย ได้มีผู้ออกแบบเครื่องวัดลมเช่นนี้ต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กัน โดยใช้อาการหมุนของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเล็กๆ ต่อกระแสไฟฟ้าจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้านี้ไปเข้าหน้าปัทม์ ซึ่งแบ่งสเกลไว้เป็นค่าของความเร็วลม

ข้อเปรียบเทียบของเครื่องวัดลมแบบลูกถ้วยรูปครึ่งทรงกรวย 3 ใบกับเครื่องวัดลมแบบลูกถ้วยรูปครึ่งทรงกลม 4 ใบ

1) แบบที่ใช้ลูกถ้วย 3 ใบ ดีกว่าแบบที่ใช้ลูกถ้วย 4 ใบ เพราะแรงเหวี่ยงรอบตัวของแบบ 3 ใบได้ระเบียบดีกว่า และถ้าใช้โลหะอย่างเดียวกัน แบบ 3 ใบให้แรงเหวี่ยงต่อน้ำหนักหน่วยมากกว่า

2) ถ้วยรูปครึ่งทรงกรวยดีกว่าถ้วยรูปครึ่งทรงกลม เพราะการรับแรงปะทะของลมด้านหลังถ้วยรูปครึ่งทรงกรวยจะมีการลู่ลมมากกว่าถ้วยแบบครึ่งทรงกลม จึงทำให้การหมุนของลูกถ้วยหมุนได้ดีกว่า

3) ขอบของถ้วยทำให้เป็นรูปนูนขึ้นมา ทำให้มีความไวต่ออาการผกผันของกระแสลมน้อยกว่าขอบเรียบธรรมดา

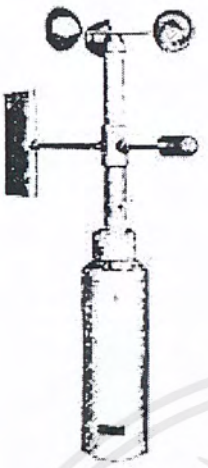
ในการทดลองต่อๆ มาปรากฏว่าคุณสมบัติที่ดีของเครื่องวัดลมแบบลูกถ้วยนี้เป็นแบบที่เบาและมีขนาดเล็ก เพราะสามารถใช้วัดลมที่มีกำลังอ่อนมากๆ ได้

5) เครื่องวัดลมแบบใช้ใบพัด

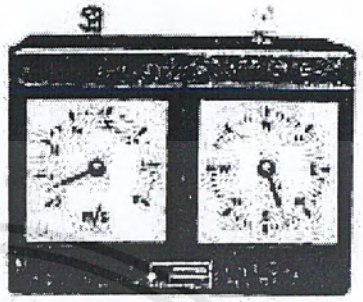
เครื่องแบบนี้ใช้อาการหมุนของใบพัดสำหรับวัดความเร็วลม ส่วนทิศทางลมนั้นเขาทำศรลมคล้ายรูปเครื่องบิน เครื่องชนิดนี้มีทั้งเครื่องที่ใช้ไฟฟ้า เรียกว่าแบบ “Aerovane” กับแบบที่ไม่ต้องใช้ไฟฟ้า แต่ใช้ความกดของอากาศแทน เรียกว่าแบบ “Aerolog” ทั้งสองแบบสร้างโดยบริษัท Bendix and Friez Instrument ประเทศสหรัฐอเมริกา

เครื่องแบบแอโรเวนประกอบด้วยใบพัด 3 ใบ โครงเครื่องคล้ายกับเครื่องบินขนาดเล็ก ทำหน้าที่เป็นศรลมติดอยู่ปลายยอดเสา เครื่องแบบนี้ใช้อาการหมุนของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า เช่นเดียวกับแบบลูกถ้วย ต่อสายไฟมายังหน้าปัทม์บอกความเร็ว ซึ่งแบ่งสเกลเป็นไมล์ต่อชั่วโมง หรือนอต และเมื่อศรลม (ตัวคล้ายรูปเครื่องบิน) หันไปตามทิศทางของลมในทิศต่างๆ ก็จะส่งอาการของไฟฟ้าลงมายังหน้าปัทม์บอกทิศทางลมด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Transmitter



Indicator

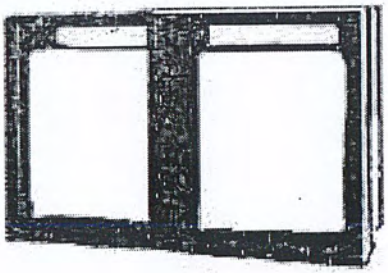
แบบรูปถ้วย 4 ใบ ครึ่งวงกลม

รูปที่ 2.3 เครื่องวัดลมแบบใช้ลูกถ้วยชนิดต่างๆ

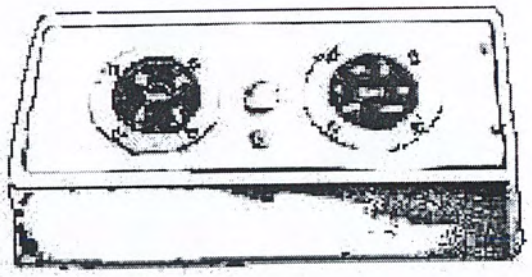
เพื่อต้องการให้จดบันทึกรายงานของทิศทางและความเร็วลมให้ต่อเนื่องกัน ใช้ต่อสายไฟไปเข้าเครื่องจดรายงาน ซึ่งมีปากกาขีดไปบนกระดาษกราฟจดบันทึกทิศทางและความเร็วลมให้ติดต่อเนื่องกันไปตลอดเวลา

ในรูปที่ 2.5 แสดงกระดาษกราฟ สำหรับบันทึกรายงาน โดยกระดาษกราฟรูปซ้ายมือจดบันทึกรายงานความเร็วลมเป็นไมล์ต่อชั่วโมง กระดาษกราฟรูปขวามือจดบันทึกทิศทางของลมบนกระดาษกราฟ ด้านซ้ายเป็นลมฝ่ายตะวันตกและด้านขวามือเป็นลมฝ่ายตะวันออก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Recorder



Indicator

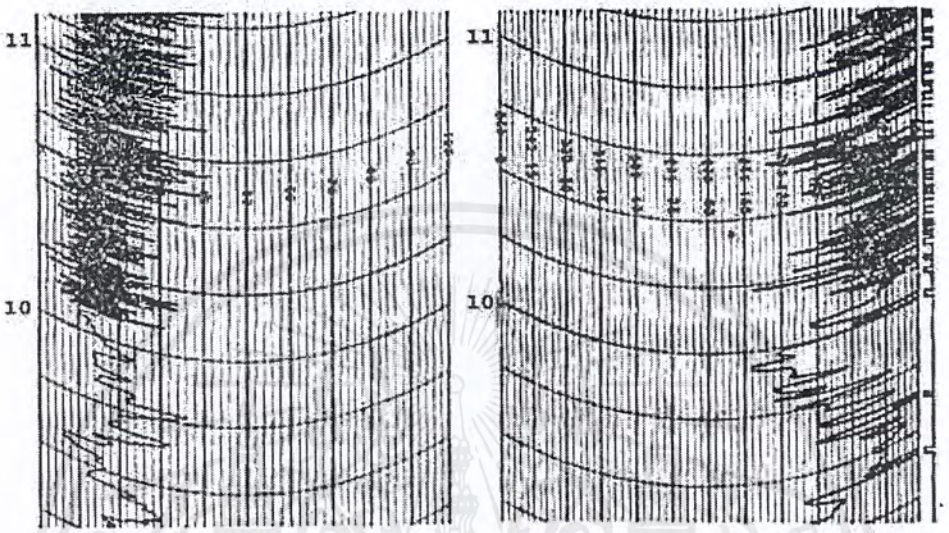
Transmitter

รูปที่ 2.4 เครื่องวัดลมแบบแอโรเวน

6) เครื่องวัดความเร็วลมแบบใช้ความกด

เป็นแบบที่ดีที่สุดและมีความถูกต้องแม่นยำดีกว่าแบบอื่นๆ ที่กล่าวมาแล้ว แบบที่นิยมใช้กันแพร่หลายคือแบบ "มุนโรไดน์" เครื่องประกอบด้วยท่อรับลม ซึ่งมาจากหัวศรลมลงมาด้านล่างของถังน้ำภายใต้ลูกลอย ดันลูกลอยให้สูงขึ้นตามกำลังของลม ลมเหนือลูกลอยในถังหนีออกได้อีกท่อหนึ่ง ซึ่งเป็นท่อระบายลม การเลื่อนขึ้นลงของลูกลอยติดต่ออาการไปยังแขนปากกา ปากกาขีดไปบนกระดาษกราฟ ซึ่งพันอยู่รอบกระบอกนาฬิกา เครื่องแบบนี้ทำได้จากการคำนวณเลขตามความกด, ขนาดของท่อ และอื่นๆ ได้ทั้งความกดและความเร็วลม และศรลมยังใช้วัดทิศทางลมอีกด้วยในคราวเดียวกัน เครื่องแบบนี้ไม่มีอาการเกี่ยวกับไฟฟ้าจึงใช้ได้สะดวก แม้ในที่ไกลๆ การคมนาคม และใช้วัดลมกระโชกได้ดีมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.5 กระดาษกราฟสำหรับบันทึกรายงาน

6.1) เครื่องวัดแบบหมุนโรไดน์

เป็นเครื่องวัดลมประเภทใช้แรงกดดังที่ได้กล่าวมาแล้วประกอบด้วยส่วนสำคัญ 3 ส่วน คือ

1) ส่วนบนของศรลม

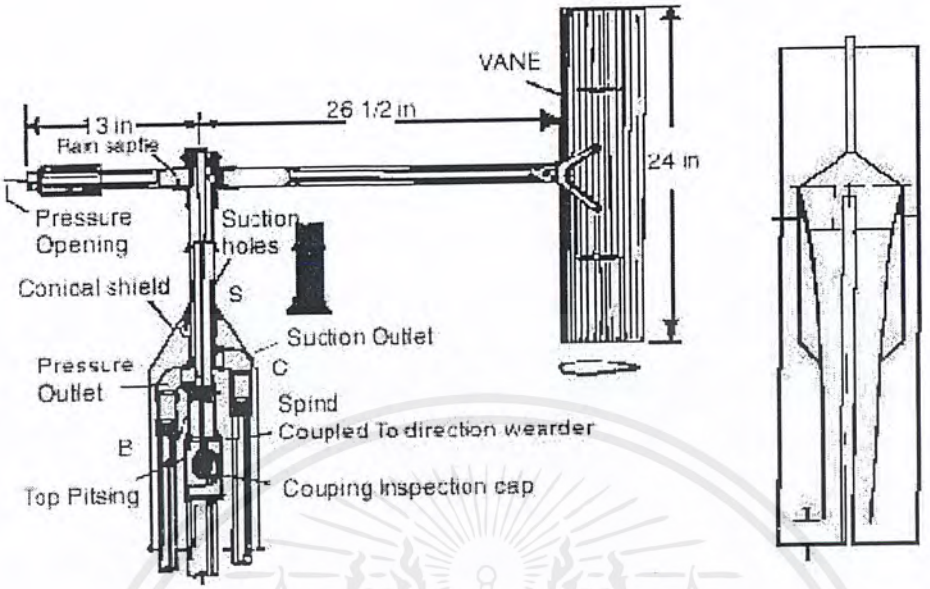
2) เสาหรือหอคอย สำหรับติดตั้งแกนส่งหรือเครื่องวัดทิศทางท่อความกดและท่อดูดและเป็นเครื่องยึดส่วนบนด้วย

3) เครื่องจดบันทึกรายงานทิศทางและความเร็วลม ซึ่งต้องตั้งอยู่ในแนวดิ่งกับศรลม และมีห้องกั้นอย่างมิดชิด มีหลังคากันแดดและฝนด้วย

6.2) ส่วนบนและศรลม

ในรูปที่ 2.6 แสดงให้เห็นส่วนบนและศรลม A เป็นท่อปลายศรลมซึ่งอากาศจะเข้าไปทางท่อนี้ ศรลมนี้จะหันหน้ารับลมอยู่เสมอ โดยมีหางบังคับ เมื่อลมพัดเข้าไปในท่อ A จะก่อให้เกิดความกดส่งผ่านไปยัง Pressure outler B, และมีท่อต่อไปเข้าเครื่องจดรายงานเบื้องล่างที่ Pressure cock (a). ท่ออันกลางหุ้มไว้ด้วยท่ออีกชั้นหนึ่งคือ S ซึ่งเจาะรูเล็กๆไว้รอบๆ หลายรู ทำหน้าที่เป็น Suction holes, C เป็น Suction Cock (b).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.6 เครื่องวัดลมแบบไดน์

6.3) แกน

จากศรลมนี้ต่ออาการลงไปยังเครื่องจดรายงานทิศทางของลมซึ่งอยู่รวมกันกับเครื่องจดบันทึกรายงานความเร็วลม

6.4) เครื่องจดรายงานและความเร็วลม

เครื่องภายในประกอบด้วยเครื่องลูกลอย ซึ่งลอยอยู่เหนือน้ำ (น้ำที่ใช้ควรเป็นน้ำกลั่น หรือน้ำสะอาดบริสุทธิ์ หรือน้ำฝนก็ได้) ท่อความกดติดอยู่กับช่องว่างภายในลูกลอย ซึ่งอยู่เหนือระดับผิวหน้าน้ำ โดยมีท่อตั้งขึ้นมาจากตรงกลางของถัง ท่อดูด (Suction tube) ส่งอากาศต่อไปยังที่ว่างภายนอกลูกลอย ซึ่งอยู่เหนือระดับผิวหน้าน้ำ

ที่ตรงกลางตอนบนของลูกลอยซึ่งอยู่เหนือผิวน้ำนั้นมีก้านต่อขึ้นมายังตอนบนของถังที่ก้านลูกลอยนี้มีปากกาติดอยู่ ซึ่งจะขีดไปบนกระดาษกราฟบอกค่าของความเร็วลม ตอนปลายสุดของก้านมีถ้วยเล็กๆ สำหรับใส่ลูกปืน เพื่อความมุ่งหมายในการตั้งขีด 0 ของเครื่องวัดความเร็วลม

ตอนล่างสุดของเครื่องมีท่อระบายน้ำออก (Drainage Plug) เพราะน้ำฝนอาจเข้ามาตามท่อปลายศรลมเข้ามาในเครื่องได้ หรือไม่ก็เมื่อพนักงานมีความสะเพร่ายกลูกลอยขึ้นลง อาจทำให้ระดับน้ำสูงขึ้นมาจนล้นท่อตรงกลางเครื่องก็ได้

เพื่อป้องกันไม่ให้ลูกลอยหมุนไป หรือเอนเอียงไป เขาทำที่บังคับไว้ และที่ข้างๆ ถังภายนอกเขาทำหลอดแก้วไว้ เพื่อสะดวกในการที่จะได้ทราบระดับน้ำในถัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทฤษฎีของเครื่อง

ความแตกต่างกันในความกด P อันเกิดจากปลายท่อความกดของเครื่อง สำหรับลมที่มีความเร็ว V ในอากาศซึ่งมีความแน่น หาได้ดังนี้

$$P = \frac{1}{2}K \qquad (v^2) \tag{2.1}$$

ซึ่ง K เป็นตัวประจำ คำนวณได้จากขนาดของหัวศรลม (head)

จาก Wind tunnel calibration ณ กรมอุตุนิยมวิทยา ประเทศอังกฤษ ซึ่งออกแบบเช่นเดียวกันกับปลายศรลม ได้ค่าของ K = 1.49 และความหนาแน่นมาตรฐานของอากาศ 1.226 gm/m^3 ปรากฏผลดังนี้

$p = 0.00103(v^2)$ for p in inches of water and v in knots. **(2.2)**

$p = 0.0261(v^2)$ for p in millimeters of water and v in knots. **(2.3)**

$p = 0.093(v^2)$ for p in millimeters of water and v in meters/sec. **(2.4)**

และโดยการทดลองของ Mr.W.H.Dines ซึ่งเป็นผู้ประดิษฐ์เครื่องวัดลมแบบนี้ ปรากฏว่าเมื่อกำหนดให้ p เป็นความต่างกันของความกดเป็นนิ้วของน้ำ และ V เป็นความเร็วลม เป็นไมล์ต่อชั่วโมง จะได้

$$p = 0.00073K \qquad (v^2) \tag{2.5}$$

และถ้าให้ p เป็นมิลลิเมตรของน้ำ สูตรใหม่จะได้ดังนี้

$$p = 0.0186 \qquad (v^2) \tag{2.6}$$

หรือ $$p = 0.136 \qquad (v) \tag{2.7}$$

ซึ่งผลที่ได้ทั้งหมดนับว่าตรงกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.4 การวัดความเร็วลมและการคาดคะเนความเร็วลม

การวัดความเร็วลมนั้น โดยทั่วไปใช้วัดเป็นกิโลเมตรต่อชั่วโมง หรือไมล์ต่อชั่วโมง (บางทีก็วัดเป็นนอต) ในบางกรณีใช้วัดความเร็วเป็นฟุตต่อวินาที หรือเป็นเมตรต่อวินาทีก็มี

สำหรับการคาดคะเนความเร็วนั้น ประมาณเอาจากอาการของสิ่งที่รับลมทั้งหลาย ในการนี้ พลเรือเอกโบฟอร์ต แห่งราชนาวีอังกฤษได้เป็นผู้กำหนดการกะประมาณความเร็วลมไว้เป็น 12 มาตรา ตั้งแต่ปี ค.ศ.1805 โดยถือเอาอาการที่ใบเรือรับลมต่างๆ เป็นหลัก ต่อมาจึงได้เปรียบเทียบตามกำลังของลมโดยอาการของควันบ้าง ธงบ้าง หรือต้นไม้ และอาคารบ้านเรือนเป็นเครื่องกำหนดโดยประมาณบนพื้นดิน แล้วเทียบเป็นอัตราโบฟอร์ต ต่อมาองค์การอุตุนิยมวิทยาโลกได้ปรับปรุงการคาดคะเนความเร็วของลมจนถึงมาตรา 17 โบฟอร์ต และได้ถือเป็นหลักปฏิบัติกันโดยทั่วไป

2.3 วงจรพื้นฐานของเครื่องรับส่งวิทยุ

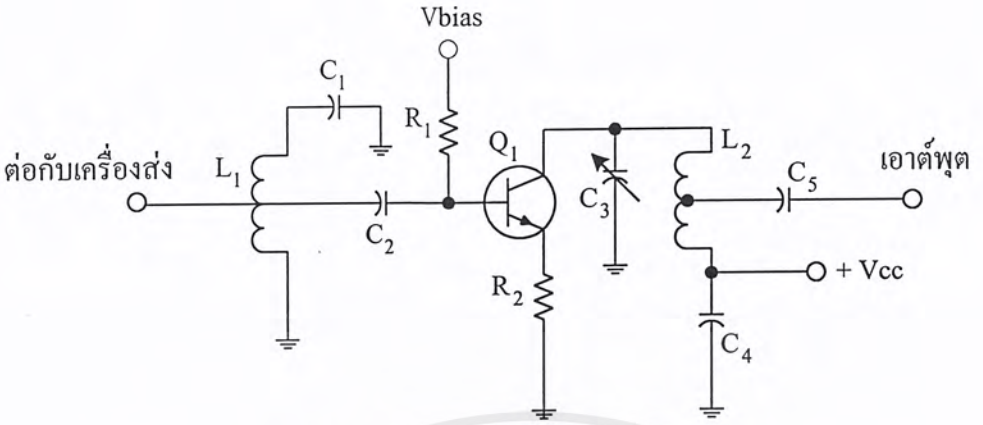
ถึงแม้ว่าภายในแผนผังของเครื่องส่งวิทยุจะมีความแตกต่างกัน แต่ความจริงแล้วมีวงจรพื้นฐานเหมือนกับที่จะกล่าวถึงต่อไปนี้ เครื่องรับและเครื่องส่งวิทยุแต่ละวงจรมีข้อดีข้อเสียประจำตัวมันเอง ซึ่งไม่ได้หมายความว่าวงจรหนึ่งจะดีกว่าอีกวงจรหนึ่งเสมอไป นอกจากวงจรมอดูเลตและวงจรดีมอดูเลตแล้วยังมีวงจรหลักๆ ที่สำคัญอีกหลายวงจร เช่นวงจรขยายทำหน้าที่ขยายสัญญาณในช่วงความถี่ที่ต้องการ เช่นวงจรขยายอาร์เอฟ, วงจรขยายไอเอฟ และวงจรขยายเสียง เป็นต้น วงจรมิกเซอร์ซึ่งทำหน้าที่ผสมคลื่นสัญญาณ 2 คลื่น คือคลื่นที่ต้องการผสม และคลื่นออสซิลเลเตอร์โดยวงจรออสซิลเลเตอร์จะทำหน้าที่กำเนิดคลื่นที่มีความถี่ที่พอเหมาะในการผสมคลื่น, วงจรคูณทำหน้าที่คูณความถี่อาร์เอฟ, วงจรขยายกำลังสัญญาณความถี่สูงที่นิยมเรียกว่า PA โดยย่อมาจาก Power Amplifier วงจรจ่ายไฟ และวงจรด้านอื่นๆ เช่น วงจรควบคุมอัตราขยายอัตโนมัติ และวงจรกำจัดสัญญาณรบกวน เป็นต้น

2.3.1 วงจรขยายอาร์เอฟ

วงจรขยายอาร์เอฟที่นิยมใช้กันมีอยู่ 3 แบบคือ วงจรขยายอิมิตเตอร์ร่วม วงจรขยายเบสร่วม และวงจรขยายแบบคาสโคด ในรูปที่ 2.8 แสดงวงจรขยายอิมิตเตอร์ร่วม ซึ่งจะไบแอสให้ทำงานอยู่ในคลาส A โดยตัวต้านทาน R_1 และ R_2 โดยมีวงจรจูนทั้งทางด้านอินพุต และทางเอาต์พุต เพื่อที่จะขยายสัญญาณที่มีความถี่อยู่ในย่านความถี่เรโซแนนซ์ของวงจรจูน (วงจรแทงก์) วงจรขยายอาร์เอฟประเภทนี้ ต้องมีการสะเทิน เพื่อมิให้วงจรขยายเกิดการออสซิลเลตจากการป้อนกลับแบบบวกระหว่างอุปกรณ์ที่ไม่ต้องการทำให้วงจรขยายเกิดการออสซิลเลตที่ความถี่สูงได้ วิธีการสะเทินวงจรทำได้โดยการป้อนกลับแบบลบ เพื่อไปหักล้างกับการป้อนกลับแบบบวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง



รูปที่ 2.7 วงจรขยายอาร์เอฟที่ใช้ทรานซิสเตอร์

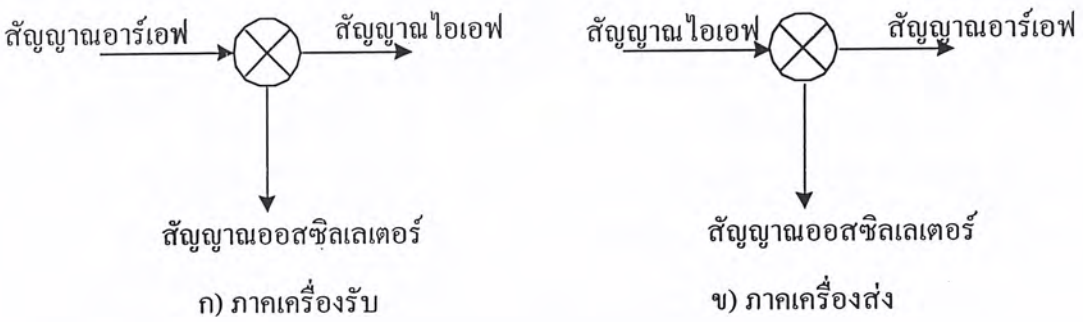
2.3.2 วงจรมิกเซอร์

วงจรมิกเซอร์ทำหน้าที่นำสัญญาณ 2 ความถี่มาทำการผสมกัน และได้ความถี่ผลต่างของสัญญาณทั้งสองความถี่แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ ประเภทแอกทีฟ โดยใช้ทรานซิสเตอร์หรือไอซี รวมทั้งอุปกรณ์อื่นๆ ที่ให้อัตราการขยายต่อวงจรมิกเซอร์ ซึ่งใช้ในการผสมคลื่นความถี่ และอีกประเภทหนึ่งคือ ประเภทพาสซีฟ โดยใช้ไดโอด ซึ่งไม่มีการขยายสัญญาณ นอกจากนี้ยังสามารถแบ่งวงจรมิกเซอร์ได้เป็น 2 ประเภท คือแบบสมดุลย์ กับแบบไม่สมดุลย์ วงจรมิกเซอร์จะไม่เกิดปฏิกิริยาซึ่งกันและกัน คือสัญญาณไม่เล็ดลอดระหว่างขั้ว คุณสมบัตินี้เรียกว่าการแยกระหว่างขั้ว หรือการแยกโดดเดี่ยว ดูรูปที่ 2.8 ลองพิจารณาในกรณีของภาคเครื่องรับจะเห็นว่าการแยกระหว่างขั้วอาร์เอฟ และขั้วออสซิลเลเตอร์จะช่วยมิให้สัญญาณออสซิลเลเตอร์ย้อนกลับไปสู่อากาศ ทำให้เกิดการแพร่กระจายคลื่นออกไปได้ และการแยกระหว่างขั้วอาร์เอฟกับขั้วไอเอฟจะช่วยมิให้สัญญาณที่มีความถี่พอดีตรงกับความถี่ไอเอฟเล็ดลอดเข้าไปสู่วงจรขยายไอเอฟ ในกรณีของภาคส่งจะมีการพิจารณาในทำนองเดียวกัน

สำหรับวงจรมิกเซอร์แบบไม่สมดุลย์นั้นจะมีคุณสมบัติในการแยกระหว่างขั้วได้ไม่ดีเหมือนกับวงจรมิกเซอร์แบบสมดุลย์ ดังนั้นถ้าหากต้องการให้มีการแยกสัญญาณได้ดีจะต้องเลือกใช้วงจรฟิลเตอร์ช่วยในการกรองสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

40186



รูปที่ 2.8 ตัวอย่างมิกเซอร์ของภาคเครื่องรับและภาคเครื่องส่ง

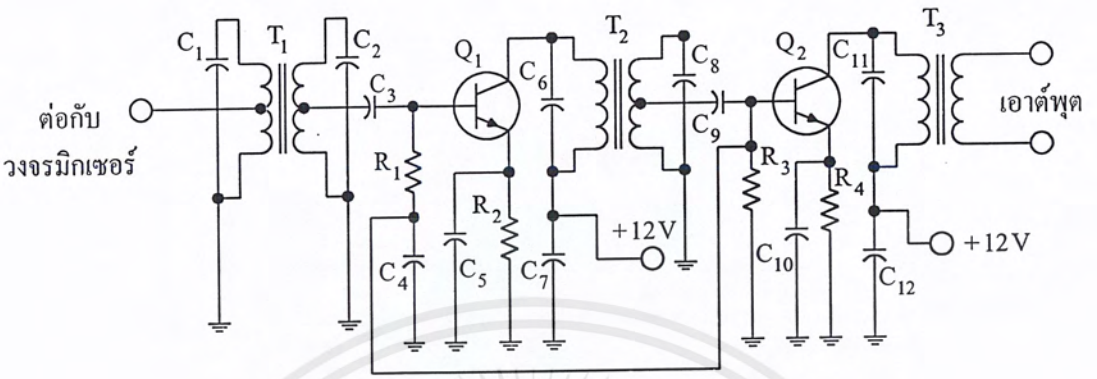
2.3.3 วงจรขยายไอเอฟ

วงจรขยายไอเอฟของภาคเครื่องรับเหมือนกับวงจรขยายอาร์เอฟเพียงแต่มีหน้าที่การทำงานแตกต่างกัน กล่าวคือ วงจรขยายอาร์เอฟทำหน้าที่ขยายสัญญาณ โดยให้มีสัญญาณรบกวนต่ำ ความเพี้ยนต่ำ และจะทำการขยายสัญญาณให้มีความแรงมาก หรือน้อยก็ได้คือ จะมีช่วงไดนามิกที่กว้าง ซึ่งวงจรขยายไอเอฟจะทำหน้าที่ในการขยายสัญญาณ โดยคำนึงถึงการเลือกรับสัญญาณเป็นหลัก และทำให้มีคุณสมบัติสัญญาณรบกวนที่ต่ำ ความเพี้ยนต่ำเป็นรอง ส่วนใหญ่แล้วอัตราขยายของวงจรขยายอาร์เอฟจะมีค่า 10 ถึง 15 เดซิเบล ส่วนอัตราขยายของวงจรขยายไอเอฟจะมีค่ามากกว่า 60 เดซิเบล

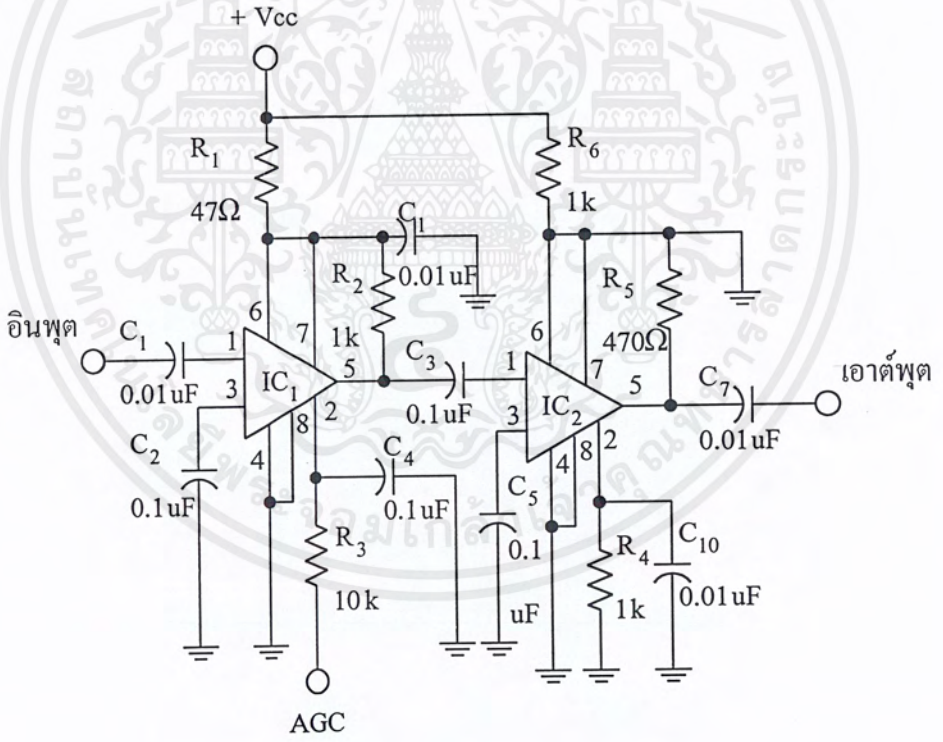
วงจรขยายไอเอฟแบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ ประเภทที่ใช้วงจรขยายหลายภาคร่วมกันเพื่อเสริมกันให้ได้อัตราขยาย และการเลือกรับสัญญาณได้ตามที่ต้องการ ซึ่งจะเรียกวงจรประเภทนี้ว่าประเภทอัตราขยายแบบเฉลี่ย อีกประเภทหนึ่งคือ ใช้วงจรชุดเดียวทำหน้าที่ขยาย และใช้วงจรอีกชุดหนึ่งทำการเลือกรับสัญญาณโดยเฉพาะ เช่นวงจรกรองไม่ต้องอาศัยการเสริมกันของการเลือกรับสัญญาณ เรียกวงจรประเภทนี้ว่าประเภทอัตราขยายเป็นก้อน

ในรูปที่ 2.9 แสดงวงจรขยายไอเอฟประเภทแบ่งเฉลี่ย จะเห็นว่าจะใช้หม้อแปลงดับเบิลจูน (จูน 2 ด้าน คือการจูนทั้งด้านปฐมภูมิ และทุติยภูมิ) ต่อเชื่อมระหว่างภาค คุณสมบัติของการเลือกรับสัญญาณจึงขึ้นอยู่กับวงจรจูนทั้ง 3 ชุด วงจรประเภทนี้ถ้าทำงานในย่านความถี่ต่ำๆ จะมีคุณสมบัติการเลือกรับสัญญาณด้วยกว่าประเภทที่ใช้คริสตอลฟิลเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.9 วงจรขยายไอเอฟที่ใช้หม้อแปลงจูนระหว่างภาค



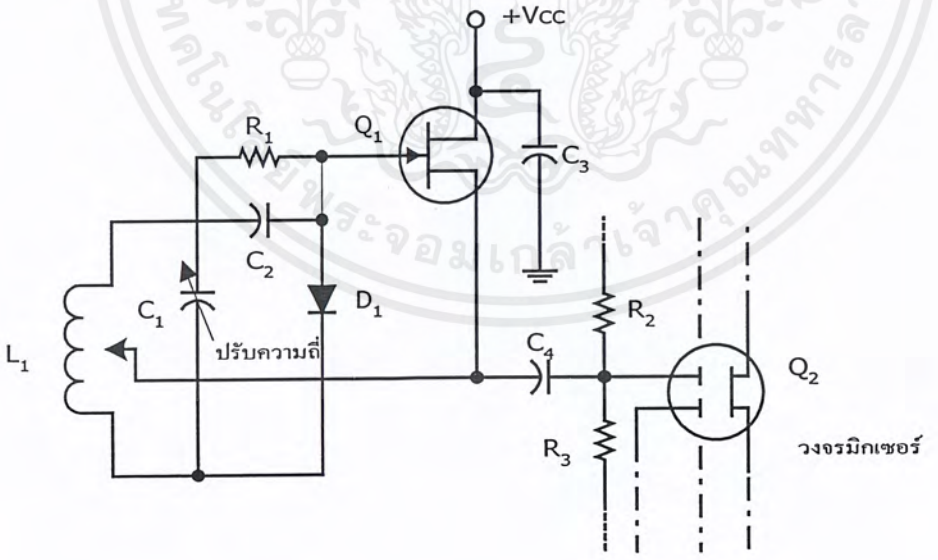
รูปที่ 2.10 วงจรขยายไอเอฟแบบใช้คริสตอลฟิลเตอร์ควบคุมคุณสมบัติการเลือกรับสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในกรณีของซิงเกิลคอนเวอร์ชันจะมีวงจรคริสตอลฟิลเตอร์ และวงจรไอเอฟต่อถัดมาจากวงจรมิกเซอร์ แต่ถ้าในกรณีของดับเบิลคอนเวอร์ชันจากมิกเซอร์ที่หนึ่ง จะเป็นคริสตอลฟิลเตอร์ผ่านวงจรไอเอฟค่าสูง และเข้าสู่วงจรมิกเซอร์ที่สอง และผ่านเข้าเซรามิกฟิลเตอร์กับวงจรไอเอฟค่าต่ำตามลำดับ

ในระบบซูเปอร์เฮเทอโรดายน์ อัตราขยายส่วนใหญ่มักจะมาจากภาคไอเอฟ ในยุคแรกๆ เครื่องรับมักใช้หลอด หรือทรานซิสเตอร์ ซึ่งมีหม้อแปลงต่อระหว่างภาค แต่ยุคหลังนี้ภาคไอเอฟจะมีค่าต่ำจึงนิยมใช้ไอซีเพียงตัวเดียวทำหน้าที่เป็นไอเอฟ และดีมอดูเลเตอร์

วงจรออสซิลเลเตอร์ทำหน้าที่กำเนิดสัญญาณความถี่สูง เพื่อใช้ในการทำงานร่วมกับวงจรอื่นๆ ภายในเครื่อง เช่นในการมอดูเลต การผสมคลื่นรวมทั้งใช้เป็นสัญญาณอ้างอิง ออสซิลเลเตอร์แต่ละวงจรต่างก็มีชื่อเรียกแตกต่างกันออกไปตามหน้าที่ ในเครื่องรับวิทยุติดตามตัว การออสซิลเลตของวงจรออสซิลเลเตอร์จะอาศัยหลักการของการป้อนกลับแบบบวก วงจรที่เป็นตัวกำเนิดความถี่อาจเป็นวงจรจูน LC หรือใช้คริสตอลก็ได้ โดยค่าตัวประกอบคุณภาพ ของวงจรยิ่งมากความถี่ที่วงจรจะออสซิลเลตก็จะยิ่งคงที่ไม่มีการเลื่อนไปได้ง่าย สำหรับวงจร LC มีค่าตัวประกอบคุณภาพน้อยกว่าคริสตอล ดังนั้นเสถียรภาพทางความถี่ของวงจรคริสตอลออสซิลเลเตอร์จึงดีกว่าวงจรออสซิลเลเตอร์ที่ใช้ LC



รูปที่ 2.11 ตัวอย่างวงจรออสซิลเลเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องรับส่วนใหญ่มักมีวงจรควบคุมอัตราขยายอัตโนมัติเพื่อรักษาอัตราขยายของเครื่องรับให้คงที่ ไม่ว่าจะรับคลื่นได้แรงหรืออ่อนก็ตาม

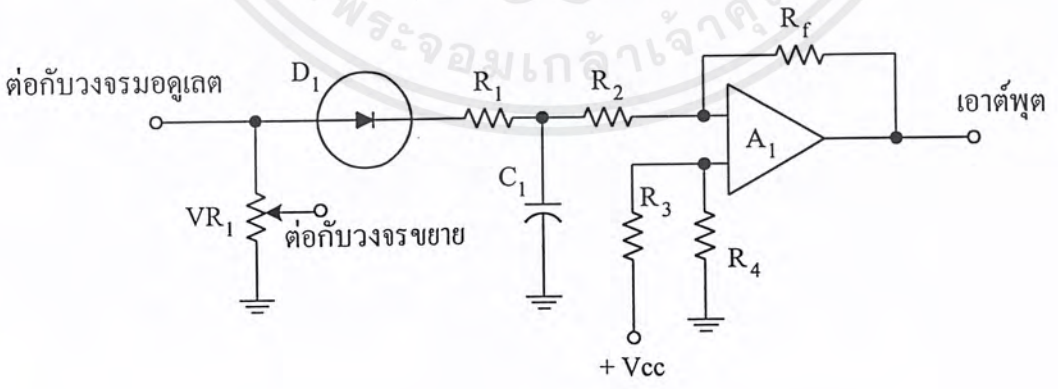
หลักการผลิตสัญญาณควบคุมอัตราขยายอัตโนมัติแบ่งออกเป็น 2 วิธีคือ

1) วิธีผลิตจากสัญญาณพาหะ

2) วิธีผลิตจากสัญญาณเสียง

เครื่องรับส่วนใหญ่จะใช้วิธีผลิตจากสัญญาณพาหะ ซึ่งเหมาะสมกับการรับสัญญาณ AM เพราะสัญญาณควบคุมอัตราขยายอัตโนมัติจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับความแรงของสัญญาณพาหะ แต่ในกรณีของการมอดูเลตแถบข้างเดียว คลื่นที่ส่งมาจะไม่มีพาหะ เพราะได้ถูกกำจัดพาหะออกไปที่เครื่องส่งแล้ว ดังนั้น ถ้าสัญญาณที่ไม่ต้องการเล็ดลอดเข้าไปยังวงจรขยายไอเอฟ หรือวงจรควบคุมอัตราขยายอัตโนมัติได้ อัตราขยายของเครื่องรับก็จะลดลงไป ทั้งๆ ที่เครื่องรับอาจรับสัญญาณได้ต่ำในขณะนั้น ทำให้วงจรควบคุมอัตราขยายอัตโนมัติมิได้ทำงานตามความแรงของสัญญาณที่รับได้ เครื่องรับบางชนิดอาจใช้วิธีหยุดการทำงานวงจรควบคุมอัตราขยายอัตโนมัติ ในกรณีที่วงจรกรองความถี่ทำงาน ทั้งนี้เพื่อป้องกันมิให้สัญญาณที่ไม่ต้องการเข้าไปทำให้วงจรควบคุมอัตราขยายอัตโนมัติเกิดการทำงานผิดพลาดได้ ในกรณีนี้จะใช้วงจรควบคุมอัตราขยายอัตโนมัติแบบปรับด้วยมือแทนปุ่มปรับ

ในรูปที่ 2.12 เป็นวงจรผลิตสัญญาณควบคุมอัตราขยายอัตโนมัติ ที่ผลิตสัญญาณควบคุมอัตราขยายอัตโนมัติจากสัญญาณเสียง วงจรควบคุมอัตราขยายอัตโนมัติชนิดนี้จะมีการทำงานเหมือนกับวงจรควบคุมอัตราขยายอัตโนมัติชนิดแรก แต่ใช้สัญญาณเสียงเป็นอินพุตแทน ส่วนค่าคงตัวเวลาที่เลือกใช้ก็อาศัยหลักการเดียวกัน



รูปที่ 2.12 วงจรผลิตสัญญาณควบคุมอัตราขยายอัตโนมัติ

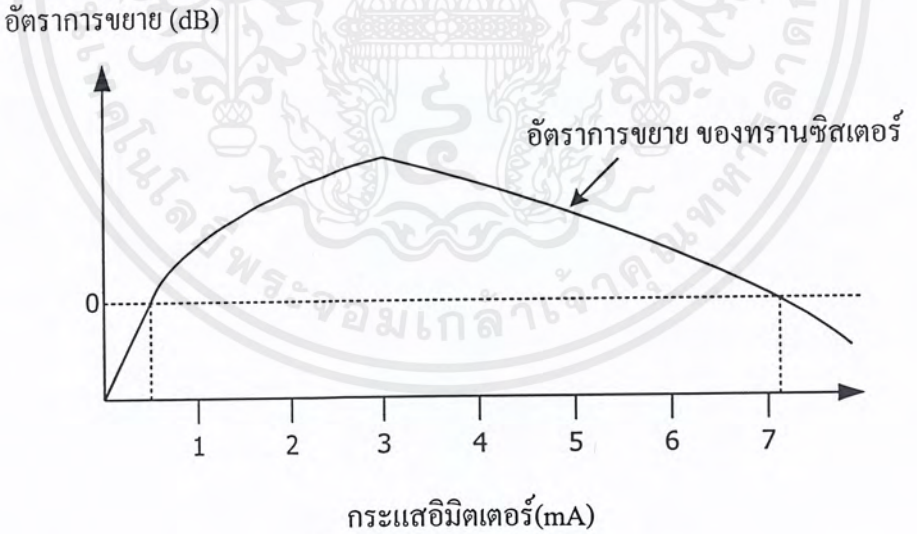
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หากไม่มีวงจรควบคุมอัตราขยายอัตโนมัติ การรับสัญญาณจะเกิดปัญหาดังนี้

1) การรับสัญญาณบางสถานีจะรับได้แรง หรือบางสถานีจะรับได้อ่อน เป็นผลทำให้ต้องปรับความดังให้เข้ากับสัญญาณที่รับเข้ามา แต่ถ้ามีวงจรควบคุมอัตราขยายอัตโนมัติความดังจะคงที่ แม้เปลี่ยนไปรับสถานีอื่นๆ ที่มีความแรงของสัญญาณต่างกัน

2) สัญญาณที่รับได้บางครั้งมีการจางหาย หรือบางครั้งแรงขึ้นมาเอง ทั้งนี้เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของสภาพบรรยากาศที่คลื่นเดินทางมายังเครื่องรับ วงจรควบคุมอัตราขยายอัตโนมัติสามารถช่วยรักษาระดับความดังให้คงที่ ถึงแม้ในบางกรณีจะมีการจางหายของสัญญาณ

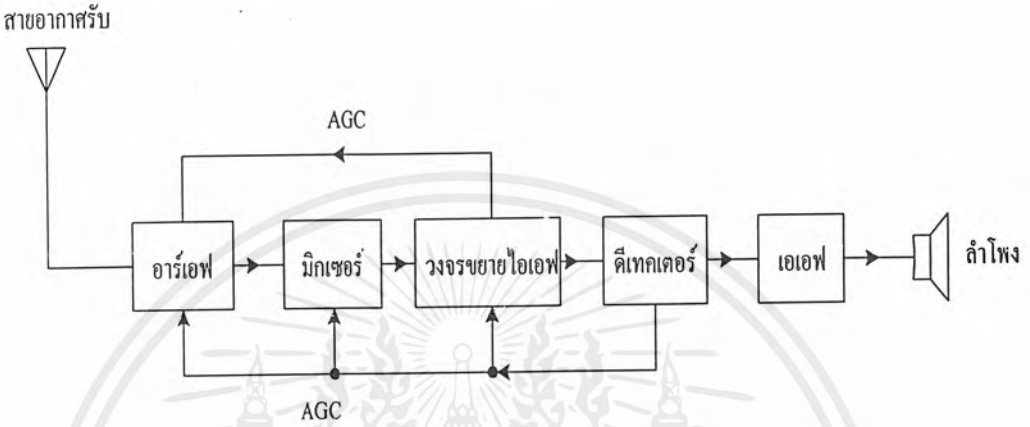
3) ในกรณีที่เป็นวิทยุติดรถยนต์ ซึ่งเคลื่อนที่ไปมา สัญญาณที่รับได้จะมีความแรงของสัญญาณไม่เท่ากัน วงจรควบคุมอัตราขยายอัตโนมัติจะช่วยชดเชยระดับความดังเท่าเดิม การควบคุมอัตราการขยายของวงจรจะใช้วิธีป้อนไฟไบแอส ซึ่งอาจจะใช้วิธีไบแอสตรง ซึ่งเรียกว่าวงจรควบคุมอัตราขยายอัตโนมัติโดยตรง หรืออาจใช้วิธีไบแอสกลับทาง ซึ่งเรียกว่าวงจรควบคุมอัตราขยายอัตโนมัติกลับทางสังเกตว่าอัตราการขยายของทรานซิสเตอร์นั้นจะเปลี่ยนแปลงไปตามจุดทำงาน หรือกระแสอิมิตเตอร์ ดูรูปที่ 2.13 ถ้าลดกระแสไบแอสลง หรือเพิ่มกระแสไบแอสขึ้น อัตราการขยายของทรานซิสเตอร์ก็จะลดลง



รูปที่ 2.13 การเปลี่ยนแปลงอัตราขยายของทรานซิสเตอร์ที่กระแสอิมิตเตอร์ในค่าต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในระบบ FM วงจรกำจัดค่าจะทำหน้าที่เป็นตัวจำกัดขนาดของสัญญาณอยู่แล้วจึงไม่จำเป็นต้องมีวงจรควบคุมอัตราขยายอัตโนมัติอีก เว้นแต่ต้องการป้องกันการโหลดเกินวงจรส่วนหน้า เช่น ทำการลดทอนสัญญาณอินพุตที่เข้าสู่วงจรขยายอาร์เอฟ



รูปที่ 2.14 วงจรควบคุมอัตราขยายอัตโนมัติต่างๆ ในเครื่องรับชนิดซูเปอร์เฮเทอโรดายน์

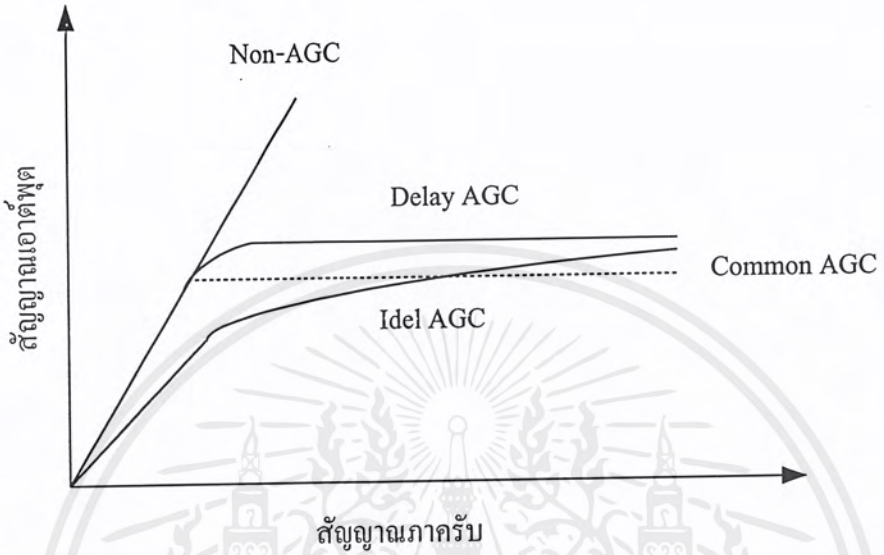
ในรูปที่ 2.14 วงจรควบคุมอัตราขยายอัตโนมัติต่างๆ ในเครื่องรับชนิดซูเปอร์เฮเทอโรดายน์ จากรูปจะเห็นได้ว่าสัญญาณควบคุมอัตราขยายอัตโนมัติกำเนิดได้โดยวิธีการดีเทกต์ แล้วส่งไบแอสไปควบคุมอัตราขยายของวงจรขยายอาร์เอฟ และไอเอฟแต่ละภาค วงจรควบคุมอัตราขยายอัตโนมัติส่วนนี้เป็นวงรควบคุมอัตราขยายอัตโนมัติหลักของเครื่องรับ แต่ยังมีวงจรควบคุมอัตราขยายอัตโนมัติส่วนหนึ่งเป็นวงจรควบคุมอัตราขยายอัตโนมัติเสริมจากวงจรขยายไอเอฟ ย้อนไปควบคุมอัตราขยายของวงจรขยายอาร์เอฟเพื่อป้องกันการโหลดเกินของภาคอาร์เอฟ

วงจรควบคุมอัตราขยายอัตโนมัติที่ดีควรมีคุณสมบัติในการทำงานดังนี้ เมื่อสัญญาณอินพุตของเครื่องรับแรงขึ้นระดับความดังของเสียงจะมากขึ้น จนกระทั่งถึงจุดๆ หนึ่ง ซึ่งถ้าสัญญาณอินพุตแรงถึงจุดนี้จะเกิดโหลดเกิน วงจรควบคุมอัตราขยายอัตโนมัติจะควบคุมอัตราการขยายของเครื่องรับไว้มิให้ระดับความดังของเสียงมีค่าเพิ่มขึ้นอีก

จากรูปที่ 2.15 เป็นกราฟแสดงลักษณะการควบคุมอัตราขยายของเครื่องรับ โดยวงจรควบคุมอัตราขยายอัตโนมัติชนิดต่างๆ กัน เช่น เส้นแสดงวงจรควบคุมอัตราขยายอัตโนมัติอุดมคติ วงจรควบคุมอัตราขยายอัตโนมัติแบบประวิง กล่าวคือวงจรควบคุมอัตราขยายอัตโนมัติจะถูกหน่วงเอาไว้จนกว่าระดับสัญญาณอินพุตจะแรงขึ้นถึงระดับหนึ่ง สำหรับวงจรควบคุมอัตราขยาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อัตโนมัติแบบง่าย หลักการทำงานจะใช้ความสัมพันธ์ระหว่างสัญญาณอินพุตกับความดัง โดยจะเป็นสัดส่วนโดยตรงไม่มีการหน่วงเวลา



รูปที่ 2.15 ลักษณะการควบคุมอัตราขยายของเครื่องรับโดยวงจรควบคุมอัตราขยายอัตโนมัติ

2.4 การรับส่งข้อมูลดิจิตอล FSK และแนวทางออกแบบการใช้งาน

การรับ – ส่งข้อมูลในรูปของสัญญาณดิจิตอล สามารถทำได้ 2 วิธี คือ วิธีการทางไบนารี คือ สัญญาณดิจิตอลจะถูกส่งไปยังปลายทางได้ทันที โดยไม่ต้องผ่านขบวนการแปลงสัญญาณอย่างใด ดังรูปที่ 2.16 (ก) และวิธีการทางแอนะลอกคือสัญญาณดิจิตอลจะถูกแปลงเป็นสัญญาณแอนะลอกก่อนแล้วจึงส่งออกไปยังปลายทางดังรูปที่ 2.16 (ข)

วิธีการในลักษณะแรกจะกระทำในลักษณะที่มีการติดต่อในระยะทางสั้นๆ และให้ความรวดเร็วมากกว่า ส่วนวิธีการในลักษณะหลังจะเกี่ยวข้องไปถึงลักษณะการเชื่อมโยง สัญญาณเข้ากับระบบสื่อสารทั่วๆ ไป ลักษณะทั้ง 2 วิธีแสดงในรูปที่ 2.16

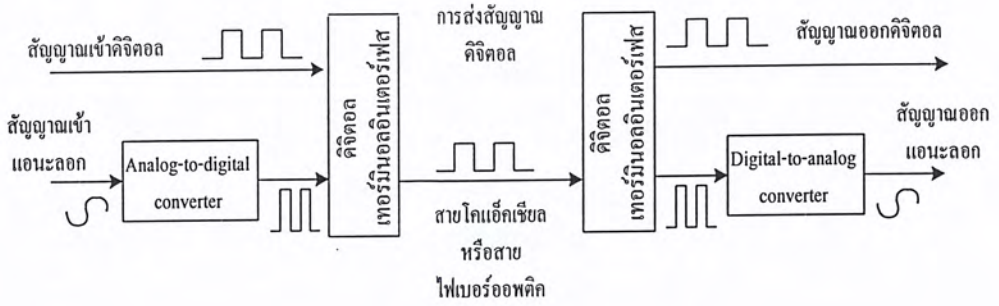
การแปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นสัญญาณแอนะลอก ในการสร้างสัญญาณแอนะลอกที่มีผลมาจากสัญญาณดิจิตอล หรือสัญญาณข่าวสารในรูปอื่นจะได้มาจากหลักการพื้นฐานของวิธีการ 3 แบบ คือ

1) หลักการของการมอดูเลตทางขนาด (Amplitude Modulation)

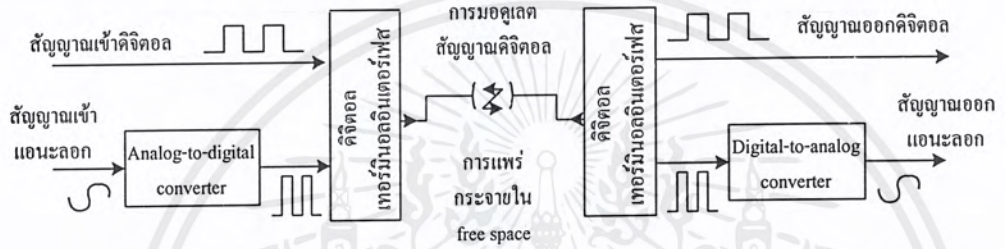
2) หลักการของการมอดูเลตทางความถี่ (Frequency Modulation)

3) หลักการของการมอดูเลตทางเฟส (Phase Modulation)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก) วิธีการทางไบนารี



(ข) วิธีการทางแอนะลอก

รูปที่ 2.16 การส่งสัญญาณดิจิตอล

โดยสัญญาณที่ส่งออกไป (สัญญาณดิจิตอล หรือสัญญาณข่าวสารต่างๆ) จะถูกมอดูเลตทางด้านส่ง และดีมอดูเลตทางด้านรับ เพื่อแยกสัญญาณข่าวสารเดิมที่ส่งออกมาจากสัญญาณพาห์ เทคนิคการรวมสัญญาณทางดิจิตอล ที่ถูกนำมาใช้อย่างกว้างขวางคือ

1) แบบ FSK หรือ Frequency Shift Keying

2) แบบ PSK หรือ Phase Shift Keying

3) แบบ QAM หรือ Quadrature Amplitude Modulation

2.4.1 ตัวกำเนิดสัญญาณ FSK

ตัวกำเนิดสัญญาณ FSK มีหลักการคือเมื่อข้อมูลที่เป็นสัญญาณดิจิตอลที่มีลักษณะเป็นข้อมูลเลขฐานสอง ทำให้ความถี่เลื่อน หรือเบี่ยง เบนไปตามการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลเลขฐานสองที่เข้ามา ดังนั้น สัญญาณทางเอาต์พุตของตัวกำเนิด FSK จะอยู่ในรูปของความถี่ที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่อง เมื่อข้อมูลเลขฐานสองด้านอินพุตเปลี่ยนแปลงจากสถานะลอจิก 1 เป็นลอจิก 0 (หรือในทางกลับกัน คือ ลอจิก 0 เป็นลอจิก 1) สัญญาณเอาต์พุตจาก FSK จะเลื่อนความถี่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระหว่าง 2 ความถี่ด้วยกัน คือความถี่ที่ลอจิก 1 Mark frequency (fm) และความถี่ที่ลอจิก 0 Space frequency (fs)

การเปลี่ยนแปลง (หรือการเลื่อน) ของความถี่แต่ละครั้งจะเกิดขึ้นเมื่อสถานะของลอจิกด้านสัญญาณเข้าเปลี่ยนแปลง นั่นคือ อัตราการเปลี่ยนแปลงของสัญญาณออกจะเท่ากับอัตราการเปลี่ยนแปลงสัญญาณเข้า ซึ่งในการมอดูเลตแบบดิจิตอลนั้น อัตราการเปลี่ยนแปลงของสัญญาณด้านอินพุตของตัวกำเนิดสัญญาณ FSK เรียกว่าอัตราบิต (Bit rate) มีหน่วยเป็นบิตต่อวินาที (bit per second : bps) ส่วนอัตราการเปลี่ยนแปลงของสัญญาณด้านเอาต์พุตของตัวกำเนิดสัญญาณ FSK เรียกว่า อัตราบอร์ด (Baud rate) ดังนั้นในการส่งข้อมูลด้วยเทคนิค FSK อัตราบิตจะเท่ากับ อัตราบอร์ดเสมอ

2.4.2 ความกว้างของสัญญาณ FSK

ในระบบการสื่อสารข้อมูลด้วยสัญญาณแอนะลอก หรือสัญญาณความถี่นั้น แบนด์วิดท์เป็นสิ่งที่ต้องพิจารณาเป็นอันดับแรก เนื่องจากวิธีการของ FSK อยู่บนพื้นฐานเดียวกันกับวิธีการของ FM ดังนั้นการอธิบายถึงสูตรต่างๆ จะใช้หลักการของ FM ทุกอย่าง

จากรูปที่ 2.17 แสดงถึงตัวมอดูเลตแบบ FSK ซึ่งใช้หลักการเดียวกับเอฟเอ็มมอดูเลเตอร์ คือ ใช้หลักการของจะเห็นว่าอัตราการเปลี่ยนแปลงที่เร็วที่สุดของสัญญาณอินพุตจะเกิดขึ้นเมื่อข้อมูลเลขฐานสองมีลักษณะเป็น 1 และ 0 สลับกัน ซึ่งคือสัญญาณสี่เหลี่ยมนั่นเอง ตามตัวอย่างในรูปที่ 2.17 เป็นสัญญาณในช่วง T_1

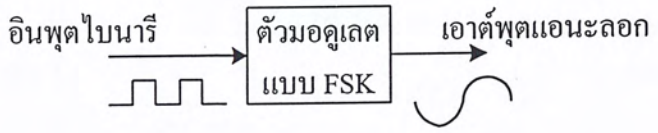
ความถี่หลักของคลื่นสี่เหลี่ยมจะมีค่าเท่ากับครึ่งหนึ่งของอัตราบิต ดังนั้นถ้าพิจารณาเฉพาะความถี่หลักเพียงอย่างเดียวแล้วความถี่สูงสุดของสัญญาณดิจิตอลที่ต้องการนำมามอดูเลตแบบ FSK จะเท่ากับครึ่งหนึ่งของอัตราบิตคือ

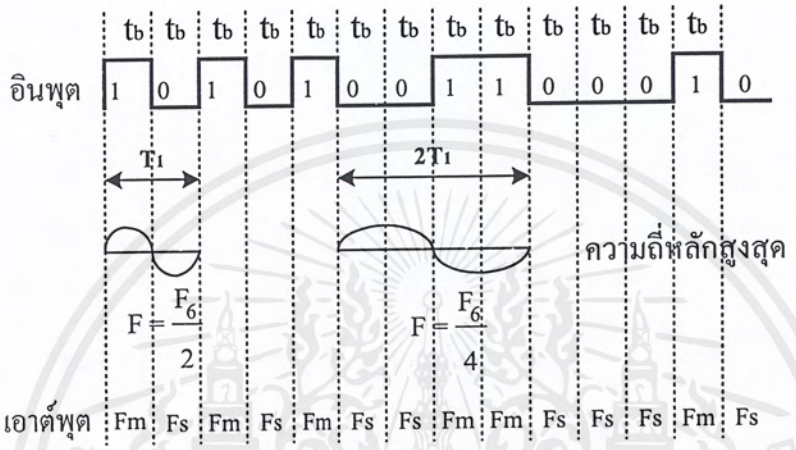
$$Fa_{max} = \frac{\text{Bit Rate}}{2} \qquad (2.8)$$

เมื่อกำหนดให้ Fa_{max} คือ ความถี่สูงสุดของสัญญาณดิจิตอลที่จะนำมามอดูเลต

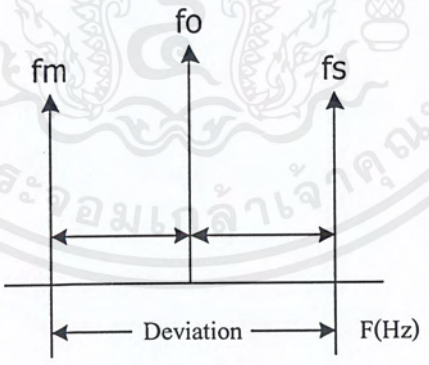
ความถี่กลางของ VCO จะอยู่ในตำแหน่งกลางระหว่าง fm กับ fs ดังรูปที่ 2.18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้





รูปที่ 2.17 มอดูเลตแบบ FSK



รูปที่ 2.18 การเบี่ยงเบนความถี่

ลอจิก 1 ด้านอินพุตจะเลื่อนความถี่ของ VCO จาก fo ไปเป็น fs จะเห็นว่าการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลเลขฐานสองด้านอินพุตจาก 1 ไป 0 หรือ 0 ไป 1 จะทำให้ความถี่เอาต์พุตของ VCO เลื่อนหรือเบี่ยงเบนกลับไปมาระหว่าง fm กับ fs เนื่องจากได้กล่าวมาแล้วว่า FSK นั้นคือการมอดูเลตแบบ FM ดังนั้นดัชนีการมอดูเลต (Modulate Index ; MI) ใน FSK ได้จาก FM คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$MI = \frac{\Delta F}{Fa} \quad (2.9)$$

โดยที่ ΔF คือ การเบี่ยงเบนของความถี่ใด ๆ จากความถี่กลาง (Hz)

Fa คือ ความถี่ของสัญญาณที่นำมามอดูเลต (Hz)

ค่า MI ที่ยอมให้มีได้สูงสุดคือ MI ที่ทำให้แบนด์วิดท์กว้างที่สุด ซึ่งจะเกิดขึ้นเมื่อการเบี่ยงเบนของความถี่ถูกมอดูเลทแล้วความถี่ของสัญญาณที่นำมามอดูเลทมีค่าสูงสุด

ในการมอดูเลตแบบ FSK ค่า ΔF เป็นการเบี่ยงเบนของความถี่สูงสุด ซึ่งคือครึ่งหนึ่งของความแตกต่างระหว่าง fm กับ fs นั่นคือ

$$\Delta F = \frac{fs - fm}{2} \quad (2.10)$$

การเบี่ยงเบนของความถี่สูงสุดขึ้นอยู่กับขนาดของสัญญาณที่นำเข้ามามอดูเลท (สัญญาณดิจิตอล) เมื่อสถานะทางลอจิกเป็น 1 จะทำให้แรงดันออกมามีค่าคงที่ตามสถานะ (เช่น 5 โวลต์) หรือถ้าเป็นลอจิก 0 แรงดันออกมาคงที่ในระดับลอจิก 0 เช่นกัน เช่น 0 โวลต์ ดังนั้นความถี่เบี่ยงเบนของ FSK มอดูเลตเบี่ยงเบนคงที่ และอยู่ในระดับการเบี่ยงเบนของความถี่สูงสุดเสมอ

Fa เป็นความถี่หลักของข้อมูลเลขฐานสองด้านอินพุต ซึ่งทำให้แบนด์วิดท์กว้างที่สุดเมื่อ

$$Fa = \frac{\text{Bit Rate}}{2} \quad (2.11)$$

ดังนั้นเราสามารถหาค่า MI ได้จาก

$$MI = \frac{(fs - fm/2)}{(fb/2)} \quad (2.12)$$

$$MI = \frac{fs - fm}{fb} \quad (2.13)$$

เมื่อกำหนดให้ $fs - fm$ คือ ความถี่เบี่ยงเบนสูงสุด

Fb คือ อัตราบิตของเลขฐานสองอินพุต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการส่งสัญญาณ FM โดยทั่วไป ความกว้างของแบนด์วิดท์จะแปรผันตรงกับค่า MI เช่นเดียวกับ FSK ที่ค่า MI โดยทั่วไปจะต้องมีค่าต่ำกว่า 1.0 เพื่อให้เป็นเอฟเอ็มแบบแคบ ค่าแบนด์วิดท์ที่แคบที่สุดเรียกว่า Minimum Nyquist Bandwidth (Fn) ตัวอย่างเช่นการส่งข้อมูลแบบ FSK มีความถี่กลาง (fo) เท่ากับ 7 kHz, ความถี่สเปซ (fs) เท่ากับ 6 kHz และความถี่มาร์ค (fm) เท่ากับ 8 kHz ข้อมูลเลฐานสองอินพุตมีอัตราบิตเท่ากับ 2 kHz สามารถหา MI ได้ดังนี้

จากสมการที่ 2.13

$$MI = \frac{fs - fm}{fb}$$

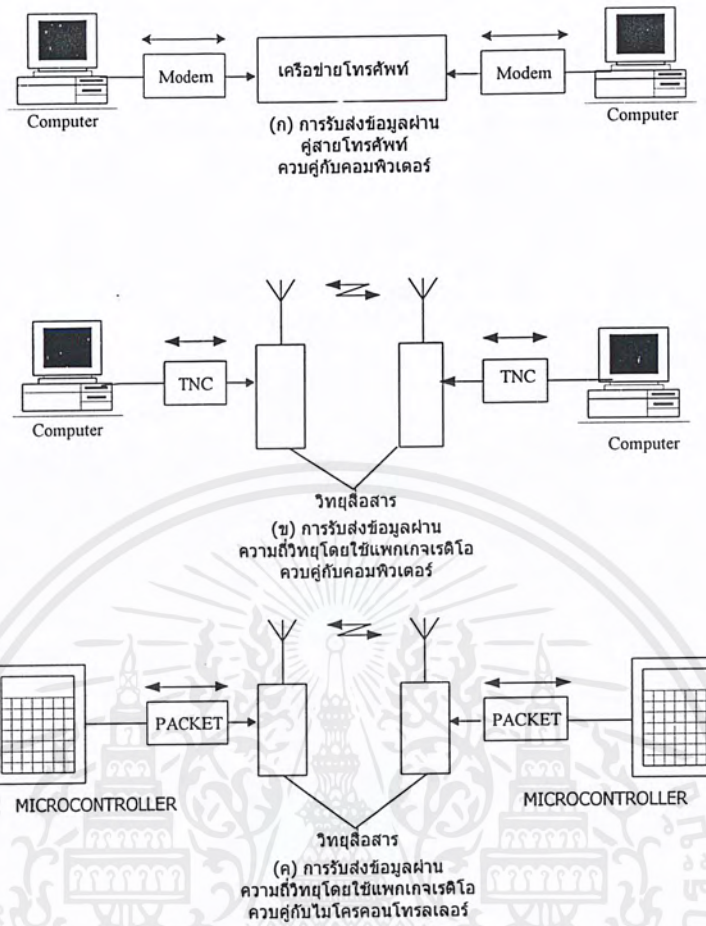
$$MI = \frac{6\,kHz - 8\,kHz}{2\,kHz}$$

$$MI = 1.0$$

2.5 แพกเกจเรดิโอ

แพกเกจเรดิโอเป็นเทคโนโลยีการสื่อสารข้อมูลแบบดิจิตอล ซึ่งนิยมใช้งานในหมู่วิทยุสมัครเล่น โดยอาศัยการสื่อสารข้อมูลคอมพิวเตอร์เป็นพื้นฐาน ซึ่งเปรียบได้กับการนำเครื่องคอมพิวเตอร์มาเชื่อมต่อกับโมเด็ม เพื่อใช้โมเด็มเป็นตัวกลางในการแปลงสัญญาณดิจิตอลจากเครื่องคอมพิวเตอร์มาเป็นสัญญาณแอนะลอกก่อนที่จะส่งผ่านไปสู่คู่สายโทรศัพท์ แต่สำหรับแพกเกจเรดิโอคู่สายโทรศัพท์จะถูกแทนที่ด้วยเครื่องรับส่งวิทยุ ซึ่งรับส่งสัญญาณคลื่นความถี่สูงในย่าน VHF หรือ UHF อุปกรณ์โมเด็มก็จะถูกแทนที่ด้วยอุปกรณ์เชื่อมต่อชนิดหนึ่ง มีชื่อเรียกว่า Terminal Node Controller หรือ TNC ซึ่งการสื่อสารแบบเพจเกจเรดิโอเป็นการนำข้อมูลไบนารีจากเครื่องคอมพิวเตอร์ มาทำการมอดดูเลตก่อนที่จะทำการส่งไปออกอากาศผ่านทางเครื่องส่งวิทยุไปสู่สถานีรับปลายทางดังรูปที่ 2.19 เปรียบเทียบการใช้งานแพกเกจเรดิโอกับการใช้งานโมเด็มรับส่งข้อมูล โดยข้อมูลจากเครื่องคอมพิวเตอร์จะถูกนำมาแบ่งเป็นกลุ่มอาจจะเป็นกลุ่มละ 100 ไบต์ เป็นต้น ก่อนที่จะส่งออกอากาศเราเรียกกลุ่มข้อมูลเหล่านี้ว่า แพกเกจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.19 เปรียบเทียบการใช้งานแพกเกจเรดิโอกับการใช้งานโมเด็มรับส่งข้อมูล

การส่งข้อมูลแบบแพกเกจเรดิโอ

การรับส่งข้อมูลเป็นแพกเกจมีข้อดีมีข้อดีเหนือกว่าการรับส่งข้อมูลแบบดิจิตอลแบบอื่นๆ อยู่ 3 ประการ คือ ความโปร่งใส่ของข้อมูลที่ส่งผ่านระหว่างอุปกรณ์ต้นทางปลายทาง การควบคุมความผิดพลาดของข้อมูลและการควบคุมการรับส่งแบบอัตโนมัติ

การทำงานของสถานีรับส่งแพกเกจเรดิโอจะเป็นลักษณะที่โปร่งใส่ต่อผู้ใช้งาน ก็คือว่าผู้ใช้งานเพียงแต่เชื่อมต่ออุปกรณ์ต่างๆ เข้าด้วยกัน พิมพ์หรือเตรียมข้อความที่ต้องการจะส่ง ข้อความนั้นจะถูกส่งไปโดยอัตโนมัติไม่จำเป็นที่ผู้ใช้งานจะต้องมาเป็นธุระในการควบคุมกระบวนการเปลี่ยนแปลงรูปแบบข้อมูลแพกเกจ หรือควบคุมลำดับการรับส่ง ซึ่งอุปกรณ์ TNC จะทำหน้าที่แบ่งข้อมูลที่ต้องการจะส่งออกเป็นข้อมูลแพจเกจย่อยๆ ติดต่อกับเครื่องรับวิทยุ และส่งแพกเกจนั้นโดยอัตโนมัติในด้านสถานีรับข้อมูลอุปกรณ์ TNC จะทำหน้าที่ถอดรหัส ข้อมูลจากแพกเกจที่ได้รับตรวจสอบความผิดพลาดของข้อมูลและแสดงข้อความที่ได้รับโดยผ่านเครื่องคอมพิวเตอร์หรือโดย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผ่านตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ ที่เชื่อมต่ออยู่ปลายทางในการรับรู้ข้อมูลแสดงผลจากการส่งข้อความสู่ผู้รับปลายทาง

การสื่อสารแบบแพกเกจเรดิโอเป็นการสื่อสารที่ปราศจากความผิดพลาดของข้อมูล หรือหากจะมีก็อยู่ในระดับต่ำมากๆ ทั้งนี้เนื่องจากการกำหนดกระบวนวิธีการตรวจสอบความผิดพลาดของข้อมูลในอุปกรณ์ TNC โดยหากสถานีวิทยุได้รับแพกเกจข้อมูลมาจากสถานีส่งต้นทาง จะมีการตรวจหาความผิดพลาดของข้อมูล และแสดงข้อความที่ได้รับผ่านทางเครื่องคอมพิวเตอร์หรือตัวไมโครคอนโทรลเลอร์แสดงที่จอแสดงผล ในกรณีที่ข้อมูลได้รับไม่มีความผิดพลาดปกติใดๆ นอกจากนั้นยังสามารถนำอุปกรณ์ TNC มาใช้งานเป็นสถานีทวนสัญญาณสำหรับการสื่อสารแบบแพกเกจเรดิโอได้อีกประการหนึ่ง ซึ่งบางครั้งเรียกว่า Digipeater นับเป็นการเพิ่มระยะทางในการติดต่อสื่อสารข้อมูลให้กว้างไกลขึ้น

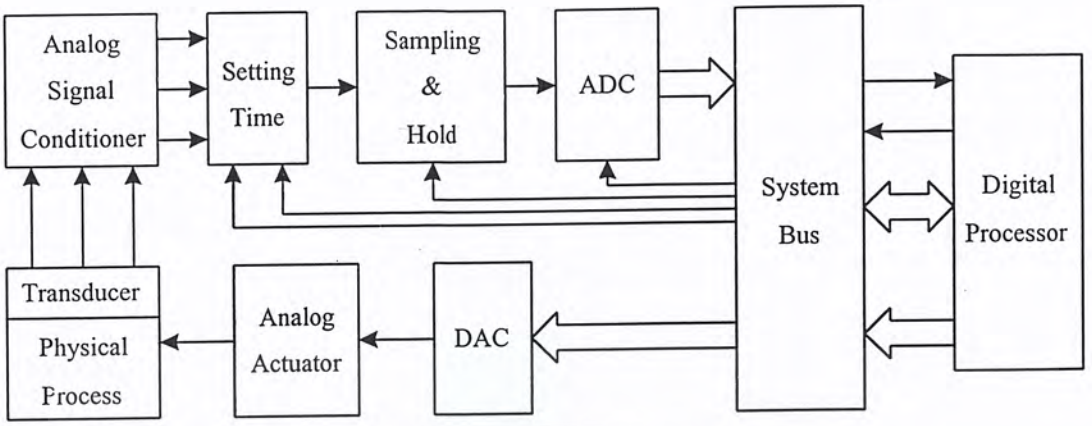
ผู้ใช้งานสามารถทำการติดต่อสื่อสารไปยังอุปกรณ์ TNC ของผู้อื่นได้ตลอดเวลาตามที่ต้องการ อุปกรณ์ TNC บางรุ่นสามารถรองรับการฝากข้อความไว้ในเครื่องได้ด้วย ดังนั้นผู้ใช้บริการรายอื่นๆ จึงสามารถฝากข่าวสารผ่านมาเก็บไว้ใน TNC ได้ ในกรณีที่เจ้าของเครื่องไม่อยู่บ้าน ข้อดีอีกประการหนึ่งของแพกเกจเรดิโอ คือ ประสิทธิภาพในการใช้งานความถี่ร่วมกัน ทั้งนี้เนื่องจากรูปแบบการส่งข้อมูลเป็นแบบแพกเกจซึ่งส่งกันเป็นช่วงๆ ดังนั้นผู้ใช้งานหลายๆ รายจึงสามารถใช้ความถี่วิทยุเดียวกันเป็นตัวกลางในการรับส่งข้อมูล

2.6 ทฤษฎีการแปลงสัญญาณ

ในอดีตรูปแบบของสัญญาณไฟฟ้าโดยมากมักจะอยู่ในรูปของสัญญาณแอนะลอก การนำเอาสัญญาณไฟฟ้ามาประมวลผล เพื่อให้เกิดรูปแบบที่ต้องการนั้นต้องใช้อุปกรณ์ทางแอนะลอก แต่ปัจจุบันนี้เทคโนโลยีทางด้านดิจิตอลก้าวหน้าไปมาก ทำให้การประมวลผลสัญญาณทางดิจิตอลสามารถทำได้อย่างรวดเร็ว และมีประสิทธิภาพ

ดังนั้นการแปลงรูปแบบสัญญาณ จึงมีความจำเป็นในการแปลงสัญญาณแอนะลอกที่มีอยู่แล้วให้เป็นสัญญาณดิจิตอลโดยอุปกรณ์การแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นสัญญาณเป็นดิจิตอล และจะถูกประมวลผลโดยตัวประมวลสัญญาณดิจิตอล เช่น คอมพิวเตอร์ เป็นต้น จากผลลัพธ์อาจถูกนำมาแสดงผลโดยตรงเลย หรืออาจถูกแปลงให้อยู่ในรูปของสัญญาณแอนะลอกที่ใช้งานได้ การที่จะแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นสัญญาณดิจิตอลได้นั้น สามารถทำโดยใช้อุปกรณ์แปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นสัญญาณแอนะลอกสำหรับระบบที่มีการประมวลผลสัญญาณข้อมูลทางดิจิตอล แสดงดังรูปที่ 2.20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.20 ระบบที่มีการประมวลผลข้อมูลทางดิจิตอล

จากรูปที่ 2.20 การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพในลักษณะใดๆ ก็ตาม เช่น อุณหภูมิ ความดัน ความเร็ว จะถูกเปลี่ยนให้มาเป็นสัญญาณไฟฟ้าแบบแอนะลอก โดยทรานสดิวเซอร์ ทฤษฎีการสุ่มมีรูปแบบเหมาะสมกับลักษณะทางกายภาพนั้นๆ จากนั้นสัญญาณทางไฟฟ้าก็จะถูกปรับให้อยู่ในรูปแบบและขนาดที่เหมาะสมก่อน โดยวงจรต่างๆ เช่นวงจรขยาย หรือวงจรกรองสัญญาณ เป็นต้น วงจรแซมปลิ้งแอนด์โฮลด์จะสุ่มขนาดของสัญญาณแอนะลอกมา แล้วจะทำการโฮลด์สัญญาณนั้นไว้ชั่วขณะ โดยไม่จำเป็นต้องใช้วงจร ADC แล้วข้อมูลทางดิจิตอลจะถูกส่งต่อไปยังบัสของระบบ จากนั้นตัวโปรเซสเซอร์จะทำการประมวลผลข้อมูลกลับมาเพื่อควบคุมกิจการทางกายภาพของระบบโดยผ่านตัวกระทำทางกล (Analog Actuator)

วงจรแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นสัญญาณดิจิตอล

การติดต่อระหว่างมนุษย์ส่วนมากจะใช้สัญญาณแอนะลอก (Analog) เป็นสัญญาณติดต่อกันแต่ว่าการทำงานของระบบคอมพิวเตอร์จะใช้สัญญาณดิจิตอลเป็นสัญญาณในการทำงาน ดังนั้นถ้าเราต้องการที่จะให้คอมพิวเตอร์ช่วยเราทำงานแล้ว เราจึงต้องเปลี่ยนสัญญาณแอนะลอกที่เราใช้อยู่ให้เป็นสัญญาณดิจิตอล เพื่อให้คอมพิวเตอร์ หรือเครื่องประมวลผลสัญญาณดิจิตอลรับรู้ได้ เมื่อประมวลสัญญาณเสร็จก็จะส่งข้อมูลออกมาเป็นสัญญาณดิจิตอล ซึ่งเป็นเรื่องยุ่งยากที่เราจะเข้าใจข้อมูลนั้น ดังนั้นเราจึงเปลี่ยนข้อมูลที่เป็นสัญญาณดิจิตอลให้เป็นสัญญาณแอนะลอก เพื่อให้มนุษย์เข้าใจในข้อมูลนั้นดังนั้นพอสรุปได้ว่าการเปลี่ยนสัญญาณแอนะลอกเป็นสัญญาณดิจิตอลและการเปลี่ยนสัญญาณดิจิตอลเป็นสัญญาณแอนะลอก ซึ่งเป็นการประสานโลกของคอมพิวเตอร์เข้ากับโลกมนุษย์ เพื่อให้มนุษย์ได้ใช้คอมพิวเตอร์ได้อย่างสมบูรณ์ยิ่งขึ้น การเปลี่ยนสัญญาณแอนะลอกเป็นสัญญาณดิจิตอลเรียกว่า Analog To Digital Conversion (ADC) หรือเรียกย่อๆ ว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

A TO D หรือ A/D ในทำนองเดียวกัน การเปลี่ยนสัญญาณดิจิตอลเป็นสัญญาณแอนะลอก เรียกว่า Digital To Analog Conversion (DAC) เรียกย่อๆ ว่า D TO A หรือ D/A

การเปลี่ยนสัญญาณแอนะลอกเป็นสัญญาณดิจิตอล A/D มีขบวนการอยู่หลายวิธี แต่ละวิธีมีข้อดี และข้อเสียรวมทั้งราคาที่แตกต่างกันออกไป จึงขอกล่าววิธีแปลงสัญญาณอย่างคร่าวๆ ซึ่งมีหลักการดังนี้

1) A/D แบบเซอร์โว (Servo)

เป็นแบบที่ง่ายและราคาถูกที่สุด แต่การทำงานไม่เที่ยงตรง อันเนื่องมาจากอุณหภูมิ เวลา และความไวในการรับสัญญาณอินพุต

2) A/D แบบดูอัล – สโลป อินทีเกรต (Dual – Slope Integrator)

เป็นแบบที่มีความละเอียดถูกต้องสูง ราคาค่อนข้างแพง ทางด้านอุณหภูมิมีผลน้อย แต่มีความเร็วในการทำงานต่ำ

3) A/D แบบซัคเซสซีพ – แอพพร็อกซิเมชั่น (Successive – Approximation)

เป็นแบบที่ใช้งานกันทั่วไป และเป็นแบบซึ่งทำงานได้อย่างรวดเร็ว มีความถูกต้องสูง แต่การสร้างวงจรนั้นต้องใช้ A/D

4) A/D แบบคอมพาราเตอร์ขนาน (Parallel – Comparator)

เป็นแบบที่มีความเร็วในการทำงานสูงแบบหนึ่ง แต่ราคาก็สูงที่สุดในบรรดา A/D ทุกชนิด หลักการทำงานไม่ยุ่งยากซับซ้อน แต่ต้องใช้ส่วนประกอบอื่นค่อนข้างมาก

2.7 การอินเตอร์เฟสพื้นฐาน

เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ทุกรุ่น (PC/AT 286, 386,486) จะมีหมายเลขพอร์ตสำหรับใช้งานต่างๆ ดังตารางที่ 2.4 จะเห็นว่ามีบางพอร์ตที่ไม่ได้ถูกใช้งาน เช่น 360H–36FH, 3C0H–3CFH เราสามารถที่จะนำหมายเลขพอร์ตเหล่านี้ไปประยุกต์ใช้งานได้ หรือจะใช้หมายเลขพอร์ตที่ถูกกำหนดเอาไว้ แล้ว

ตารางที่ 2.4 การจัดตำแหน่งพอร์ตของระบบ

หมายเลขพอร์ต	การใช้งาน
000H – 01FH	ตัวควบคุมดีเอ็มเอ 1, 8237A – 5
020H – 03FH	ตัวควบคุมอินเตอร์รัปต์ 1, 8259 (มาสเตอร์)
040H – 05FH	ตัวควบคุมไทเมอร์เคาน์เตอร์ 8254 - 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.4 (ต่อ) การจัดวางตำแหน่งพอร์ตของระบบ

060H – 06FH	ตัวควบคุมพอร์ตขนานและคีย์บอร์ด 8042
070H – 07FH	Real Time Clock, NMI ของระบบ
080H – 09FH	ดีเอ็มเอเพจรีจิสเตอร์ 74LS612
0A0H – 0BFH	ตัวควบคุมอินเตอร์รัปต์ 2, 8259 (สเลฟ)
0C0H – 0D0H	ตัวควบคุมดีเอ็มเอ 1, 8237A - 5
0F0H	เคลียร์แมธโคโปรเซสเซอร์
0F1H	รีเซตแมธโคโปรเซสเซอร์
0F8H – 0FFH	แมธโคโปรเซสเซอร์ 80287
1F0H – 1FBH	ฮาร์ดดิสก์
200H – 207H	เกมอินพุต/เอาต์พุต
278H – 27FH	เครื่องพิมพ์ขนาน พอร์ต 2
2F8H – 2FFH	เครื่องพิมพ์อนุกรม พอร์ต 2
300H – 31FH	การ์ดโปรโตไทป์ (prototype)
360H – 36FH	สงวนไว้
378H – 37FH	เครื่องพิมพ์ขนาน พอร์ต 1
380H – 38FH	SDLC ไบต์ซิงโครไนซ์ 1
3A0H – 3AFH	อะแดปเตอร์สี/กราฟฟิกส์
3F0H – 0F7H	ตัวควบคุมดิสก์ไดรฟ์
3F8H – 3FFH	พอร์ตอนุกรม

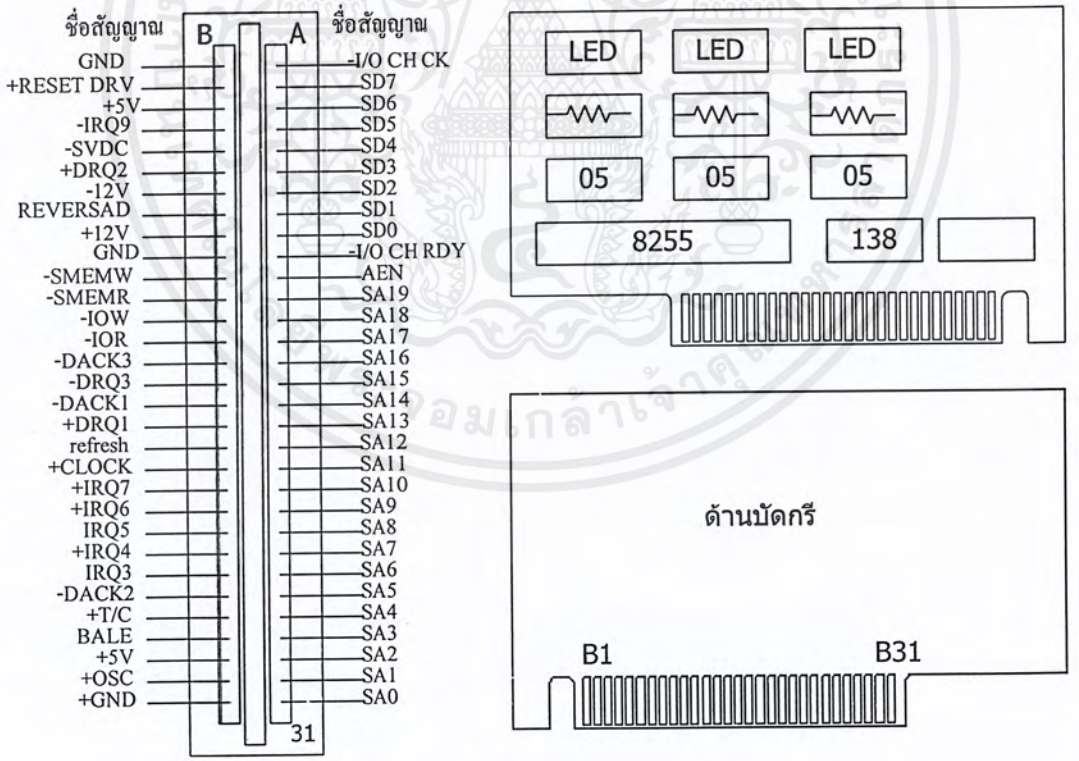
การใช้งานพอร์ตสามารถทำได้โดยการเขียนโปรแกรมควบคุมพอร์ตนั้นๆ สามารถจะใช้ภาษาเบสิก, ภาษาซี, ภาษาปาสคาล และแอสแซมบลี ก่อนอื่นจะต้องทราบหมายเลขพอร์ตที่จะใช้งาน แล้วศึกษารายละเอียดของอุปกรณ์ที่ทำงานอยู่ในพอร์ตนั้น ว่ามีการทำงานอย่างไร จากนั้นจึงเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของพอร์ตนั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การสร้างพอร์ตเพื่ออินเตอร์เฟส

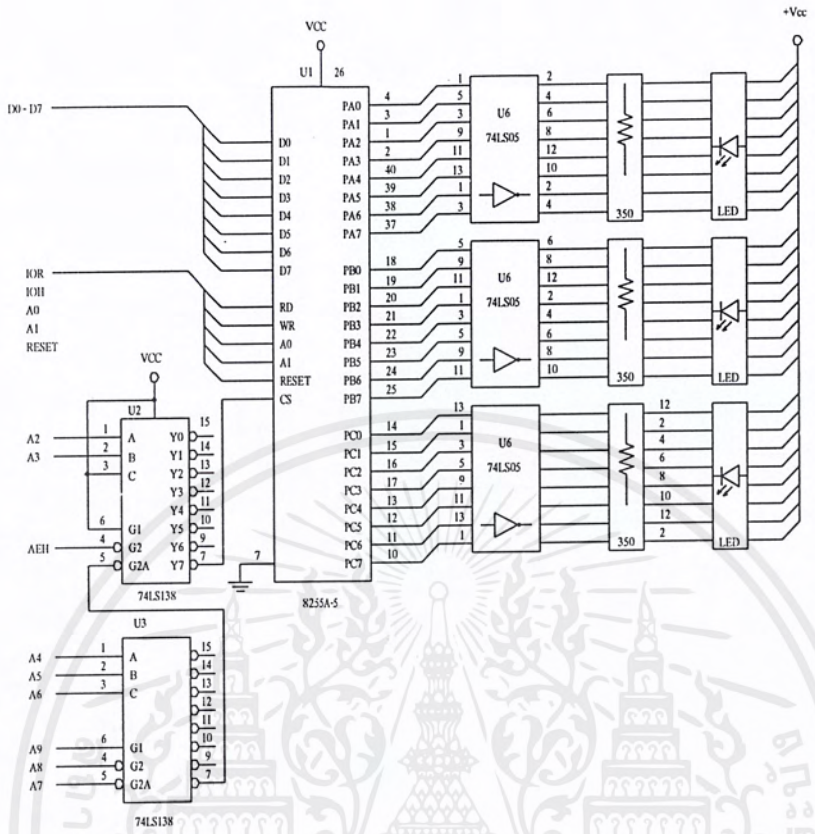
การอินเตอร์เฟสหรือการเชื่อมต่อระหว่างไมโครคอมพิวเตอร์กับอุปกรณ์ภายนอก สามารถสร้างขึ้นมาได้ โดยชิป 8255 ทำหน้าที่เป็นพอร์ตอินพุต/เอาต์พุต ซึ่งมีระดับสัญญาณเป็น TTL เช่นกัน จะเป็นการ์ดอินเตอร์เฟสเอนกประสงค์ ซึ่งใช้งานกับไมโครคอมพิวเตอร์ PC/XT/AT ได้ทุกรุ่น ซึ่งจะต้องนำสัญญาณควบคุมบัสข้อมูล แอดเดรสบัส สัญญาณรีเซต ไฟ VCC กราวด์ของไมโครคอมพิวเตอร์เชื่อมต่อกับการ์ดนี้ให้ถูกต้องเสียก่อน

การต่อสายสัญญาณ แอดเดรสบัส, ดาต้าบัส, สัญญาณควบคุม และสัญญาณอินพุต/เอาต์พุต ควรใช้สายวายแล็บอย่างสังกะสี เพื่อสะดวกในการตรวจสอบ เมื่อต่อสายสัญญาณต่างๆ เสร็จเรียบร้อยแล้ว ควรจะใช้มัลติมิเตอร์วัดสัญญาณต่างๆ ที่ต่อไว้ว่าถูกต้องตามวงจรหรือไม่ และที่สำคัญระวังอย่าให้ไฟ VCC กับกราวด์ลัดวงจรเป็นอันขาด เพราะจะทำให้ตัวอุปกรณ์ และเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์เสียหาย



รูปที่ 2.21 ขาสัญญาณบนสล็อต และการ์ดอินเตอร์เฟส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.22 วงจรพอร์ตหมายเลข 27CH–27FH

จากวงจรรูปที่ 2.22 จะเห็นว่าใช้ 74LS138 ในการถอดรหัสหมายเลข 27X และเมื่อรวม A0 – A1 จะได้เป็นหมายเลข 27CH – 27FH ดังตารางที่ 2.5

ทดลองโดยเสียบลงบนสล็อตของเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ การเสียบการ์ดลงบนสล็อตหรือดึงการ์ดออกจากสล็อตจะต้องปิดสวิตช์ Power ของเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ก่อนทุกครั้ง จากนั้นจึงทำการเขียนโปรแกรมทดสอบพอร์ตต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.5 การถอดรหัสตำแหน่งของพอร์ต

A9	A8	A7	A6	A5	A4	A3	A2	A1	A0	หมายเลขพอร์ต	หมายเหตุ
G1	$G2_A$	$G2_2$	C_2	B_2	A_2	B_1	A_1				
1	0	0	1	1	1	1	1	0	0	27CH	พอร์ต A
1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	27DH	พอร์ต B
1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	27EH	พอร์ต C
1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	27H	พอร์ต D

2.8 โปรแกรมวิชวลเบสิค

2.8.1 ภาพรวมของวิชวลเบสิค

วิชวลเบสิคมีสภาพแวดล้อมสำหรับการพัฒนาโปรแกรมบนวินโดวส์ ประกอบด้วยเครื่องมือต่าง ๆ ครบถ้วนไม่ว่าจะเป็นส่วนของการออกแบบ User Interface, ส่วนออกแบบเมนู (Menu Designer), การสร้างรายงาน (Report Writer) อิดิเตอร์สำหรับป้อนโปรแกรม และ Debugger เพื่อการตรวจหาข้อผิดพลาดในโปแกรม องค์ประกอบเหล่านี้นับว่าเอื้ออำนวยต่อการทำงานของโปรแกรมเมอร์เป็นอย่างมาก

ในด้านตัวภาษาวิชวลได้นำไวยกรณ์ของ Basic และ GW – Basic มาใช้โดยสนับสนุนความสามารถเดิมเกือบทั้งหมด นอกจากนี้ยังได้เพิ่มโปรแกรมแบบมีโครงสร้างของ Quick Basic ซึ่งคล้ายกับภาษาที่มีโครงสร้าง เช่น Pascal หรือ C เข้าไปด้วย

นอกจากนี้ยังเพิ่มคำสั่ง และฟังก์ชันเกี่ยวกับ Object และการเรียกฟังก์ชันของระบบปฏิบัติการ (API) เพื่อให้การทำงานกว้างขวางขึ้น รวมทั้งสนับสนุนความสามารถของระบบ เช่น OLD, DDE และการใช้คลิปบอร์ด เป็นต้น

ด้วยความสามารถของภาษาวิชวลเบสิค ผู้ใช้สามารถสร้างแอพพลิเคชั่นได้หลายประเภท ไม่ว่าจะเป็นโปรแกรมวาดภาพ, การคำนวณทางเงิน หรือแม้แต่โปรแกรม Cardfile ซึ่งเป็นโปรแกรมมาตรฐานในวินโดวส์โดยไม่ต้องใช้ชุด SDX เลย

วิชวลเบสิคแต่ละเวอร์ชันจะมี 2 Edition คือ Standard และ Professional Edition ซึ่งข้อแตกต่างคือ ในชุด Professional นั้นจะมี Custom Control (Object ที่สามารถนำมาใช้ในฟอร์ม) มากกว่า และจะมีเครื่องมืออื่นๆ เช่น Help Complier สำหรับการสร้างข้อความอธิบาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้ Setup Kit เพื่อทำส่วนของการติดตั้งแอพพลิเคชั่น (Installing) และ Report Writer พร้อมข้อมูลเพิ่มเติมอื่นสำหรับผู้พัฒนา แต่ในด้านความสามารถของภาษาจะเหมือนกันทั้ง 2 Edition

2.8.2 หลักการโปรแกรมเชิงภาพของวิชวลเบสิค

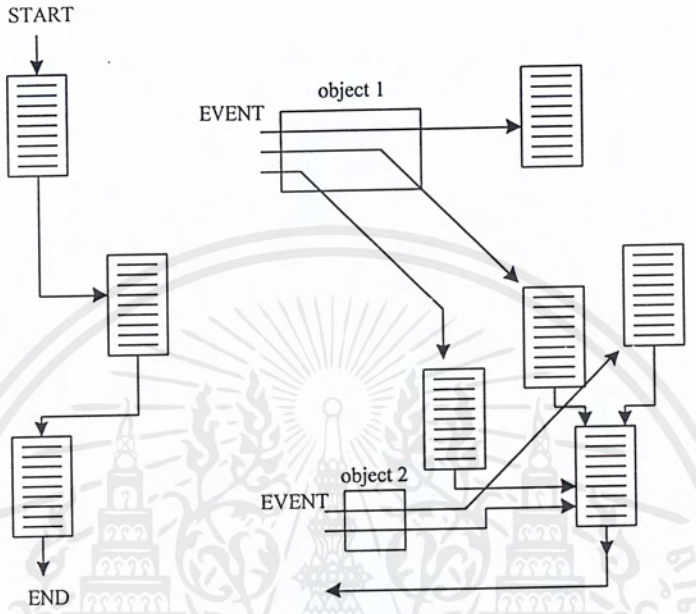
ในวิชวลเบสิคนั้น การพัฒนาและการเขียนโปรแกรมจะเป็นไปในอีกรูปแบบหนึ่ง กล่าวคือ ในการเขียนโปรแกรมเดิมนั้นเราจะต้องมานั่งออกแบบหน้าจอ ระบุตำแหน่งการแสดงผล คิดหาขั้นตอนการทำงาน และอื่นๆ จากนั้นจึงจะทำการเขียนโปรแกรม โปรแกรมที่จะได้อธิบายและสั่งงานคอมพิวเตอร์เป็นลำดับไป แต่ในวิชวลเบสิคจะใช้หลักของภาพ และการมองเห็นโดยเริ่มจากออกแบบวินโดวส์ย่อย หรือที่ในวิชวลเบสิคเรียกว่า *ฟอร์ม* ในฟอร์มจะประกอบด้วยสิ่งต่างๆ ที่เราจะทำงานด้วย หรือ เรียกว่าเป็น Object เช่นข้อความ, ช่องรับข้อความ, Scroll Bar หรือปุ่ม เมื่อกำหนดสิ่งเหล่านี้ครบตามต้องการแล้ว จึงระบุว่าองค์ประกอบแต่ละอย่างว่าจะทำงานอย่างไร โดยเขียนโปรแกรมย่อยๆ ปะเข้าไปกับ Object เหล่านี้ ที่ต้องทำแบบนี้ก็เพราะว่าการทำงานในวินโดวส์เป็นแบบที่เรียกว่า อีเว้นท์ – ไดเว้นท์ คือขึ้นกับเหตุการณ์ (Event) การเขียนโปรแกรมแบบเดิมคือ การสั่งงานตามลำดับจะยุ่งยากมาก หรือบางกรณีอาจทำไม่ได้เลย เพราะอย่าลืมว่าในขณะใดขณะหนึ่งนั้น ในระบบไม่ใช่จะมีเพียงโปรแกรมประยุกต์ของเราเท่านั้นที่ทำงาน วินโดวส์จะต้องจัดการกับทุกโปรแกรมที่ทำงานขณะนั้นทั้งหมดไปพร้อมๆ กัน ในขณะที่โปรแกรมแสดงหน้าจอสำหรับรับอินพุต อาจพิมพ์ข้อมูลเข้าไป ใช้เมาส์เลื่อนไปคลิกตรงนั้นตรงนี้ได้โดยอิสระ ทำให้ยากที่จะเขียนโปรแกรมธรรมดาให้คอยดักเส้นทางการทำงาน ในการรับอินพุตว่าจะเกิดอะไรขึ้นตรงไหนก็ได้ จึงต้องใช้รูปแบบการโปรแกรมในลักษณะ อีเว้นท์ – ไดเว้นท์ ดังกล่าว ซึ่ง Object แต่ละตัวก็จะมีเหตุการณ์เกิดขึ้นได้หลายอย่าง

นอกจาก Object จะมีการตอบสนองต่อเหตุการณ์ต่างๆ ที่กำหนดแล้ว ยังมีอีกเรื่องหนึ่งที่จะขอกล่าวคือ ทุก Object จะมีลักษณะหรือคุณสมบัติ (Property) ของตัวเอง เช่น ช่องรับข้อความ (Text Box) จะมีชื่อ, ข้อความในนั้น, ความกว้าง, ความสูง, สี โดยเราสามารถอ้างถึงหรือเปลี่ยนคุณสมบัติเหล่านี้ได้ขณะที่โปรแกรมทำงานอยู่ เป็นต้นว่า หากไม่มีการป้อนข้อมูลจะแสดงด้วยสีหนึ่ง หรืออาจไม่ต้องแสดงบนจอภาพเลย

ในการที่กระทำสิ่งหนึ่งสิ่งใดกับ Object นั้น จะมีสิ่งที่เรียกว่า Method ซึ่งเปรียบเทียบเป็นกระบวนการทำงานของ Object ซึ่ง Object แต่ละแบบก็อาจจะมี Method ที่แตกต่างกันออกไปเช่น ถ้าต้องการสั่งให้เลื่อนตำแหน่งของข้อความ (Label) ก็จะมีกระบวนการ หรือ Method ชื่อ Move ของ Label เพื่อทำงานนี้โดยสั่งว่า *Label.Move = ตำแหน่งที่ย้ายไป* หรือการสั่งพิมพ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก็มี Method ชื่อ Print เป็นต้น ถ้าจะพูดไปแล้ว Method ฯ ก็คล้ายๆ กับคำสั่งที่ใช้ได้กับ Object จะมีคุณลักษณะเฉพาะที่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ของตัวเอง



รูปที่ 2.23 การเขียนโปแกรมแบบธรรมดากับแบบอีเว้นท์ – ไดร์ฟเว้น

การทำงานกับ Object ไม่ว่าจะเป็นการอ้างถึงคุณสมบัติ หรือใช้ Method ในบางครั้งเราสามารถอ้างถึง Object ได้ (ถ้าหาก Visual Basic เข้าใจได้ว่าจะทำงานกับ Object ใด) เช่น คำสั่ง Print "Hi!" Visual Basic จะเข้าใจเองว่าเป็นการใช้ Method Print กับฟอร์มที่กำลังทำงานอยู่ อย่างไรก็ตามเราควรระบุชื่อ Object ทุกครั้งที่ทำงานด้วย ไม่ว่าจะเป็นการอ้างถึงคุณสมบัติหรือใช้ Method เพื่อไม่ให้เกิดความคลุมเครือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การออกแบบ การสร้าง และการทำงาน

3.1 เครื่องวัดความเร็วลมและทิศทางลม

เครื่องวัดความเร็วลมที่ใช้ในการทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ใช้เครื่องต้นแบบจากเครื่องวัดความเร็วลม ซึ่งใช้หลักการของการตรวจจับแสงเมื่อแสงเดินทางผ่านแล้วส่งสัญญาณเข้าสู่วงจรนับเพื่อทำการนับสัญญาณพัลส์ แล้วส่งต่อเข้าสู่ภาคมัลติเพล็กซ์ที่พอร์ต PA ส่วนเครื่องวัดทิศทางลมใช้หลักการของการเปลี่ยนค่าความต้านทานของตัวโพเทนทิโอมิเตอร์ (Potentiometer) นำสัญญาณที่ได้เข้าสู่วงจรแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นสัญญาณดิจิตอลแล้วส่งสัญญาณเข้าสู่ภาคมัลติเพล็กซ์ที่พอร์ต PC สัญญาณทั้งสองสัญญาณจะถูกส่งเข้าสู่วงจรมอดูเลตแบบ FSK แล้วส่งออกอากาศด้วยเครื่องส่งวิทยุความถี่ 462 เมกะเฮิรตซ์ จากนั้นเครื่องรับสัญญาณวิทยุจะรับสัญญาณที่ส่งเข้ามาทำการดีมอดูเลตแบบ FSK แล้วส่งสัญญาณเข้าสู่ภาคดีมัลติเพล็กซ์ทำการประมวลผลสัญญาณที่ได้แล้วนำไปแสดงผลที่หน้าจอคอมพิวเตอร์

การสร้างเครื่องวัดความเร็วลมและทิศทางลม

ในการสร้างเครื่องวัดความเร็วลมและทิศทางลมสามารถสร้างได้หลายรูปแบบ แต่ในที่นี้จะใช้เครื่องวัดความเร็วลมแบบลูกถ้วยสามแกน ที่ทำมุมซึ่งกันและกัน 120 องศา ส่วนเครื่องวัดทิศทางลมจะใช้หลักการของศรลม ซึ่งในการสร้างสามารถสร้างเครื่องวัดความเร็วลมและทิศทางลมได้จากอุปกรณ์ที่หาได้ง่าย สามารถที่จะนำไปใช้งานได้จริงและเชื่อถือได้

เครื่องวัดความเร็วลมและทิศทางลมประกอบด้วยกัน 2 ส่วน โดยมีขั้นตอนการสร้างดังนี้

1) ออกแบบแผ่นเพลทเซนเซอร์เป็นรูปวงกลม และแบ่งส่วนสลับสีทั้งหมด 20 ส่วน ดังรูปที่ 3.1 ให้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 เซนติเมตร ลงบนกระดาษกาว

รูปที่ 3.1 การออกแบบแผ่นเพลทเซนเซอร์ขนาด 20 ส่วน

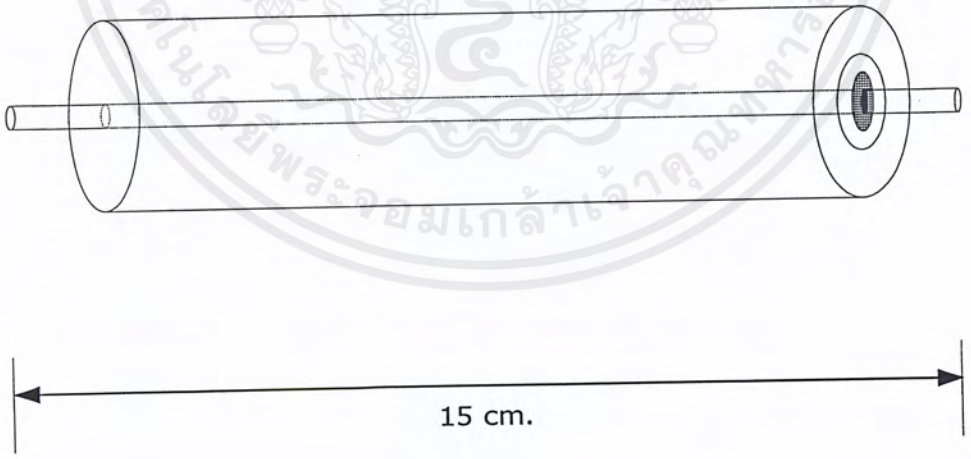
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นำแผ่นพลาสติกใสที่มีความหนา 1 มิลลิเมตรมาเจาะรู ให้พอดีกับแกนสแตนเลสที่ใช้ นำแบบรูปวงกลมที่ออกแบบไว้มาติดบนแผ่นพลาสติก แล้วจึงตัดแผ่นพลาสติกตามแบบ จากนั้น กรีดส่วนที่เป็นสีขาวออกทั้งหมดโดยจะได้ส่วนที่ต้องการเพียง 10 ส่วน แล้วนำไปพ่นด้วยสีสเปรย์สีดำทิ้งไว้ให้แห้ง ลอกกระดาษกาวที่เหลือออกทั้งหมด

2) กางวงเวียนรัศมี 1 เซนติเมตร ลงบนแผ่นพลาสติกที่มีความหนา 3 มิลลิเมตร จากนั้นเจาะรูตรงกลางโดยใช้ดอกสว่านขนาด 1/8 นิ้ว ก่อน ตะไบรูที่เจาะเพื่อใส่แบริ่ง ใช้ตะไบละเอียดแต่งให้เรียบร้อย เพื่อให้มีความพอดีกับแบริ่งแล้วจึงตอกอัดแบริ่งให้ลงไปในรูที่ตกแต่งไว้แล้วจะสามารถใส่ลงไปได้พอดี จากนั้นจึงทำการเลื่อยพลาสติกตามรอยเส้นรอบวงที่กำหนดไว้ตะไบเก็บรายละเอียดให้เรียบร้อย โดยจะทำทั้งหมด 3 ชิ้น

3) เมื่อได้แผ่นพลาสติกที่มีแบริ่งอยู่ทั้ง 3 ชิ้นแล้ว จะนำมาตอกอัดกับท่อ PVC ที่ใช้เป็นแกนของเครื่องวัดทิศทางลมและเครื่องวัดความเร็วลม โดยเครื่องวัดทิศทางลมจะใช้เพียง 1 ชิ้น เครื่องวัดความเร็วลมจะใช้ 2 ชิ้น

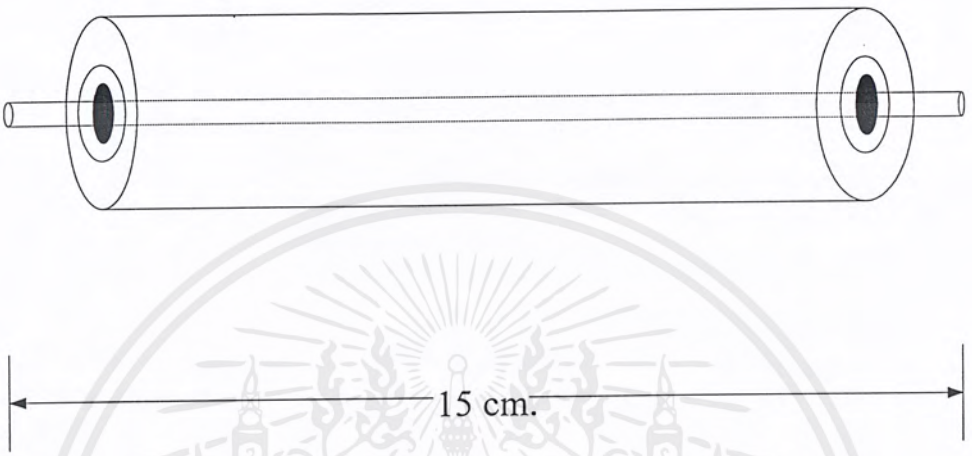
4) ตอกอัดพลาสติกที่มีแบริ่งใส่ลงบนปลายท่อ PVC ด้านหนึ่งให้พอดีมากที่สุด เพื่อจะใส่แกนสแตนเลส สำหรับเครื่องวัดทิศทางลม



รูปที่ 3.2 ท่อ PVC ที่ตอกอัดแผ่นเพลทพลาสติกที่มีแบริ่งอยู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5) ตอกอัดพลาสติกที่มีแบริ่งใส่ลงบนปลายท่อ PVC อีกท่อนหนึ่ง ทั้ง 2 ด้าน เพื่อจะใส่แกนสแตนเลส สำหรับเครื่องวัดความเร็วลม



รูปที่ 3.3 ท่อ PVC ที่ตอกอัดแผ่นเพลทพลาสติกที่มีแบริ่งอยู่โดยตอกอัดทั้ง 2 ด้าน

6) เมื่อได้แกนท่อ PVC ทั้งสองแล้ว นำสแตนเลสที่เตรียมไว้มาตัดให้ได้ความยาว 15 เซนติเมตร โดยเครื่องวัดทิศทางลมและเครื่องวัดความเร็วลม จะใช้แกนสแตนเลสที่ยาวเท่ากัน

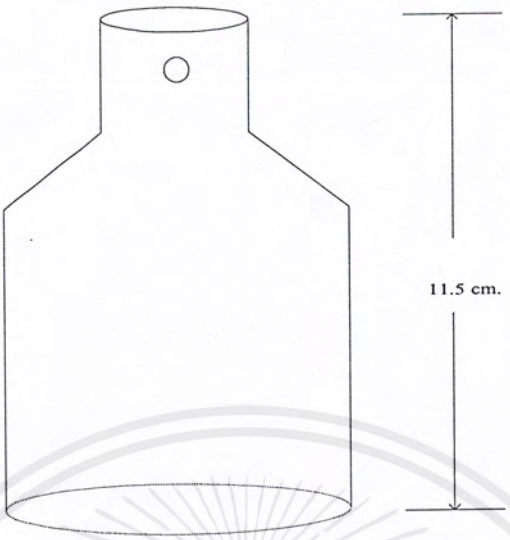
7) แกนสแตนเลสชิ้นแรกที่จะใช้กับเครื่องวัดทิศทางลม จะตะไบด้านปลายด้านหนึ่งเอาไว้ อีกด้านหนึ่งจะสวมเข้ากับ โพเทนทิโอมิเตอร์ และยึดติดกับโพเทนทิโอมิเตอร์ด้วยท่อหด

8) แกนสแตนเลสชิ้นที่สอง ที่จะใช้กับเครื่องวัดความเร็วลม จะต้องตะไบปลายด้านหนึ่งเอาไว้ และที่อีกปลายด้านหนึ่งจะต้องสตาฟเกลียวยาวประมาณ 1 เซนติเมตร เพื่อใช้ในการล็อคแผ่นเพลทเซ็นเซอร์ด้วยน็อต

9) นำแกนสแตนเลสสำหรับเครื่องวัดความเร็วลมใส่ลงไปในแบริ่ง นำเอาวงจรวัดความเร็วลมมาประกอบยึดเข้ากับแกนท่อ PVC ที่เตรียมไว้ โดยใส่แผ่นเพลทพลาสติกเซ็นเซอร์ ล็อคด้วยน็อตที่ปลายแกนแสตนเลสนั้น

10) นำเอาท่อลดขนาดที่เตรียมไว้ 2 ชิ้น ชิ้นแรกนำท่อลดขนาดมาสวมเข้ากับแกน PVC กำหนดจุดที่จะเจาะรูเพื่อสตาฟเกลียวและยึดตัวหนอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



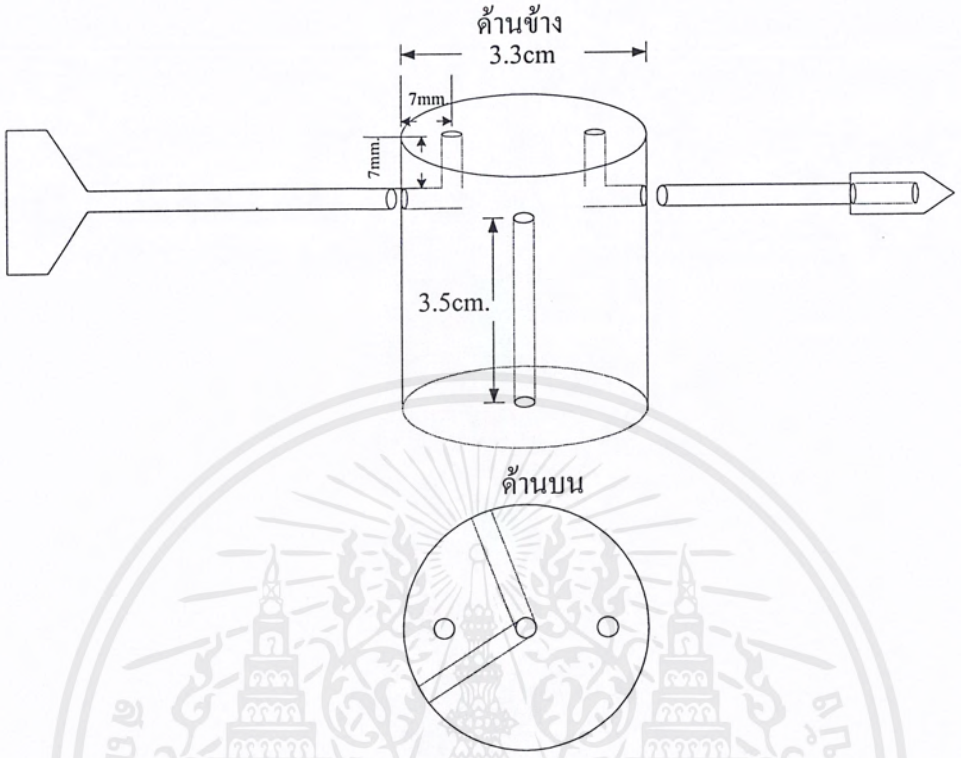
รูปที่ 3.4 ท่อลดขนาด

11) ท่อลดขนาดอีกชิ้นหนึ่ง จะทำเช่นเดียวกัน โดยจะสวมกับแกน PVC สำหรับวงจรวัดทิศทางลม

12) ทำฝาครอบท่อ PVC โดยจะนำเอาฝาครอบท่อ PVC มา 2 ชิ้น ชิ้นหนึ่งสำหรับเครื่องวัดทิศทางลม อีกชิ้นหนึ่งสำหรับเครื่องวัดความเร็วลม โดยจะนำมากำหนดจุดเพื่อทำการเจาะรูยึดตัวหนอนดังนี้

12.1 เครื่องวัดทิศทางลม จะต้องเจาะรูด้านบน 2 รู เพื่อสตาฟเกลียวและยึดตัวหนอน เพื่อใช้ยึดแกนสแตนเลสของศรลม และจะต้องเจาะรูด้านข้าง 2 รู เพื่อใช้ยึดแกนสแตนเลสจาก PVC

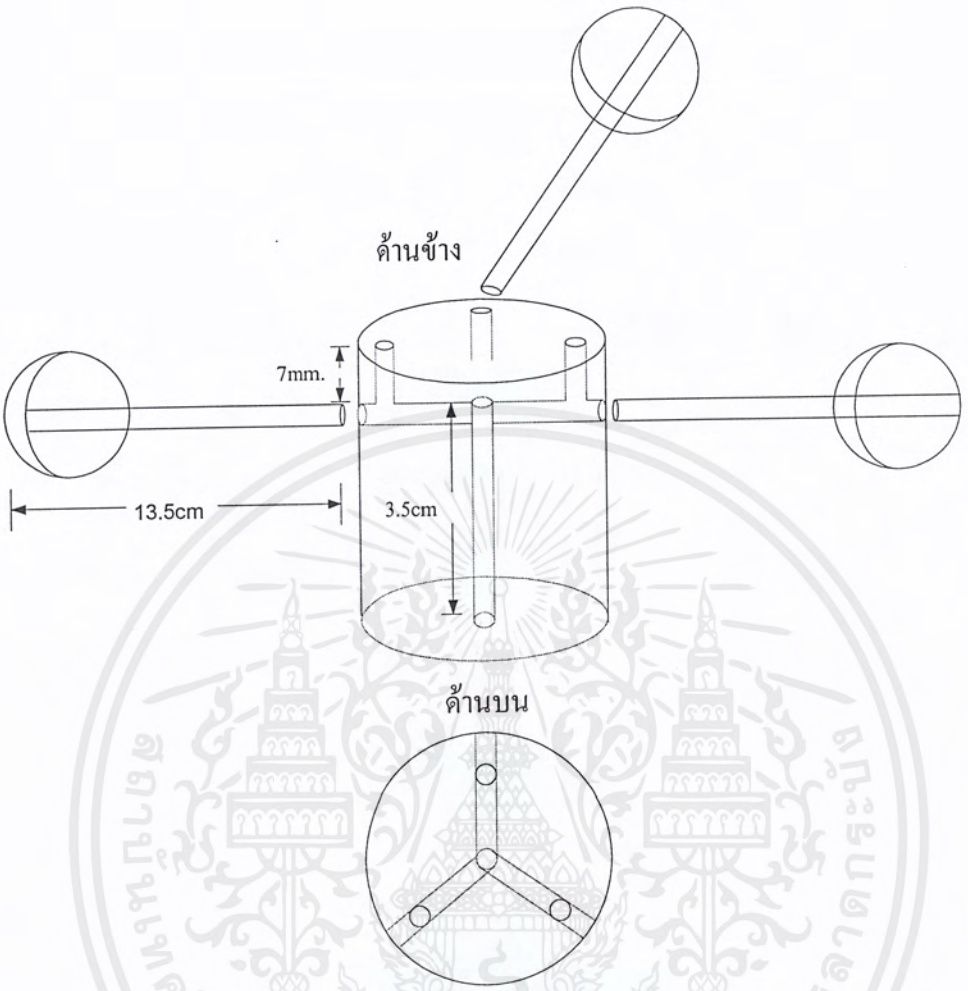
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.5 ฝาครอบของเครื่องวัดทิศทางลม

12.2 เครื่องวัดความเร็วลม จะต้องเจาะรูด้านบน 3 รู และทำมุม 120 องศาซึ่งกันและกัน เพื่อยึดแกนของลูกถ้วยทั้ง 3 แกน และจะต้องเจาะรูด้านข้าง 6 รู โดยใช้ยึดแกนสแตนเลสจาก PVC 3 รู และอีก 3 รู เป็นรูสำหรับใส่แกนหรือแขนของลูกถ้วยดังรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



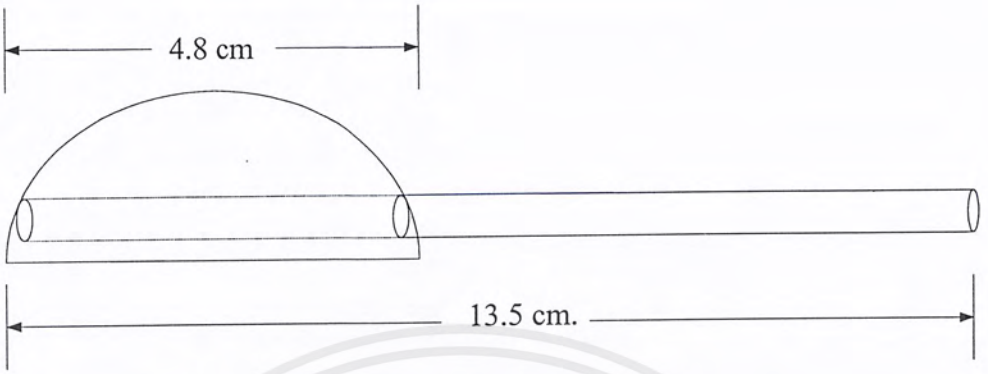
รูปที่ 3.6 ฝาครอบของเครื่องวัดความเร็วลม

13) นำเอาฝาครอบที่กำหนดจุดเจาะแล้ว นำมาเทเรซิน โดยเตรียมเรซินที่ผสมสารเร่งการแข็งตัว จากนั้นนำเอาเรซินที่ผสมแล้วเทลงในฝาครอบด้านในโดยเว้นจากขอบฝาครอบด้านใน 1 เซนติเมตร

14) จากนั้นทิ้งเรซินให้แข็งตัวเป็นเวลา 15 ชั่วโมง เพื่อให้เรซินพร้อมใช้งานมากที่สุด

15) การทำลูกถ้วยสำหรับ เครื่องวัดความเร็วลม จะนำเอาพลาสติกที่มีลักษณะเป็นครึ่งทรงกลม มีขนาดและน้ำหนักเท่ากัน มาทำการกำหนดจุดที่จะเจาะรูเพื่อสตาฟเกลียว ในการใส่แกนสแตนเลส รูที่กำหนดเจาะ จะทำมุมซึ่งกันและกัน 180 องศา โดยลูกถ้วยด้านหนึ่งเจาะรูด้วยดอกสว่านขนาด 5/32 และอีกด้านเจาะรูด้วย 1/8 เพื่อสตาฟเกลียว ทำทั้งหมด 3 ชิ้น

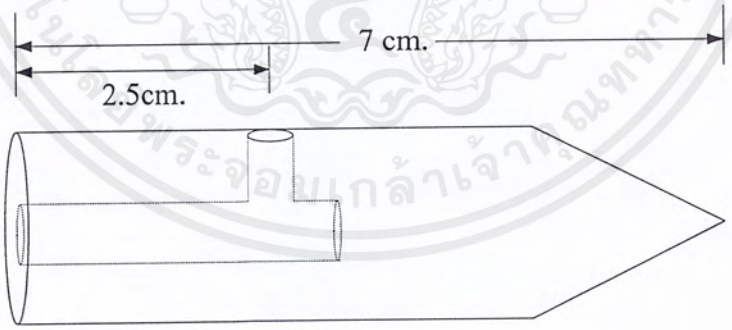
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.7 ลูกถ้วยพร้อมกับแกนสแตนเลสที่จะใช้กับเครื่องวัดความเร็วลม

16) เตรียมแกนสแตนเลสทำแขนของลูกถ้วย ยาว 13.5 เซนติเมตร โดยที่ปลายด้านหนึ่งจะต้องสตาฟเกลียวด้วย โดยจะทำทั้งหมด 3 ชิ้น

17) การทำศรลม จะใช้แท่งสแตนเลสตัน ยาวประมาณ 5 นิ้ว และกลึงให้มีลักษณะเป็นเหมือนปลายลูกศร เจาะรูให้ได้ศูนย์กลางผ่านเข้าไปในสแตนเลสนั้น เพื่อใส่แกนสแตนเลสของศรลม โดยจะต้องเจาะรูด้านบนเพื่อสตาฟเกลียวสแตนเลสนั้น ในการยึดตัวหนอน(และสามารถใช้ในการเลื่อนแกนสแตนเลสของศรลมเข้า – ออกได้ ในการปรับบาลานซ์) ดังรูปที่ 3.8

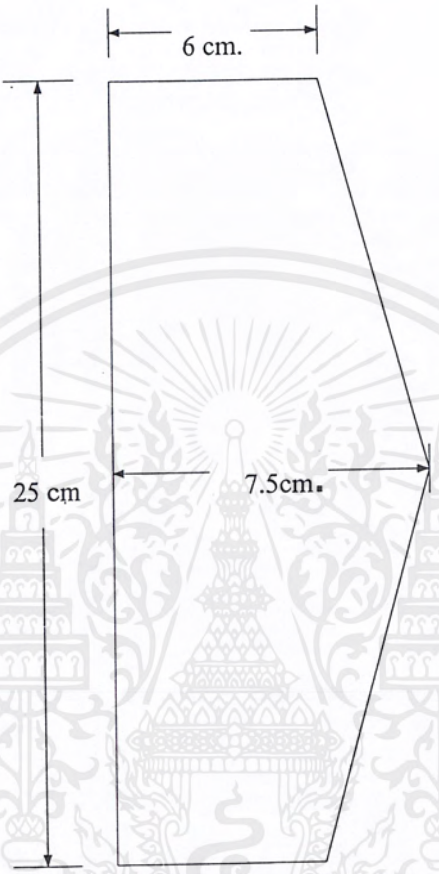


รูปที่ 3.8 ส่วนหัวของศรลมของเครื่องวัดทิศทางลม

18) เมื่อฝาครอบที่เทเรซินไว้ แข็งตัวแล้วนำไปเจาะรูตามจุดที่กำหนดและให้เจาะรูศูนย์กลางผ่านเข้าไปในเรซินด้วยเพื่อใช้ยึดกับแกนจากท่อ PVC (เพื่อความบาลานซ์ จึงต้องเจาะให้ได้ศูนย์กลางมากที่สุด) สตาฟเกลียวเพื่อยึดแกนสแตนเลสของลูกถ้วย หรือแกนสแตนเลสของศรลมให้เรียบร้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

19) การทำหางของศรลม นำเอาสแตนเลสแผ่นความหนา 1 มิลลิเมตร มาตัดตามขนาดที่ได้ออกแบบไว้ เชื่อมหางกับแกนสแตนเลสด้วยน้ำกรด

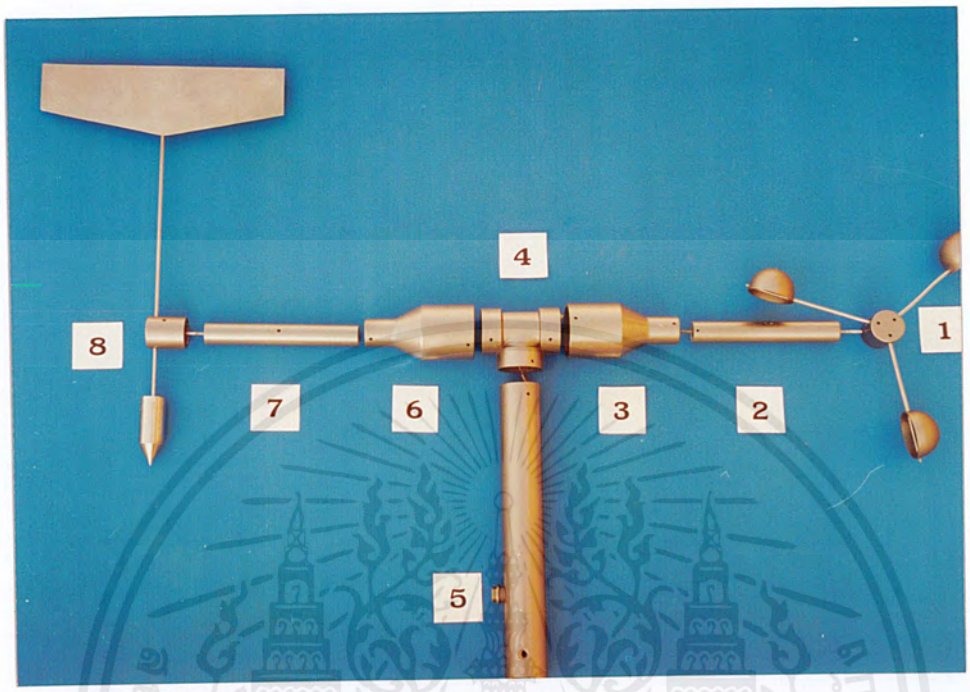


รูปที่ 3.9 ส่วนหางของศรลมของเครื่องวัดทิศทางลม

20) ใช้ท่อ PVC ขนาด 1 นิ้ว 2 หุนที่จะนำมาทำเป็นแขนและท่อแยก 3 ทาง เป็นตัวเชื่อมระหว่างส่วนประกอบทั้งหมด

21) นำเอาส่วนประกอบทั้งหมดมาประกอบเข้าด้วยกัน จะได้เครื่องวัดความเร็วลมและทิศทางลมที่สมบูรณ์แบบดังรูปที่ 3.10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.10 ส่วนประกอบโดยรวมของเครื่องวัดความเร็วลมและวัดทิศทางลม

ซึ่งสามารถแยกตัวประกอบหลักๆ ได้เป็น 8 ส่วน คือ

ส่วนที่ 1 เรียกว่า ฝาครอบพร้อมลูกถ้วยเครื่องวัดความเร็วลม

ส่วนที่ 2 เรียกว่า แกนท่อ PVC ทางด้านเครื่องวัดความเร็วลม

ส่วนที่ 3 เรียกว่า ท่อลดขนาด ทางด้านเครื่องวัดความเร็วลม

ส่วนที่ 4 เรียกว่า ท่อแยกสามทางใช้ในการเชื่อมต่อระหว่างชุดเครื่องวัดความเร็วลมกับชุดเครื่องวัดทิศทางลม

ส่วนที่ 5 เรียกว่า แขนของเครื่องวัดความเร็วลมและทิศทางลม

ส่วนที่ 6 เรียกว่า ท่อลดขนาด ทางด้านเครื่องวัดทิศทางลม

ส่วนที่ 7 เรียกว่า แกนท่อ PVC ทางด้านเครื่องวัดทิศทางลม

ส่วนที่ 8 เรียกว่า ฝาครอบพร้อมลูกศรส่วนหัวและส่วนหางของเครื่องวัดทิศทางลม

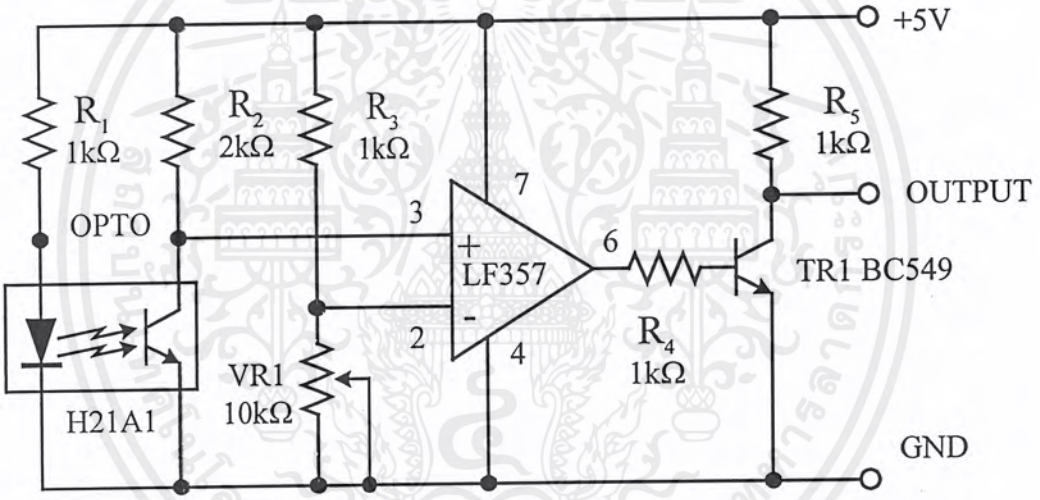
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 ภาคส่งสัญญาณวิทยุ

ภาคส่งสัญญาณวิทยุจะทำหน้าที่ส่งสัญญาณโดยจะนำสัญญาณทั้งสองคือสัญญาณที่ได้จากตัววัดความเร็วลม และสัญญาณที่ได้จากตัววัดทิศทางลม ซึ่งได้จากมาโดยอาศัยการนับสัญญาณพัลส์ มาผ่านการมัลติเพล็กซ์แบบใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 มาผ่านการมอดูเลตแบบ FSK ผ่านเครื่องส่งวิทยุและแพร่กระจายสัญญาณไปในอากาศ ส่วนประกอบของภาคส่งสัญญาณวิทยุนี้ประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ดังนี้

3.2.1 วงจรวัดความเร็วลม

วงจรวัดความเร็วลมนี้ใช้หลักการของการตรวจจับแสงที่ผ่านเข้าตัวโฟโต้ทรานซิสเตอร์เพื่อกำเนิดเป็นแรงดันแล้วทำการขยายสัญญาณโดยใช้ออปแอมป์



รูปที่ 3.11 วงจรตรวจจับแสงที่ใช้ในการวัดความเร็วลม

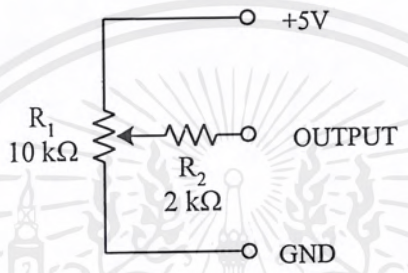
เมื่อจ่ายไฟบวก 5 โวลต์ ให้แก่ แอลอีดีอินฟาเรด จะมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านตัวแอลอีดีอินฟาเรด ทำให้แอลอีดีอินฟาเรดปล่อยแสงออกมา ส่วนทางด้านรับแสงคือโฟโต้ทรานซิสเตอร์ เมื่อรับแสงมาได้แล้วจะทำการส่งเข้าอินพุตขา 3 ของออปแอมป์ LF 357 ทำการขยายสัญญาณที่ได้รับ แล้วส่งต่อสัญญาณไปไบอัสขาเบสของทรานซิสเตอร์ BC 549 มีสัญญาณเอาท์พุตเป็น “1” ออกมา

ถ้าหากว่าตัวโฟโต้ทรานซิสเตอร์ไม่ได้รับแสงจากตัวแอลอีดีอินฟาเรด จะไม่มีสัญญาณส่งเข้าออปแอมป์ จึงไม่มีสัญญาณเอาท์พุตออกมาไบอัสที่ขาเบสของทรานซิสเตอร์ เอาท์พุตที่ได้ออกมาจึงมีสถานะเป็น “0”

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 วงจรวัดทิศทางลม

วงจรนี้จะใช้ตัวต้านทานปรับค่าได้แบบโพเทนทิโอมิเตอร์ค่า 10 kΩ เป็นหัวใจหลักของวงจร โดยตัวโพเทนทิโอมิเตอร์นี้ จะสามารถหมุนได้รอบทิศทางหรือ 360 องศา และที่ขา 2 ของโพเทนทิโอมิเตอร์จะต่อตัวต้านทาน R_2 ไว้เพื่อจำกัดกระแส แล้วต่อออกคอนเน็คเตอร์เพื่อใช้งานต่อไป



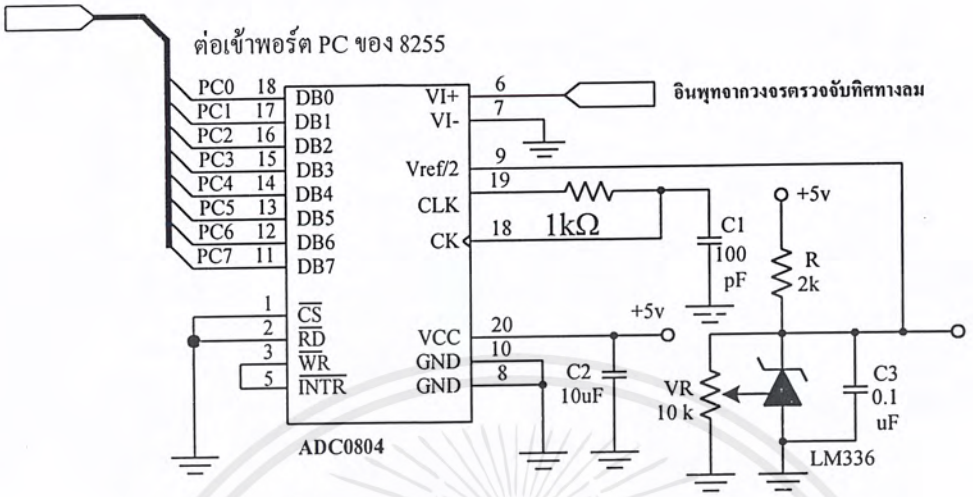
รูปที่ 3.12 วงจรวัดทิศทางลม

3.2.3 วงจรแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นสัญญาณดิจิตอล

การแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นสัญญาณดิจิตอลนี้ ใช้ชิพเบอร์ ADC0804 ซึ่งเป็นชิพแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นสัญญาณดิจิตอลขนาด 8 บิต โดยต่อสัญญาณอินพุตเข้าที่ขา 6 ของชิพ แรงดันอ้างอิงของชิพ ADC0804 ถูกกำหนดให้เลือกได้ระหว่างค่า 2.5 โวลต์ และค่าแรงดันอ้างอิงจากภายนอก เอาท์พุตของชิพ ADC0804 ออกมาที่ขา DB0-DB7

แรงดันอ้างอิง 2.5 โวลต์ ที่ใช้ในวงจรได้มาจาก IC เบอร์ LM336 ต่อร่วมกับ R2, C3 และ VR1

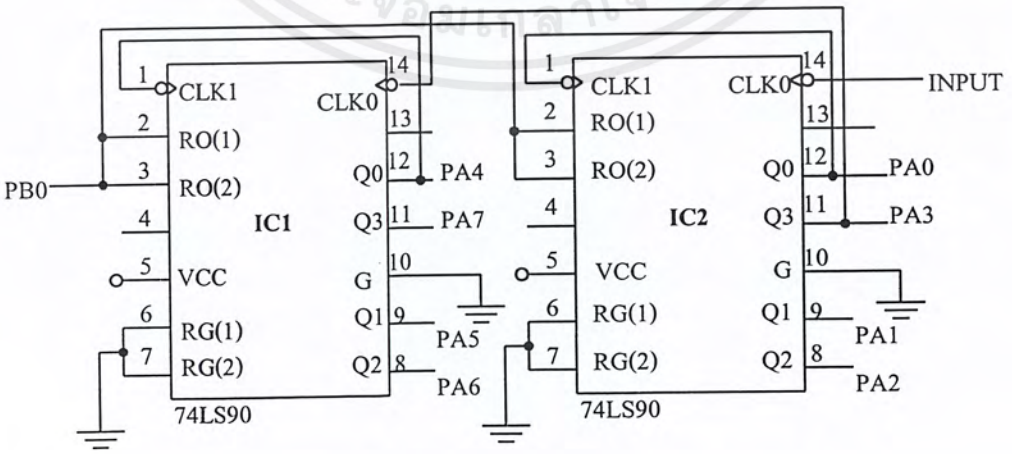
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.13 วงจรแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นสัญญาณดิจิตอล

3.2.4 วงจรนับ

วงจรนับนี้ใช้ IC สำเร็จรูปเบอร์ 74LS90 เป็นไอซีสำเร็จรูปที่ใช้ในวงจรนับสิบ ซึ่งเราจะใช้ทั้งหมด 2 ตัว เพื่อให้วงจรนับนี้สามารถนับได้ถึง 100 โดยจะทำการป้อนอินพุตให้แก่วงจรที่ขา 14 ของไอซีตัวที่ 1 และนำเอาท์พุตของไอซีตัวที่ 1 จำนวน 1 อินพุต ซึ่งก็คือ Q3 ของไอซี 1 มาป้อนเป็นอินพุตให้กับไอซีตัวที่ 2 โดยไอซีตัวที่ 1 จะแสดงถึงการนับหลักหน่วย และไอซีตัวที่ 2 แสดงถึงการนับหลักสิบ ไอซีทั้งสองตัวจะมีเอาท์พุตออกที่ Q0, Q1, Q2 และ Q3

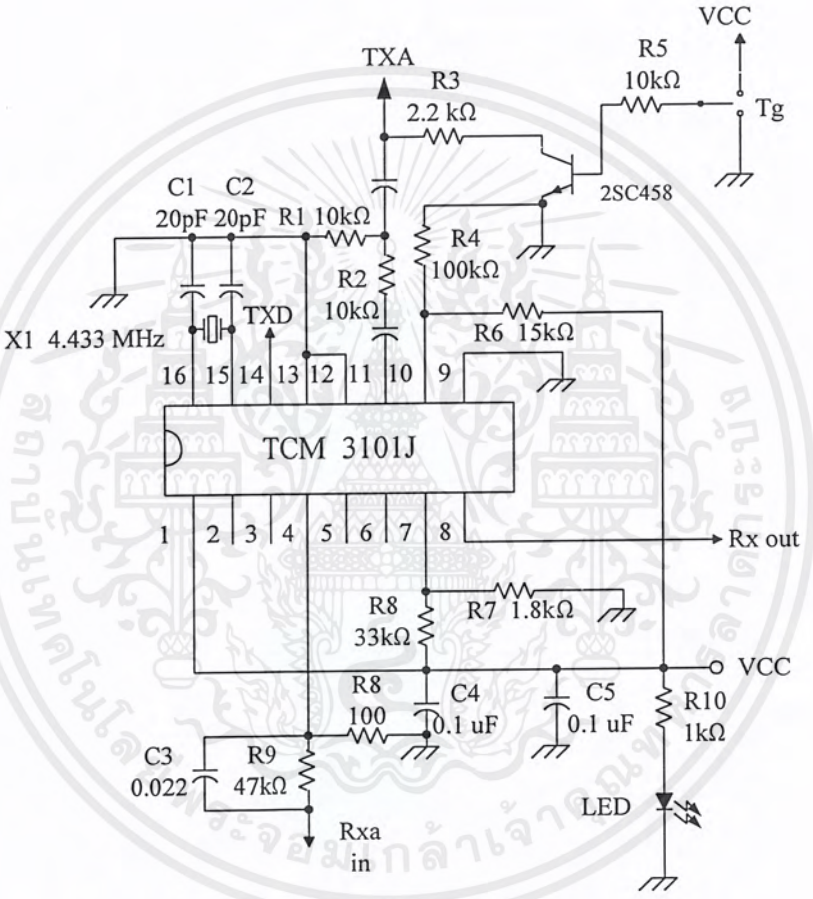


รูปที่ 3.14 วงจรนับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.5 วงจรมอดูเลตและดีมอดูเลตแบบ FSK MODEM

วงจร FSK MODEM เป็นรูปแบบหนึ่งในหลายๆ รูปแบบของการติดต่อสื่อสารกัน ในกิจการวิทยุสมัครเล่นตามปกติเราจะคุ้นเคยกับการติดต่อสื่อสารใน Mode เสียง การติดต่อสื่อสารใน Mode Packet Radio พูดง่ายๆก็คือ แทนที่เราจะใช้เสียงในการติดต่อสื่อสาร เราใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์มาควบคุมในการรับส่งข้อมูล ซึ่งรูปแบบของวงจรเป็นดังรูปที่ 3.15



รูปที่ 3.15 วงจรมอดูเลตและดีมอดูเลตแบบ FSK MODEM

3.2.6 วงจรมัลติเพล็กซ์

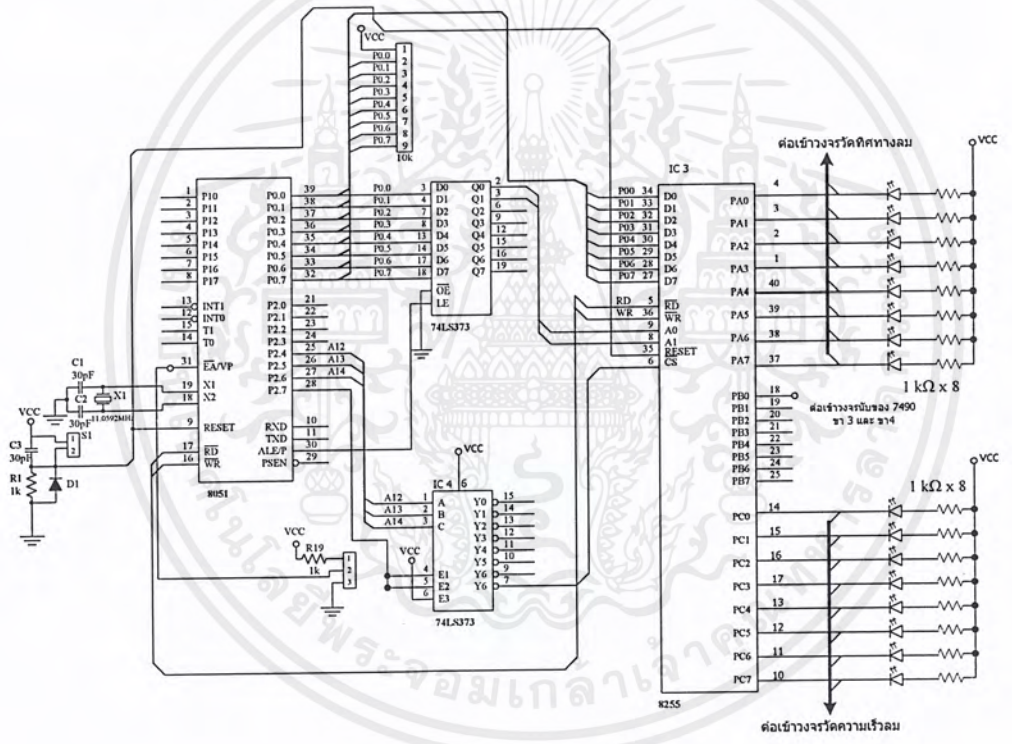
วงจรมัลติเพล็กซ์สัญญาณนี้ จะทำการมัลติเพล็กซ์สัญญาณที่ได้จากตัววัดความเร็วลม และตัววัดทิศทางลมเข้าด้วยกัน เพื่อส่งออกจากเครื่องส่ง โดยใช้ IC ตระกูล MCS-51 ในการมัลติเพล็กซ์สัญญาณข้อมูลจากตัววัดความเร็วลม และตัววัดทิศทางลมเข้ามาที่ขา P10-P17 ของชิพเบอร์ AT89C51 สัญญาณออกที่ขา P00-P07 เข้าขา D0-D7 ของชิพเบอร์ 74LS373 เพื่อ Latch ข้อมูลไว้ส่วนสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ขา P20-P27 เข้าที่ขา A, B และ C ของชิพเบอร์ 74LS138 ซึ่งเป็นไอซีถอดรหัส ทำการถอดรหัสให้ได้ตำแหน่งแอดเดรสที่ต้องการ

สัญญาณที่ออกจากขา Q0-Q7 ของชิพเบอร์ 74LS373 จะต่อเข้าขา D0-D7 ของชิพเบอร์ 82C55AC ซึ่งทำหน้าที่เป็นตัวขยายพอร์ต โดยที่ขา RD และ WR ของชิพเบอร์ 82C55AC จะต่อกับขา RD และ WR ของชิพเบอร์ AT89C51

สัญญาณที่ออกจากชิพเบอร์ 82C55AC จะมีทั้งหมด 3 พอร์ต คือ PA0-PA7 สำหรับการวัดความเร็วลม พอร์ต PB0-PB7 สำหรับการควบคุม และพอร์ต PC0-PC7 เป็นพอร์ตสำหรับการวัดทิศทางลม



รูปที่ 3.16 วงจรมัลติเพล็กซ์

3.2.7 วงจรเครื่องส่งวิทยุ

วงจรเครื่องรับ และเครื่องส่งวิทยุที่เลือกใช้นี้ เลือกใช้เป็นเครื่องรับเครื่องส่งแบบวิทยุรับส่งที่เรียกว่า CB ยี่ห้อ COBRA รุ่น TK-14 ความถี่ใช้งาน 462 MHz โดยหัวใจหลักของวงจรอยู่ที่ชิพเบอร์ 108 ซึ่งเป็นชิพไอซีขนาด 80 ขา และอุปกรณ์ประกอบอื่นๆ จะใช้อุปกรณ์ที่ใช้ในวงจรความถี่สูงทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

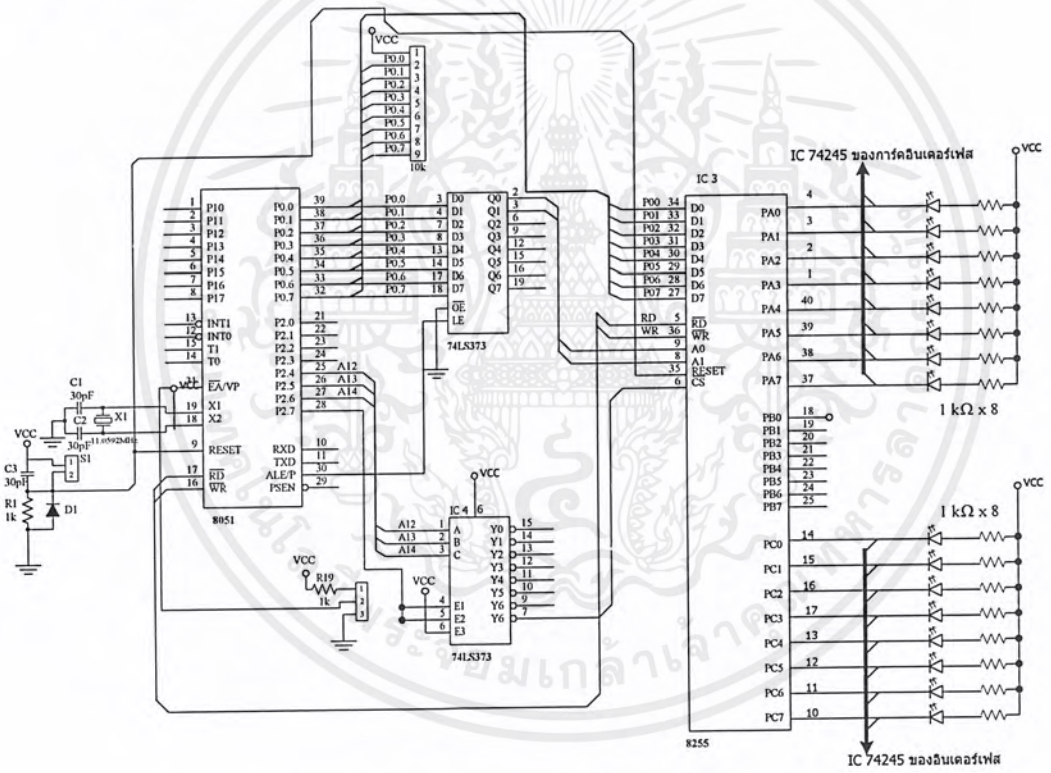
3.3 ภาครับสัญญาณวิทยุ

ภาครับสัญญาณวิทยุจะรับสัญญาณที่ส่งมาจากเครื่องส่งเพื่อทำการดีมอดูเลตให้ได้สัญญาณดิจิตอลออกมา ส่งเข้าวงจรอินเตอร์เฟสสัญญาณกับเครื่องคอมพิวเตอร์ต่อไป โดยจะมีส่วนประกอบต่างๆ ดังนี้

3.3.1 วงจรเครื่องรับวิทยุ

วงจรเครื่องรับวิทยุจะใช้วงจรเดียวกันกับวงจรเครื่องส่งวิทยุ เพียงแต่ทำการกำหนดค่าให้ต่างกัน โดยให้ตัวใดตัวหนึ่งเป็นเครื่องส่ง และให้อีกเครื่องหนึ่งเป็นเครื่องรับ

3.3.2 วงจรดีมัลติเพล็กซ์



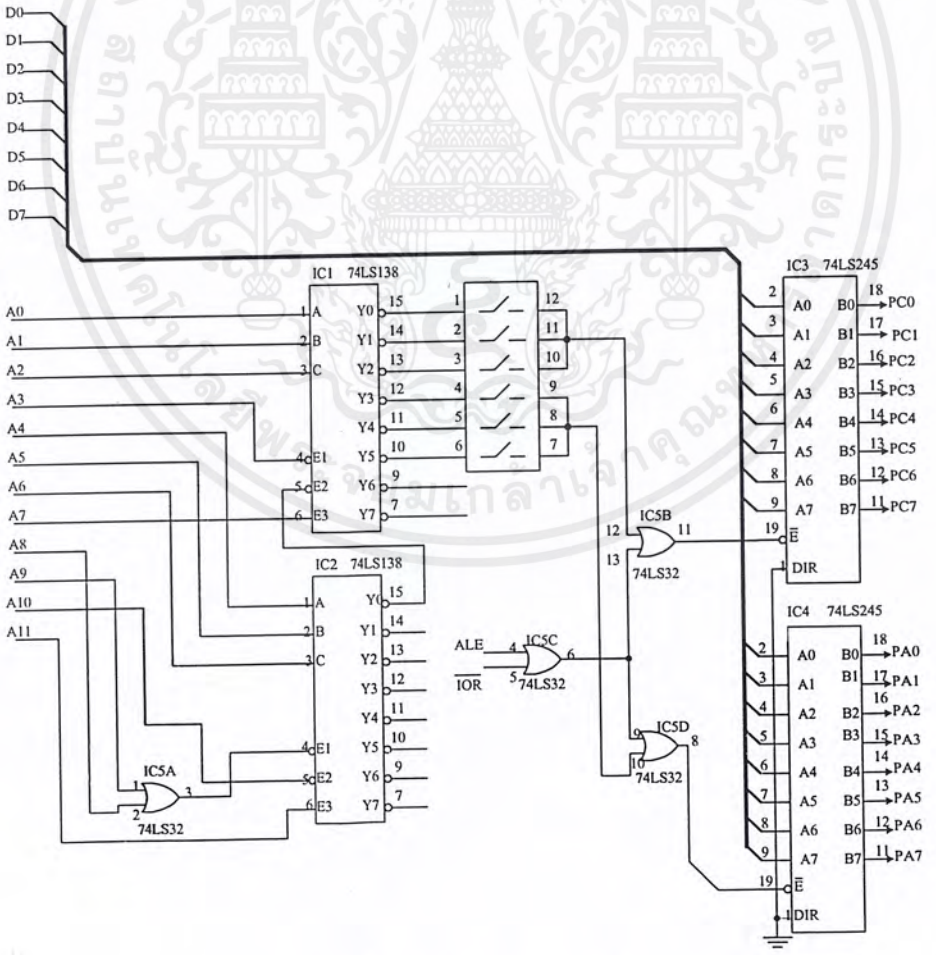
รูปที่ 3.17 วงจรดีมัลติเพล็กซ์

วงจรดีมัลติเพล็กซ์จะใช้วงจรเดียวกันกับวงจรมัลติเพล็กซ์ทุกอย่างคือใช้ไอซีเบอร์ AT89C51 ในการดีมัลติเพล็กซ์สัญญาณ วงจรจะรับสัญญาณอินพุตที่มาจากวงจรดีมอดูเลตแบบ FSK แล้วทำการแยกสัญญาณจากการวัดความเร็วลม และสัญญาณจากการวัดทิศทางลมออกจากกัน จากนั้นจึงนำสัญญาณเข้าไปอินเตอร์เฟสกับเครื่องคอมพิวเตอร์ วงจรดีมัลติเพล็กซ์แสดงได้ดังรูปที่ 3.17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.3 วงจรอินเตอร์เฟส

ตำแหน่งพอร์ตที่ใช้งานเลือกใช้ที่ตำแหน่ง 0880H-0885H โดยที่ตำแหน่ง 0880H-0882H เป็นพอร์ต 1 รับข้อมูลของตัววัดทิศทางลม และตำแหน่ง 0883H-0885H เป็นพอร์ต 2 รับข้อมูลของตัววัดความเร็วลมโดยใช้ IC ถอดรหัส 74LS138 2 ตัว ถอดรหัสออกมาให้ได้ตำแหน่ง 0880H-0885H เมื่อถอดรหัสออกมาแล้วจะได้ตำแหน่งแอดเดรสออกมา 6 ตำแหน่งต่อเข้าสวิตช์เพื่อจัดตำแหน่งแอดเดรสให้เป็นกลุ่มคือ 0880H-0882H และตำแหน่ง 0883H-0885H แล้วแต่ละกลุ่มต่อเข้า AND GATE U1C และ U1D เบอร์ 7432 1 อินพุต ส่วนอีก 1 อินพุต ได้จากเอาท์พุตของ AND Gate U1B ซึ่งมาจากขาควบคุมของพอร์ตคอมพิวเตอร์ เอาท์พุตของ U1C และ U1D ต่อเข้าขา E ของชิพเบอร์ 74LS245 จำนวน 2 ตัว โดยชิพ 74LS245 นี้จะรับข้อมูล 8 บิต ซึ่งเป็นข้อมูลของการวัดความเร็วลม 4 บิต และอีก 4 บิต รับข้อมูลของการวัดทิศทางลม โดยรับทาง B0-B7 และส่งข้อมูลออกทาง D0-D7 เพื่อเข้าพอร์ตของเครื่องคอมพิวเตอร์



รูปที่ 3.18 วงจรอินเตอร์เฟส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

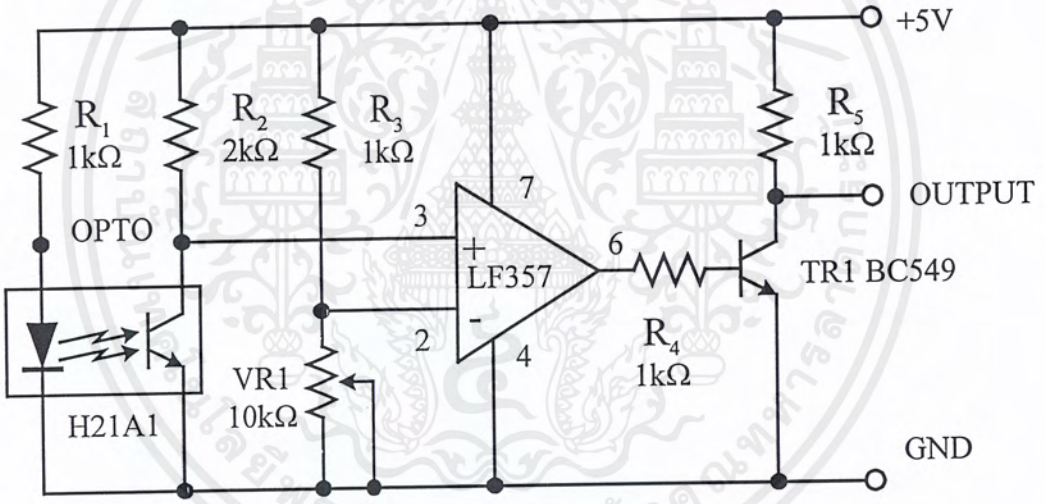
บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

4.1 บทนำ

ในบทที่ 4 นี้จะกล่าวถึงการทดลองและผลการทดลองของวงจรต่างๆ ที่ใช้ในการสร้างเครื่องวัดความเร็วและทิศทางลม รวมทั้งการทดลองผลการทดลองของเครื่องวัดความเร็วและทิศทางลมและผลการสอบเทียบเครื่องวัดความเร็วและทิศทางลม

4.2 วงจรวัดความเร็วลม



รูปที่ 4.1 วงจรวัดความเร็วลม

4.2.1 การทดลอง

1) ประกอบวงจรวัดความเร็วลม ตรวจสอบความเรียบร้อยทั้งหมด

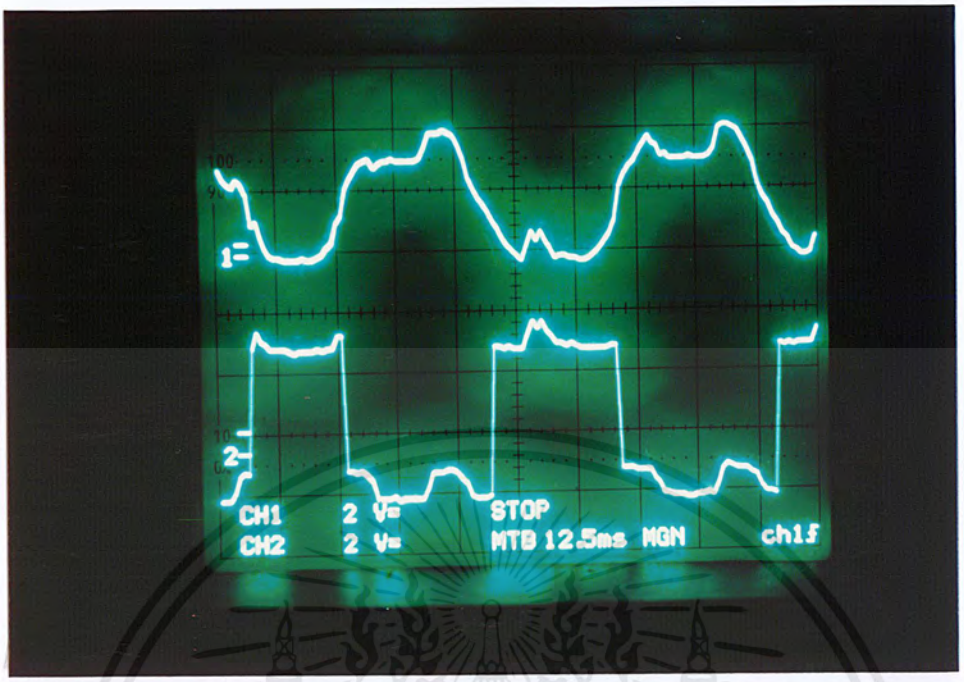
2) ป้อนไฟฟ้ากระแสตรง 5 V ที่ขาของ R_5 ค่า 1kΩ

3) ใช้ออสซิลโลสโคปวัดสัญญาณอินพุตที่ขา 3 ของไอซี LF 357

4) ใช้แผ่นพลาสติกทึบแสงตัดผ่านระหว่างไดโอดเปล่งแสง และโฟโต้ทรานซิสเตอร์ สังเกตที่หน้าจอออสซิลโลสโคปจะมีสัญญาณพัลซ์สี่เหลี่ยมเกิดขึ้น ดังรูปที่ 4.2

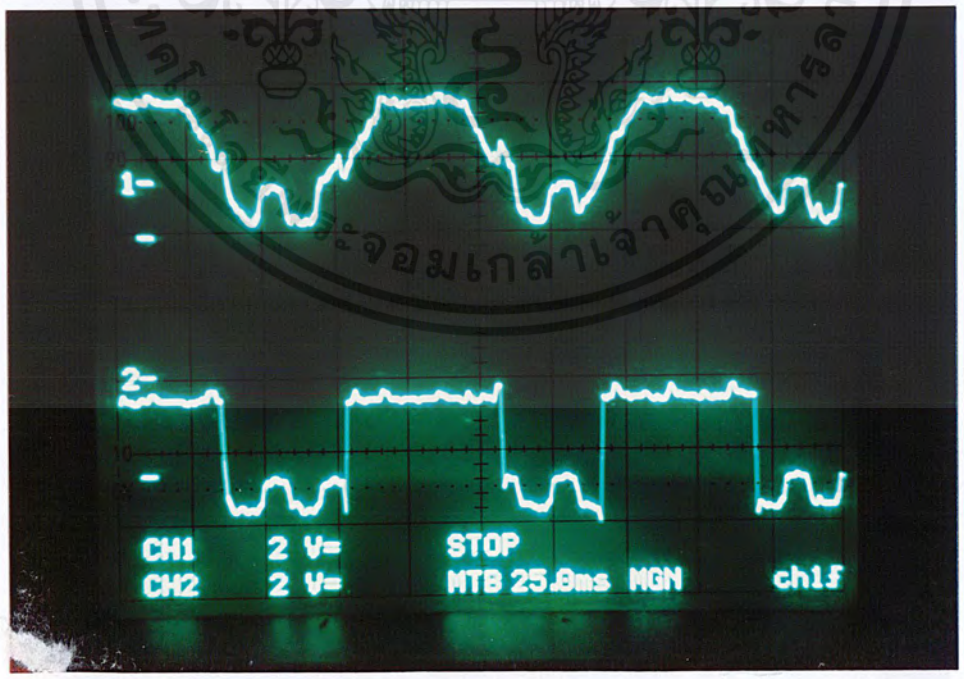
5) นำออสซิลโลสโคปวัดสัญญาณเอาต์พุตที่ขาคอลเลคเตอร์ของทรานซิสเตอร์ BC549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2 สัญญาณพัลซ์ที่เกิดจากการตรวจจับแสงของโฟโต้ทรานซิสเตอร์เทียบกับสัญญาณอินพุต

6. ทำการปรับแต่งสัญญาณเอาต์พุต โดยปรับที่ตัวต้านทานปรับค่าได้ VR_1 เปรียบเทียบกับสัญญาณอินพุตโดยให้สัญญาณมีลักษณะใกล้เคียงกันมากที่สุด ดังแสดงดังรูปที่ 4.3



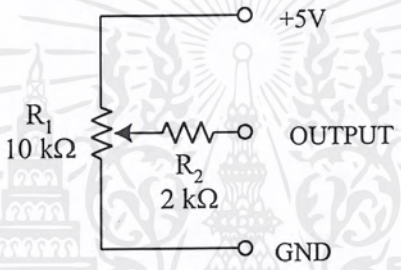
รูปที่ 4.3 สัญญาณเอาต์พุตที่ได้จากวงจรตรวจจับแสงเทียบกับสัญญาณอินพุต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2 ผลการทดลอง

เมื่อป้อนไฟกระแสตรง 5 V และมีแผ่นพลาสติกทึบแสงมาตัดผ่านระหว่างตัวไดโอดเปล่งแสง และโฟโต้ทรานซิสเตอร์ ที่เอาต์พุตของวงจรจะมีสัญญาณรูปคลื่นสี่เหลี่ยมเกิดขึ้น โดยจำนวนรูปคลื่นของสัญญาณขึ้นอยู่กับช่วงเวลาการตัดแสงแต่ละครั้ง รูปคลื่นเอาต์พุตที่ได้นี้จะนำส่งต่อเข้าวงจรมัลติเพล็กซ์สัญญาณต่อไป

4.3 วงจรวัดทิศทางลม



รูปที่ 4.4 วงจรวัดทิศทางลม

4.3.1 การทดลอง

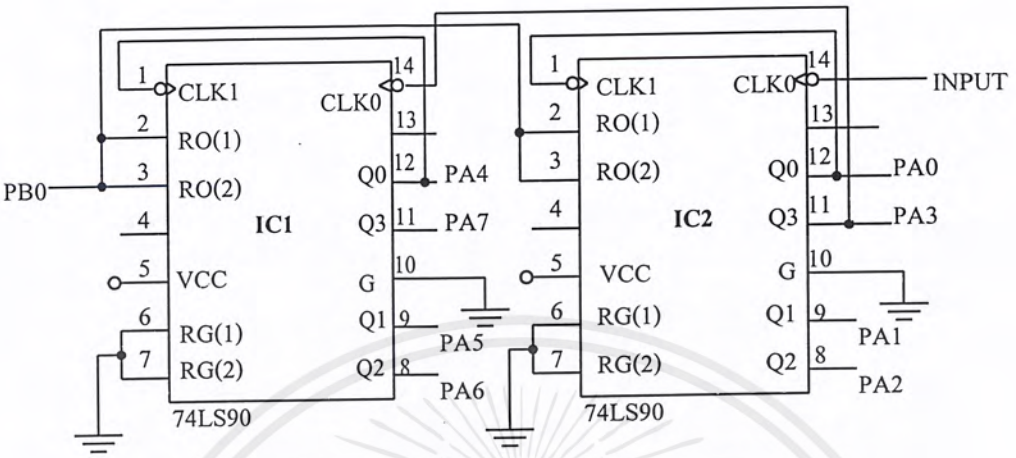
วงจรนี้จะอาศัยการเปลี่ยนแปลงแรงดันที่วัดได้จากการหมุนโพเทนทิโอมิเตอร์ ขั้นแรกต้องทำการปรับแต่งโพเทนทิโอมิเตอร์ให้เริ่มค่าที่ 00 V โดยใช้มัลติมิเตอร์ในการวัด และต้องทำการกำหนดทิศทางเริ่มแรกของโพเทนทิโอมิเตอร์ให้มีทิศทางอ้างอิงไปทางทิศทางเหนือก่อนต่อมาทำการจ่ายไฟกระแสตรง 12 V ให้แก่โพเทนทิโอมิเตอร์ เสร็จแล้วทำการปรับโพเทนทิโอมิเตอร์ แล้วใช้มัลติมิเตอร์วัดค่าแรงดันที่ได้จากการที่ปรับโพเทนทิโอมิเตอร์ สังเกตได้ว่าเมื่อทำการปรับโพเทนทิโอมิเตอร์ไปจนถึงค่าๆ หนึ่งแล้ว เข็มของมัลติมิเตอร์จะตีกลับมาที่ค่าเริ่มต้น

4.3.2 ผลการทดลอง

จากการทดลองปรับตัวโพเทนทิโอมิเตอร์และวัดค่าแรงดันออกมาเราจะได้ค่าแรงดันต่างๆ แล้วแต่การปรับเพื่อนำค่าแรงดันที่ได้นี้ส่งต่อเข้าสู่วงจรแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นสัญญาณดิจิตอลต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 วงจรนับ



รูปที่ 4.5 วงจรนับ

4.4.1 การทดลอง

1) ประกอบวงจรนับตามรูปที่ 4.5

2) ต่อสัญญาณที่ได้จากเอาต์พุตของวงจรตรวจจับแสงเข้ากับอินพุตของวงจรนับที่ขาอินพุต ขาที่ 14 ของ IC 74LS90 และนำเอาต์พุตที่ได้ออกจากขา IC 74LS90 ต่อแสดงผลที่ LED PB0-PB7

3) ทำการต่อขา Rg1 และ Rg2 ลงกราวด์ เพื่อสั่งให้วงจรเริ่มทำการนับ

4) สังเกตผลของ LED จะพบว่า LED จะเริ่มนับ 00000000H ไปจนถึงค่า 10011001H จากนั้นจะทำการรีเซตตัวเองกลับมาที่ 00000000H

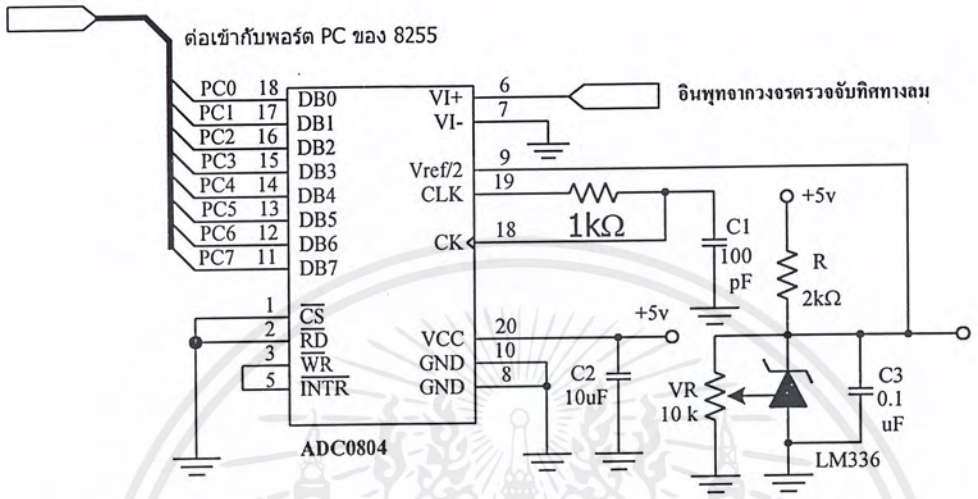
5) ถ้าทำการป้อนไฟกระแสตรง 5 V ให้กับขา Ro1 และ Ro2 วงจรนับจะทำการรีเซตกลับมาเริ่มนับที่ 00000000H

4.4.2 ผลการทดลอง

เมื่อทำการต่อขา Ro1 และ Ro2 ของ IC 74LS90 ลงกราวด์ วงจรนับจะเริ่มทำการนับที่ 00000000H หรือรูปคลื่นที่ 0 ไปจนถึง 10011001H หรือรูปคลื่นที่ 99 แล้วจะทำการรีเซตตัวเองกลับมาเริ่มนับที่ 00000000H ใหม่อีกครั้ง และถ้าต้องการจะรีเซตวงจร ก็จะสามารถทำได้โดยทำการจ่ายไฟกระแสตรง 5 V ให้กับขา Ro1 และ Ro2 ของ IC 74LS90 หรือทำให้ขา Ro1 และ Ro2 มีค่าเป็น "1"

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 วงจรแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นสัญญาณดิจิตอล



รูปที่ 4.6 วงจรแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นสัญญาณดิจิตอล

4.5.1 การทดลอง

ประกอบวงจรแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นสัญญาณดิจิตอลดังรูปที่ 4.6 โดยที่ขา 6 ให้ต่อกับเอาต์พุต ของวงจร ตรวจจับทิศทางลม สำหรับขา 3 ของ IC เบอร์ ADC 0804 ให้ต่อกับลอจิกสวิตช์ และเอาต์พุต DB0-DB7 ต่อเข้ากับ LED เพื่อทำการแสดงผล

1) ทำการปรับโพเทนทิโอมิเตอร์ ของวงจรตรวจจับทิศทางลม จากนั้นทำให้ขา 3 เป็นลอจิก "0" ชั่วขณะ และกลับมาเป็นลอจิก "1" สังเกตผลที่ได้

2) ปรับโพเทนทิโอมิเตอร์ไปที่ค่าต่าง ๆ แล้วสังเกตผลที่เกิดขึ้น

3) ปลดขา $\overline{\text{INTR}}$ หรือ ขา 5 ออกจากกราวด์ และปลดขา $\overline{\text{WR}}$ หรือขา 3 ออกจากสวิตช์ โดยนำทั้งสองมาต่อกัน

4) ทำการปรับตัวโพเทนทิโอมิเตอร์ไปตามค่าต่าง ๆ แล้วสังเกตผลทางเอาต์พุต

5) เปรียบเทียบผลการทดลองที่ได้ของการต่อขา $\overline{\text{WR}}$ ต่อเข้ากับลอจิกสวิตช์ และการต่อขา $\overline{\text{WR}}$ เข้ากับขา $\overline{\text{INTR}}$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5.2 ผลการทดลอง

ตารางที่ 4.1 ผลการทดลองวงจรแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นสัญญาณดิจิตอล โดยต่อโพเทนทิโอมิเตอร์

Vin	เอาต์พุตเมื่อขา WR ต่อกับลอจิกสวิตซ์								เอาต์พุตเมื่อขา WR ต่อกับขา INTR							
	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
1V	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0	1	1	1
1.5V	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1
2V	0	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1	0	0	0
2.5V	1	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1
3V	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0
3.5V	1	0	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1
4V	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0
4.5V	1	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	0	1

จากผลการทดลอง กรณีทั้งสองแตกต่างกันตรงที่ DB1-DB0 เพราะชุดทดลองไม่สามารถตรวจจับความไวในการทดลองได้ หรือค่า DB1 และ DB0 มีค่าน้อยมาก ๆ จึงมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา และส่วนหลักที่สูงขึ้นไป คือ DB2-DB7 จะเหมือนกันเพราะเป็นหลักที่สูง จึงทำให้ผลการทดลองที่ออกมาสามารถแสดงผลได้ และโดยสรุปแล้ว เอาต์พุตจะเหมือนกัน

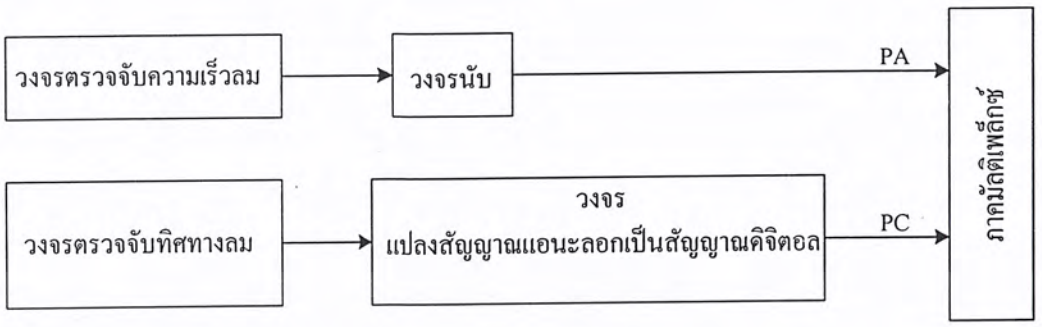
4.6 วงจรมัลติเพล็กซ์ และดีมัลติเพล็กซ์

4.6.1 การทดลอง

1) ทำการต่อวงจรตรวจจับความเร็วลมเข้ากับวงจรนับแล้วนำสัญญาณเอาต์พุตของวงจรนับทั้ง 8 เส้น เข้ากับพอร์ต PA ของ IC เบอร์ 8255 ของภาคมัลติเพล็กซ์

2) ทำการต่อวงจรตรวจจับทิศทางลม เข้ากับวงจรแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นสัญญาณดิจิตอล แล้วนำเอาต์พุตของวงจรแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นสัญญาณดิจิตอลต่อเข้าพอร์ต PC ของ IC เบอร์ 8255 ของภาคมัลติเพล็กซ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.7 การต่อใช้งานเพื่อทดลองวงจรมัลติเพล็กซ์ และดีมัลติเพล็กซ์

3) ต่อLED เข้ากับพอร์ต PA และพอร์ต PC ของ ไอซีเบอร์ 8255 ของภาคดีมัลติเพล็กซ์ เพื่อทำการตรวจสอบข้อมูลของความเร็วลม และทิศทางลม โดยพอร์ต PA แสดงข้อมูลของความเร็วลม และพอร์ต PC แสดงข้อมูลของทิศทางลม

4) ทำการเชื่อมต่อระหว่างบอร์ดมัลติเพล็กซ์กับบอร์ดดีมัลติเพล็กซ์ โดยต่อขา TX ของไอซีเบอร์ AT89C51 ของบอร์ดมัลติเพล็กซ์เข้ากับขาRX ของ ไอซี AT89C51ของบอร์ดดีมัลติเพล็กซ์

5) ทำการป้อนไฟกระแสตรง 5 V ให้แก่วงจร กดสวิตช์รีเซตของทั้งสองบอร์ด

6) ทำการหมุนตัวตรวจจับความเร็วลม และทิศทางลมเพื่อดูผลการเปลี่ยนแปลง

4.6.2 ผลการทดลอง

จากผลการทดลอง คือ ข้อมูลที่ได้จากวงจรนับมีค่าเหมือนกับข้อมูลที่ได้จากพอร์ต PA ของไอซีเบอร์ 8255 ของภาคดีมัลติเพล็กซ์ และข้อมูลที่ได้จากวงจรแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นสัญญาณดิจิตอลต้องเหมือนกับข้อมูลที่ได้จากพอร์ต PC ของไอซีเบอร์ 8255 ของภาคดีมัลติเพล็กซ์

4.7 วงจรมอดูเลตและดีมอดูเลตแบบ FSK

4.7.1 การทดลองวงจรมอดูเลตและดีมอดูเลต

การทดสอบของระบบการมอดูเลตและการดีมอดูเลตแบบ FSK เป็นหัวใจสำคัญของการสื่อสารแบบวิทยุแพกเกจ โดยการทำงานที่สำคัญจะอยู่ในส่วนของไอซีเบอร์ TCM3101J ซึ่งมีตำแหน่งขาใช้งานที่สำคัญคือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ขา VDD (ขาที่ 1) เป็นขาที่ต่อกับเพาเวอร์ซัพพลาย

2. ขา VSS (ขาที่ 9) เป็นขาที่ต่อกับกราวด์

3. ขา DTR (ขาที่ 14) เป็นขาที่รับข้อมูลดิจิตอล

4. ขา CTR (ขาที่ 8) เป็นขาที่ทำหน้าที่ส่งสัญญาณดิจิตอลที่ผ่านจากการดีมอดูเลต สัญญาณแอนะลอกของสัญญาณข่าวสารที่รับมาจากวิทยุสื่อสาร

5. ขา RXA (ขาที่ 4) เป็นขาที่ทำหน้าที่รับสัญญาณแอนะลอกของวิทยุสื่อสารเข้ามาเพื่อจะทำการดีมอดูเลตต่อไป

6. ขา TRA (ขาที่ 11) เป็นขาที่ทำหน้าที่ส่งสัญญาณแอนะลอก ที่ผ่านการมอดูเลตแบบ FSK ไปยังเครื่องวิทยุสื่อสารเพื่อส่งออกอากาศต่อไป

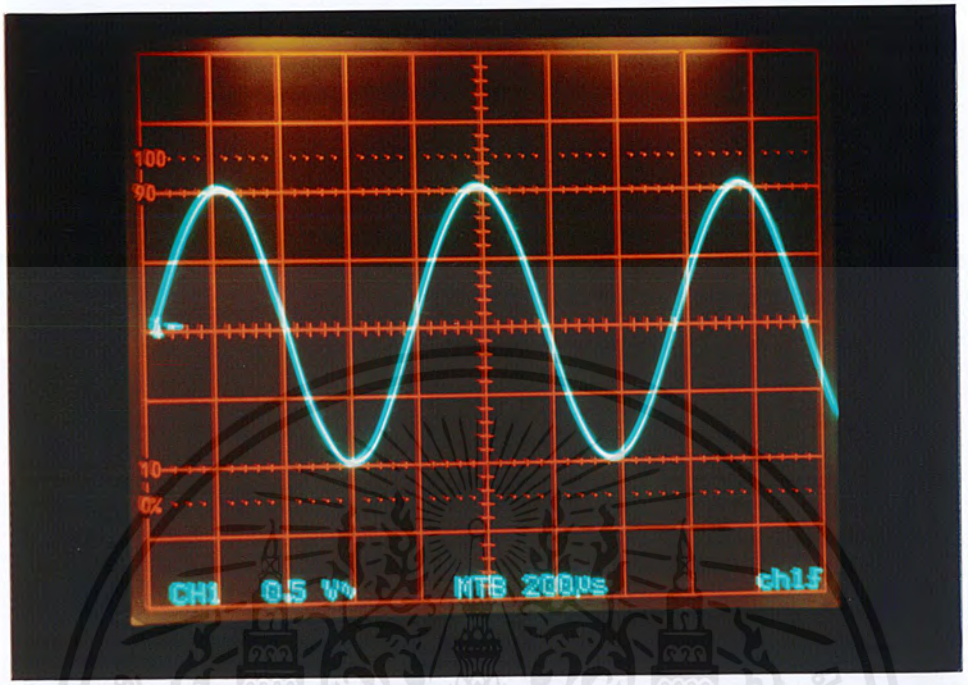
4.7.2 การทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของไอซี TCM 3101J

ทำการทดสอบโดยป้อนระดับแรงดันไฟ 5 V เข้าที่ขา DTR (ขา14) วัดค่าสัญญาณความถี่ที่ผลิตออกมายังขา TRA (ขา11) ได้ ค่าความถี่ประมาณ 1,300 เฮิรตซ์ ลักษณะของสัญญาณการมอดูเลตแบบ FSK และผลิตความถี่ออกมาในลักษณะสัญญาณดิจิตอล

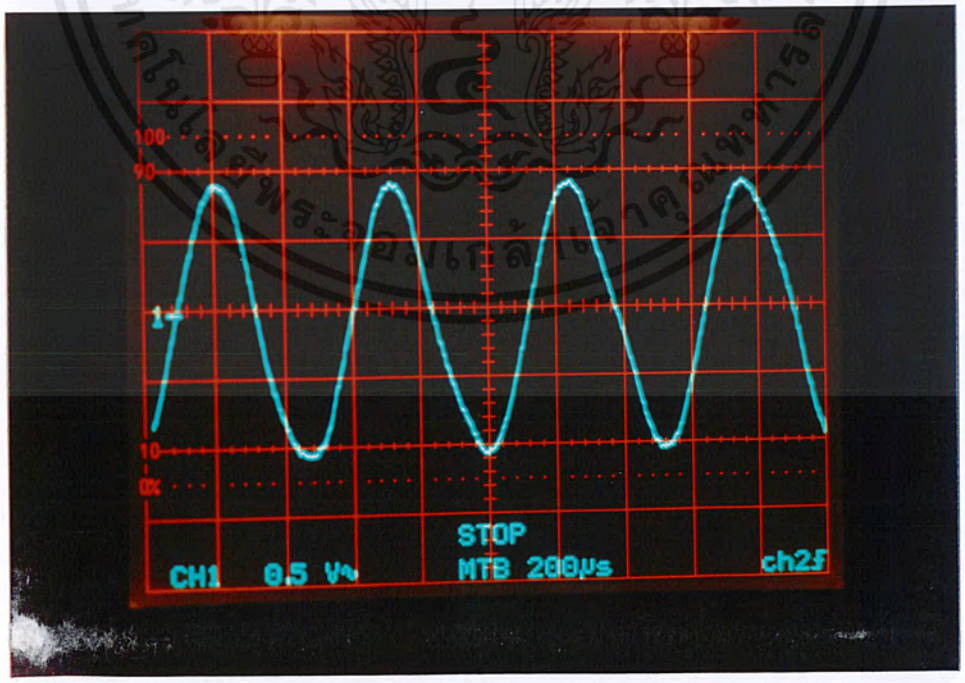
จากนั้นเปลี่ยนค่าระดับที่ป้อนยังขา DTR ใหม่ เป็นระดับแรงดันไฟ DC 0 V เข้าที่ขา DTR (ขา14) วัดค่าสัญญาณความถี่ที่ผลิตออกมายังขา TxA (ขา11) ได้ ค่าความถี่ประมาณ 2,100 เฮิรตซ์ ลักษณะของสัญญาณการมอดูเลตแบบ FSK และผลิตความถี่ออกมาในลักษณะสัญญาณดิจิตอล

ป้อนสัญญาณฟังก์ชั่นเจนเนอเรเตอร์ ผลิตสัญญาณความถี่ ไซน์เวฟที่ความถี่ 1,300 เฮิรตซ์ และ 2,100 เฮิรตซ์ ขนาด 5 V เข้าที่ขา RxA (ขา14) ทำการวัดสัญญาณที่ได้จากขา CTS (ขา8) จะได้สัญญาณที่มีความถี่ต่อเนื่องกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.8 สัญญาณที่ได้จากการป้อนความถี่ด้วยฟังก์ชันเจนเนอเรเตอร์ ไซน์เวฟที่ความถี่ 1,300 Hz



รูปที่ 4.9 สัญญาณที่ได้จากการป้อนความถี่ด้วยฟังก์ชันเจนเนอเรเตอร์ ไซน์เวฟที่ความถี่ 2,100 Hz

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งจากการพิจารณาผลการทดสอบการมอดูเลตแบบ FSK โดยใช้ไอซี เบอร์ TCM3101J ทำหน้าที่มอดูเลตและดีมอดูเลตสัญญาณจากแอนะลอกเป็นสัญญาณดิจิตอล และจากสัญญาณดิจิตอลเป็นสัญญาณแอนะลอกที่ความถี่ 1,200 เฮิรตซ์ และความถี่ 2,100 เฮิรตซ์

4.8 เครื่องวัดความเร็วลมและทิศทางลม

4.8.1 การทดลอง

ได้นำตัววัดความเร็วลมและทิศทางลมไปทำการสอบเทียบกับเครื่องของกรมอุตุนิยมวิทยา โดยได้มีการปล่อยลมที่ค่าต่างๆ ให้แก่ตัววัดความเร็วลม ด้วยค่าลมต่างๆ จำนวน 10 ครั้ง

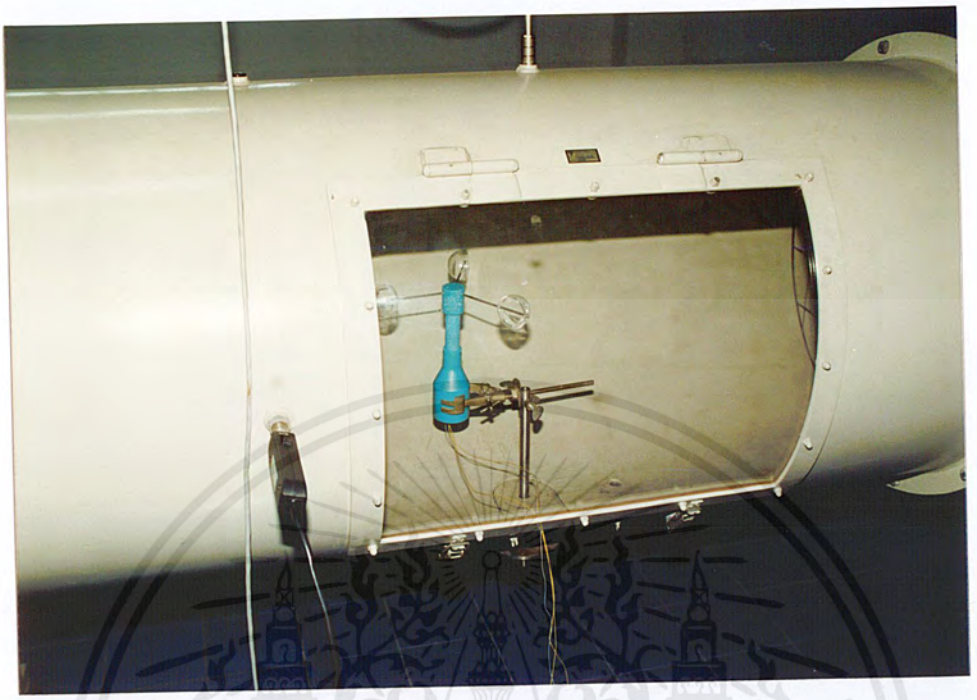
4.8.2 ผลการทดลอง

ตารางที่ 4.2 ผลของการสอบเทียบเครื่องวัดความเร็วลม

ลมที่จ่ายให้ตัววัดความเร็วลม เป็นค่ามาตรฐาน (m/Sec)	ความเร็วรอบ มอเตอร์	ค่าของจำนวนลมที่วัดได้จากเครื่องที่ จัดทำขึ้น (m/Sec)	ค่าผิดพลาด
START	35	0.9	-
1.0	39	1.0	0
2.0	73	1.90	0.1
3.0	104	2.70	0.3
4.0	134	3.70	0.3
5.0	163	4.60	0.4
6.0	191	5.30	0.7
7.0	227	6.70	0.3
8.0	258	7.70	0.3
9.0	285	8.60	0.4
10.0	314	9.30	0.7

จากผลการสอบเทียบเครื่องวัดความเร็วลม ณ กรมอุตุนิยมวิทยาผลที่ได้มีความผิดพลาดเฉลี่ย ± 0.35 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.10 การติดตั้งเครื่องวัดความเร็วลมภายในอุโมงลม สำหรับการสอบเทียบ

รูปที่ 4.11 การปรับเครื่องวัดลมป้อนให้กับอุโมงลม ใช้ในการสอบเทียบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
บทสรุป ปัญหา แนวทางแก้ไข และแนวทางการพัฒนา

5.1 บทสรุป

โครงงานนี้เป็นโครงงานที่สร้างขึ้นเพื่อศึกษาถึงโครงสร้างและการทำงานของเครื่องวัดความเร็วและทิศทางลมโดยเลือกใช้วัสดุที่หาได้ง่าย ประหยัดและสามารถสร้างขึ้นใช้งานได้จริงในระดับหนึ่ง ซึ่งจะเพิ่มความสะดวกในการใช้งานมากขึ้นกล่าวคือสามารถดูการเปลี่ยนแปลงความเร็วลมด้วยกราฟที่ได้จากการประมวลผลค่าความเร็วออกมาในหน่วยของ เมตรต่อวินาที ส่วนของทิศทางลมสามารถดูการเปลี่ยนแปลงของทิศทางลมด้วยรูปจำลองโดยทิศทางลมจะแทนด้วยหัวลูกศรที่ชี้ทำมุมกับทิศต่างๆอีกทั้งจะแสดงเป็นค่าตัวเลขบอกกับผู้ใช้ทำให้ง่ายในการอ่านค่าความเร็วและทิศทางลมด้วย นอกจากนี้สามารถเก็บข้อมูลไว้ในฮาร์ดไดรฟ์ของคอมพิวเตอร์ได้และสามารถเรียกดูในรูปของตัวเลข ณ เวลาปัจจุบัน จากนั้นจะนำค่า ในเวลาปัจจุบันนี้ไปทำการเฉลี่ยและเก็บค่าเป็นรายวัน และจะทำการเฉลี่ยค่าข้อมูลรายวันเพื่อเก็บเป็นข้อมูลรายเดือนและรายปี

ผลการทดลองของระบบการวัดค่าเป็นที่น่าพอใจเป็นอย่างยิ่งเนื่องจากค่าผิดพลาดจากการวัดจริงมีค่าใกล้เคียงกับกรมอุตุนิยมวิทยาที่ใช้ในระบบการวัดเดียวกันโดยผิดพลาดประมาณ 0.35 % จากความเร็วลมจริงเนื่องจากการนำวัสดุที่ไม่ได้มาตรฐานมาประยุกต์ดังนั้นจึงทำให้เกิดแรงสียดทานและความไม่สมดุลย์ จึงทำให้มีความผิดพลาดซึ่งเป็นค่าผิดพลาดที่น้อยมากเมื่อเทียบกับมาตรฐานแล้วเป็นที่ยอมรับได้

การสร้างเครื่องวัดความเร็วและทิศทางลมโดยส่งข้อมูลผ่านคลื่นวิทยุ เป็นการพัฒนาระบบเดิมที่มีอยู่ให้สามารถใช้งานได้สะดวกยิ่งขึ้น และมีประสิทธิภาพเป็นที่ยอมรับของกรมอุตุนิยมวิทยา

5.2 ปัญหา

1) วงจรมอดูเลตแบบ FSK และวงจรมอดูเลตแบบ FSK ไม่มีเสถียรภาพ

2) อุปกรณ์ในการมอดูเลตและดีมอดูเลตแบบ FSK MODEM ไม่สามารถหาซื้อได้ ตามท้องตลาด

3) เครื่องรับเครื่องส่งมีความผิดเพี้ยนของสัญญาณขณะรับส่งมาก

4) ไม่สามารถวัดค่าความเร็วลมที่มีค่าเกินกว่า 15 เมตรต่อวินาทีได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5) กราวด์ในวงจรมีเส้นลายทองแดงเล็กเกินไป ทำให้เกิดการรบกวนของสัญญาณ

6) กราวด์ของวงจรแอนะลอก และวงจรดิจิตอล ไม่ได้แยกกันอย่างเป็นสัดส่วน ทำให้เกิดการรบกวนขึ้น

7) ในการวางอุปกรณ์ลงกล่องเกิดการรบกวนกันขึ้นระหว่างวงจร FSK กับเครื่องส่งวิทยุ

8) เครื่องส่งวิทยุไม่สามารถส่งได้ไกลเพียงพอ เนื่องจากกำลังส่งต่ำ

5.3 แนวทางการแก้ไข

1) ใช้วงจรมอดูเลตและดีมอดูเลตแบบ FSK MODEM

2) ติดต่อสอบถามรุ่นพี่ที่เคยใช้อุปกรณ์ตัวนี้ แล้วสอบถามว่ามีขายที่ใด

3) ทำการดัดแปลงแก้ไขดัดแปลงวงจรเครื่องรับ เครื่องส่งบางส่วน (เพิ่มสายกราวด์)

4) ออกแบบโครงสร้างให้มีความแข็งแรงมากขึ้นและใช้วัสดุที่มีความทนทานสูง

5) เพิ่มขนาดของเส้นลายทองแดง

6) แยกกราวด์ของวงจรแอนะลอก และวงจรดิจิตอลออกจากกัน แล้วมารวมกันที่แหล่งจ่ายไฟ

7) ทำกล่องโลหะชีลด์โดยรอบครอบแผ่นวงจร FSK ไว้

8) ต้องใช้วิทยุที่มีกำลังส่งสูง

5.4 แนวทางการพัฒนา

1) สามารถเพิ่มจำนวนช่องในการตรวจวัดสัญญาณได้มากกว่าสองช่องสัญญาณ เช่น นำไปวัดค่าความชื้น ความกดอากาศอุณหภูมิ

2) สามารถเพิ่มการตรวจจับสัญญาณในระบบ FM โดยมอดูเลตแบบ FSK ได้หลายช่องสัญญาณโดยเพิ่มเครื่องรับส่งที่มีความถี่ที่แตกต่างกันออกไป

3) สามารถขยายการแสดงผลบนหน้าจอคอมพิวเตอร์ โดยการเปลี่ยนแปลงโปรแกรมการแสดงผลบางส่วนเท่านั้น

4) สามารถเพิ่มกำลังส่งเพื่อขยายระยะทางในการวัดได้

5) สามารถปรับเปลี่ยนการส่งออกเป็นแบบขนานแทนการใช้การ์ดอินเตอร์เฟส

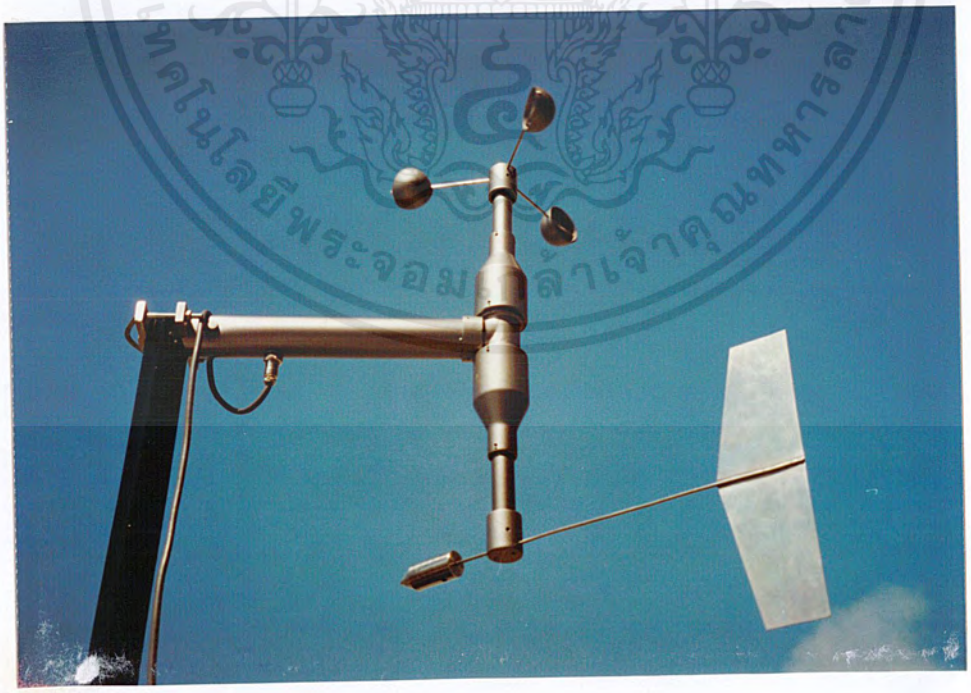
6) สามารถเลือกใช้ไอซีเบอร์ 8951 เพียงตัวเดียวไม่จำเป็นต้องใช้ไอซีเบอร์ 8255 เพื่อความประหยัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก
เครื่องต้นแบบและอุปกรณ์สอบเทียบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

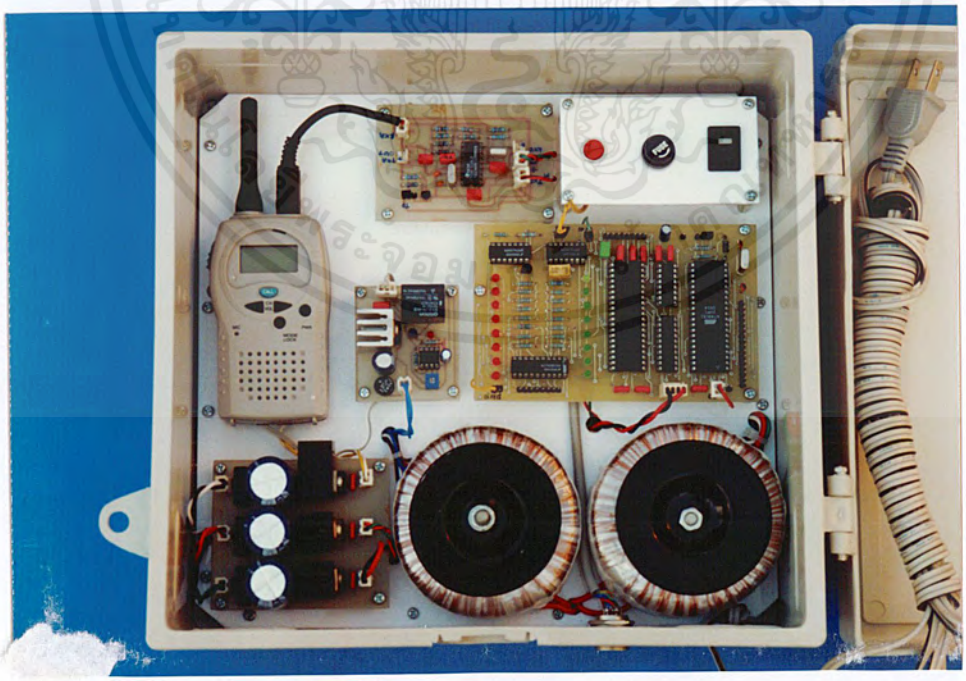
รูปที่ ก.1 เครื่องวัดความเร็วและทิศทางลม และชุดเครื่องส่งวิทยุ



รูปที่ ก.2 ชุดวัดความเร็วลม และทิศทางลม

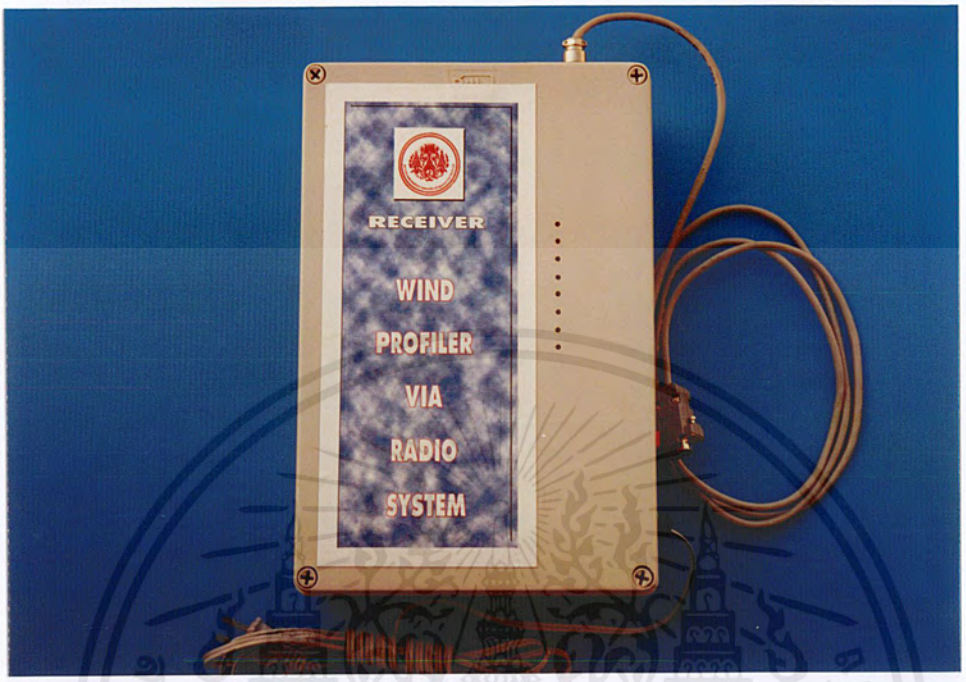
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ก.3 เครื่องส่งวิทยุ

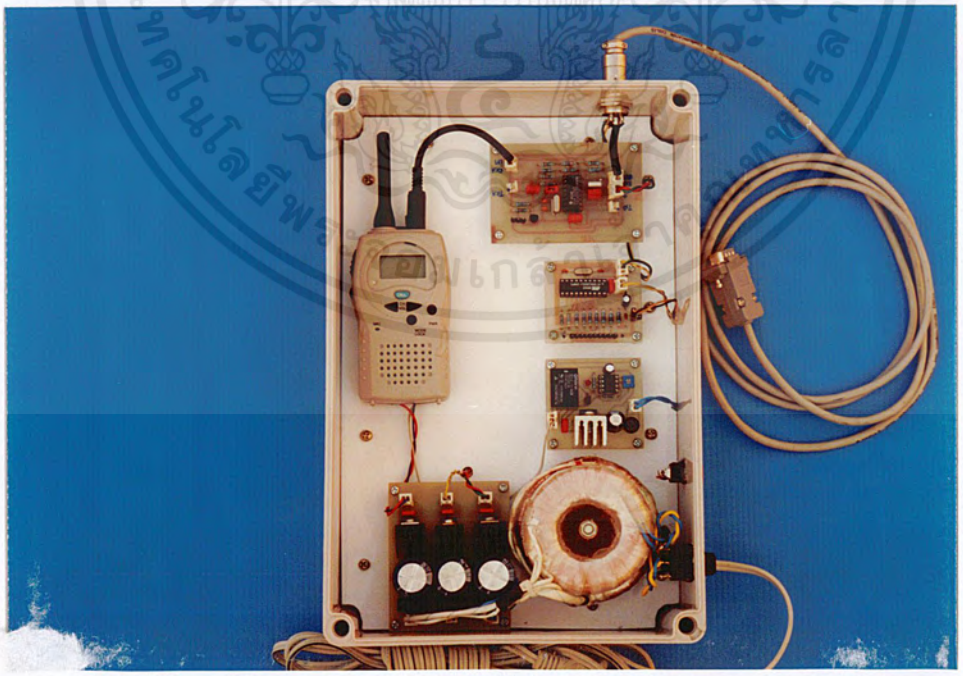


รูปที่ ก.4 วงจรภายในของเครื่องส่งวิทยุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

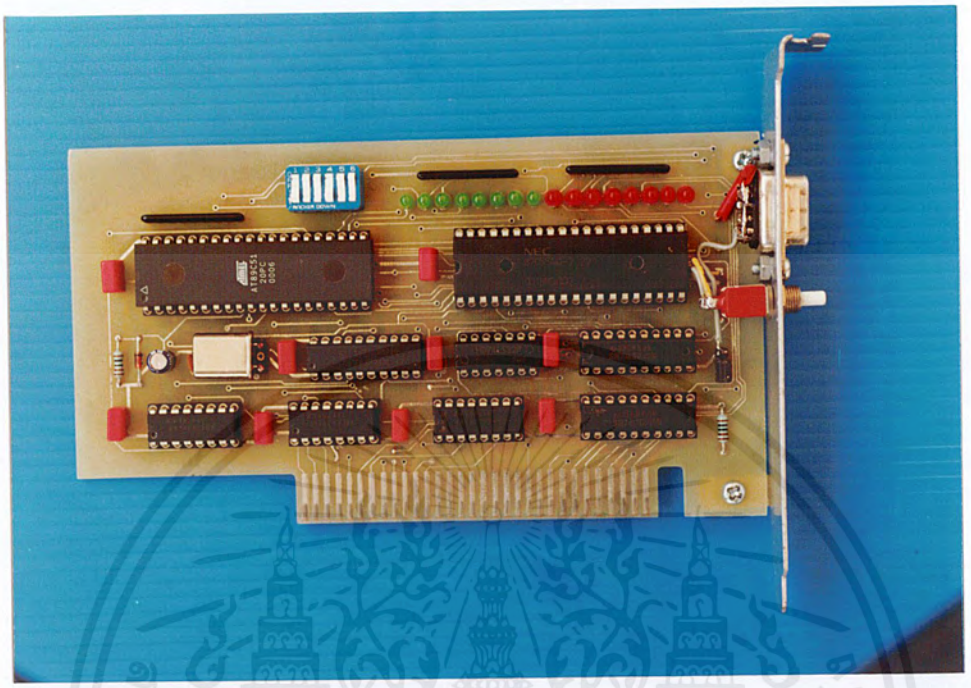


รูปที่ ก.5 เครื่องรับสัญญาณวิทยุ

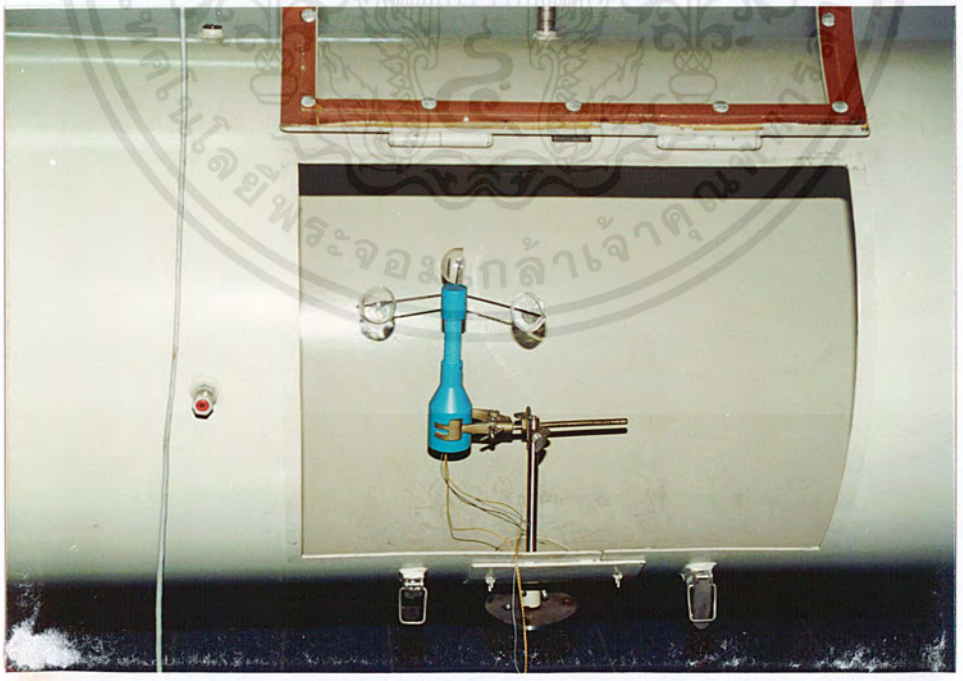


รูปที่ ก.6 วงจรภายในของเครื่องรับสัญญาณวิทยุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

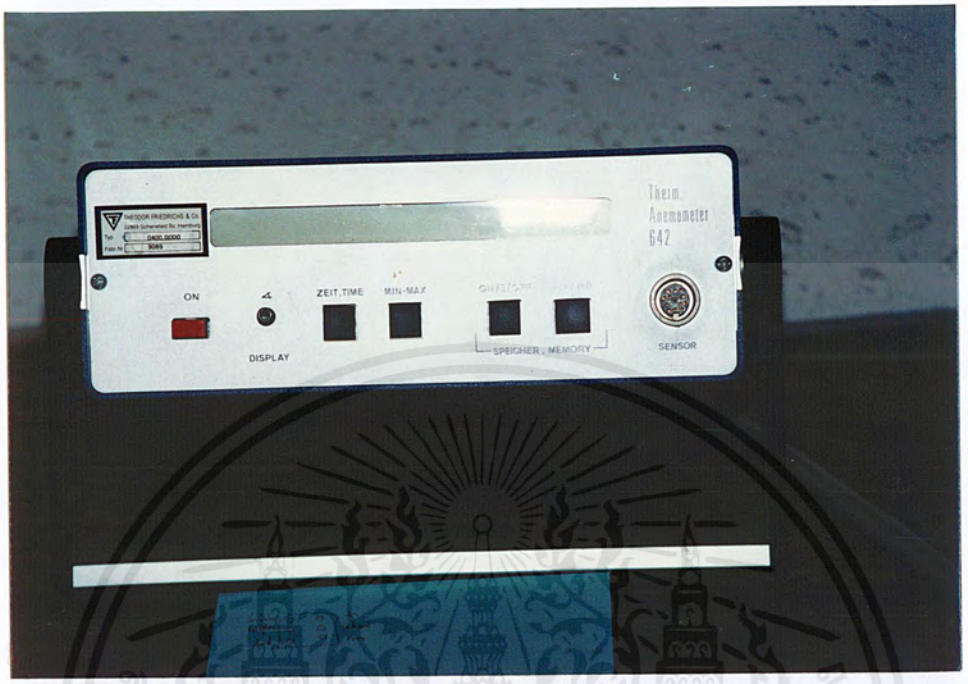


รูปที่ ก.7 การ์ดอินเตอร์เฟสสัญญาณ

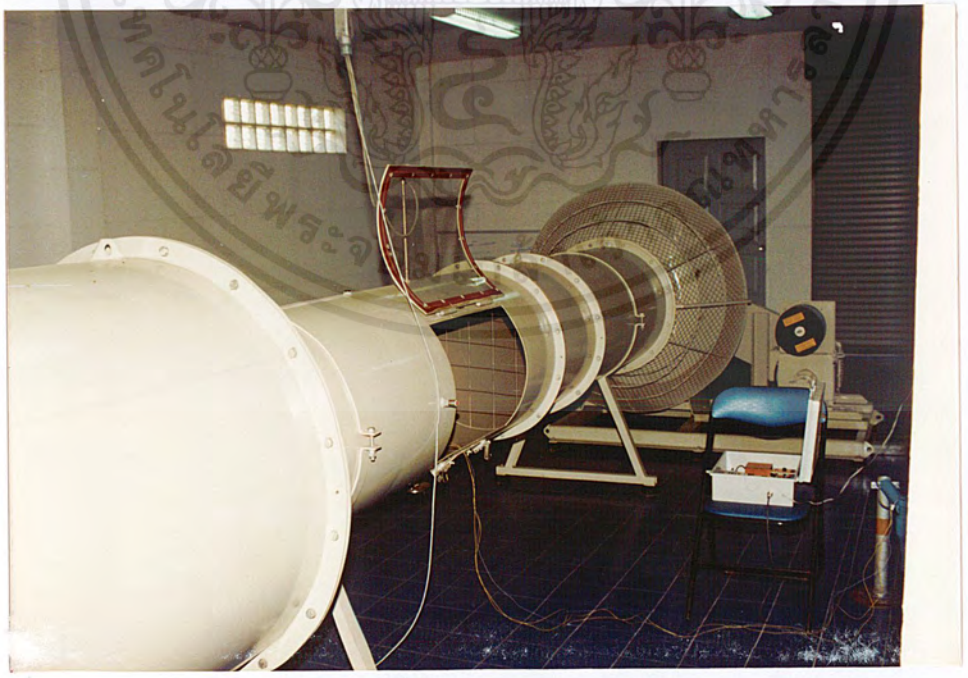


รูปที่ ก.8 การสอบเทียบเครื่องวัดความเร็วลมด้วยอุโมงค์ลม โดยกรมอุตุนิยมวิทยา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก.9 เครื่องแอนิโมมิเตอร์ ใช้ส่งผ่านลมเข้าสู่อุโมงค์ลม



รูปที่ ก.10 อุโมงค์ลมที่ใช้ในการสอบเทียบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ก.11 เครื่องสอบเทียบเครื่องวัดลม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

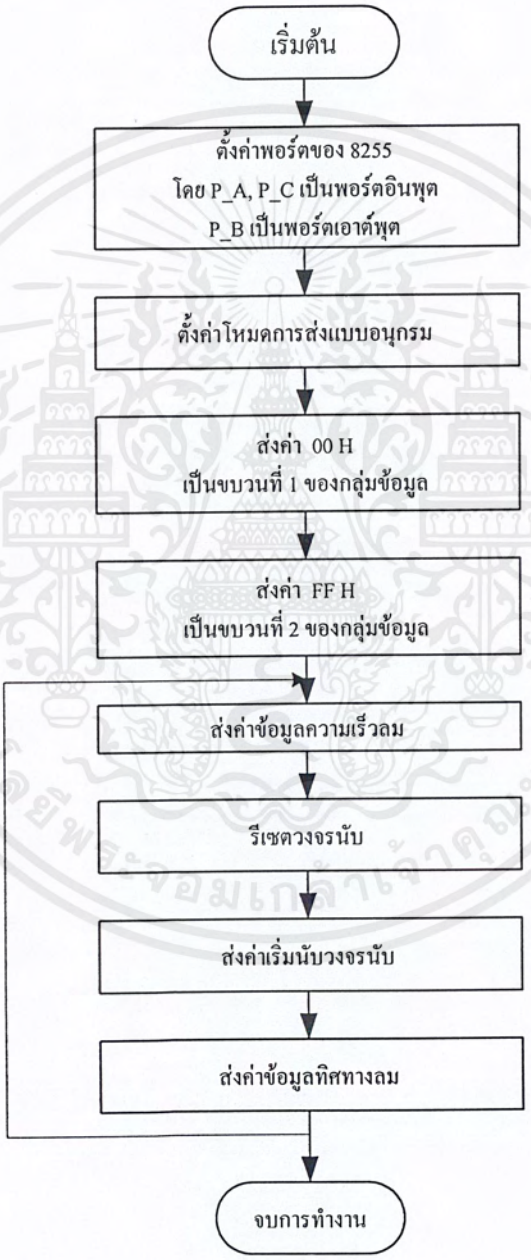
ภาคผนวก ข

ผังการทำงานและโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผังการทำงานและโปรแกรม

ส่วนของการเขียนโปรแกรมสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ส่วนคือ ส่วนของโปรแกรมมัลติ-เพล็กซ์สัญญาณ ดีมัลติเพล็กซ์สัญญาณ และส่วนของโปรแกรมแสดงผลหน้าจอคอมพิวเตอร์



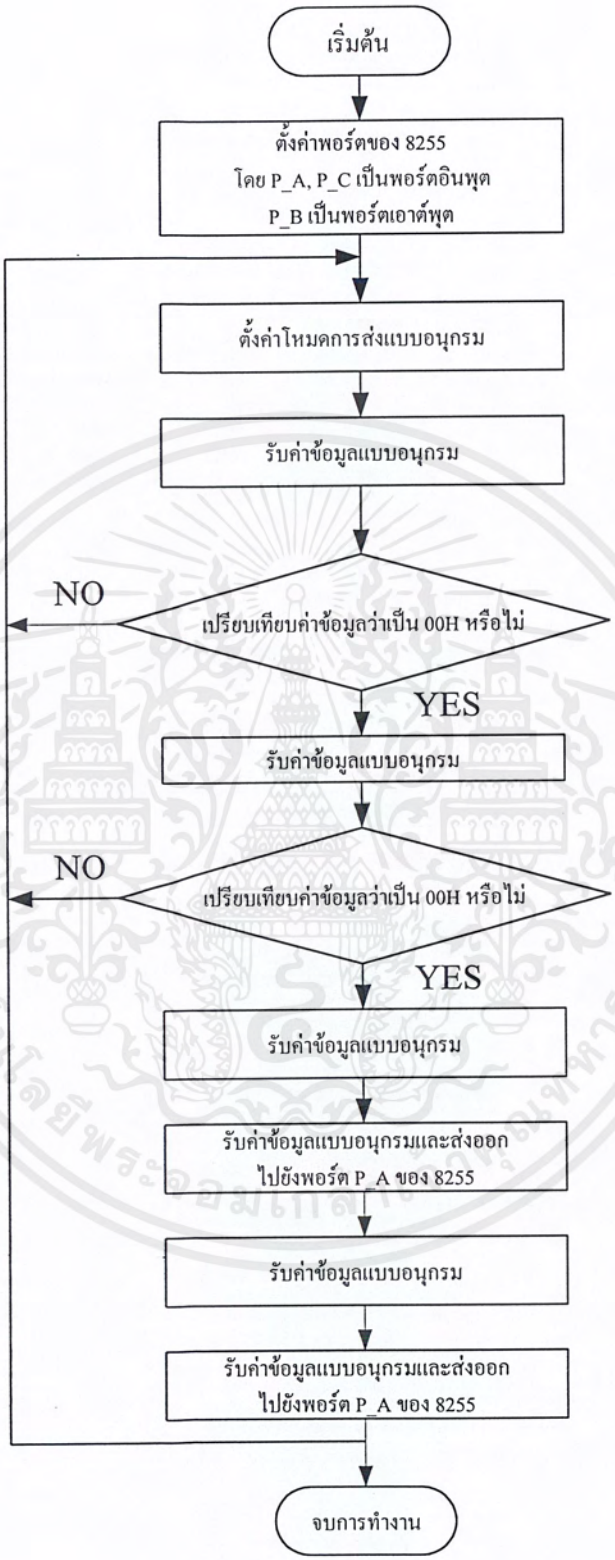
รูปที่ ข.1 ผังงานของโปรแกรมมัลติเพล็กซ์สัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูป ข.1 เป็นแผนภูมิการทำงานของโปรแกรมภาษาแอสแซมบลี้ทางภาคมัลติเพล็กซ์ โดยเริ่มต้นจะต้องทำการกำหนดค่าให้พอร์ตของไอซี 8255 โดยกำหนดให้พอร์ต PA และ PC เป็นพอร์ตรับข้อมูลทางอินพุต ส่วนพอร์ต PB เป็นพอร์ตที่ใช้ในการควบคุม เสร็จแล้วจึงทำการตั้งค่าให้แก่โหมดอนุกรม แล้วกำหนดหัวขบวนของสัญญาณทั้ง 2 สัญญาณ คือสัญญาณของการวัดความเร็วลม และสัญญาณที่ได้จากการวัดทิศทางลม เพื่อเข้าวงจรนับ แล้วจึงเริ่มรับค่าที่นับ เป็นอันว่าเสร็จสิ้นการทำงานของภาคมัลติเพล็กซ์

```
ORG   0000H
          P_A   EQU   07000H
          P_B   EQU   07001H
          P_C   EQU   07002H
          CNTR  EQU   07003H
SJMP  MAIN
ORG   0030H
MAIN:     LCALL  DELAY
;---------------
; INITIAL 8255
;---------------
MOV   DPTR,#CNTR
MOV   A,#99H
;P_A,P_C: INPUT :,P_B: OUTPUT
MOVX  @DPTR,A
          LCALL  INIT
START:          NOP
          NOP
          NOP
MOV   A,#00H
          LCALL  LOOP
MOV   A,#0FFH
          LCALL  LOOP

DATA1:        MOV   DPTR,#P_A
 MOVX  A,@DPTR
          LCALL  LOOP
 MOV   DPTR,#P_B
 MOV   A,#01H
 MOVX  @DPTR,A
RL    A
MOVX  @DPTR,A
DATA2:      MOV   DPTR,#P_C
MOVX  A,@DPTR
LCALL  LOOP
          SJMP  START

;---- PROCEDURE ----
INIT:
MOV   SCON,#01010010B
MOV   TMOD,#20H
MOV   TH1,#0E8H
          SETB  TR1
          RET
;---- SENDING_DELAY----
LOOP:
          LCALL  SEND
MOV   R4,#0B6H
MOV   R7,#02H
LOOP_IN:
MOV   R6,#0FFH
LOOP_IN2:
MOV   R5,#0E0H
DJNZ  R5,$

DJNZ  R6,LOOP_IN2
DJNZ  R7,LOOP_IN
DJNZ  R4,$
          RET
;---- SEND ----
SEND:
JNB   TI,SEND       ;CHECK BUFFER
          CLR   TI
MOV   SBUF,A
          RET
DELAY:          MOV   R0,#0FFH
DELAY1:         MOV   R1,#0FFH
DELAY2:         DJNZ  R1,DELAY2
          DJNZ  R0,DELAY1
          RET

        END
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.2 ผังของโปรแกรมภาคดีมัลติเพล็กซ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูป ข.2 แผนผังการทำงานจะเริ่มจากการที่ทำการกำหนดค่าพอร์ต ให้แก่ไอซี 8255 เช่นเดียวกับภาคมัลติเพล็กซ์ เสร็จแล้วทำการรับข้อมูลเข้ามาจากภาคมัลติเพล็กซ์ ทำการตรวจสอบข้อมูลว่าเป็นของสัญญาณใด แล้วทำการส่งต่อไปให้แก่พอร์ตของไอซี 8255

```
PORTA  EQU   07000H
PORTB  EQU   07001H
PORTC  EQU   07002H
CTRL   EQU   07003H

       ORG   0000H
       JMP   MAIN

       ORG   0030H
MAIN:  LCALL DELAY
       MOV   A,#80H
       MOV   DPTR,#CTRL
       MOVX  @DPTR,A

       MOV   R7,#09H
       MOV   A,#0FEH
TEST11: MOV  DPTR,#PORTA
       MOVX  @DPTR,A
       LCALL DELAY
       RR    A
       DJNZ  R7,TEST11
       MOV   R7,#09H
       MOV   A,#0FEH

TEST22: MOV  DPTR,#PORTC
       MOVX  @DPTR,A

       LCALL DELAY
       RL    A
       DJNZ  R7,TEST22
       LCALL INIT

LOOP:  LCALL RECIVE
       CJNE  A,#00H,LOOP
       LCALL RECIVE
       CJNE  A,#0FFH,LOOP
       LCALL RECIVE
       LCALL DATA1
       LCALL RECIVE
       LCALL DATA2
       SJMP  LOOP

INIT:  MOV   SCON,#01010010B
       MOV   TMOD,#20H
       MOV   TH1,#0E8H
       SETB  TR1
       RET

RECIVE: JNB  RI,$
       CLR   RI
       MOV   A,SBUF
       RET

DATA1: MOV   DPTR,#PORTA
       MOVX  @DPTR,A
       RET

DATA2: MOV   DPTR,#PORTC
       MOVX  @DPTR,A
       RET

DELAY: MOV   R0,#0FFH
DELAY1: MOV  R1,#0FFH
DELAY2: DJNZ R1,DELAY2
       DJNZ  R0,DELAY1
       RET
       END
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ข.3 ผังโปรแกรมของการแสดงหน้าจอคอมพิวเตอร์

จากรูป ข.3 ที่การทำงานของโปรแกรมจะเริ่มที่การแสดงหน้าจอที่ประกอบไปด้วยเมนู ให้เลือกกด เมื่อทำการกดปุ่มใดปุ่มหนึ่ง โปรแกรมจะทำการตรวจสอบปุ่มนั้น ถ้าสมมุติว่าปุ่มที่กดคือ

เมนูต้องการวัดความเร็วลม โปรแกรมจะเข้าไปที่รับค่าลมมาทำการพล็อตกราฟจากค่าลมที่รับได้ หรือถ้าเมนูที่กดคือเมนูวัดทิศทางลมโปรแกรมก็จะเข้าไปทำการแสดงทิศทางลม เสร็จแล้วจะทำการรับค่าที่วัดได้มาทำการเก็บไว้ในฐานข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
'Form Main
Option Explicit
Private Sub Form_Load()
   Image1.Visible = True
   Image2.Visible = False
   Image3.Visible = True
   Image4.Visible = False
   Image5.Visible = True
   Image6.Visible = False
   Image7.Visible = True
   Image8.Visible = False
   Image4.MousePointer = Image2.MousePointer
   Image4.MouseIcon = Image2.MouseIcon
   Image6.MousePointer = Image2.MousePointer
   Image6.MouseIcon = Image2.MouseIcon
   Image8.MousePointer = Image2.MousePointer
   Image8.MouseIcon = Image2.MouseIcon
End Sub

Private Sub Form_MouseMove(Button As Integer, Shift As Integer, X As Single, Y As Single)
   Image1.Visible = True
   Image2.Visible = False
   Image3.Visible = True
   Image4.Visible = False
   Image5.Visible = True
   Image6.Visible = False
   Image7.Visible = True
   Image8.Visible = False
End Sub
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Private Sub Image1_MouseMove(Button As Integer, Shift As Integer, X As Single, Y As Single)
   Image1.Visible = False
   Image2.Visible = True
   Image3.Visible = True
   Image4.Visible = False
   Image5.Visible = True
   Image6.Visible = False
   Image7.Visible = True
   Image8.Visible = False
End Sub

Private Sub Image3_MouseMove(Button As Integer, Shift As Integer, X As Single, Y As Single)
   Image1.Visible = True
   Image2.Visible = False
   Image3.Visible = False
   Image4.Visible = True
   Image5.Visible = True
   Image6.Visible = False
   Image7.Visible = True
   Image8.Visible = False
End Sub

Private Sub Image4_Click()
   Dim i As Long
   Dim vMaxCount As Long
   Dim vPercentCount As Integer
   Label1.Visible = True
   DoEvents
   Picture1.Visible = True
   Picture1.ForeColor = RGB(0, 0, 255)
   Picture1.Font.Bold = True
   Picture1.Cls
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  i = 0
  vPercentCount = 0
  vMaxCount = 3000
  Load frmdata
  Do While i <= vMaxCount
     i = i + 1
      If i = 2550 Then Load frmdata
     vPercentCount = Int((100 * i) / vMaxCount)
     UpdateProgress Picture1, vPercentCount
  Loop
  Picture1.Visible = False
  Label1.Visible = False
  Unload Me
  frmdata.Show
End Sub

Private Sub Image5_MouseMove(Button As Integer, Shift As Integer, X As Single, Y As Single)
   Image1.Visible = True
   Image2.Visible = False
   Image3.Visible = True
   Image4.Visible = False
   Image5.Visible = False
   Image6.Visible = True
   Image7.Visible = True
   Image8.Visible = False
End Sub

Private Sub Image7_MouseMove(Button As Integer, Shift As Integer, X As Single, Y As Single)
   Image1.Visible = True
   Image2.Visible = False
   Image3.Visible = True
   Image4.Visible = False
   Image5.Visible = True
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  Image6.Visible = False
  Image7.Visible = False
  Image8.Visible = True
End Sub

Private Sub image2_Click()
  Unload frmMain
  Load frmSpdirect
  frmSpdirect.Show
End Sub

Sub UpdateProgress(pb As Control, ByVal percent)
  Dim num$      'use percent
  If Not pb.AutoRedraw Then     'picture in memory ?
    pb.AutoRedraw = -1        'no, make one
  End If
  pb.Cls                'clear picture in memory
  pb.ScaleWidth = 100       'new sclaemodus
  pb.DrawMode = 10          'not XOR Pen Modus
  num$ = Format$(percent, "###") + "%"
  pb.CurrentX = 50 - pb.TextWidth(num$) / 2
  pb.CurrentY = (pb.ScaleHeight - pb.TextHeight(num$)) / 2
  pb.Print num$             'print percent
  pb.Line (0, 0)-(percent, pb.ScaleHeight), , BF
  pb.Refresh        'show differents
End Sub

Private Sub Image8_Click()
  End
End Sub

Private Sub Image6_Click()
  Unload frmMain
  Load frmaboat
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  frmaboat.Show
End Sub

'Form Spdirect
'Program Wind Profiler3 last update 16/04/2001
' รับค่า port0880-0885
Option Explicit
Private Declare Function Inport Lib "Vbio32.dll" (ByVal portid%) As Integer
Private Declare Function InportW Lib "Vbio32.dll" (ByVal portid%) As Integer
Const DBname = "\datawind1.mdb"
Dim Sp As Single
Dim Spd As Single
Dim Dir As Long
Dim Countrefresh As Integer
Dim Counter As Integer
Dim Datain, Old, Diff As Single
Dim x1, x2, y1, y2 As Integer
Const Stx = 500
Const Sty = 3500
Const Chy = 10
Const Chx = 40

Private Sub Combo1_Click(Index As Integer)
Dim a As Integer
  a = Combo1(Index).ListIndex
  If Index = 0 Then
       Combo1(Index + 1).ListIndex = a
  ElseIf Index = 1 Then
       Combo1(Index - 1).ListIndex = a
  End If
  Select Case a
  Case 0
       Labelunit.Caption = "m/sec"
       Spd = Datain
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  Case 1
        Labelunit.Caption = "km./hr."
        Spd = Datain * 3.6
  Case 2
        Labelunit.Caption = "knots"
        Spd = Datain * 1.943
  End Select
End Sub

Private Sub Form_Load()
  Dim i As Integer
  Timer4.Enabled = True
  For i = 0 To 1
    With Combo1(i)
        .AddItem "m/sec"
        .AddItem "km./hr."
        .AddItem "knots"
    End With
  Next i
  Combo1(0).ListIndex = 0
  Combo1(1).ListIndex = 0
  Picture1.TabIndex = 0
  lblDate.Caption = Format(Date, "Long Date")
  Data1.DatabaseName = App.Path & DBname
  Countrefresh = 0
  Datain = 0
  Diff = 0
  Counter = 0
  x1 = Stx
  x2 = Stx
  y2 = Sty
  Sp = Val(Right(Hex(Inport(&H883)), 2))
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
'Start ปรับเทียบจากกรมอุตุนิยมวิทยา
  Old = Compare(Sp)
  'Stop ปรับเทียบจากกรมอุตุนิยมวิทยา
  Spd = Old
  y1 = Sty - (Old * (3000 / 40))
  Text1.Text = y1
  Timer2.Enabled = True
End Sub

Private Sub Form_MouseMove(Button As Integer, Shift As Integer, X As Single, Y As Single)
  Image1.Visible = True
  Image2.Visible = False
End Sub

Private Sub Image1_MouseMove(Button As Integer, Shift As Integer, X As Single, Y As Single)
  Image1.Visible = False
  Image2.Visible = True
End Sub

Private Sub image2_Click()
  Unload frmSpdirect
  Load frmMain
  frmMain.Show
End Sub

Private Sub Picture1_MouseMove(Button As Integer, Shift As Integer, X As Single, Y As Single)
Dim Dxi, Dyi, Dx, Dy As String
  frmSpdirect.Caption = "x=" + Str(X) + "y=" + Str(Y)
  Dxi = ((X - 500) * Chy / 500)
  Dx = Format(Dxi, "#0.0")
  Dyi = ((3500 - Y) * Chx / 3000)
  Dy = Format(Dyi, "#0.0")
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Picture1.ToolTipText = Dx + " วินาที " + Dy + " m/sec"
End Sub

Private Sub Timer1_Timer()
   lblTime1.Caption = Time
   lblDate.Caption = Format(Date, "Long Date")
End Sub

Private Sub Timer2_Timer() 'ตั้งเวลาวาดกราฟ 1 วินาที
Dim i As Integer
Static Maxdata As Single
Static Mindata As Single
Static CounterTime As Integer
Static Checkrefresh As Integer
Static Countrefresh As Integer
Static b As Integer
Dim a As Integer
Data1.Refresh
    Counter = Counter + 1
    Sp = Val(Right(Hex(Inport(&H883)), 2))
 'Start ปรับเทียบจากกรมอุตุนิยมวิทยา
   Datain = Compare(Sp)
   Diff = Abs((Datain - Old))
   If (Diff >= 10) Then
      Old = Old
   Else
      Old = Datain
   End If
' แปลงหน่วย
   If Combo1(0).ListIndex = 0 Then
       Spd = Old 'Datain
   ElseIf Combo1(0).ListIndex = 1 Then
       Spd = Old * 3.6
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  ElseIf Combo1(0).ListIndex = 2 Then
     Spd = Old * 1.943
  End If
   ' นับเวลาในการหาค่าเฉลี่ย
If opt2ms.Value = True Then
  Checkrefresh = 2
Else
  Checkrefresh = 10
End If
If Countrefresh >= Checkrefresh Then
   Countrefresh = 0
  Mindata = Spd
  Maxdata = Spd
 End If
Countrefresh = Countrefresh + 1
 If Mindata > Spd Then Mindata = Spd ' ค่าความเร็วต่ำสุด
If Maxdata < Spd Then Maxdata = Spd  ' ค่าความเร็วสูงสุด
Text2.Text = Format(Maxdata, "#0.00")
Text3.Text = Format(Mindata, "#0.00")
Label_Speed.Caption = Format(Spd, "#0.00")
  'Stop ปรับเทียบจากกรมอุตุนิยมวิทยา

 'Diff = Abs((Datain - Old))
 ' If (Diff >= 10) Then
 '   Old = Old
 'Else
 '  Old = Datain
 'End If
  Text1.Text = Old
'  Label_Speed.Caption = Format(Old, "#0.00")
  Text4.Text = (Text1.Text * (3000 / 40))
     'x2 = 500 + (counter * 100)
  x2 = 500 + (Counter * 50)
  y2 = 3500 - Text4.Text
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  If (x2 >= 5500) Then
     Picture1.Cls
     x1 = 500
     Counter = 0
     'x2 = 500 + (counter * 100)
     x2 = 500 + (Counter * 50)
     y2 = 3500 - Text4.Text
  End If
  Picture1.DrawStyle = 0
  Picture1.DrawWidth = 2
  Picture1.Line (x1, y1)-(x2, y2), RGB(252, 248, 58)
  x1 = Picture1.CurrentX
  y1 = Picture1.CurrentY
End Sub

Private Sub Timer3_Timer()
  ' รับค่าจากพอร์ท #880
  Dir = (Inport(&H880) And &HFF) * (360 / 292)
  Degree.Caption = Format(Dir, "#000")
  Line3.x2 = (1800 * Cos((Dir * 0.01745329252) + (270 * 0.01745329252))) + 9120
  Line3.y2 = (1800 * Sin((Dir * 0.01745329252) + (270 * 0.01745329252))) + 3240
End Sub

Private Sub Timer4_Timer() 'ตั้งเวลาเก็บข้อมูลทุก 10 วินาที
  'Sp = Val(Right(Hex(Inport(&H883)), 2))
  'Datain = Compare(Sp)
  Datain = Old
  'Diff = Abs((Datain - Old))
  'If (Diff >= 10) Then
   '  Old = Old
  'Else
   '  Old = Datain
  ' End If
   With Data1.Recordset
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        .AddNew
        .Fields("Date") = Date 'วันที่
        .Fields("Time") = Time 'เวลา
        .Fields("Speed") = Datain  'ค่าความเร็วลม
        .Fields("Direct") = Wdr(Dir) 'ทิศทางลม
        '.Fields("Anounce") = KindWind(Datain) 'พยากรณ์
        .Update
  End With
End Sub

Private Sub Shiftdata2(ByVal StartData As Integer, ByVal StopData As Integer, ByVal DataS As Integer,
ADA)
  Dim Shiftdata As Integer
  Dim i As Integer
  Dim buffer1 As Integer
  Dim buffer2 As Integer
  buffer1 = DataS
  For i = StartData To StopData
    buffer2 = ADA(i)
    ADA(i) = buffer1
    buffer1 = buffer2
  Next
End Sub

Function Wdr(ByVal Dir As Long) As String      'แปลงค่าเลขทิศทางเป็นอักษร
  If (Dir >= 0 And Dir < 22.5) Or (Dir >= 337.6 And Dir <= 359) Then
        Wdr = "N"
  ElseIf (Dir >= 22.6 And Dir <= 67.5) Then
        Wdr = "NE"
  ElseIf (Dir >= 67.6 And Dir <= 112.5) Then
        Wdr = "E"
  ElseIf (Dir >= 112.6 And Dir <= 157.5) Then
        Wdr = "SE"
  ElseIf (Dir >= 157.6 And Dir <= 202.5) Then
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        Wdr = "S"
    ElseIf (Dir >= 202.6 And Dir <= 247.5) Then
        Wdr = "SW"
    ElseIf (Dir >= 247.6 And Dir <= 292.5) Then
        Wdr = "W"
    ElseIf (Dir >= 292.6 And Dir <= 337.5) Then
        Wdr = "NW"
    End If
End Function

Function KindWind(ByVal Speed As Long) As String
    If (Speed >= 0 And Speed <= 0.2) Then
            KindWind = "Calm"
    ElseIf (Speed >= 0.3 And Speed <= 1.5) Then
            KindWind = "Light Air"
    ElseIf (Speed >= 1.6 And Speed <= 3.3) Then
            KindWind = "Light Beeze"
    ElseIf (Speed >= 3.4 And Speed <= 5.4) Then
            KindWind = "Gentle Breeze"
    ElseIf (Speed >= 5.5 And Speed <= 7.9) Then
            KindWind = "Moderate Breeze"
    ElseIf (Speed >= 8 And Speed <= 10.7) Then
            KindWind = "Fresh Breeze"
    ElseIf (Speed >= 10.8 And Speed <= 13.8) Then
            KindWind = "Strong Breeze"
    ElseIf (Speed >= 13.9 And Speed <= 17.1) Then
            KindWind = "Near Gale"
    ElseIf (Speed >= 17.2 And Speed <= 20.7) Then
            KindWind = "Gale"
    ElseIf (Speed >= 20.8 And Speed <= 24.4) Then
            KindWind = "Strong Gale"
    ElseIf (Speed >= 24.5 And Speed <= 28.4) Then
            KindWind = "Storm"
    ElseIf (Speed >= 28.5 And Speed <= 32.6) Then
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        KindWind = "Violent Storm"
    ElseIf (Speed >= 32.7) Then
        KindWind = "Hurricane"
    Else
        KindWind = "Not Data"
    End If
End Function

Function Compare(ByVal Speed As Single) As Single
    Select Case Speed
      Case Is <= 4
        Speed = (Speed / 2)
      Case Is <= 8
        Speed = (Speed / 2.6)
      Case Is <= 11
        Speed = (Speed / 2.7)
      Case Is <= 14
        Speed = (Speed / 2.8)
      Case Is <= 17
        Speed = (Speed / 2.83)
      Case Is <= 24
        Speed = (Speed / 2.85)
      Case Else
        Speed = (Speed / 3)
      End Select
      Compare = Speed
End Function

'Form Data
Option Explicit
Private Declare Function Inport Lib "Vbio32.dll" (ByVal portid%) As Integer
Private Declare Function InportW Lib "Vbio32.dll" (ByVal portid%) As Integer
Const DBname = "\datawind1.mdb"
Dim Temp As String
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Dim Sp As Single
Dim Spd As Single
Dim Dir As Long
Dim Countrefresh As Integer
Dim Counter As Integer
Dim Datain, Old, Diff As Single
Dim x1, x2, y1, y2 As Integer
Const Stx = 500
Const Sty = 3500
Const Chy = 10
Const Chx = 40

Private Sub Combo1_Click()
  Temp = Combo1.ListIndex + 1
  Data2.RecordSource = "SELECT * FROM Total_with_month WHERE month =" & Temp
  Data2.Refresh
  If Data2.Recordset.RecordCount < 1 Then
    MsgBox "ไม่พบข้อมูลของเดือน " & Combo1, vbOKOnly + vbInformation
  Else
    Data2.Recordset.MoveLast
  End If
End Sub

Private Sub Form_Load()
Dim Sqltemp1, Sqltemp2 As String
  Data1.Visible = False
  Data2.Visible = False
  Data3.Visible = False
  Data4.Visible = False
  Data5.Visible = False
  Data1.DatabaseName = App.Path + DBname
  Data2.DatabaseName = App.Path + DBname
  Data3.DatabaseName = App.Path + DBname
  Data4.DatabaseName = App.Path + DBname
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Data5.DatabaseName = App.Path + DBname
'Sqltemp1 = "SELECT  Date,Time,Speed,Direct,Anounce FROM DSpeed_All_Day ORDER BY Date
desc,time desc"
Sqltemp1 = "SELECT  * FROM Speed_All_Day_Anounce ORDER BY Date desc,time desc"
With Data1
   .RecordSource = Sqltemp1
   .Refresh
End With
If Data1.RecordSource <> "" Then
   If (Data1.Recordset.RecordCount >= 1) Then
      With Data1.Recordset
         .MoveLast
         .MoveFirst
      End With
   Else
      MsgBox "ไม่พบข้อมูลที่ต้องการแสดง", vbOKOnly + vbInformation
   End If
End If
Temp = Month(Date)
Sqltemp2 = "SELECT * FROM Total_with_month WHERE month =" & Temp
With Data2
   .RecordSource = Sqltemp2
   .Refresh
End With
If Data2.RecordSource <> "" Then
   If (Data2.Recordset.RecordCount >= 1) Then
      With Data2.Recordset
         .MoveLast
      End With
   Else
      MsgBox "ไม่พบข้อมูลของเดือน " & Combo1, vbOKOnly + vbInformation
   End If
End If
SSTab1.Tab = 0
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  With Combo1
     .AddItem "มกราคม"
     .AddItem "กุมภาพันธ์"
     .AddItem "มีนาคม"
     .AddItem "เมษายน"
     .AddItem "พฤษภาคม"
     .AddItem "มิถุนายน"
     .AddItem "กรกฎาคม"
     .AddItem "สิงหาคม"
     .AddItem "กันยายน"
     .AddItem "ตุลาคม"
     .AddItem "พฤศจิกายน"
     .AddItem "ธันวาคม"
     .ListIndex = Temp - 1
  End With
  Data1.Refresh
  Data2.Refresh
  Data3.Refresh
  Text1.Text = Format(Data1.Recordset.Fields(0), "Long Date")
  Text2.Text = Format(Data1.Recordset.Fields(1), "Long Time")
  Text3.Text = Format(Data1.Recordset.Fields(2), "#0.00")
  Text4.Text = Data1.Recordset.Fields(3)
  Text5.Text = Data1.Recordset.Fields(4)
End Sub

Private Sub Form_MouseMove(Button As Integer, Shift As Integer, X As Single, Y As Single)
  Image1.Visible = True
  Image2.Visible = False
End Sub

Private Sub Image1_MouseMove(Button As Integer, Shift As Integer, X As Single, Y As Single)
  Image1.Visible = False
  Image2.Visible = True
End Sub
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Private Sub image2_Click()
   Unload Me
   Load frmMain
   frmMain.Show
End Sub
Private Sub SSTab1_MouseUp(Button As Integer, Shift As Integer, X As Single, Y As Single)
Dim a As Integer
   a = SSTab1.Tab
   If a = 0 Then Data1.Refresh
End Sub

Private Sub Timer1_Timer()  'ตั้งเวลาเก็บข้อมูลทุก 10 วินาที
   Dir = (Inport(&H880) And &HFF) * (360 / 292)
   Sp = Val(Right(Hex(Inport(&H883)), 2))
   Datain = Compare(Sp)
   With Data4.Recordset
         .AddNew
         .Fields("Date") = Date 'วันที่
         .Fields("Time") = Time 'เวลา
         .Fields("Speed") = Datain  'ค่าความเร็วลม
         .Fields("Direct") = Wdr(Dir) 'ทิศทางลม
         .Update
   End With
   Data5.Refresh
   Text1.Text = Format(Data5.Recordset.Fields(0), "Long Date")
   Text2.Text = Format(Data5.Recordset.Fields(1), "Long Time")
   Text3.Text = Format(Data5.Recordset.Fields(2), "#0.00")
   Text4.Text = Data5.Recordset.Fields(3)
   Text5.Text = Data5.Recordset.Fields(4)
   Data3.Refresh
End Sub

Function Wdr(ByVal Dir As Long) As String       'แปลงค่าเลขทิศทางเป็นอักษร
   If (Dir >= 0 And Dir < 22.5) Or (Dir >= 337.6 And Dir <= 359) Then
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        Wdr = "N"
    ElseIf (Dir >= 22.6 And Dir <= 67.5) Then
        Wdr = "NE"
    ElseIf (Dir >= 67.6 And Dir <= 112.5) Then
        Wdr = "E"
    ElseIf (Dir >= 112.6 And Dir <= 157.5) Then
        Wdr = "SE"
    ElseIf (Dir >= 157.6 And Dir <= 202.5) Then
        Wdr = "S"
    ElseIf (Dir >= 202.6 And Dir <= 247.5) Then
        Wdr = "SW"
    ElseIf (Dir >= 247.6 And Dir <= 292.5) Then
        Wdr = "W"
    ElseIf (Dir >= 292.6 And Dir <= 337.5) Then
        Wdr = "NW"
    End If
End Function

Function Compare(ByVal Speed As Single) As Single
    Select Case Speed
        Case Is <= 4
            Speed = (Speed / 2)
        Case Is <= 8
            Speed = (Speed / 2.6)
        Case Is <= 11
            Speed = (Speed / 2.7)
        Case Is <= 14
            Speed = (Speed / 2.8)
        Case Is <= 17
            Speed = (Speed / 2.83)
        Case Is <= 24
            Speed = (Speed / 2.85)
        Case Else
            Speed = (Speed / 3)
```

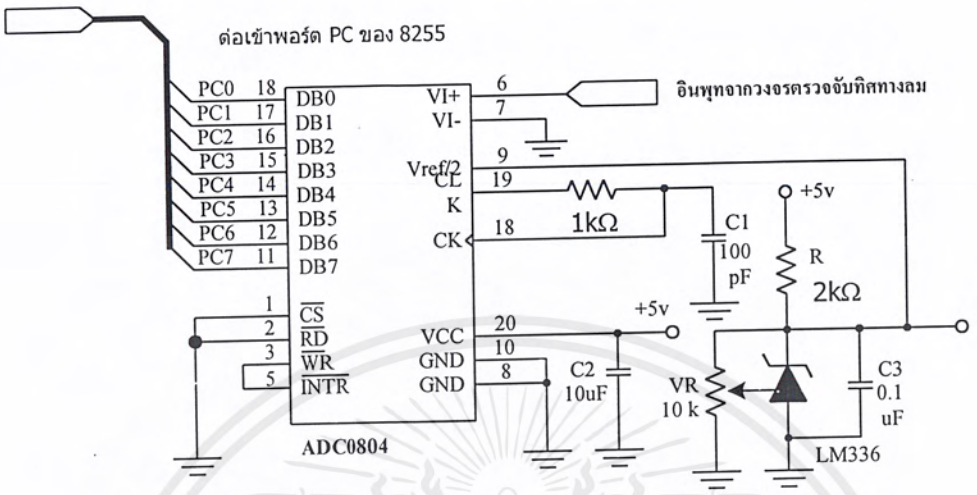
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    End Select
    Compare = Speed
End Function

'Form Aboat
Private Sub Form_Load()
  Image2.Visible = True
  Image1.Visible = False
End Sub

Private Sub Form_MouseMove(Button As Integer, Shift As Integer, X As Single, Y As Single)
  Image2.Visible = True
  Image1.Visible = False
End Sub

Private Sub image1_Click()
  Unload Me
  Load frmMain
  frmMain.Show
End Sub

Private Sub image2_MouseMove(Button As Integer, Shift As Integer, X As Single, Y As Single)
  Image2.Visible = False
  Image1.Visible = True
End Sub
```

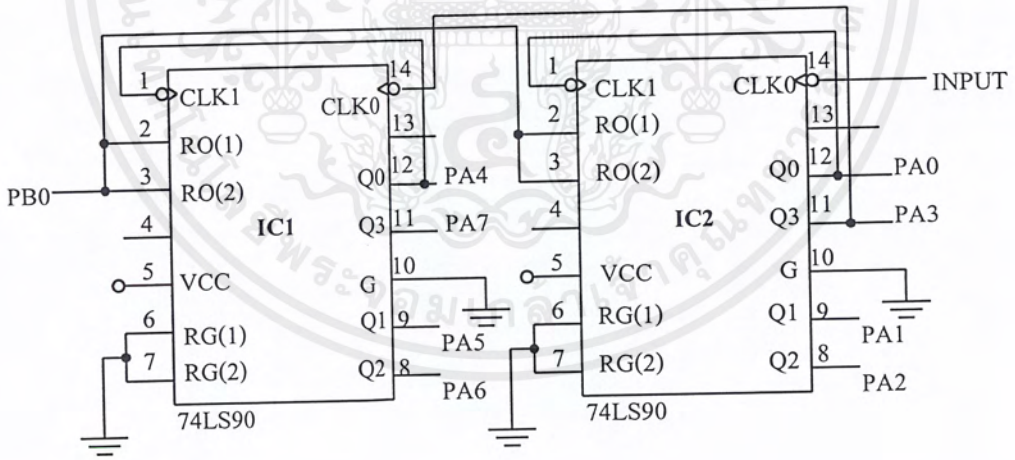
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค
วงจรพิมพ์และแผ่นวงจรพิมพ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

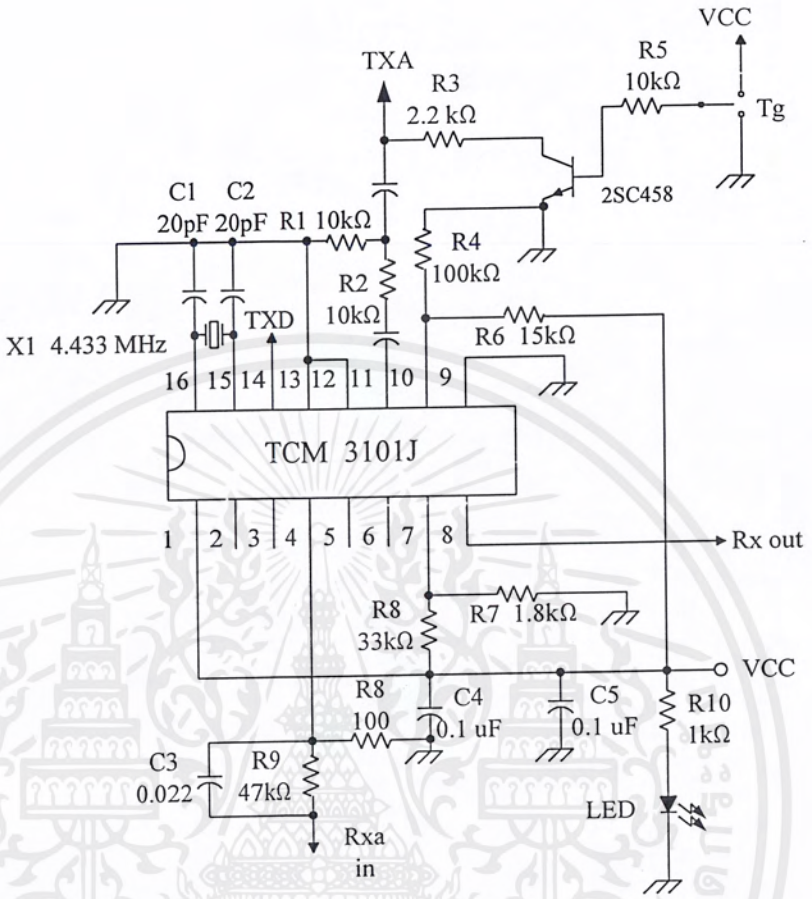


รูปที่ ค.1 วงจรแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นสัญญาณดิจิตอล

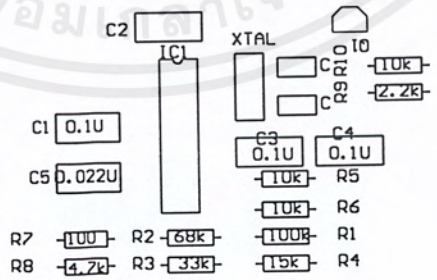


รูปที่ ค.2 วงจรนับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

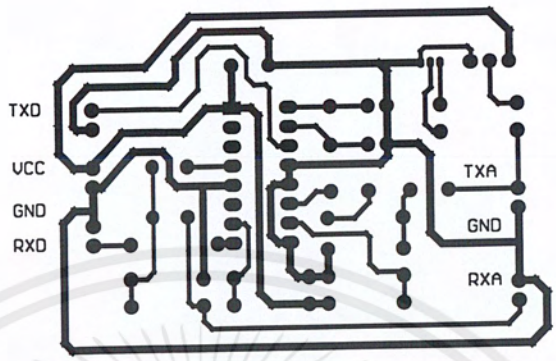


รูปที่ ค.3 วงจรมอดูเลตและดีมอดูเลตแบบ FSK MODEM

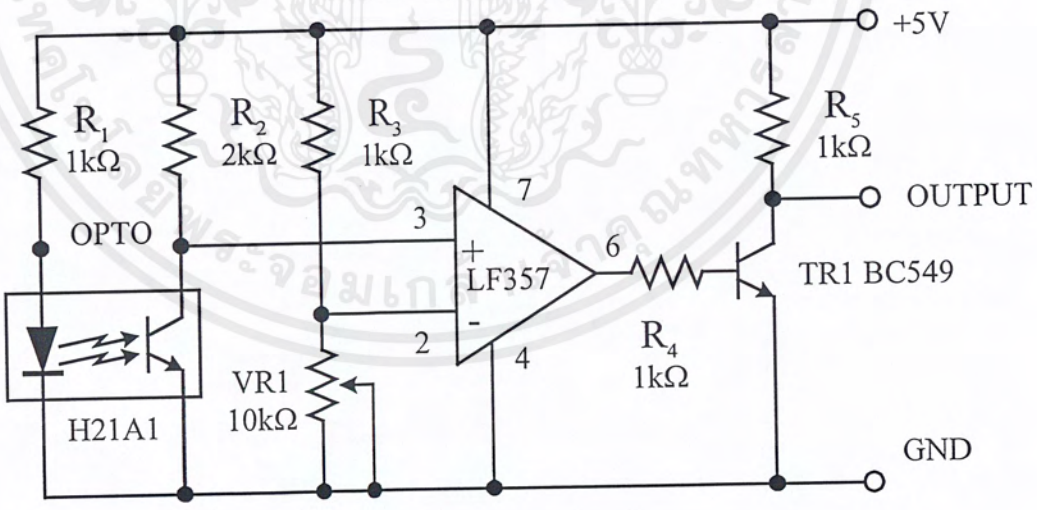


รูปที่ ค.4 การจัดวางอุปกรณ์ของวงจรมอดูเลตและดีมอดูเลตแบบ FSK MODEM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

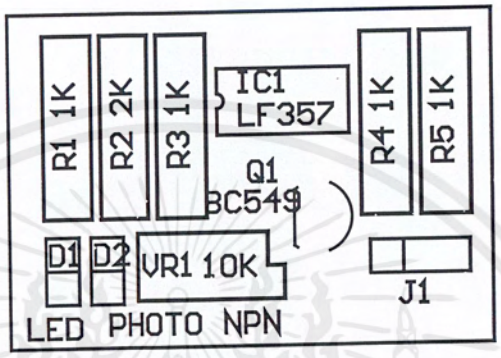


รูปที่ ค.5 วงจรพิมพ์ของวงจรมอดูเลตและดีมอดูเลตแบบ FSK MODEM

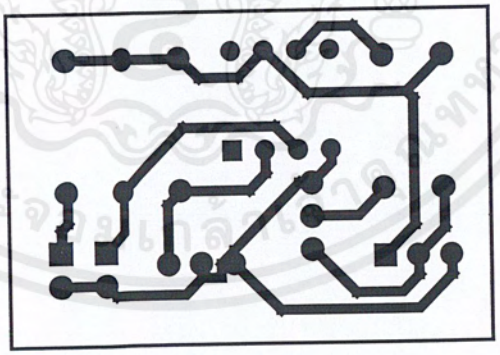


รูปที่ ค.6 วงจรตรวจจับแสง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

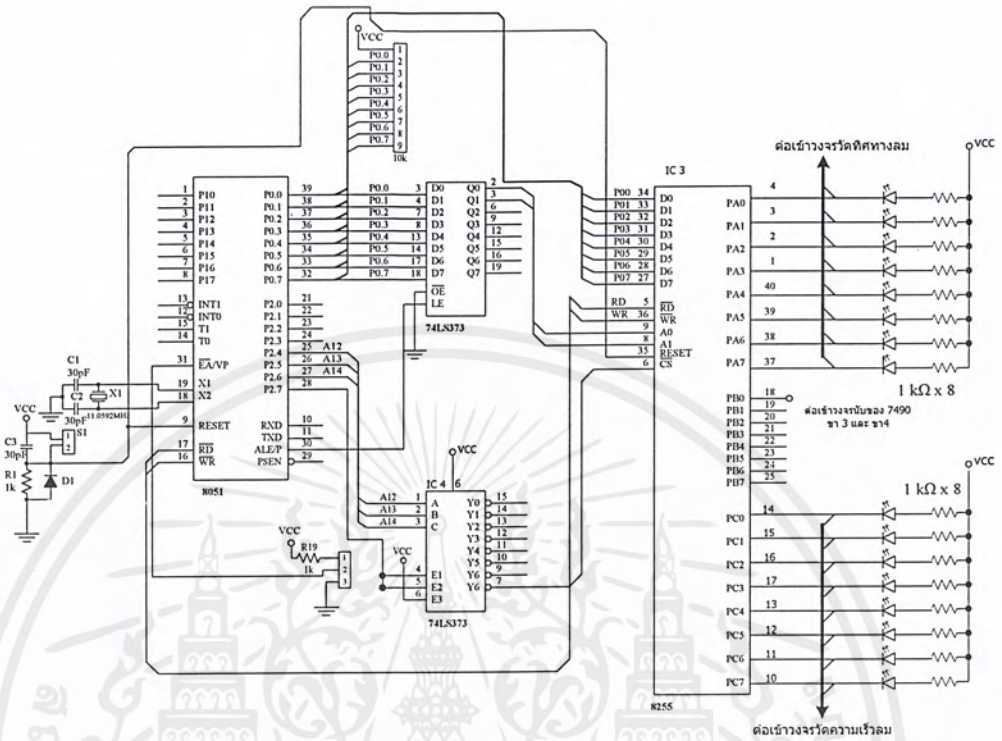


รูปที่ ค.7 การจัดวางอุปกรณ์ของวงจรตรวจจับแสง

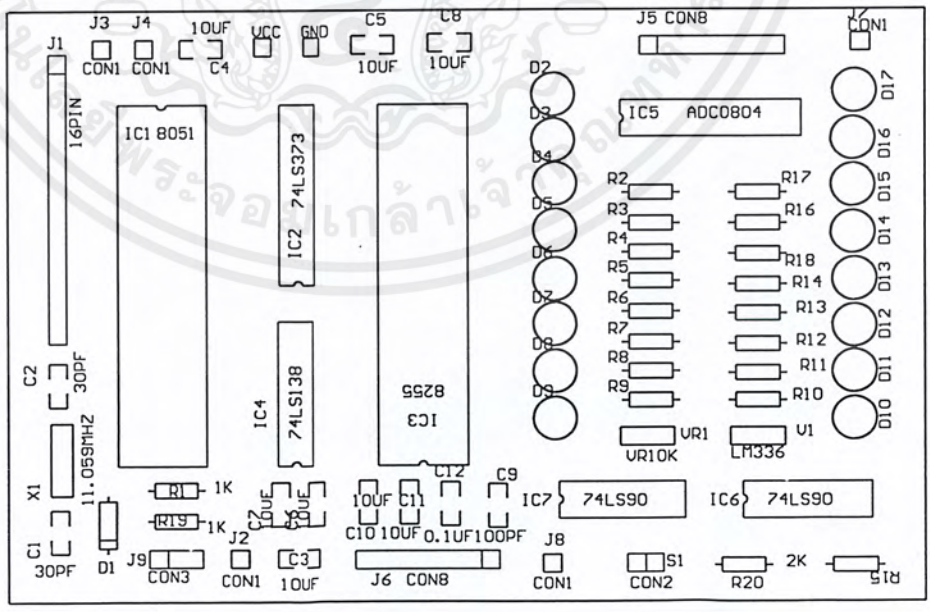


รูปที่ ค.8 วงจรพิมพ์ของวงจรตรวจจับแสง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

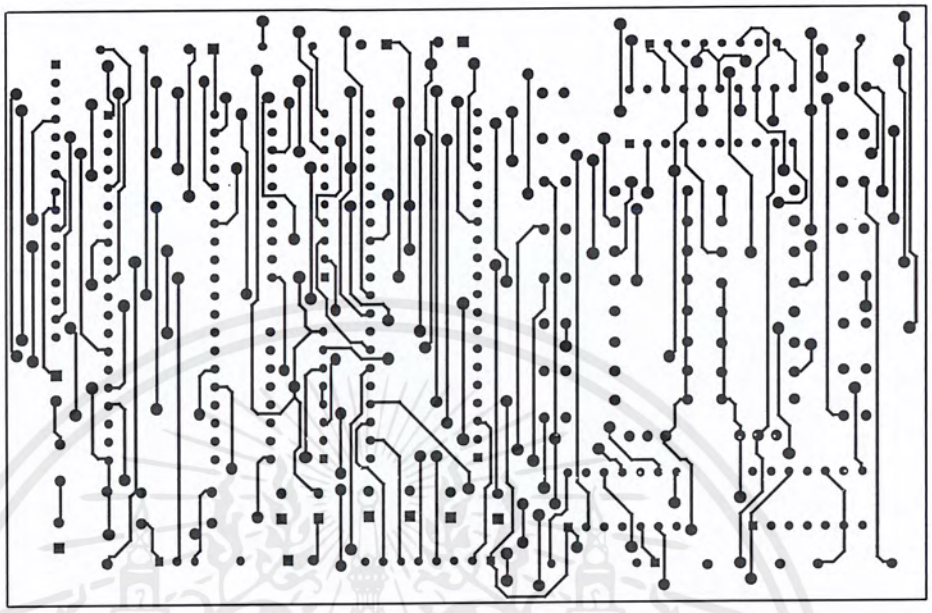


รูปที่ ค.9 วงจรมัลติเพล็กซ์

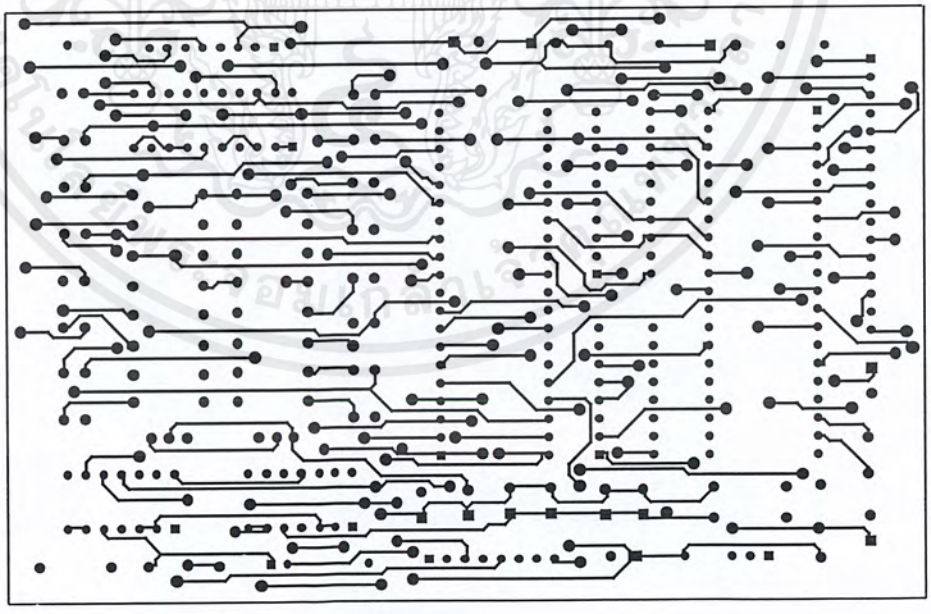


รูปที่ ค.10 การจัดวางอุปกรณ์ของวงจรมัลติเพล็กซ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

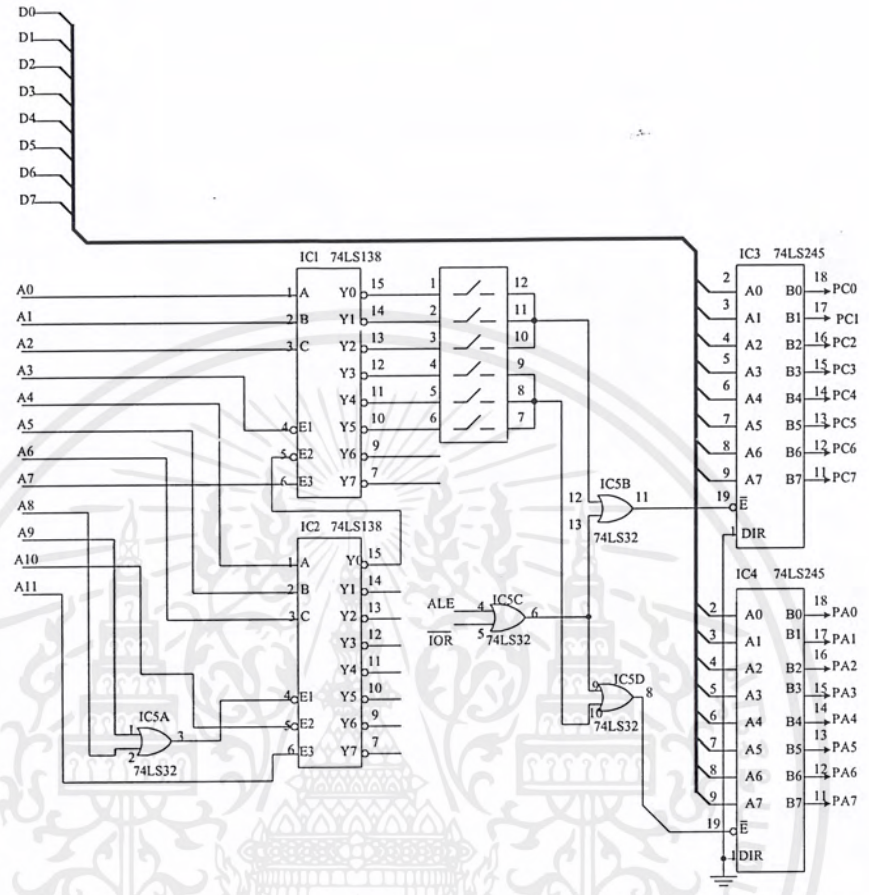


รูปที่ ค.11 วงจรพิมพ์ของวงจรมัลติเพล็กซ์ทางด้านบน

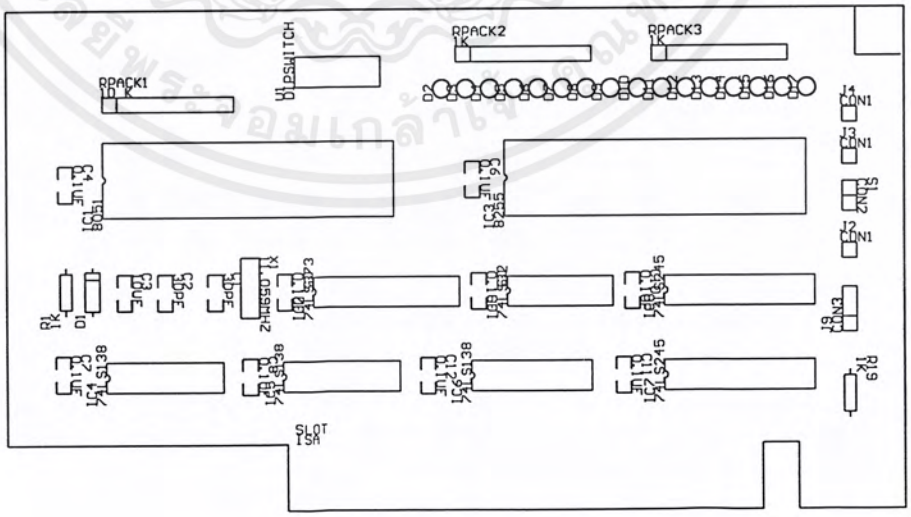


รูปที่ ค.12 วงจรพิมพ์ของวงจรมัลติเพล็กซ์ทางด้านล่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

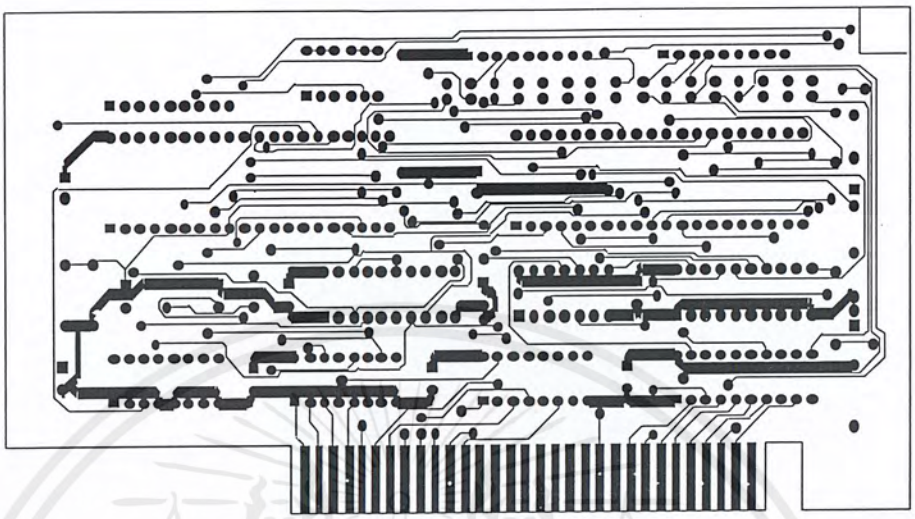


รูปที่ ค.13 วงจรอินเตอร์เฟส

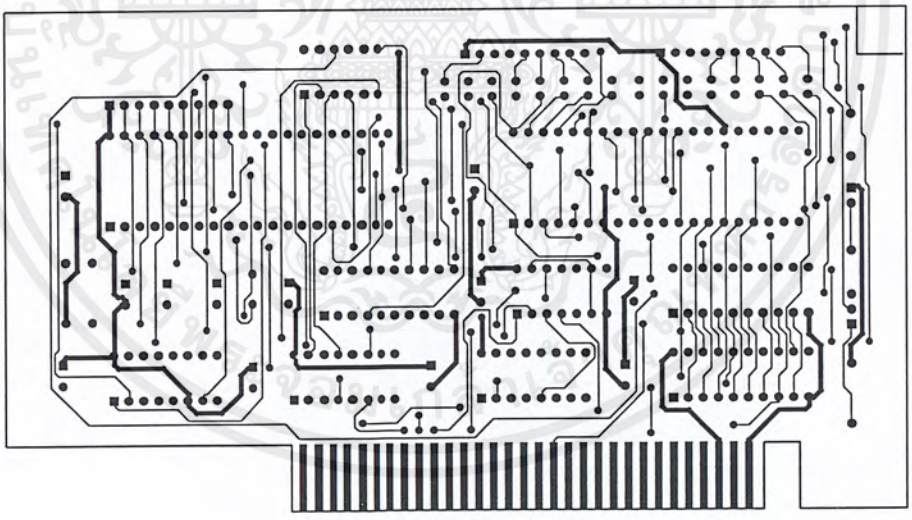


รูปที่ ค.14 การจัดวางอุปกรณ์ของวงจรอินเตอร์เฟส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

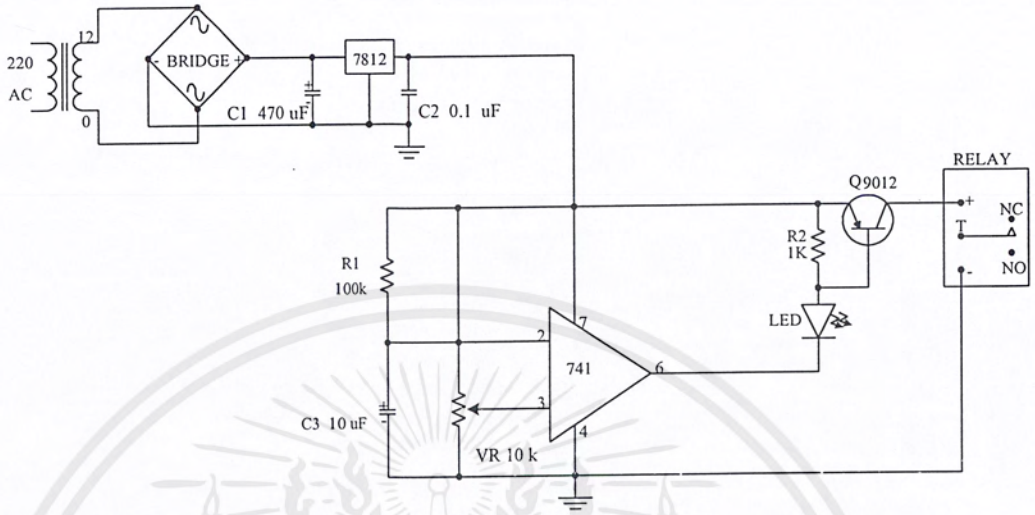


รูปที่ ค.15 วงจรพิมพ์ของวงจรอินเตอร์เฟสทางด้านบน



รูปที่ ค.16 วงจรพิมพ์ของวงจรอินเตอร์เฟสทางด้านล่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ค.17 วงจรหน่วงเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง
รายการอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายการอุปกรณ์

วงจรตรวจจับแสง

ชื่ออุปกรณ์		จำนวน(ตัว)
R1, R3, R4, R5	1kΩ	4
R2	2 kΩ	1
VR1	10 kΩ	1
TR1	BC549	1
OPTO	H21A1	1
IC1	LF357	1

วงจรตรวจจับทิศทาง

ชื่ออุปกรณ์		จำนวน(ตัว)
R1	10 kΩ	1
R2	2.43 kΩ	1

วงจรแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นดิจิตอล

ชื่ออุปกรณ์		จำนวน(ตัว)
R1	15 kΩ	1
R2	2 kΩ	2
C1	100 pF	1
C2	10 µF	1
C3	0.1 µF	1
VR1	10 kΩ	1
IC1	LM336	1
IC2	ADC 0804	1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรมอดูเลตและดีมอดูเลตแบบ FSK MODEM

ชื่ออุปกรณ์		จำนวน(ตัว)
R1, R2, R6	10 kΩ	3
R3	2.2 kΩ	1
R4	100 kΩ	1
R6	15 kΩ	1
R7	1.8 kΩ	1
R8	33 kΩ	1
R9	100 Ω	1
R10	1 kΩ	1
R11	47 kΩ	1
C1, C2	20 µF	2
C3	0.022 µF	1
C4, C5	0.1 µF	2
IC	TCM3101J	1
TR1	2SC458	1
X1	4.433xMHz	1

วงจรอินเตอร์เฟส

ชื่ออุปกรณ์		จำนวน(ตัว)
U1, U2	74LS138	2
U3, U4	74LS245	2
U5	74LS32	1
SW1	DIP SW-6	1

วงจรนับ

ชื่ออุปกรณ์		จำนวน(ตัว)
U1, U2	74LS90	2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรมัลติเพล็กเซอร์

ชื่ออุปกรณ์		จำนวน(ตัว)
R1,R2	1 kΩ	2
R3, R4	33 kΩ	2
C1,C2	30 pF	1
C3	10 pF	1
D1	1N4148	1
X1	11.059MHz	1
U1	AT89C51	1
U2	74LS373	1
U4	82C55AC	1
U5	74LS138	1
R	1 kΩ	16
LED		16

วงจรหน่วงเวลา

ชื่ออุปกรณ์		จำนวน(ตัว)
D1	Diode Bride	1
R1	100 kΩ	1
R2	1 kΩ	1
VR1	10 kΩ	1
C1	470 µF	1
C2	0.1 µF	1
C3	10 µF	1
TR1	9012	1
IC	7812	1
IC	741	1
RELAY	12V	1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรแหล่งจ่ายไฟ

ชื่ออุปกรณ์		จำนวน(ตัว)
D1	Diode Bride	3
U1	7805	2
U2	7812	1
C1	4700 µF 50V	3
C2, C3, C4	0.1 µF	3
หม้อแปลง		2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ
รายละเอียดและคุณสมบัติของอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Features

- Compatible with MCS-51™ Products
- 4K Bytes of In-System Reprogrammable Flash Memory
  - Endurance: 1,000 Write/Erase Cycles
- Fully Static Operation: 0 Hz to 24 MHz
- Three-Level Program Memory Lock
- 128 x 8-Bit Internal RAM
- 32 Programmable I/O Lines
- Two 16-Bit Timer/Counters
- Six Interrupt Sources
- Programmable Serial Channel
- Low Power Idle and Power Down Modes

Description

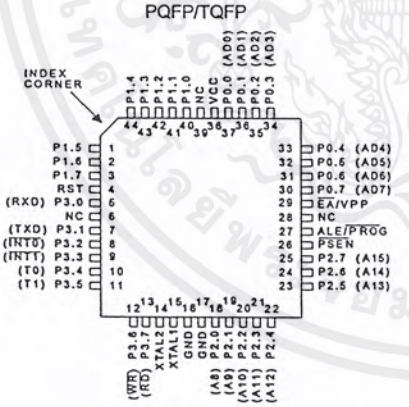
The AT89C51 is a low-power, high-performance CMOS 8-bit microcomputer with 4K bytes of Flash Programmable and Erasable Read Only Memory (PEROM). The device is manufactured using Atmel's high density nonvolatile memory technology and is compatible with the industry standard MCS-51™ instruction set and pinout. The on-chip Flash allows the program memory to be reprogrammed in-system or by a conventional nonvolatile memory programmer. By combining a versatile 8-bit CPU with Flash on a monolithic chip, the Atmel AT89C51 is a powerful microcomputer which provides a highly flexible and cost effective solution to many embedded control applications.

(continued)

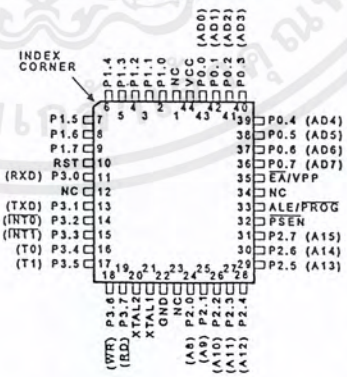
Pin Configurations

PDIP

PQFP/TQFP



PLCC



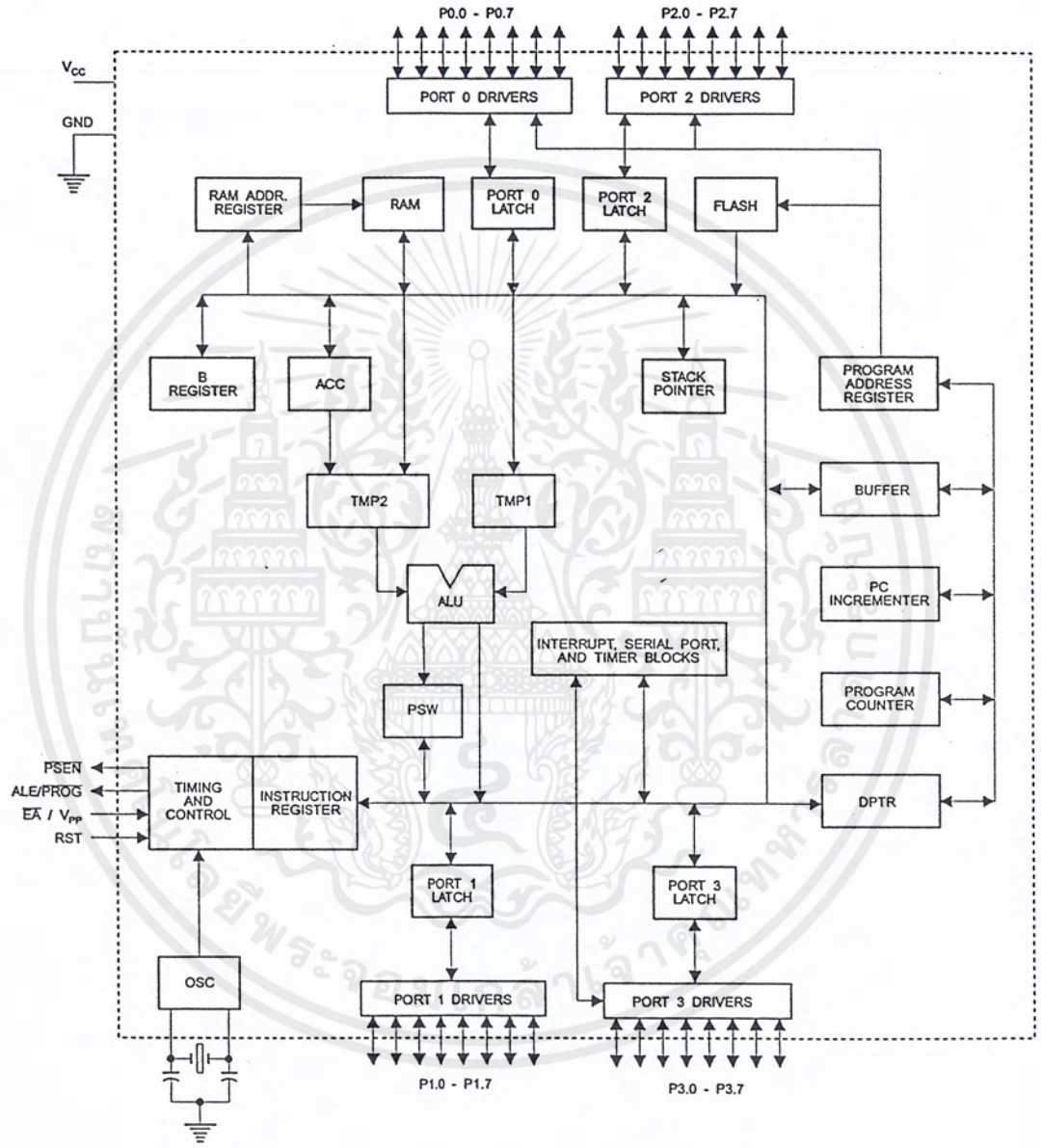
8-Bit Microcontroller with 4K Bytes Flash

AT89C51

0265F-A–12/97

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Block Diagram



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

The AT89C51 provides the following standard features: 4K bytes of Flash, 128 bytes of RAM, 32 I/O lines, two 16-bit timer/counters, a five vector two-level interrupt architecture, a full duplex serial port, on-chip oscillator and clock circuitry. In addition, the AT89C51 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 Description

V_{CC}
Supply voltage.

GND
Ground.

Port 0
Port 0 is an 8-bit open drain bidirectional I/O port. As an output port each pin can sink eight TTL inputs. When 1s are written to port 0 pins, the pins can be used as high-impedance inputs.

Port 0 may also be configured to be the multiplexed low-order address/data bus during accesses to external program and data memory. In this mode P0 has internal pullups.

Port 0 also receives the code bytes during Flash programming, and outputs the code bytes during program verification. External pullups are required during program verification.

Port 1
Port 1 is an 8-bit bidirectional I/O port with internal pullups. The Port 1 output buffers can sink/source four TTL inputs. When 1s are written to Port 1 pins they are pulled high by the internal pullups and can be used as inputs. As inputs, Port 1 pins that are externally being pulled low will source current (I_{IL}) because of the internal pullups.

Port 1 also receives the low-order address bytes during Flash programming and verification.

Port 2
Port 2 is an 8-bit bidirectional I/O port with internal pullups. The Port 2 output buffers can sink/source four TTL inputs. When 1s are written to Port 2 pins they are pulled high by the internal pullups and can be used as inputs. As inputs, Port 2 pins that are externally being pulled low will source current (I_{IL}) because of the internal pullups.

Port 2 emits the high-order address byte during fetches from external program memory and during accesses to external data memory that use 16-bit addresses (MOVX @ DPTR). In this application it uses strong internal pullups when emitting 1s. During accesses to external data memory that use 8-bit addresses (MOVX @ RI), Port 2 emits the contents of the P2 Special Function Register.

Port 2 also receives the high-order address bits and some control signals during Flash programming and verification.

Port 3
Port 3 is an 8-bit bidirectional I/O port with internal pullups. The Port 3 output buffers can sink/source four TTL inputs. 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 AT89C51 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)
P3.6	$\overline{WR}$ (external data memory write strobe)
P3.7	$\overline{RD}$ (external data memory read strobe)

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

RST
Reset input. A high on this pin for two machine cycles while the oscillator is running resets the device.

ALE/$\overline{PROG}$
Address Latch Enable output pulse for latching the low byte of the address during accesses to external memory. This pin is also the program pulse input ($\overline{PROG}$) during Flash programming.

In normal operation ALE is emitted at a constant rate of 1/6 the oscillator frequency, and may be used for external timing or clocking purposes. Note, however, that one ALE pulse is skipped during each access to external Data Memory.

If desired, ALE operation can be disabled by setting bit 0 of SFR location 8EH. With the bit set, ALE is active only during a MOVX or MOVC instruction. Otherwise, the pin is weakly pulled high. Setting the ALE-disable bit has no effect if the microcontroller is in external execution mode.

$\overline{PSEN}$
Program Store Enable is the read strobe to external program memory.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

When the AT89C51 is executing code from external program memory, $\overline{PSEN}$ is activated twice each machine cycle, except that two $\overline{PSEN}$ activations are skipped during each access to external data memory.

$\overline{EA}$/V_{PP}
External Access Enable. $\overline{EA}$ must be strapped to GND in order to enable the device to fetch code from external program memory locations starting at 0000H up to FFFFH. Note, however, that if lock bit 1 is programmed, $\overline{EA}$ will be internally latched on reset.

$\overline{EA}$ should be strapped to V_{CC} for internal program executions.

This pin also receives the 12-volt programming enable voltage (V_{PP}) during Flash programming, for parts that require 12-volt V_{PP}.

XTAL1
Input to the inverting oscillator amplifier and input to the internal clock operating circuit.

XTAL2
Output from the inverting oscillator amplifier.

Oscillator Characteristics

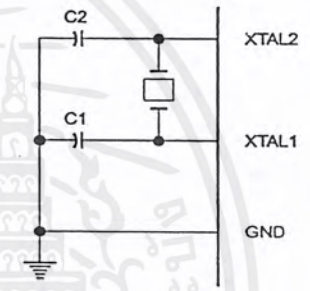
XTAL1 and XTAL2 are the input and output, respectively, of an inverting amplifier which can be configured for use as an on-chip oscillator, as shown in Figure 1. Either a quartz crystal or ceramic resonator may be used. To drive the device from an external clock source, XTAL2 should be left unconnected 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.

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.

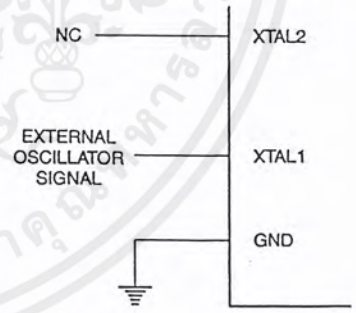
It should be noted that when idle is terminated by a hard ware reset, the device normally resumes program execution, from where it left off, up to two machine cycles before the internal reset algorithm takes control. On-chip hardware inhibits access to internal RAM in this event, but access to the port 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.

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



Status of External Pins During Idle and Power Down Modes

Mode	Program Memory	ALE	$\overline{PSEN}$	PORT0	PORT1	PORT2	PORT3
Idle	Internal	1	1	Data	Data	Data	Data
Idle	External	1	1	Float	Data	Address	Data
Power Down	Internal	0	0	Data	Data	Data	Data
Power Down	External	0	0	Float	Data	Data	Data

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

intel®

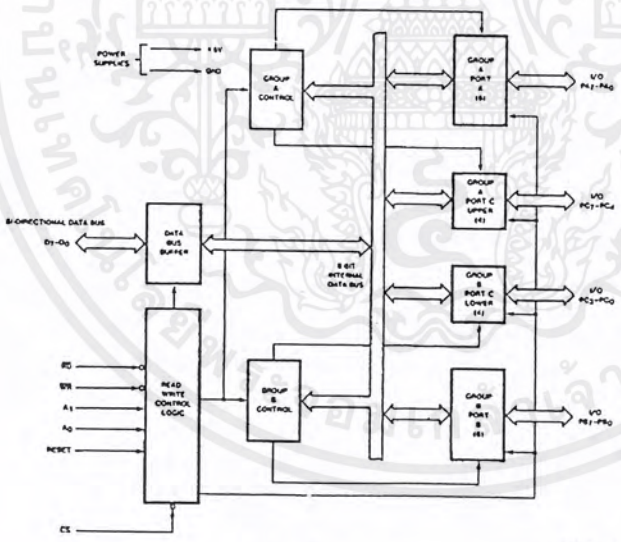
82C55A
CHMOS PROGRAMMABLE PERIPHERAL INTERFACE

- **Compatible with all Intel and Most Other Microprocessors**
- **High Speed, "Zero Wait State" Operation with 8 MHz 8086/88 and 80186/188**
- **24 Programmable I/O Pins**
- **Low Power CHMOS**
- **Completely TTL Compatible**
- **Control Word Read-Back Capability**
- **Direct Bit Set/Reset Capability**
- **2.5 mA DC Drive Capability on all I/O Port Outputs**
- **Available in 40-Pin DIP and 44-Pin PLCC**
- **Available in EXPRESS**
  - **—Standard Temperature Range**
  - **—Extended Temperature Range**

The Intel 82C55A is a high-performance, CHMOS version of the industry standard 8255A general purpose programmable I/O device which is designed for use with all Intel and most other microprocessors. It provides 24 I/O pins which may be individually programmed in 2 groups of 12 and used in 3 major modes of operation. The 82C55A is pin compatible with the NMOS 8255A and 8255A-5.

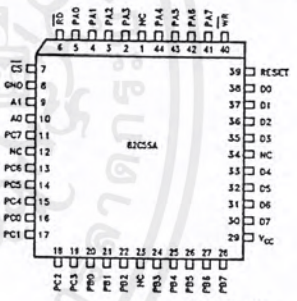
In MODE 0, each group of 12 I/O pins may be programmed in sets of 4 and 8 to be inputs or outputs. In MODE 1, each group may be programmed to have 8 lines of input or output. 3 of the remaining 4 pins are used for handshaking and interrupt control signals. MODE 2 is a strobed bi-directional bus configuration.

The 82C55A is fabricated on Intel's advanced CHMOS III technology which provides low power consumption with performance equal to or greater than the equivalent NMOS product. The 82C55A is available in 40-pin DIP and 44-pin plastic leaded chip carrier (PLCC) packages.

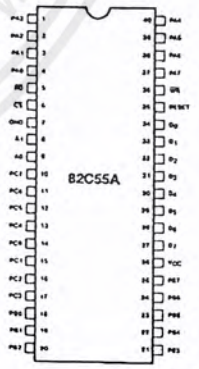


231256-1

Figure 1. 82C55A Block Diagram



231256-31



231256-2

Figure 2. 82C55A Pinout

Diagrams are for pin reference only. Package sizes are not to scale.

October 1995

Order Number: 231256-004

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 1. Pin Description

Symbol	Pin Number Dip	Pin Number PLCC	Type	Name and Function
PA_{3-0}	1–4	2–5	I/O	**PORT A, PINS 0–3:** Lower nibble of an 8-bit data output latch/ buffer and an 8-bit data input latch.
$\overline{RD}$	5	6	I	**READ CONTROL:** This input is low during CPU read operations.
$\overline{CS}$	6	7	I	**CHIP SELECT:** A low on this input enables the 82C55A to respond to $\overline{RD}$ and $\overline{WR}$ signals. $\overline{RD}$ and WR are ignored otherwise.
GND	7	8		**System Ground**
A_{1-0}	8–9	9–10	I	**ADDRESS:** These input signals, in conjunction $\overline{RD}$ and $\overline{WR}$, control the selection of one of the three ports or the control word registers.
PC_{7-4}	10–13	11,13–15	I/O	**PORT C, PINS 4–7:** Upper nibble of an 8-bit data output latch/ buffer and an 8-bit data input buffer (no latch for input). This port can be divided into two 4-bit ports under the mode control. Each 4-bit port contains a 4-bit latch and it can be used for the control signal outputs and status signal inputs in conjunction with ports A and B.
PC_{0-3}	14–17	16–19	I/O	**PORT C, PINS 0–3:** Lower nibble of Port C.
PB_{0-7}	18–25	20–22, 24–28	I/O	**PORT B, PINS 0–7:** An 8-bit data output latch/buffer and an 8-bit data input buffer.
V_{CC}	26	29		**SYSTEM POWER:** + 5V Power Supply.
D_{7-0}	27–34	30–33, 35–38	I/O	**DATA BUS:** Bi-directional, tri-state data bus lines, connected to system data bus.
RESET	35	39	I	**RESET:** A high on this input clears the control register and all ports are set to the input mode.
$\overline{WR}$	36	40	I	**WRITE CONTROL:** This input is low during CPU write operations.
PA_{7-4}	37–40	41–44	I/O	**PORT A, PINS 4–7:** Upper nibble of an 8-bit data output latch/ buffer and an 8-bit data input latch.
NC		1, 12, 23, 34		No Connect

A_1	A_0	$\overline{RD}$	$\overline{WR}$	$\overline{CS}$	Input Operation (Read)
0	0	0	1	0	Port A - Data Bus
0	1	0	1	0	Port B - Data Bus
1	0	0	1	0	Port C - Data Bus
1	1	0	1	0	Control Word - Data Bus
					Output Operation (Write)
0	0	1	0	0	Data Bus - Port A
0	1	1	0	0	Data Bus - Port B
1	0	1	0	0	Data Bus - Port C
1	1	1	0	0	Data Bus - Control
					Disable Function
X	X	X	X	1	Data Bus - 3 - State
X	X	1	1	0	Data Bus - 3 - State

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

82C55A FUNCTIONAL DESCRIPTION

General

The 82C55A is a programmable peripheral interface device designed for use in Intel microcomputer systems. Its function is that of a general purpose I/O component to interface peripheral equipment to the microcomputer system bus. The functional configuration of the 82C55A is programmed by the system software so that normally no external logic is necessary to interface peripheral devices or structures.

Data Bus Buffer

This 3-state bidirectional 8-bit buffer is used to interface the 82C55A to the system data bus. Data is transmitted or received by the buffer upon execution of input or output instructions by the CPU. Control words and status information are also transferred through the data bus buffer.

Read/Write and Control Logic

The function of this block is to manage all of the internal and external transfers of both Data and Control or Status words. It accepts inputs from the CPU Address and Control busses and in turn, issues commands to both of the Control Groups.

Group A and Group B Controls

The functional configuration of each port is programmed by the systems software. In essence, the CPU "outputs" a control word to the 82C55A. The control word contains information such as "mode", "bit set", "bit reset", etc., that initializes the functional configuration of the 82C55A.

Each of the Control blocks (Group A and Group B) accepts "commands" from the Read/Write Control Logic, receives "control words" from the internal data bus and issues the proper commands to its associated ports.

Control Group A - Port A and Port C upper (C7–C4)
Control Group B - Port B and Port C lower (C3–C0)

The control word register can be both written and read as shown in the address decode table in the pin descriptions. Figure 6 shows the control word format for both Read and Write operations. When the control word is read, bit D7 will always be a logic "1", as this implies control word mode information.

Ports A, B, and C

The 82C55A contains three 8-bit ports (A, B, and C). All can be configured in a wide variety of functional characteristics by the system software but each has its own special features or "personality" to further enhance the power and flexibility of the 82C55A.

Port A. One 8-bit data output latch/buffer and one 8-bit input latch buffer. Both "pull-up" and "pull-down" bus hold devices are present on Port A.

Port B. One 8-bit data input/output latch/buffer. Only "pull-up" bus hold devices are present on Port B.

Port C. One 8-bit data output latch/buffer and one 8-bit data input buffer (no latch for input). This port can be divided into two 4-bit ports under the mode control. Each 4-bit port contains a 4-bit latch and it can be used for the control signal outputs and status signal inputs in conjunction with ports A and B. Only "pull-up" bus hold devices are present on Port C.

See Figure 4 for the bus-hold circuit configuration for Port A, B, and C.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

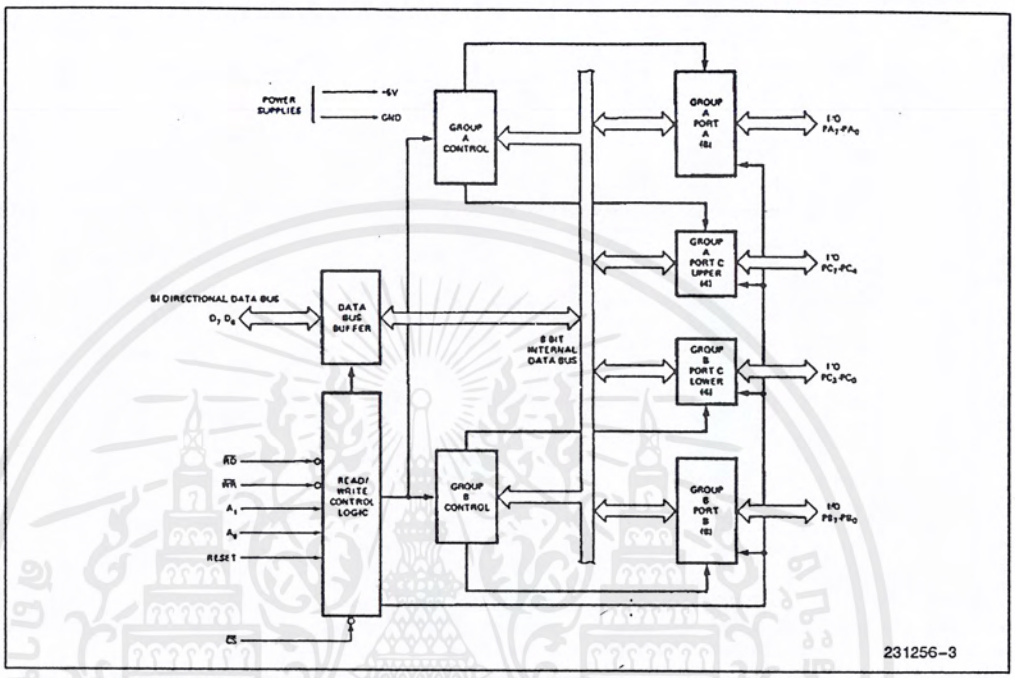


Figure 3. 82C55A Block Diagram Showing Data Bus Buffer and Read/Write Control Logic Functions

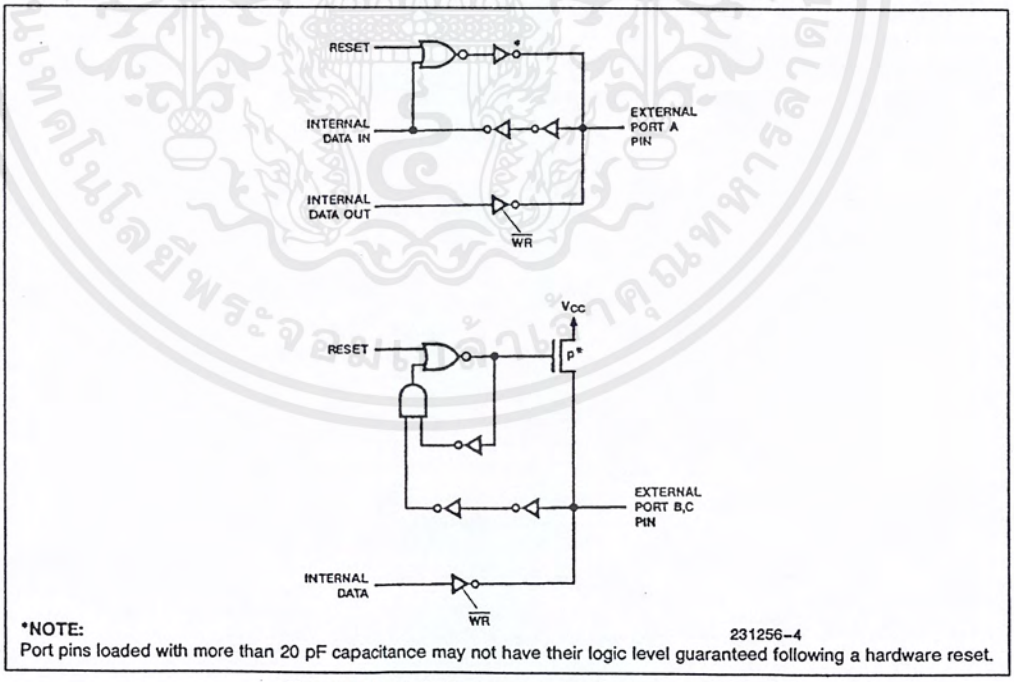


Figure 4. Port A, B, C, Bus-hold Configuration

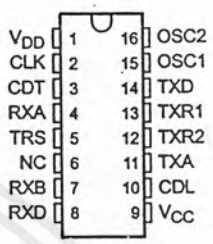
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TCM3105DWL, TCM3105JE, TCM3105JL
TCM3105NE, TCM3105NL
FSK MODEM

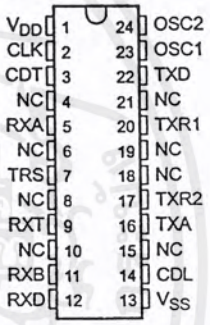
SCTS019C – NOVEMBER 1985 – REVISED MAY 1994

- **Single-Chip Frequency-Shift-Keying (FSK) Modem**
- **Meet Both Bell 202 and CCITT V23 Specifications**
- **Transmit Modulation at 75, 150, 600, and 1200 Baud**
- **Receive Demodulation at 5, 75, 150, 600, and 1200 Baud**
- **Half-Duplex Operation Up to 1200 Baud Transmit and Receive**
- **Full-Duplex Operation Up to 1200 Baud Transmit and 150 Baud Receive**
- **On-Chip Group Equalization and Transmit/Receive Filtering**
- **Carrier-Detect-Level Adjustment and Carrier-Fail Output**
- **Single 5-V Power Supply**
- **Low Power Consumption**
- **Reliable CMOS Silicon-Gate Technology**

J OR N PACKAGE
(TOP VIEW)



DW PACKAGE
(TOP VIEW)



NC – No internal connection

D package are available taped and reeled. Add the R suffix to device type (e.g., YCM3105DWLR).

description

The TCM3105 is a single-chip asynchronous frequency-shift-keying (FSK) voice-band modem that uses silicon-gate CMOS technology to implement a switched-capacitor architecture. It is pin selectable (TXR1, TXR2, and TRS) for a wide range of transmit/receive baud rates and is compatible with the applicable BELL 202 or CCITT V23 standards. Operation is fully reversible, thereby allowing both forward and backward channels to be used simultaneously.

The transmitter is a programmable frequency synthesizer that provides two output frequencies (on TXA), representing the marks and spaces of the digital signal present on TXD.

The receive section is responsible for the demodulation of the analog signal appearing at the RXA input and is based on the principle of frequency-to-voltage conversion. This section contains a group delay equalizer (to correct phase distortion), automatic gain control, carrier-detect-level adjustment, and bias-distortion adjustment, thereby optimizing performance and giving the lowest possible bit error rate.

Carrier-detect information is given to the system by means of the carrier-detect circuits, which set a flag on the CDT output if the level of received in-band energy falls below a value set on the CDL input for a specified minimum duration.

The TCM3105JE and TCM3105NE are characterized for operation from −40°C to 85°C.The TCM3105DWL, TCM3105JL, and TCM3105NL are characterized for operation from 0°C to 70°C.

Caution. These devices have limited built-in protection. The leads should be shorted together or the device placed in conductive foam during storage or handling to prevent electrostatic damage to the MOS gates.

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

Copyright © 1994, Texas Instruments Incorporated

TEXAS INSTRUMENTS
POST OFFICE BOX 655303 • DALLAS, TEXAS 75265
POST OFFICE BOX 1443 • HOUSTON, TEXAS 77251–1443

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

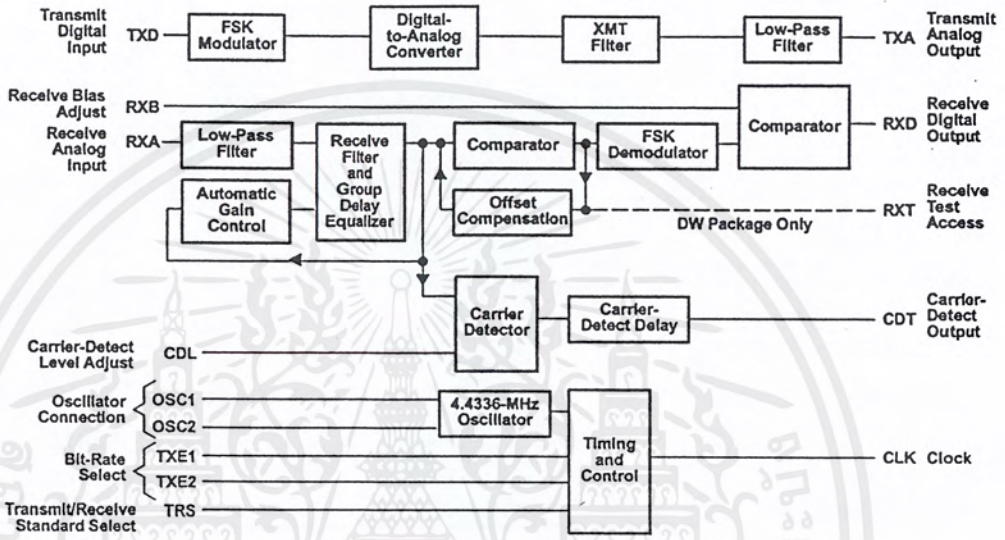
Terminal Functions

TERMINAL			DESCRIPTION
NAME	NO.		
	DW	J OR N	
CDL	14	10	Carrier-detect-level adjust for external adjustment of carrier-detect threshold
CDT	3	3	Carrier-detect output. A low-level output indicates carrier failure
CLK	2	2	Output for a continuous clock signal at 16 times the highest selected (transmit or receive) bit rate
NC	4, 6, 8, 10, 15, 18, 19, 21	6	No internal connection
OSC1, OSC2	23, 24	15, 16	Oscillator connections. The crystal (typically 4.4336 MHz) is connected to OSC1 AND OSC2. If an external clock is used, OSC2 is left open and the clock is connected to OSC1.
RXA	5	4	Receive analog input to which the received line signal must be ac coupled
RXB	11	7	Receive bias adjust for external adjustment of the decision threshold of the comparator to minimize bias distortion
RXD	12	8	Receiver digital output for the demodulated received data in positive logic. The high logic level is a mark and the low logic level is a space.
RXT	9	–	Receive test access. Output of limiter is available on RXT. (DW only)
TRS	7	5	Transmit/receive standard select input, which with TXR1 and TXR2, sets the standard bit rates and mark/space frequencies
TXA	16	11	Transmit analog output for the modulation signal, which must be ac coupled
TXD	22	14	Transmit digital input for data to the transmitter in positive logic. The high logic level is a mark, and the low logic level is a space. The data can be accepted at any speed from zero to the selected speed and may be totally asynchronous.
TXR1	20	13	Bit-rate select 1 input which along with TXR2 and TRS, sets the bit rates and mark/space frequencies
TXR2	17	12	Bit rate select 2 input, which along with TXR1 and TRS, sets the bit rates and mark/space frequencies
V_{DD}	1	1	Positive supply voltage
V_{SS}	13	9	Most negative supply voltage (normally ground); connected to substrate

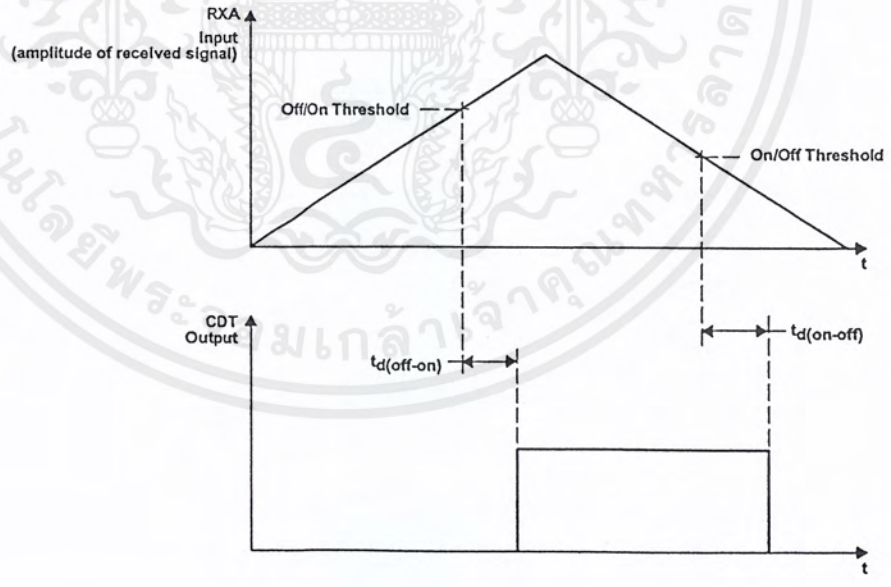
TEXAS INSTRUMENTS
POST OFFICE BOX 655303 • DALLAS, TEXAS 75265
POST OFFICE BOX 1443 • HOUSTON, TEXAS 77251–1443

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

functional block diagram



timing diagram



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

absolute maximum ratings over operating free-air temperature range (unless otherwise noted)

Supply voltage range, V_{DD} (see Note 1) ..... −0.3 V to 10 V
Input voltage range, V_I (any input) ..... −0.3 V to V_{DD}
Operating free-air temperature range, T_A: TCM3105DWL, TCM3105JL,TCM3105NL ..... −10°C to 70°C
TCM3105JE, TCM3105NE ..... −55°C to 85°C
Storage temperature range: ..... −55°C to 150°C
Lead temperature 1,6 mm (1/16 inch) from case for 10 seconds: DW or N package ..... 260°C
Lead temperature 1,6 mm (1/16 inch) from case for 10 seconds: J package ..... 300°C

NOTE 1: Voltage values are with respect to V_{SS}.

recommended operating conditions

	TCM3105JE TCM3105NE			TCM3105DWL TCM3105JL TCM3105NL			UNIT
	MIN	NOM	MAX	MIN	NOM	MAX	
Supply voltage, V_{DD}	4	5	5.5	4	5	5.5	V
High-level input voltage, V_{IH}	2		V_{DD}	2		V_{DD}	V
Low-level input voltage, V_{IL}	0		0.8	0		0.8	V
Analog input level, peak to peak (ac coupled)		0.3	0.78		0.3	0.78	V
Clock frequency, f_{clock}	4.4334	4.4336	4.4338	4.4334	4.4336	4.4338	MHz
Analog load impedance at TXA	50			50			kΩ
Operating free-air temperature range, T_A	−40		85	0		70	°C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

electrical characteristics over recommended operating free-air temperature range (unless otherwise noted)

PARAMETER			TEST CONDITIONS		TCM3105JE TCM3105NE			TCM3105DWL TCM3105JL TCM3105NL			UNIT
					MIN	TYP†	MAX	MIN	TYP†	MAX	
V_{OH}	High-level output voltage	RXD, CDT, CLK	I_{OH} = −100 µA		2.4		V_{DD}	2.4		V_{DD}	V
V_{OL}	Low-level output voltage	RXD, CDT, CLK	I_{OL} = 1.6 mA		V_{SS}		0.4	V_{SS}		0.4	V
	Analog output voltage level, peak to peak	TXA	V_{DD} = 4 V	R_L = 50 kΩ, R_L = 100 pF		1.55			1.55		V
			V_{DD} = 5 V		1.4	1.9	2.3	1.4	1.9	2.3	
			V_{DD} = 5.5 V			2.1			2.1		
	Adjust voltage	RXB	V_{DD} = 5 V		2.3	2.7	3.1	2.3	2.7	3.1	V
		CDL			2.8	3.3	3.9	2.8	3.3	3.9	
	Analog output dc offset	TXA				$V_{DD}/2$			$V_{DD}/2$		V
	Digital input current	TXD, TRS, TRX1, TRX2	V_I = 0 to V_{DD}				±1			±1	µA
	Analog input current	RXA					±15			±15	µA
	Bias input current	RXB, CDL	V_I = 3 V				±150			±150	µA
I_{DD}	Supply current		V_{DD} = 4 V			3	6		3	5	mA
			V_{DD} = 5 V			5	10		5	8	
			V_{DD} = 5.5 V			8	16		8	12	
C_I	Input capacitance, all inputs		f = 1 MHz			10			10		pF
C_o	Output capacitance, all inputs		f = 1 MHz			10			10		pF
	Phase jitter						200			200	µs
	Bias distortion‡						±15%			±15%	
	Carrier-detect threshold, off/on§				−45.5		−43	−45.5		−43	dBm
	Carrier-detect threshold, on/off§				−48		−45.5	−48		−45.5	dBm
	Carrier-detect hysteresis				2.5	2.8		2.5	2.8		dBm

switching characteristics over recommended operating free-air temperature range (unless otherwise noted)

PARAMETER		TEST CONDITIONS	TCM3105JE TCM3105NE			TCM3105DWL TCM3105JL TCM3105NL			UNIT
			MIN	TYP†	MAX	MIN	TYP†	MAX	
$t_{d(off-on)}$	Carrier-detect off-to-on delay time	RX = 600 or 1200 b/s	12		25	12		25	ms
		RX = 5, 75, or 150 b/s	48		80	48		80	
$t_{d(on-off)}$	Carrier-detect on-to-off delay time	RX = 600 or 1200 b/s	12		20	12		20	ms
		RX = 5, 75, or 150 b/s	48		75	48		75	
	Transmit frequency deviation from assignment (see Table 1)	f_{clock} = 4.4336 MHz		±1			±1		Hz

† All typical are at V_{CC} = 5 V, T_A = 25°C.
‡ Bias distortion is the departure from a 50% duty cycle when a series of alternating mark and space tones is received.
§ This is the threshold with the CDL input properly adjusted.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PRINCIPLES OF OPERATION

The TCM3105 FSK modem is made up of four functional circuits. The circuits are the transmitter, the receiver, a carrier detector, and control and timing (see Figure 1).

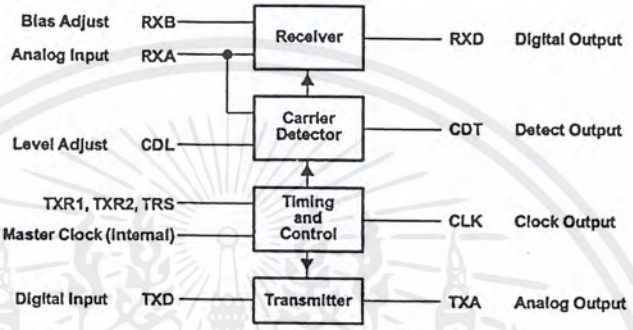


Figure 1. TCM3105 System Partitioning

transmitter

The transmitter comprises a phase-coherent FSK modulator, a transmit filter, and a transmit amplifier. The modulator is a programmable frequency synthesizer that drives the output frequencies by variable division of the oscillator frequency (4.4336 MHz). The division ratio is set by the states of the transmit/receive standard input (TRS), the bit-rate select inputs (TXR1 and TXR2), and the digital data input (TXD).

A switched-capacitor low-pass filter limits the harmonics and noise outside the transmit band, and the characteristics of this filter are set by the frequency-select inputs as previously described. The harmonics introduced by the transmit filter clock are removed by a continuous low-pass filter.

The transmitter output level varies with power supply voltage and so must be compensated in the 2-wire to 4-wire converter to give a constant output level to the line.

receiver

A continuous low-pass antialiasing filter is followed by the receiver amplifier, which automatically controls the gain to give a constant output level from the receiver filter. The receiver filter limits the bandwidth of the signal presented to the demodulator reducing out-of-band interference and has very high rejection of the transmit channel frequencies. These are typically present at much higher levels than the received signal.

The group delay equalizer is a switched-capacitor network that compensates the delay introduced by the receiver filter and the network. The output from the equalizer is then limited to give an FSK modulated squarewave that is presented to the demodulator.

The demodulator is an edge-triggered multivibrator that triggers off positive- and negative-going edges. The output of the demodulator is a stream of constant-length pulses at a frequency that is double the frequency of the limited input signal. The dc component of this signal is proportional to the received frequency and is extracted by a switched-capacitor, low-pass, post-demodulator filter.

The variation of dc level with received frequency is presented to a comparator that slices at a level externally fixed by the RXB bias-adjustment pin. This voltage depends on received bit rate and internal offsets. The comparator output is then the received data at RXD.

TEXAS INSTRUMENTS
POST OFFICE BOX 655303 • DALLAS, TEXAS 75265
POST OFFICE BOX 1443 • HOUSTON, TEXAS 77251–1443

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

carrier detect

The carrier-detect circuits comprise an energy detector and digital delay. The energy detector compares the total signal level at the output of the receive filter to an externally set threshold level on the CDL input. The comparator has a 2.5-dB hysteresis and a delay to allow for momentary signal loss and to prevent oscillation. The output detector is available on CDT where a high level indicates that a carrier is present. The data output is clamped to a mark condition when the carrier-detect output switches off at the end of transmission.

control and timing

An on-chip oscillator runs from an external 4.4336-MHz crystal connected between OSC1 and OSC2 or an external signal driving OSC1. A clock signal equal to 16 times the highest selected bit rate (transmit or receive) is available on the CLK output.

The single-supply rail means that all analog functions are referenced to an internally generated reference. All analog inputs and outputs must be ac coupled.

transmit and receive modes

The various modes of operation of the TCM3105 are given in Table 1. The data convention is that a logic high is a mark and a logic low is a space.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 1. Modes of Operation

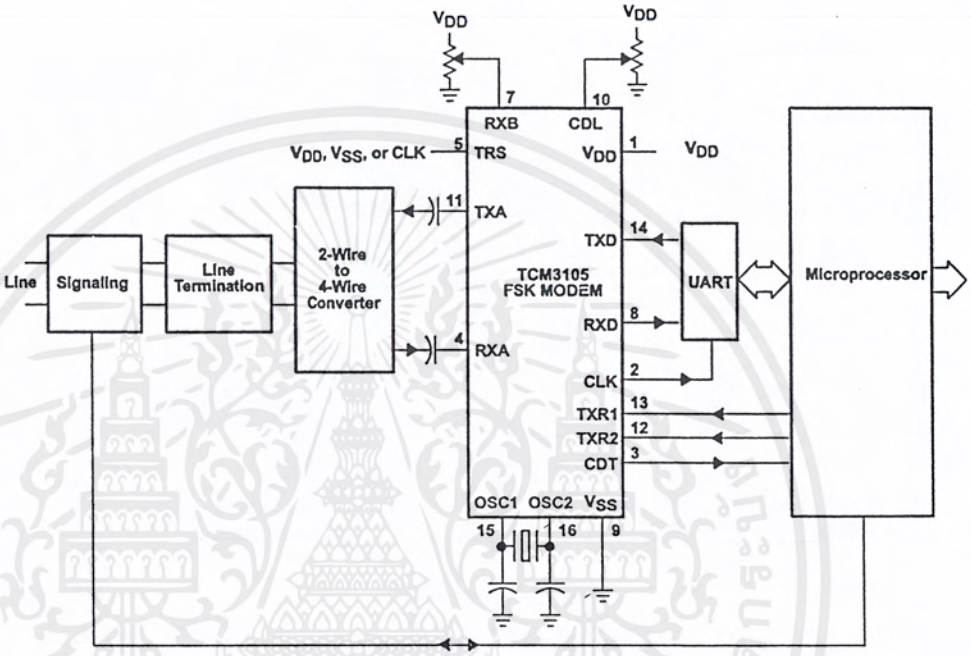
STANDARD	TRS	TXR1	TXR2	TRANSMITTED BAUD RATE	RECEIVED BAUD RATE	TRANSMIT FREQUENCY ASSIGNMENTS (Hz)	RECEIVE FREQUENCY ASSIGNMENTS (Hz)	CLK FREQUENCY (kHz)
CCITT V.23	L	L	L	1200	1200	M 1300 S 2100	M 1300 S 2100	19.11
	H	L	L	1200	75	M 1300 S 2100	M 390 S 450	19.11
	L	L	H	600	75	M 1300 S 1700	M 390 S 450	9.56
	H	L	H	600	600	M 1300 S 1700	M 1300 S 1700	9.56
	L	H	L	75	1200	M 390 S 450	M 1300 S 2100	19.11
	H	H	L	75	600	M 390 S 450	M 1300 S 1700	9.56
	L	H	H	75	75	M 390 S 450	M 390 S 450	1.19
BELL 202	$\overline{CLK}$	L	L	1200	1200	M 1200 S 2200	M 1200 S 2200	19.11
	$\overline{CLK}/8$	L	H	1200	150	M 1200 S 2200	M 387 S 487	19.11
	$\overline{CLK}/8$	L	H	1200	5	M 1200 S 2200	M 387 S 0	19.11
	CLK	H	L	150	1200	M 387 S 487	M 1200 S 2200	19.11
	CLK	H	H	150	150	M 387 S 487	M 387 S 487	2.39
	CLK†	H†	L†	5	1200	M 387	M 1200 S 2200	19.11
	H†	H†	H†			S 0		
	H	H	H	Transmit Disabled	1200	Transmit Disabled	M 1200 S 2200	19.11

H = high level, L = low level
† In these modes, the modulation is controlled by TRS and TXR2. TXD is tied high.

TEXAS INSTRUMENTS
POST OFFICE BOX 655303 • DALLAS, TEXAS 75265
POST OFFICE BOX 1443 • HOUSTON, TEXAS 77251–1443

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

APPLICATION INFORMATION

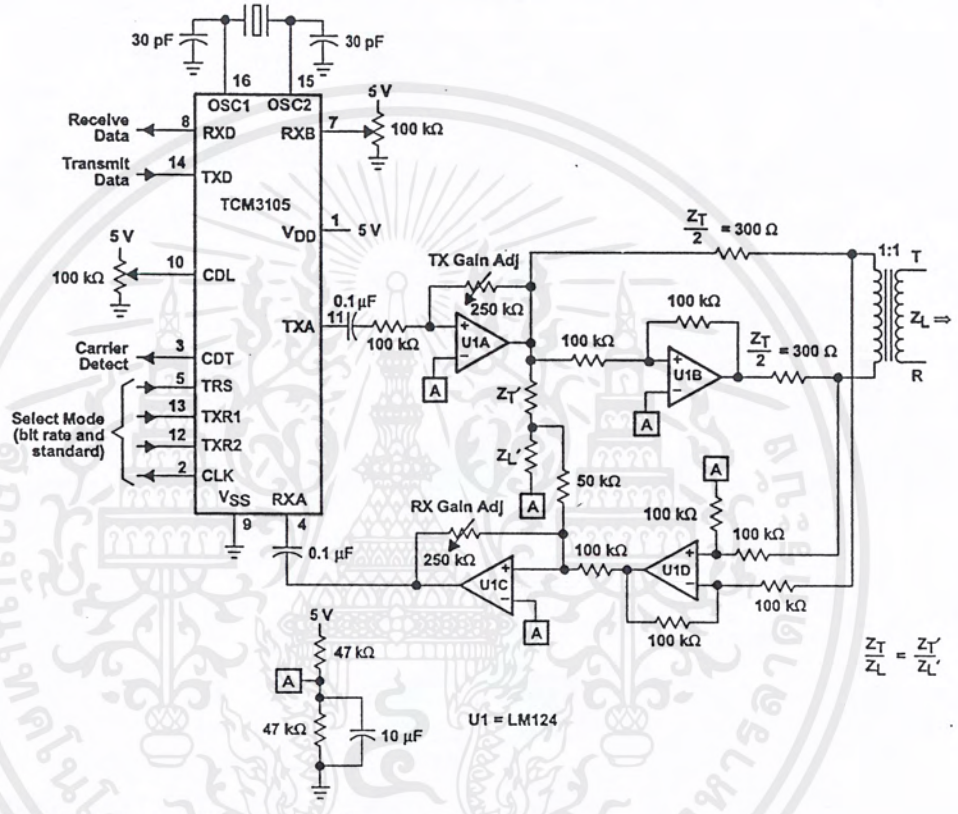


Pin numbers shown are for the J and N packages.

Figure 2. Typical System Configuration

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

APPLICATION INFORMATION



Pin numbers shown are for the J and N packages.

Figure 3. Telephone Line Interface Circuit

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

APPLICATION INFORMATION

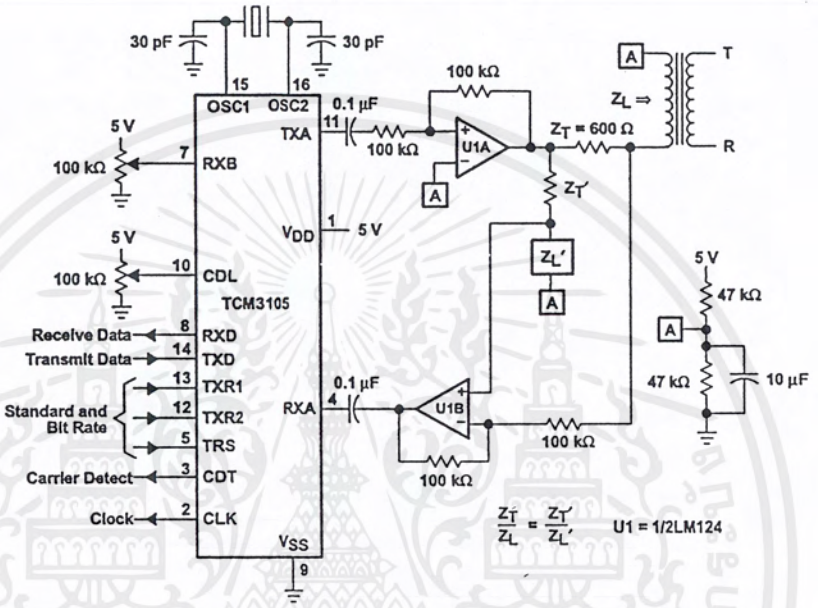


Figure 4. Simplified Telephone Line Interface Circuit

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

IMPORTANT NOTICE

Texas Instruments (TI) reserves the right to make changes to its products or to discontinue any semiconductor product or service without notice, and advises its customers to obtain the latest version of relevant information to verify, before placing orders, that the information being relied on is current.

TI warrants performance of its semiconductor products and related software to the specifications applicable at the time of sale in accordance with TI's standard warranty. Testing and other quality control techniques are utilized to the extent TI deems necessary to support this warranty. Specific testing of all parameters of each device is not necessarily performed, except those mandated by government requirements.

Certain applications using semiconductor products may involve potential risks of death, personal injury, or severe property or environmental damage ("Critical Applications").

TI SEMICONDUCTOR PRODUCTS ARE NOT DESIGNED, INTENDED, AUTHORIZED, OR WARRANTED TO BE SUITABLE FOR USE IN LIFE-SUPPORT APPLICATIONS, DEVICES OR SYSTEMS OR OTHER CRITICAL APPLICATIONS.

Inclusion of TI products in such applications is understood to be fully at the risk of the customer. Use of TI products in such applications requires the written approval of an appropriate TI officer. Questions concerning potential risk applications should be directed to TI through a local SC sales office.

In order to minimize risks associated with the customer's applications, adequate design and operating safeguards should be provided by the customer to minimize inherent or procedural hazards.

TI assumes no liability for applications assistance, customer product design, software performance, or infringement of patents or services described herein. Nor does TI warrant or represent that any license, either express or implied, is granted under any patent right, copyright, mask work right, or other intellectual property right of TI covering or relating to any combination, machine, or process in which such semiconductor products or services might be or are used.

Copyright © 1995, Texas Instruments Incorporated

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

intersil™

ADC0802, ADC0803, ADC0804

Data Sheet | February 2001 | File Number 3094.2

8-Bit, Microprocessor-Compatible, A/D Converters

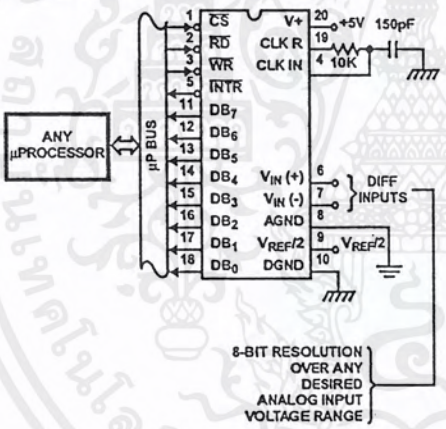
The ADC0802 family are CMOS 8-Bit, successive-approximation A/D converters which use a modified potentiometric ladder and are designed to operate with the 8080A control bus via three-state outputs. These converters appear to the processor as memory locations or I/O ports, and hence no interfacing logic is required.

The differential analog voltage input has good common-mode-rejection and permits offsetting the analog zero-input-voltage value. In addition, the voltage reference input can be adjusted to allow encoding any smaller analog voltage span to the full 8 bits of resolution.

Features

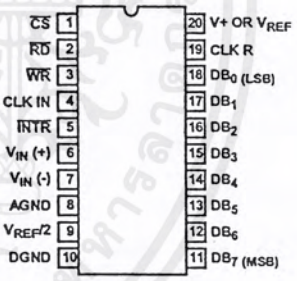
- 80C48 and 80C80/85 Bus Compatible - No Interfacing Logic Required
- Conversion Time .....<100µs
- Easy Interface to Most Microprocessors
- Will Operate in a "Stand Alone" Mode
- Differential Analog Voltage Inputs
- Works with Bandgap Voltage References
- TTL Compatible Inputs and Outputs
- On-Chip Clock Generator
- Analog Voltage Input Range (Single + 5V Supply).....0V to 5V
- No Zero-Adjust Required

Typical Application Schematic



Pinout

ADC0802, ADC0803, ADC0804
(PDIP)
TOP VIEW



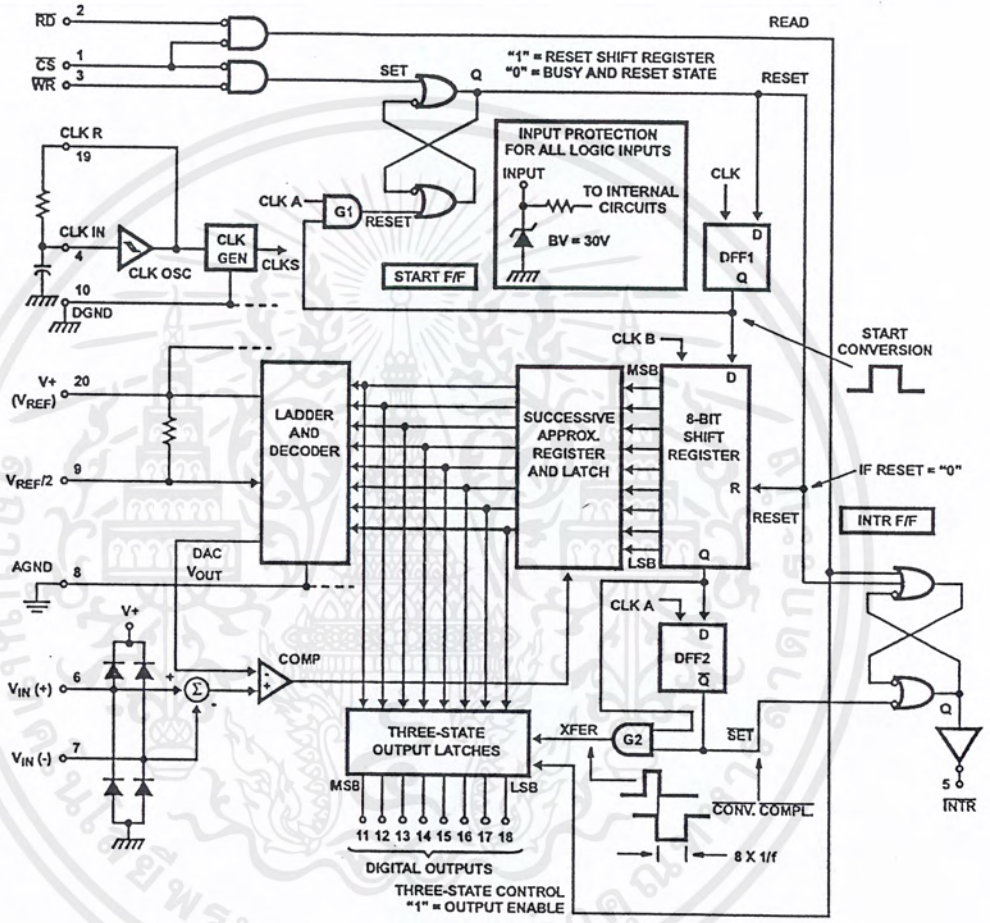
Ordering Information

PART NUMBER	ERROR	EXTERNAL CONDITIONS	TEMP. RANGE (°C)	PACKAGE	PKG. NO
ADC0802LCN	±1/2 LSB	$V_{REF}/2 = 2.500V_{DC}$ (No Adjustments)	0 to 70	20 Ld PDIP	E20.3
ADC0803LCN	±1/2 LSB	$V_{REF}/2$ Adjusted for Correct Full Scale Reading	0 to 70	20 Ld PDIP	E20.3
ADC0804LCN	±1 LSB	$V_{REF}/2 = 2.500V_{DC}$ (No Adjustments)	0 to 70	20 Ld PDIP	E20.3

CAUTION: These devices are sensitive to electrostatic discharge; follow proper IC Handling Procedures.
1-888-INTERSIL or 321-724-7143 | Intersil and Design is a trademark of Intersil Americas Inc. | Copyright © Intersil Americas Inc. 2001

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Functional Diagram



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Absolute Maximum Ratings

Supply Voltage 6.5V
Voltage at Any Input ..... -0.3V to (V^+ +0.3V)

Operating Conditions

Temperature Range ..... 0^oC to 70^oC

Thermal Information

Thermal Resistance (Typical, Note 1) θ_{JA} ($^oC/W$)
PDIP Package 80
Maximum Junction Temperature
Plastic Package ..... 150^oC
Maximum Storage Temperature Range ..... -65^oC to 150^oC
Maximum Lead Temperature (Soldering, 10s) ..... 300^oC

CAUTION: Stresses above those listed in "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. This is a stress only rating and operation of the device at these or any other conditions above those indicated in the operational sections of this specification is not implied.

NOTE:

1. θ_{JA} is measured with the component mounted on a low effective thermal conductivity test board in free air. See Tech Brief TB379 for details.

Electrical Specifications (Notes 2, 8)

PARAMETER	TEST CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
CONVERTER SPECIFICATIONS V+ = 5V, $T_A = 25^oC$ and f_{CLK} = 640kHz, Unless Otherwise Specified					
Total Unadjusted Error					
ADC0802	$V_{REF}/2$ = 2.500V	-	-	$\pm^1/_2$	LSB
ADC0803	$V_{REF}/2$ Adjusted for Correct Full Scale Reading	-	-	$\pm^1/_2$	LSB
ADC0804	$V_{REF}/2$ = 2.500V	-	-	±1	LSB
$V_{REF}/2$ Input Resistance	Input Resistance at Pin 9	1.0	1.3	-	kΩ
Analog Input Voltage Range	(Note 3)	GND-0.05	-	(V+) + 0.05	V
DC Common-Mode Rejection	Over Analog Input Voltage Range	-	$\pm^1/_{16}$	$\pm^1/_8$	LSB
Power Supply Sensitivity	V+ = 5V ±10% Over Allowed Input Voltage Range	-	$\pm^1/_{16}$	$\pm^1/_8$	LSB
CONVERTER SPECIFICATIONS V+ = 5V, 0^oC to 70^oC and f_{CLK} = 640kHz, Unless Otherwise Specified					
Total Unadjusted Error					
ADC0802	$V_{REF}/2$ = 2.500V	-	-	$\pm^1/_2$	LSB
ADC0803	$V_{REF}/2$ Adjusted for Correct Full Scale Reading	-	-	$\pm^1/_2$	LSB
ADC0804	$V_{REF}/2$ = 2.500V	-	-	±1	LSB
$V_{REF}/2$ Input Resistance	Input Resistance at Pin 9	1.0	1.3	-	kΩ
Analog Input Voltage Range	(Note 3)	GND-0.05	-	(V+) + 0.05	V
DC Common-Mode Rejection	Over Analog Input Voltage Range	-	$\pm^1/_8$	$\pm^1/_4$	LSB
Power Supply Sensitivity	V+ = 5V ±10% Over Allowed Input Voltage Range	-	$\pm^1/_{16}$	$\pm^1/_8$	LSB
AC TIMING SPECIFICATIONS V+ = 5V, and $T_A = 25^oC$, Unless Otherwise Specified					
Clock Frequency, f_{CLK}	V+ = 6V (Note 4)	100	640	1280	kHz
	V+ = 5V	100	640	800	kHz
Clock Periods per Conversion (Note 5), t_{CONV}		62	-	73	Clocks/Conv
Conversion Rate In Free-Running Mode, CR	$\overline{INTR}$ tied to $\overline{WR}$ with $\overline{CS}$ = 0V, f_{CLK} = 640kHz	-	-	8888	Conv/s
Width of $\overline{WR}$ Input (Start Pulse Width), $t_{W(WR)I}$	$\overline{CS}$ = 0V (Note 6)	100	-	-	ns
Access Time (Delay from Falling Edge of $\overline{RD}$ to Output Data Valid), t_{ACC}	C_L = 100pF (Use Bus Driver IC for Larger C_L)	-	135	200	ns
Three-State Control (Delay from Rising Edge of $\overline{RD}$ to HI-Z State), t_{1H}, t_{0H}	C_L = 10pF, R_L = 10K (See Three-State Test Circuits)	-	125	250	ns
Delay from Falling Edge of $\overline{WR}$ to Reset of $\overline{INTR}$, t_{WI}, t_{RI}		-	300	450	ns
Input Capacitance of Logic Control Inputs, C_{IN}		-	5	-	pF
Three-State Output Capacitance (Data Buffers), C_{OUT}		-	5	-	pF

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Electrical Specifications (Notes 2, 8) (Continued)

PARAMETER	TEST CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
DC DIGITAL LEVELS AND DC SPECIFICATIONS V+ = 5V, and T_{MIN} to T_{MAX}, Unless Otherwise Specified					
CONTROL INPUTS (Note 7)					
Logic "1" Input Voltage (Except Pin 4 CLK IN), V_{INH}	V+ = 5.25V	2.0	-	V+	V
Logic "0" Input Voltage (Except Pin 4 CLK IN), V_{INL}	V+ = 4.75V	-	-	0.8	V
CLK IN (Pin 4) Positive Going Threshold Voltage, $V+_{CLK}$		2.7	3.1	3.5	V
CLK IN (Pin 4) Negative Going Threshold Voltage, $V-_{CLK}$		1.5	1.8	2.1	V
CLK IN (Pin 4) Hysteresis, V_H		0.6	1.3	2.0	V
Logic "1" Input Current (All Inputs), I_{INHI}	V_{IN} = 5V	-	0.005	1	µA
Logic "0" Input Current (All Inputs), I_{INLO}	V_{IN} = 0V	-1	-0.005	-	µA
Supply Current (Includes Ladder Current), I+	f_{CLK} = 640kHz, T_A = 25°C and $\overline{CS}$ = HI	-	1.3	2.5	mA
DATA OUTPUTS AND $\overline{INTR}$					
Logic "0" Output Voltage, V_{OL}	I_O = 1.6mA, V+ = 4.75V	-	-	0.4	V
Logic "1" Output Voltage, V_{OH}	I_O = -360µA, V+ = 4.75V	2.4	-	-	V
Three-State Disabled Output Leakage (All Data Buffers), I_{LO}	V_{OUT} = 0V	-3	-	-	µA
	V_{OUT} = 5V	-	-	3	µA
Output Short Circuit Current, I_{SOURCE}	V_{OUT} Short to GND, T_A = 25°C	4.5	6	-	mA
Output Short Circuit Current, I_{SINK}	V_{OUT} Short to V+, T_A = 25°C	9.0	16	-	mA

NOTES:

2. All voltages are measured with respect to GND, unless otherwise specified. The separate AGND point should always be wired to the DGND, being careful to avoid ground loops.
3. For $V_{IN(-)} \geq V_{IN(+)}$ the digital output code will be 0000 0000. Two on-chip diodes are tied to each analog input (see Block Diagram) which will forward conduct for analog input voltages one diode drop below ground or one diode drop greater than the V+ supply. Be careful, during testing at low V+ levels (4.5V), as high level analog inputs (5V) can cause this input diode to conduct - especially at elevated temperatures, and cause errors for analog inputs near full scale. As long as the analog V_{IN} does not exceed the supply voltage by more than 50mV, the output code will be correct. To achieve an absolute 0V to 5V input voltage range will therefore require a minimum supply voltage of 4.950V over temperature variations, initial tolerance and loading.
4. With V+ = 6V, the digital logic interfaces are no longer TTL compatible.
5. With an asynchronous start pulse, up to 8 clock periods may be required before the internal clock phases are proper to start the conversion process.
6. The $\overline{CS}$ input is assumed to bracket the $\overline{WR}$ strobe input so that timing is dependent on the $\overline{WR}$ pulse width. An arbitrarily wide pulse width will hold the converter in a reset mode and the start of conversion is initiated by the low to high transition of the $\overline{WR}$ pulse (see Timing Diagrams).
7. CLK IN (pin 4) is the input of a Schmitt trigger circuit and is therefore specified separately.
8. None of these A/Ds requires a zero-adjust. However, if an all zero code is desired for an analog input other than 0V, or if a narrow full scale span exists (for example: 0.5V to 4V full scale) the $V_{IN(-)}$ input can be adjusted to achieve this. See the Zero Error description in this data sheet.

Timing Waveforms

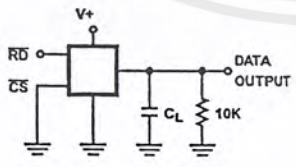


FIGURE 1A. t_{1H}

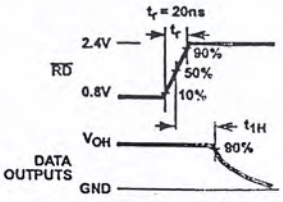


FIGURE 1B. t_{1H}, C_L = 10pF

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Timing Waveforms (Continued)

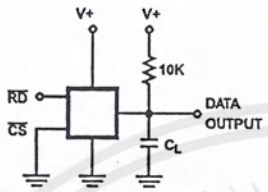


FIGURE 1C. t_{0H}

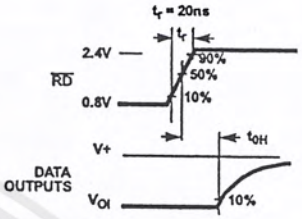


FIGURE 1D. t_{0H}, C_L = 10pF

FIGURE 1. THREE-STATE CIRCUITS AND WAVEFORMS

Typical Performance Curves

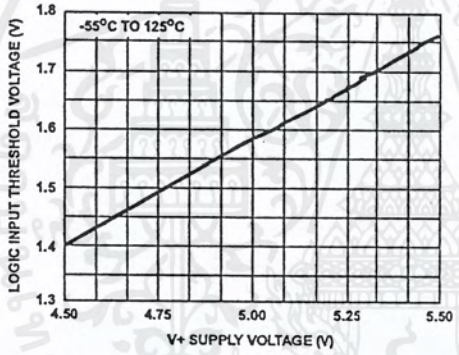


FIGURE 2. LOGIC INPUT THRESHOLD VOLTAGE vs SUPPLY VOLTAGE

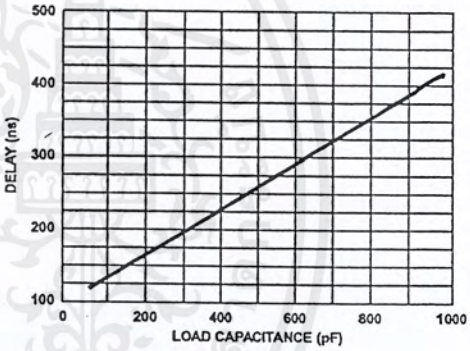


FIGURE 3. DELAY FROM FALLING EDGE OF $\overline{RD}$ TO OUTPUT DATA VALID vs LOAD CAPACITANCE

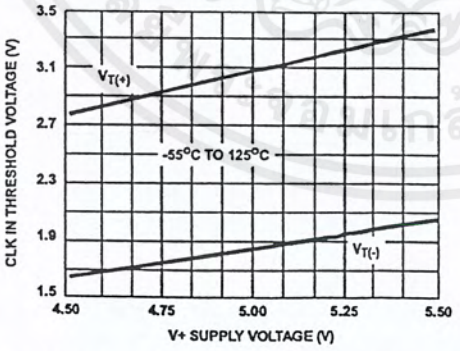


FIGURE 4. CLK IN SCHMITT TRIP LEVELS vs SUPPLY VOLTAGE

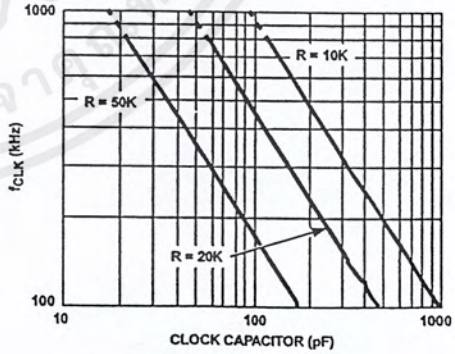


FIGURE 5. f_{CLK} vs CLOCK CAPACITOR

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Typical Performance Curves (Continued)

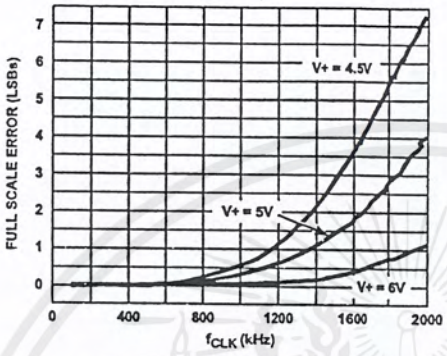


FIGURE 6. FULL SCALE ERROR vs f_{CLK}

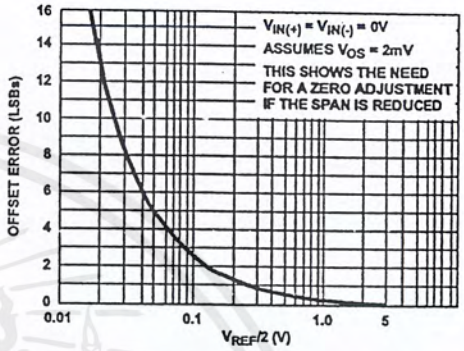


FIGURE 7. EFFECT OF UNADJUSTED OFFSET ERROR

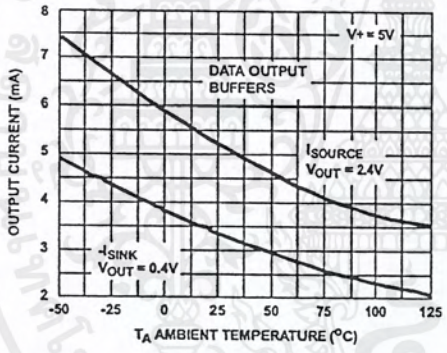


FIGURE 8. OUTPUT CURRENT vs TEMPERATURE

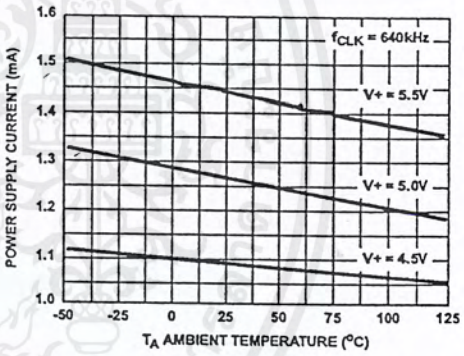


FIGURE 9. POWER SUPPLY CURRENT vs TEMPERATURE

Timing Diagrams

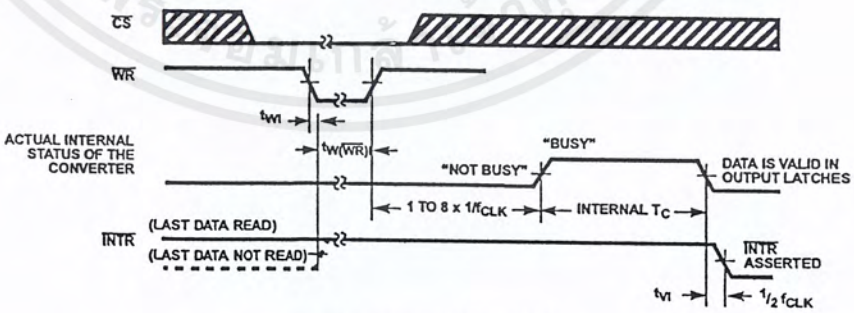


FIGURE 10A. START CONVERSION

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Timing Diagrams (Continued)

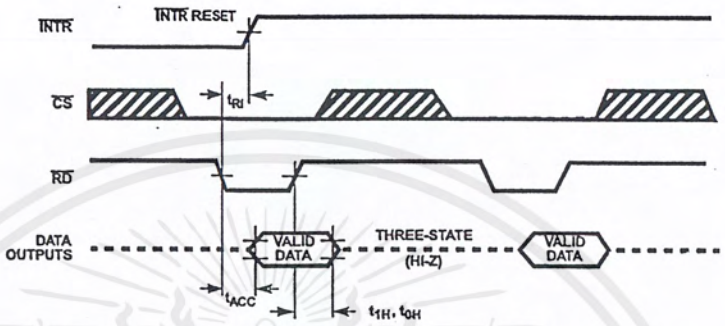


FIGURE 10B. OUTPUT ENABLE AND RESET INTR

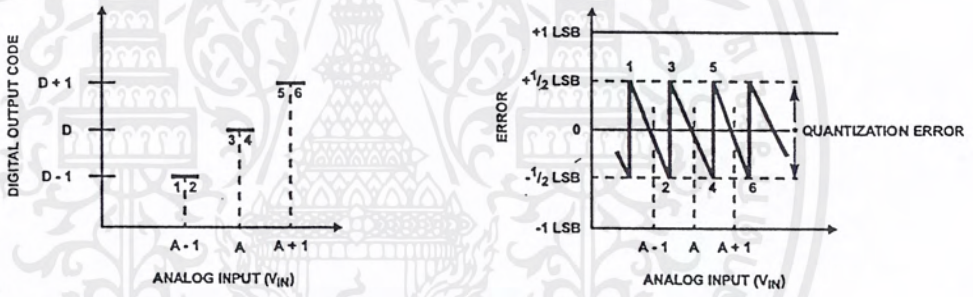


FIGURE 11A. ACCURACY = ±0 LSB; PERFECT A/D

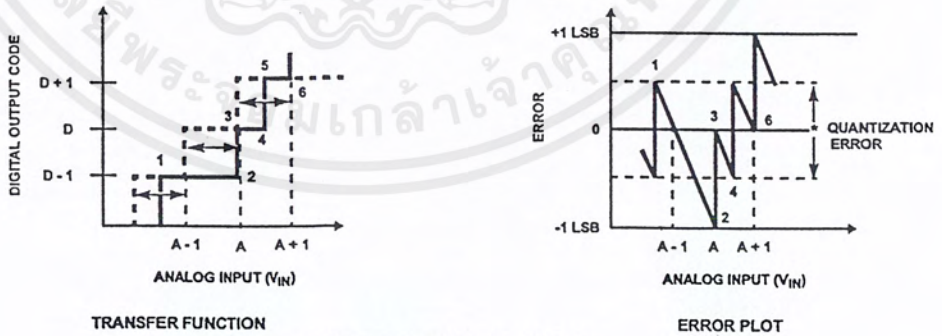


FIGURE 11B. ACCURACY = $\pm^1/_2$ LSB

FIGURE 11. CLARIFYING THE ERROR SPECS OF AN A/D CONVERTER

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ฉ
คู่มือการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คู่มือการใช้งาน

เครื่องวัดความเร็วลมและทิศทางลมส่งผ่านคลื่นวิทยุ

ส่วนประกอบของเครื่องวัดความเร็วลมและทิศทางลมส่งผ่านคลื่นวิทยุ

เครื่องวัดความเร็วลมและทิศทางลมมีส่วนประกอบทั้งหมด 5 ส่วน คือ

1.	ชุดเซนเซอร์	1	ชุด
2.	ชุดเครื่องส่ง	1	ชุด
3.	ชุดรับสัญญาณ	1	ชุด
4.	การ์ดอินเตอร์เฟสกับคอมพิวเตอร์	1	การ์ด
5.	สายสัญญาณ	2	เส้น

รูปที่ ฉ.1 ส่วนประกอบของเครื่องวัดความเร็วลมและทิศทางลมส่งผ่านคลื่นวิทยุ

คุณสมบัติของระบบคอมพิวเตอร์ที่ต้องการ

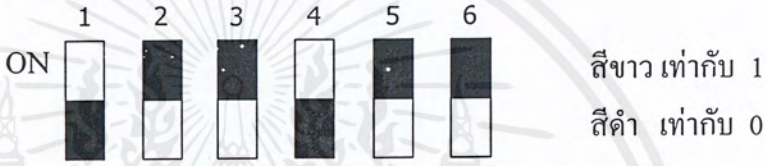
1. เครื่องคอมพิวเตอร์ ที่มีหน่วยประมวลผลกลางรุ่น Pentium 75 MHz หรือสูงกว่า
2. ระบบปฏิบัติการ Windows 95, 98
3. มีหน่วยความจำอย่างน้อย 32 MB

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. จอแสดงผล VGA ความละเอียด 800 X 600 จุด สามารถแสดงสีได้อย่างน้อย 256 สี
5. มีสล็อต ISA ว่าง 1 ช่อง
6. มีฟลอปปี้ดิสก์ไดร์ฟขนาด 3.5 นิ้ว
7. มีไดร์ฟซีดีรอม

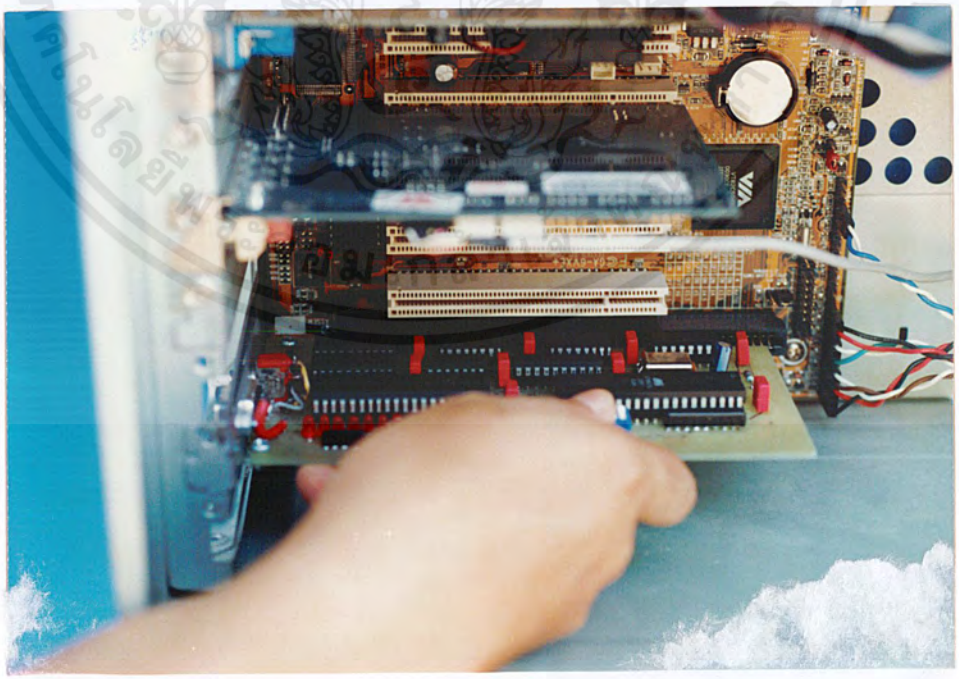
วิธีการติดตั้ง

1. เปิดฝาครอบเครื่องคอมพิวเตอร์ออก
2. ตั้งดิพสวิตซ์ของการ์ดใช้งานที่ตำแหน่ง 0880H-0885H ดังรูปด้านล่างนี้



รูปที่ ฉ.2 การตั้งดิพสวิตซ์

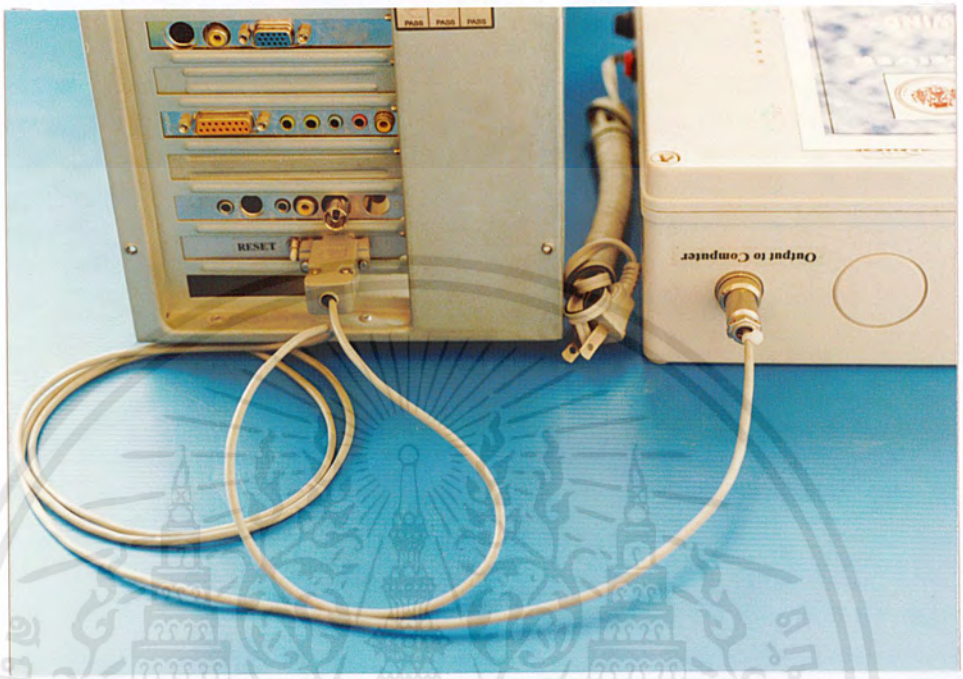
3. เสียบการ์ดอินเตอร์เฟสลงในสล็อต ISA กดให้แน่น ขันน็อตยึด (ตรวจสอบว่าขาทุกขาได้เสียบลงในสล็อตหมดแล้ว) แสดงดังรูปที่ ฉ.3



รูปที่ ฉ.3 การเสียบการ์ดอินเตอร์เฟส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ต่อสายสัญญาณจากการ์ดอินเตอร์เฟสไปเข้ากับคอนเน็คเตอร์ที่เครื่องรับ ดังรูปที่ ฉ.4



รูปที่ ฉ.4 การต่อสายสัญญาณจากการ์ดอินเตอร์เฟสเข้ากับคอนเน็คเตอร์ที่เครื่องรับ

5. นำชุดเซนเซอร์ไปติดตั้งในตำแหน่งที่ต้องการวัดความเร็วลมและทิศทางลม โดยต้องติดตั้งให้อยู่ในแนวดิ่งและตั้งฉากกัน ดังรูปที่ ฉ.5

6. ปรับศรลมให้ชี้ไปทางทิศเหนือ โดยเทียบจากเข็มทิศ ดังรูปที่ ฉ.6

7. ติดตั้งเครื่องส่งไว้ในตำแหน่งใกล้เคียง

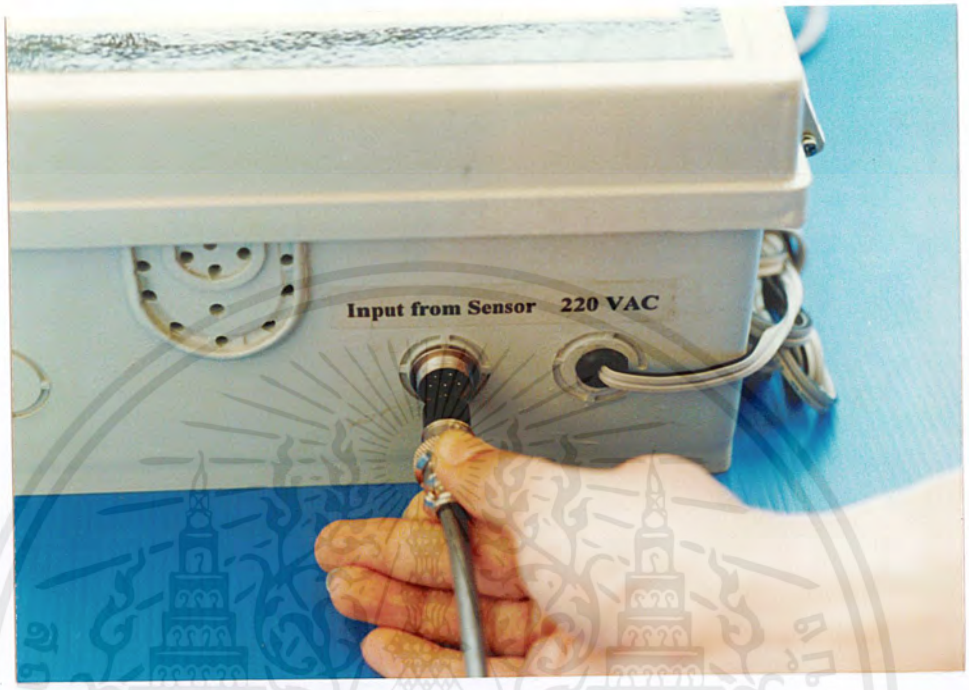
8. ต่อสายสัญญาณจากชุดเซนเซอร์เข้าคอนเน็คเตอร์ของเครื่องส่ง ดังรูปที่ ฉ.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ฉ.5 การติดตั้งชุดเซนเซอร์

รูปที่ ฉ.6 การปรับศรลม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ฉ.7 การต่อสายสัญญาณจากชุดเซนเซอร์เข้าคอนเน็คเตอร์เครื่องส่ง

การตรวจสอบการทำงานเบื้องต้น

1. เปิดเครื่องส่ง

2. ทดลองหมุนศรลมช้าๆ สังเกตแอลอีดีสีแดงในกล่องเครื่องส่ง จะมีการเปลี่ยนแปลงสลับไปมา แสดงว่าวงจรตรวจสอบทิศทางลมทำงานปกติ

3. ทดลองหมุนแกนลูกถ้วย สังเกตแอลอีดีสีเขียวในกล่องจะมีการเปลี่ยนแปลงและทดลองจับให้หยุดหมุน แอลอีดีสีเขียวต้องติดหมดทุกดวง แสดงว่าวงจรวัดความเร็วลมทำงานปกติ

4. ในกรณีที่ไม่ได้ตามข้อ 2 และ 3 ให้กดสวิตช์รีเซต เพื่อเริ่มต้นการทำงานใหม่และตรวจสอบสายสัญญาณด้วยว่าได้เชื่อมต่อแน่นหรือไม่

5. เปิดเครื่องรับ เมื่อเปิดครั้งแรกแอลอีดีจะสว่างตั้งแต่ดวงแรกถึงดวงสุดท้ายและจะติดค้างที่ดวงสุดท้ายตลอด ถ้ามีข้อมูลมาจากเครื่องส่งแอลอีดีที่แสดงผลจะมีการเปลี่ยนแปลงตามค่า ข้อมูลที่รับได้ โดยจะแสดงเฉพาะข้อมูลของความเร็วลมเท่านั้น

6. หมุนแกนลูกถ้วยเบาๆ สังเกตที่เครื่องรับว่ามีการเปลี่ยนแปลงหรือไม่ ถ้ามีถือว่าการต่อใช้งานเสร็จสมบูรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

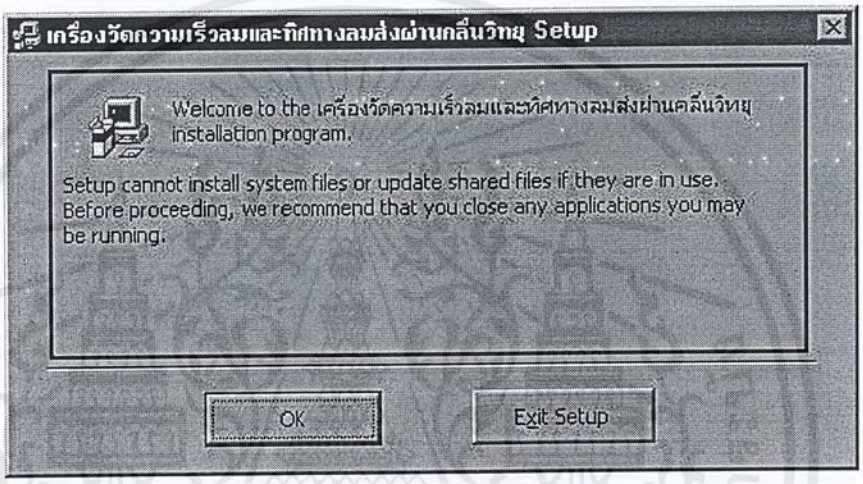
การติดตั้งโปรแกรม

ในการติดตั้งจะใช้แผ่นซีดีรอม ซึ่งบรรจุโปรแกรมจำนวน 1 แผ่น มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. เปิดเครื่องคอมพิวเตอร์

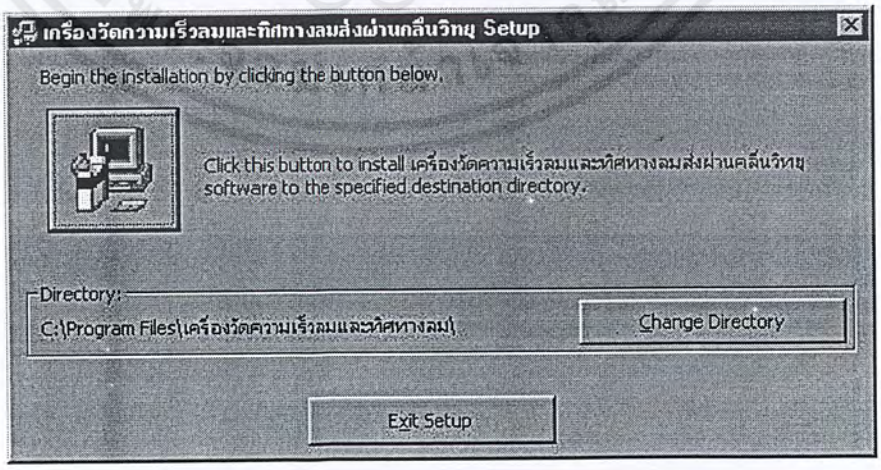
2. ใส่แผ่นซีดีรอมเพื่อทำการ Setup

3. เลือกโฟลเดอร์ WindProfiler ดับเบิลคลิกที่ Setup จะปรากฏหน้าจอแสดงการติดตั้งโปรแกรม ดังรูป ฉ.8 แล้วคลิกที่ปุ่ม OK เพื่อเริ่มทำการติดตั้ง



รูปที่ ฉ.8 หน้าจอการติดตั้งโปรแกรมเครื่องวัดความเร็วลมและทิศทางลมส่งผ่านคลื่นวิทยุ

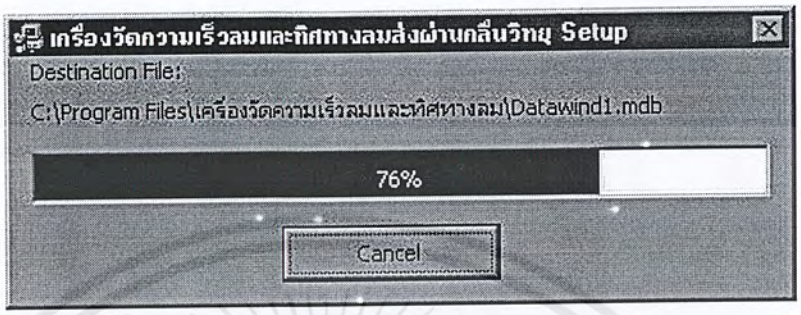
4. เลือกโฟลเดอร์ที่ต้องการติดตั้ง จากนั้น กดที่ ไอคอนดังรูปที่ ฉ.9



รูปที่ ฉ.9 การเลือกโฟลเดอร์และไอคอนการติดตั้ง

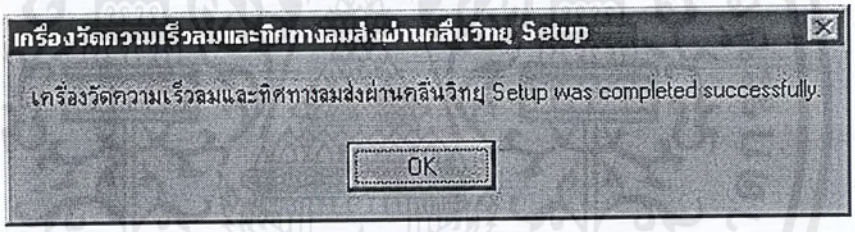
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. เมื่อกดที่ไอคอน โปรแกรมจะเริ่มทำการติดตั้งโดยนำข้อมูลไปที่เก็บไว้ในโฟลเดอร์ปลายทางที่เลือกไว้ ดังรูปที่ ฉ.10



รูปที่ ฉ.10 ทำการติดตั้งโปรแกรมลงในโฟลเดอร์ปลายทางที่เลือกไว้

6. เมื่อติดตั้งโปรแกรมเสร็จจะปรากฏหน้าจอดังรูปที่ ฉ.11



รูปที่ ฉ.11 การติดตั้งโปรแกรมเสร็จสมบูรณ์

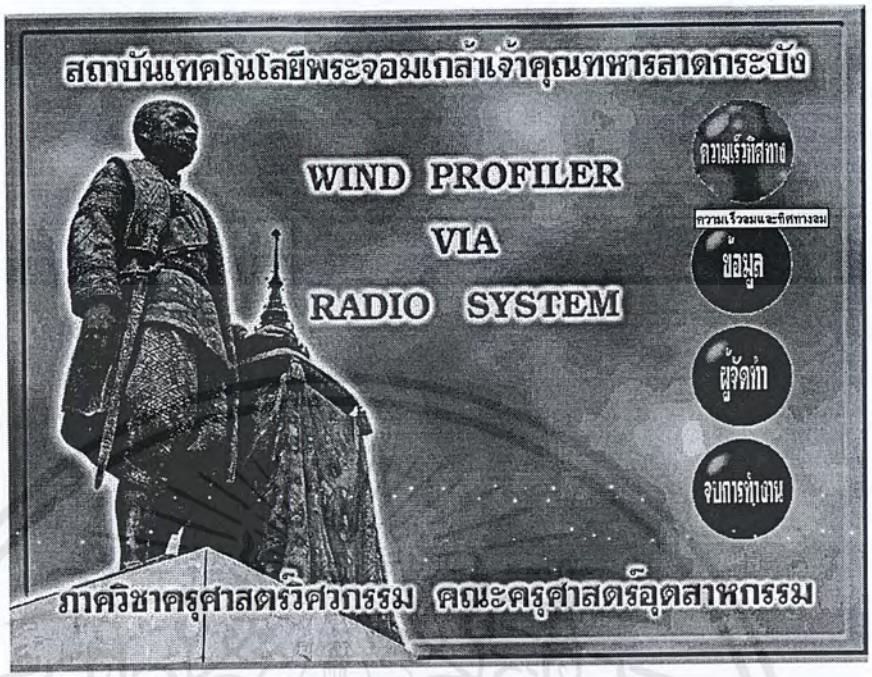
การใช้งานเบื้องต้น

การเข้าสู่โปรแกรมเลือก Start Menu เลือก Program เลือก เครื่องวัดความเร็วลมและทิศทางลม และเลือกที่ WindProfiler จะปรากฏหน้าจอดังรูปที่ ฉ.12

ในโปรแกรมจะมีเมนูให้เลือกอยู่ 4 รายการ คือ

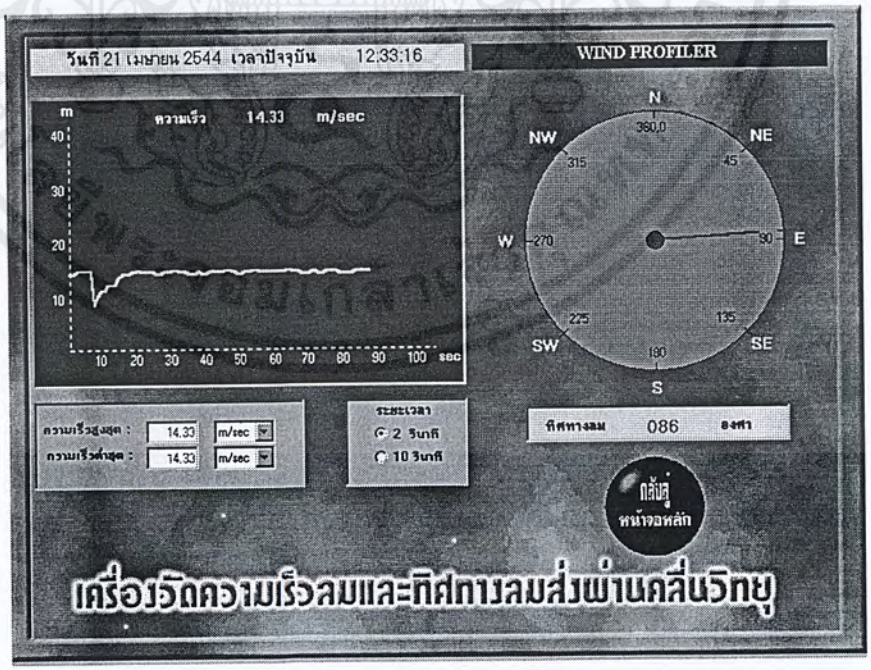
1. ความเร็วลม/ทิศทางลม : ใช้แสดงผลข้อมูลความเร็วลมและทิศทางลม โดยจะแสดงข้อมูลความเร็วลม ณ เวลาปัจจุบันในรูปของกราฟเส้น และมีภาพแสดงทิศทางลม
2. ข้อมูล : ใช้แสดงผลข้อมูลความเร็วลมและทิศทางลมโดยสามารถแสดงข้อมูลปัจจุบัน ข้อมูลแบบรายวัน และข้อมูลแบบรายเดือน
3. ผู้จัดทำ : ใช้แสดงผลข้อมูลรายละเอียดเกี่ยวกับผู้จัดทำโปรแกรม
4. จบการทำงาน : เป็นการออกจากโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ฉ.12 หน้าจอหลักของโปรแกรมแสดงผล

การเรียกดูความเร็วลมและทิศทางลม



รูปที่ ฉ.13 หน้าจอการแสดงผลความเร็วลมและทิศทางลม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ ฉ.13 เป็นหน้าจอแสดงผลเมื่อเรียกรายการความเร็วลมและทิศทางลม ในหน้าจอจากการแสดงข้อมูลวันที่, เวลาปัจจุบัน มีกราฟแสดงความเร็วลมทุก 1 วินาที ในหน่วยของเมตรต่อวินาที มีภาพแสดงทิศทางของลมบอกเป็นทิศและองศา

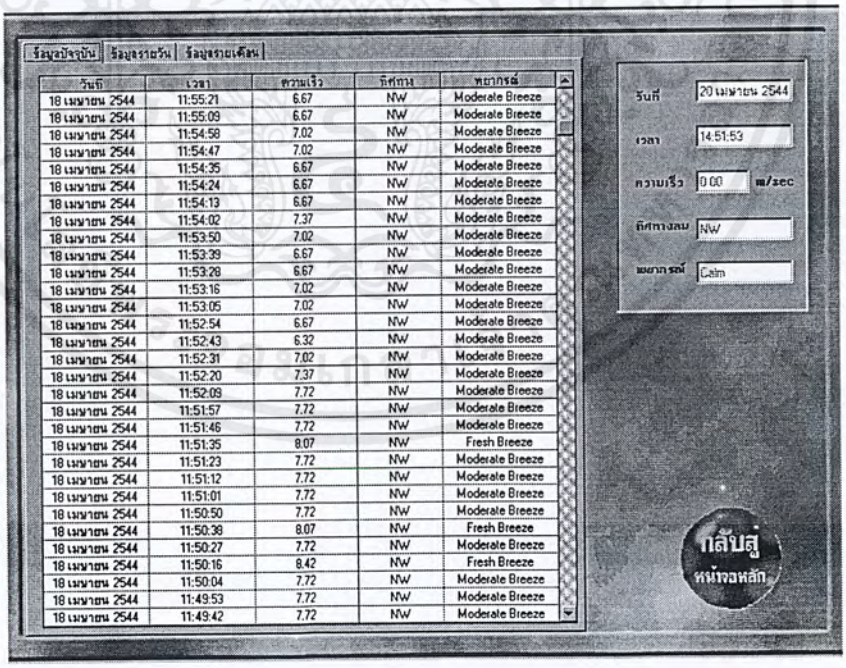
การกำหนดค่าระยะเวลาการแสดงค่าความเร็วลมสามารถเลือกให้แสดงผลค่าความเร็วสูงสุดและความเร็วต่ำสุดได้ 2 ช่วงเวลา คือ ทุก 2 วินาทีและ 10 วินาที โดยการเลือกที่ช่องระยะเวลาและสามารถเลือกหน่วยของความเร็วลมได้ 3 หน่วย คือ

1. m/sec : เมื่อต้องการทราบหน่วยของความเร็วลมหน่วยเป็น เมตรต่อวินาที
2. km./hr. : เมื่อต้องการทราบหน่วยของความเร็วลมมีหน่วยเป็น กิโลเมตรต่อชั่วโมง
3. knots : เมื่อต้องการทราบหน่วยของความเร็วลมมีหน่วยเป็น น็อต

การแสดงผลข้อมูล

ในส่วนของการแสดงผลข้อมูลจะแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ

1. ส่วนแสดงผลข้อมูลปัจจุบัน
2. ส่วนแสดงผลข้อมูลที่บันทึกไว้



รูปที่ ฉ.14 หน้าจอการแสดงผลข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

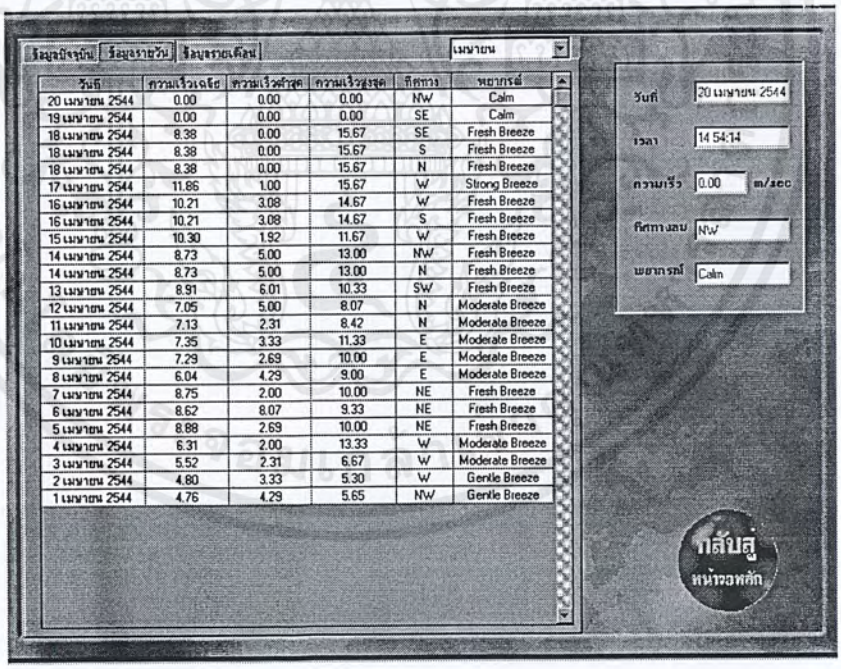
ในกรอบทางด้านขวามือจะแสดงวันที่ เวลา ความเร็วลม ทิศทางลม และการพยากรณ์ โดยจะมีการเปลี่ยนแปลงทุก 10 วินาที

ในกรอบทางด้านซ้ายมือจะแบ่งการแสดงผลออกเป็น 3 รูปแบบ ดังนี้

1. การแสดงข้อมูลปัจจุบัน จะแสดงข้อมูลวันเวลา ความเร็ว ทิศทาง และการพยากรณ์ สามารถเลื่อนดูข้อมูลจากวันเวลาปัจจุบันไปจนถึงข้อมูลของวันแรกที่เริ่มบันทึกค่า โดยจะแสดงข้อมูลได้ครั้งละ 31 รายการ แสดงดังรูปที่ ฉ.14

2. การแสดงข้อมูลรายวัน จะแสดงข้อมูลความเร็วเฉลี่ย ความเร็วต่ำสุด ความเร็วสูงสุด และทิศทางในแต่ละวัน สามารถเลือกเดือนที่ต้องการดูข้อมูลได้โดยจะแสดงให้เห็นแยกเป็นแต่ละเดือน เริ่มจากวันที่ล่าสุดไปจนถึงวันแรกของเดือน แสดงดังรูปที่ ฉ.15

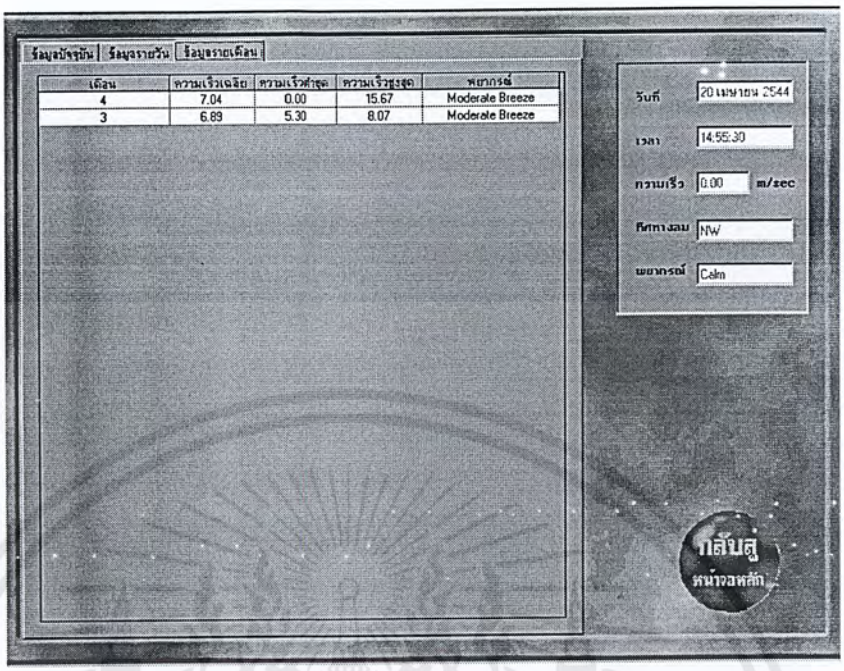
3. การแสดงข้อมูลรายเดือน จะแสดงข้อมูลความเร็วเฉลี่ย ความเร็วต่ำสุด ความเร็วสูงสุด และการพยากรณ์ แสดงดังรูปที่ ฉ.16 ในกรณีที่ไม่มีข้อมูลในเดือนที่เรียกดูจะปรากฏข้อความแจ้งให้ทราบและให้เลือกเดือนใหม่



วันที่	ความเร็วเฉลี่ย	ความเร็วต่ำสุด	ความเร็วสูงสุด	ทิศทาง	พยากรณ์
20 เมษายน 2544	0.00	0.00	0.00	NW	Calm
19 เมษายน 2544	0.00	0.00	0.00	SE	Calm
18 เมษายน 2544	8.38	0.00	15.67	SE	Fresh Breeze
18 เมษายน 2544	8.38	0.00	15.67	S	Fresh Breeze
18 เมษายน 2544	8.38	0.00	15.67	N	Fresh Breeze
17 เมษายน 2544	11.86	1.00	15.67	W	Strong Breeze
16 เมษายน 2544	10.21	3.08	14.67	W	Fresh Breeze
16 เมษายน 2544	10.21	3.08	14.67	S	Fresh Breeze
15 เมษายน 2544	10.30	1.92	11.67	W	Fresh Breeze
14 เมษายน 2544	8.73	5.00	13.00	NW	Fresh Breeze
14 เมษายน 2544	8.73	5.00	13.00	N	Fresh Breeze
13 เมษายน 2544	8.91	6.01	10.33	SW	Fresh Breeze
12 เมษายน 2544	7.05	5.00	8.07	N	Moderate Breeze
11 เมษายน 2544	7.13	2.31	8.42	N	Moderate Breeze
10 เมษายน 2544	7.35	3.33	11.33	E	Moderate Breeze
9 เมษายน 2544	7.29	2.69	10.00	E	Moderate Breeze
8 เมษายน 2544	6.04	4.29	9.00	E	Moderate Breeze
7 เมษายน 2544	8.75	2.00	10.00	NE	Fresh Breeze
6 เมษายน 2544	8.62	8.07	9.33	NE	Fresh Breeze
5 เมษายน 2544	8.88	2.69	10.00	NE	Fresh Breeze
4 เมษายน 2544	6.31	2.00	13.33	W	Moderate Breeze
3 เมษายน 2544	5.52	2.31	6.67	W	Moderate Breeze
2 เมษายน 2544	4.80	3.33	5.30	W	Gentle Breeze
1 เมษายน 2544	4.76	4.29	5.65	NW	Gentle Breeze

รูปที่ ฉ.15 หน้าจอการแสดงผลข้อมูลรายวัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ฉ.16 หน้าจอการแสดงผลข้อมูลรายเดือน

การเรียกดูผู้จัดทำ

รูปที่ ฉ.17 หน้าจอแสดงข้อมูลผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อทำการเลือกปุ่มควบคุมมาที่ผู้จัดทำ โปรแกรมก็จะเรียกเข้ามาที่หน้าจอผู้จัดทำแสดงดังรูปที่ ฉ.17 เมื่อดูรายละเอียดจบแล้วก็คลิกที่ปุ่มกลับสู่หน้าจอหลัก โปรแกรมก็จะออกไปยังหน้าจอหลักของการแสดงผลและเมื่อต้องการจบการทำงานหรือออกจากโปรแกรม ให้เลือกที่ปุ่มจบการทำงานแล้วคลิ๊กเลือกก็จะทำให้ผู้ใช้จบการทำงานของโปรแกรมทันที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ช
ผลการสอบเทียบเครื่องวัดความเร็วลมและทิศทางลม กับกรมอุตุนิยมวิทยา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

THAI METEOROLOGICAL DEPARTMENT

Calibration Certificate

ตารางแสดงผลการสอบเทียบเครื่องวัดลม

TESTED ANEMOMETER : เครื่องวัดความเร็วลมและทิศทาง

UNIT OF MEASUREMENT : m/sec

REFERENCE ANEMOMETER : Thermal Anemometer 642 S/N 91563

: Micromanometer FCO 14 S/N FC 9310119

DATE : 11-April-2001

FAN	642	FCO14		REFERENCE		TESTED ANEMOMETER				ROOM CONDITION			
SPEED	SPEED	SPEED	HEAD	SPEED	VOLTAGE	SPEED		VOLTAGE		PRESSURE	TEMPERATURE		Hum.
rpm	m/sec	m/sec	mm.Wc	m/sec	mV	m/sec	Error	mV	Error	hPa	dry °C	wet °C	% R.H.
39	1.0		-	1.00		1	0		-	1,011.90	21.5	12.0	25.1
73	2.0		-	2.00		1.90	0.1		-	1,011.90	21.5	12.0	25.1
104	3.0		-	3.00		2.70	0.3		-	1,011.90	21.5	12.0	25.1
134	4.0		-	4.00		3.70	0.3		-	1,011.90	21.5	12.0	25.1
163	5.0		-	5.00		4.60	0.4		-	1,011.90	21.5	12.0	25.1
191	6.0		-	6.00		5.30	0.7		-	1,011.90	21.5	12.0	25.1
227	7.0		-	7.00		6.70	0.3		-	1,011.90	21.5	12.0	25.1
258	8.0		-	8.00		7.70	0.3		-	1,011.90	21.5	12.0	25.1
285	9.0		-	9.00		8.60	0.4		-	1,011.90	21.5	12.0	25.1
314	10.0		-	10.00		9.30	0.7		-	1,011.90	21.5	12.0	25.1

ลงชื่อ .....ผู้สอบเทียบ

(นายอำรุงฤทธิ์ นิ่มเสมอ)

บริหารงานช่าง 6

งานตรวจสอบและสอบเทียบเครื่องมือ

ฝ่ายมาตรฐานเครื่องมือ

กองช่างเครื่องมือ

โทร. 396-0156

ลงชื่อ .....

(นายนุกูล ทรัพย์เจริญ)

หัวหน้าฝ่ายมาตรฐานเครื่องมือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กลยุทธ์ พิมแย้ม และสันติ สถิตวรรณะ. **"ระบบตรวจจับสัญญาณไฟฟ้าในระบบสื่อสาร."** ปริญญานิพนธ์วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 2539

กิตติ ภักดีวัฒนะกุล, จำลอง ครูอุตสาหะ. **"Visual Basic 5 ฉบับโปรแกรมเมอร์."** กรุงเทพฯ : ไทยเจริญการพิมพ์, 2541

ไกรยศ แซ่เจี๋ย, นันทวัฒน์ จ้างมีศิลป์ และคณะ. **"เครื่องวัดความเร็วลมและทิศทางลมส่งผ่านคลื่นวิทยุ."** ปริญญานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 2542

จิรศักดิ์ นุชนงค์, นเรศ สุขร่องช้าง และคณะ. **"วิทยุแพกเกจควบคุมโดยไมโครคอนโทรลเลอร์สำหรับวิทยุสมัครเล่น."** ปริญญานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 2541

ศุภชัย สมพานิช. **"Database Programming กับ Visual Basic ฉบับมืออาชีพ."** กรุงเทพฯ : อินโฟเพรส, 2543

สมศักดิ์ ศรีขจรเกียรติ. **"Visual Basic 6."** กรุงเทพฯ : บิบีโรพลับบริชชิ่ง, มปพ

สไว สุวรรณพงศ์. **"คู่มือเครื่องตรวจอากาศ"**, กรมอุตุนิยมวิทยา สำนักนายกรัฐมนตรี

http://webindex.sanook.com/science and engineering/meteorology/indexT.html

http://tmd.motc.go.th/

http://www.tmd.go.th/th/thtxt.html

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อผู้ทำปริญญานิพนธ์	นายพงศักดิ์ อำนวยผล
วันเดือนปีเกิด	31 พฤษภาคม พ.ศ. 2522
สถานที่เกิด	จังหวัดภูเก็ต
ภูมิลำเนาเดิม	125/1 หมู่ 3 ถ.เทพกษัตรีย์ ต.ศรีสุนทร อ.ถลาง จังหวัดภูเก็ต 83110
ที่อยู่ปัจจุบัน	6 ซ.ประยูร 2/3 ถ.เยาวราช ต.ตลาดใหญ่ อ.เมือง จังหวัดภูเก็ต 83000
โทรศัพท์	076-272031
ประวัติการศึกษา	
ประถมศึกษา	โรงเรียนอนุบาลภูเก็ต
มัธยมศึกษา	โรงเรียนภูเก็ตวิทยาลัย
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.)	วิทยาลัยเทคนิคภูเก็ต
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.)	วิทยาลัยเทคนิคภูเก็ต
ปริญญาตรี	สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ผลงานที่ได้รับรางวัล	เยาวชนดีเด่นพระราชทาน และเยาวชนดีเด่น สภาสังคมสงเคราะห์แห่งประเทศไทย ประจำปี 2541
คติพจน์	“รากฐานของบ้านคืออิฐ รากฐานของชีวิตคือการศึกษา”

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อผู้ทำปริญญานิพนธ์	นายวรวิทย์ เลิศสำราญ
วันเดือนปีเกิด	18 เมษายน พ.ศ. 2522
สถานที่เกิด	จังหวัดนครปฐม
ภูมิลำเนาเดิม	23/2 หมู่ 4 ต.ทรงคนอง อ.สามพราน จังหวัดนครปฐม 73210
ที่อยู่ปัจจุบัน	23/2 หมู่ 4 ต.ทรงคนอง อ.สามพราน จังหวัดนครปฐม 73210
โทรศัพท์	01-4320989
ประวัติการศึกษา	
ประถมศึกษา	โรงเรียนวัดทรงคนอง
มัธยมศึกษา	โรงเรียนนาคประสิทธิ์
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.)	วิทยาลัยเทคนิคนครปฐม
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.)	วิทยาลัยเทคนิคนครปฐม
ปริญญาตรี	สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง
ผลงานที่ได้รับรางวัล	-
คติพจน์	“ความเหนื่อยล้า นำมาสู่ ความสำเร็จ”

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อผู้ทำปริญญานิพนธ์	นางสาวศิริญญา โสพสจินดา
วันเดือนปีเกิด	17 มิถุนายน พ.ศ. 2522
สถานที่เกิด	จังหวัดอุตรดิตถ์
ภูมิลำเนาเดิม	98/2 ถ.ศรีอุตรานอก ต.ท่าอิฐ อ.เมือง จังหวัดอุตรดิตถ์ 53000
ที่อยู่ปัจจุบัน	98/2 ถ.ศรีอุตรานอก ต.ท่าอิฐ อ.เมือง จังหวัดอุตรดิตถ์ 53000
โทรศัพท์	055-412403
ประวัติการศึกษา	
ประถมศึกษา	โรงเรียนอนุบาลอุตรดิตถ์
มัธยมศึกษา	โรงเรียนอุตรดิตถ์ดรุณี
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.)	วิทยาลัยเทคนิคอุตรดิตถ์
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.)	วิทยาลัยเทคนิคอุตรดิตถ์
ปริญญาตรี	สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ผลงานที่ได้รับรางวัล	-
คติพจน์	"ทำดีแล้วตาย ดีกว่าอยู่สบายไม่ทำประโยชน์"

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้