สำนักหอสมุดกลาง_พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

คณะครุศาสตร์วิศวกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

หัวข้อปริญญานิพนธ์ ระบบควบคุมรถยนต์ที่ถูกขโมยโดยใช้เพจเจอร์

STOLEN CAR CONTROL SYSTEM BY PAGER

ชื่อนักศึกษา 1. นายธำมรงค์ ทองซุ้นห่อ รหัสประจำตัว 39031113

2. นายวิษณุ กุหลาบ รหัสประจำตัว 39031131

3. นางสาวศศิธร ชัยนาม รหัสประจำตัว 39031133

4. นายสมบูรณ์ อัศวบุญมี รหัสประจำตัว 39031135

หลักสูตร ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต **สาขาวิชา** วิศวกรรมโทรคมนาคม

อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์

1. อาจารย์ปิยะ จิตธรรมมาภิรมย์
2. ผศ.วิสุทธิ์ อธิพรธรรม
3. อาจารย์พงษ์เกียรติ เชษฐพิทักษ์สกุล

FT030115

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์		ลายมือชื่อ
1. อาจารย์ปิยะ	จิตธรรมมาภิรมย์	.....
2. ผศ.วิสุทธิ์	อธิพรธรรม	.....
3. อาจารย์พงษ์เกียรติ	เชษฐพิทักษ์สกุล	.....
4. อาจารย์ปิยะ	ศุภวราสุวัฒน์	.....
5. อาจารย์ไพบูลย์	พวงวงศ์ตระกูล	.....

วันเดือนปีที่สอบ วันที่ 4 พฤษภาคม 2541 เวลา 16.00 น.

สถานที่สอบ ห้อง ค.310 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

ภาควิชารับรองแล้ว

.....

(เทพหัสดิน ณ อยุธยา)

ประธานภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 30115
วัน, เดือน, ปี 9 มิ.ย. 2541

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์

ระบบควบคุมรถยนต์ที่ถูกขโมยโดยใช้เพจเจอร์

STOLEN CAR CONTROL SYSTEM BY PAGER

นายธำมรงค์ ทองซุ้นห่อ

นายวิษณุ กุหลาบ

นางสาวศศิธร ชัยนาม

นายสมบูรณ์ อัศวบุญมี

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2540

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง ระบบควบคุมรถยนต์ที่ถูกขโมยโดยใช้เพจเจอร์

STOLEN CAR CONTROL SYSTEM BY PAGER

ผู้จัดทำ

1. นายธำมรงค์ ทองซุ้นห่อ
2. นายวิษณุ กุหลาบ
3. นางสาวศศิธร ชัยนาม
4. นายสมบูรณ์ อัศวบุญมี

อาจารย์ที่ปรึกษา

ลงนาม.....

(อาจารย์ปิยะ จิตธรรมมาภิรมย์)

ลงนาม.....

(ผศ.วิสุทธิ์ อธิพรธรรม)

ลงนาม.....

(อาจารย์พงษ์เกียรติ เชษฐพิทักษ์สกุล)

หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

ลงนาม.....

(ผศ.ดร.ธีระพล เทพหัสดิน ณ อยุธยา)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง ระบบควบคุมรถยนต์ที่ถูกขโมยโดยใช้เพจเจอร์

STOLEN CAR CONTROL SYSTEM BY PAGER

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาระบบการทำงานของเพจเจอร์และระบบควบคุมในรถยนต์ได้
2. เพื่อออกแบบวงจรระบบควบคุมรถยนต์ถูกขโมยโดยใช้เพจเจอร์ได้
3. เพื่อสร้างวงจรระบบควบคุมรถยนต์ถูกขโมยโดยใช้เพจเจอร์ได้
4. เพื่อนำเพจเจอร์มาประยุกต์ใช้งานจริงกับระบบควบคุมรถยนต์ถูกขโมยได้

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เข้าใจระบบการทำงานของเพจเจอร์ และระบบควบคุมในรถยนต์
2. ได้วงจรระบบควบคุมรถยนต์ถูกขโมยโดยใช้เพจเจอร์
3. ได้ระบบควบคุมรถยนต์ถูกขโมยโดยใช้เพจเจอร์
4. นำระบบควบคุมรถยนต์ถูกขโมยโดยใช้เพจเจอร์ไปใช้งานจริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

I

ระบบควบคุมรถยนต์ที่ถูกขโมยโดยใช้เพจเจอร์

นายธำมรงค์ ทองซุ้นห่อ

นายวิษณุ กุหลาบ

นางสาวศศิธร ชัยนาม

นายสมบูรณ์ อัศวบุญมี

อาจารย์ที่ปรึกษา

อาจารย์ปิยะ จิตธรรมมาภิรมย์

ผศ.วิสุทธิ์ อธิพรธรรม

อาจารย์พงษ์เกียรติ เชษฐพิทักษ์สกุล

ปีการศึกษา 2540

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ นำเสนอระบบควบคุมรถยนต์ที่ถูกขโมยโดยใช้วิทยุติดตามตัว ซึ่งประกอบด้วย ตัวเครื่องรับวิทยุติดตามตัว โดยจะส่งสัญญาณข่าวสาร (POCSAG) ไปยังภาคถอดรหัสสัญญาณข่าวสาร จากนั้นจะส่งไปยังชุดไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งจะควบคุมระบบจ่ายน้ำมันในรถยนต์ แล้วส่งสัญญาณเตือนภัยสลับกับเสียงพูดแจ้งเหตุออกมายังภายนอกรถยนต์ พร้อมกับมีส่วนแสดงหมายเลขรหัสป้องกันภัยออกมาทางไดโอดเปล่งแสงแบบ 7 ส่วน ระบบควบคุมรถยนต์ที่ถูกขโมยนี้สามารถหยุดการโจรกรรมโดยการส่งรหัสไปยังเครื่องรับที่ติดตั้งวิทยุติดตามตัวได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

STOLEN CAR CONTROL SYSTEM BY PAGER

MR.THAMMARONG TRONGSUNHOR
MR.VISSANU KULARB
MISS SASITHORN CHAIYANAM
MR.SOMBOON ASAWABOONME

ADVISORS

MR.PIYA JITTHAMMAPIROM
ASSIST.PROF.WISUIT ATIPORNTUM
MR.PONGKIAT CHEDPITAKSAKUL

1997

ABTRACT

This thesis presents a project of stolen car control system by pager. This project consists of a pager receiver and 7 segments display system. The pager receiver will receive and decode POCSAG signal. Then pager will send it to micro-controller which controls petrol distributing system and shows a warning signal. The 7 segments display system is used to display security code. When the car was stolen, the car owener will phone to the operator in order to stop an operation of petrol distributing system and show warning signal. This project can constrain the car-robbery by controlling the petrol distributing system and showing a warning signal.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงไปด้วยดีเนื่องมาจากความอนุเคราะห์ช่วยเหลือของอาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ อาจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรมทุกท่าน ตลอดจนอาจารย์วรพล ลีลาเกียรติสกุล อาจารย์ประจำภาควิชาคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำปรึกษาปัญหาในด้านต่างๆ ไปจนถึงข้อมูล และอุปกรณ์ที่เป็นประโยชน์ต่อการทดลอง

สุดท้ายขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา ที่ได้ให้ทุกสิ่งทุกอย่างตลอดมาจนถึงปัจจุบัน อนึ่งประโยชน์ และคุณงามความดีที่เกิดขึ้นจากปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ขอมอบให้แด่ บิดา มารดา ครูบาอาจารย์ที่ประสิทธิ ประสาทวิชามาตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน ตลอดจนถึงเพื่อนๆ ที่ได้ให้กำลังใจเสมอมาจนทำให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญภาพ	VII
สารบัญตาราง	X
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมา และความสำคัญของปริญญานิพนธ์	1
1.2 ขีดความสามารถของโครงงาน	1
1.3 เนื้อหาโดยสังเขป	2
บทที่ 2 ทฤษฎี และหลักการ	3
2.1 กล่าวนำ	3
2.2 ระบบวิทยุติดตามตัว	3
2.2.1 ประเภทของระบบวิทยุติดตามตัว	4
2.2.2 ชนิดของวิทยุติดตามตัว	10
2.2.3 รูปแบบของสัญญาณวิทยุติดตามตัว POCSAG	11
2.2.4 การส่งสัญญาณแบบกึ่งซิงโครนัส	17
2.3 การรับส่งข้อมูลดิจิตอล FSK และแนวทางการออกแบบใช้งาน	19
2.4 ตัวถอดรหัสสัญญาณ POCSAG (PCF 5001)	25
2.4.1 แผนผังการทำงานของ PCF 5001	25
2.4.2 การจัดวางขาของ PCF 5001	26
2.4.3 โหมดการทำงานของ PCF 5001	27
2.4.4 การสร้างสัญญาณเอาท์พุตของ PCF 5001	28
2.4.5 การส่งผ่านข้อมูลอนุกรมของ PCF 5001	29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

เรื่อง	หน้า
2.4.6 การกำหนดรูปแบบการรับข้อมูลของ PCF 5001	30
2.4.7 หน่วยความจำ EEPROM ภายใน PCF 5001	31
2.4.8 การอ่าน และเขียนข้อมูลกับ EEPROM ภายใน PCF 5001	33
2.4.9 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับการใช้งาน PCF 5001	34
2.5 ระบบจ่ายน้ำมันในรถยนต์	34
2.5.1 ระบบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง	35
2.5.2 หลักการเบื้องต้นของระบบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์	37
2.5.3 การควบคุมระยะเวลาในการฉีดพื้นฐาน	40
2.5.4 ส่วนประกอบของระบบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์	43
2.5.5 ส่วนประกอบของระบบฉีดเชื้อเพลิง	46
2.5.6 ปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิง	48
2.5.7 กรองน้ำมัน	51
2.5.8 ท่อจ่ายน้ำมัน	52
2.5.9 หัวฉีดประจำสูบ	56
2.5.10 ตัวป้องกันการกระเพื่อมของน้ำมันเชื้อเพลิง	60
บทที่ 3 การออกแบบ การสร้าง และการทำงาน	62
3.1 หลักการออกแบบ	62
3.2 หลักการทำงาน	63
3.2.1 วงจรถอดรหัสสัญญาณข่าวสาร	63
3.2.2 วงจรบันทึกเสียงพูด	63
3.2.3 วงจรขับรีเลย์	64
3.2.4 วงจรไซเรน	65
3.2.5 ส่วนประมวลผล	66
3.2.6 ส่วนแสดงผลแบบ 7 ส่วน	67

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

เรื่อง	หน้า
3.2.7 วงจรบัฟเฟอร์	68
3.2.8 การใช้งานของบอร์ดคอนโทรลเลอร์	68
บทที่ 4 การทดลอง และผลการทดลอง	71
4.1 กล่าวนำ	71
4.2 การทดสอบ และวัดสัญญาณ	71
4.3 การทดสอบการควบคุมระบบ ภายในรถยนต์ ผ่านบริการทางอินเตอร์เนต	72
4.4 การทดลอง ควบคุมระบบภายในรถยนต์ ผ่านทางโทรศัพท์	75
บทที่ 5 บทสรุป ปัญหา แนวทางแก้ไข และพัฒนา	76
5.1 บทสรุป	76
5.2 ปัญหา และแนวทางการแก้ปัญหา	76
5.3 แนวทางการแก้ไข	77
5.4 แนวทางการพัฒนา	77
ภาคผนวก ก รูปต้นแบบของระบบควบคุมรถยนต์ที่ถูกขโมยโดยใช้เพจเจอร์	78
ภาคผนวก ข ผังการทำงาน และโปรแกรมการทำงาน	83
ภาคผนวก ค วงจร และแผ่นวงจรพิมพ์	93
ภาคผนวก ง คู่มือการใช้งาน	101
ภาคผนวก จ รายการอุปกรณ์	104
ภาคผนวก ฉ รายละเอียด และคุณสมบัติของอุปกรณ์	108
ประวัติผู้แต่ง	150
บรรณานุกรม	154

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

รูปภาพ	หน้า
รูปที่ 2.1 การให้บริการวิทยุติดตามตัวแบบที่โดยใช้วงรอบเหนี่ยวนำ	7
รูปที่ 2.2 สายอากาศระบบเพจจิ้งท้องถิ่น ซึ่งให้รูปแบบการแพร่กระจายของคลื่นเป็นลักษณะรูปโคนลงสู่พื้น	7
รูปที่ 2.3 เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างเครื่องเพจเจอร์กับโทรศัพท์เคลื่อนที่	8
รูปที่ 2.4 รูปแบบของมาตรฐานการส่งสัญญาณตามรหัส POCSAG	13
รูปที่ 2.5 สำหรับทุกแบตช์จะมีการจัดสรรให้แต่ละกลุ่มข้อมูลติดต่อกับเครื่องลูกข่ายเฉพาะกลุ่ม เรียงจากกลุ่มที่ 1 ถึงกลุ่มที่ 8	14
รูปที่ 2.6 รูปแบบของกลุ่มข้อมูลทั้ง 4 ชนิด	15
รูปที่ 2.7 การชดเชยเวลาหน่วงของเทคนิคการส่งสัญญาณแบบกึ่งซิงโครนัส	18
รูปที่ 2.8 การส่งสัญญาณดิจิตอล	20
รูปที่ 2.9 การมอดูเลเตอร์ เอฟเอสเค	22
รูปที่ 2.10 การเบี่ยงเบนความถี่	23
รูปที่ 2.11 แผนผังการทำงานของ PCF 5001	25
รูปที่ 2.12 การวางตำแหน่งขาของ PCF 5001	26
รูปที่ 2.13 รูปสัญญาณการส่งข้อมูลอนุกรมของ PCF 5001	29
รูปที่ 2.14 การจัดวางหน่วยความจำ EEPROM ภายใน PCF 5001	32
รูปที่ 2.15 การเก็บข้อมูลรหัสประจำเครื่องภายใน EEPROM ของ PCF 5001	33
รูปที่ 2.16 สัญญาณการอ่าน และเขียนข้อมูลกับ EEPROM ภายใน PCF 5001	34
รูปที่ 2.17 ตำแหน่งการติดตั้งหัวฉีด	36
รูปที่ 2.18 หลักการเบื้องต้นของระบบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์	37
รูปที่ 2.19 ตำแหน่งการติดตั้งของหัวฉีด	38
รูปที่ 2.20 หลักการของระบบการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์แบบ D-Jetronic	38
รูปที่ 2.21 หลักการของระบบการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์แบบ L-Jetronic	40
รูปที่ 2.22 การควบคุมระยะเวลาในการฉีดพื้นฐาน	41

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

รูปภาพ	หน้า
รูปที่ 2.23 การเพิ่มระยะเวลาในการฉีด	42
รูปที่ 2.24 ส่วนประกอบของระบบการฉีดแบบ D-Jetronic	44
รูปที่ 2.25 ส่วนประกอบของระบบการฉีดแบบ L-Jetronic	46
รูปที่ 2.26 ส่วนประกอบของระบบเชื้อเพลิง	47
รูปที่ 2.27การไหลของน้ำมันในระบบเชื้อเพลิง	47
รูปที่ 2.28 ปั๊มไฟฟ้า	48
รูปที่ 2.29 ปั๊มลูกกลิ้ง	49
รูปที่ 2.30 ปั๊มแบบใบพัด	51
รูปที่ 2.31 ส่วนประกอบของกรองน้ำมัน	52
รูปที่ 2.32 ตัวควบคุมความดัน	53
รูปที่ 2.33 กราฟการควบคุมความดันน้ำมันเชื้อเพลิง	53
รูปที่ 2.34 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการฉีดกับค่าความแตกต่างของความดัน	54
น้ำมันเชื้อเพลิง และความดันของอากาศในท่อร่วมไอดี	54
รูปที่ 2.35 ส่วนประกอบ และการทำงานของตัวควบคุมความดัน	55
รูปที่ 2.36 หัวฉีดประจำสูบ	56
รูปที่ 2.37 ส่วนประกอบ และการทำงานของหัวฉีด	57
รูปที่ 2.38 หัวฉีดสตาร์ทเย็น	58
รูปที่ 2.39 ส่วนประกอบ และการทำงานของหัวฉีดสตาร์ทเย็น	59
รูปที่ 2.40 ตัวป้องกันการกระเพื่อมของน้ำมันเชื้อเพลิง	60
รูปที่ 2.41 ส่วนประกอบของตัวป้องกันการกระเพื่อมของน้ำมันเชื้อเพลิง	60
รูปที่ 3.1 แผนผังการทำงานของระบบควบคุมรถยนต์ที่ถูกขโมยโดยใช้เพจเจอร์	62
รูปที่ 3.2 วงจรบันทึกเสียงพูด	64
รูปที่ 3.3 วงจรขับรีเลย์	64
รูปที่ 3.4 วงจรเสียงไซเรน	65

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

รูปภาพ	หน้า
รูปที่ 3.5 แสดงแผนผังของหน่วยความจำ	66
รูปที่ 3.6 วงจรแสดงผลแบบ 7 ส่วน	67
รูปที่ 3.7 วงจรบัฟเฟอร์	68
รูปที่ 3.8 วงจรในส่วนของไมโครคอนโทรลเลอร์	70
รูปที่ 4.1 การวัดสัญญาณข้อมูล ที่ส่งผ่านศูนย์มายังตัวเพจเจอร์	71
รูปที่ 4.2 การต่อสายสัญญาณจากเครื่องวิทยุติดตามตัว	72
รูปที่ 4.3 การส่งรหัสควบคุมระบบผ่านบริการทางอินเตอร์เนต	72
รูปที่ 4.4 หน้าจอแสดงรหัสในการควบคุมระบบ	74
รูปที่ 4.5 การสั่งงานให้สัญญาณเตือนภัยดัง	74
รูปที่ 4.6 การส่งรหัสในการตัดน้ำมันให้กับเครื่องยนต์	75

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
ตารางที่ 2.1 การกำหนดความถี่ใช้งานของวิทยุติดตามตัวแบบเฉพาะที่	5
ตารางที่ 2.2 การเลือกโหมดการทำงานของ PCF 5001	28
ตารางที่ 2.3 ลักษณะการสร้างสัญญาณเตือนในกรณีต่างๆของ PCF 5001	28
ตารางที่ 2.4 รายละเอียดของข้อมูลตำแหน่ง	30
ตารางที่ 2.5 รายละเอียดของข้อมูลข่าวสาร	30
ตารางที่ 2.6 รายละเอียดของข้อมูลสิ้นสุด	30
ตารางที่ 2.7 การกำหนดรูปแบบการรับข้อมูล	30
ตารางที่ 2.8 รูปแบบการแปลงข้อมูลตัวเลขตามรหัส ASCII	31
ตารางที่ 4.1 รหัสในการควบคุมการทำงานต่างๆ	73

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมา และความสำคัญของปริญญานิพนธ์

ปัจจุบันจะเห็นได้ว่าสภาวะเศรษฐกิจได้ตกต่ำลงไปทุกขณะ จึงทำให้เกิดผลกระทบหลายอย่างไม่ว่าจะเป็นรายได้ของประชากรลดน้อยลง อัตราการว่างงานสูงขึ้น ราคาสินค้าแพง ซึ่งเป็นสาเหตุทำให้จำนวนมิจฉาชีพเพิ่มมากขึ้น ก่อให้เกิดปัญหาการสูญหายของทรัพย์สิน รวมทั้งรถยนต์เพิ่มจำนวนขึ้นเรื่อยๆ ซึ่งปัจจุบันจะเห็นได้ว่าสถิติการสูญหายของรถยนต์เพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ ดังนั้น ทางผู้จัดทำโครงงานจึงมีแนวคิดที่ละสร้างระบบควบคุมรถยนต์ที่ถูกขโมยโดยใช้เพจเจอร์ขึ้น เพื่อความรวดเร็วในการควบคุมหารถยนต์ โดยเพจเจอร์จะถูกติดตั้งไว้ภายในรถยนต์ที่ผู้อื่นไม่สามารถที่จะมองเห็นได้ ดังนั้น เมื่อรถยนต์ถูกขโมยเจ้าของรถจึงสามารถที่จะเพจเข้าไปยังเพจเจอร์นี้ได้ โดยผ่านโอเปอเรเตอร์ ซึ่งเมื่อเพจเจอร์ได้รับสัญญาณจะส่งสัญญาณข่าวสาร (POCSAG) ไปยังภาคถอดรหัสสัญญาณข่าวสาร จากนั้นจะส่งไปยังชุดไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งจะควบคุมระบบจ่ายน้ำมันในรถยนต์ เพื่อทำการตัดระบบการส่งน้ำมันแล้วส่งสัญญาณเตือนภัยสลับกับเสียงพูดแจ้งเหตุออกมายังภายนอกรถยนต์พร้อมกับมีส่วนแสดงหมายเลขรหัสป้องกันภัยออกมาทางไดโอดเปล่งแสงแบบ 7 ส่วน ซึ่งการตอบสนองดังกล่าวนี้จะช่วยให้การติดตามรถยนต์สะดวกและง่ายขึ้น

1.2 ขีดความสามารถของโครงงาน

โครงงานนี้มีขีดความสามารถดังต่อไปนี้

1. สามารถสั่งการครอบคลุมพื้นที่ได้ทั่วประเทศไทย (ในพื้นที่ที่ให้บริการ)
2. สามารถเป็นได้ทั้งเพจเจอร์ และระบบควบคุมรถยนต์ถูกขโมยไปได้
3. สามารถแจ้งให้ผู้คนที่พบเห็นทราบได้ว่าเป็นรถยนต์ที่ถูกขโมยมา
4. สามารถติดตามรถที่ถูกขโมยมาได้เร็วยิ่งขึ้น
5. สามารถควบคุมระบบการทำงานในรถยนต์ทุกรุ่นได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 เนื้อหาโดยสังเขป

เนื้อหาภายในปริญญานิพนธ์ฉบับนี้แบ่งออกเป็นบทต่างๆ เพื่อความสะดวกต่อการศึกษา และทำความเข้าใจ ในแต่ละบทจะประกอบด้วยเนื้อหาที่สำคัญดังนี้

บทที่ 2 ทฤษฎี และหลักการ ประกอบด้วยเนื้อหาในทางทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง ซึ่งทำให้ผู้อ่านมีความรู้ความเข้าใจที่เป็นพื้นฐานเสียก่อน อันจะเป็นประโยชน์ต่อการทำความเข้าใจกับวงจรที่ใช้งานจริงต่อไป

บทที่ 3 การออกแบบ การสร้าง และการทำงาน กล่าวถึงการสร้างการออกแบบฮาร์ดแวร์ และซอฟต์แวร์ รวมทั้งหลักการทำงานในส่วนต่างๆ ซึ่งจะทำให้ผู้อ่านมีความเข้าใจการทำงานโดยรวมของโครงงานนี้

บทที่ 4 การทดลอง และผลการทดลอง กล่าวถึงขั้นตอนการทดลอง และการทดสอบประสิทธิภาพในการทำงานของฮาร์ดแวร์ และซอฟต์แวร์ของโครงงานนี้ เพื่อตรวจสอบว่าโครงงานนี้มีความสามารถทำงานได้ตรงตามวัตถุประสงค์หรือไม่

บทที่ 5 บทสรุป ปัญหา แนวทางแก้ไข และพัฒนา เป็นการสรุปผลการทำงาน และได้เสนอแนะแนวทางในการแก้ไข และแนวทางในการพัฒนา ให้มีประสิทธิภาพ

ในภาคผนวกแสดงรายละเอียดของโปรแกรม และรายการอุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้จัดทำโครงงานดังนี้

ภาคผนวก ก รูปเครื่องต้นแบบของระบบควบคุมรถยนต์ที่ถูกขโมยโดยใช้เพจเจอร์

ภาคผนวก ข ผังการทำงาน และโปรแกรมการทำงาน

ภาคผนวก ค วงจร และแผ่นวงจรพิมพ์

ภาคผนวก ง คู่มือการใช้งาน

ภาคผนวก จ รายการอุปกรณ์

ภาคผนวก ฉ รายละเอียด และคุณสมบัติของอุปกรณ์

ประวัติผู้แต่ง

บรรณานุกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎี และหลักการ

2.1 กล่าวนำ

เนื้อหาของปริญญานิพนธ์ในบทนี้เป็นทฤษฎี และหลักการที่นำมาใช้ประกอบการสร้างโครงงาน โดยประกอบด้วยวิทยุติดตามตัว หรือเพจเจอร์ซึ่งเป็นอุปกรณ์สื่อสารแบบพกพาชนิดหนึ่ง เช่นเดียวกับโทรศัพท์เคลื่อนที่ ผิดกันแต่เพียงว่ารูปแบบในการสื่อสารข้อมูลของเพจเจอร์จะเป็นลักษณะของการฝากข่าวสารไว้ที่ศูนย์รับฝากข้อความ โดยศูนย์จะทำหน้าที่ส่งข่าวสารนั้นไปยังเครื่องลูกข่ายที่ถูกระบุหมายเลขไว้ ซึ่งมักมีการเข้าใจกันว่าเครื่องลูกข่ายมีหน้าที่เพียงรับข่าวสารที่ถูกส่งจากศูนย์เท่านั้น ในความเป็นจริงแล้ว เพจเจอร์บางระบบมีการกำหนดความสามารถของเครื่องลูกข่ายให้ส่งข่าวสารผ่านกลับมาให้ศูนย์ได้ สำหรับข่าวสารที่สามารถส่งผ่านเครือข่ายเพจเจอร์นั้นมีตั้งแต่ตัวเลข ตัวอักษร และเสียงพูด ทั้งนี้การจะใช้บริการส่งข่าวสารประเภทใดต้องพิจารณาถึงความสามารถในการรับข่าวสารของเครื่องลูกข่ายด้วย

2.2 ระบบวิทยุติดตามตัว

วิทยุติดตามตัว หรือเพจเจอร์ จัดเป็นเครื่องมือสื่อสารชนิดเคลื่อนที่แบบหนึ่งที่เป็นที่นิยมใช้ในหมู่นักธุรกิจ, นายแพทย์, พนักงาน, วิศวกรหรือช่างที่ให้บริการนอกสถานที่และผู้ที่มีภาระหน้าที่ไม่ค่อยอยู่ประจำที่ แต่จำเป็นจะต้องมีการติดต่อได้ตลอดเวลา เช่นเดียวกับพวกวิทยุโทรศัพท์,วิทยุโทรศัพท์แบบรวงผึ้ง แต่มีลักษณะการติดต่อสื่อสารในทิศทางเดียวด้วยคลื่นวิทยุจากผู้ส่งไปยังผู้รับ สามารถรับฟังได้แต่ส่งไม่ได้ ข้อเด่นของเพจเจอร์ คือ ตัวเครื่องรับนั้นมีขนาดเล็กกระทัดรัด สามารถที่จะพกติดตัวไปไหนมาไหนได้ตลอดเวลา ลักษณะของการส่งข่าวสารจะเป็นเสียงเตือนแล้วตามด้วยข่าวสาร หรือให้โทรศัพท์กลับศูนย์ ระบบวิทยุติดตามตัวมีข้อดีกว่าวิทยุโทรศัพท์คือ สามารถติดต่อได้ง่ายกว่า เพราะว่าในความถี่หนึ่งสามารถใช้ส่งข้อมูลให้กับวิทยุติดตามตัวได้หลายเครื่องในเวลาเดียวกัน ส่วนวิทยุโทรศัพท์ต้องรอช่องสัญญาณว่าง ซึ่งช่องสัญญาณนั้นมีจำนวนน้อย และไม่เป็นที่เพียงพอต่อการใช้งานในปัจจุบันซึ่งมีมากขึ้นเรื่อยๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.1 ประเภทของระบบวิทยุติดตามตัว

ในแง่ของการให้บริการ สามารถแบ่งระบบวิทยุติดตามตัวออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ การให้บริการระบบวิทยุติดตามตัวแบบเฉพาะที่ (Local area หรือ On-site paging) และการให้บริการระบบวิทยุติดตามตัวแบบพื้นที่ครอบคลุมกว้าง (Wide area paging)

1. การให้บริการระบบวิทยุติดตามตัวแบบเฉพาะที่

เป็นการนำเสนอบริการวิทยุติดตามตัวภายในขอบเขตพื้นที่จำกัด เช่น ภายในอาคาร โรงงาน หรือโรงพยาบาล ลักษณะของการแจ้งผลต่อผู้ใช้มีทั้งแบบเป็นข้อความ, เสียงพูด, เสียงเตือน หรือรูปแบบผสมของทั้งสามชนิด สามารถแบ่งประเภทของวิทยุติดตามตัวแบบเฉพาะที่ได้เป็น 4 ระบบ ตามรูปแบบทางเทคนิค โดยมีรายละเอียดของการใช้ความถี่วิทยุตามตารางที่ 2.1

แบบวงรอบเหนี่ยวนำ (induction loop) ใช้ความถี่ในช่วง 16 ถึง 150 กิโลเฮิรตซ์ ระบบนี้เหมาะสำหรับใช้งานในพื้นที่ ซึ่งมีอาณาบริเวณไม่กว้างมากนัก คือ ประมาณไม่เกิน 6 ช่วงตึก โดยจะใช้วิธีเดินสายนำสัญญาณรอบๆ บริเวณที่กำหนดให้เป็นพื้นที่บริการ การส่งสัญญาณจะใช้การเหนี่ยวนำให้เกิดสนามแม่เหล็กไฟฟ้าขึ้น ดังรูปที่ 2.1 โดยทั่วไปมักจะใช้สายโคแอกเชียล ซึ่งมีความรั่วไหลสูง (leaky coaxial cable) เป็นสายนำสัญญาณ ในระยะแรกระบบนี้ถูกใช้งานในย่านความถี่ต่ำ เครื่องลูกข่ายแต่ละลูกจะถูกจูนความถี่ไปยังความถี่ที่แพร่กระจายออกมาจากสายเคเบิลนั้น พบว่าความสามารถในการให้ใช้บริการของระบบในช่วงเวลาดังกล่าวถูกจำกัดโดยแบนด์วิดธ์ของตัวระบบเอง และระยะห่างระหว่างช่องสัญญาณของระบบนี้จะใช้ความถี่ในช่วง 16 กิโลเฮิรตซ์ ถึง 150 กิโลเฮิรตซ์

สำหรับระบบที่ยอมให้ผู้ใช้ปลายทางส่งข่าวสารย้อนกลับมายังศูนย์ได้จะใช้ความถี่ทางด้านย้อนกลับในช่วง 161 กิโลเฮิรตซ์ ถึง 161.150 กิโลเฮิรตซ์ นอกจากจะใช้งานสำหรับระบบวิทยุติดตามตัวแล้ว ยังสามารถนำรูปแบบของวงรอบเหนี่ยวนำไปประยุกต์ใช้ในกิจการอื่นๆ เช่น การเพิ่มประสิทธิภาพของการรับฟังสำหรับผู้มีปัญหาทางด้านการรับฟังโดยเดินสายที่มีความรั่วไหลสูงรอบๆ ห้อง เพื่อทำหน้าที่เหนี่ยวนำสัญญาณเสียงจากเครื่องรับโทรทัศน์แล้วให้ทำการขยายสัญญาณดังกล่าว ก่อนที่จะถูกรับฟังโดยเครื่องช่วยฟัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 การกำหนดความถี่ใช้งานของวิทยุติดตามตัวแบบเฉพาะที่

ย่านความถี่	ความถี่จากสถานีส่งไปเครื่องลูกข่าย	ความถี่จากเครื่องลูกข่ายส่งไปสถานี
16 - 150 กิโลเฮิรตซ์	16 - 150 กิโลเฮิรตซ์	161.10 - 161.15 เมกกะเฮิรตซ์
	<---------- ใช้กับระบบเพจเจอร์แบบวงรอบเหนี่วนำ ---------->	
ย่าน HF 26 เมกกะเฮิรตซ์	26.2375 - 26.8655 เมกกะเฮิรตซ์	ไม่อนุญาตให้มีการส่ง
ย่าน HF 27 เมกกะเฮิรตซ์	26.978 - 27.262 เมกกะเฮิรตซ์	ไม่อนุญาตให้มีการส่ง
ย่าน HF 31 เมกกะเฮิรตซ์	31.725 , 31.750 , 31.775 เมกกะเฮิรตซ์	161.00 - 161.10 เมกกะเฮิรตซ์
	<---------- สำหรับให้บริการในเขตโรงพยาบาล ---------->	
ย่าน VHF 49 เมกกะเฮิรตซ์	49.0000 - 49.4875 เมกกะเฮิรตซ์	ไม่อนุญาตให้มีการส่ง
ย่าน VHF 49 เมกกะเฮิรตซ์	49.4250 - 49.4375 , 49.4500 , 49.4625 , 49.4750 เมกกะเฮิรตซ์	161.00 - 161.10 เมกกะเฮิรตซ์
	<---------- สำหรับให้บริการในเขตโรงพยาบาล ---------->	
ย่าน UHF 459 เมกกะเฮิรตซ์	459.125 - 459.450 เมกกะเฮิรตซ์	ไม่อนุญาตให้มีการส่ง
ย่าน UHF 459 เมกกะเฮิรตซ์ ย่าน VHF 161 เมกกะเฮิรตซ์	<---------- กรณีใช้เฉพาะความถี่ UHF ---------->	
	459.125 - 459.450 เมกกะเฮิรตซ์	161.00 - 161.10 เมกกะเฮิรตซ์
	<---------- กรณีใช้เฉพาะความถี่ UHF ร่วมกับ VHF ---------->	
	459.325 กับ 161.0125 เมกกะเฮิรตซ์ 459.375 กับ 161.0375 เมกกะเฮิรตซ์ 459.400 กับ 161.0625 เมกกะเฮิรตซ์ 459.425 กับ 161.0675 เมกกะเฮิรตซ์ 459.475 กับ 161.1125 เมกกะเฮิรตซ์	459.125 กับ 161.000 เมกกะเฮิรตซ์ 459.150 กับ 161.025 เมกกะเฮิรตซ์ 459.250กับ 161.050 เมกกะเฮิรตซ์ 459.350 กับ 161.075 เมกกะเฮิรตซ์ 459.450 กับ 161.100 เมกกะเฮิรตซ์
	<---------- ใช้สำหรับระบบเพจเจอร์แบบสื่อสารเฉพาะถิ่น ---------->	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

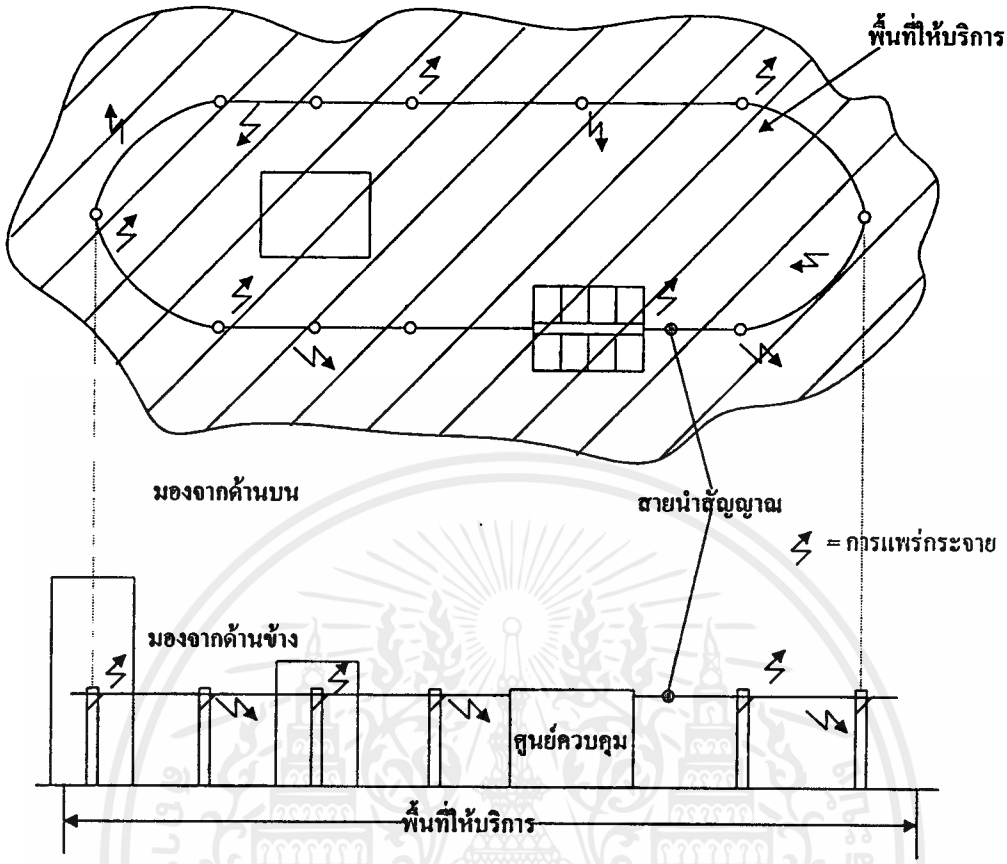
แบบใช้งานย่านความถี่ HF (26 ถึง 31 เมกกะเฮิรตซ์) และ VHF (49 เมกกะเฮิรตซ์) เหมาะสำหรับใช้งานครอบคลุมพื้นที่บริเวณกว้าง เช่น ภายในโรงงาน และโรงพยาบาล เป็นระบบที่ได้รับความนิยมในการใช้งานมากที่สุด ใช้ระบบการส่งสัญญาณโดยแพร่กระจายคลื่นวิทยุจากสายอากาศโดยตรง ระบบดังกล่าวได้ถูกจำกัดให้ใช้ส่งเฉพาะข่าวสารประเภทที่ไม่ใช่เสียงพูดเท่านั้น สำหรับการใช้งานในเขตโรงพยาบาล มีการกำหนดให้ใช้งานได้เฉพาะที่ความถี่ 31 เมกกะเฮิรตซ์ และ 49 เมกกะเฮิรตซ์ เท่านั้น เนื่องจากทั้งสองความถี่จะไม่ก่อให้เกิดการรบกวนต่ออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้ภายในโรงพยาบาลแต่อย่างใด อีกทั้งยังมีการอนุญาตให้สามารถส่งข้อความประเภทที่เป็นเสียงพูดทั้งในทิศทางไป และกลับจากเครื่องลูกข่ายสำหรับย่านความถี่ทั้งสองอีกด้วย โดยความถี่ที่ใช้ในการส่งข่าวสารย้อนกลับจะอยู่ในช่วง 161 กิโลเฮิรตซ์ ถึง 161.150 กิโลเฮิรตซ์

แบบใช้งานย่านความถี่ UHF (459 เมกกะเฮิรตซ์) เหมาะสำหรับใช้งานในตึกที่มีกำแพงหนาหรือภายในบริเวณโรงงานอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ เนื่องจากความถี่ในย่าน UHF มีความสามารถในการทะลุทะลวงสูง สามารถส่งข่าวสารเฉพาะที่ไม่ใช่เสียงพูด และไม่อนุญาตให้ผู้ใช้ส่งข่าวสารย้อนกลับไปยังศูนย์บริการวิทยุติดตามตัวได้

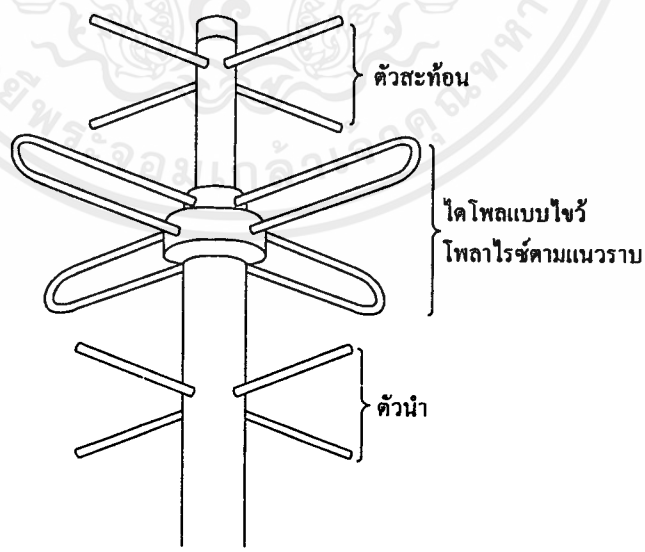
แบบสื่อสารเฉพาะท้องถิ่น (459 เมกกะเฮิรตซ์) สำหรับส่งข่าวสารทุกประเภท รวมถึงเสียงพูดไปยังเครื่องลูกข่าย และรับข่าวสารประเภทเสียงพูดจากเครื่องลูกข่ายในช่วงความถี่ 161 เมกกะเฮิรตซ์ นับเป็นระบบที่ค่อนข้างใหม่ ซึ่งได้รับใบอนุญาตให้ใช้งานในปี 2528 ระบบดังกล่าวถูกสร้างขึ้นเพื่อใช้แทนระบบแบบเฉพาะที่ ทั้งแบบ HF และ UHF ซึ่งใช้ในกิจการโรงพยาบาลรวมถึงแบบวงรอบเหนี่ยวนำด้วย นอกจากนั้น ยังสนับสนุนการสื่อสารสองทิศทางชนิดสมบูรณ์แบบ โดยผู้ใช้งานจะต้องอยู่ภายในรัศมีทำการ 1 กิโลเมตร รอบๆ สถานีส่งซึ่งให้รูปการแพร่กระจายของคลื่นเป็นลักษณะรูปโคนในทิศทางลงสู่พื้น

ระบบวิทยุติดตามตัวแบบเฉพาะที่ถูกออกแบบขึ้นเพื่อจุดประสงค์สำหรับใช้งานในพื้นที่เฉพาะ โดยระบบมีความสามารถในการรองรับเครื่องลูกข่ายในระดับต่ำ (ตั้งแต่ 10 ถึง 2,000 เครื่อง) ความห่างของช่องสัญญาณแต่ละช่องในย่าน VHF และ UHF มีค่าเท่ากับ 25 กิโลเฮิรตซ์ และ 12.5 กิโลเฮิรตซ์ สำหรับกรณีของแบบที่ใช้ความถี่ในช่วง 49 เมกกะเฮิรตซ์ เนื่องจากแต่ละช่องสัญญาณมีแบนด์วิดท์แคบ จึงส่งผลให้ความสามารถในการตรวจรับสัญญาณของระบบต่ำ ส่งผลให้เครื่องรับถูกออกแบบอย่างซับซ้อนมากขึ้นทำให้มีราคาแพง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



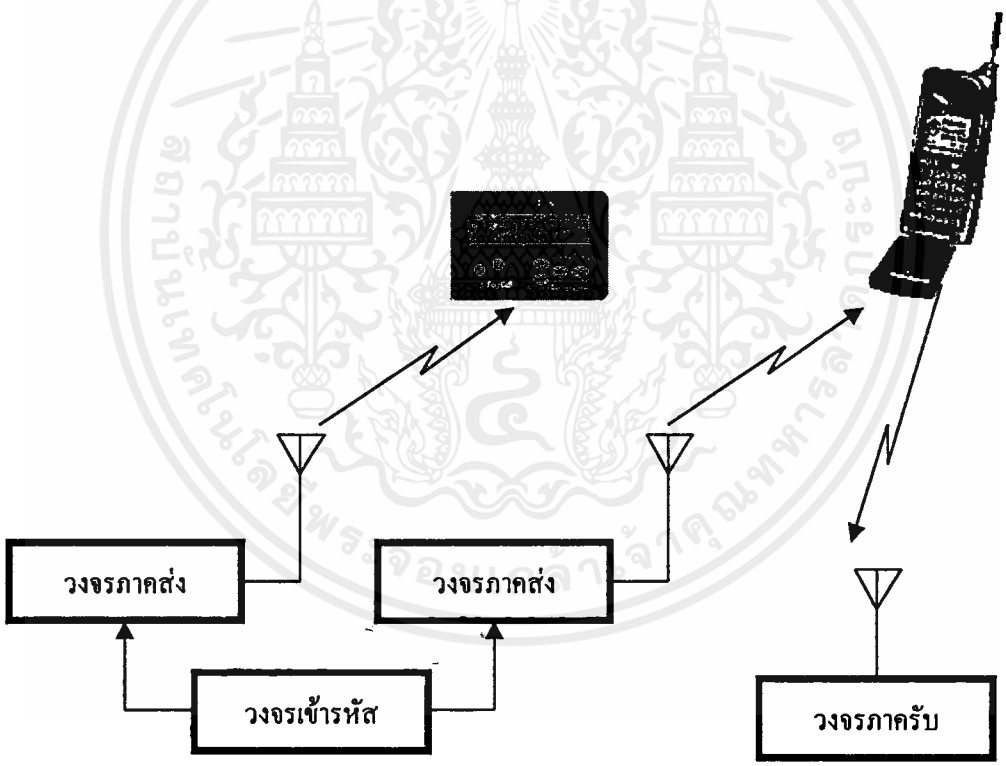
รูปที่ 2.1 การให้บริการวิทยุติดตามตัวโดยใช้วงรอบเหนี่ยวนำ



รูปที่ 2.2 สายอากาศระบบวิทยุติดตามตัวแบบสื่อสารเฉพาะท้องถิ่น ซึ่งให้รูปแบบการแพร่กระจายของคลื่นเป็นลักษณะรูปโคนลงสู่พื้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับการควบคุมขอบเขตการแพร่กระจายของคลื่นวิทยุทำได้โดยกำหนดกำลังส่งของสถานีส่งให้มีค่าต่ำ โดยทั่วไปมักมีค่าเท่ากับ 25 มิลลิวัตต์ สายอากาศของสถานีส่งจะถูกติดตั้งในลักษณะที่ทำให้รูปแบบการแพร่กระจายคลื่นเป็นรูปโคนในทิศทางลงสู่พื้น และมีการโพลาไรซ์ในแนวราบ รูปแบบของสายอากาศที่ใช้งานทั่วไป ดังรูปที่ 2.2 อย่างไรก็ตาม เนื่องจากระบบเพจเจอร์แบบเฉพาะที่โดยส่วนใหญ่มักประกอบไปด้วยระบบ และรูปแบบการแพร่กระจายคลื่นมากกว่า 1 รูปแบบ ทำให้มีการออกแบบในทางปฏิบัติมีความซับซ้อนมากกว่าที่ได้กล่าวมา รูปที่ 2.3 แสดงถึงเครื่องลูกข่ายในระบบวิทยุติดตามตัวแบบเฉพาะที่ซึ่งสามารถส่งข่าวสารกลับมายังศูนย์บริการวิทยุติดตามตัวได้ โดยต้องมีการติดตั้งสายอากาศและเครื่องรับเพิ่มเติมที่สถานีส่ง



รูปที่ 2.3 เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างเครื่องเพจเจอร์ กับโทรศัพท์เคลื่อนที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การให้บริการระบบวิทยุติดตามตัวแบบพื้นที่ครอบคลุมกว้าง

เป็นระบบวิทยุติดตามตัวที่อนุญาตให้มีการส่งข่าวสารในทิศทางเดียว จากสถานีส่งไปยังเครื่องลูกข่ายซึ่งอยู่ภายในพื้นที่ให้บริการ โดยส่วนมากพื้นที่ให้บริการจะมีรัศมีประมาณ 5 กิโลเมตร ถึง 20 กิโลเมตร รอบสถานีส่ง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับตำแหน่ง กำลังส่ง และระบบสายอากาศของสถานีส่งสัญญาณที่ถูกส่งออกจากสายอากาศของสถานีส่งจะมีการลดทอน ซึ่งเกิดจากการแพร่กระจายคลื่นวิทยุความถี่สูงผ่านอาคารสูง หรือผ่านร่างกายของมนุษย์ ผลการทดสอบเพื่อแก้ไขปัญหาด้านการลดทอนของคลื่น ชี้ให้เห็นว่าความถี่ในช่วง 80 เมกกะเฮิรตซ์ ถึง 460 เมกกะเฮิรตซ์ มีความเหมาะสมสำหรับใช้กับกิจการวิทยุติดตามตัว โดยเกิดผลในเรื่องการลดทอนสัญญาณต่ำที่สุด การลดทอนของสัญญาณซึ่งเกิดจากการแพร่กระจายคลื่นวิทยุภายในตัวอาคารจะมีค่าอยู่ในช่วง 14 เดซิเบล ถึง 22 เดซิเบลที่ความถี่ 150 เมกกะเฮิรตซ์ 18 เดซิเบลที่ความถี่ 250 เมกกะเฮริตซ์ และ 12 เดซิเบล ถึง 18 เดซิเบลที่ความถี่ 400 เมกกะเฮิรตซ์

นอกจากปัญหาการลดทอนของสัญญาณแล้ว ยังมีปัจจัยอื่นๆ ซึ่งมีผลกระทบต่อประสิทธิภาพในการรับสัญญาณของเครื่องลูกข่ายอีก เช่น ระดับความแรงของสัญญาณรบกวนในพื้นที่ให้บริการ ซึ่งจะมีผลกระทบมากในพื้นที่ที่เป็นเมืองใหญ่ โดยสัญญาณรบกวนมักเกิดจากเครื่องยนต์หรือเครื่องจักรกล สัญญาณรบกวนลักษณะนี้ จะมีขนาดความแรงของการรบกวนลดลงเมื่อพิจารณาที่ความถี่ใช้งานค่าสูง ทำให้ต้องเลือกใช้ความถี่สูงสำหรับส่งข่าวสารในเขตเมือง

ระบบวิทยุติดตามตัวแบบพื้นที่ครอบคลุมกว้างมีการใช้ความถี่สำหรับส่งข่าวสารทั้งในย่าน VHF และ UHF โดยการกำหนดความถี่ในช่วง 138 และ 153 เมกกะเฮิรตซ์ สำหรับย่าน VHF และ 454 เมกกะเฮิรตซ์สำหรับย่าน UHF ระบบที่ใช้ย่านความถี่ VHF จะสามารถส่งข่าวสารได้เฉพาะที่เป็นข้อความ หรือเป็นเสียงเตือน เท่านั้น สำหรับการส่งข่าวสารที่เป็นทั้งข้อความ เสียงเตือน และเสียงพูดจะใช้ได้กับระบบ UHF สำหรับมาตรฐานการส่งข่าวสารของระบบวิทยุติดตามตัวแบบพื้นที่ครอบคลุมกว้างจะเป็นไปตามข้อกำหนด ซึ่งเรียกว่ามาตรฐาน POCSAG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2 ชนิดของระบบวิทยุติดตามตัว

1. แบบตัวอักษร (Message หรือ Alpha-numeric Pager) เป็นแบบที่ได้รับความนิยมอย่างสูง เครื่องลูกข่ายประเภทนี้สามารถรับข้อความได้เต็มที่ 200 ตัวอักษร และแสดงผลได้หน้าละ 80 ตัวอักษรต่อหนึ่งข่าวสาร โดยตัวอักษรในที่นี้หมายถึงตัวอักษรอังกฤษ หากเป็นตัวอักษรไทยจะได้จำนวนน้อยกว่านี้ หน่วยความจำสำรองสามารถเก็บข่าวสารได้ 40 ชุด โดยผู้ใช้สามารถสั่งลบหรือป้องกันการลบได้ด้วยตนเอง บริการพิเศษซึ่งได้รับความนิยมมากสำหรับเครื่องลูกข่ายประเภทนี้ คือ การให้บริการข่าวสารแบบออนไลน์ เช่น อัตราแลกเปลี่ยนการเงิน, ข่าวการเมือง, ข่าวกีฬา เป็นต้น

2. แบบตัวเลข (Numeric Pager) รับข่าวสารได้เฉพาะตัวเลข โดยเก็บตัวเลขได้สูงสุด 20 หลักต่อหนึ่งข่าวสาร ตัวเลขเหล่านี้อาจจะเป็นหมายเลขโทรศัพท์ที่จะให้ติดต่อกลับ, ราคาสินค้า, รหัสสินค้า หรือรหัสพิเศษเฉพาะกลุ่มแล้วแต่ผู้ใช้บริการ

3. บริการใช้เสียง (Tone Pager) เป็นเครื่องลูกข่ายที่มีราคาถูกที่สุด โดยจะส่งเสียงเตือนเมื่อมีการติดต่อไปยังเครื่องหมายเลขนั้น ทั้งนี้อาจใช้เป็นการเตือนให้เจ้าของเครื่องโทรติดต่อกลับศูนย์ หรือใช้เป็นการเตือนให้โทรกลับไปยังหมายเลขใดหมายเลขหนึ่งในกรณีที่มีการตกลงกันล่วงหน้า

4. แบบหลายเสียง (Multi Address Pager) คล้ายกับแบบใช้เสียง แต่เครื่องประเภทนี้จะให้เสียงเตือนที่แตกต่างกันตั้งแต่ 2 เสียงขึ้นไป เพื่อใช้เป็นการแยกความแตกต่างของหมายเลขที่จะให้โทรติดต่อกลับ

5. แบบฝากเสียงพูด (Voice Messaging Pager) เป็นอีกรูปแบบหนึ่งของเครื่องลูกข่าย โดยผู้ฝากข่าวสารสามารถฝากเสียงพูดของตนผ่านทางคู่สายโทรศัพท์ไปเก็บไว้ยังเครื่องรับฝากข้อความ เพื่อให้ศูนย์บริการส่งข้อความไปยังเจ้าของเครื่อง

สำหรับเวลาที่ใช้ในการส่งข่าวสารนั้นมีความแตกต่างกันไปตามชนิดของเครื่องลูกข่าย กล่าวคือใช้เวลาตั้งแต่ 10 วินาที ลงมาสำหรับเครื่องลูกข่ายแบบฝากเสียงพูด จนถึงเป็นมิลลิวินาทีสำหรับแบบที่ไม่ใช้เสียงพูด ความพิเศษของระบบเพจเจอร์ คือ ความสามารถในการติดต่อกับลูกข่ายได้มากกว่า 100,000 รายต่อหนึ่งความถี่ โดยระบบที่ไม่ใช้เสียงพูดสามารถครอบคลุมพื้นที่ให้บริการได้กว้างกว่าแบบใช้เสียงพูด ทั้งนี้เพราะใช้กำลังส่งน้อยกว่าในการทำให้เครื่องรับทำงาน และตัวเครื่องรับเองก็มีความไวสูงมากเป็นพิเศษกับสัญญาณในช่วงสั้นๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในระบบวิทยุติดตามตัวหนึ่งๆ ผู้ใช้บริการสามารถใช้เครื่องลูกข่ายร่วมกันได้ทั้ง 5 แบบดังที่กล่าวมา แต่ผู้ให้บริการจะแยกความถี่ใช้งานสำหรับเครื่องลูกข่ายแต่ละแบบ ทั้งนี้เพื่อให้ได้คุณภาพของสัญญาณที่ดี คือ ข้อดีของวิทยุติดตามตัว เมื่อเปรียบเทียบกับระบบสื่อสารเคลื่อนที่ชนิดอื่นที่เป็น 2 ทิศทาง เช่น โทรศัพท์เคลื่อนที่ ได้แก่

1. สามารถพกติดตัวได้สะดวกเนื่องจากขนาดเล็ก น้ำหนักเบา และไม่ต้องการไฟฟ้าจากภายนอก

2. ค่าใช้จ่ายในการเช่าใช้ถูกกว่า

3. มีจำนวนผู้เช่าใช้ได้มากกว่าต่อหนึ่งความถี่

4. สามารถใช้เครื่องลูกข่ายต่างยี่ห้อแทนกันได้ โดยต้องเป็นเครื่องประเภทเดียวกัน

5. ไม่ต้องมีการติดตั้งใดๆ ในส่วนของผู้เช่าใช้

6. เครื่องรับส่วนใหญ่สามารถบันทึกข่าวสารไว้ในตัวได้

7. ติดต่อสื่อสารได้รวดเร็วกว่าไม่ต้องรอสัญญาณว่าง

8. ในปัจจุบันเพจเจอร์มีการทำงานใกล้เคียงกับวิทยุโทรศัพท์แล้ว ยกตัวอย่างเช่น สามารถต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์ และเครื่องพิมพ์ได้

2.2.3 รูปแบบของสัญญาณวิทยุติดตามตัว POCSAG

สัญญาณข่าวสารที่จะส่งไปยังผู้รับนั้นเป็นสัญญาณรหัสข้อมูลเลขฐานสองเรียงต่อเนื่องกัน ซึ่งรหัสข้อมูลที่ใช้เป็นรหัสของ POCSAG ซึ่งเป็นรูปแบบ และรหัสมาตรฐานสำหรับวิทยุติดตามตัวที่ถูกกำหนดโดย CCIR รูปแบบของสัญญาณข่าวสารที่ใช้ส่งประกอบไปด้วยสัญญาณพัลซ์ส่วนหน้า (Preamble) จำนวน 576 บิต และตามด้วยรหัสคำตั้งแต่หนึ่งชุดขึ้นไป (Batch structure) ซึ่งแต่ละชุดจะเริ่มต้นด้วยรหัสคำสั่งการซิงโครไนซ์ ตามด้วยบิตของรหัสคำสั่งเทียม (Idel codeword) รหัสคำหมายเลขเรียกขาน (Address codeword) และรหัสคำสั่งข่าวสาร (Message codeword) ถ้าข้อมูลที่ส่งไม่เต็มหนึ่งชุด (Batch structure) จะส่งรหัสคำสั่งเทียมต่อท้ายมาจนเต็ม 1 ชุด

สัญญาณพัลซ์ส่วนหน้า

ประกอบด้วยรูปแบบที่มีลักษณะของบิตตรงข้ามกัน คือ 1010....1010 จะถูกส่งเป็นจำนวนอย่างน้อย 576 บิต (มีค่าเท่ากับ 1 Batch บวก 1 Codeword) สัญญาณพัลซ์ส่วนหน้านี้ถูกใช้เป็นตัวช่วยในการตรวจหาจุดเริ่มต้นของการส่งสัญญาณวิทยุติดตามตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณสมบัติทั่วไปของรหัสตามมาตรฐาน POCSAG มีรายละเอียดดังนี้

รหัสนี้สามารถใช้งานได้กับเครื่องลูกข่ายทั้งแบบใช้เสียง แบบตัวเลข หรือแบบตัวอักษร มีการสำรองหมายเลขตำแหน่งของเครื่องลูกข่ายถึงสองล้านเลขหมาย ซึ่งสามารถเพิ่มขึ้นเป็นแปดล้านเลขหมายโดยใช้ฟังก์ชั่นบิต ทำให้เครื่องลูกข่ายหนึ่งมีเลขประจำเครื่องที่ต่างกันถึง 4 เลขหมาย ศูนย์บริการมีการใช้เทคนิคการตรวจจับความผิดพลาดของการส่งข้อมูล มีการใช้มอดูเลตแบบ FSK แบบไม่คืนกลับค่าศูนย์ (Non-return to Zero) มีค่าความเบี่ยงเบนทางความถี่ผิดพลาดระหว่าง 4.5 กิโลเฮริตซ์ โดยแต่ละช่องสัญญาณมีความกว้าง 25 กิโลเฮริตซ์ การมอดูเลตแบบ FSK ช่วยป้องกันการเหลื่อมทางเวลาของสัญญาณในกรณีที่มีการส่งสัญญาณเดียวกันจากเครื่องส่งหลายเครื่องพร้อมๆ กัน

สำหรับโครงสร้างของรหัสตามมาตรฐาน POCSAG แสดงไว้ในรูปที่ 2.4 เริ่มจากการที่สถานีส่งทำการส่งสัญญาณพัลส์ส่วนหน้าความยาว 576 บิต ถัดจากสัญญาณพัลส์ส่วนหน้าเป็นชุดของแบตซ์ (batch) แต่ละแบตซ์ประกอบด้วยกลุ่มข้อมูลซิงโครนัสขนาด 32 บิต ทำหน้าที่ประสานจังหวะการติดต่อ สื่อสารระหว่างสถานีส่ง กับเครื่องลูกข่ายทุกเครื่องในพื้นที่ให้บริการของสถานีส่ง ในแต่ละแบตซ์ยังประกอบด้วยเฟรมจำนวน 8 เฟรม ซึ่งแต่ละเฟรมประกอบด้วยกลุ่มข้อมูลขนาด 32 บิต จำนวน 2 กลุ่ม สามารถคำนวณหาขนาดความยาวรวมของแต่ละแบตซ์ได้ดังนี้

1 แบตซ์ = 8 เฟรม + 1 กลุ่มข้อมูล (ซิงโครนัส)

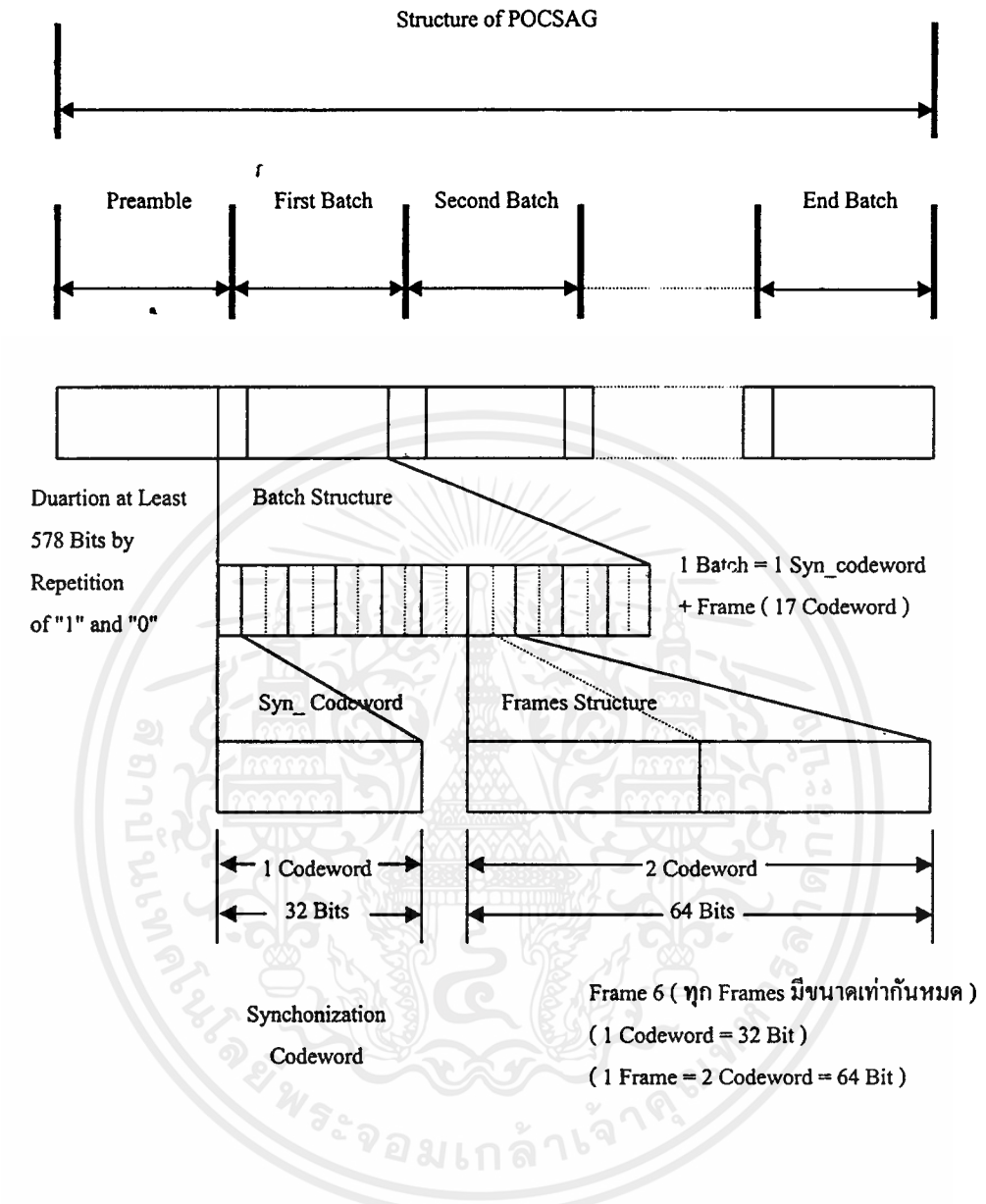
= (8 เฟรม × 2 กลุ่มข้อมูล) / (เฟรม + 1 กลุ่มข้อมูล)

= 16 กลุ่มข้อมูล + 1 กลุ่มข้อมูล

= (17 กลุ่มข้อมูล × 32 บิต) / กลุ่มข้อมูล

= 544 บิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

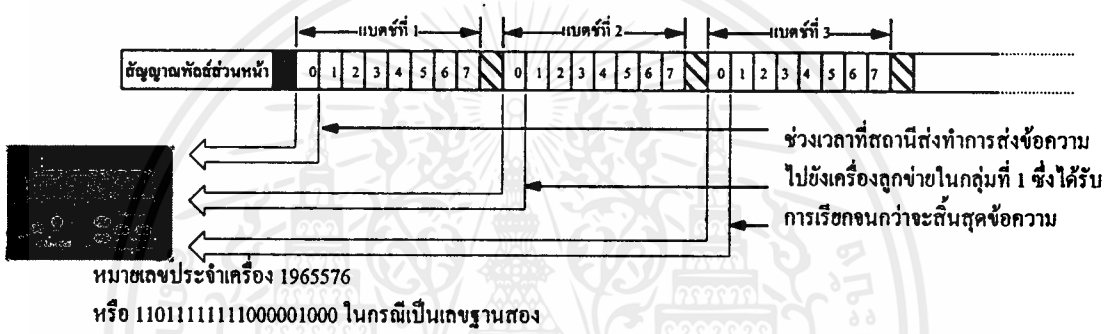


รูปที่ 2.4 รูปแบบของมาตรฐานการส่งสัญญาณตามรหัส POCSAG

แต่ละเฟรมในแบตช์จะถูกกำหนดชื่อเรียกเรียงจาก 0 ถึง 7 สำหรับเครื่องลูกข่ายทุกเครื่องที่มีอยู่ในระบบจะถูกนำมาแบ่งออกเป็น 8 กลุ่มเท่ากับจำนวนของเฟรม หากพลิกดูที่ด้านหลังของตัวเครื่องจะพบหมายเลขชุดหนึ่งเป็นเลขฐานสิบจำนวน 7 หลัก ตัวเลขดังกล่าวคือ เลขหมายประจำเครื่องซึ่งจะไม่มีการซ้ำกัน หากแปลงชุดนี้เป็นเลขฐานสองจะได้ความยาว 21 หลัก หรือ 21 บิต จากตัวอย่างในรูปที่ 2.4 สมมติว่าเครื่องลูกข่าย มีเลขหมายประเครื่องเป็น 1965576 สามารถแปลงเป็นฐานสองได้ 111011111111000001000 มาตรฐาน POCSAG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กำหนดให้บิตซึ่งมีนัยสำคัญต่ำที่สุด 3 บิตสุดท้ายแสดงถึงหมายเลขกลุ่มของเพจเจอร์ เครื่องลูกข่ายทุกเครื่องที่มีเลขหมาย 3 บิตสุดท้ายเป็น 000 001 010 011 100 101 110 และ 111 จะทำการติดต่อกับสถานีส่งในช่วงของเฟรมที่ 0 1 2 3 4 5 6 และ 7 ตามลำดับ ซึ่งวิธีการดังกล่าวเป็นการช่วยประหยัดการใช้งานแบตเตอรี่ของเครื่องลูกข่าย เนื่องจากวงจรภาครับของเครื่องลูกข่ายจะทำงานเฉพาะในช่วงที่สถานีส่งทำการส่งข้อมูลซิงโครนัส และช่วงที่ส่งเฟรมซึ่งเป็นของเครื่องลูกข่ายเท่านั้น อาจกล่าวได้ว่าเครื่องลูกข่ายแต่ละเครื่องจะทำงานเฉพาะ 3 ใน 17 ส่วนของเวลาทั้งหมด

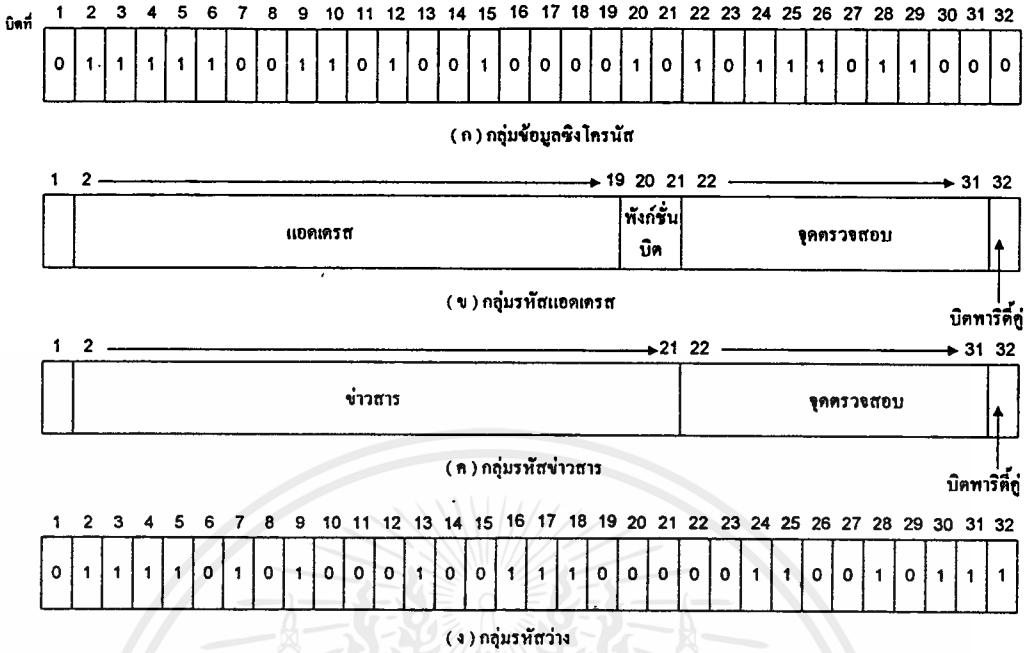


รูปที่ 2.5 สำหรับทุกแบตช์จะมีการจัดสรรให้แต่ละกลุ่มข้อมูล ติดต่อกับเครื่องลูกข่ายเฉพาะกลุ่มเรียงจากกลุ่มที่ 1 ถึงกลุ่มที่ 8

กลุ่มข้อมูลความยาว 32 บิต สามารถแบ่งออกได้เป็น 4 ประเภทตามจุดประสงค์การใช้งาน คือ กลุ่มข้อมูลซิงโครนัส, กลุ่มข้อมูลรหัสแอดเดรส, กลุ่มข้อมูลรหัสข่าวสาร และกลุ่มข้อมูลรหัสว่าง

กลุ่มข้อมูลซิงโครนัส ซึ่งได้กล่าวถึงแล้วมีรูปแบบโครงสร้างตามรูปที่ 2.6 กลุ่มข้อมูลชนิดนี้มีตำแหน่งที่อยู่ ณ จุดเริ่มต้นของแต่ละแบตช์ ไม่ใช้ตำแหน่งร่วมกับกลุ่มข้อมูลอีก 3 ประเภทที่เหลือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.6 รูปแบบของกลุ่มข้อมูลทั้ง 4 ชนิด

กลุ่มข้อมูลรหัสตำแหน่งมีรูปแบบโครงสร้างตามรูปที่ 2.6 ดังได้กล่าวแล้วว่าเครื่อง ลูกข่ายแต่ละเครื่องมีเลขหมายประจำเครื่องขนาด 21 บิต โดยใช้บิตที่มีนัยสำคัญต่ำสุด 3 บิต กำหนดกลุ่มตามลำดับของเฟรม ดังนั้น สถานีส่งจะส่งเฉพาะตำแหน่ง 18 บิตที่เหลือเพื่อเรียกเครื่องลูกข่ายผ่านเฟรมที่สำคัญกันนั้น ตำแหน่ง 18 บิต ดังกล่าวจะถูกบรรจุลงในตำแหน่งบิตที่ 2 ถึง 19 ของกลุ่มข้อมูล รหัสตำแหน่งสำหรับบิตที่ 20 และ 21 ในรูปที่ 2.13 เรียกว่า ฟังก์ชั่นบิตจะถูกใช้งานเมื่อต้องการเพิ่มเลขหมายให้กับเครื่องลูกข่ายนั้น ทำให้สามารถกำหนดเลขหมายที่ต่างกันให้กับเครื่องลูกข่ายแต่ละเครื่องได้ถึง 4 เลขหมาย ในกรณีดังกล่าวจะส่งผลให้สามารถสร้างเลขหมายสำหรับระบบได้ถึง 223 หรือประมาณ 8 ล้านเลขหมาย (คิดจากบิตเลขหมาย 21 บิต ต่อเครื่องลูกข่าย บวก 2 บิตเพิ่มเติม = 23 บิต) บิตที่ 22 ถึง 31 ใช้เป็นชุดตรวจสอบความผิดพลาดบิตที่ 1 เป็นบิตแฟล็ก ซึ่งหากบิตนี้มีค่าเป็น 0 แสดงว่าเป็นกลุ่มข้อมูลรหัสตำแหน่ง หากเป็น 1 แสดงว่าเป็นกลุ่มข้อมูลรหัสข่าวสาร นอกจากนี้ยังมีการนำบิตที่ 1 ถึง 31 มาตรวจสอบพาริตี้คู่อีกครั้งหนึ่ง โดยเก็บผลลงในบิตที่ 32

กลุ่มข้อมูลรหัสข่าวสารมีรูปแบบโครงสร้างตามรูปที่ 2.7 บิตที่ 1 ตามที่ได้กล่าวไว้ในกรณีของกลุ่มรหัสข้อมูลตำแหน่ง ข่าวสารความยาว 20 บิต จะถูกบรรจุลงในตำแหน่งบิตที่ 2 ถึง 21 ตามด้วยข้อมูลการตรวจสอบความผิดพลาดในบิตที่ 22 ถึง 31 และบิตที่ 32 ซึ่งเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตรวสสอบพาริตี้คู่ ในกรณีที่ข่าวสารซึ่งต้องการส่งมีความยาวเกินกว่า 1 กลุ่มข้อมูล ข่าวสารนั้นจะถูกแบ่งออกเป็นส่วนละ 20 บิต ส่งไปยังเครื่องลูกข่ายโดยใช้กลุ่มข้อมูลชนิดนี้ จนกว่าข่าวสารจะจบลง ทั้งนี้ข่าวสารแต่ละส่วนจะถูกส่งได้เฉพาะในเฟรมที่สัมพันธ์กับกลุ่มของเครื่องลูกข่ายเท่านั้น ความยาวสูงสุดของข่าวสารจะขึ้นอยู่กับความจุของเครื่องลูกข่ายนั้นๆ ซึ่งโดยทั่วไปมีได้ 40 ตัวอักษรสำหรับเครื่องลูกข่ายแบบข้อความ และ 20 ตัวอักษรสำหรับเครื่องแบบตัวเลข ตัวอักษรในกรณีนี้จะเป็นตัวอักษร 0 ถึง 9 สำหรับรูปแบบของข่าวสาร ทั้งแบบกรณีตัวอักษร และแบบตัวเลขจะเป็นไปตาม ASCII ทำให้แบบตัวอักษรต้องใช้เนื้อที่ 7 บิตต่อหนึ่งอักขระ เพื่อให้สามารถแสดงอักขระ 0 ถึง 9 และ A ถึง Z รวมถึงเครื่องหมายต่างๆ ในขณะที่เป็นแบบตัวเลขใช้เพียง 4 บิตต่อหนึ่งอักขระ สำหรับแสดงอักขระ 0 ถึง 9 เท่านั้น ยิ่งเป็นเครื่องลูกข่ายที่สามารถรับข้อความเป็นภาษาเฉพาะถิ่น เช่น ภาษาไทย ก็ต้องมีความจุมากขึ้น เนื่องจากใช้เนื้อที่ถึง 8 บิตต่อหนึ่งอักขระ

กลุ่มข้อมูลรหัสว่าง แสดงโครงสร้างตามรูปที่ 2.8 สถานีส่งจะส่งกลุ่มข้อมูลนี้ เมื่อไม่มีข่าวสารใดให้ส่งไปยังเครื่องลูกข่าย รูปแบบของกลุ่มข้อมูลรหัสว่างจะมีลักษณะแน่นอน และต้องไม่มีกลุ่มข้อมูลประเภทใดใช้รูปแบบเดียวกันกับกลุ่มข้อมูลนี้ด้วย

สำหรับทุกกลุ่มรหัสข้อมูล การส่งจะเริ่มจากบิตที่มีนัยสำคัญสูงสุด คือ จากบิตที่ 32 ไปหาบิตที่ 1 การส่งข่าวสารไปยังเครื่องลูกข่ายจะต้องเป็นไปตามกฎต่อไปนี้

1. เครื่องลูกข่ายจะต้องไม่แสดงข้อความในส่วนของกลุ่มข้อมูลซิงโครนัส

2. ข่าวสารที่ต้องการส่งจะต้องถูกส่งในกลุ่มข้อมูลรหัสข่าวสารที่อยู่ถัดจากกลุ่มข้อมูลรหัสตำแหน่งที่ระบุเลขหมายเครื่องลูกข่ายนั้นทันที

3. เครื่องลูกข่ายจะถือว่าการส่งข่าวสารสิ้นสุดลงทันที หากปรากฏว่ามีการส่งกลุ่มข้อมูลรหัสตำแหน่ง หรือกลุ่มข้อมูลรหัสว่างในตำแหน่งกลุ่มข้อมูลซึ่งเครื่องลูกข่ายเคยใช้รับข่าวสารอยู่

ในกรณีที่มีการส่งข่าวสารจากสถานีส่งด้วยอัตรา 512 บิตต่อวินาที แต่ละแบตซ์จะใช้เวลาในการส่ง 1.0625 วินาที ซึ่งหมายความว่าข่าวสารที่ถูกส่งในเฟรมใดเฟรมหนึ่งจะถูกพักการส่งไว้เมื่อสิ้นสุดเฟรมจนกว่าช่วงเวลาของเฟรมในแบตซ์ถัดไปจะมาถึง โดยทั่วไปข่าวสารซึ่งต้องการส่งไปยังเครื่องลูกข่ายจะถูกผ่านกระบวนการเข้ารหัสข้อมูลก่อนที่จะทำการส่งโดยสถานีส่ง นับเป็นข้อดีอย่างมากในการป้องกันการลักลอบดักฟังข้อมูลโดยบุคคลที่สาม ผู้ดักฟังจะไม่สามารถดักจับใจความของข่าวสารที่ส่งออกอากาศได้ ซึ่งมาตรฐานการเข้ารหัสส่งข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ตามข้อกำหนดของ POCSAG ได้ถูกรับรองให้ใช้งานโดยบริษัทผู้ผลิตเพจเจอร์ แทบทุกราย ซึ่งเป็นการเปิดโอกาสให้ผู้บริโภคมีสิทธิเลือกซื้อเครื่องลูกข่ายที่มีรูปแบบหลากหลาย โดยเครื่องเหล่านั้นสามารถทำงานได้กับระบบเครือข่ายตามมาตรฐาน POCSAG

2.2.4 การส่งสัญญาณแบบกึ่งซิงโครนัส

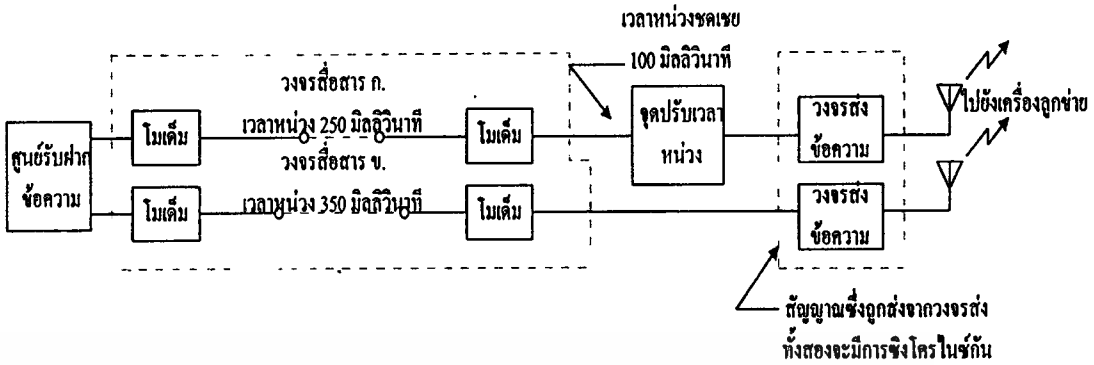
เนื่องจากสายอากาศของเครื่องลูกข่าย มีลักษณะเป็นแกนเฟอร์ไรต์พันด้วยคอยล์ขนาดเล็กบรรจุอยู่ภายในเครื่อง คอยล์เหล่านี้มีค่าตัวประกอบการสูญเสียถึง 16 เดซิเบล เมื่อเทียบกับสายอากาศแบบไดโพลทั่วไป อีกทั้งผลจากการลดทอนสัญญาณที่เกิดจากอาคาร และร่างกายมนุษย์ทำให้ประสิทธิภาพในการรับสัญญาณของเครื่องลูกข่ายอยู่ในระดับต่ำ แนวทางในการเพิ่มประสิทธิภาพของการรับสัญญาณทำได้โดยการเพิ่มความแรงของสัญญาณที่ส่งออกจากสถานีส่งให้อยู่ในระดับเพียงพอที่เครื่องลูกข่ายจะสามารถทำงานได้อย่างถูกต้อง ในทางปฏิบัตินิยมทำโดยเพิ่มจำนวนสถานีส่งให้ส่งสัญญาณไปยังพื้นที่ให้บริการพร้อมๆ กัน ดังรูปที่ 2.9 โดยข่าวสารจากทั้งสองสถานีเป็นข่าวสารเดียวกัน และใช้ความถี่เดียวกัน แต่ถ้าระยะทางจากศูนย์ควบคุมของสถานีส่งทั้งสองมีค่าต่างกันจะทำให้ข่าวสารที่มาถึงสถานีทั้งสองไม่พร้อมกัน ดังนั้น ความถี่ที่ถูกส่งออกอากาศจากสถานีส่งทั้งสองย่อมมีเฟสต่างกัน บางครั้งเมื่อสัญญาณมาถึงเครื่องรับอาจเกิดการลดทอนมากกว่ากรณีใช้สถานีส่งเดียว

ทางแก้ไขปัญหาดังกล่าวทำได้โดยเทคนิคการส่งสัญญาณแบบกึ่งซิงโครนัส โดยหากสถานีใดอยู่ห่างจากศูนย์ควบคุมมากกว่า จะมีการติดตั้งวงจรหน่วงเวลาในวงจรสื่อสารของสถานีส่งที่อยู่ใกล้กว่าเพื่อชดเชยเวลาหน่วงของข่าวสารที่ไปยังสถานีทั้งสองให้เท่ากัน ทำให้สัญญาณที่ส่งออกจากสถานีทั้งสองมีเฟสตรงกันตลอดเวลา โดยไม่ขึ้นอยู่กับตำแหน่งของสถานีทั้งสอง เนื่องจากรูปแบบการเชื่อมต่อระหว่างศูนย์ควบคุมกับสถานีส่งอาจใช้วงจรหน่วงเวลาได้ทั้งสิ้น ดังรูปที่ 2.7

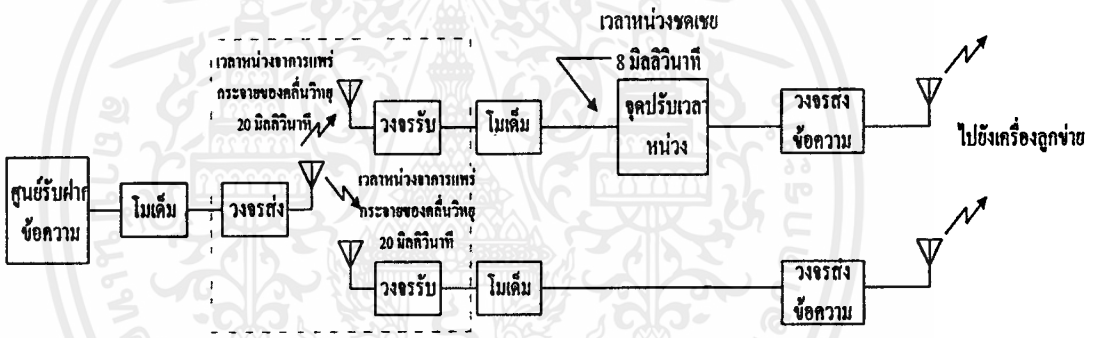
เมื่อเครื่องลูกข่ายได้รับสัญญาณความถี่ 1 กิโลเฮิรตซ์ ซึ่งมีคาบเวลาเป็น 1 / 1000 = 1 มิลลิวินาที สมมติว่าสัญญาณที่มาจากสถานีส่งโดยตรง และสัญญาณที่สะท้อนมายังเครื่องลูกข่ายมีช่วงเวลาห่างกัน 1 มิลลิวินาที จะพบว่าสัญญาณทั้งสองยังคงมีเฟสเดียวกัน แต่หากสัญญาณที่ใช้ส่งมีความถี่ 500 เฮิรตซ์ หรือมีคาบเวลาเป็น 1/500 = 2 มิลลิวินาที และช่วงเวลาห่างของสัญญาณทั้งสองทิศทางยังมีค่าเท่าเดิม ในกรณีนี้จะพบว่าสัญญาณทั้งสองจะกลับเฟสกันพอดี ทำให้สัญญาณสุทธิที่เครื่องลูกข่ายรับได้มีค่าเป็นศูนย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

30115



(ก) เวลาหน่วงที่เกิดจากวงจรสื่อสารแบบใช้สาย



(ข) เวลาหน่วงที่เกิดจากวงจรสื่อสารแบบใช้คลื่นไมโครเวฟ

รูปที่ 2.7 การชดเชยเวลาหน่วงของเทคนิคการส่งสัญญาณแบบกึ่งซิงโครนัส

ค่าเวลาหน่วงสูงสุดที่ยอมให้เกิดขึ้นได้กับสัญญาณเสียงพูดมีค่าไม่เกิน 10 เปอร์เซนต์ของคาบเวลาของความถี่สูงสุด ในกรณีย่านความถี่เสียงพูดผ่านโทรศัพท์ ซึ่งมีค่าความถี่จำกัดสูงสุด 3,400 เฮิรตซ์ มีคาบเวลาเท่ากับ 1-3,400 วินาที หรือประมาณ 300 ไมโครวินาที ดังนั้นค่าเวลาหน่วงที่ยอมให้ได้จะมีค่าไม่เกิน 30 ไมโครวินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับข้อมูลดิจิตอล ปัญหาลักษณะเดียวกันจะเกิดขึ้นในช่วงที่เรียกว่า "ช่วงสับสน" ซึ่งเป็นช่วงที่มีการเปลี่ยนระดับของข้อมูลจาก 0 เป็น 1 ช่วงเวลาหน่วงที่ยอมให้ได้ในกรณีนี้จะมีค่าไม่เกิน 25 เปอร์เซ็นต์ของคาบเวลาต่อบิต เนื่องจากอัตราเร็วในการส่งข้อมูลมีอยู่ 2 ระดับ คือทั้ง 512 และ 1200 บิตต่อวินาที ดังนั้น ช่วงเวลาหน่วงที่ยอมให้ได้จะมีค่าดังนี้

$$\text{สำหรับอัตราเร็ว 512 บิตต่อวินาที} = \left(\frac{1}{512}\right) \times 25\,\% = 488 \text{ ไมโครวินาที}$$

$$\text{สำหรับอัตราเร็ว 1200 บิตต่อวินาที} = \left(\frac{1}{1200}\right) \times 25\,\% = 208 \text{ ไมโครวินาที}$$

2.3 การรับส่งข้อมูลดิจิตอล FSK และแนวทางการออกแบบใช้งาน

การรับ-ส่งข้อมูลในรูปของสัญญาณดิจิตอล สามารถกระทำได้ 2 วิธี คือ วิธีการทางไบนารี (Binary) คือ สัญญาณดิจิตอลจะถูกส่งออกไปยังปลายทางได้ทันที โดยไม่ต้องผ่านขบวนการแปลงสัญญาณแต่อย่างใด ดังรูปที่ 2.8 (ก) และวิธีการทางแอนะลอก (Analog) คือ สัญญาณดิจิตอลจะถูกแปลงเป็นสัญญาณแอนะลอกก่อนแล้วจึงจะส่งออกไปยังปลายทาง ดังรูปที่ 2.8 (ข)

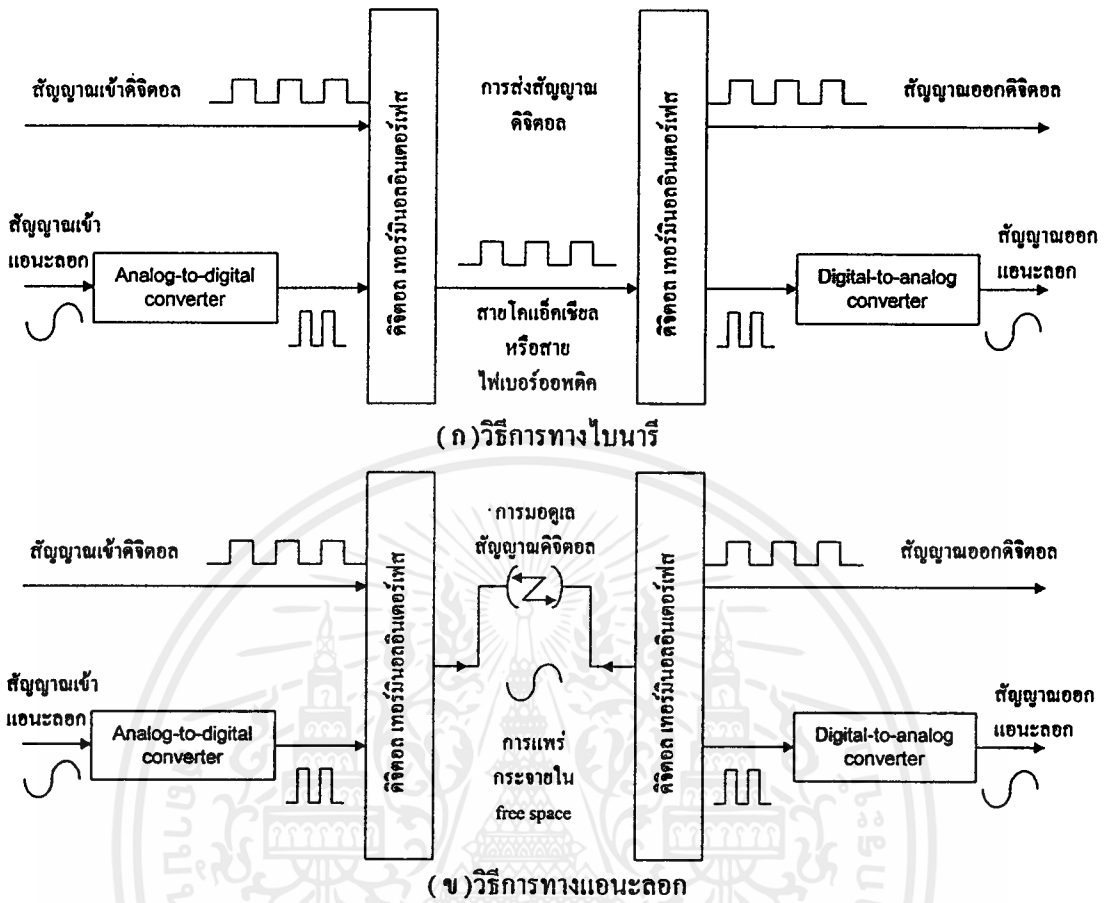
วิธีการในลักษณะแรกจะกระทำในลักษณะที่มีการติดต่อในระยะทางสั้นๆ และให้ความรวดเร็วมากกว่า ส่วนวิธีการในลักษณะหลังจะเกี่ยวข้องไปถึงลักษณะการเชื่อมโยง (link) สัญญาณเข้ากับระบบการสื่อสารทั่วๆ ไป ลักษณะทั้ง 2 วิธีดังแสดงในรูปที่ 2.8

การแปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นสัญญาณแอนะลอก (Digital to Analog Converter : DAC)

ในการสร้างสัญญาณแอนะลอกที่เป็นผลมาจากสัญญาณดิจิตอล หรือสัญญาณข่าวสารในรูปอื่นจะได้มาจากหลักการพื้นฐานของวิธีการ 3 แบบ คือ

1. หลักการของการมอดูเลททางขนาด (Amplitude modulation)
2. หลักการของการมอดูเลททางความถี่ (Frequency modulation)
3. หลักการของการมอดูเลททางเฟส (Phase modulation)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.8 การส่งสัญญาณดิจิตอล

โดยสัญญาณที่จะส่งออกไป (สัญญาณดิจิตอล หรือ สัญญาณข่าวสารต่างๆ) จะถูกมอดูเลตทางด้านส่ง และดีมอดูเลตทางด้านรับ เพื่อแยกสัญญาณข่าวสารเดิมที่ส่งออกมาจากสัญญาณพาห์ เทคนิคการรวมสัญญาณทางดิจิตอล (Digital modulation techniques) ที่ถูกนำมาใช้อย่างกว้างขวาง คือ

1. แบบ FSK หรือ Frequency Shift Keying
2. แบบ PSK หรือ Phase Shift Keying
3. แบบ QAM หรือ Quadrature Amplitude Modulation

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวกำเนิดสัญญาณ FSK (FSK Generator)

ตัวกำเนิดสัญญาณ FSK คือ ตัวส่งสัญญาณ เอฟเอสเค (FSK transmitter) ซึ่งมีหลักการคือเมื่อข้อมูลที่เป็นสัญญาณดิจิตอลที่มีลักษณะเป็นข้อมูลเลขฐานสอง ทำให้ความถี่เลื่อน หรือเบี่ยงเบนไปตามการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลเลขฐานสองที่เข้ามา ดังนั้น สัญญาณทางเอาต์พุตของตัวกำเนิด FSK จะอยู่ในรูปของความถี่ที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่อง (frequency continuous) เมื่อ ข้อมูลเลขฐานสองด้านอินพุตเปลี่ยนแปลงจากสถานะลอจิก 1 เป็นลอจิก 0 (หรือในทางกลับกัน คือ ลอจิก 0 เป็นลอจิก 1) สัญญาณเอาต์พุตจาก FSK จะเลื่อนความถี่ระหว่าง 2 ความถี่ด้วยกัน คือ ความถี่ที่ลอจิก 1 Mark frequency (fm) และความถี่ที่ลอจิก 0 Space frequency (fs)

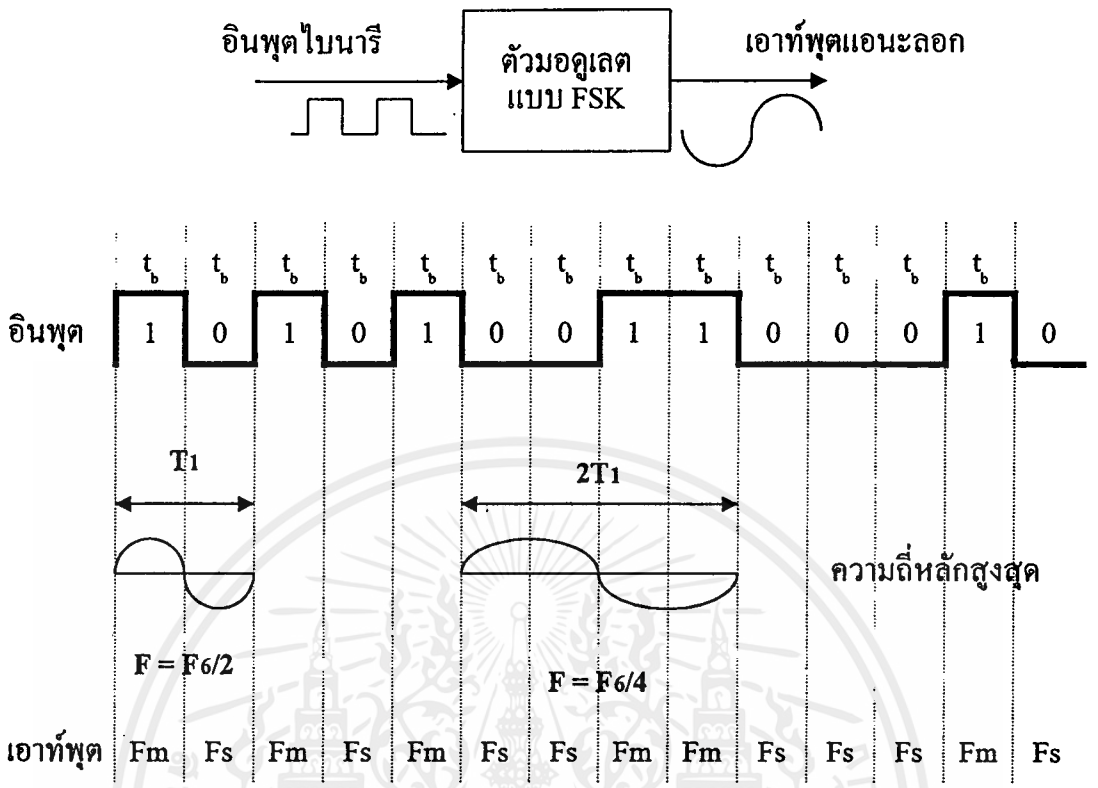
การเปลี่ยนแปลง (หรือการเลื่อน) ของความถี่แต่ละครั้งจะเกิดขึ้นเมื่อสถานะของลอจิกด้านสัญญาณเข้าเปลี่ยนแปลง นั่นคือ อัตราการเปลี่ยนแปลงของสัญญาณออกจะเท่ากับอัตราการเปลี่ยนแปลงสัญญาณเข้า ซึ่งในการมอดูเลตแบบดิจิตอล นั้น อัตราการเปลี่ยนแปลงของสัญญาณด้านอินพุตของตัวกำเนิดสัญญาณ FSK เรียกว่า อัตราบิต (Bit rate) มีหน่วยเป็นบิตต่อวินาที (bit per second ; bps) ส่วนอัตราการเปลี่ยนแปลงของสัญญาณด้านเอาต์พุตของตัวกำเนิดสัญญาณ FSK เรียกว่า อัตราบอร์ด (Baud rate) ดังนั้น ในการส่งข้อมูลด้วยเทคนิค FSK อัตราบิตจะเท่ากับ อัตราบอร์ดเสมอ

ความกว้างของสัญญาณ FSK

ในระบบการสื่อสารข้อมูลด้วยสัญญาณแอนะลอก หรือสัญญาณความถี่นั้น แบนด์วิดท์ เป็นสิ่งที่ต้องพิจารณาเป็นอันดับแรก เนื่องจากวิธีการของ FSK อยู่บนพื้นฐานเดียวกันกับวิธีการของ FM ดังนั้นการอธิบายถึงสูตรต่างๆ จะใช้หลักการของ FM ทุกอย่าง

จากรูปที่ 2.9 แสดงถึงตัว มอดูเลตแบบเอฟเอสเค ซึ่งใช้หลักการเดียวกับเอฟเอ็มมอดูเลเตอร์ คือ ใช้หลักการของ (Voltage Control Oscillator ; VCO) จะเห็นว่าอัตราการเปลี่ยนแปลงที่เร็วที่สุดของสัญญาณอินพุตจะเกิดขึ้นเมื่อข้อมูลเลขฐานสองมีลักษณะเป็น 1 และ 0 สลับกัน ซึ่งคือ สัญญาณสี่เหลี่ยมนั่นเอง ตามตัวอย่างในรูปที่ 2.9 เป็นสัญญาณในช่วง T_1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.9 มอดูเลเตอร์ เอฟเอสเค

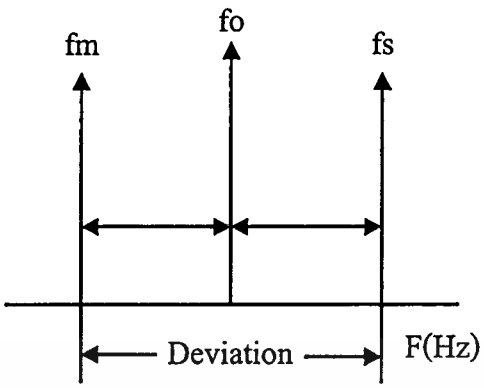
ความถี่หลักของคลื่นสี่เหลี่ยมจะมีค่าเท่ากับครึ่งหนึ่งของ อัตราบิต ดังนั้น ถ้าพิจารณาเฉพาะความถี่หลักเพียงอย่างเดียวแล้ว ความถี่สูงสุดของสัญญาณดิจิตอลที่ต้องการนำมามอดูเลตแบบ FSK จะเท่ากับครึ่งหนึ่งของอัตราบิต คือ

$$Fa_{max} = \frac{\text{อัตราบิต}}{2} \qquad (2.1)$$

เมื่อกำหนดให้ Fa_{max} = ความถี่สูงสุดของสัญญาณดิจิตอลที่จะนำมามอดูเลต

ความถี่กลาง ของ VCO จะอยู่ในตำแหน่งกลาง ระหว่าง fm กับ fs ดังรูปที่ 2.10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.10 การเบี่ยงเบนความถี่

ลอจิก 1 ด้านอินพุตจะเลื่อนความถี่ของ VCO จาก fo ไปเป็น fs จะเห็นว่าการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลเลขฐานสองด้านอินพุตจาก 1 ไป 0 หรือ 0 ไป 1 จะทำให้ความถี่เอาต์พุตของ VCO เลื่อนหรือเบี่ยงเบนกลับไปมา ระหว่าง fm กับ fs เนื่องจากได้กล่าวมาแล้วว่า FSK นั้นคือ การมอดูเลต แบบ FM ดังนั้น ดัชนีการมอดูเลต (Modulate Index ; MI) ใน FSK ได้จาก FM คือ

$$MI = \frac{\Delta F}{Fa} \qquad (2.2)$$

โดยที่

ΔF = การเบี่ยงเบนของความถี่ใดๆ จากความถี่กลาง (Hz)

Fa = ความถี่ของสัญญาณที่นำมามอดูเลต (Hz)

ค่า MI ที่ยอมให้มีได้สูงสุด คือ MI ที่ทำให้แบนด์วิดท์กว้างที่สุด ซึ่งจะเกิดขึ้นเมื่อการเบี่ยงเบนของความถี่ถูกมอดูเลตแล้วความถี่ของสัญญาณที่นำมามอดูเลตมีค่าสูงสุด

ในการมอดูเลตแบบเอฟเอสเค ค่า ΔF เป็นการเบี่ยงเบนของความถี่สูงสุด (Peak frequency deviation) ของสัญญาณที่ถูกมอดูเลตแล้ว ซึ่งมีค่าเท่ากับความแตกต่างระหว่าง fo กับ fm หรือ fo กับ fs ซึ่งคือ ครึ่งหนึ่งของความแตกต่างระหว่าง fm กับ fs นั่นคือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\Delta F = \frac{fs - fm}{2} \quad (2.3)$$

การเบี่ยงเบนของความถี่สูงสุดขึ้นอยู่กับขนาด ของสัญญาณที่นำเข้ามามอดูเลต (สัญญาณดิจิตอล) เมื่อสถานะทางลอจิกเป็น 1 จะทำให้แรงดันออกมาค่าหนึ่งคงที่ ตามสถานะ (เช่น 5 โวลต์) หรือ ถ้าเป็นลอจิก 0 แรงดันออกมาคงที่ในระดับลอจิก 0 เช่นกัน เช่น 0 โวลต์ ดังนั้น ความถี่เบี่ยงเบนของ FSK มอดูเลตจะเบี่ยงเบนคงที่ และอยู่ในระดับ การเบี่ยงเบนของความถี่สูงสุดเสมอ

Fa เป็นความถี่หลักของข้อมูลเลขฐานสองด้านอินพุต ซึ่งจะทำให้แบนด์วิดท์กว้างที่สุด เมื่อ

$$Fa = \frac{\text{อัตราบิต}}{2} \quad (2.4)$$

ดังนั้นเราสามารถหาค่า MI ได้จาก

$$MI = \left(\frac{fs - fm}{2}\right) / \left(\frac{Fb}{2}\right) \quad (2.5)$$

$$MI = \frac{fs - fm}{Fb} \quad (2.6)$$

เมื่อกำหนดให้ fs - fm = ความถี่เบี่ยงเบนสูงสุด

Fb = อัตราบิตของเลขฐานสองอินพุต

ในการส่งสัญญาณ FM โดยทั่วๆ ไป ความกว้างของแบนด์วิดธ์จะแปรผันตรงกับค่า MI ซึ่งเช่นเดียวกับ FSK ที่ค่า MI โดยทั่วๆ ไปจะต้องมีค่าต่ำกว่า 1.0 เพื่อให้เป็นเอฟเอ็มแบบแคบ ค่าแบนด์วิดท์ที่แคบที่สุดเรียกว่า Minimum Nyquist Bandwidth (Fn) ตัวอย่างเช่น การส่งข้อมูลแบบ FSK มีความถี่กลาง (fo) = 7 กิโลเฮิรตซ์, ความถี่สเปซ (fs) = 6 กิโลเฮิรตซ์ และความถี่มาร์ค (fm) = 8 กิโลเฮิรตซ์ ข้อมูลเลขฐานสองอินพุตมีอัตราบิต = 2 กิโลเฮิรตซ์ สามารถหา Fm ได้ดังนี้

จากสมการที่ 2.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากสมการที่ 2.6

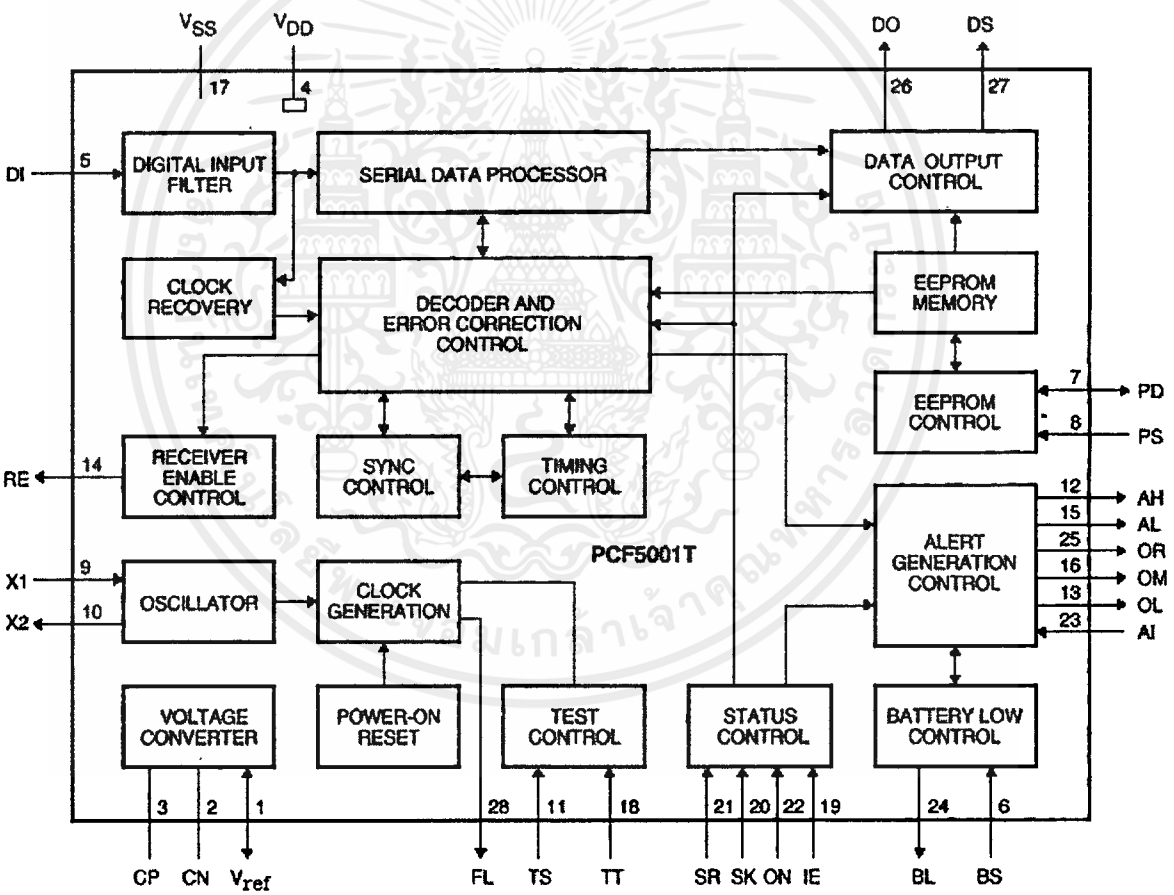
$$MI = \frac{fs - fm}{Fb}$$

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

$$MI = 1.0$$

2.4 ตัวถอดรหัสสัญญาณ POCSAG (PCF 5001)

2.4.1 แผนผังการทำงานของ PCF 5001



รูปที่ 2.11 แผนผังการทำงานของ PCF 5001

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. สามารถใช้งานในระดับแรงดันไฟฟ้า 1.5 ถึง 6 โวลต์

2. กินกระแสไฟฟ้า 60 มิลลิแอมแปร์

3. สามารถเลือกอัตราการรับข้อมูลเป็น 512 หรือ 1,200 บิตต่อวินาที ได้

4. ถอดรหัส CCIR radio paging code NO.1

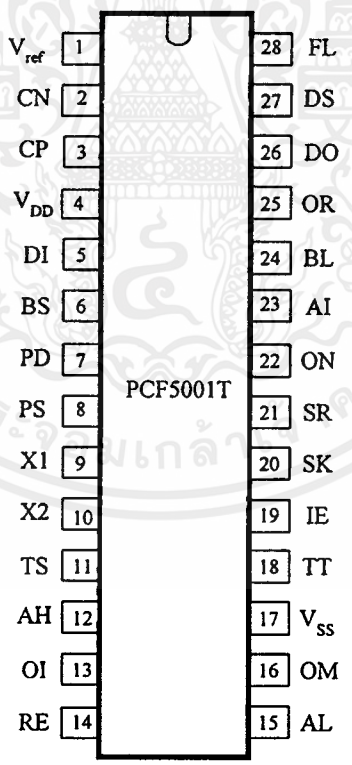
5. สามารถเลือกเงื่อนไขสิ้นสุดการเรียกเข้า

6. มีหน่วยความจำ EEPROM ภายใน เพื่อเก็บรหัสประจำเครื่อง และฟังก์ชั่นการทำงานต่างๆ

7. มีส่วนปรับระดับแรงดันไฟฟ้าภายในชิพ

8. มีส่วนเชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์ในลักษณะอนุกรม

2.4.2 การจัดวางขาของ PCF 5001



รูปที่ 2.12 การวางตำแหน่งขาของ PCF 5001

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายละเอียดของขาสัญญาณที่สำคัญ

VREF ใช้เป็นขาอ้างอิงแรงดันไฟฟ้าระดับต่ำให้กับขาต่างๆ รวมทั้งใช้เป็นขาอ้างอิงแรงดันไฟฟ้าระดับต่ำ เมื่อมีการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ด้วย

VDD ใช้ต่อไฟบวก เพื่อจ่ายพลังงานให้ PCF 5001

DI เป็นขาอินพุตใช้สำหรับรับสัญญาณ POCSAG ในลักษณะอนุกรม

BS เป็นขาอินพุตใช้งานร่วมกับขา RE, DI เพื่อใช้ในการบ่งบอกถึงสภาวะของแบตเตอรี่

PD เป็นขาอินพุตใช้ร่วมกับขา PS เพื่อโปรแกรม EEPROM ภายใน PCF 5001

PS เป็นขาอินพุตใช้ร่วมกับขา PD เพื่อโปรแกรม EEPROM ภายใน PCF 5001

X1 เป็นขาอินพุตใช้ในการต่อคริสตอล (CRYSTAL OSCILLATOR)

X2 เป็นขาเอาต์พุตใช้ในการต่อคริสตอล (CRYSTAL OSCILLATOR)

RE เป็นขาเอาต์พุตใช้สำหรับควบคุมการทำงานของภาครับ

VSS ใช้เป็นขาอ้างอิงแรงดันไฟลบ

DO เป็นขาเอาต์พุตใช้สำหรับให้สัญญาณข้อมูลออกจาก PCF 5001 ในลักษณะข้อมูลอนุกรมใช้ร่วมกับขา DS

DS เป็นขาเอาต์พุตใช้สำหรับให้สัญญาณนาฬิกากับขา DO

ON เป็นขาอินพุตใช้สำหรับควบคุมสภาวะการปิด-เปิด การทำงานของชิพ

SK เป็นขาอินพุตใช้สำหรับควบคุมการระงับเสียงสัญญาณเตือน

SR เป็นขาอินพุตใช้สำหรับการรีเซ็ต (RESET) การทำงานของชิพ

BL เป็นขาเอาต์พุตใช้ในการบ่งบอกถึงสภาวะเมื่อแบตเตอรี่มีแรงดันไฟฟ้าต่ำ

2.4.3 โหมดการทำงานของ PCF 5001

การทำงานของ PCF 5001 จะมีการทำงานอยู่ 2 โหมด คือ โหมดการเตือนอย่างเดียว (Alert only pager) และโหมดแสดงผล (Display pager) ซึ่งสามารถกำหนดได้โดย SPF01 ซึ่งจะกล่าวถึงต่อไปนี้

โหมดการเตือนอย่างเดียว การทำงานโหมดนี้จะมีการต่ออุปกรณ์ภายนอกโดยมาก เพื่อทำเป็นเพจเจอร์การเลือกสภาวะการทำงาน ON, OFF, SILENT สามารถเลือกได้โดยใช้สวิทช์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โหมดการแสดงผล ซึ่งเป็นโหมดที่ใช้ในโครงงานนี้ การทำงานในโหมดนี้ จะใช้สัญญาณจากไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นตัวควบคุมการทำงาน และรับข้อมูลข่าวสาร โดยเมื่อมีการรับข้อมูลเข้ามาจะมีการส่งข้อมูลที่ได้รับออกไปภายนอกในลักษณะอนุกรม และยังเป็นวงจรปรับระดับแรงดันเพื่อที่จะสามารถเชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์ได้ นอกจากนั้นเมื่อมีการรับข้อมูลเข้ามา จะมีการส่งสัญญาณเตือนไปยังเอาต์พุตขาต่างๆ เช่น AH, AL, OL เป็นต้น และภายในชิพ PCF 5001 มีหน่วยความจำ EEPROM ขนาด 114 บิท เพื่อเก็บรหัสประจำเครื่อง 4 ชุด เก็บรหัสเฟรม 2 ชุด และเก็บรูปแบบลักษณะการทำงานต่างๆ เอาไว้ด้วย การเลือกสภาวะการทำงาน ON, OFF, SILENT สามารถเลือกได้โดยการกำหนดสถานะที่อินพุต ON และ SK ดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 การเลือกโหมดการทำงานของ PCF 5001

ON INPUT	SK INPUT	OPERATING STATUS
0	0	OFF
0	1	OFF (EEPROM transfer mode; note 1)
1	0	ON
1	1	SILENT

2.4.4 การสร้างสัญญาณเอาต์พุตของ PCF 5001

PCF 5001 จะทำการสร้างสัญญาณเอาต์ที่ขาต่างๆ เป็นการเตือนในการแสดงสภาวะการทำงานต่างๆ ดังต่อไปนี้

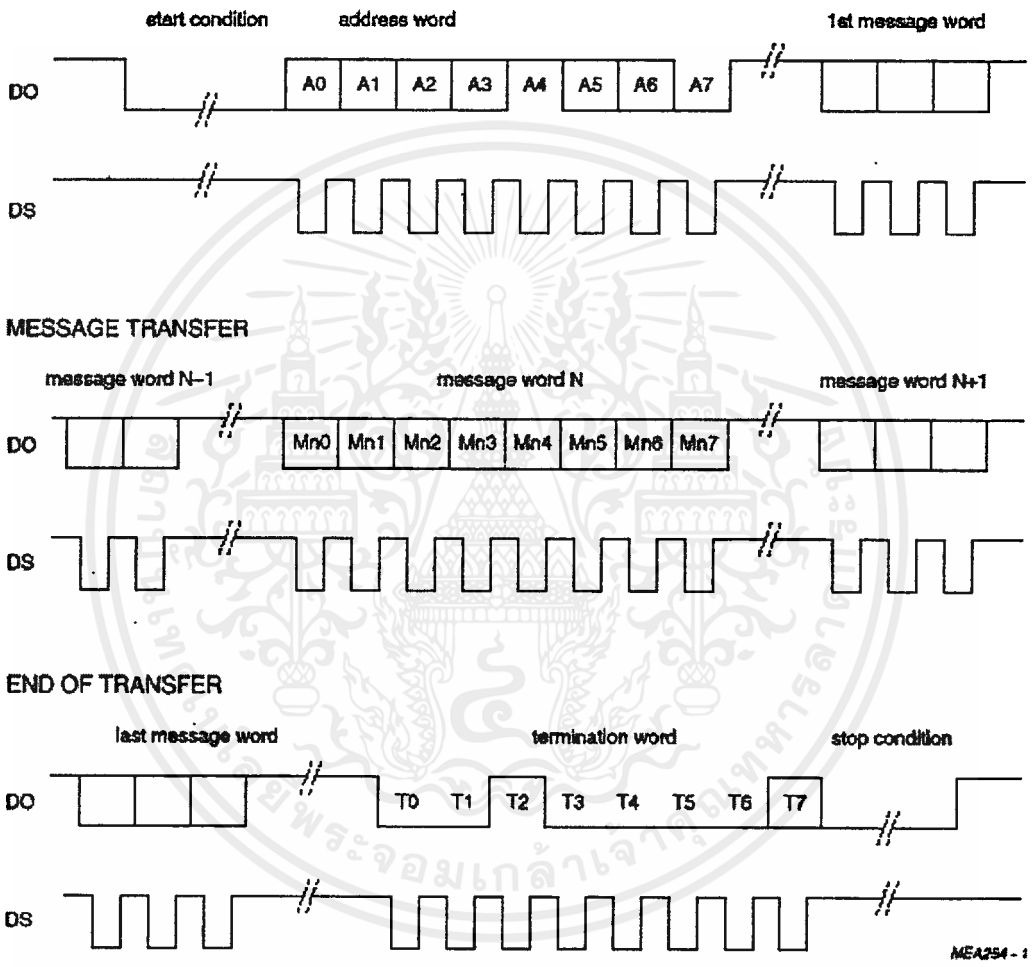
ตารางที่ 2.3 ลักษณะการสร้างสัญญาณเตือนในกรณีต่างๆ ของ PCF 5001

ALERT FUNCTION	OUTPUT ACTIVE(1)					
	AL	AH	OL	OM	OR	BL
Start-up	(yes)	–	yes	yes	–	–
Status indication	yes	–	–	–	–	–
Call reception	(yes)	(yes)	yes	SPF11	–	–
Repeat mode	(SPF16)	(SPF16)	SPF16	–	–	–
Out-of-range	–	–	SPF15	–	yes	–
Battery-low	(yes)	(yes)	–	–	–	yes
Alarm input	(yes)	(yes)	yes	–	–	–

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.5 การส่งผ่านข้อมูลอนุกรมของ PCF 5001

เมื่อกำหนดการทำงานให้อยู่ในโหมดการแสดงผลแล้วจะมีการรับข้อมูลที่เพจเข้ามา หลังจากนั้นจะทำการส่งข้อมูลที่ถูกถอดรหัสแล้วผ่านออกมาทางขาสัญญาณ DO และ DS ซึ่งมีลักษณะดังรูปที่ 2.13



รูปที่ 2.13 รูปสัญญาณการส่งข้อมูลอนุกรมของ PCF 5001

การส่งข้อมูลจะเริ่มต้นส่งข้อมูลแอดเดรส (Address word) แล้วจึงตามด้วยข้อมูลข่าวสาร (Message word) จนกระทั่งหมดข้อมูล และปิดท้ายด้วยข้อมูลสิ้นสุด (Termination word) โดยรายละเอียดของบิตต่างๆ ของข้อมูลที่ส่งออกมาดังตารางที่ 2.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.4 รายละเอียดของข้อมูลตำแหน่ง

FUNCTION CODE		CALL ADDRESS			BIT 4	SYNC STATUS	DUPLEX CALL	BIT 7
BIT 0 (LSB)	BIT 1 (MSB)	BIT 2	BIT 3	RIC		BIT 5	BIT 6	
Bit 21 of address codeword	bit 20 of address codeword	0	0	A	1	0 = Data Receive; 1 = Data fail	1 = Duplex Call time-out active	0
		0	1	B				
		1	0	C				
		1	1	D				

ตารางที่ 2.5 รายละเอียดของข้อมูลข่าวสาร

BIT 0	BIT 1	BIT 2	BIT 3	BIT 4	BIT 5	BIT 6	BIT 7(1)
LSB	message bits					MSB	error flag

ตารางที่ 2.6 รายละเอียดของข้อมูลสิ้นสุด

BIT 0	BIT 1	BIT 2	BIT 3	BIT 4	BIT 5	BIT 6	BIT 7(1)
0	0	1	0	0	0	0	error flag

2.4.6 การกำหนดรูปแบบการรับข้อมูลของ PCF 5001

PCF 5001 จะทำการแปลงข้อมูลข่าวสารที่รับเข้ามาไม่ว่าจะเป็นตัวเลข หรือตัวอักษรให้เป็นไปตามมาตรฐานของรหัสแอสกี้ (ASCII) โดยอัตโนมัติ ซึ่งรูปแบบการรับข้อมูลนี้จะขึ้นอยู่กับการกำหนด SPF13 และฟังก์ชั่นบิต เมื่อมีการรับชุดรหัสตำแหน่งเข้ามา ซึ่งแสดงได้ดังตารางที่ 2.7

ตารางที่ 2.7 การกำหนดรูปแบบการรับข้อมูล

SPF13	FUNCTION BITS		MESSAGE FORMAT
	BIT 20 (MSB)	BIT 21 (LSB)	
0	X(1)	X(1)	numeric
1	0	0	numeric
1	X(1)	1	alphanumeric
1	1	X(1)	alphanumeric

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.8 รูปแบบการแปลงข้อมูลตัวเลขตามรหัส ASCII

4-BIT BLOCK				CHARACTER	7-BIT BLOCK						
LSB			MSB		LSB						MSB
0	0	0	0	'0'	0	0	0	0	1	1	0
1	0	0	0	'1'	1	0	0	0	1	1	0
0	1	0	0	'2'	0	1	0	0	1	1	0
1	1	0	0	'3'	1	1	0	0	1	1	0
0	0	1	0	'4'	0	0	1	0	1	1	0
1	0	1	0	'5'	1	0	1	0	1	1	0
0	1	1	0	'6'	0	1	1	0	1	1	0
1	1	1	0	'7'	1	1	1	0	1	1	0
0	0	0	1	'8'	0	0	0	1	1	1	0
1	0	0	1	'9'	1	0	0	1	1	1	0
0	1	0	1	':'	0	1	0	1	0	1	0
1	1	0	1	'U'	1	0	1	0	1	0	1
0	0	1	1	' '	0	0	0	0	0	1	0
1	0	1	1	'-'	1	0	1	1	0	1	0
0	1	1	1	']'	1	0	1	1	1	0	1
1	1	1	1	'['	1	1	0	1	1	0	0

2.4.7 หน่วยความจำ EEPROM ภายใน PCF 5001

ภายในตัวถอดรหัสสัญญาณ POCSAG (PCF 5001) จะมีหน่วยความจำ EEPROM ความจุ 114 บิต ซึ่งเป็นหน่วยความจำประเภทที่ข้อมูลจะไม่แปรเปลี่ยนไป ถึงแม้จะไม่มีไฟเลี้ยงก็ตาม ซึ่งภายใน EEPROM จะเก็บรหัสของผู้ใช้ (User address) 4 ชุด รหัสเฟรม (Frame number) 2 ชุด และฟังก์ชั่นการทำงานต่างๆ เอาไว้ (SPF01 ถึง SPF32) โดยการจัดโครงสร้างหน่วยความจำภายใน EEPROM นั้น จะแบ่งออกเป็น 3 อาร์เรย์ ซึ่งแต่ละอาร์เรย์จะเก็บข้อมูลได้ 38 บิต (BITO ถึง BIT37)

รหัสของผู้ใช้ หรือรหัสประจำเครื่อง (Receiver identification code ; RIC) จะประกอบด้วย 21 บิต จะใช้บิต 3 บิทล่างสุด (Least significant bit) เป็นตัวเลือกรหัสเฟรมที่จะทำการติดต่อด้วยเมื่อมีการเรียกเพจเข้ามาตำแหน่ง A และ B จะใช้รหัสเฟรมหรือ หมายเลขเฟรมเดียวกัน (FR 10 , FR11 , FR12) แอดเดรส C และ D ใช้รหัสเฟรมเดียวกัน (FR20 , FR21 , FR22) ซึ่งแสดงการจัดโครงสร้างหน่วยความจำภายใน EEPROM ดังรูปที่ 2.14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

EEPROM ARRAY 1

BIT18	BIT17	BIT16	BIT15	BIT14	BIT13	BIT12	BIT11	BIT10	BIT9	BIT8	BIT7	BIT6	BIT5	BIT4	BIT3	BIT2	BIT1	BIT0
A17	A16	A15	A14	A13	A12	A11	A10	A09	A08	A07	A06	A05	A04	A03	A02	A01	A00	$\overline{ENA}$
BIT37	BIT36	BIT35	BIT34	BIT33	BIT32	BIT31	BIT30	BIT29	BIT28	BIT27	BIT26	BIT25	BIT24	BIT23	BIT22	BIT21	BIT20	BIT19
B17	B16	B15	B14	B13	B12	B11	B10	B09	B08	B07	B06	B05	B04	B03	B02	B01	B00	$\overline{ENB}$

EEPROM ARRAY 2

BIT18	BIT17	BIT16	BIT15	BIT14	BIT13	BIT12	BIT11	BIT10	BIT9	BIT8	BIT7	BIT6	BIT5	BIT4	BIT3	BIT2	BIT1	BIT0
C17	C16	C15	C14	C13	C12	C11	C10	C09	C08	C07	C06	C05	C04	C03	C02	C01	C00	$\overline{ENC}$
BIT37	BIT36	BIT35	BIT34	BIT33	BIT32	BIT31	BIT30	BIT29	BIT28	BIT27	BIT26	BIT25	BIT24	BIT23	BIT22	BIT21	BIT20	BIT19
D17	D16	D15	D14	D13	D12	D11	D10	D09	D08	D07	D06	D05	D04	D03	D02	D01	D00	$\overline{END}$

EEPROM ARRAY 3

BIT18	BIT17	BIT16	BIT15	BIT14	BIT13	BIT12	BIT11	BIT10	BIT9	BIT8	BIT7	BIT6	BIT5	BIT4	BIT3	BIT2	BIT1	BIT0
SPF13	SPF12	SPF11	SPF10	SPF09	SPF08	SPF07	SPF06	SPF05	SPF04	SPF03	SPF02	SPF01	FR20	FR21	FR22	FR10	FR11	FR12
BIT37	BIT36	BIT35	BIT34	BIT33	BIT32	BIT31	BIT30	BIT29	BIT28	BIT27	BIT26	BIT25	BIT24	BIT23	BIT22	BIT21	BIT20	BIT19
SPF32	SPF31	SPF30	SPF29	SPF28	SPF27	SPF26	SPF25	SPF24	SPF23	SPF22	SPF21	SPF20	SPF19	SPF18	SPF17	SPF16	SPF15	SPF14

รูปที่ 2.14 การจัดวางหน่วยความจำ EEPROM ภายใน PCF 5001

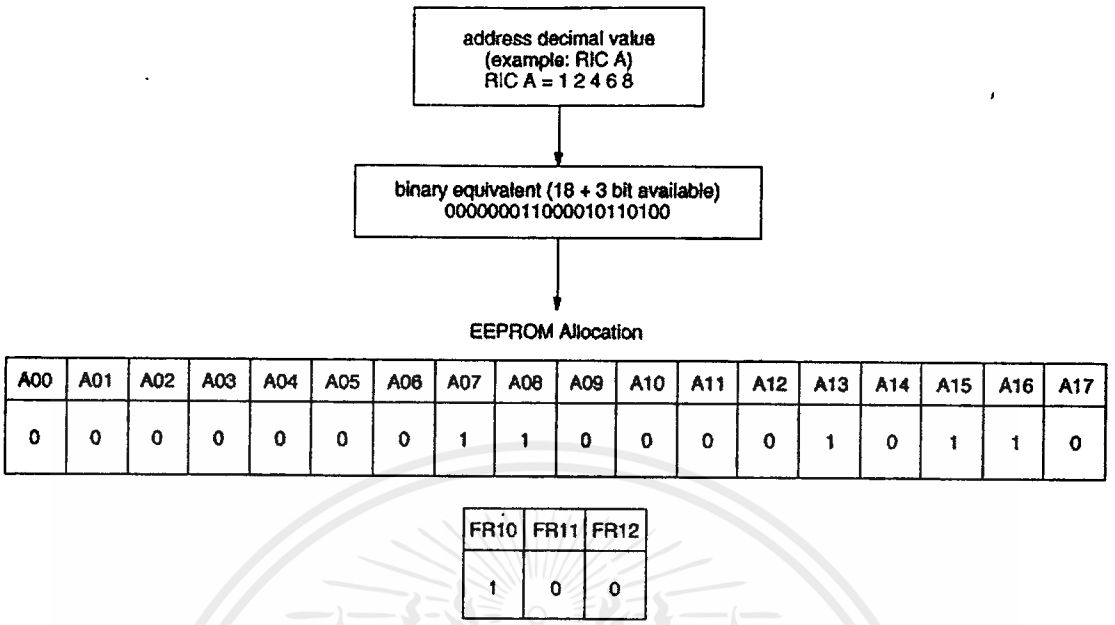
หมายเหตุ

A00 เป็น MSB ของ RIC A และ B00 เป็น MSB ของ RIC B

FR10 เป็น MSB ของเฟรมที่ 1 (สำหรับ RICs A และ B)

FR20 เป็น MSB ของเฟรมที่ 2 (สำหรับ RICs C และ D)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



A00	A01	A02	A03	A04	A05	A06	A07	A08	A09	A10	A11	A12	A13	A14	A15	A16	A17
0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1	1	0

FR10	FR11	FR12
1	0	0

รูปที่ 2.15 การเก็บข้อมูลรหัสประจำเครื่องภายใน EEPROM ของ PCF 5001

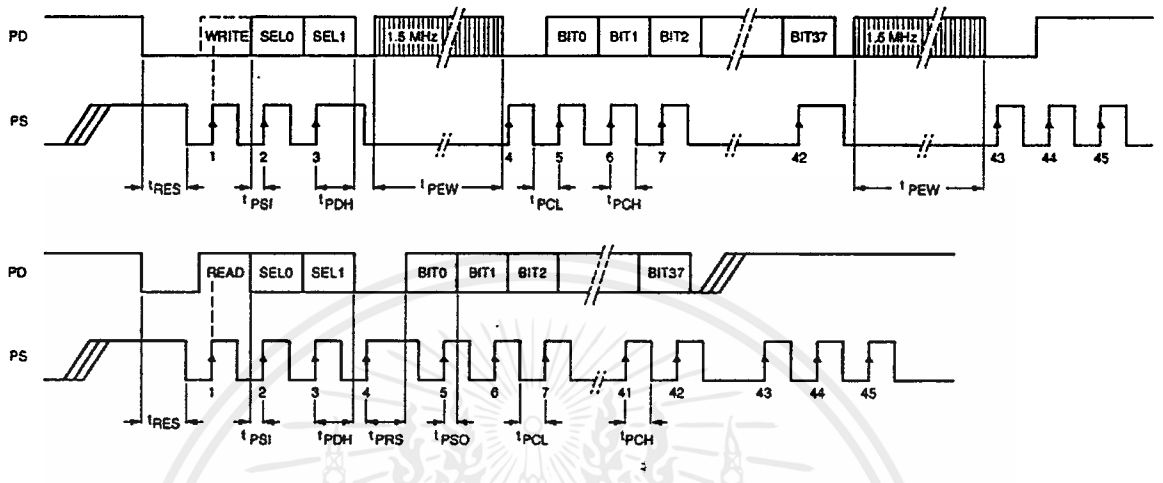
2.4.8 การอ่าน และเขียนข้อมูลกับ EEPROM ภายใน PCF 5001

การที่จะกระทำการอ่านหรือเขียนข้อมูลกับ EEPROM จะกระทำได้ต่อเมื่อใช้ PCF 5001 ทำงานในโหมดแสดงผล เท่านั้น โดยการอ่านหรือเขียนข้อมูลกับ EEPROM ได้ต้องกำหนดสภาวะการทำงานให้อยู่ในสภาวะ OFF เสียก่อน (ON = 0 , SK = 1) แล้วจึงใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมสัญญาณข้อมูล และสัญญาณนาฬิกาเข้าที่ขา PD และ PS โดยที่ขา PD เป็นขารับสัญญาณข้อมูล ส่วนขา PS เป็นขาใช้รับสัญญาณนาฬิกา ในการเข้าสู่โหมดการโปรแกรม EEPROM นั้น ในสภาวะแรกจะต้องกำหนดให้ PD และ PS เป็น 1 ก่อน หลังจากนั้น ที่ขอบขาขึ้นของ PS ลูกแรก จะเป็นการเลือกที่จะอ่านข้อมูล โดยการกำหนดสภาวะที่ PD

ถ้าต้องการอ่านข้อมูล กำหนด PD เป็น 1 แต่เขียนข้อมูลกำหนดให้ PD เป็น 0 ส่วนสัญญาณ PS อีก 2 ลูกถัดมาจะเป็นการอ่านข้อมูลภายใน EEPROM ที่ต้องการติดต่อด้วย ในกรณีของการเขียนข้อมูลหลังจากอาร์เรย์แล้วจะเป็นไซเคิลของการลบข้อมูลเก่าภายในอาร์เรย์ที่ถูกเลือกก่อนเป็นเวลาประมาณ 10 วินาที เมื่อหมดไซเคิลการลบข้อมูลแล้วจะเป็นไซเคิลใหม่ลงไปที่ PD แล้วให้พัลซ์ที่ PD เป็นเวลา 10 วินาที อีกครั้ง หลังจากขั้นตอนการเลือก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาร์เรย์ภายใน EEPROM แล้ว จะอ่านค่าข้อมูลโดยเลือกได้ที่ขา PD ในช่วงขอบขาขึ้นของ PS ในลูกที่ 5 ถึง 42 ซึ่งแสดงได้ดังรูปที่ 2.16



รูปที่ 2.16 สัญญาณการอ่าน และเขียนข้อมูลกับ EEPROM ภายใน PCF 5001

2.4.9 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับการใช้งาน PCF 5001

ในการใช้งาน PCF 5001 ซึ่งเป็นชิพที่ใช้ในการถอดรหัสสัญญาณ POCSAG จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการโปรแกรม EEPROM ภายใน เพื่อที่จะกำหนดรหัสประจำเครื่อง และฟังก์ชั่นการทำงานต่างๆ ในการโปรแกรมชิพ PCF 5001 จะทำการโปรแกรมผ่านทางขา PD และ PS ซึ่ง PD จะเป็นขาสำหรับให้สัญญาณข้อมูล ส่วน PS จะเป็นขาสำหรับให้สัญญาณนาฬิกาเพื่อโปรแกรม ซึ่งโปรแกรมดังกล่าวสามารถเขียนบน MCS-51 ได้

2.5 ระบบจ่ายน้ำมันในรถยนต์

เนื่องจากเครื่องยนต์ต้องทำงานอยู่ภายใต้สภาวะต่างๆ ที่มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลาตามสภาพการขับขี่ของรถยนต์ ดังนั้น คาร์บูเรเตอร์ที่นำมาใช้จะต้องถูกออกแบบให้สามารถจ่ายส่วนผสมของเชื้อเพลิงได้อย่างถูกต้อง และรวดเร็วทันต่อการเปลี่ยนแปลงสภาวะการทำงานของเครื่องยนต์ ด้วยเหตุนี้ ในปัจจุบันจะเห็นว่าคาร์บูเรเตอร์รุ่นใหม่ๆ จะมีอุปกรณ์หรือกลไกต่างๆ ประกอบเข้าด้วยกันจำนวนมาก หรือในคาร์บูเรเตอร์ของรถยนต์บางรุ่นได้นำเอาระบบอิเล็กทรอนิกส์เข้ามาควบคุมการทำงาน เพื่อให้การจ่ายส่วนผสมของเชื้อเพลิงเป็นไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุดตามที่ต้องการได้ เนื่องจากคาร์บูเรเตอร์ยังมีข้อจำกัดในการทำงานที่สำคัญอยู่หลายประการ

1. จากการที่คาร์บูเรเตอร์ประกอบด้วยวงจรในการจ่ายส่วนผสมหลายวงจร เช่น วงจรความเร็วรอบเดินเบา, วงจรความเร็วรอบปกติ, วงจรปั๊มเร่ง, วงจรความเร็วรอบสูง เป็นต้น ในขณะที่มีการเปลี่ยนวงจรการทำงาน จำเป็นต้องมีการจ่ายส่วนผสมที่หนาไว้ เพื่อป้องกันไม่ให้เครื่องยนต์เกิดสะดุด ซึ่งเป็นการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง

2. คาร์บูเรเตอร์ที่ประกอบด้วยอุปกรณ์ทำงานต่างๆ ที่เป็นกลไกอยู่เป็นจำนวนมาก ทำให้การจ่ายส่วนผสมยังมีความล่าช้า ดังนั้น การตอบสนองการเร่งจึงยังไม่ดีเท่าที่ควร

3. ประสิทธิภาพในการผสมของอากาศ และน้ำมันเชื้อเพลิง ขึ้นอยู่กับความเร็วของอากาศที่ไหลผ่านคอขอด (Venturi) ของคาร์บูเรเตอร์ เช่น ในขณะความเร็วรอบเครื่องยนต์ต่ำ ความเร็วของอากาศจะต่ำ การผสมของอากาศกับน้ำมันจะไม่ดี ทำให้สิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง

4. กรณีที่เครื่องยนต์มีคาร์บูเรเตอร์ตัวเดียว ที่มีความยาวของท่อไอดีในแต่ละสูบจะไม่เท่ากัน กระบอกสูบที่มีท่อไอดียาว หรือมีความโค้งงอของท่อไอดีมาก จะมีความล่าช้าในการบรรจุส่วนผสม และมีการตกค้างของน้ำมันในท่อไอดีมาก ทำให้ส่วนผสมที่บรรจุเข้าในแต่ละสูบมีปริมาณไม่เท่ากัน ซึ่งจะมีผลต่อกำลังของเครื่องยนต์

5. ขณะทำการลดอัตราเร่งของเครื่องยนต์ลงทันทีทันใด (ตำแหน่งลิ้นเร่งเปิด) ซึ่งเป็นสภาวะที่เครื่องยนต์ไม่ต้องการน้ำมันเชื้อเพลิง แต่เครื่องยนต์ยังได้รับน้ำมันเชื้อเพลิงจากทางวงจรความเร็วรอบเดินเบา (เฉพาะในคาร์บูเรเตอร์แบบธรรมดา) และน้ำมันที่ตกค้างติดกับผนังท่อไอดี ซึ่งขณะลิ้นเร่งเปิดจะเกิดสูญญากาศในท่อไอดีมาก เนื่องจากความเร็วรอบเครื่องยนต์ยังสูงอยู่ ทำให้น้ำมันที่ตกค้างอยู่กลายเป็นฝอยละอองถูกดูดเข้ากระบอกสูบ จึงเป็นการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง

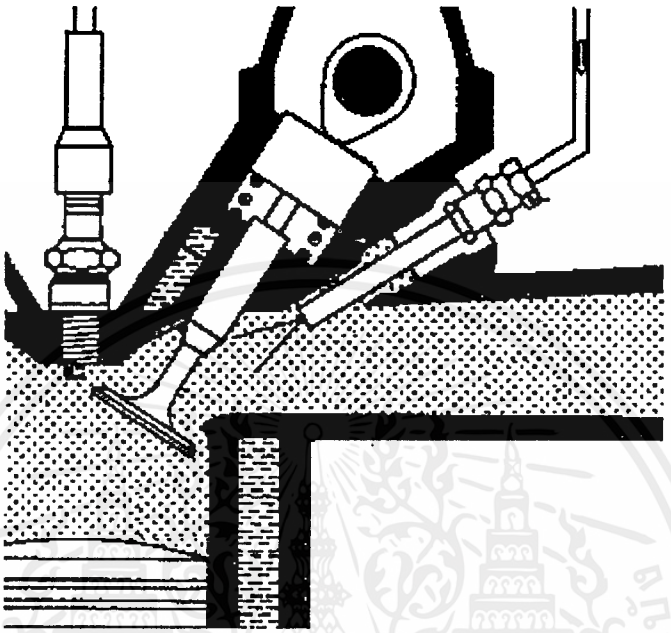
6. ในขณะที่รถยนต์วิ่งบนถนนที่มีความลาดเอียง ระดับน้ำมันในห้องลูกลอยของคาร์บูเรเตอร์จะเปลี่ยนแปลงไป ซึ่งทำให้คาร์บูเรเตอร์จ่ายอัตราส่วนผสมของเชื้อเพลิงผิดพลาดไปจากที่เครื่องยนต์ต้องการ

2.5.1 ระบบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง (Fuel injection system)

ระบบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง เป็นอุปกรณ์ฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงแบบใหม่ที่ถูกนำมาใช้แทนคาร์บูเรเตอร์ โดยในระบบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงนี้ ไม่มีวงจรสำหรับจ่ายส่วนผสมหลายวงจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เหมือนคาร์บูเรเตอร์ น้ำมันเชื้อเพลิงจะถูกจ่ายให้กับเครื่องยนต์ ด้วยการใช้หัวฉีด ฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเข้าไปผสมกับอากาศในท่อไอดี ดังแสดงในรูปที่ 2.17



รูปที่ 2.17 ตำแหน่งการติดตั้งหัวฉีด

เครื่องยนต์ที่ใช้ระบบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงนี้ โดยทั่วไปจะมีหัวฉีดกระบอกสูบละ 1 ตัว และหัวฉีดทุกตัวจะทำการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงพร้อมกัน (ยกเว้นบางรุ่น จะทำการฉีดแบบเป็นกลุ่ม หรือเรียงอันดับตามลำดับการจุดระเบิด) น้ำมันเชื้อเพลิงที่ถูกฉีดออกจากหัวฉีดแต่ละตัวจะมีปริมาณเท่ากัน และมีความเหมาะสมกับปริมาณอากาศที่ถูกดูดเข้ากระบอกสูบ และสภาวะการทำงานของเครื่องยนต์ในขณะนั้น โดยหัวฉีดจะถูกควบคุมการฉีดน้ำมันด้วยชุดควบคุมส่วนผสม (Control unit) ซึ่งมีทั้งแบบกลไก, แบบอิเล็กทรอนิกส์ และแบบกลไกร่วมกับแบบอิเล็กทรอนิกส์

ชนิดของน้ำมันเชื้อเพลิง

ระบบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงที่นำมาใช้ในรถยนต์ทั่วๆ ไป ในปัจจุบันมีอยู่ด้วยกัน 3 แบบ คือ

1. ระบบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงแบบกลไก (K-Jetronic)
2. ระบบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงแบบกลไกร่วมกับแบบอิเล็กทรอนิกส์ (KE-Jetronic)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

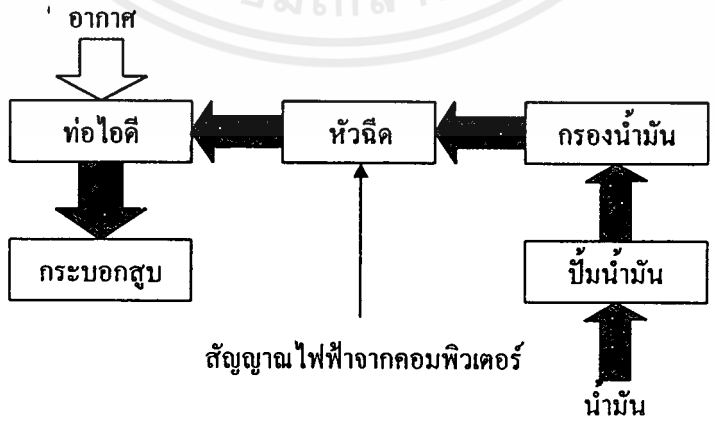
3. ระบบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ (D-Jetronic และ L-Jetronic)

ระบบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงทั้ง 3 แบบนี้ มีข้อความแตกต่างกันตามลักษณะของการควบคุมการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงของหัวฉีด ระบบฉีดที่ใช้มากในประเทศไทย คือ ระบบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ จะพบเห็นได้ในรถยนต์รุ่นใหม่ๆ เช่น รถยนต์โตโยต้า CORONA 2.0 GLi , COROLLA Gti TWIN CAM 16 VALVE , รถยนต์นิสสัน SENTRA RZI CERFIRO รถยนต์มาสด้า ASTINA 1.8I เป็นต้น ส่วนแบบ K-Jetronic และ KE-Jetronic จะใช้มากในยุโรป สำหรับในประเทศไทยจะมีใช้ในรถยนต์ BMW , BENZ บางรุ่น

ระบบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์เป็นระบบการจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงให้กับเครื่องยนต์โดยใช้หัวฉีดที่มีการควบคุมการทำงานด้วยระบบอิเล็กทรอนิกส์ หรือคอมพิวเตอร์

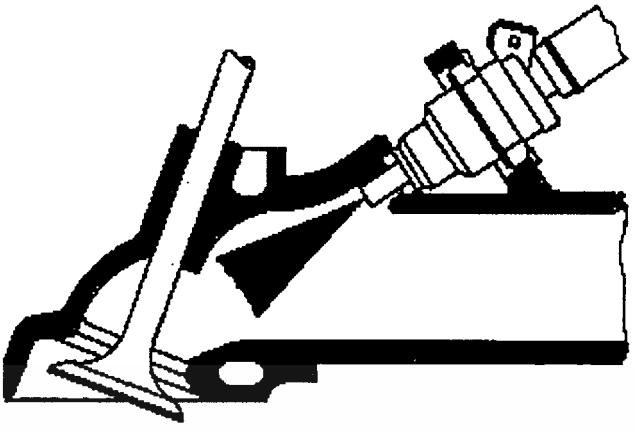
2.5.2 หลักการเบื้องต้นของระบบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์

น้ำมันเชื้อเพลิงจากถังจะถูกส่งไปยังหัวฉีด ซึ่งติดตั้งอยู่บริเวณท่อไอดี ของแต่ละสูบ ดังรูปที่ 2.18 โดยใช้ปั๊มไฟฟ้า (Electronic fuel pump) เมื่อมีสัญญาณไฟฟ้า (Injection signal) จากคอมพิวเตอร์ป้อนเข้าหัวฉีด น้ำมันเชื้อเพลิงที่มีกำลังดันประมาณ 2.5 บาร์ (bar) จะถูกฉีดเข้าไปผสมกับอากาศภายในท่อไอดี เพื่อบรรจุเข้ากระบอกสูบของเครื่องยนต์ ปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงที่ถูกฉีดออกมานี้จะมากหรือน้อยนั้นขึ้นอยู่กับระยะเวลาในการป้อนสัญญาณไฟฟ้าเข้าหัวฉีด กล่าวคือ ถ้ามีสัญญาณไฟฟ้าจากคอมพิวเตอร์ป้อนเข้าหัวฉีดนาน ปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงจะถูกฉีดออกมามาก



รูปที่ 2.18 หลักการเบื้องต้นของระบบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

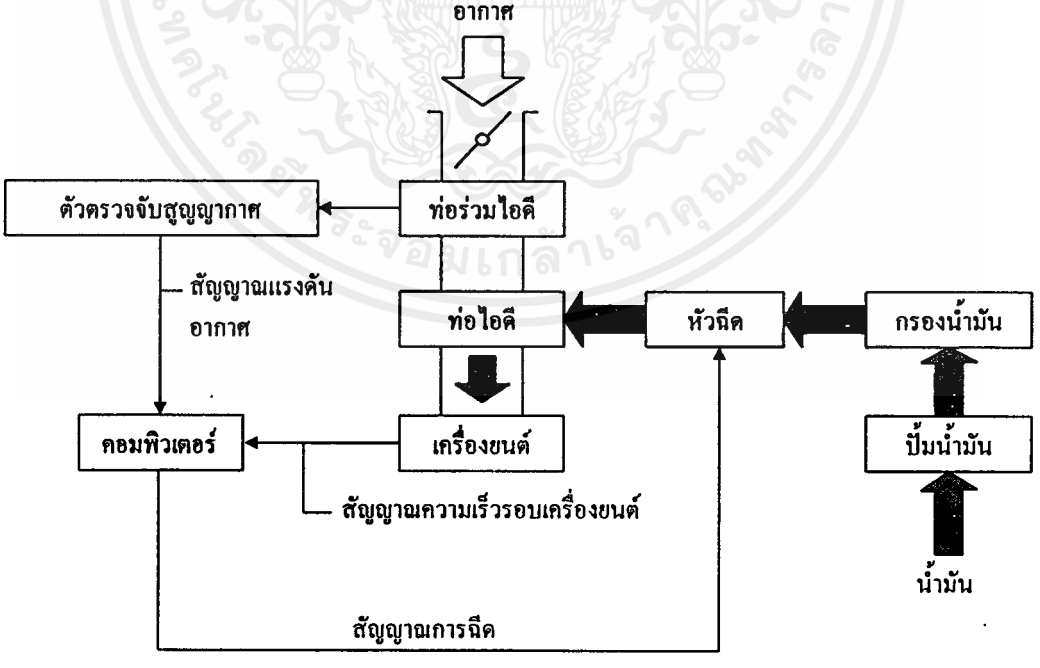


รูปที่ 2.19 ตำแหน่งการติดตั้งของหัวฉีด

ชนิดของระบบการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์

ระบบการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้กันมากในปัจจุบันมีอยู่ 2 แบบ คือ

1. ระบบการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ แบบ D-Jetronic



รูปที่ 2.20 หลักการของระบบการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์แบบ D-Jetronic

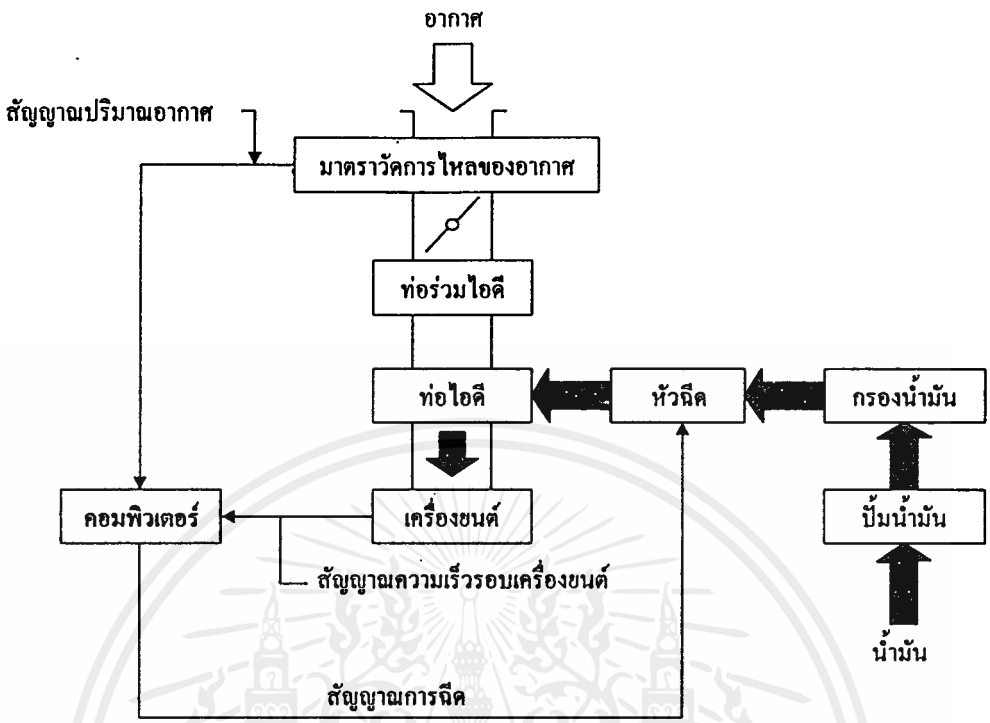
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์แบบ D-Jetronic เป็นระบบการฉีดที่มีการควบคุมระยะเวลาในการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงของหัวฉีดด้วยวิธีการวัดแรงดันของอากาศภายในท่อร่วมไอดี แล้วเปลี่ยนเป็นสัญญาณไฟฟ้าป้อนเข้าคอมพิวเตอร์ร่วมกับสัญญาณความเร็วรอบของเครื่องยนต์ เพื่อกำหนดระยะเวลาในการฉีดที่เหมาะสมกับปริมาณอากาศที่บรรจุเข้ากระบอกสูบ กล่าวคือ เมื่ออากาศไหลเข้ากระบอกสูบมาก คอมพิวเตอร์จะกำหนดระยะเวลาในการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงของหัวฉีดมากขึ้น ตัวอย่างเช่น ขณะเครื่องยนต์มีความเร็วรอบต่ำลิ้นเร่ง (throttle valve) จะเปิดให้อากาศไหลเข้ากระบอกสูบน้อย ความดันของอากาศในท่อร่วมไอดีจะต่ำ (เป็นสูญญากาศมาก) ตัวตรวจจับสูญญากาศ (Vacuum sensor) จะส่งสัญญาณไฟฟ้าที่สัมพันธ์กับแรงดันอากาศในท่อร่วมไอดีขณะนั้น ป้อนเข้าคอมพิวเตอร์ให้กำหนดระยะเวลาในการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงน้อยลง และในทางตรงข้าม หากลิ้นเร่งเปิดให้อากาศไหลเข้ากระบอกสูบมาก (ขณะเร่งเครื่องยนต์) ความดันของอากาศในท่อร่วมไอดีจะสูงขึ้น (เป็นสูญญากาศน้อย) ตัวตรวจจับสูญญากาศจะส่งสัญญาณไฟฟ้าป้อนเข้าคอมพิวเตอร์ ให้กำหนดระยะเวลาในการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงมากขึ้น

2. ระบบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์แบบ L-Jetronic

ระบบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์แบบ L-Jetronic เป็นระบบฉีดที่พัฒนามาจากแบบ D-Jetronic ซึ่งมีการวัดปริมาณอากาศที่ไหลเข้ากระบอกสูบจากแรงดันของอากาศในท่อร่วมไอดี แต่เนื่องจากปริมาตรกับแรงดันของอากาศมีสัดส่วนแปรผันกันไม่คงที่แน่นอน ทำให้การวัดปริมาณอากาศจากค่าแรงดันไม่ค่อยเที่ยงตรง จึงเป็นเหตุให้คอมพิวเตอร์กำหนดระยะเวลาในการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงขาดความเที่ยงตรงไปด้วย สำหรับในระบบฉีดแบบ L-Jetronicนี้จะทำการวัดปริมาณอากาศที่ไหลเข้ากระบอกสูบโดยตรง โดยใช้มาตรวัดการไหลของอากาศ (Air flow meter) เป็นตัวตรวจวัดปริมาณอากาศที่ถูกดูดเข้ากระบอกสูบ แล้วเปลี่ยนสัญญาณไฟฟ้าป้อนเข้าคอมพิวเตอร์ร่วมกับสัญญาณความเร็วรอบของเครื่องยนต์ เพื่อกำหนดระยะเวลาในการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงที่เหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



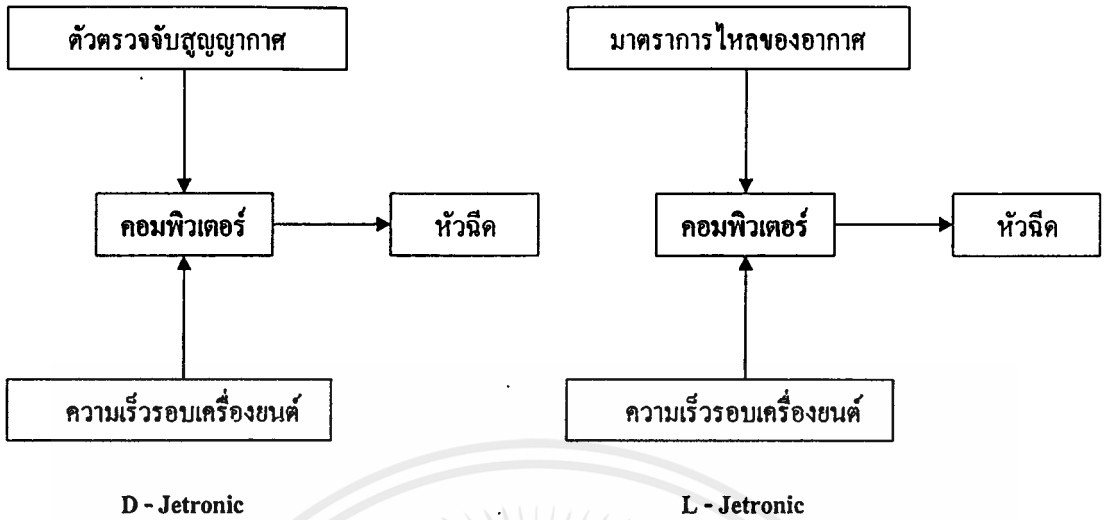
รูปที่ 2.21 หลักการของระบบการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์แบบ L-Jetronic

2.5.3 การควบคุมระยะเวลาในการฉีดพื้นฐาน

ในระบบการฉีดแบบ D-Jetronic ระยะเวลาในการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงของหัวฉีดถูกกำหนดด้วยสัญญาณไฟฟ้าจากค่าแรงดันของอากาศในท่อร่วมไอดี และสัญญาณความเร็วรอบของเครื่องยนต์ ส่วนในระบบการฉีดแบบ L-Jetronic ระยะเวลาในการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงของหัวฉีด ถูกกำหนดด้วยสัญญาณไฟฟ้าจากมาตรวัดการไหลของอากาศ และสัญญาณความเร็วรอบของเครื่องยนต์ ระยะเวลาในการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงของหัวฉีดที่ได้จากการควบคุมทั้งสองแบบนี้จะเรียกว่าระยะเวลาในการฉีดพื้นฐาน (Basic injection time) ซึ่งเป็นระยะเวลาในการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงที่ได้อัตราส่วนผสมของอากาศ และน้ำมันเชื้อเพลิง

จากการควบคุมระยะเวลาในการฉีดพื้นฐาน สัญญาณความเร็วรอบของเครื่องยนต์จะเป็นข้อมูลในการคำนวณปริมาณอากาศต่อรอบการทำงานของเครื่องยนต์ พร้อมทั้งยังเป็นตัวกำหนดจังหวะ และการเริ่มฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงของหัวฉีด ซึ่งสัญญาณนี้จะถูกต่อจากขั้วลบของคอยล์จุดระเบิด (Ignition coil) หรือที่ขั้วจานจ่ายของเครื่องยนต์ (สำหรับระบบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์แบบธรรมดา)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

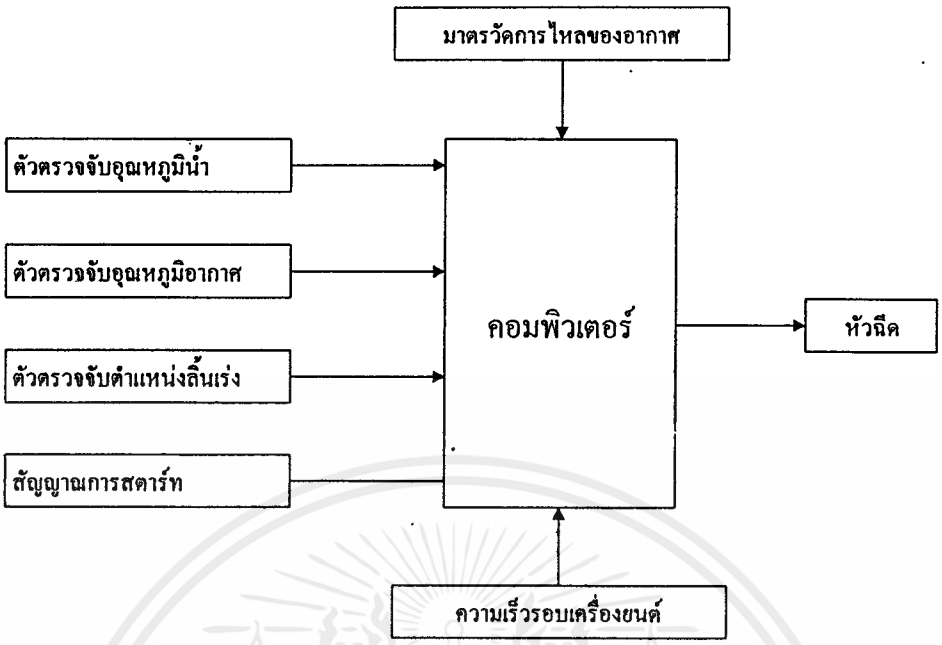


รูปที่ 2.22 การควบคุมระยะเวลาในการฉีดพื้นฐาน

การเพิ่มระยะเวลาในการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง

เนื่องจากเครื่องยนต์ต้องทำงานอยู่ภายใต้สภาวะต่างๆ ที่มีการเปลี่ยนแปลงไปตลอดเวลา ทำให้อัตราส่วนผสมของอากาศ และน้ำมันเชื้อเพลิงที่จ่ายให้กับเครื่องยนต์ ต้องมีการเปลี่ยนแปลงไปตามสภาวะการทำงานเหล่านั้นด้วย ซึ่งเป็นเหตุให้อัตราส่วนผสมของเชื้อเพลิงตามทฤษฎี ที่ได้จากระยะเวลาในการฉีดพื้นฐาน ไม่สามารถตอบสนองการทำงานของเครื่องยนต์ในทุกสภาวะได้ ดังนั้น จึงจำเป็นต้องมีการแก้ไขระยะเวลาในการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงให้มากขึ้น เพื่อให้ได้อัตราส่วนผสมที่หนาเพียงพอกับความต้องการของเครื่องยนต์ ด้วยเหตุนี้ในระบบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ จะมีอุปกรณ์สำหรับตรวจจับสภาวะการทำงานของเครื่องยนต์ที่เรียกว่าตัวตรวจจับ เป็นตัวส่งข้อมูลการทำงานของเครื่องยนต์ในลักษณะของสัญญาณไฟฟ้าไปยังคอมพิวเตอร์ ให้เพิ่มระยะเวลาในการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงของหัวฉีดให้เหมาะสมกับสภาวะการทำงานต่างๆ ที่เกิดขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.23 การเพิ่มระยะเวลาในการฉีด

จากรูปที่ 2.23 จะมีสัญญาณการสตาร์ทเครื่องยนต์ (Starting signal) ของสวิทช์จุดระเบิด (Ignition switch) และตัวตรวจจับสภาวะการทำงานของเครื่องยนต์อีก 3 ตัว เป็นตัวส่งข้อมูลทางไฟฟ้าป้อนเข้าคอมพิวเตอร์ให้เพิ่มระยะเวลาในการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงจากระยะเวลาในการฉีดพื้นฐาน

ตัวตรวจจับอุณหภูมิน้ำ (Water thermo sensor) จะส่งสัญญาณไฟฟ้าให้คอมพิวเตอร์เพิ่มระยะเวลาในการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงให้เหมาะสมกับอุณหภูมิของเครื่องยนต์ กล่าวคือ ระยะเวลาในการฉีดจะเพิ่มขึ้นเมื่อเครื่องยนต์มีอุณหภูมิต่ำ

ตัวตรวจจับอุณหภูมิอากาศ (Air thermo sensor) จะส่งสัญญาณไฟฟ้าให้คอมพิวเตอร์ปรับระยะเวลาในการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงให้เหมาะสมกับภูมิอากาศ กล่าวคือ ระยะเวลาในการฉีดจะเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิของอากาศต่ำกว่าค่าที่กำหนด และในทางตรงกันข้ามระยะเวลาในการฉีดจะลดลงเมื่ออุณหภูมิของอากาศสูงกว่าที่กำหนด

ตัวตรวจจับตำแหน่งลิ้นเร่ง (Throttle position sensor) จะส่งสัญญาณไฟฟ้าให้คอมพิวเตอร์เพิ่มระยะเวลาในการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง ให้เหมาะสมกับสภาพความเร็วรอบของเครื่องยนต์ เช่น ในขณะเครื่องยนต์เดินเบา, ขณะเร่งความเร็วรอบ หรือขณะรับภาระสูงสุด (Full load)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญญาณการสตาร์ท จะเป็นสัญญาณไฟฟ้าส่งให้คอมพิวเตอร์เพิ่มระยะเวลาในการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงในขณะสตาร์ทเครื่องยนต์

นอกจากตัวตรวจจับสภาวะการทำงานของเครื่องยนต์ ซึ่งทำหน้าที่ส่งสัญญาณไฟฟ้าให้คอมพิวเตอร์ทำการเพิ่มระยะเวลาในการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงให้เหมาะสมกับสภาวะการทำงานของเครื่องยนต์แล้ว ยังมีอุปกรณ์ช่วยสำหรับการสตาร์ท เครื่องยนต์ที่อุณหภูมิต่ำ และเพิ่มรอบเดินเบาของเครื่องยนต์ขณะอุณหภูมิต่ำ โดยที่อุปกรณ์นี้จะไม่ทำงานร่วมกับคอมพิวเตอร์เหมือนตัวตรวจจับอุปกรณ์ช่วยที่กล่าวถึงนี้คือ หัวฉีดสตาร์ทเย็น (cold start injector) และลิ้นอากาศ (air valve)

2.5.4 ส่วนประกอบของระบบการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์

ในระบบการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์แบบ D-Jetronic และแบบ L-Jetronic จะประกอบด้วยอุปกรณ์ต่างที่สำคัญ ดังแสดงในรูปที่ 2.19 และ 2.20 ตามลำดับ ซึ่งถ้าหากแยกอุปกรณ์ต่างๆ เหล่านี้ไปตามหน้าที่การทำงานจะได้ระบบย่อยๆ อีก 3 ระบบ คือ

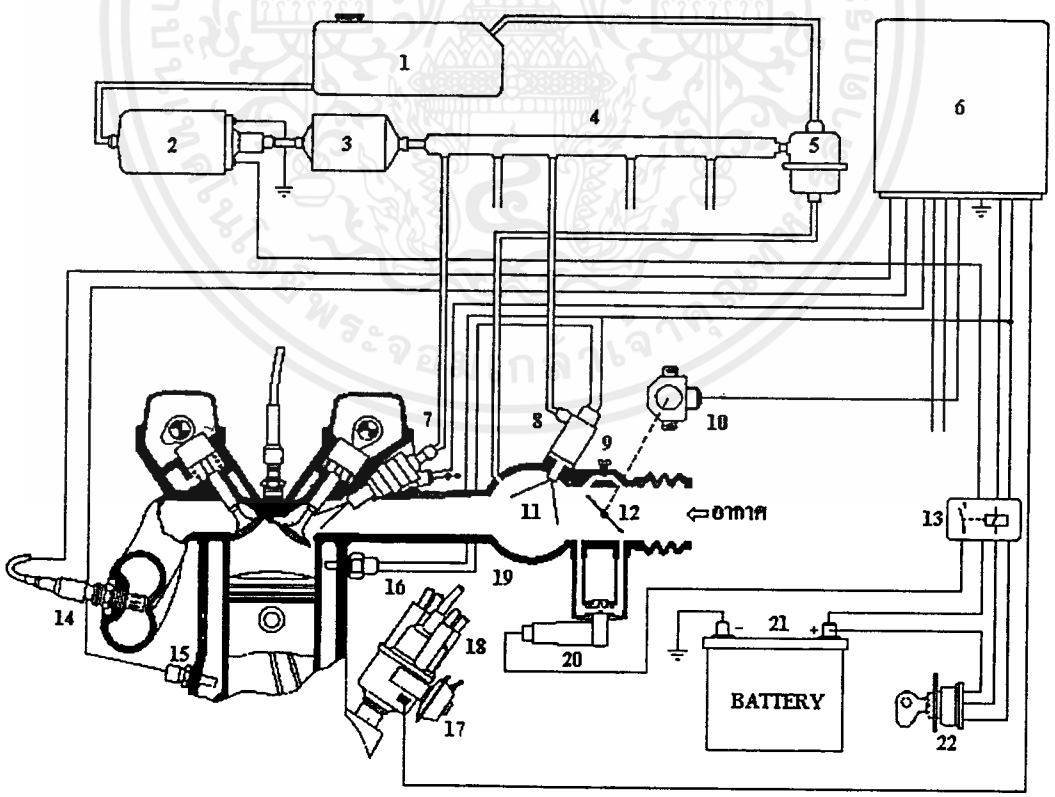
1. ระบบเชื้อเพลิง
2. ระบบประจุอากาศ
3. ระบบควบคุมอิเล็กทรอนิกส์

รายละเอียดส่วนประกอบของระบบการฉีดแบบ D-Jetronic ดังแสดงในรูปที่ 2.24

1. ถังน้ำมัน
2. ปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิง
3. กรองน้ำมัน
4. ท่อจ่าย
5. ตัวควบคุมความดัน
6. คอมพิวเตอร์
7. หัวฉีดประจำสูบ
8. หัวฉีดสตาร์ทเย็น
9. สกรูปรับแต่งรอบเดินเบา
10. ตัวตรวจจับตำแหน่งลิ้นรั่ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

11. ท่อร่วมไอดี
12. ลิ้นเร่ง
13. รีเลย์
14. ตัวตรวจจับปริมาณออกซิเจน
15. ตัวตรวจจับอุณหภูมิน้ำ
16. สวิตซ์ความร้อน-เวลา
17. จานจ่าย
18. ตัวตรวจจับสูญญากาศ
19. ตัวตรวจจับอุณหภูมิอากาศ
20. ลิ้นอากาศ
21. แบตเตอรี่
22. สวิตซ์จุดระเบิด



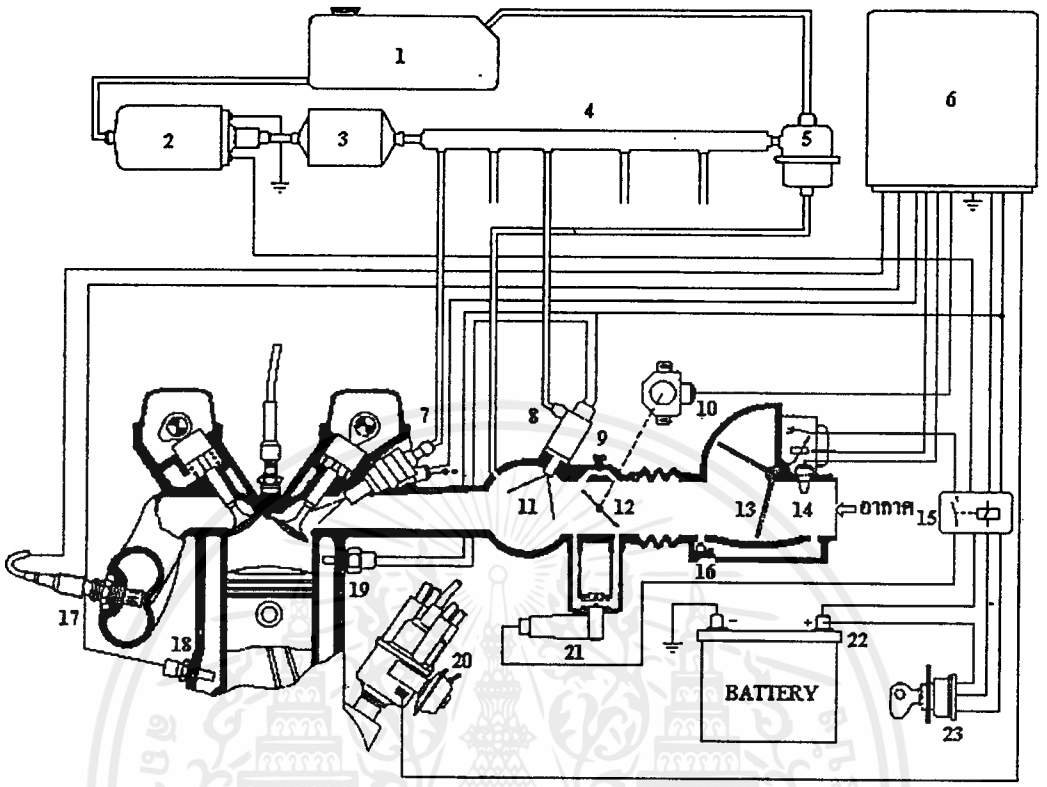
รูปที่ 2.24 ส่วนประกอบของระบบการฉีดแบบ D-Jetronic

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายละเอียดส่วนประกอบของระบบการฉีดแบบ L-Jetronic ดังแสดงในรูปที่ 2.25

1. ถังน้ำมัน
2. ปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิง
3. กรองน้ำมัน
4. ท่อจ่าย
5. ตัวควบคุมความดัน
6. คอมพิวเตอร์
7. หัวฉีดประจำสูบ
8. หัวฉีดสตาร์ทเย็น
9. สกรูปรับแต่งรอบเดิน
10. ตัวตรวจจับตำแหน่งลิ้นรั่ว
11. ท่อร่วมไอดี
12. ลิ้นเร่ง
13. มาตรวัดการไหลของอากาศ
14. ตัวตรวจจับอุณหภูมิอากาศ
15. รีเลย์
16. สกรูปรับส่วนผสมเดินเบา
17. ตัวตรวจจับปริมาณออกซิเจน
18. ตัวตรวจจับอุณหภูมิน้ำ
19. สวิทซ์ความร้อน-เวลา
20. จานจ่าย
21. ลิ้นอากาศ
22. แบตเตอรี่
23. สวิทซ์จุดระเบิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.25 ส่วนประกอบของระบบการฉีดแบบ L-Jetronic

2.5.5 ส่วนประกอบของระบบการฉีดเชื้อเพลิง

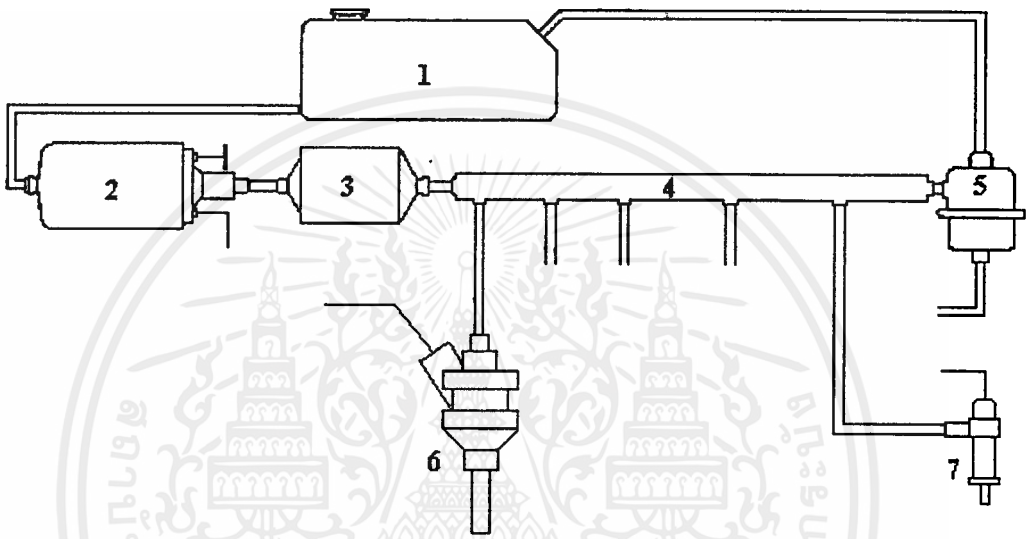
ระบบฉีดเชื้อเพลิงจะทำหน้าที่จ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงภายใต้ความดันที่เหมาะสมให้กับหัวฉีดในทุกสภาวะการทำงานของเครื่องยนต์ ในระบบเชื้อเพลิงประกอบด้วยอุปกรณ์ต่างๆที่สำคัญคือ ถังน้ำมัน (fuel tank), ปั๊มน้ำมัน (fuel pump), กรองน้ำมัน (fuel filter), ท่อจ่ายน้ำมัน(distributor pipe), ตัวควบคุมความดัน (pressure regulator), หัวฉีดประจำสูบ (Injector) และหัวฉีดสตาร์ทเย็น (cold start injection)

รายละเอียดส่วนประกอบของระบบเชื้อเพลิง ดังแสดงในรูปที่ 2.26

1. ถังน้ำมัน
2. ปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิง
3. กรองน้ำมัน

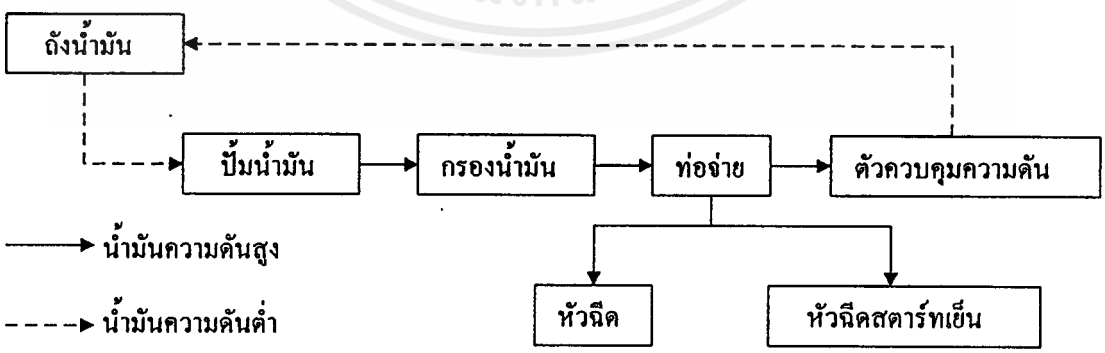
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ท่อจ่าย
5. ตัวควบคุมความดัน
6. หัวฉีด
7. หัวฉีดสตาร์ทเย็น



รูปที่ 2.26 ส่วนประกอบของระบบเชื้อเพลิง

การไหลของน้ำมันเชื้อเพลิง (Fuel flow)



รูปที่ 2.27 การไหลของน้ำมันในระบบเชื้อเพลิง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

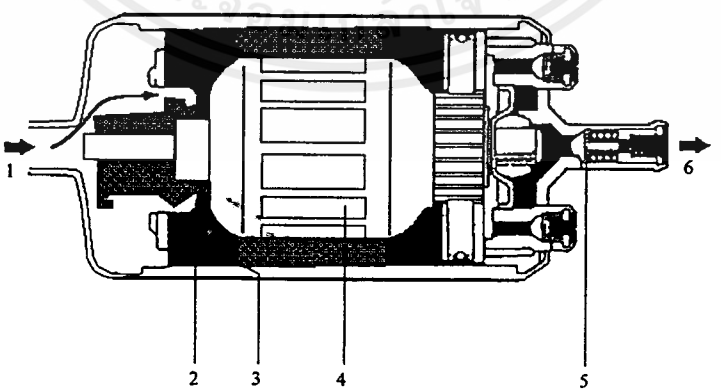
น้ำมันเชื้อเพลิงถูกปั๊มจากถังด้วยปั๊มไฟฟ้า (Electric fuel pump) ส่งผ่านกรองน้ำมันเข้าท่อจ่าย แล้วส่งต่อไปยังหัวฉีดของแต่ละสูบ และหัวฉีดสตาร์ทเย็น น้ำมันเชื้อเพลิงภายในท่อทางจะถูกรักษาความดันไว้ที่ประมาณ 2.5 ถึง 3 บาร์ ด้วยตัวควบคุมความดัน หากความดันของน้ำมันภายในระบบสูงเกินไป น้ำมันจะถูกระบายกลับลงสู่ถังจนความดันลดลงถึงค่าที่กำหนด

2.5.6 ปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิง

ปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิงมีหน้าที่ปั๊มน้ำมันจากถังส่งไปยังหัวฉีด และหัวฉีดสตาร์ทเย็นในปริมาณที่เพียงพอต่อความต้องการสูงสุดของเครื่องยนต์ ปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิงในระบบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์จะเป็นปั๊มแบบลูกกลิ้ง (Roller cell pump) หรือในเครื่องยนต์บางรุ่นอาจเป็นแบบใบพัด (Turbine pump) ปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิงนี้จะได้รับกำลังขับจากมอเตอร์ไฟฟ้าซึ่งประกอบรวมเป็นชุดเดียวกัน

รายละเอียดปั๊มไฟฟ้า ดังแสดงในรูปที่ 2.28

1. ช่องทางน้ำมันเข้า
2. ลิ้นระบายความดัน
3. ปั๊มลูกกลิ้ง
4. อาร์เมเจอร์
5. ลิ้นกันกลับ
6. ช่องทางน้ำมันออก

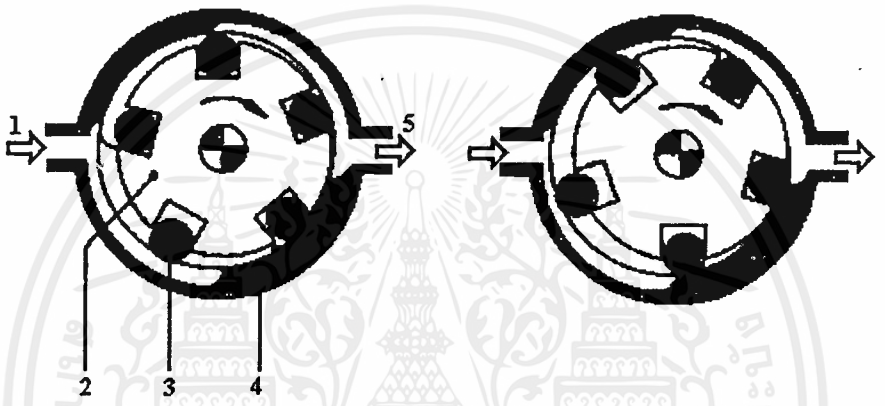


รูปที่ 2.28 ปั๊มไฟฟ้า (Electric fuel pump)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายละเอียดของปั๊มลูกกลิ้ง ดังแสดงในรูปที่ 2.29

1. ช่องทางน้ำมันเข้า
2. โรเตอร์
3. ลูกกลิ้ง
4. เสื้อปั๊ม
5. ช่องทางน้ำมันออก



รูปที่ 2.29 ปั๊มลูกกลิ้ง

การทำงานของปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิง

ปั๊มลูกกลิ้งประกอบด้วยเสื้อปั๊ม ซึ่งภายในมีตัวโรเตอร์สวมอยู่ในลักษณะเยื้องศูนย์กัน เมื่อโรเตอร์หมุน ลูกกลิ้ง ที่อยู่ในร่องของโรเตอร์จะเคลื่อนที่ออกมาสัมผัสกับผนัง ภายในของเสื้อปั๊มด้วยแรงหนีศูนย์กลาง จากการทำงานนี้จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงขนาดของช่องว่างระหว่างลูกกลิ้งกับผนังของเสื้อปั๊มรอบๆ ตัวโรเตอร์อยู่ตลอดเวลา น้ำมันเชื้อเพลิงจะถูกดูดเข้าในส่วนที่มีปริมาตรมาก แล้วถูกอัดออกไปในส่วนที่มีปริมาตรเล็กลงที่ช่องทางออกของปั๊ม

ตัวโรเตอร์ของปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิงจะถูกทำให้หมุนโดยใช้มอเตอร์ไฟฟ้า ซึ่งได้รับกระแสไฟฟ้ามาจากแบตเตอรี่ เมื่อทำการสตาร์ทเครื่องยนต์ ปั๊มจะเริ่มทำงาน น้ำมันจากถังจะถูกดูดเข้ามาทางช่องทางเข้า ปั๊มลูกกลิ้งจะจ่ายน้ำมันผ่านตัวอาร์เมเจอร์ของมอเตอร์ไฟฟ้าไปยังลิ้นกันกลับที่บริเวณช่องทางออก เพื่อส่งต่อไปยังหัวฉีด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลิ้นกันกลับ (Check valve) จะทำหน้าที่รักษาความดันของน้ำมันเชื้อเพลิงภายในท่อทางของระบบไว้ในขณะที่เครื่องยนต์หยุดทำงาน ลิ้นกันกลับจะปิดช่องทางน้ำมันออกด้วยแรงดันของสปริง ไม่ให้น้ำมันที่อยู่ในท่อทางไหลย้อนกลับลงถังเมื่อปั๊มหยุดทำงาน ดังนั้น น้ำมันในระบบจึงยังคงมีความดันตกค้างอยู่ หากน้ำมันในระบบไม่มีความดัน จะทำให้เกิดฟองอากาศภายในท่อทางโดยเฉพาะเมื่ออุณหภูมิสูง ซึ่งจะเป็นเหตุให้สตาร์ทเครื่องยนต์ในครั้งต่อไป ติดยาก

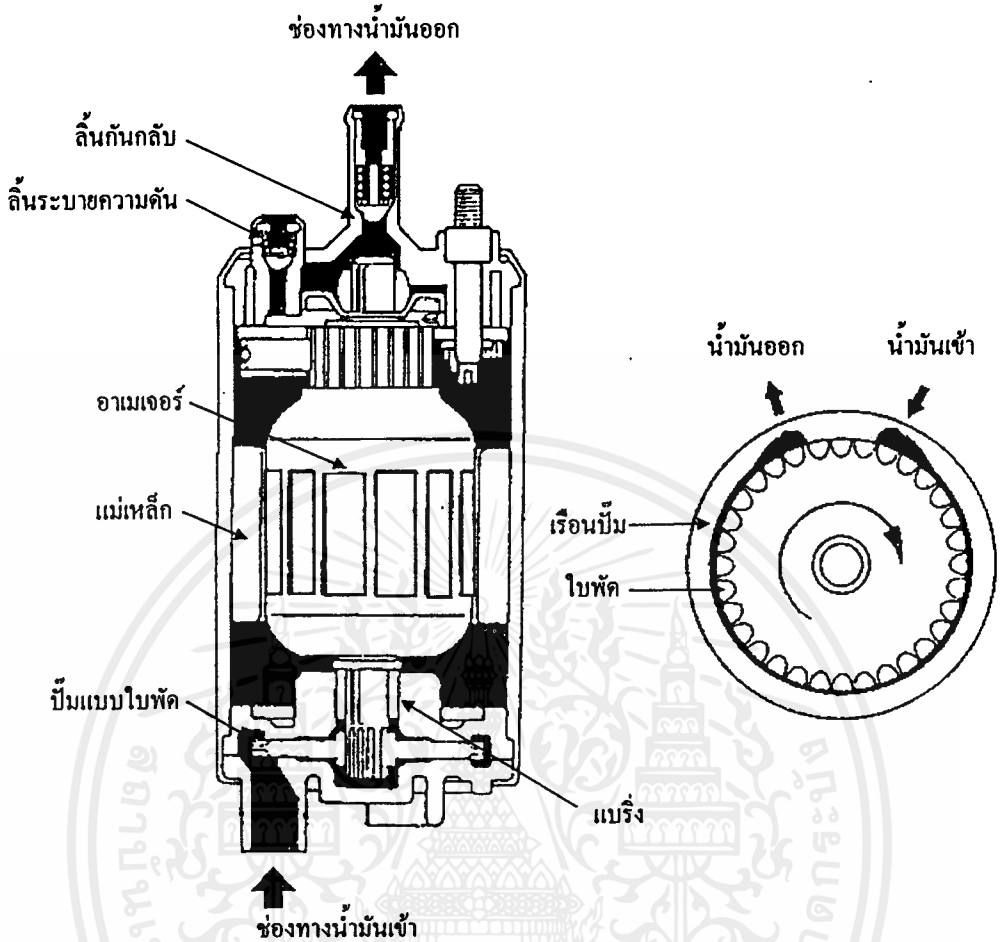
ลิ้นระบายความดัน (Pressure relief valve) จะทำหน้าที่ป้องกันความดันของน้ำมันเชื้อเพลิงภายในห้องปั๊มสูงเกินไป เช่น ในกรณีที่มีการอุดตันที่กรองหรือท่อทางน้ำมัน ความดันของน้ำมันภายในห้องปั๊มจะสูงขึ้นกว่าปกติ หากความดันของน้ำมันสูงถึงค่าที่กำหนด (จากแรงดันของสปริง) ลิ้นระบายความดันจะเปิดให้น้ำมันไหลกลับสู่ด้านน้ำมันเข้าปั๊ม ทำให้ความดันของน้ำมันภายในห้องปั๊มลดลง

จากการที่ปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิงประกอบรวมเป็นชุดเดียวกันกับมอเตอร์ไฟฟ้า และให้น้ำมันไหลผ่านตัวมอเตอร์ไฟฟ้า ทำให้มีข้อดีหลายประการ คือ ไม่มีปัญหาเรื่องการรั่ว หรือการหล่อลื่นชิ้นส่วนต่างๆ พร้อมทั้งยังเป็นการระบายความร้อนไปในตัวอีกด้วย สำหรับการไหลของน้ำมันผ่านตัวมอเตอร์ไฟฟ้านั้น จะไม่ทำให้เกิดการระเบิด เนื่องจากประกายไฟจากแปลงถ่าน แม้ว่าภายในห้องปั๊มจะมีน้ำมันบรรจุอยู่ไม่เต็มก็ตาม ทั้งนี้เพราะว่า การเผาไหม้จะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่ออัตราส่วนผสมของอากาศและน้ำมันเชื้อเพลิงมีค่าที่เหมาะสม แต่ภายในห้องปั๊มมีปริมาณน้ำมันไหลผ่านมาก เมื่อเปรียบเทียบกับอากาศซึ่งมีอยู่เพียงเล็กน้อย ดังนั้นอัตราส่วนผสมของของเชื้อเพลิงจึงหนาเกินที่จะทำให้เกิดการเผาไหม้ได้

สำหรับปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิงแบบใบพัดจะมีลักษณะ และโครงสร้าง ดังรูปที่ 2.30 ปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิงแบบนี้มีขนาดค่อนข้างเล็กกระทัดรัดและติดตั้งไว้ในถังน้ำมัน ปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิงจะทำงานเฉพาะตอนที่เครื่องยนต์มีการทำงานเท่านั้น หากเครื่องยนต์ดับ ปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิงจะหยุดทำงาน แม้ว่าสวิทช์จุดระเบิดจะยังเปิดอยู่ ทั้งนี้เพื่อเป็นการป้องกันอันตรายจากการจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงขณะเครื่องยนต์ดับ เช่น กรณีรถยนต์เกิดอุบัติเหตุ เป็นต้น

ซึ่งปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิงจะทำงานเฉพาะตอนที่เครื่องยนต์มีการทำงานเท่านั้น หากเครื่องยนต์ดับ ปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิงจะหยุดทำงาน แม้ว่าสวิทช์จุดระเบิดจะยังเปิดอยู่ ทั้งนี้เพื่อเป็นการป้องกันอันตรายจากการจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงขณะเครื่องยนต์ดับ เช่น กรณีรถยนต์เกิดอุบัติเหตุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.30 ปั๊มแบบใบพัด

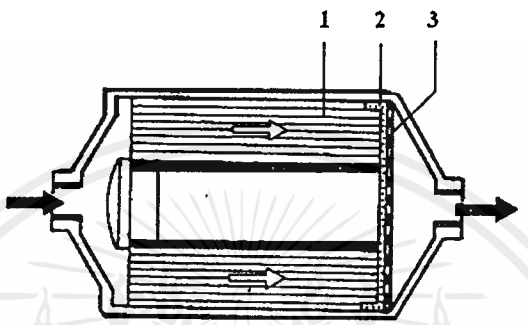
2.5.7 กรองน้ำมัน

กรองน้ำมันมีหน้าที่กรองเอาสิ่งสกปรกต่างๆออกจากน้ำมันเชื้อเพลิง ก่อนที่จะส่งไปยังหัวฉีด โดยถูกติดตั้งไว้ทางด้านช่องทางน้ำมันออกของปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิง กรองน้ำมันหากมีการอุดตันจะทำให้ความดันของน้ำมันเชื้อเพลิงภายในระบบลดลง ซึ่งจะเป็นเหตุให้เครื่องยนต์สตาร์ทติดยาก เดินเบาไม่เรียบ เร่งสะดุด ไม่ค่อยมีกำลัง หรือสตาร์ทไม่ติด ทั้งนี้เพราะความดันของเชื้อเพลิงมีผลต่อปริมาณของน้ำมันที่ถูกฉีด กล่าวคือ ปริมาณน้ำมันที่ถูกฉีดจะน้อยลงเมื่อความดันลดลง สำหรับช่วงระยะเวลาในการเปลี่ยนนั้นจะขึ้นอยู่กับสภาพความสกปรกของน้ำมันที่ใช้ ดังนั้นจึงควรมีการเปลี่ยนกรองน้ำมันอยู่เสมอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายละเอียดส่วนประกอบของกรองน้ำมัน ดังแสดงในรูปที่ 2.31

1. ไส้กรองกระดาษ
2. แผ่นกรองละเอียด
3. แผ่นรอง



รูปที่ 2.31 ส่วนประกอบของกรองน้ำมัน

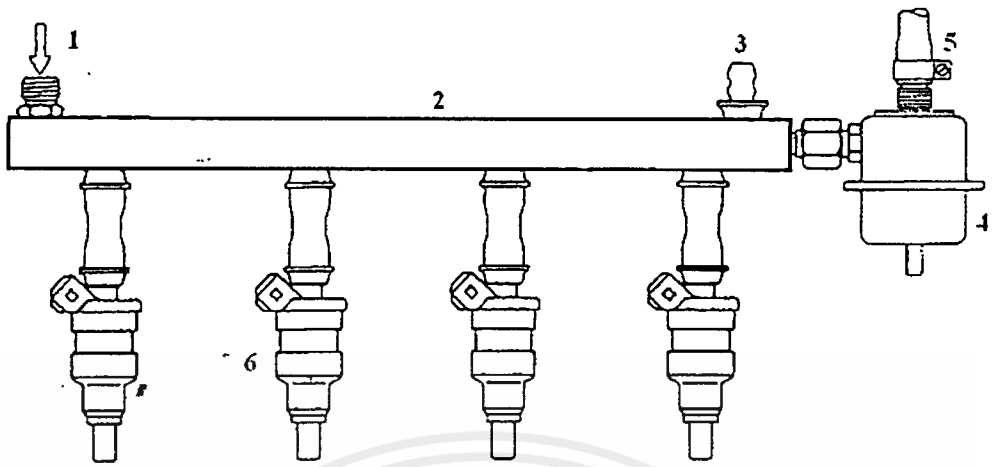
2.5.8 ท่อจ่ายน้ำมัน

ท่อจ่ายน้ำมันเป็นอุปกรณ์สำหรับส่งน้ำมันไปยังหัวฉีด ดังแสดงในรูปที่ 2.32 โดยทั่วๆไป ท่อจ่ายจะมีขนาดค่อนข้างโต เพื่อให้สามารถจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงสำหรับการฉีดในแต่ละรอบการทำงานของเครื่องยนต์ได้อย่างเพียงพอ ทั้งนี้เพื่อเป็นการป้องกันไม่ให้ความดันของน้ำมันเปลี่ยนแปลงไปเนื่องจากน้ำมันไหลไม่ทันขณะมีการฉีด แต่อย่างไรก็ตาม ท่อจ่ายอาจมีขนาดเล็กก็ได้ในเครื่องยนต์บางรุ่น ถ้าปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้สามารถสร้างอัตราไหลของน้ำมันได้มากพอ

รายละเอียดตัวควบคุมความดัน ดังแสดงในรูปที่ 2.32

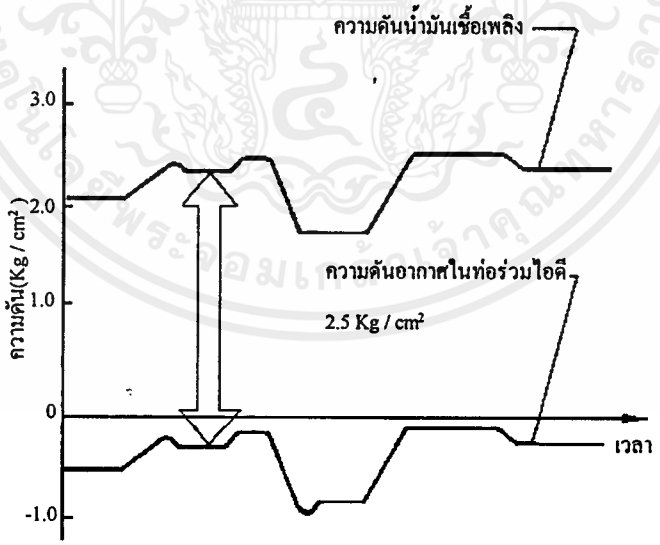
1. น้ำมันเข้า
2. ท่อจ่าย
3. ข้อต่อทางน้ำมันไปหัวฉีดสตาร์ทเย็น
4. ตัวควบคุมความดัน
5. ท่อทางน้ำมันไหลกลับลงถัง
6. หัวฉีด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.32 ตัวควบคุมความดัน

ตัวควบคุมความดัน เป็นอุปกรณ์สำหรับควบคุมค่าความแตกต่างระหว่างความดันของน้ำมันเชื้อเพลิงในระบบ กับความดันของอากาศในท่อร่วมไอดีให้คงที่ ความดันของน้ำมันเชื้อเพลิงจะถูกควบคุมให้เปลี่ยนแปลง ดังรูปที่ 2.33

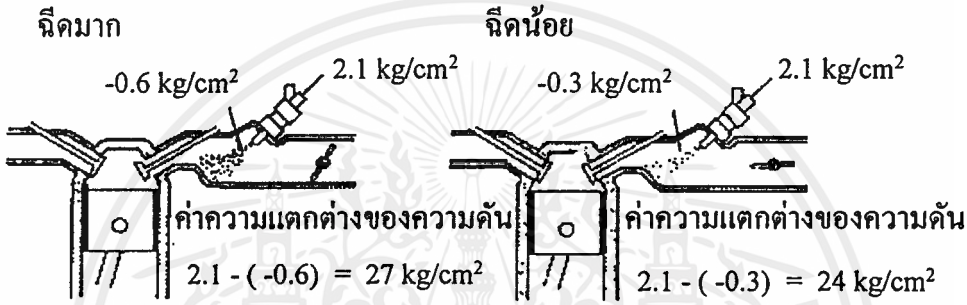


รูปที่ 2.33 กราฟการควบคุมความดันน้ำมันเชื้อเพลิง

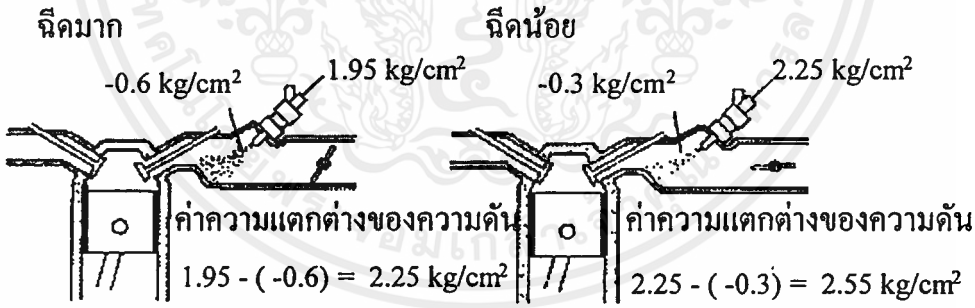
จากการที่ความดันของอากาศในท่อร่วมไอดีมีการเปลี่ยนแปลงไปตามความเร็วรอบและภาระของเครื่องยนต์ ดังนั้น ถ้าหากความดันของน้ำมันเชื้อเพลิงถูกควบคุมให้มีค่าคงที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพียงค่าเดียว ดังแสดงในรูปที่ 2.34 จะทำให้ค่าความแตกต่างระหว่างความดันน้ำมันเชื้อเพลิงกับความดันของอากาศในท่อร่วมไอดีมีค่าไม่คงที่แน่นอน ซึ่งเป็นเหตุให้น้ำมันเชื้อเพลิงที่ฉีดเข้าไปผสมกับอากาศในท่อไอดีมีปริมาณที่ไม่เที่ยงตรงตามระยะเวลาในการฉีดที่กำหนดโดยคอมพิวเตอร์ กล่าวคือ หากค่าความแตกต่างของความดันเพิ่มขึ้น ปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงที่ถูกฉีดต่อหนึ่งหน่วยเวลาจะมากขึ้นเกินกว่าที่กำหนด ด้วยเหตุนี้ จึงจำเป็นต้องมีการควบคุมค่าความแตกต่างระหว่างความดันน้ำมันเชื้อเพลิง และอากาศในท่อร่วมไอดี ให้คงที่ตลอดเวลา



(ก) ค่าความดันน้ำมันเชื้อเพลิงคงที่ ค่าความแตกต่างของความดันจะแตกต่างกัน ปริมาณการฉีดต่อหน่วยเวลาจะไม่เท่ากัน



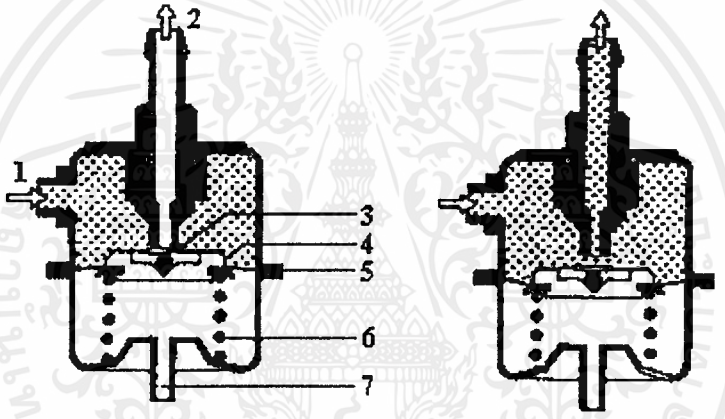
(ข)ค่าความดันน้ำมันเชื้อเพลิงถูกควบคุมให้เปลี่ยนแปลงตามความดันของอากาศในท่อร่วมไอดี ค่าความแตกต่างของความดันจะเท่ากัน ปริมาณการฉีดต่อหน่วยเวลาจะเท่ากัน

รูปที่ 2.34 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการฉีดกับค่าความแตกต่างของความดันน้ำมันเชื้อเพลิง และความดันของอากาศในท่อร่วมไอดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายละเอียดส่วนประกอบ และการทำงานของตัวควบคุมความดัน ดังแสดงในรูปที่ 2.35

1. ช่องทางน้ำมันเข้า
2. ช่องทางน้ำมันไหลกับถัง
3. วาล์ว
4. แผ่นยึดวาล์ว
5. แผ่นไดอะเฟรม
6. สปริง
7. ท่อสูญญากาศ



รูปที่ 2.35 ส่วนประกอบ และการทำงานของตัวควบคุมความดัน

การทำงานของตัวควบคุมความดัน

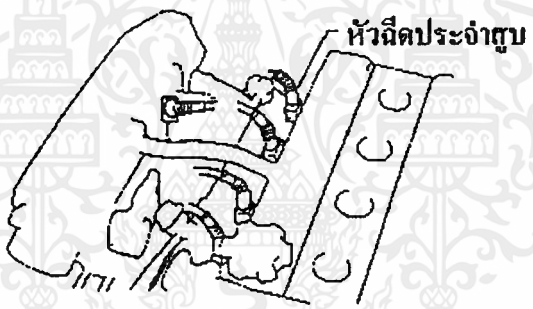
น้ำมันจากท่อจ่าย จะไหลเข้าตัวควบคุมความดันที่หมายเลข 1 หากความดันของน้ำมันในระบบสูงเกินกว่าที่กำหนดไว้ด้วยแรงดันของสปริง แผ่นไดอะเฟรม จะถูกดันให้ยุบตัวลง วาล์วที่ติดกับแผ่นไดอะเฟรมจะเปิดให้น้ำมันไหลออกจากตัวควบคุมความดันทางหมายเลข 2 กลับลงสู่ถัง ความดันของน้ำมันในระบบจะลดลง เมื่อความดันลดลงแผ่นไดอะเฟรมจะถูกสปริงดันกลับให้วาล์วปิดช่องทางน้ำมัน เพื่อรักษาความดันของน้ำมันให้อยู่ในค่าที่กำหนด แต่เนื่องจากทางด้านห้องสปริงของตัวควบคุมความดันถูกต่อไว้กับท่อร่วมไอดีของเครื่องยนต์ เมื่อความดันของอากาศในท่อร่วมไอดีเปลี่ยนไปเช่นเป็นสูญญากาศ มากขึ้นจะทำให้แผ่นไดอะเฟรมยุบตัวได้ง่ายกว่าเดิม วาล์วจะเปิดช่องทางน้ำมันไหลออกที่ความดัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต่ำลง จากการทำงานดังกล่าว จะเห็นว่าความดันของน้ำมันเชื้อเพลิงถูกควบคุมให้เปลี่ยนแปลงไปตามความดันอากาศในท่อร่วมไอดีให้คงที่ตลอดเวลา ในการทำงานของตัวควบคุมความดันจะควบคุมความดันน้ำมันไว้ที่ประมาณ 2.55 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตรบาร์ เหนือความดันของอากาศในท่อร่วมไอดี

2.5.9 หัวฉีดประจำสูบ

เครื่องยนต์มีหัวฉีดสูบละ 1 ตัว สำหรับทำหน้าที่ฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเข้าไปผสมกับอากาศในท่อไอดี หัวฉีดที่ใช้นี้เป็นหัวฉีดแบบแม่เหล็กไฟฟ้า บังคับการเปิดลิ้นของหัวฉีดด้วยโซลินอยด์ไฟฟ้า โดยได้รับสัญญาณไฟฟ้ามาจากหน่วยควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ หรือคอมพิวเตอร์



รูปที่ 2.36 หัวฉีดประจำสูบ

การทำงานของหัวฉีด

จากรูปที่ 2.36 น้ำมันจากท่อจ่ายจะไหลเข้าหัวฉีดโดยผ่านกรองลงไปยังเข็มหัวฉีด (Needle valve) ที่ปลายของหัวฉีด ซึ่งในตำแหน่งที่ยังไม่ทำงาน จะถูกสปริงดันให้แนบสนิทอยู่กับบ่าลิ้นไม่ให้น้ำมันไหลออก เมื่อมีสัญญาณไฟฟ้าจากคอมพิวเตอร์ป้อนเข้าขดลวดโซลินอยด์ (Solinoid winding) จะทำให้เกิดสนามแม่เหล็กรอบขดลวดอาร์เมเจอร์ (Solinoid armature) จะถูกดูดเลื่อนขึ้น เข็มหัวฉีดซึ่งติดกับตัวอาร์เมเจอร์ก็จะยกตัวขึ้นจากบ่าลิ้น น้ำมันซึ่งมีความดันประมาณ 2.5 บาร์ จะถูกฉีดออกจากหัวฉีดในลักษณะของฝอยละออง สำหรับปริมาณน้ำมันที่ถูกฉีดออกมาจะมากหรือน้อยนั้นขึ้นอยู่กับระยะเวลาในการป้อนสัญญาณไฟฟ้าเข้าขดลวดโซลินอยด์ของหัวฉีด ในการเปิด และปิดของเข็มหัวฉีดจะมีความไว

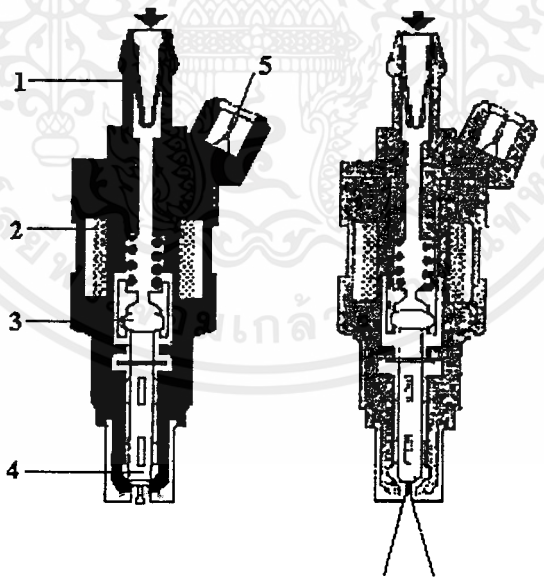
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สูงมาก ประมาณ 1-1.5 วินาที เนื่องจากเข็มหัวฉีดมีระยะการยกตัวขึ้นน้อยมาก ประมาณ 0.1 มิลลิเมตร ดังนั้นการฉีดของหัวฉีดจึงมีความเที่ยงตรงและแม่นยำสูง

ในกรณีที่มีการอุดตันที่กรองน้ำมันของหัวฉีด หรือมีเขม่าจับที่ปลายเข็มหัวฉีด จะทำให้ปริมาณน้ำมันที่ถูกฉีดน้อยลง ซึ่งเป็นสาเหตุให้เครื่องยนต์เดินเบาไม่เรียบ เร่งไม่ขึ้น ไฟตีกลับ กำลังตก หรือถ้าหากมีสิ่งแปลกปลอมเข้าไปติดขัดบริเวณหน้าสัมผัสของเข็มหัวฉีด จะทำให้เกิดการรั่วของน้ำมันเชื้อเพลิงในขณะหัวฉีดยังไม่ทำงาน จะเป็นเหตุให้เครื่องยนต์เดินไม่เรียบ หรือเกิดการระเบิดที่ท่อไอเสีย

รายละเอียดส่วนประกอบ และการทำงานของหัวฉีด ดังแสดงในรูปที่ 2.37

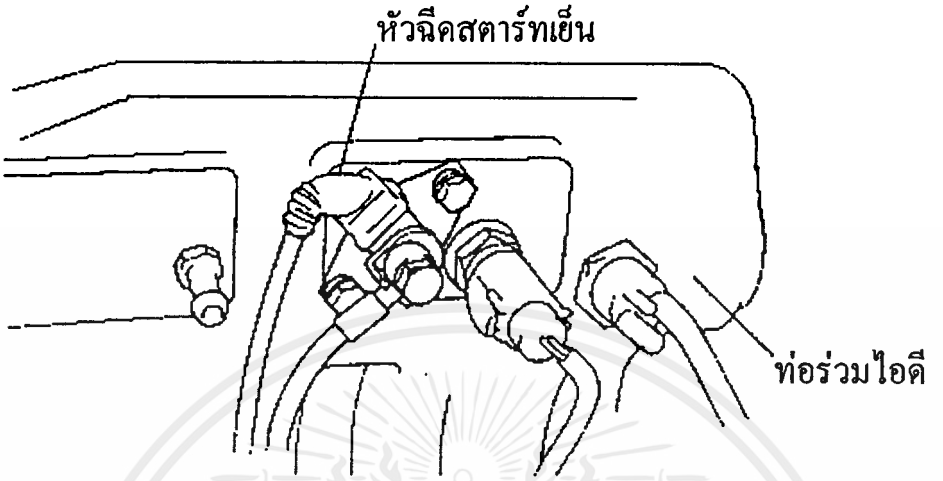
1. กรอง
2. ขดลวดโซลินอยด์
3. อาร์เมเจอร์
4. เข็มหัวฉีด
5. ขั้วต่อสายไฟ



รูปที่ 2.37 ส่วนประกอบ และการทำงานของหัวฉีด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวฉีดสตาร์ทเย็น



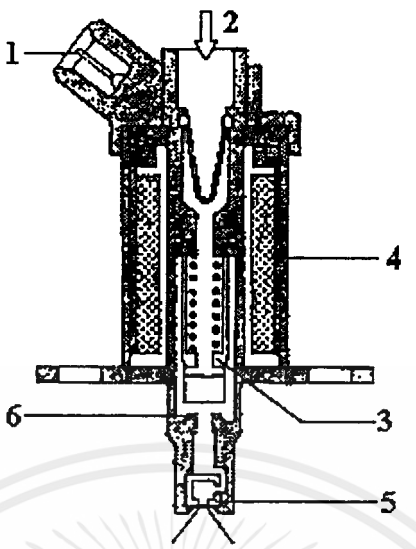
รูปที่ 2.38 หัวฉีดสตาร์ทเย็น

ขณะทำการสตาร์ทเครื่องยนต์ที่อุณหภูมิต่ำ เครื่องยนต์จะต้องการอัตราส่วนผสมของอากาศและน้ำมันเชื้อเพลิงที่หนากว่าอัตราส่วนผสมที่ต้องการในสภาวะการทำงานอื่นๆ อัตราส่วนผสมที่หนามากขึ้นนี้ จะได้รับการแก้ไขโดยการใช้หัวฉีดสตาร์ทเย็นทำการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเพิ่มเข้าไปในท่อร่วมไอดี จนได้อัตราส่วนผสมที่หนาตามที่เครื่องยนต์ต้องการ ดังนั้นในขณะทำการสตาร์ทเครื่องยนต์ที่อุณหภูมิต่ำ เครื่องยนต์จะได้รับน้ำมันเชื้อเพลิงจากหัวฉีดและหัวฉีดสตาร์ทเย็นพร้อมกัน

รายละเอียดส่วนประกอบ และการทำงานของหัวฉีดสตาร์ทเย็น ดังแสดงในรูปที่ 2.39

1. ขั้วต่อสายไฟ
2. ช่องทางน้ำมันเข้า
3. อาร์เมเจอร์ (วาล์ว)
4. ขดลวดโซลินอยด์
5. ปลายท่อน้ำ
6. บ่าวาล์ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.39 ส่วนประกอบ และการทำงานของหัวฉีดสตาร์ทเย็น

ในเครื่องยนต์แต่ละเครื่องจะมีหัวฉีดสตาร์ทเย็น 1 ตัว สำหรับทำหน้าที่จ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงให้กับทุกกระบอกสูบ โดยติดตั้งไว้ที่บริเวณกึ่งกลางของท่อร่วมไอดี หัวฉีดสตาร์ทเย็นนี้จะทำการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง เฉพาะตอนที่สวิทช์จุดระเบิด อยู่ในตำแหน่งสตาร์ท และเครื่องยนต์มีอุณหภูมิต่ำเท่านั้น กล่าวคือ หากทำการสตาร์ทในขณะเครื่องยนต์มีอุณหภูมิสูง หัวฉีดสตาร์ทเย็นจะไม่ทำงาน เครื่องยนต์จะได้รับน้ำมันเชื้อเพลิงจากหัวฉีดของแต่ละสูบตามปกติเพียงอย่างเดียว

หัวฉีดสตาร์ทเย็นเป็นหัวฉีดแบบแม่เหล็กไฟฟ้าเหมือนกับหัวฉีดประจำสูบ แต่จะแตกต่างกันที่หัวฉีดสตาร์ทเย็นไม่มีเข็มหัวฉีด และที่ปลายของหัวฉีดจะถูกออกแบบให้ช่องทางน้ำมันมีลักษณะหมุนวน ซึ่งเรียกว่า ปลายท่อน้ำ (Swirl nozzle) เพื่อให้การฉีดน้ำมันเป็นฝอยละอองได้ดียิ่งขึ้น

การทำงานของหัวฉีดสตาร์ทเย็น

ในตำแน่งที่หัวฉีดไม่มีการทำงาน สปริงจะดันตัวอาร์เมเจอร์ ให้ปิดช่องทางน้ำมันที่ส่วนปลายของหัวฉีด เมื่อมีสัญญาณไฟฟ้าจากการสตาร์ทเครื่องยนต์จาก ขั้ว st. ของสวิทช์จุดระเบิดป้อนเข้าขดลวดโซลินอยด์ ตัวอาร์เมเจอร์จะถูกดูดเลื่อนขึ้นเปิดให้น้ำมันหัวฉีดออกจากหัวฉีด ดังแสดงในรูปที่ 2.39 การฉีดของหัวฉีดสตาร์ทเย็นจะเป็นไปอย่างต่อเนื่อง และสิ้นสุด

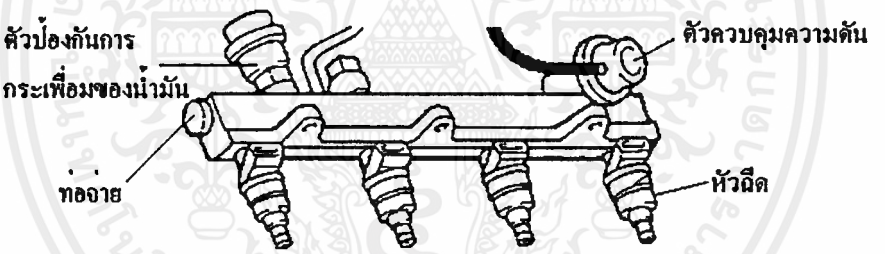
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลงเมื่อไม่มีสัญญาณไฟฟ้าจากการสตาร์ทเครื่องยนต์ป้อนเข้าขดลวดโซลินอยด์ ซึ่งสัญญาณไฟฟ้านี้จะถูกควบคุมด้วยสวิทซ์จุดระเบิดและสวิทช์ความร้อนเวลา (Thermo-time switch)

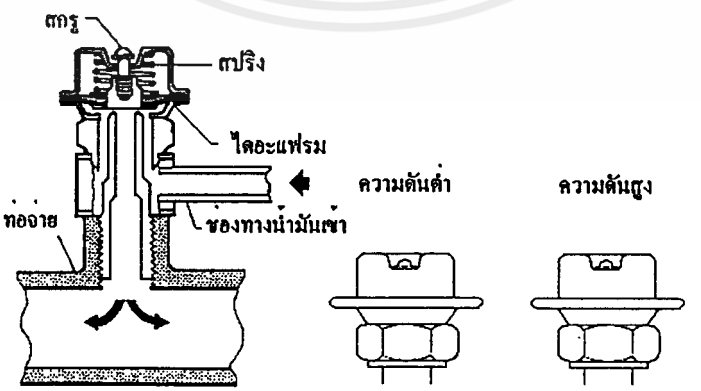
ในกรณีที่มีการอุดตันภายในหัวฉีดสตาร์ทเย็น จะทำให้ปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงที่ถูกฉีดน้อยลง ซึ่งเป็นเหตุให้เครื่องยนต์สตาร์ทติดยาก และถ้าหากเกิดการรั่วของน้ำมันเชื้อเพลิงในขณะหัวฉีดยังไม่ทำงาน จะทำให้ส่วนผสมของเชื้อเพลิงที่บรรจุเข้ากระบอกสูบหนาเกินไป เป็นเหตุให้เครื่องยนต์สตาร์ทติดยาก เดินเบาไม่เรียบ เกิดการระเบิดที่ท่อไอเสียขณะลดความเร็วอย่างทันทีทันใด หรือสตาร์ทเครื่องยนต์ไม่ติด

2.5.10 ตัวป้องกันการกระเพื่อมของน้ำมันเชื้อเพลิง

ในเครื่องยนต์บางรุ่น เช่น เครื่องโตโยต้า รุ่น 4A-GE, 3S-GE จะมีตัวกันกระเพื่อมของน้ำมันเชื้อเพลิงติดตั้งไว้ที่ท่อจ่ายน้ำมัน ดังแสดงในรูปที่ 2.40 ตัวกันกระเพื่อมจะทำหน้าที่ป้องกันความดันของน้ำมันเชื้อเพลิงในระบบลดต่ำลงกว่าค่ากำหนดในขณะที่หัวฉีดทำงาน



รูปที่ 2.40 ตัวป้องกันการกระเพื่อมของน้ำมันเชื้อเพลิง



รูปที่ 2.41 ส่วนประกอบของตัวป้องกันการกระเพื่อมของน้ำมันเชื้อเพลิง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

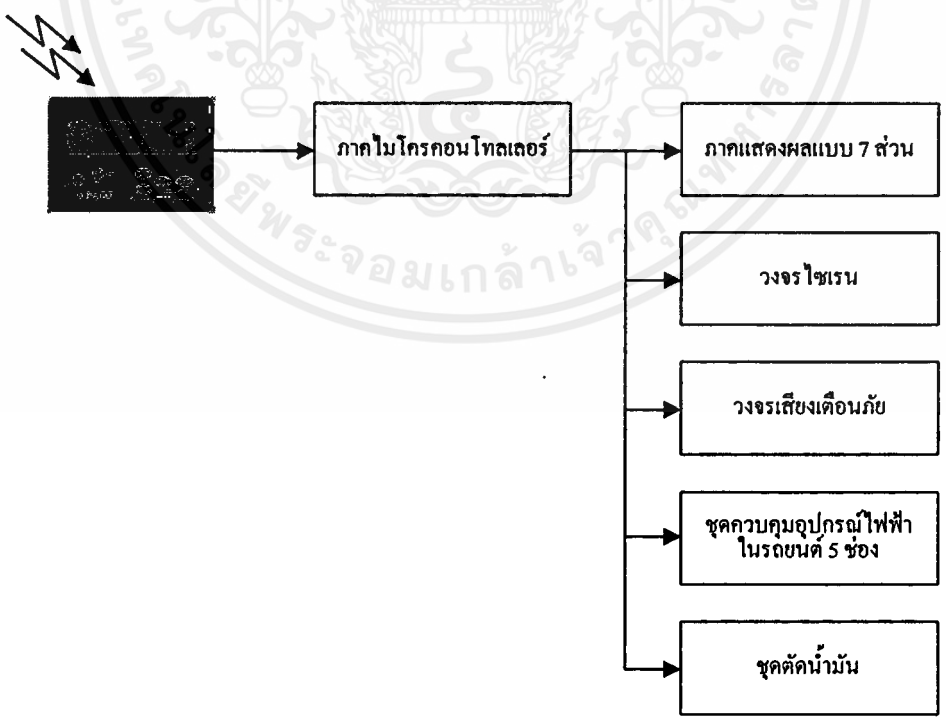
ตัวควบคุมความดันน้ำมันเชื้อเพลิงในระบบจะถูกควบคุมให้มีความดันประมาณ 2.5 บาร์ เหนือความดันของอากาศในท่อร่วมไอดี เพื่อให้ปริมาณการฉีดน้ำมันเชื่อเพลิงของหัวฉีดต่อหนึ่งหน่วยเวลาที่กำหนดโดยคอมพิวเตอร์มีค่าคงที่ แต่อย่างไรก็ตาม ความดันของน้ำมันเชื้อเพลิงยังคงมีการเปลี่ยนแปลงลดลงได้เล็กน้อย เนื่องจากขณะหัวฉีดทำงาน (ฉีดน้ำมัน) พร้อมๆ กัน จะทำให้ปริมาณน้ำมันในท่อจ่ายลดลง ซึ่งมีผลให้ความดันของน้ำมันในระบบเปลี่ยนแปลงเป็นช่วงๆตามจังหวะการฉีด ดังนั้น จึงจำเป็นต้องมีการควบคุมอาการที่เกิดขึ้นดังกล่าวนี้ด้วยตัวป้องกันกระเพื่อมของน้ำมันเชื้อเพลิง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การออกแบบ การสร้าง และการทำงาน

3.1 หลักการออกแบบ

การออกแบบระบบควบคุมรถยนต์ที่ถูกขโมยโดยใช้เพจเจอร์นี้ เป็นการนำเอาเครื่องวิทยุติดตามตัวมาประยุกต์ใช้ ซึ่งเมื่อรถยนต์ที่ติดตั้งระบบควบคุมตัวรถยนต์ที่ถูกขโมยโดยใช้เพจเจอร์นี้ถูกโจรกรรมไป ผู้ที่เป็นเจ้าของรถยนต์จะทำการติดต่อไปยังศูนย์บริการส่งข้อความทางเพจเจอร์ให้ส่งรหัสไปยังภาครับ ซึ่งจะทำการดีมอดูเลตแล้วส่งสัญญาณรหัสข่าวสาร (POCSAG) ไปยังภาคถอดรหัสสัญญาณข่าวสารให้เป็นรหัสแอสกี้ หลังจากนั้นจะส่งไปยังวงจรประมวลผลโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ซึ่งจะสามารถควบคุมระบบจ่ายน้ำมันในรถยนต์ได้ 5 ช่อง โดยส่งรหัสที่แตกต่างกันไป ซึ่งที่เครื่องควบคุมรถยนต์ที่ถูกขโมยโดยใช้เพจเจอร์จะมีส่วนแสดงรหัสในการควบคุมที่จอแสดงผล 7 ส่วน ในโครงงานนี้จะประกอบไปด้วยส่วนต่างๆ ดังแสดงในรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 ผังการทำงานของระบบควบคุมรถยนต์ที่ถูกขโมยโดยใช้เพจเจอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 หลักการทำงาน

3.2.1 วงจรถอดรหัสสัญญาณข่าวสาร

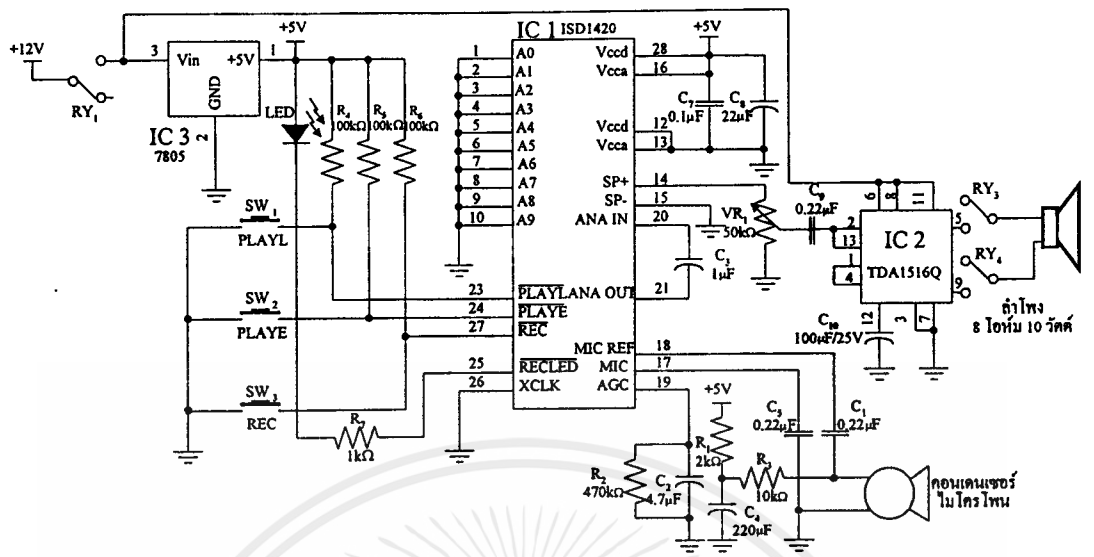
ในส่วนของการเข้าวงจรถอดรหัสสัญญาณข่าวสาร (POCSAG Decoder) โดยใช้ไอซีเบอร์ PCF 5001 ซึ่งเป็นไอซีที่ทำหน้าที่ถอดรหัสสัญญาณข่าวสารที่ได้จากภาครับของเครื่องวิทยุติดตามตัวให้เป็นรหัสแอสกี้

ไอซีจะรับสัญญาณที่ข่าวสารจากภาครับของเครื่องวิทยุติดตามตัวมาเข้าทางขา RDI ในการที่จะให้ไอซี PCF 5001 ทำงานจะต้องเขียนโปรแกรมหมายเลขประจำเครื่องและเบอร์หมายเลขเครื่องเสียก่อน ซึ่ง LED จะแสดงผลว่าสามารถรับสัญญาณได้หรือไม่ จากนั้นจะต้องถอดรหัสสัญญาณข่าวสารให้เป็นรหัสแอสกี้แล้วส่งเข้าไปยังภาคไมโครคอนโทรลเลอร์ทางขา Do และ Ds ซึ่งเป็นการส่งข้อมูลแบบอนุกรม โดยอัตราเร็วในการส่งนั้นขึ้นอยู่กับคริสตอลในวงจร โดยจะเป็นตัวกำหนดอัตราเร็วในการส่งข้อมูลจะใช้ความถี่ 76.8 กิโลเฮิรตซ์ หรือ 32.76 กิโลเฮิรตซ์ จะทำให้ได้อัตราเร็วในการส่ง 2,400 บิตต่อวินาที และ 1,200 บิตต่อวินาที ตามลำดับ

3.2.2 วงจรบันทึกเสียงพูด

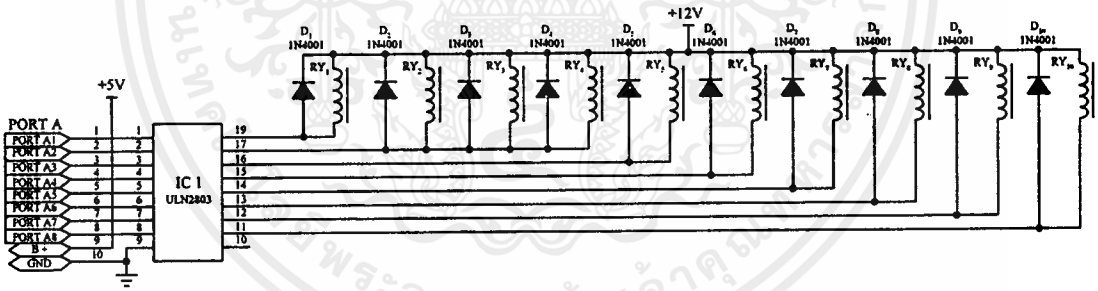
ในวงจรบันทึกเสียงนี้จะใช้ไอซีเบอร์ ISD 1420 ซึ่งสามารถบันทึกเสียงได้นานถึง 20 วินาที โดยไม่ต้องต่อกับหน่วยความจำภายนอกเลย จากรูปวงจรบันทึกเสียงพูดจะทำงานเมื่อมีรีเลย์ RY_1 ต่อไฟ +12 โวลต์ ให้กับไอซีเรกูเลเตอร์ เพื่อแปลงแรงดันให้เป็น 5 โวลต์ จึงจะสามารถทำการบันทึกเสียงหรือเล่นกลับได้ โดยสวิทช์ SW_1 เป็นสวิทช์สำหรับการบันทึกเสียงได้ทางคอนเด็นเซอร์ไมโครโฟน สวิทช์ SW_2 เป็นสวิทช์เล่นกลับทั้งหมดที่บันทึกไว้ สวิทช์ SW_3 เป็นสวิทช์เล่นกลับเมื่อกดสวิทช์ ส่วนสัญญาณเสียงที่ออกจากไอซีบันทึกเสียงนี้ยังมีเสียงเบาอยู่ จึงต้องมีภาคขยายเสียงซึ่งจะใช้ไอซีเบอร์ TDA 1516Q ในการทำหน้าที่ขยายเสียงให้ดังขึ้น โดยสามารถให้อัตราขยายได้สูงถึง 22 วัตต์ และได้รับแรงดัน บวก 12 โวลต์ จากรีเลย์ RY_1 จากนั้นจะต่อสัญญาณเสียงที่ได้ทำการขยายแล้วออกไปยังรีเลย์ RY_3 และ RY_4 ซึ่งในสภาวะปกติจะยังไม่ต่อกับลำโพง แต่จะทำการต่อพร้อมกับรีเลย์ RY_1 เมื่อถูกสั่งให้อยู่ในสภาวะ ON

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.2 วงจรบันทึกเสียงพูด

3.2.3 วงจรขับรีเลย์



รูปที่ 3.3 วงจรขับรีเลย์

ในส่วนของวงจรขับรีเลย์จะใช้ไอซีเบอร์ ULN 2803 ในการขับรีเลย์ ซึ่งสามารถที่จะใช้ขับรีเลย์ได้ถึง 8 ช่องด้วยกัน จากรูปวงจรรีเลย์แต่ละตัวจะถูกควบคุมจากสัญญาณที่ส่งมาจากภาคไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งจะใช้พอร์ตซีของ 8255 ที่อยู่ในวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ หน้าที่ของรีเลย์แต่ละตัวมีดังนี้

RY_1 หน้าที่ ปิด-เปิด วงจรบันทึกเสียงพูด

RY_2 หน้าที่ ปิด-เปิด วงจรไซเรน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

RY_3 หน้าที่ ตัดต่อลำโพงระหว่างวงจรบันทึกเสียงกับวงจรไซเรน

RY_4 หน้าที่ ตัดต่อลำโพงระหว่างวงจรบันทึกเสียงกับวงจรไซเรน

RY_5 หน้าที่ ปิด-เปิด โซลินอยด์วาวล์

RY_6 หน้าที่ ปิด-เปิด เครื่องใช้ไฟฟ้าช่องที่ 1

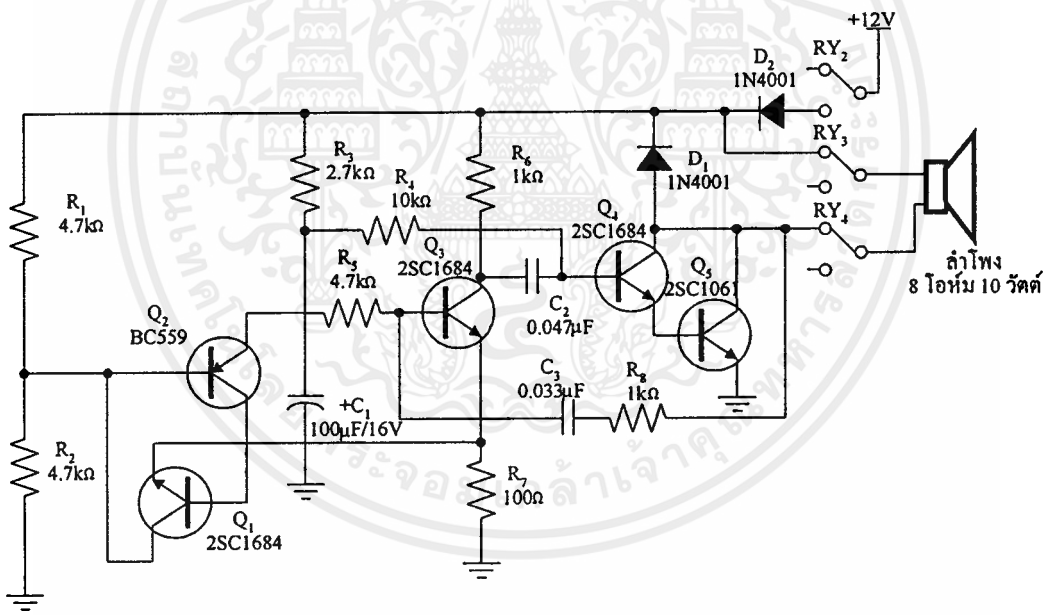
RY_7 หน้าที่ ปิด-เปิด เครื่องใช้ไฟฟ้าช่องที่ 2

RY_8 หน้าที่ ปิด-เปิด เครื่องใช้ไฟฟ้าช่องที่ 3

RY_9 หน้าที่ ปิด-เปิด เครื่องใช้ไฟฟ้าช่องที่ 4

RY_{10} หน้าที่ ปิด-เปิด เครื่องใช้ไฟฟ้าช่องที่ 5

3.2.4 วงจรไซเรน



รูปที่ 3.4 วงจรเสียงไซเรน

จากรูปที่ 3.4 วงจรไซเรนที่ใช้เป็นสัญญาณเตือนภัยของระบบ ในวงจรจะประกอบด้วย Q_1, Q_2, R_1, R_2, R_3 และ C_1 ประกอบกันเป็นวงจรออสซิลเลเตอร์ความถี่ต่ำเพื่อนำมาผสมสัญญาณเข้ากับความถี่สูงที่กำเนิดโดย Q_3, R_4, R_5, R_6, R_7, R_8, C_3, Q_4 และ Q_5 ต่อกันแบบดาร์ลิงตันเพื่อขยายกระแสให้สูงขึ้น พอที่ไปขับลำโพงได้ ภาคขยายจาก Q_4 และ Q_5 ประกอบกันเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคขยายแบบ B คือ เมื่อไม่มีสัญญาณเข้ามาทางขา B ของ Q_4 จะไม่มีกระแสไหลผ่านลำโพง เลย Q_5 จะนำกระแสเมื่อมีสัญญาณเข้ามาเท่านั้น D_1 ต่อไว้สำหรับป้องกันแรงดันย้อนกลับอัน เนื่องมาจากขดลวดของลำโพง ส่วน D_2 ทำหน้าที่ป้องกันการต่อสายไฟเข้าผิดขั้วเพื่อไม่ให้ วงจรเสียหายในการจ่ายไฟเลี้ยงให้กับวงจรจะถูกควบคุมโดยรีเลย์ RY_2 ส่วนลำโพง ถูกควบคุม การต่อพร้อมกับ RY_2 โดย RY_3 และ RY_4 จะเป็นตัวตัดต่อลำโพงกับวงจรเพื่อต่อเข้ากับวงจร เสียงพูด

3.2.5 ส่วนประมวลผล

ในส่วนประมวลผลจะใช้ไอซีตระกูล MCS-51 เป็นตัวประมวลผลโดยจะทำการต่อกับ หน่วยความจำภายนอกจำนวน 2 ตัวด้วยกัน หน่วยความจำตัวที่ 1 จะเป็นหน่วยความจำชนิด อ่านข้อมูลได้อย่างเดียว ซึ่งมีขนาดของหน่วยความจำภายใน 16 กิโลไบต์ โดยใช้ไอซีเบอร์ 27C128 แต่สามารถใช้เบอร์ 27C256 ซึ่งมีหน่วยความจำขนาด 32 กิโลไบต์ได้ เพียงแต่สลับ จั้มเปอร์ในวงจรเท่านั้น หน่วยความจำตัวที่ 2 เป็นหน่วยความจำชนิดอ่าน และเขียนข้อมูลได้ (RAM) ซึ่งมีขนาดของหน่วยความจำภายในขนาด 8 กิโลไบต์ และในวงจรยังมีไอซีเบอร์ 8255 ที่ทำหน้าที่ขยายพอร์ตที่ใช้ในการควบคุมให้มากขึ้น ซึ่งในการเลือกตำแหน่งของหน่วยความ จำต่างๆ และตำแหน่งของ 8255 จะแสดงดังแผนผังของหน่วยความจำดังนี้

PORT	ADDRESS
PORT A	8000 H
PORT B	8001 H
PORT C	8002 H
CONTROL PORT	8003 H
ROM	0000 H - 3FFF H
RAM	0000 H - 1FFF H

รูปที่ 3.5 ผังของหน่วยความจำ

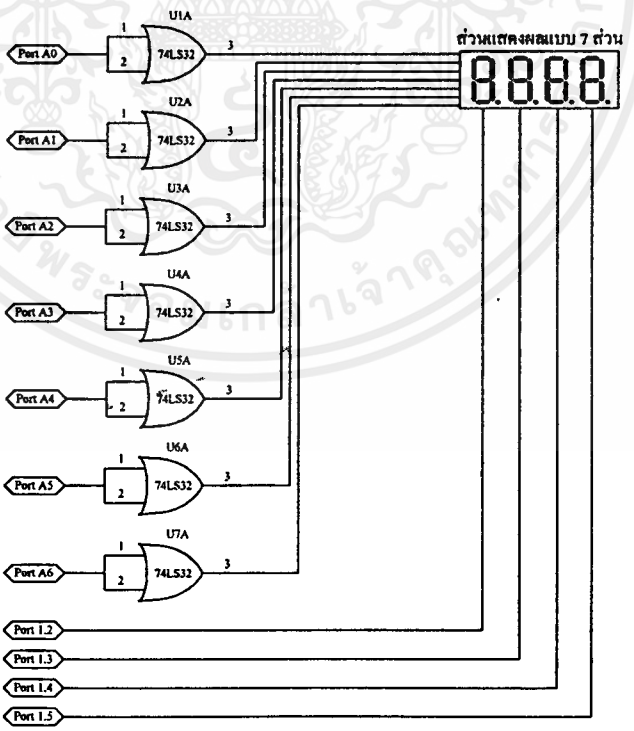
จากแผนผังของหน่วยความจำตำแหน่งหมายเลขของหน่วยความจำชนิด RAM อยู่ใน ตำแหน่งตั้งแต่ 0000H-1FFFH ตำแหน่งหมายเลขของหน่วยความจำชนิด ROM อยู่ในตำแหน่ง ตั้งแต่ 0000H-3FFFH และตำแหน่งหมายเลขของ 8255 จะอยู่ในตำแหน่งหมายเลข 8000H โดย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตำแหน่งของหน่วยความจำชนิด ROM และ RAM จะมีขาที่ทำการเลือกให้หน่วยความจำทั้งสองไม่มีหน่วยความจำที่ซ้อนกัน โดยจะมีขา PSEN , WR และ RD เป็นขากำหนดว่าจะใช้หน่วยความจำตัวใด

3.2.6 ส่วนแสดงผลแบบ 7 ส่วน

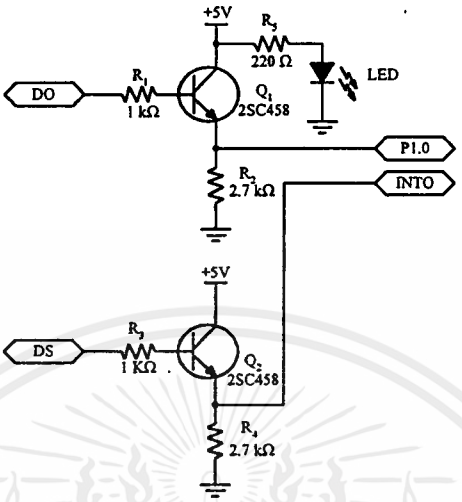
ในส่วนแสดงผลแบบ 7 ส่วนนี้จะใช้ ส่วนแสดงผลแบบ 7 ส่วน จำนวน 4 หลัก คอมมอนแคโธด ในการแสดงรหัสสั่งงานให้ระบบทำงานซึ่งจะใช้ไอซี 74LS32 มีหน้าที่เป็นออเกท แล้วทำการลัดวงจรอินพุต เพื่อเป็นบัฟเฟอร์ในการขับกระแสป้อนให้กับ LED แบบส่วนแสดงผลแบบ 7 ส่วน ให้มีความสว่างเพียงพอ โดยจะใช้ออเกททั้งหมด 7 ตัวด้วยกัน ส่วนขาคอมมอนของ ส่วนแสดงผลแบบ 7 ส่วน แต่ละตัวจะนำไปเข้ายังพอร์ต 1.2, 1.3, 1.4 และ 1.5 ของไอซี 8951 ตามลำดับ ในการสแกนให้ ส่วนแสดงผลแบบ 7 ส่วน แต่ละหลักให้ติดสลับกันไป ส่วนรหัสที่จะส่งไปให้แสดงผลนั้นจะถูกส่งจากพอร์ตซีของไอซี 8255 ซึ่งจะใช้จำนวน 7 พอร์ต



รูปที่ 3.6 วงจรแสดงผลแบบ 7 ส่วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.7 วงจรบัฟเฟอร์



รูปที่ 3.7 วงจรบัฟเฟอร์

วงจรบัฟเฟอร์ทำหน้าที่ป้องกันการรบกวนทางแรงดัน โดยต่อที่ขา Do และ Ds กับชุดไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อให้สามารถตรวจจับระดับของลอจิกได้ เพราะแรงดันที่ขา Ds และ Do มีแรงดัน 2 โวลต์ โดยเมื่อต่อวงจรบัฟเฟอร์ระดับแรงดันเพิ่มเป็น 3 โวลต์ ในวงจร R_1 และ R_2 ทำหน้าที่ลดแรงดันไบอัสให้หาเบส ของทรานซิสเตอร์ Q_1 และ Q_2 ตามลำดับ

3.2.8 การใช้งานของบอร์ดคอนโทลเลอร์

ปริญญานิพนธ์นี้ใช้ MCS-51 เป็นตัวประมวลผลสัญญาณ ซึ่งเป็นบอร์ดที่ได้ออกแบบขึ้นเฉพาะงาน โดยในบอร์ดจะใช้ไมโครคอนโทลเลอร์เบอร์ 8951 โครงสร้างของบอร์ด จะประกอบด้วย

1. หน่วยความจำบนบอร์ด (ROM) ในวงจรใช้ไอซีเบอร์ 27C256 ซึ่งมีขนาด 32 กิโลไบต์ เป็น หน่วยความจำโปรแกรม

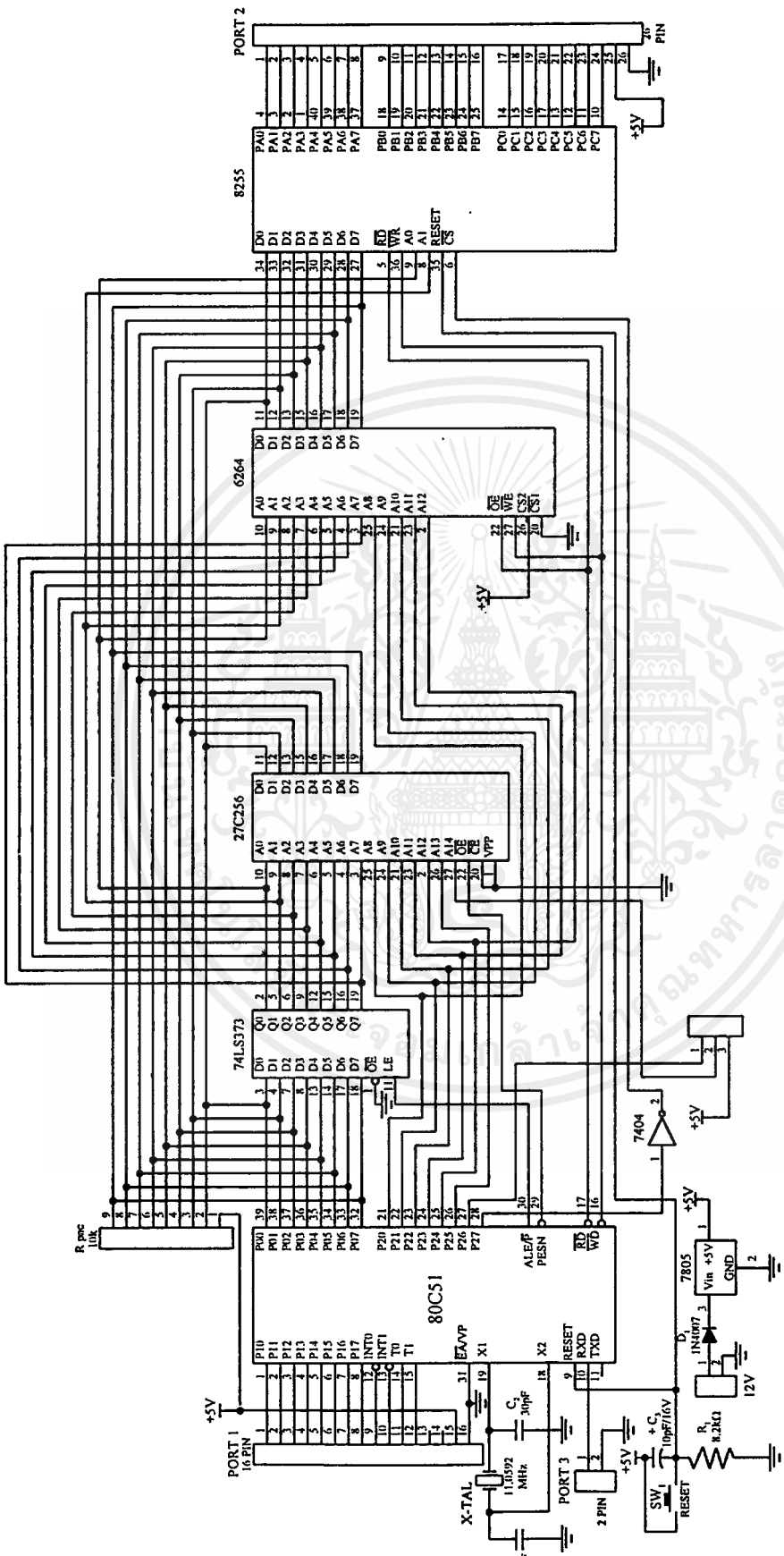
2. หน่วยความจำภายนอก (RAM) ในวงจรใช้ไอซีเบอร์ 6264 ซึ่งมีขนาด 8 กิโลไบต์ เป็น หน่วยความจำข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. พอร์ต 8255 เป็นอินพุต และเอาต์พุต (I/O Port) ซึ่งใช้สำหรับขยายความต้องการ โดยจากบอร์ดนี้จะทำหน้าที่เป็นตัวควบคุมการแสดงผล

ในส่วนของไมโครคอนโทรลเลอร์ จะนำมาใช้ในการประมวลผลสัญญาณที่รับมาจากภาคถอดรหัส POCSAG โดยรับข้อมูลจากขา DO , DS ของ ไอซี PCF5001 หน้าที่ของส่วนประมวลผลจะต้องเขียนโปรแกรมเพื่อรับข้อมูลข่าวสารที่ส่งออกมาจากภาคถอดรหัส POCSAG และนำข้อมูลที่ได้มาใช้ในการควบคุม หรือแสดงผล โดยการส่งสัญญาณควบคุมออกมาทางขาเอาต์พุตของไอซี 89C51 เพื่อใช้ในการแสดงผลควบคุมชุดจำลองสัญญาณกันขโมยรถยนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.8 วงจรในส่วนของไมโครคอนโทรลเลอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลอง และผลการทดลอง

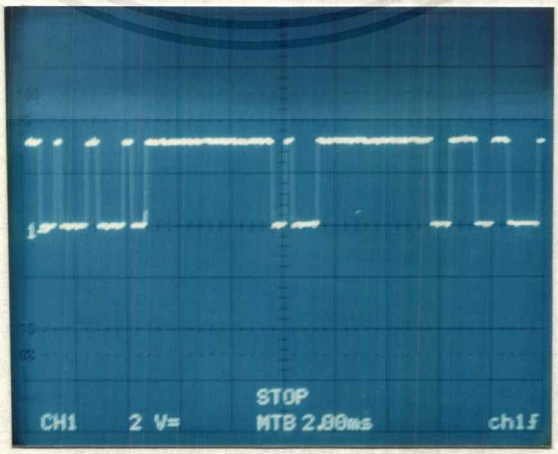
4.1 กล่าวนำ

บทนี้กล่าวถึงรายละเอียดของการทดลอง โดยการทดลองส่งสัญญาณจากคอมพิวเตอร์ผ่านอินเตอร์เนต และการทดลองจากโทรศัพท์

4.2 การทดสอบ และวัดสัญญาณ

ทำการประกอบวงจร และทดสอบในส่วนของภาคถอดรหัส POCSAG และทำการส่งข้อความเพจเจอร์ เพื่อส่งข้อมูลมายังตัวเพจเจอร์ ตัวภาคถอดรหัส POCSAG ให้ทำหน้าที่ถอดรหัสเพื่อนำข้อมูลออกมาใช้งาน

เมื่อส่งข้อมูลไปยังเพจเจอร์ และทำการวัดสัญญาณที่ผ่านการถอดรหัสด้วยไอซี PCF5001 ที่ขา DO และ DS โดยที่ขา DS เป็นสัญญาณที่ส่งออกมาจะทำหน้าที่เสมือนนาฬิกา และทำการวัดที่ขา DO ซึ่งส่งข้อมูล โดยข้อมูลที่ออกมาจะอยู่ในรูปดิจิตอล จากนั้นจะนำสัญญาณนี้ไปป้อนให้กับไอซี 8951 เพื่อทำการแปลความหมายของข้อมูลที่ส่งออกมาจากไอซี PCF5001 โดยทดลองส่งข้อมูลที่เป็นตัวเลขสี่หลักคือ 0010*, 0020*, 0030*, 0040*, 0050*, 0060*, 0070*, 0080*, 0011*, 0021*, 0031*, 0041* 0051*, 0061*, 0071*, และ 0081* ซึ่งสามารถถอดรหัสออกมาเป็นรูปแบบรหัสแอสกี้ (ASCII) ได้



รูปที่ 4.1 การวัดสัญญาณข้อมูล ที่ส่งผ่านศูนย์มายังตัวเพจเจอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

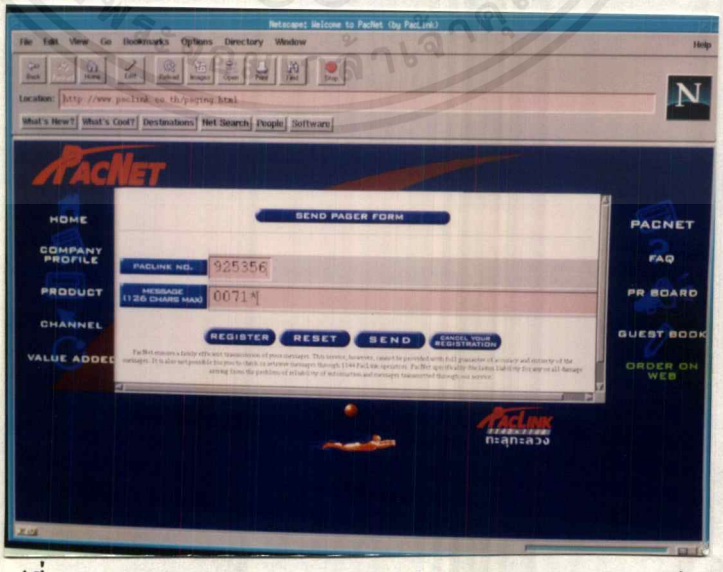
4.3 การทดสอบ การควบคุมระบบภายในรถยนต์ ผ่านบริการทางอินเตอร์เนต

ขั้นตอนการทดลอง

1. ทำการต่อสายส่งสัญญาณ Do และ Ds จากเครื่องวิทยุติดตามตัว ไปเข้ายังเครื่องควบคุมรถยนต์ที่ถูกขโมยโดยใช้เพจเจอร์

รูปที่ 4.2 การต่อสายสัญญาณจากเครื่องวิทยุติดตามตัว

2. ส่งรหัสควบคุมการเปิด ปิดอุปกรณ์ไฟฟ้า ในรถยนต์โดยใช้บริการส่งเพจเจอร์ ทางอินเตอร์เนตซึ่งผู้ที่เป็นเจ้าของรถยนต์สามารถใช้ควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าในรถยนต์ โดยควบคุมผ่านบริการอินเตอร์เนต



รูปที่ 4.3 การส่งรหัสควบคุมระบบผ่านบริการทางอินเตอร์เนต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ในการส่งรหัสควบคุมผ่านอินเตอร์เนต เพจเจอร์ที่ใช้ในระบบนี้ได้ใช้บริการของ Paclink ในการส่งรหัสควบคุมจะมีคำลงท้ายรหัสควบคุม ซึ่งจะมีคำลงท้ายรหัสควบคุม Paclink ต่อท้ายรหัสควบคุมมาด้วย

4. การส่งรหัสควบคุมระบบจะต้องทำการเพิ่มสัญญาณ * ต่อท้ายรหัสควบคุมระบบด้วยเพื่อป้องกันการส่งข้อมูลที่ไม่ได้ตั้งใจหรืออาจเป็นการกลั่นแกล้งของผู้อื่น

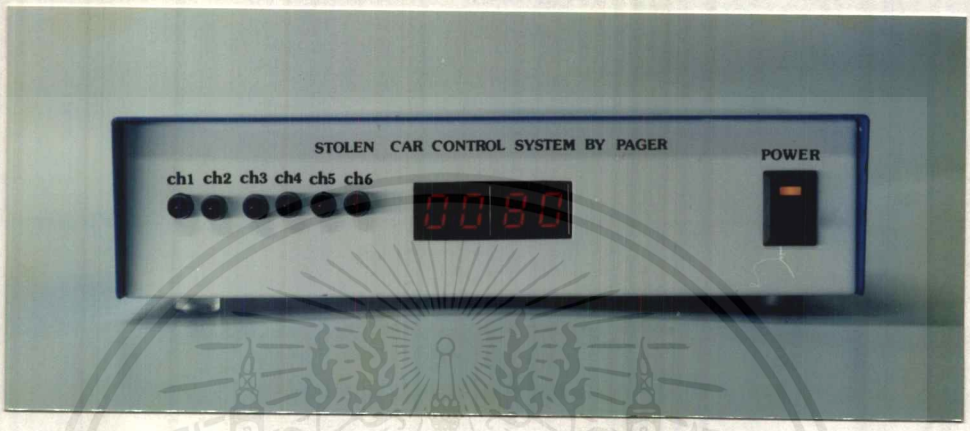
5. ส่งรหัสควบคุมต่างๆ เพื่อทดลองการเปิด-ปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าในรถยนต์ แต่ละช่องโดยเบอร์ของเครื่องเพจเจอร์ คือ เบอร์ 1144 - 925356 ส่วนรหัสในการควบคุมช่องต่างๆ มีดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 รหัสในการควบคุมการทำงานต่างๆ

รหัสควบคุม	สถานะ
0010*	ch1 จะอยู่ในสถานะ OFF
0011*	ch1 จะอยู่ในสถานะ ON
0020*	ch2 จะอยู่ในสถานะ OFF
0021*	ch2 จะอยู่ในสถานะ ON
0030*	ch3 จะอยู่ในสถานะ OFF
0031*	ch3 จะอยู่ในสถานะ ON
0040*	ch4 จะอยู่ในสถานะ OFF
0041*	ch4 จะอยู่ในสถานะ ON
0050*	ch5 จะอยู่ในสถานะ OFF
0051*	ch5 จะอยู่ในสถานะ ON
0060*	วงจรตัดน้ำมันจะทำงาน
0061*	วงจรตัดน้ำมันจะไม่ทำงาน
0070*	วงจรเสียงเตือนภัยไม่ทำงาน
0071*	วงจรเสียงเตือนภัยทำงาน
0080*	สั่งระบบการทำงานOFFทั้งหมด
0081*	สั่งระบบการทำงานONทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. เมื่อทำการส่งรหัสควบคุมระบบมาแล้ว ที่เครื่องติดตามรถยนต์ที่ถูกขโมยจะปรากฏรหัสที่ส่งมาแสดงทางส่วนแสดงผลแบบ 7 ส่วน แล้วยังมีไดโอดเปล่งแสง แสดงให้เห็นด้วยว่าสถานะแต่ละช่องอยู่ในสภาวะเปิดหรือปิด



รูปที่ 4.4 หน้าจอแสดงรหัสในการควบคุมระบบ

7. ทำการทดลองส่งรหัสในการเตือนภัย โดยการส่งรหัส 0071* ในการเปิดสัญญาณเตือนภัยให้ทำงาน ซึ่งสัญญาณเตือนภัยนี้จะเป็นเสียงไซเรนดังสลับกับเสียงพูดเตือนภัย เพื่อแจ้งให้ผู้ที่อยู่ใกล้เคียงบริเวณรถยนต์ได้ยิน

รูปที่ 4.5 การสั่งงานให้สัญญาณเตือนภัยดัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. ทดสอบการตัดน้ำมันโดยการส่งรหัสในการตัดน้ำมัน ซึ่งจะส่งรหัส 0060* เพื่อสั่งให้ระบบตัดไฟโซลินอยด์วาวล์ ทำให้ปิดการจ่ายน้ำมันให้กับเครื่องยนต์

รูปที่ 4.6 การส่งรหัสในการตัดน้ำมันให้กับเครื่องยนต์

4.4 การทดลอง ควบคุมระบบภายในรถยนต์ ผ่านทางโทรศัพท์

ขั้นตอนทดลอง

1. ทำการต่อสายส่งสัญญาณ Do และ Ds จากเครื่องวิทยุติดตามตัวไปเข้ายังเครื่องติดตามรถยนต์ที่ถูกขโมยโดยใช้เพจเจอร์ตามการทดลองที่ 4.3

2. ส่งรหัสควบคุมการเปิดปิด อุปกรณ์ไฟฟ้าในรถยนต์โดยใช้บริการทางโทรศัพท์ ซึ่งผู้ที่เป็นเจ้าของรถยนต์ จะต้องติดต่อกับศูนย์ให้บริการส่งเพจเจอร์ซึ่งจะใช้เบอร์ 1143 - 925356

3. รหัสที่ส่งนั้นจะใช้ตารางที่ 4.1 แต่จะต่างกันตรงที่การทดลองที่ 4.3 นั้นจะมีข้อความ (Pacnet) ต่อท้ายข้อความ แต่ในการส่งรหัสควบคุมระบบผ่านโทรศัพท์นั้นจะไม่มีข้อความดังกล่าวต่อท้าย ซึ่งสามารถควบคุมระบบได้ทั้งสองอย่างและจะต้องส่งเครื่องหมาย * ต่อท้ายรหัสเช่นเดียวกัน แต่การส่งเครื่องหมาย * ทางโทรศัพท์ ข้อความที่รับได้จะเป็น - แทน * ดังนั้นโปรแกรมที่ใช้รับรหัสข้อความจึงทำให้รับทั้ง * และ - ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
บทสรุป ปัญหา แนวทางแก้ไข และพัฒนา

5.1 บทสรุป

การทำปริญญานิพนธ์นี้เป็นการนำเครื่องวิทยุติดตามตัวมาประยุกต์ใช้ในการดึงสัญญาณข่าวสาร (POCSAG) ที่ส่งมาจากภาครับของเครื่องวิทยุติดตามตัว แล้วนำไปถอดรหัสจากสัญญาณข่าวสารให้เป็นรหัสแอสกี้ในการนำไปประมวลผล เพื่อควบคุมการสั่งงานในการตัดน้ำมัน หรือสามารถสั่งงานควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าในรถยนต์ได้ และยังมีส่วนแสดงรหัสที่ใช้ในการควบคุมโดยใช้ไดโอดเปล่งแสงแบบ 7 ส่วน

สำหรับการทำปริญญานิพนธ์สามารถใช้ในการติดตามรถยนต์ที่ถูกขโมยได้ โดยผู้เป็นเจ้าของรถยนต์ติดต่อกับศูนย์บริการเพจเจอร์ให้ส่งรหัสในการตัดน้ำมันสามารถทำการหยุดรถยนต์ที่ถูกขโมยไปได้ และสามารถนำไปพัฒนาในการสั่งงานควบคุมการใช้งานต่างๆ ได้ในอนาคต

5.2 ปัญหา และแนวทางการแก้ปัญหา

ในการทำปริญญานิพนธ์ได้มีปัญหาหลายอย่างเกิดขึ้นในขณะดำเนินงาน ซึ่งปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นนั้น คณะผู้จัดทำได้ทำการแก้ไขปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นมีดังต่อไปนี้

1. ในการจัดทำลายวงจรบนแผ่นวงจรพิมพ์ ของวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ จะมีลายวงจรที่เล็กมาก และใช้ลายวงจรสองหน้า ซึ่งจะต้องทำการเชื่อมรูทรูโฮล จึงทำให้เกิดการผิดพลาดได้ง่าย

2. การออกแบบชุดควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าในรถยนต์ และชุดควบคุมโซลินอยด์วาวล์ จะใช้รีเลย์ในการติดต่อการจ่ายไฟ ซึ่งตอนแรกใช้รีเลย์ขนาดเล็กเกินไป ในขณะที่อุปกรณ์ไฟฟ้าในรถยนต์ และโซลินอยด์วาวล์กินกระแสไฟฟ้ามาก จึงทำให้รีเลย์มีความร้อนมาก

3. การใช้ภาครับของเครื่องวิทยุติดตามตัวยี่ห้อ MOTOROLA นั้น เมื่อนำมาต่อใช้ภายนอกโดยการป้อนไฟให้นั้นไม่สามารถทำงานได้ เนื่องจากภาครับต้องได้รับสัญญาณมาตัดต่อสวิทช์ฟิลเตอร์ของภาครับจากไมโครคอนโทรลเลอร์ของเพจเจอร์ จึงไม่สามารถนำมาใช้ภายนอกเพจเจอร์ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. การต่อวงจรส่วนแสดงผลแบบ 7 ส่วน เมื่อทำการต่อขาข้อมูลจำนวน 7 เส้น ไปเข้ายังส่วนแสดงผลแบบ 7 ส่วน แล้วเขียนโปรแกรมให้แสดงตัวเลข แต่ละตัวเลขที่แสดงมีความสว่างน้อยมาก

5.3 แนวทางการแก้ไข

ในการออกแบบ และการสร้างวงจรที่ใช้ในปริญญานิพนธ์นี้ จะต้องใช้อุปกรณ์ต่างๆ ให้มีค่าเท่ากับวงจรจริง ซึ่งในท้องตลาดอุปกรณ์บางอย่างไม่สามารถหาซื้อได้ และบางอย่างมีราคาที่สูงมากจึงได้มีการแก้ปัญหาต่างๆ ดังนี้

1.ออกแบบลายวงจรบนแผ่นวงจรพิมพ์ ให้มีขนาดใหญ่ขึ้นส่วน รูทรูโฮลได้เพิ่มความประณีตในการบัดกรี การลงอุปกรณ์บนแผ่นวงจรได้เพิ่มความระมัดระวังให้มากขึ้น ซึ่งสามารถแก้ปัญหาการผิดพลาดได้

2.เปลี่ยนขนาดของรีเลย์ที่ใช้ในการจ่ายไฟให้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าในรถยนต์ และโซลินอยด์วาวล์ให้มีขนาดใหญ่ และทนกระแสได้มากขึ้น ซึ่งสามารถแก้ปัญหาการเกิดความร้อนได้

3. ทำการดึงสัญญาณข่าวสาร (POCSAG) จากเครื่องเพจเจอร์โดยต่อสายเข้าไปยังไอซีถอดรหัสสัญญาณข่าวสารให้เป็นรหัสแอสกี้ ซึ่งจะทำการดึงเอาเฉพาะขาข้อมูลเท่านั้น

4. ใช้คริสตอลความถี่ 32.768 กิโลเฮิรตซ์ ซึ่งจะทำให้อัตราความเร็วในการส่งข้อมูลลดลงครึ่งหนึ่งเพิ่มวงจรบัฟเฟอร์โดยใช้ไอซี 74LS32 ในการเป็นบัฟเฟอร์ขับกระแสให้กับส่วนแสดงผลแบบ 7 ส่วน ซึ่งทำให้มีความสว่างมากขึ้น

5.4 แนวทางการพัฒนา

1. สามารถปรับปรุงให้สามารถเตือนเจ้าของรถ ให้ทราบว่ามีการโจรกรรมเกิดขึ้น

2. สามารถใช้เพจเจอร์รุ่นอื่นๆ มาใช้ในระบบป้องกันขโมยรถยนต์โดยใช้เพจเจอร์

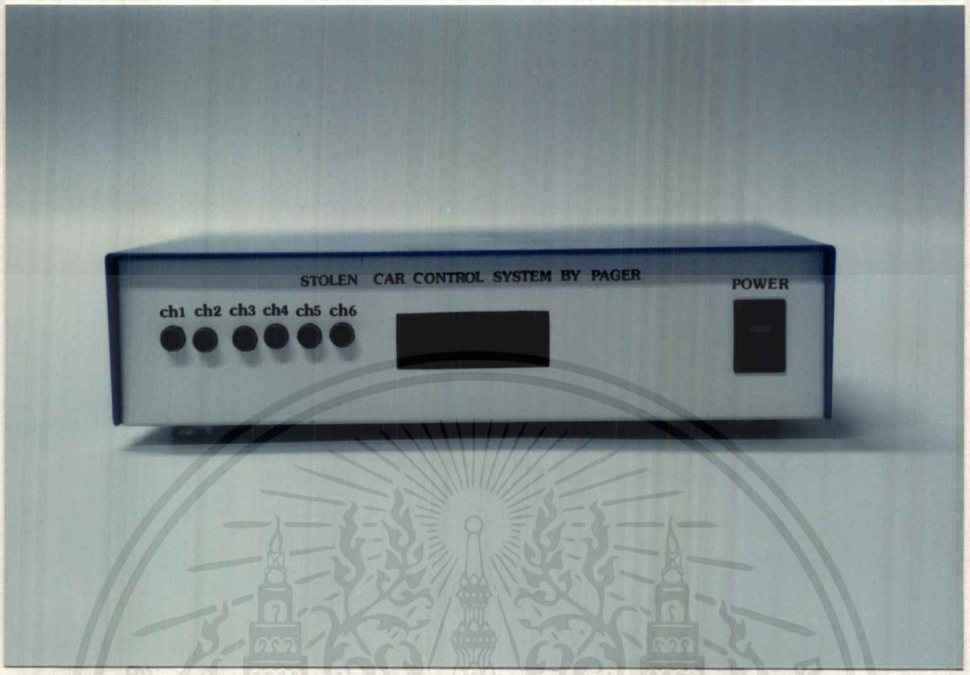
3. สามารถสร้างภาครับเพจเจอร์ขึ้นเอง โดยไม่ต้องใช้เครื่องเพจเจอร์

4.สามารถปรับปรุงระบบป้องกันขโมยรถยนต์ ให้มีความสามารถป้องกันการโจรกรรมรถยนต์โดยอาจใช้ควบคุมระบบไฟฟ้าในรถยนต์ ให้มีความสามารถในการป้องกันเพิ่มขึ้น

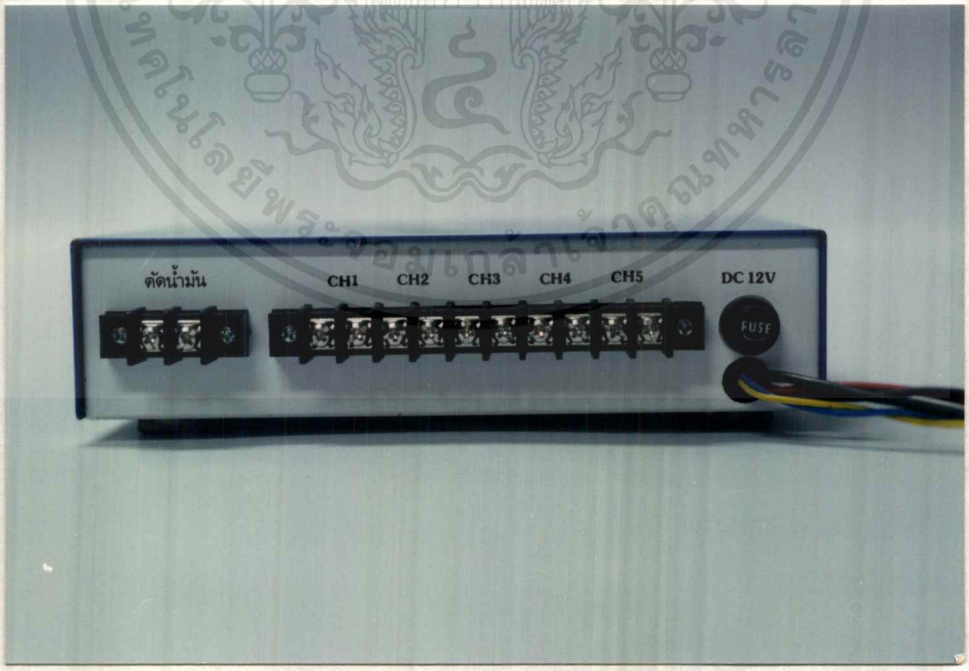
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก
รูปเครื่องต้นแบบของระบบควบคุมรถยนต์ที่ถูกขโมยโดยใช้เพจเจอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

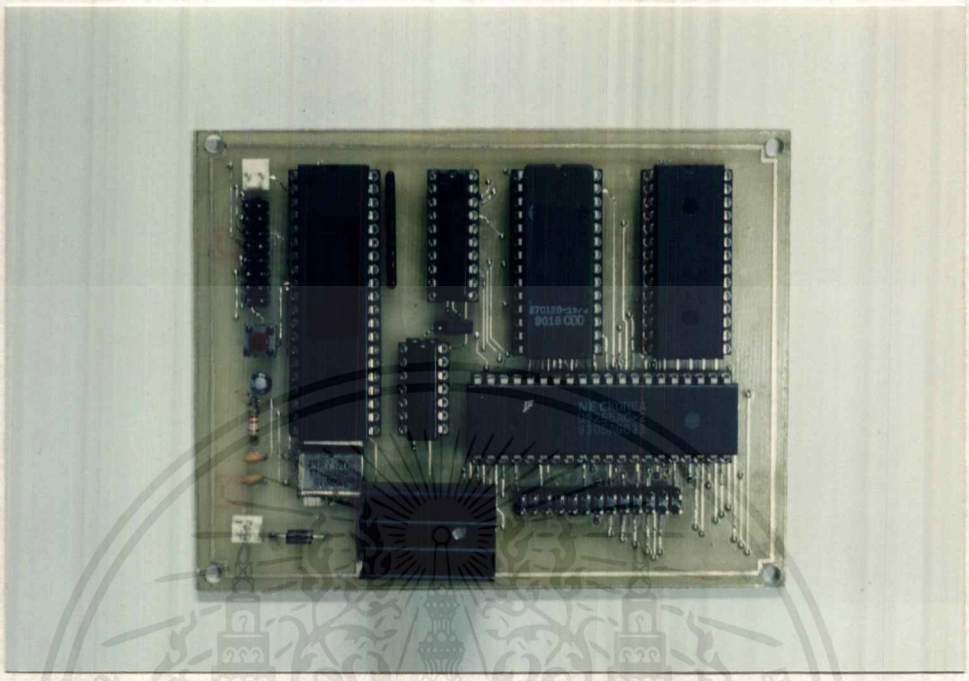


รูปที่ ก.1 เครื่องควบคุมรถยนต์ที่ถูกขโมยโดยใช้เพจเจอร์ (ด้านหน้า)

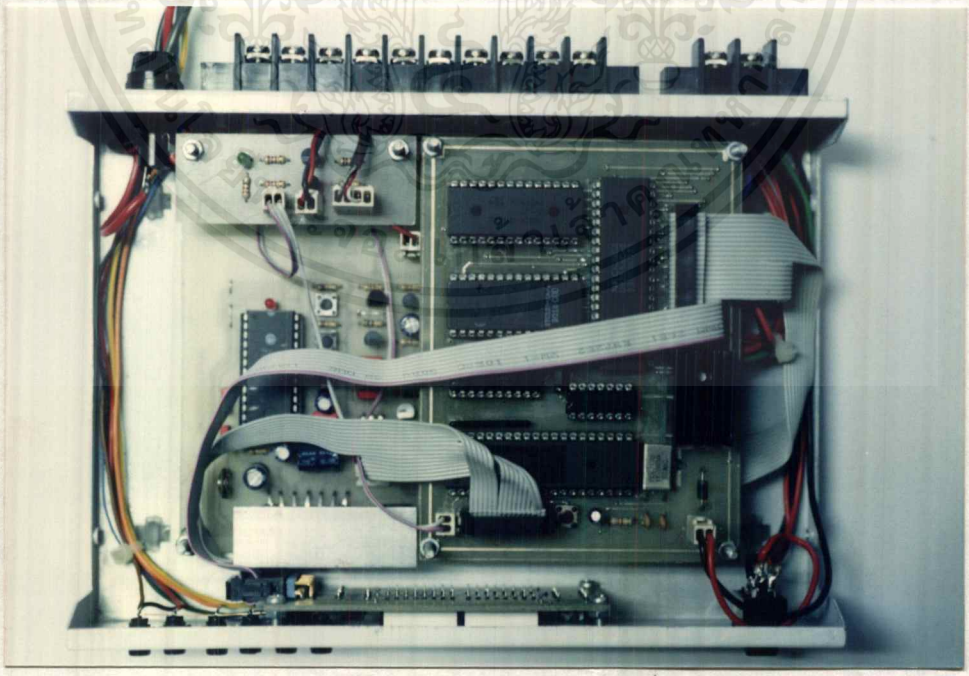


รูปที่ ก.2 เครื่องควบคุมรถยนต์ที่ถูกขโมยโดยใช้เพจเจอร์ (ด้านหลัง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

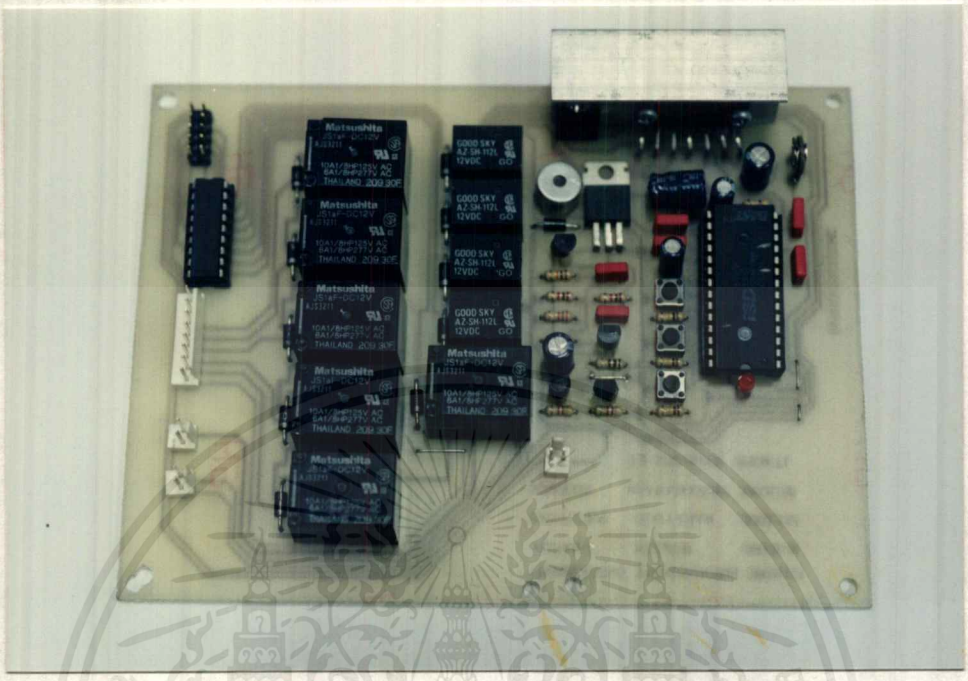


รูปที่ ก.3 วงจรไมโครคอนโทรลเลอร์

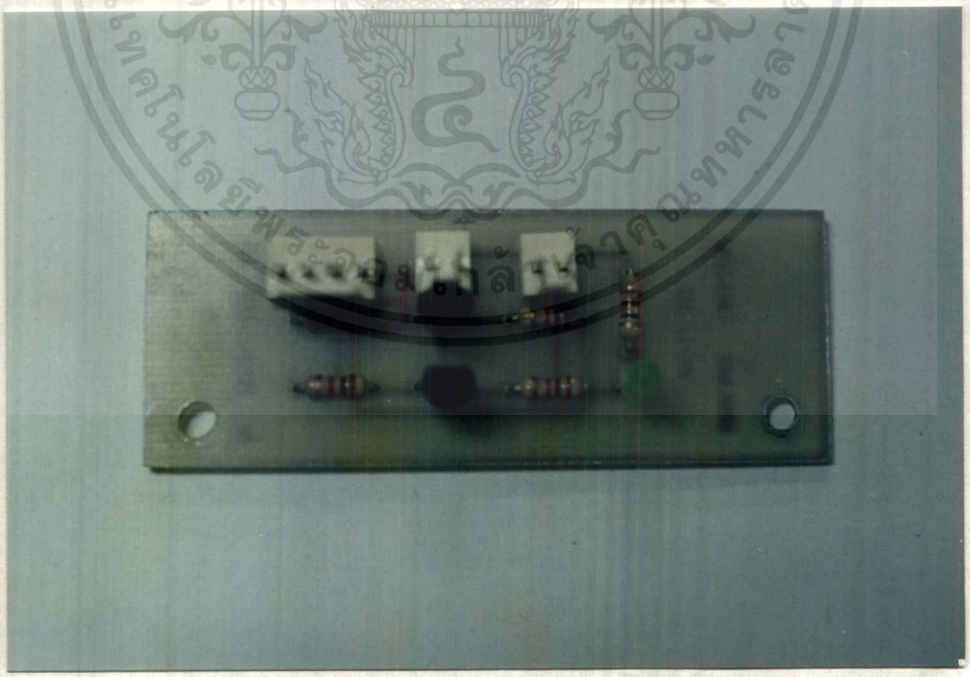


รูปที่ ก.4 รูปการติดตั้งวงจรภายในเครื่องควบคุมรถยนต์ที่ถูกขโมยโดยใช้เพจเจอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

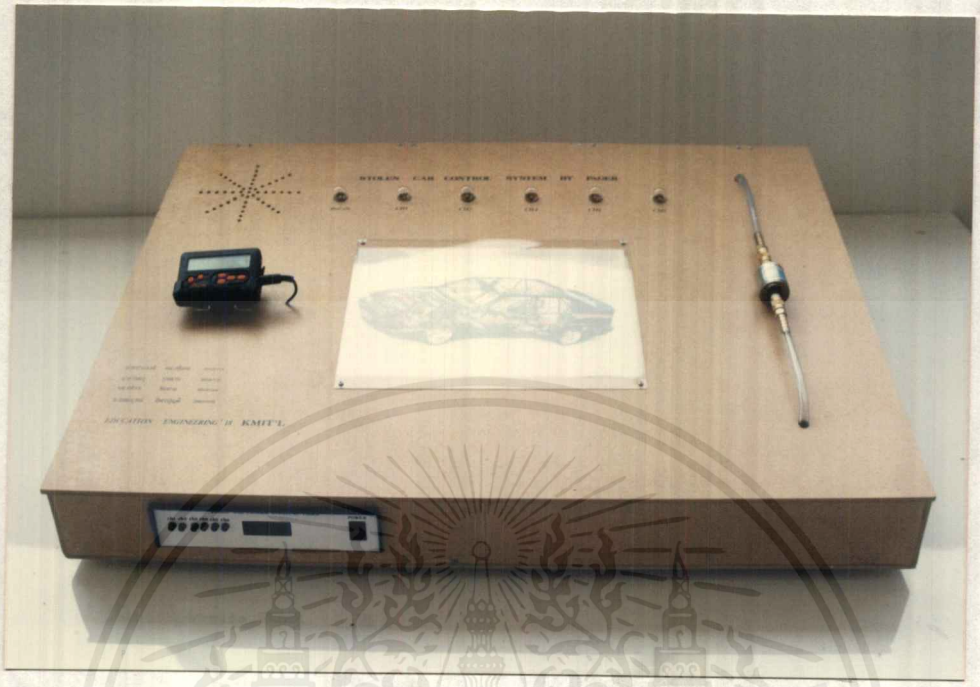


รูปที่ ก.5 วงจรควบคุมเอาต์พุต วงจรเสียงเตือนภัย



รูปที่ ก.6 วงจรบัฟเฟอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



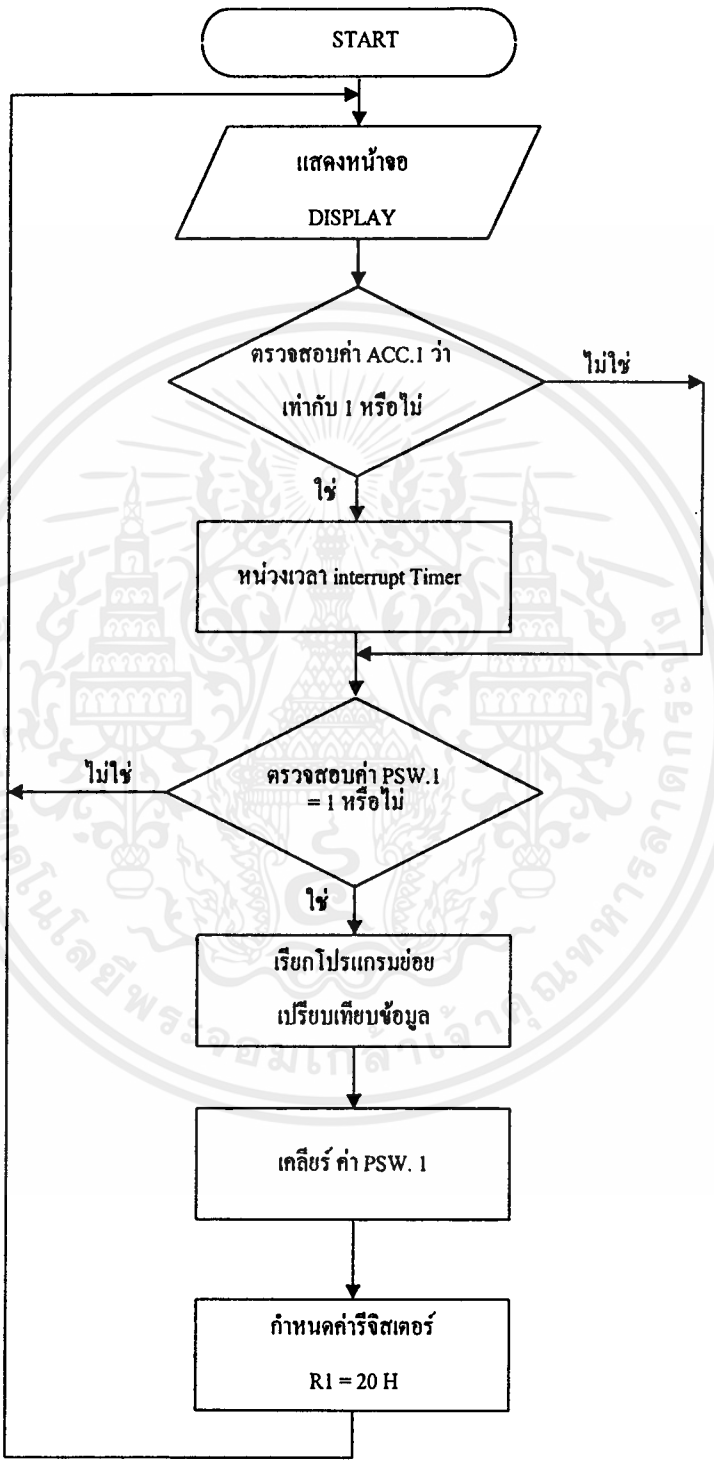
รูปที่ ก.7 รูปการติดตั้งใช้งานเครื่องควบคุมรถยนต์ที่ถูกขโมยโดยใช้เพจเจอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข
ผังการทำงาน และโปรแกรมการทำงาน

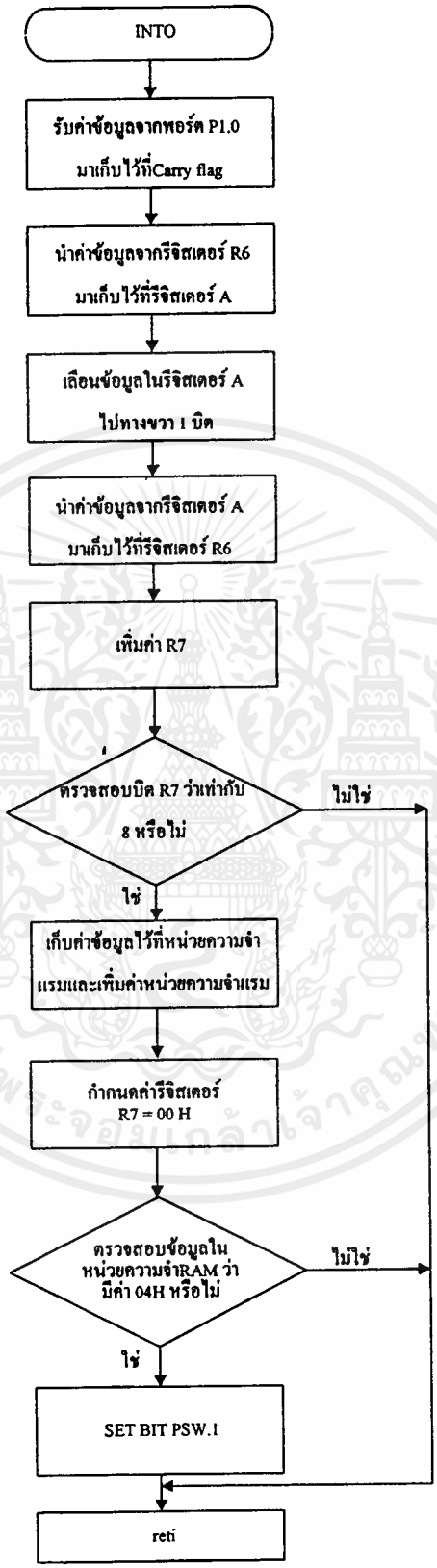
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผังการทำงานของโปรแกรม



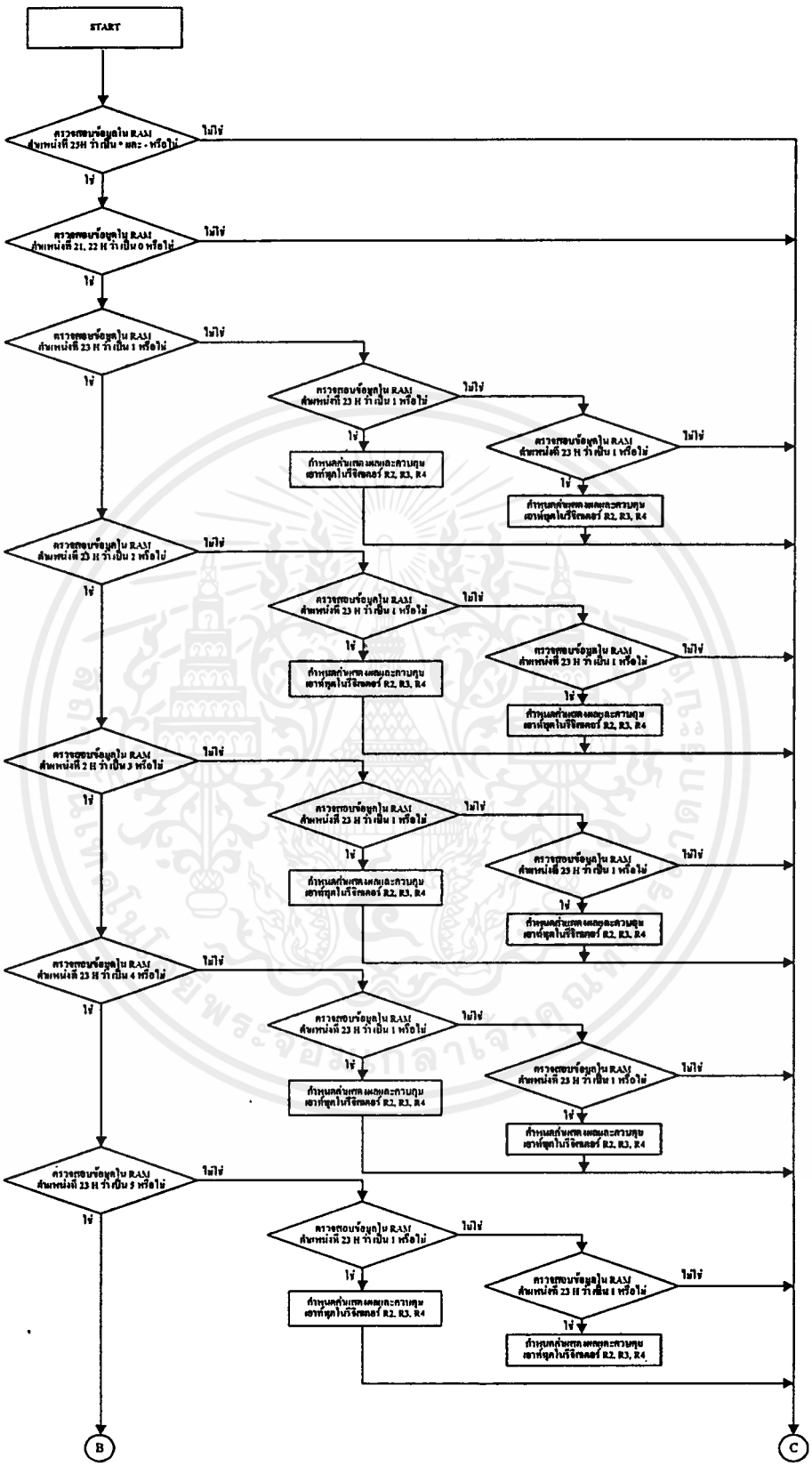
รูปที่ ข.1 แผนผังโปรแกรมการตรวจสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



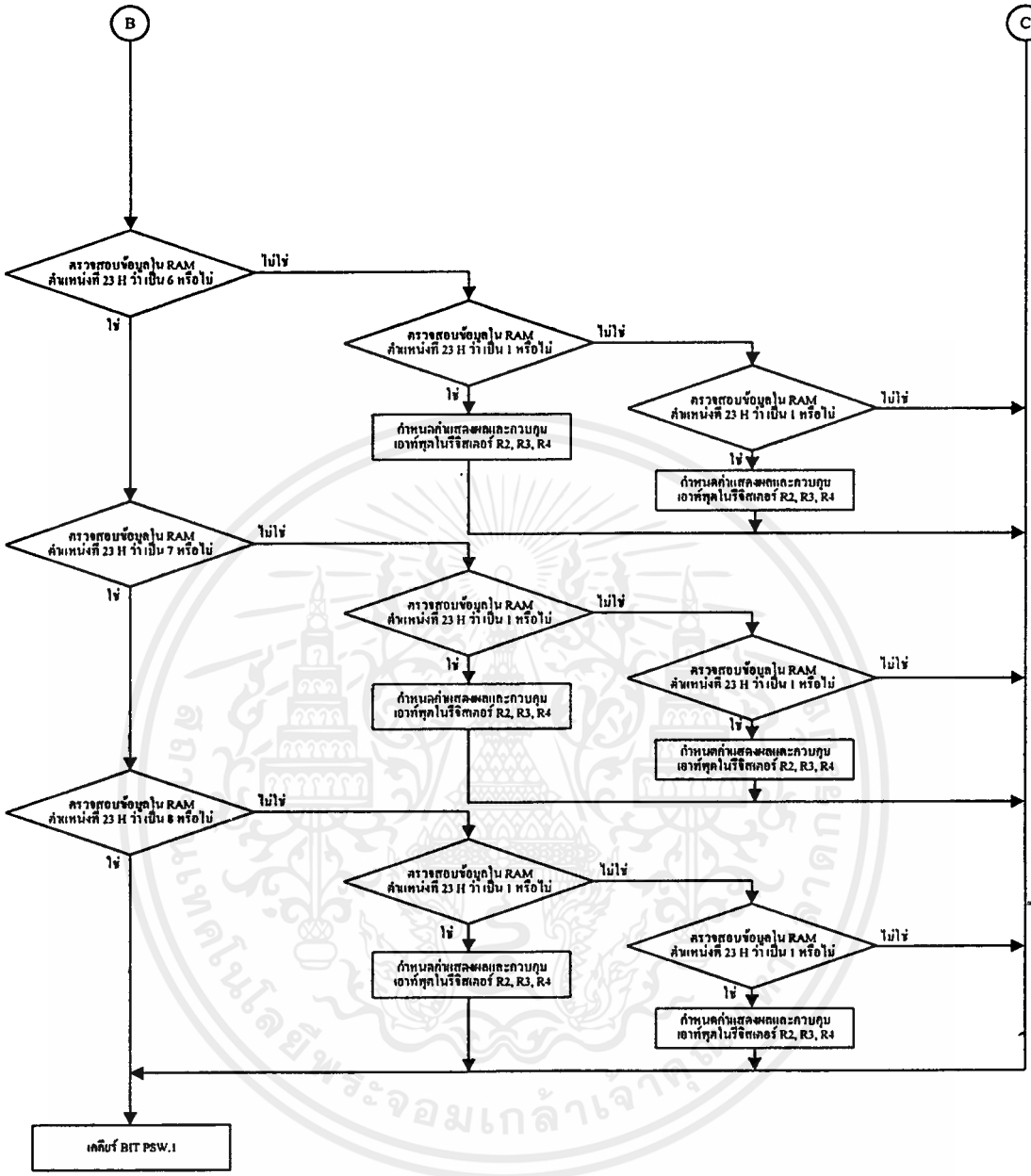
รูปที่ ข.2 แผนผังโปรแกรมการรับข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข .3 แผนผังโปรแกรมการตรวจสอบรหัส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข .3 (ต่อ) แผนผังโปรแกรมการตรวจสอบรหัส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมการทำงาน

```
PORT_A      EQU   8000H
PORT_B      EQU   8001H
PORT_C      EQU   8002H
PORT_CO     EQU   8003H
            ORG   0000H
            AJMP  START
            ORG   0003H
            AJMP  INTER
;=============================================
START:      MOV   R5, #05H
LOOP:       MOV   R6,#00H
LOOP1:      MOV   R7,#00H
            DJNZ  R7,$
            DJNZ  R6,LOOP1
            DJNZ  R5,LOOP
            MOV   P1, #00H          ;CLEAR PORT 1
            MOV   DPTR, #PORT_CO    ;INITIAL 8255
            MOV   A, #80H
            MOVX  @DPTR,A
;============= SET INTERUP ==================
            MOV   IE, #85H          ;SET INTERUP
            SETB  IT0
            CLR   PSW.1
            MOV   TMOD, #1H
            MOV   TH0, #00H
            MOV   TL0, #00H
            MOV   R0, #090H
            MOV   R1, #20H          ;REGISTER KEEP DATA INPUT
            MOV   R2, #3FH          ;REGISTER DISPLAY SEG-1=0
            MOV   R3, #3FH          ;REGISTER DISPLAY SEG-2=0
            MOV   R4, #80H          ;REGISTER CONTROL OUTPUT PORT
            MOV   R5, #00H          ;REGISTER DELAY
            MOV   R7, #00H          ;REGISTER COUNTER DATA 8 BIT
            MOV   R6, #00H          ;REGISTER KEEP DATA FORM I/P
            CLR   C                 ;CLEAR CARY FLAC
            SETB  TR0
;============= DISPLAY SEGMENT 0000 ==========
DISP:       MOV   DPTR, #PORT_A     ;DISPALY SEGMENT 3, 4
            MOV   A, #3FH
            MOVX  @DPTR,A
            CLR   P1.2
            CLR   P1.3
            SETB  P1.4
            SETB  P1.5
            LCALL DELAY
            MOV   A, R3             ;DISPLAY SEGMENT 2
            MOVX  @DPTR,A
            SETB  P1.2
            SETB  P1.3
            CLR   P1.4
            LCALL DELAY
            MOV   A, R2             ;DISPLAY SEGMENT 1
            MOVX  @DPTR, A
            SETB  P1.4
            CLR   P1.5
            LCALL DELAY
            MOV   A, R4             ;CONTROL PORT OUTPUT
            MOV   DPTR, #PORT_C

;************************************************
            JNB   ACC.0, SIREN
            SJMP  SOUND
SIREN:      JNB   ACC.1, GO
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;***************** ALARM SIREN ********************
                JNB     TF0, GO
                CLR     TF0
                CLR     TR0
                DJNZ    R0, LOOP
                MOV     A, R4
                CLR     ACC.1
                SETB    ACC.0
                MOV     R4, A
                MOV     R0, #82H
                SETB    TR0
                SJMP    GO
;***************** ALARM SOUND ********************
SOUND:          JNB     TF0, GO
                CLR     TF0
                CLR     TR0
                DJNZ    R0, LOOP
                MOV     A, R4
                SETB    ACC.1
                CLR     ACC.0
                MOV     R4, A
                SETB    TR0
                MOV     R0, #79H
                SJMP    GO
LOOP:           MOV     TH0, #00H
                MOV     TL0, #00H
                SETB    TR0
GO:             JNB     PSW.1, DISP     ;WAIT INTERUP TO RECIEVE DATA
                 LCALL  COMPARE
                CLR     PSW.1
                CLR     C
                MOV     R1,#20H
                LJMP    DISP
;=================== COMPARE ==========================
COMPARE:        MOV     A, 25H          ;COMPARE DATA  *
                CJNE    A, #00101010B, TES1     ;IF DATA ADD. 25='*' PASS
;======================================================
TES1:           MOV     A,25H
                CJNE    A,#00101101B,EN

                MOV     A, 21H          ;CHECK  DATA ADD.21='0'?
                CJNE    A, #'0',EN      ;0
                MOV     A, 22H          ;CHECK  DATA ADD.22='0'?
                CJNE    A, #'0',EN      ;0
;================ COMPARE COMPARE_1 ==================
                MOV     A, 23H
                CJNE    A, #'1',COM_2   ;COMPARE DATA ASKY 1
                MOV     A, 24H
                CJNE    A, #'1',C1_O    ;SET CONTROL PORT 1
                MOV     R2, #06H        ;REGISTER DISPLAY SEG-1=1
                MOV      R3, #06H       ;REGISTER DISPLAY SEG-2=1
                MOV     A, #00000100B
                ORL     A, R4
                MOV     R4, A
EN:             RET
C1_O:           CJNE    A, #'0',DIS1    ;0
                MOV     R2, #3FH        ;REGISTER DISPLAY SEG-1=0
                MOV     R3, #06H        ;REGISTER DISPLAY SEG-2=1
                MOV     A, #11111011B   ;RESET CONTROL PORT 1
                ANL     A, R4
                MOV     R4, A
DIS1:           RET
;================ COMPARE COMPARE_2 ==================
COM_2:          MOV     A, 23H
                CJNE    A, #'2', COM_3
                MOV     A, 24H
                CJNE    A, #'1', C2_O
                MOV     R2, #06H        ;REGISTER DISPLAY SEG-1=1
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                MOV     R3, #5BH        ;REGISTER DISPLAY SEG-2=2
                MOV     A, #00001000B
                ORL     A, R4
                MOV     R4, A
                RET
C2_O:           CJNE    A, #'0',DIS2
                MOV     R2, #3FH        ;REGISTER DISPLAY SEG-1=0
                MOV     R3, #5BH        ;REGISTER DISPLAY SEG-2=2
                MOV     A, #11110111B
                ANL     A, R4
                MOV     R4, A
DIS2:           RET
;=============== COMPARE COMPARE_3 ===============
COM_3:          MOV     A, 23H
                CJNE    A, # 3', COM_4
                MOV     A, 24H
                CJNE    A, #'1', C3_O
                MOV     R2, #06H        ;REGISTER DISPLAY SEG-1=1
                MOV     R3, #4FH        ;REGISTER DISPLAY SEG-2=3
                MOV     A, #00010000B
                ORL     A, R4
                MOV     R4, A
                RET
C3_O:           CJNE    A, #'0',DIS3
                MOV     R2, #3FH        ;REGISTER DISPLAY SEG-1=0
                MOV     R3, #4FH        ;REGISTER DISPLAY SEG-2=3
                MOV     A, #11101111B
                ANL     A, R4
                MOV     R4, A
DIS3:           RET
;=============== COMPARE COMPARE_4 ===============
COM_4:          MOV     A, 23H
                CJNE    A, #'4', COM_5
                MOV     A, 24H
                CJNE    A, #'1', C4_O
                MOV     R2, #06H        ;REGISTER DISPLAY SEG-1=1
                MOV     R3, #66H        ;REGISTER DISPLAY SEG-2=4
                MOV     A, #00100000B
                ORL     A, R4
                MOV     R4, A
                RET
C4_O:           CJNE    A, #'0', DIS4
                MOV     R2, #3FH        ;REGISTER DISPLAY SEG-1=0
                MOV     R3, #66H        ;REGISTER DISPLAY SEG-2=4
                MOV     A, #11011111B
                ANL     A, R4
                MOV     R4, A
DIS4:           RET
;=============== COMPARE COMPARE_5 ===============
COM_5:          MOV     A, 23H
                CJNE    A, #'5', COM_6  ;CHECK DATA 5
                MOV     A, 24H
                CJNE    A, #'1', C5_O   ;1
                MOV     R2, #06H        ;REGISTER DISPLAY SEG-1=1
                MOV     R3, #6DH        ;REGISTER DISPLAY SEG-2=5
                MOV     A, #01000000B
                ORL     A, R4
                MOV     R4, A
                RET
C5_O:           CJNE    A, #'0', DIS5
                MOV     R2, #3FH        ;REGISTER DISPLAY SEG-1=0
                MOV     R3, #6DH        ;REGISTER DISPLAY SEG-2=5
                MOV     A, #10111111B
                ANL     A, R4
                MOV     R4, A
DIS5:           RET
;=============== COMPARE CO_6 ===============
COM_6:          MOV     A, 23H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                CJNE    A, #'6', COM_7
                MOV     A, 24H
                CJNE    A, #'1', C6_O
                MOV     R2, #06H            ;REGISTER DISPLAY SEG-1=1
                MOV     R3, #7DH            ;REGISTER DISPLAY SEG-2=6
                MOV     A, #10000000B
                ORL     A, R4
                MOV     R4, A
                RET
C6_O:           CJNE    A, #'0', DIS6
                MOV     R2, #3FH            ;REGISTER DISPLAY SEG-1=0
                MOV     R3, #7DH            ;REGISTER DISPLAY SEG-2=6
                MOV     A, #01111111B
                ANL     A, R4
                MOV     R4, A
DIS6:           RET
;=============== COMPARE CO_7 ===============
COM_7:          MOV      A, 23H
                CJNE    A, #'7', COM_8
                MOV     A, 24H
                CJNE    A, #'1', C7_O
                MOV     R2, #06H            ;REGISTER DISPLAY SEG-1=1
                MOV     R3, #07H            ;REGISTER DISPLAY SEG-2=7
                MOV     A, #00000001B
                ORL     A, R4
                MOV     R4, A
                RET
C7_O:           CJNE    A, #'0', DIS7
                MOV     R2, #3FH            ;REGISTER DISPLAY SEG-1=0
                MOV     R3, #07H            ;REGISTER DISPLAY SEG-2=7
                MOV     A, #11111100B
                ANL     A, R4
                MOV     R4, A
DIS7:           RET
;=============== COMPARE CO_8 ===============
COM_8:          MOV     A, 23H
                CJNE    A, #'8', CL
                MOV     A, 24H
                CJNE    A, #'1', C8_O
                MOV     R2, #06H            ;REGISTER DISPLAY SEG-1=1
                MOV     R3, #7FH            ;REGISTER DISPLAY SEG-2=8
                MOV     A, #11111111B
                ORL     A, R4
                MOV     R4, A
                RET
C8_O:           CJNE    A, #'0', CL
                MOV     R2, #3FH            ;REGISTER DISPLAY SEG-1=0
                MOV     R3, #7FH            ;REGISTER DISPLAY SEG-2=8
                MOV     A, #00000000B
                ANL     A, R4
                MOV     R4, A
CL:             RET
;=============== DELAY ===============
DELAY:          MOV     R5, #00H
                DJNZ    R5, $
                RET
;=============== INTERUP ===============
INTER:          MOV     C, P1.0
                MOV     A, R6
                RRC     A
                MOV     R6, A
                INC     R7
;=============== COMPARE AND DISPLAY DATA ===============
AGAIN:          CJNE    R7, #08H, AGA       ;CHECK DATA 8 BIT
                MOV     R7, #00H
                MOV     A, R6
                MOV     @R1, A
                INC     R1
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

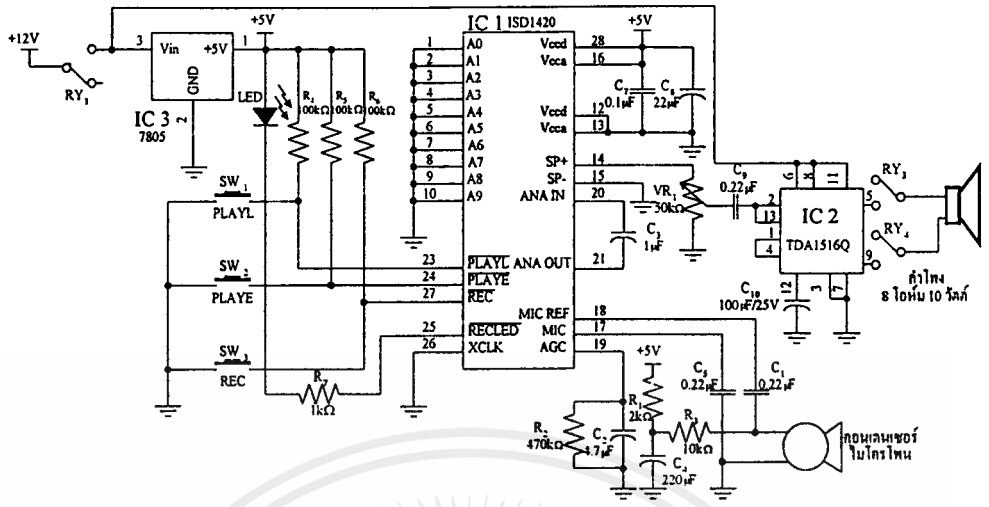
```
        CJNE    A, #04H, AGA    ;CHECK  TERMINATE DATA
        SETB    PSW.1
        MOV     R1, #20H
AGA:    RETI
        END
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

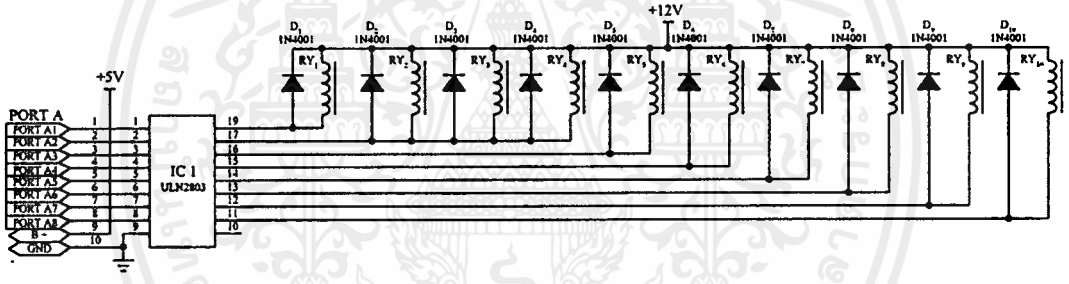
ภาคผนวก ค

วงจร และแผ่นวงจรพิมพ์

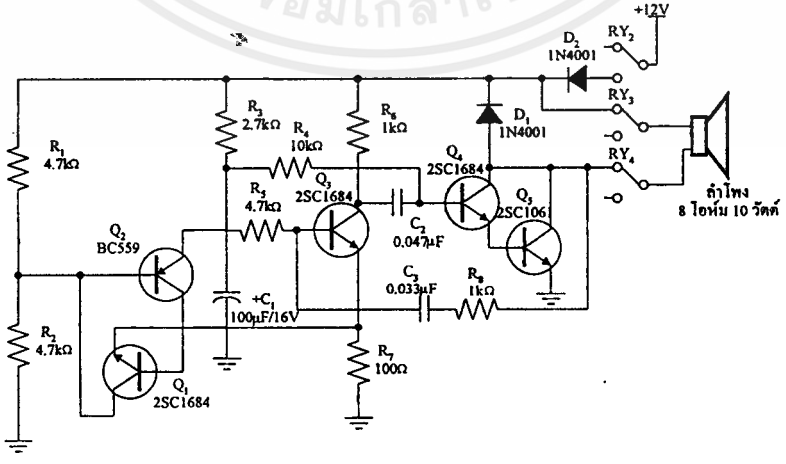
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ค.1 วงจรบันทึกเสียงพูด

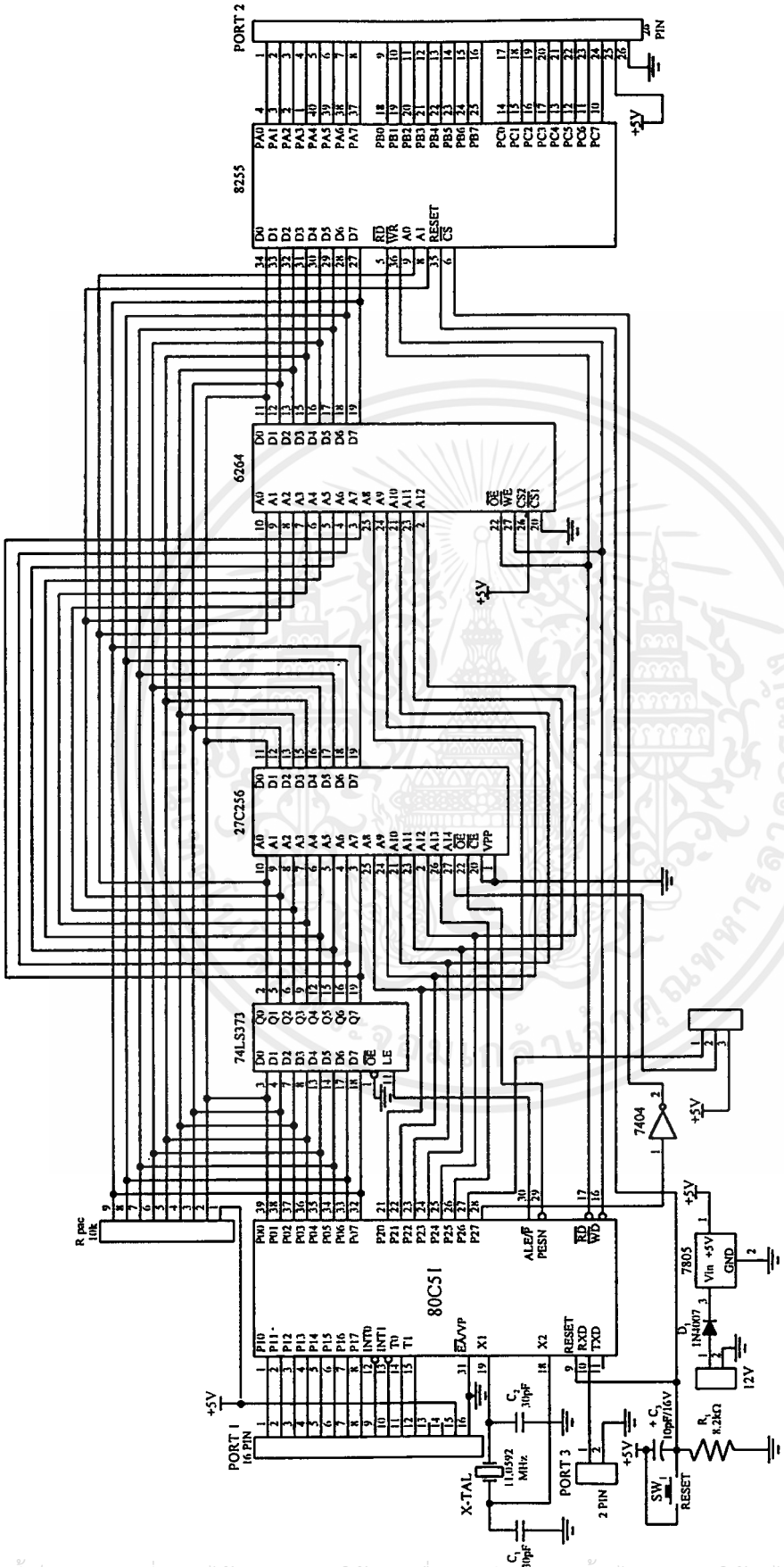


รูปที่ ค.2 วงจรขับรีเลย์



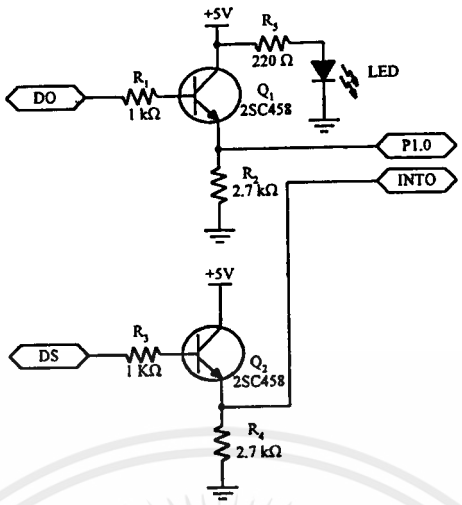
รูปที่ ค.3 วงจรเสียงไซเรน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

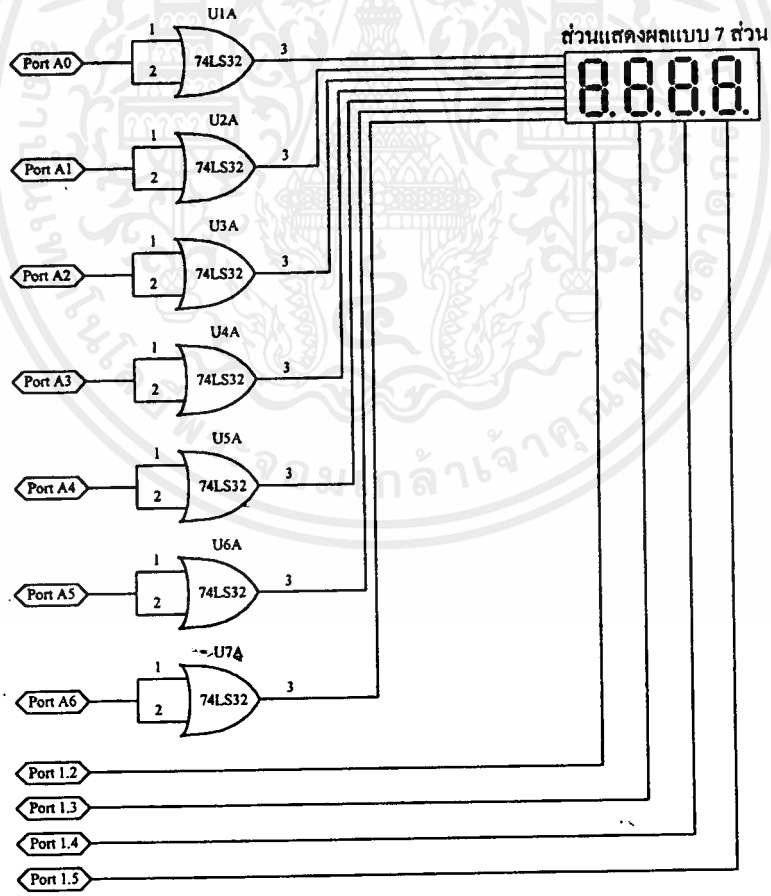


รูปที่ ค.4 วงจรไมโครคอนโทรลเลอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

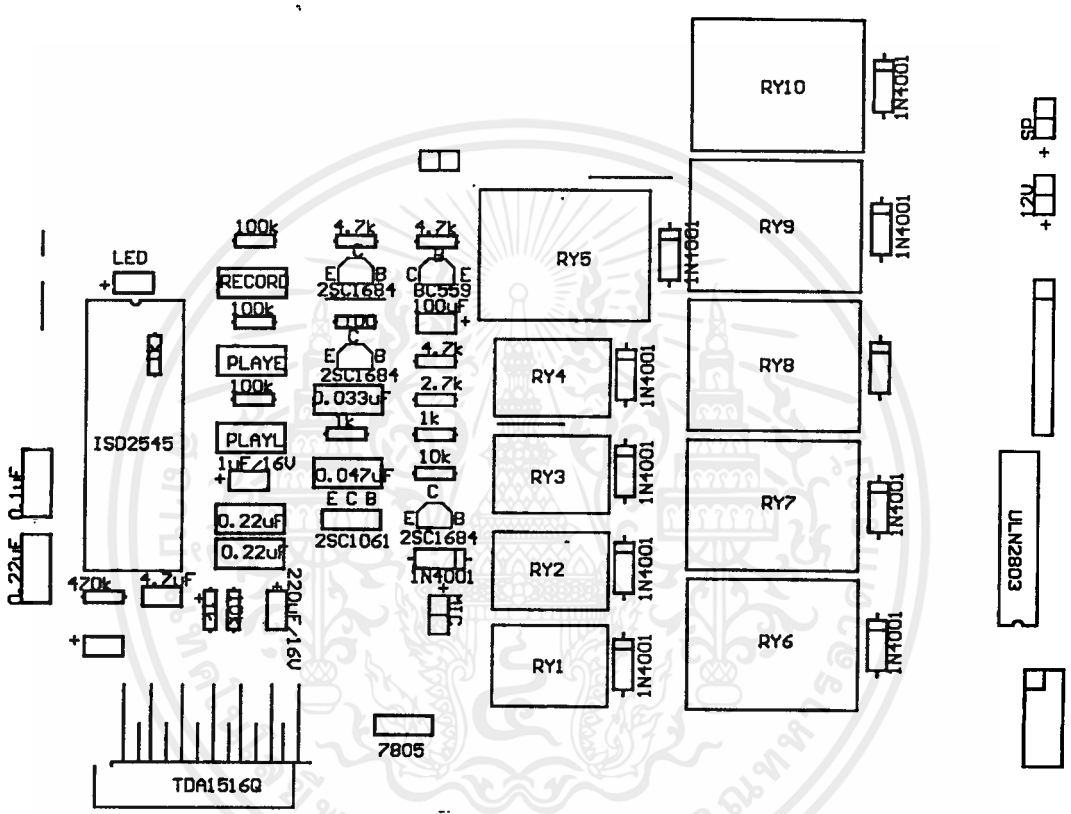


รูปที่ ค.5 วงจรบัฟเฟอร์



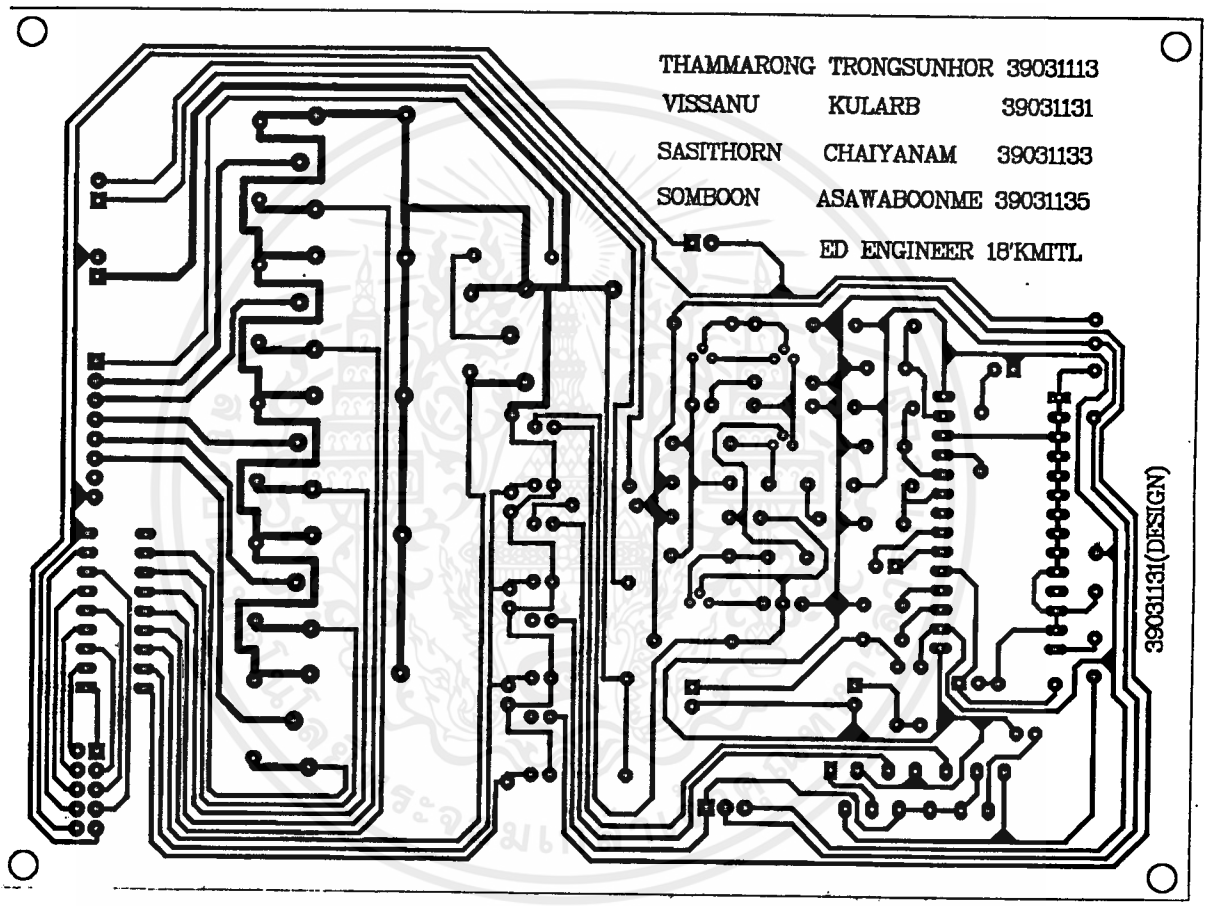
รูปที่ ค.6 วงจรแสดงผลแบบ 7 ส่วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



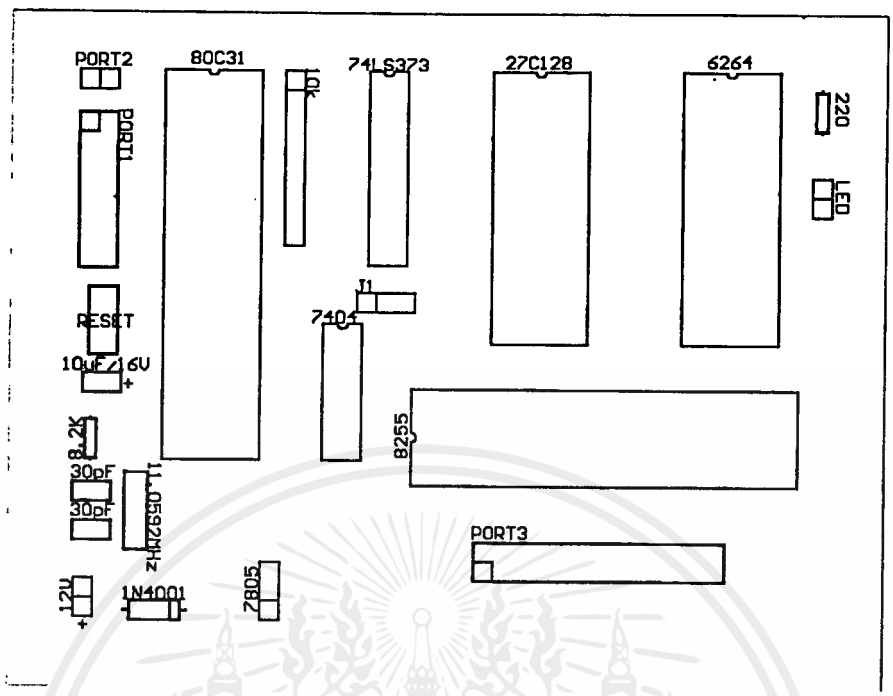
รูปที่ ค.7 การวางอุปกรณ์บนแผ่นวงจรพิมพ์ วงจรบันทึกเสียง, วงจรขับรีเลย์ , วงจรเสียงไซเรน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

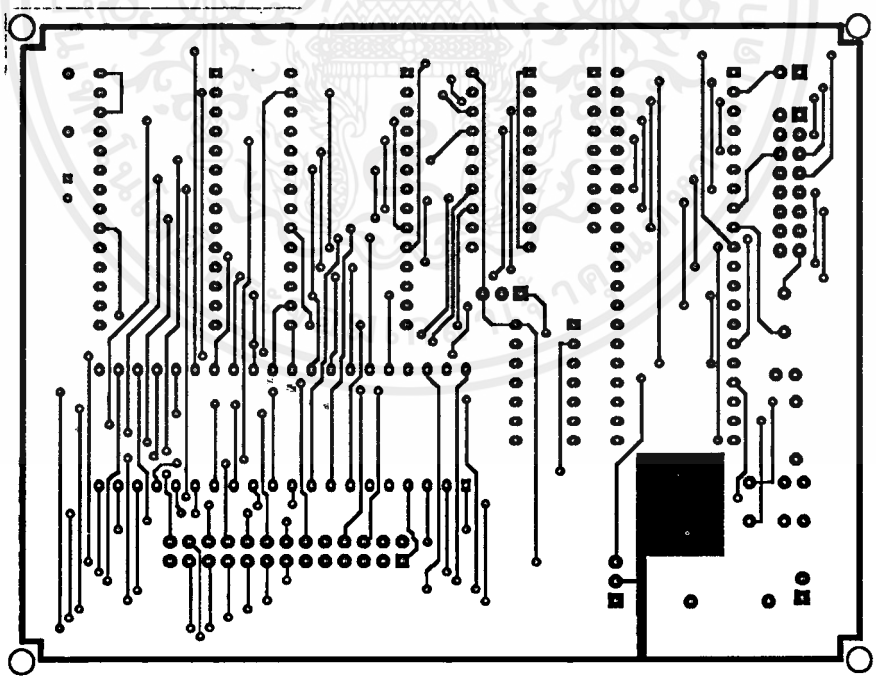


รูปที่ ค.8 ลายวงจรพิมพ์วงจรบีนทึกเสียง, วงจรขับรีเลย์ , วงจรเสียงไซเรน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

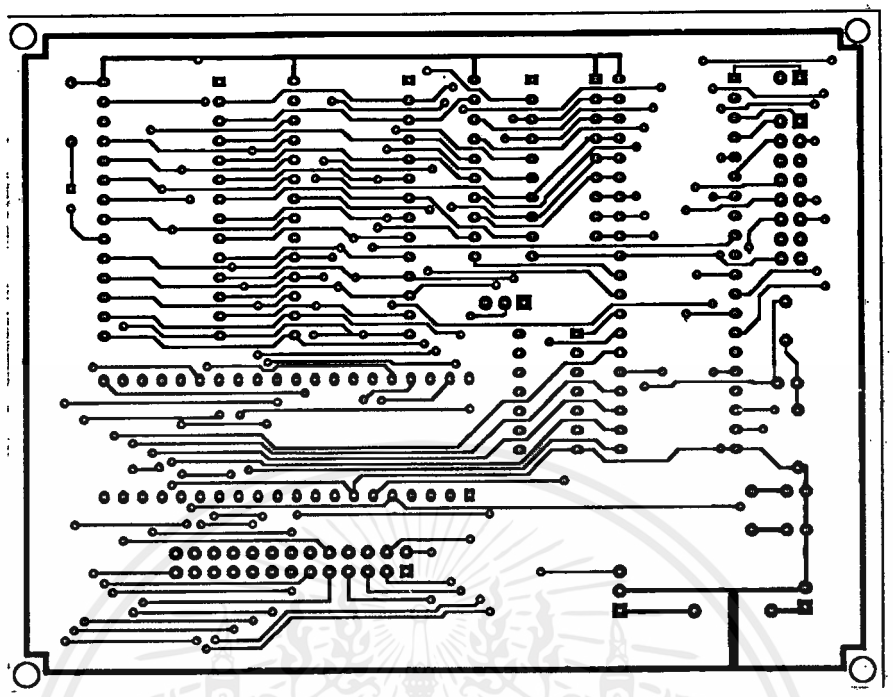


รูปที่ ค.9 การวางอุปกรณ์บนแผ่นวงจรพิมพ์ วงจรไมโครคอนโทรลเลอร์

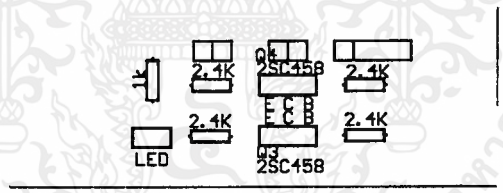


รูปที่ ค.10 ลายวงจรพิมพ์วงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ด้านหน้า

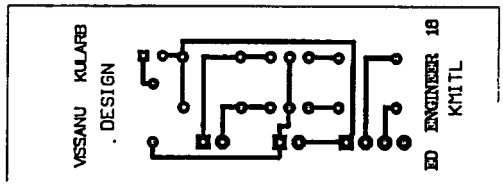
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ค.11 ลายวงจรพิมพ์วงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ด้านหลัง



รูปที่ ค.12 การวางอุปกรณ์บนแผ่นวงจรพิมพ์ วงจรบัฟเฟอร์



รูปที่ ค.13 ลายวงจรพิมพ์วงจรบัฟเฟอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง
คู่มือการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คู่มือการใช้งาน

ระบบควบคุมรถยนต์ที่ถูกขโมยโดยใช้เพจเจอร์

STOLEN CAR CONTROL SYSTEM BY PAGER

ขั้นตอนการใช้งานเครื่อง

1. ทำการต่ออุปกรณ์ต่างๆ ให้เรียบร้อย โดยต่อเครื่องเพจเจอร์เข้ากับชุดระบบควบคุมรถยนต์ที่ถูกขโมยโดยใช้เพจเจอร์ โดยผ่านแจ็ค ซึ่งทำหน้าที่ส่งข้อมูลจากเพจเจอร์แบบอนุกรมไปยังชุดไมโครคอนโทรลเลอร์

2. กดสวิทช์ POWER เพื่อเตรียมพร้อมที่จะรับข้อมูลจากเพจเจอร์

3. เมื่อเครื่องเริ่มต้นทำงาน ที่หน้าจอแสดงผลแบบ 7 ส่วน จะแสดงหมายเลข 0000 ซึ่งแสดงว่าเครื่องพร้อมที่จะทำงานแล้วดังรูปที่ ง.1

รูปที่ ง.1 หน้าจอขณะเปิดเครื่อง

4. ส่งข้อมูลเพื่อควบคุมการทำงานต่างๆ โดยส่งข้อมูลดังตารางที่ ง.1 เมื่อเครื่องรับข้อมูลที่ส่งเข้ามา ถ้าเป็นข้อมูลที่ตรงกับรหัสควบคุม เครื่องจะทำการประมวลผล เช่น ส่งข้อมูล 0011* เครื่องก็จะทำการเปิดช่อง ch1 และแสดงผลที่หน้าจอส่วนแสดงผลแบบ 7 ส่วน เป็น 0011 และเมื่อส่งข้อมูล 0010* เครื่องก็จะทำการปิดช่อง ch1 และแสดงผลที่หน้าจอส่วนแสดงผลแบบ 7 ส่วน เป็น 0010 เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง.1 รหัสในการควบคุมการทำงานต่างๆ

รหัสควบคุม	สถานะ
0010*	ch1 จะอยู่ในสถานะ OFF
0011*	ch1 จะอยู่ในสถานะ ON
0020*	ch2 จะอยู่ในสถานะ OFF
0021*	ch2 จะอยู่ในสถานะ ON
0030*	ch3 จะอยู่ในสถานะ OFF
0031*	ch3 จะอยู่ในสถานะ ON
0040*	ch4 จะอยู่ในสถานะ OFF
0041*	ch4 จะอยู่ในสถานะ ON
0050*	ch5 จะอยู่ในสถานะ OFF
0051*	ch5 จะอยู่ในสถานะ ON
0060*	วงจรตัดน้ำมันจะทำงาน
0061*	วงจรตัดน้ำมันจะไม่ทำงาน
0070*	วงจรเสียงเตือนภัยไม่ทำงาน
0071*	วงจรเสียงเตือนภัยทำงาน
0080*	สั่งระบบการทำงานOFFทั้งหมด
0081*	สั่งระบบการทำงานONทั้งหมด

5. เมื่อพบว่ารถยนต์สูญหาย เจ้าของรถสามารถที่จะส่งรหัส 0071* โดยโทรศัพท์ไปที่หมายเลข 1143 เรียก 925356 หรือทางอินเตอร์เนท ที่ http://www.paclink.co.th ระบบป้องกันจะทำการส่งเสียงสัญญาณเตือนภัยดังออกมาเพื่อให้ผู้ที่โจรกรรมรถยนต์ไปนั้นหยุดรถ

6. เมื่อทำการสั่งเสียงสัญญาณเตือนภัยให้ดังออกมาหลังจากนั้นเจ้าของรถก็จะต้องทำการสั่งให้ระบบตัดวงจรจ่ายน้ำมันทำงานโดยทำการส่งรหัส 0060* ก็จะทำการตัดน้ำมันทำให้รถที่ถูกขโมยไปนั้นหยุดได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ
รายการอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายการอุปกรณ์

วงจรไซเรน

1. R 4.7 KΩ	3	ตัว
2. R 2.7 KΩ	1	ตัว
3. R 1 KΩ	2	ตัว
4. R 100 Ω	1	ตัว
5. R 10 KΩ	1	ตัว
6. TRANSISTOR 2SC1684	3	ตัว
7. TRANSISTOR 2SC1061	1	ตัว
8. TRANSISTOR BC 559	1	ตัว
9. DIODE 1N4001	2	ตัว
10. C 100 μF 16 V	1	ตัว
11. C 0.047 μF	1	ตัว
12. C 0.033 μF	1	ตัว

วงจรบันทึกเสียงพูด

1. R 100 KΩ	3	ตัว
2. R 1 KΩ	1	ตัว
3. R 10 KΩ	1	ตัว
4. R 2 KΩ	1	ตัว
5. R 470 KΩ	1	ตัว
6. VR 50 KΩ	1	ตัว
7. C 1 μF	2	ตัว
8. C 4.7 μF	1	ตัว
9. C 22 μF	1	ตัว
10.C 0.22 μF	1	ตัว
11.C 100 μF 25 V	1	ตัว
12.คอนเดนเซอร์ไมโครโฟน	1	ตัว
13.IC ISD 1420	1	ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

14.IC TDA 1516Q	1	ตัว
15. สวิตช์	3	ตัว
วงจรคอนโทรลเลอร์		
1. R 8.2 KΩ	1	ตัว
2. R PAC 10 KΩ	1	ตัว
3. C 30 pF	2	ตัว
4. C 10 μF 16 V	1	ตัว
5. DIODE 1N4007	1	ตัว
6. สวิตช์	1	ตัว
7. X-TAL 11.0592 MHz	1	ตัว
8. IC 8951	1	ตัว
9. IC 74LS373	1	ตัว
10. IC 74LS04	1	ตัว
11. IC 27C256	1	ตัว
12. IC 6264	1	ตัว
13. IC 8255	1	ตัว
วงจรบัฟเฟอร์		
1. R 1 KΩ	2	ตัว
2. R 1.5 KΩ	2	ตัว
3. R 220 Ω	1	ตัว
4. TRANSISTOR 2SC458	1	ตัว
ส่วนประกอบอื่นๆ		
1. กล่อง	1	กล่อง
2. สวิตช์ Power	1	ตัว
3. ขั้วต่อสาย AC	7	คู่สาย
4. connector 2 ขา	1	ตัว
5. connector 3 ขา	1	ตัว
6. connector 16 ขา	1	ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. connector 26 ขา	1	ตัว
8. ส่วนแสดงผลแบบ 7 ส่วน	2	ตัว
9. เครื่องเพจเจอร์	1	เครื่อง
11. โซลินอยด์วาวล์	1	ตัว
10. สายแพร		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ฉ

รายละเอียด และคุณสมบัติของอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DATA SHEET[109]

PCF5001
POCSAG Paging Decoder

Product specification
Supersedes data of 1995 Apr 27
File under Integrated Circuits, IC17

1997 Mar 04

Philips
Semiconductors

PHILIPS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CONTENTS

1 FEATURES
2 APPLICATIONS
3 GENERAL DESCRIPTION
4 ORDERING INFORMATION
5 BLOCK DIAGRAMS
6 PINNING
7 FUNCTIONAL DESCRIPTION
7.1 The PCF5001 supports two basic modes of operation
7.2 The POCSAG paging code
7.3 Modes and states of the decoder
7.4 Decoding of the POCSAG data stream
7.5 Generation of output signals
7.6 Alerter
7.7 Silent call storage and Repeat mode
7.8 Duplicate Call Suppression
7.9 LED indicator
7.10 Vibrator output
7.11 Start-up alert
7.12 Serial communication interface
7.13 Message data transfer
7.14 Call Data output on LED
7.15 Serial communication call data format
7.16 Data conversion
7.17 Memory Organization
7.18 Description of the Special Programmed Function (SPF) bits
7.19 EEPROM Write operation
7.20 EEPROM Read operation
7.21 Read-back operation via Microcontroller Interface
7.22 Voltage converter
7.23 Test modes of the decoder
7.23.1 Board test mode
7.23.2 Pager Test Mode (Type Approval Mode)
8 LIMITING VALUES
9 DC CHARACTERISTICS
10 DC CHARACTERISTICS (WITH VOLTAGE CONVERTER)
11 AC CHARACTERISTICS
12 TIMING CHARACTERISTICS
13 PROGRAMMING CHARACTERISTICS
14 APPLICATION INFORMATION
15 PACKAGE OUTLINES
16 SOLDERING
16.1 Introduction
16.2 Reflow soldering
16.3 Wave soldering
16.3.1 LQFP
16.3.2 SO
16.3.3 Method (LQFP and SO)
16.4 Repairing soldered joints
17 DEFINITIONS
18 LIFE SUPPORT APPLICATIONS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

POCSAG Paging Decoder PCF5001

1 FEATURES

- Wide operating supply voltage range (1.5 to 6.0 V)
- Extended temperature range: −40 to +85 °C (between −40 to −10 °C, minimum supply voltage restricted to 1.8 V)
- Very low supply current (60 µA typ. with 76.8 kHz crystal)
- *"CCIR radio paging Code No 1"* (POCSAG) compatible
- Programmable call termination conditions
- 512 and 1200 bits/s data rates (2400 bits/s with some restrictions), see Section 7.4
- Improved ACCESS® synchronization algorithm
- Supports 4 user addresses (RICs) in two independent frames
- Eight different alert cadences
- Directly drives magnetic or piezo ceramic beeper
- High level alert requires only a single external transistor
- Optional vibrator type alerting
- Silent call storage, up to eight different calls
- Repeat alarm facility
- Programmable duplicate call suppression
- Interfaces directly to UAA2050T, UAA2080 and UAA2082 digital paging receivers
- Programmable receiver power control for battery economy
- On-chip non-volatile EEPROM storage
- On-chip voltage converter with improved drive capability
- Serial microcontroller interface for display pager applications
- Optional visual indication of received call data using a modified RS232 format
- Level shifted microcontroller interface signals
- Alert on low battery
- Optional out-of-range indication.

2 APPLICATIONS

- Alert-only pagers, display pagers
- Telepoint
- Telemetry/data receivers.

3 GENERAL DESCRIPTION

The PCF5001 is a fully integrated low-power decoder and pager controller. It decodes the CCIR radio paging Code No.1 (POCSAG-Code) at 512 and 1200 bits/s data rates. The PCF5001 is fabricated in SACMOS technology to ensure low power consumption at low supply voltages.

4 ORDERING INFORMATION

TYPE NUMBER	PACKAGE		
	NAME	DESCRIPTION	VERSION
PCF5001T	SO28	plastic small outline package; 28 leads; body width 7.5 mm	SOT136-1
PCF5001H	LQFP32[1]	plastic low profile quad flat package; 32 leads; body 7 × 7 × 1.4 mm	SOT358-1

Note

1. When using IR reflow soldering it is recommended that the Drypack instructions in the *"Quality Reference Handbook"* (order number 9397 750 00192) are followed.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5 BLOCK DIAGRAMS

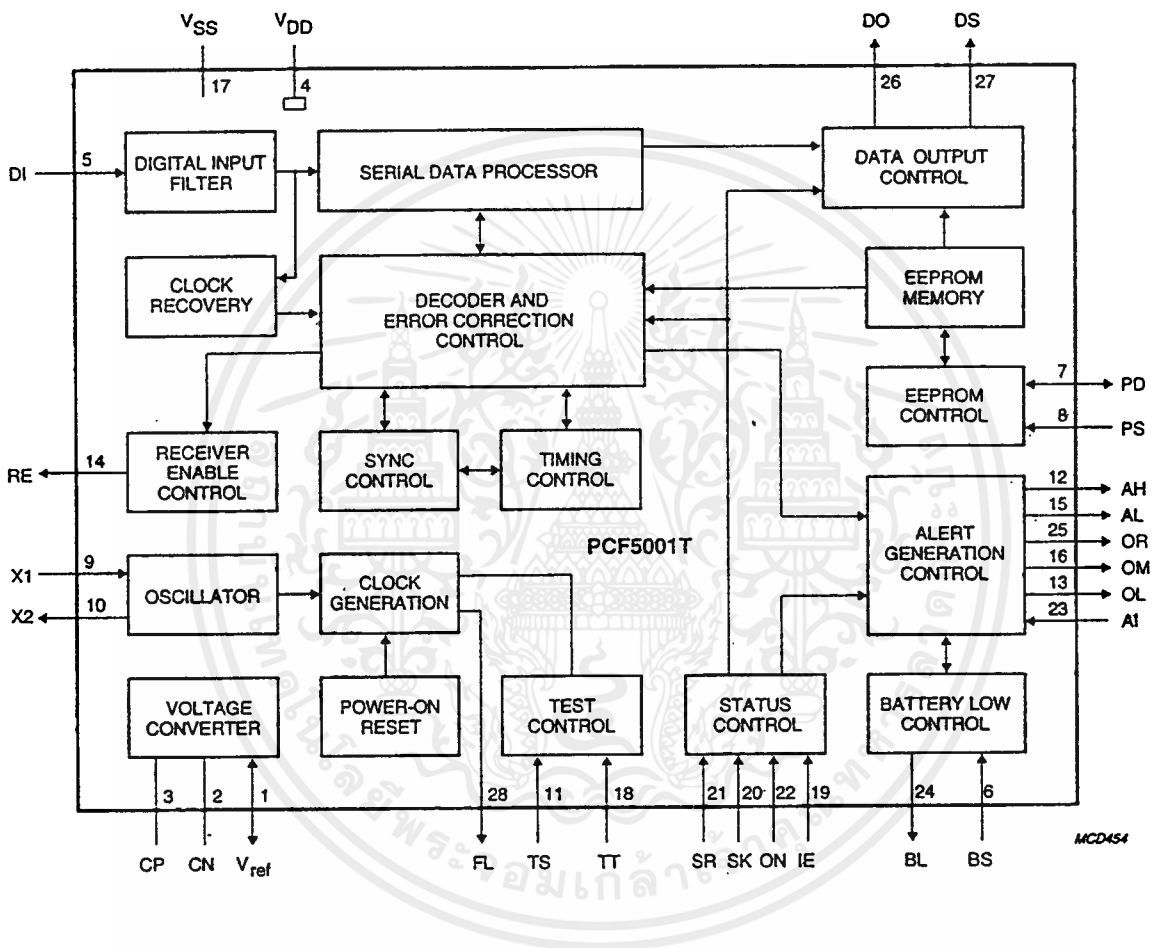


Fig.1 Block diagram (SO28; SOT136-1).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

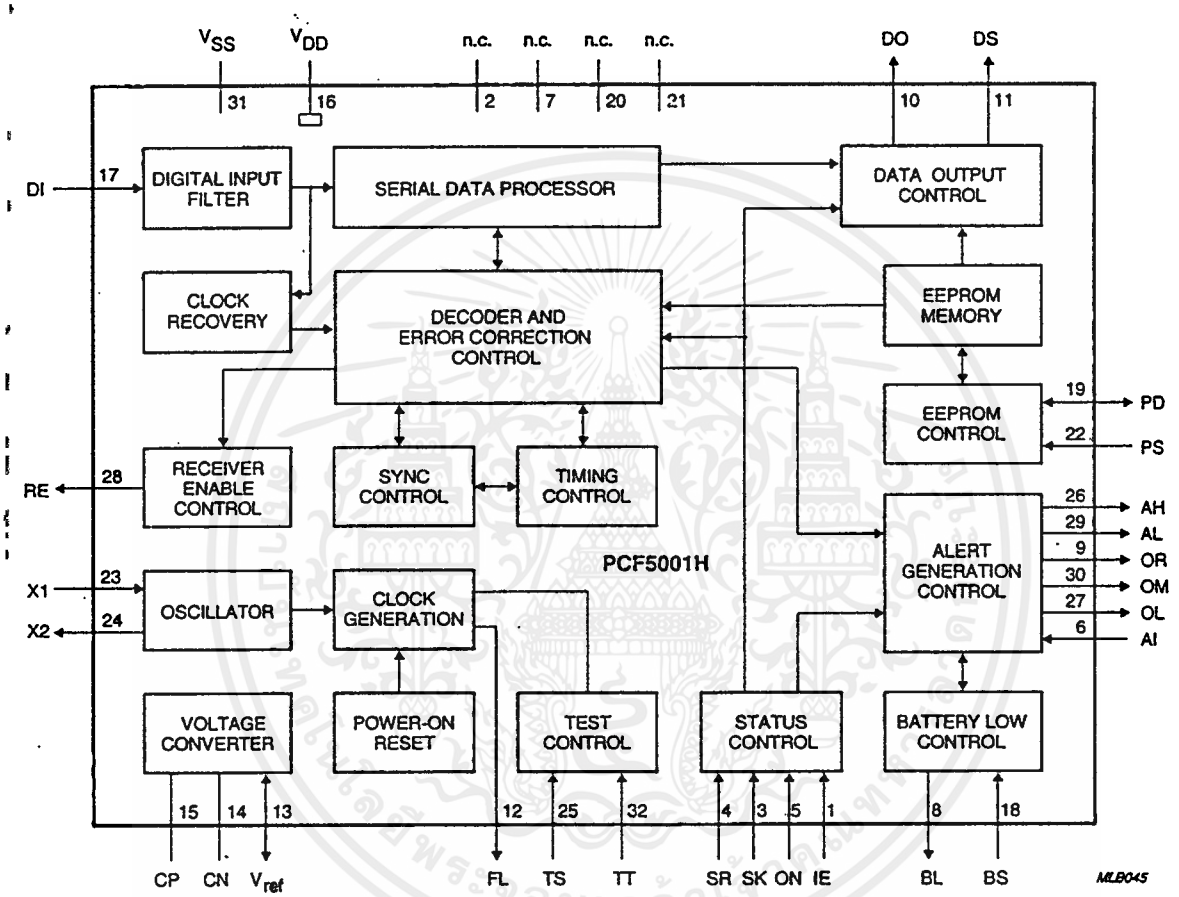


Fig.2 Block diagram (LQFP32; SOT358-1).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6 PINNING

SYMBOL	PIN		DESCRIPTION
	PCF5001T (SOT136-1)	PCF5001H (SOT358-1)	
V_{ref}	1	13	Microcontroller interface reference voltage input/output. The LOW level of pins FL, DS, DO, OR, BL, AI, ON, SK, SR and IE is related to the voltage on V_{ref}. May be driven from an external negative voltage source or must be connected to V_{SS}, if pins CN and CP are left open-circuit. When the on-chip voltage converter is used, this pin provides a doubled negative output voltage.
CN	2	14	Voltage converter external shunt capacitance, negative side. Connect the negative side of the shunt capacitor to this pin, if the on-chip voltage converter function is used.
CP	3	15	Voltage converter external shunt capacitor, positive side. Connect the positive side of the shunt capacitor to this pin, if the on-chip voltage converter function is used.
V_{DD}	4	16	Main positive power supply. This pin is common to all supply voltages and is referred to as 0 V (common).
DI	5	17	Serial data input (POCSAG code). The serial data signal train applied to this pin is processed by the decoder. Pulled LOW by an on-chip pull-down when the receiver is disabled (RE = LOW).
BS	6	18	Battery-low indication input. The decoder samples this input during synchronization scan, when it is in ON or SILENT status and the receiver is enabled (RE = HIGH). A battery-low condition is assumed, if the decoder detects four consecutive samples HIGH. An audible battery-low indication is made by the decoder, when operating in ON status. Normally LOW by the operation of an on-chip pull-down.
PD	7	19	EEPROM programming data input and output. Normally HIGH by the operation of an on-chip pull-up. During programming of the on-chip EEPROM, PD is a bidirectional data and control signal.
PS	8	22	EEPROM programming strobe input. Normally LOW by the operation of an on-chip pull-down. During programming of the on-chip EEPROM, PS is a unidirectional control input.
X1	9	23	Crystal oscillator input. Connect a 32768 Hz or 76800 Hz crystal and a biasing resistor between this pin and X2. In addition, provide a load capacitance to V_{DD}, which may also be used for frequency tuning.
X2	10	24	Crystal oscillator output. Return connection for the external crystal and resistor at X1.
TS	11	25	Scan test mode enable input. Always LOW by operation of an on-chip pull-down.
AH	12	26	Alert HIGH-level output. This output can directly drive an external bipolar transistor to control HIGH-level alerting in conjunction with AL, by means of an alerter or beeper.
OL	13	27	LED indication output. This output can directly drive an external bipolar transistor to control the visual alert function by means of an LED. It may also be used for visual indication of received call data during call reception.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SYMBOL	PIN		DESCRIPTION
	PCF5001T (SOT136-1)	PCF5001H (SOT358-1)	
RE	14	28	Receiver enable output. May be used to control the paging receiver power control input, to minimize power consumption. The decoder provides a HIGH-level at this pin, when receiver operation is requested. Each time the decoder does not require any input data at DI the receiver enable output is LOW.
AL	15	29	Alert LOW-level output. Open drain alert output in anti-phase to AH, to provide LOW-level alerting. HIGH-level alerting is generated in conjunction with AH.
OM	16	30	Vibrator output. This output can directly drive an external bipolar transistor to control a vibrator type alerter.
V_{SS}	17	31	Main negative supply voltage.
TT	18	32	Test mode enable input. Always LOW by operation of an on-chip pull-down.
IE	19	1	Interface enable input. While the interface enable input is active HIGH, operation of the ON, SK, SR, AI, BL and OR inputs and outputs is possible. When IE is LOW the inputs do not respond to applied signals and the outputs are made high-impedance. In **alert-only pager** mode the interface enable input does not have any effect on the operation of inputs ON, SK and SR, but IE must be referenced to LOW or HIGH.
SK	20	3	SILENT state control input. The SILENT control input selects the decoder ON status (LOW-level) or SILENT status (HIGH-level), if the ON input is active HIGH. An on-chip pull-up is provided, if the decoder has been programmed for 'alert-only pager' mode, whereby the pull-up is disabled for **display pager** mode. In 'display pager' mode status change is possible if the interface enable input (IE) is HIGH and the status is latched on the falling edge of IE.
SR	21	4	Status request and reset input. A HIGH-going pulse on this input causes (a) status indication cadence to be generated, if the decoder is not alerting or (b) resetting of a call alert, repeated call alert or battery-low alert, if active or (c) triggers the call store re-alert facility, if **repeat** mode is active. In 'display pager' mode operation of SR is possible only if the interface control input is active. Normally LOW by the operation of an on-chip pull-down.
ON	22	5	On/off control input. The on/off control input selects the decoder ON status (HIGH-level) or OFF status (LOW-level). An on-chip pull-up resistor is provided, if the decoder has been programmed for 'alert-only pager' mode, but the pull-up resistor is disabled for 'display pager' mode. In 'display pager' mode, status change is possible if the interface enable input (IE) is HIGH and the status is latched on the falling edge of IE.
AI	23	6	Alarm input. A HIGH-level on this input causes generation of a continuous HIGH-level alert via AH and AL outputs, if the decoder operates in ON status or OFF status. In addition, the LED output is active independent from the decoder status, but in accordance with AI. Pulsing the input may be used to modulate the alert and LED indication. Normally LOW in 'alert-only pager' mode by operation of an on-chip pull-down.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับ [illegible] ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SYMBOL	PIN		DESCRIPTION
	PCF5001T (SOT136-1)	PCF5001H (SOT358-1)	
BL	24	8	Battery-low indication output. If the decoder encounters a battery-low condition a battery-low output latch is set HIGH. The battery-low output latch may be tested for a battery-low condition, whenever the interface enable input (IE) is active (HIGH), otherwise the battery-low output is made high-impedance. The battery-low output latch is reset only, by switching the decoder to OFF status.
OR	25	9	Out-of-range indication output. Whenever the decoder detects an out-of-range condition an out-of-range output latch is set HIGH after expiry of the programmed out-of-range hold-off time selected by means of special programming (SPF06 and SPF07) of the EEPROM. The out-of-range latch may be tested for an out-of-range condition, whenever the interface enable input (IE) is active (HIGH), otherwise the out-of-range output is made high-impedance. The out-of- range output is reset by detection of a valid data transmission or by switching the decoder to OFF status.
DQ	26	10	Serial interface data output. During normal decoder operation, accepted calls and possibly subsequent message data are serially output via this pin in conjunction with the data strobe output (DS). This pin is also used to output the EEPROM contents upon special command, if the decoder is programmed for display pager.
DS	27	11	Serial interface data strobe output. Provides a clock signal for the received call data and EEPROM data appearing at the data output (DO). Each time this output is LOW the data at DO is valid. Additional start and stop conditions allow easy identification of data sequence start and end.
FL	28	12	Frequency reference output. When programmed for 'display pager' mode, this output provides a clock reference with 16384 or 32768 Hz per second, selected by SPF32. See Chapter 7.
n.c.	–	2, 7, 20, 21	Not connected.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

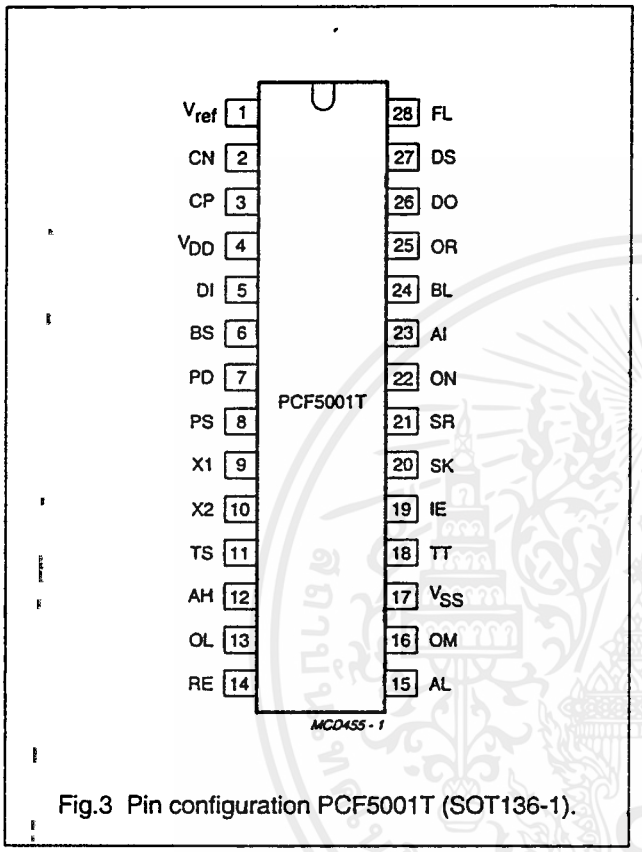


Fig.3 Pin configuration PCF5001T (SOT136-1).

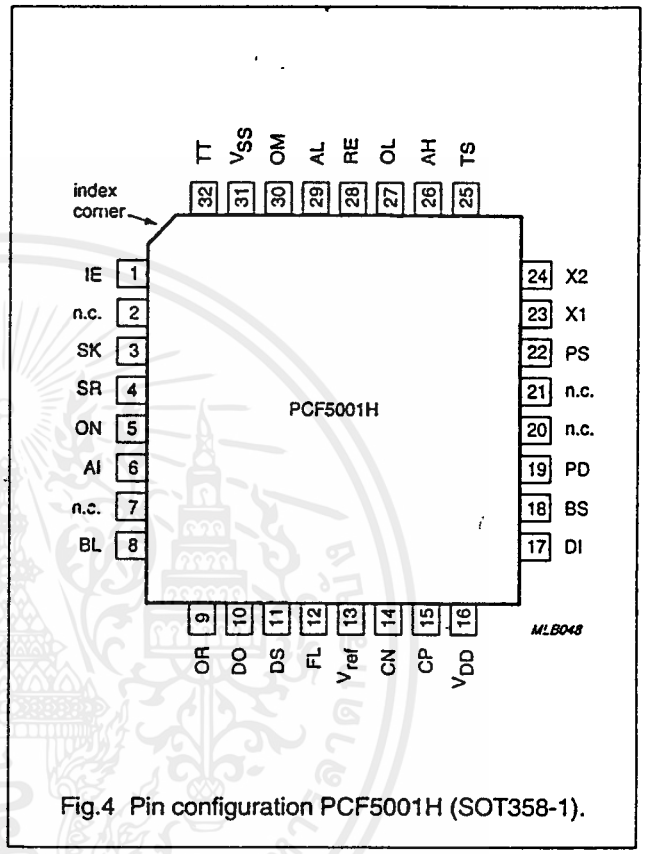


Fig.4 Pin configuration PCF5001H (SOT358-1).

7 FUNCTIONAL DESCRIPTION

The PCF5001 is a very low power Decoder and Pager Controller specifically designed for use in new generation radio pagers. The architecture of the PCF5001 allows for flexible application in a wide variety of radio pager designs.

The PCF5001 is fully compatible with *"CCIR radio paging Code Number 1"* (also known as the POCSAG code) operating at the originally specified 512 bits/s data rate, and also at the newly specified 1200 bits/s data rate (2400 bits/s operation is also possible). The PCF5001 also offers features which extend the basic flexibility and efficiency of this code standard.

7.1 The PCF5001 supports two basic modes of operation

In **alert-only pager** mode only a minimum number of external components are required to build a complete tone-only pager. Selection of operating states ON, OFF or SILENT is achieved using a slider switch interface.

In **display pager** mode the state input logic is switched to a bus interface structure. Received calls and messages are transferred to an external microcontroller via the serial microcontroller interface. A built-in voltage converter with increased drive capabilities can supply doubled supply voltage output, and appropriate logic level shifting on microcontroller interface signals is provided.

Upon reception of valid calls one of eight different call cadences is generated; upon status interrogation status indication tones make the current status of the decoder available to the user.

On-chip non-volatile 114-bit EEPROM storage is provided to hold up to four user addresses, two frame numbers and the programmed decoder configuration.

Synchronization to the input data stream is achieved using the improved ACCESS® algorithm, which allows for data synchronization and re-synchronization without preamble detection while minimizing battery power consumption by receiver power control. One of four error correction algorithms is applied to the received data to optimize the call success rate.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7.2 The POCSAG paging code

A transmission using the *"CCIR Radio paging Code No. 1"* (POCSAG code) is constructed in accordance with the following rules (see Fig.5).

The transmission is started by sending a **preamble**, consisting of at least 576 continuously alternating bits (10101010...). The preamble is followed by an arbitrary number of batch blocks. Only complete batches are transmitted.

Each **batch** comprises 17 codewords of 32 bits each. The first codeword is a synchronization codeword with a fixed pattern. The **sync** word is followed by 8 frames (0 to 7) of 2 codewords each, containing message information. A codeword in a frame can either be an address, message or idle codeword.

Idle codewords also have a fixed pattern and are used to fill empty frames or to separate messages.

Address codewords are identified by an MSB at logic 0 and are coded as shown in Fig.5. A user address or RIC consists of 21 bits. Only the upper 18 bits are encoded in the address codeword (bits 2 to 19). The lower 3 bits designate the frame number (0 to 7) in which the address is transmitted.

Four different call types ('numeric', 'alphanumeric' and two 'alert only' types) can be distinguished. The call type is determined by two function bits in the address codeword (bits 20 and 21).

Alert-only calls consist only of a single address codeword. Numeric and alphanumeric calls have message codewords following the address. A message causes the frame structure to be temporarily suspended. Message codewords are sent until the message is completed, with only the sync words being transmitted in their expected positions.

Message codewords are identified by an MSB at logic 1 and are coded as shown in Fig.5. The message information is stored in a 20-bit field (bits 2 to 21).

The standard data format is determined by the call type: 4 bits per digit for numeric messages and 7 bits per (ASCII) character for alphanumeric messages.

Each codeword is protected against transmission errors by 10 CRC check bits (bits 22 to 31) and an even-parity bit (bit 32). This permits correction of a maximum of 2 random errors or up to 3 errors in a burst of 4 bits (a 4-bit burst error) per codeword.

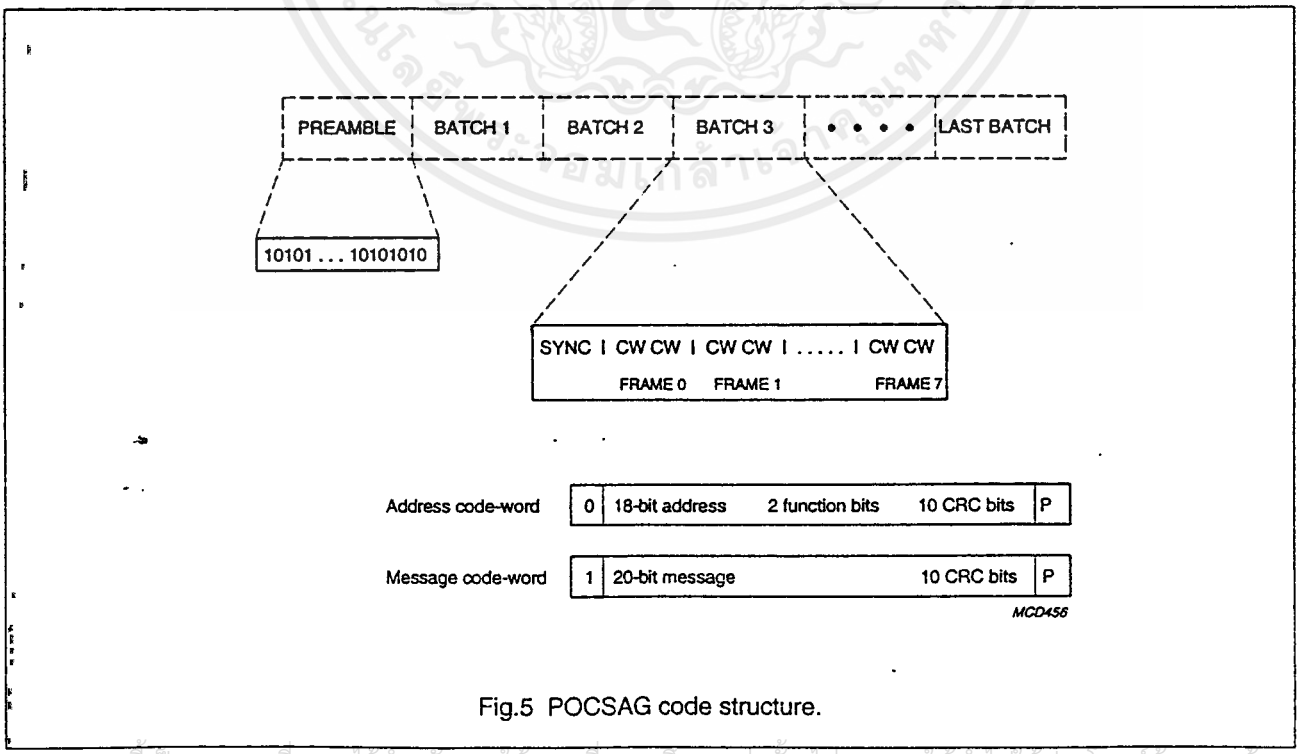


Fig.5 POCSAG code structure.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7.3 Modes and states of the decoder

The PCF5001 supports two basic operating modes:

- 'Alert-only pager' mode
- 'Display pager' mode.

Two further modes, the programming mode and the test mode, are implemented to program and verify the EEPROM contents and to support pager production and approval tests, respectively.

In 'alert-only pager' mode no external microcontroller is required, see Fig.22. A three position slider switch interface is provided to select the internal state of the decoder. The decoder performs regular scanning of the switch inputs to detect a status change. A push-button interface is provided on the SR input, which is used as input for user acknowledgment actions and status interrogation. Upon reception of valid calls, tone alert cadences are generated. A call storage is provided to store calls received while operating in SILENT status and to recall cadences upon 'repeat' mode operation. The voltage doubler and the frequency reference output are disabled in this mode.

In 'display pager' mode the PCF5001 operates as decoder and pager controller in combination with an external microcontroller (see Fig.23). The internal states of the decoder are determined by appropriate logic levels on the status inputs. A bus type interface structure is used to interface the decoder to the microcontroller. The decoder's on-chip voltage converter provides doubled supply voltage output to provide a higher supply voltage to the microcontroller and any additional hardware. The logic levels of the interface's input and output signals are level shifted to allow for direct coupling between microcontroller and the decoder. Upon detection of a valid call, address and message information are transferred to the external microcontroller using the serial microcontroller interface. In addition, appropriate call alert cadences are generated.

If the decoder is in one of the two operating modes, it is always in one of the following three internal states:

- OFF status. This is the power saving, inactive status of the PCF5001. The paging receiver is disabled, no decoding of input data takes place. However, the crystal oscillator is kept running to ensure that scanning of the status inputs/status switch is maintained to allow changing into one of the following two active states.
- ON status. This is the normal active status of the decoder. Incoming calls are compared with the user addresses stored in the internal EEPROM. Upon detection of valid calls, alert cadences and LED indication are generated and data is shifted out at the serial microcontroller interface.
- SILENT status. The SILENT status is the same as the ON status with the exception that valid calls no longer cause generation of call alert cadences. Instead, if programmed as 'alert-only pager', the decoder stores up to eight different calls and generates appropriate alert cadences after the decoder has been put back into the ON status. However, special SILENT override calls will cause generation of alert cadences, if enabled.

The decoder operating status is selected as indicated in Table 1.

When programmed for 'alert-only pager' a switch debounce period is applied to the status inputs. For status change and status interrogation in 'display pager' mode, see Figs 6 and 7.

Table 1 Truth table for decoder operating status

ON INPUT	SK INPUT	OPERATING STATUS
0	0	OFF
0	1	OFF (EEPROM transfer mode; note 1)
1	0	ON
1	1	SILENT

Note

1. The EEPROM transfer mode applies to 'display pager' mode only.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

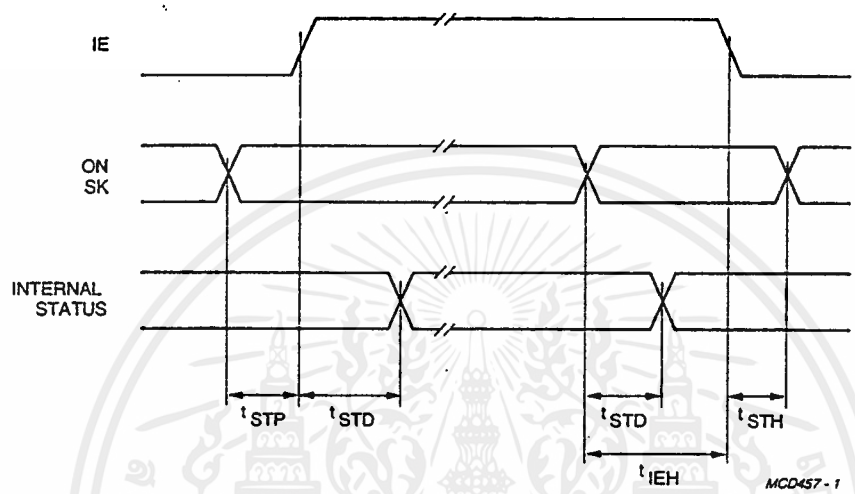


Fig.6 Status change in display pager mode.

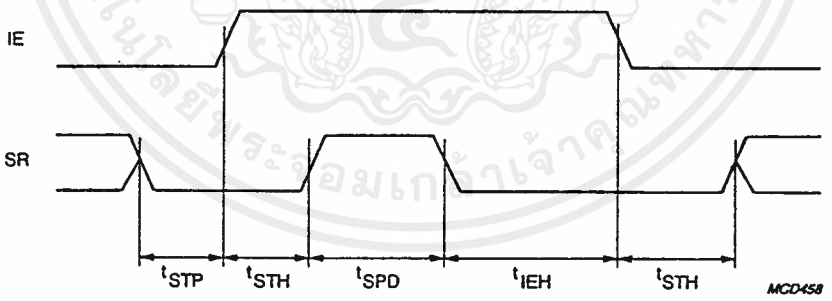


Fig.7 Status interrogation in display pager mode.

7.4 Decoding of the POCSAG data stream

The POCSAG coded input data stream is first noise filtered by a digital filter. From the filtered data a sampling clock synchronous to the data rate is derived. The PCF5001 supports 512 bits/s and 1200 bits/s data rates. This results in a 512 Hz or 1200 Hz sampling clock frequency, respectively. Synchronization on the POCSAG code structure is performed using the improved Philips ACCESS® algorithm, which employs a state machine with six internal states.

A data rate of 2400 bits/s is possible if an external clock generator of 153.6 kHz is connected to X1. The minimum supply voltage is then −1.8 V.

The receiver enable output is activated a period equal to t_{RXON} before the input data is actually needed. The decoder has first to achieve bit and word synchronization before it can receive calls. The algorithm searches first for the preamble and then for synchronization codeword patterns.

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This is carried out for the duration of 3 batches in **power-on** mode or 1 batch (=preamble duration) in **preamble receive** mode. Error correction algorithms are applied to the data before it is compared with preamble and synchronization codeword patterns.
The synchronization process is terminated and thus **data receive** mode is entered as soon as synchronization codewords are seen at the beginning of each batch.

The decoder handles loss of synchronization in three steps:

1. If the decoder fails to detect the synchronization pattern at the beginning of the current batch it continues data reception as normal. This **data fail** mode is signalled in the message output when an address codeword was received, as shown in Table 4.
2. If also at the beginning of the next batch no synchronization codeword can be detected, the algorithm assumes a small bit shift in the **fade recovery** mode and performs more synchronization codeword checks around the expected position for the following 15 batches. Call reception is suspended.
3. If it fails to re-synchronize in the 'fade recovery' mode, the **carrier off** mode is selected, in which the decoder attempts to regain synchronization by bit-wise shifting its synchronization scan window. Using this technique re-synchronization is obtained within a continuous data stream of at least 18 batches without preamble detection.

In 'data receive' mode, the input data stream is sampled at the synchronization codeword position and the programmed frame positions. The received codewords are error corrected and then, if address codewords, compared with the stored user addresses related to that frame.

On detection of a valid call, the decoder performs the following three operations:

1. Set a store for call alert cadence generation according to the combination of the function bits in the accepted address codeword. The call alert cadence will not be generated before the call has been terminated.
2. Keep the receiver enable output (RE) active and receive subsequent message codewords, until any of the call termination criteria are fulfilled.
3. Trigger the serial message transfer by sending a start condition and transfer deformatted message codewords as attached to the address codeword via the serial microcontroller interface to an external microcontroller, followed by a stop condition.

Normally call termination is assumed, when a valid idle or address codeword is received. On reception of uncorrectable codewords, call termination takes place in accordance with conditions shown in Table 2.

Table 2 Call termination on error

SPF12	SPF13	CALL TERMINATION EVENT
0	X[1]	Any two consecutive codewords or the codeword directly following the address codeword uncorrectable.
1	0	Any single codeword uncorrectable.
1	1	Any two consecutive codewords uncorrectable.

Note

1. X = don't care.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7.5 Generation of output signals

The PCF5001 provides output indications for call alert, repeat mode alert, out of range alert, battery-low alert, status indication alert and start-up alert. Some of the alert functions may be freely configured by programming of SPF bits within the EEPROM.

Table 3 shows the outputs which are used for special output indications, if the decoder operates in ON status.

Remark: reception of special SILENT override calls causes the decoder to generate call alert indication via AL and AH even if it operates in SILENT status.

Table 3 Output signals

ALERT FUNCTION	OUTPUT ACTIVE[1]					
	AL	AH	OL	OM	OR	BL
Start-up	(yes)	–	yes	yes	–	–
Status indication	yes	–	–	–	–	–
Call reception	(yes)	(yes)	yes	SPF11	–	–
Repeat mode	(SPF16)	(SPF16)	SPF16	–	–	–
Out-of-range	–	–	SPF15	–	yes	–
Battery-low	(yes)	(yes)	–	–	–	yes
Alarm input	(yes)	(yes)	yes	–	–	–

Note

1. Entries in parenthesis are not valid, if the decoder operates in SILENT status.

7.6 Alerter

The PCF5001 provides the AL and AH outputs for acoustical LOW-level and HIGH-level signalling. LOW-level alerting is provided by the AL output only. For HIGH-level alerting both, AL and AH are active in anti-phase. The square-wave output signals produce tone alert cadences by means of a magnetic or piezo ceramic beeper. The alert frequency, 2048 Hz or 2731 Hz square-wave, is selected by programming of SPF31.

When valid calls are received while operating in ON status, the PCF5001 generates call alert cadences. The first four seconds are generated at LOW-level, a further twelve seconds are generated at HIGH-level. Alert tone generation and LED indication automatically terminate after sixteen seconds unless terminated by pulsing the status request and reset input (SR). Call alert generation is inhibited until completion of message codeword reception and the termination word is sent by the decoder. Call alert generation commences after an alert delay period, t_{ALD}, at the earliest, see Fig.8. Call alert deletion is possible during the alert delay period.

The call alert cadence is modulated according to the two function bits (FC) in the received address codeword, see Fig.9.

Valid calls received on RIC B or RIC D cause the alerter frequency to be warbled by means of an additional 16 Hz and 1024 Hz signal (respective 1365 Hz for SPF31 = 1) as opposed to RIC A and RIC C where no alert frequency warble takes place. Thus, eight different call cadences are distinguishable.

ON status interrogation by the status request and reset input (SR) the PCF5001 generates a status cadence at LOW-level, in accordance with the present internal decoder status (see Fig.10).

When detecting a battery-low condition the PCF5001 provides a battery-low indication. Operating in ON status causes generation of a battery-low alert at HIGH-level for sixteen seconds or until terminated by pulsing SR. Operating in SILENT status or 'repeat' mode the battery-low alert is stored and inhibited until switching to ON status.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

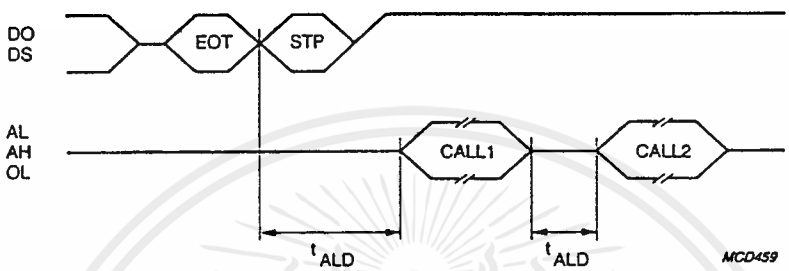


Fig.8 Call alert delay.

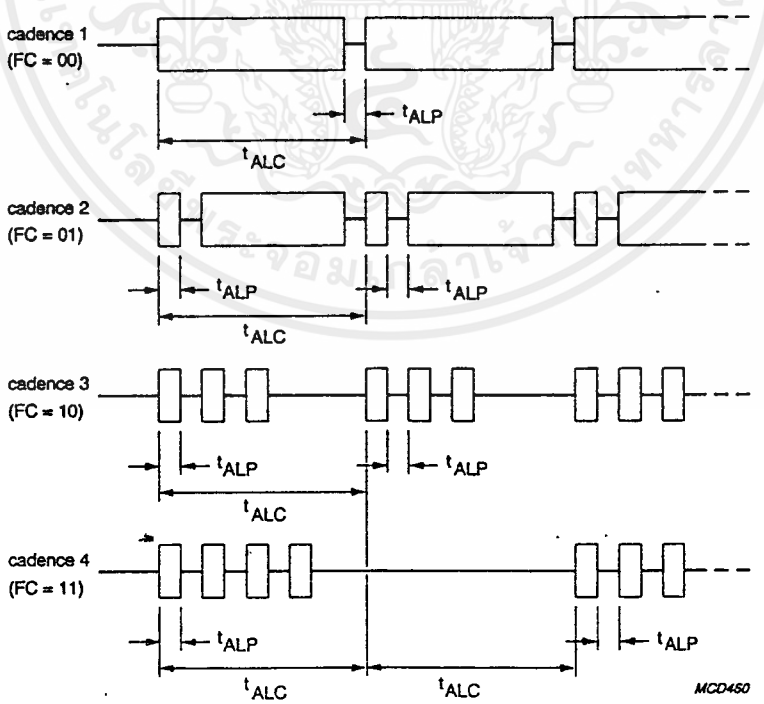


Fig.9 Call alert cadences.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

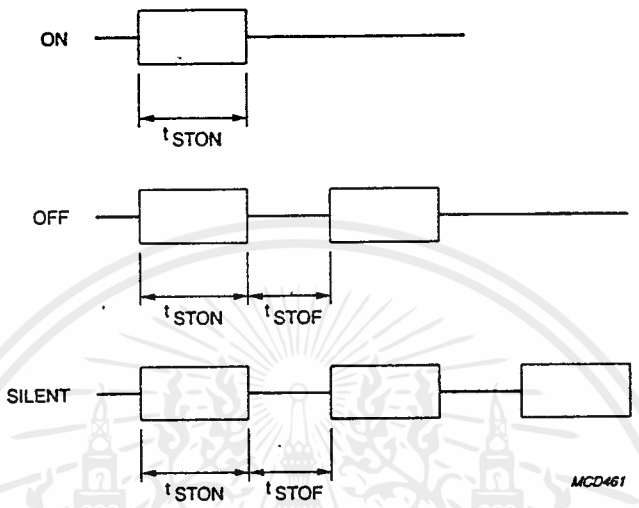


Fig.10 Status indication cadences.

7.7 Silent call storage and repeat mode

When programmed for alert only pager the PCF5001 provides a call alert storage for storing of call alerts received during SILENT status or for call alerts which caused the decoder to enter repeat mode. Call alert is not stored, when call indication is terminated by action of the status request and reset input (SR).

Allowing the call indication to time-out by expiration of a sixteen second alert operation causes the 'repeat' mode to be entered, while operating in ON status or SILENT status. Such call alerts are stored for later repeated call alert on interrogation by the user. When 'repeat' mode has been entered and the decoder operates in ON status, the repeat call store is interrogated by pulsing the status request and reset input (SR) or on switching to ON status if the decoder operates in SILENT status. When SILENT override calls are received, which entered the 'repeat' mode, interrogation of repeat call store operates as in decoder ON status. After interrogation of repeat call store and subsequent generation of all stored call alerts the call store is cleared and the 'repeat' mode is terminated.

When programmed by means of SPF16, a repeat alert cadence is generated periodically, whenever 'repeat' mode has been entered. Operating in ON status causes the repeat alert cadence to be generated at HIGH-level and warbled by means of an additional 16 Hz and 1024 Hz signal (respective 1365 Hz for SPF31 = 1) as shown in Fig.11. The LED output indicates the same alert cadence and alert warble. In SILENT status only the LED output is active.

No call alert storage occurs when the decoder is programmed for 'display pager' mode.

7.8 Duplicate Call Suppression

The PCF5001 provides a Duplicate Call Suppression with time-out facility, to identify duplicate call reception. When selected by programming of SPF14, the PCF5001 inhibits any duplicate call alert in 'alert-only pager' mode. In 'display pager' mode, duplicate call indication is achieved only via the serial microcontroller interface. A call is assumed to be duplicate if its address and function bit setting is equal to the latest received call, which initialized the call address and function bit reference. The Duplicate Call Suppression time-out is selectable by programming of SPF06 and SPF07.

7.9 LED indicator

The PCF5001 provides for visual signalling using a LED via output OL.

Call alert indication is provided by the LED with the same cadence and warble modulation as for the alerter outputs AL and AH. Call alert indication occurs in ON and SILENT status and automatically terminates after sixteen seconds time-out unless terminated by pulsing the status request and reset input (SR).

When detecting an out-of-range condition and enabled by programming of SPF15, the LED output provides an out-of-range indication as shown in Fig.12.

ศูนย์วิทยทรัพยากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

The LED output can be made to provide message data by programming SPF17. Alert signals are inhibited during message data transfer.

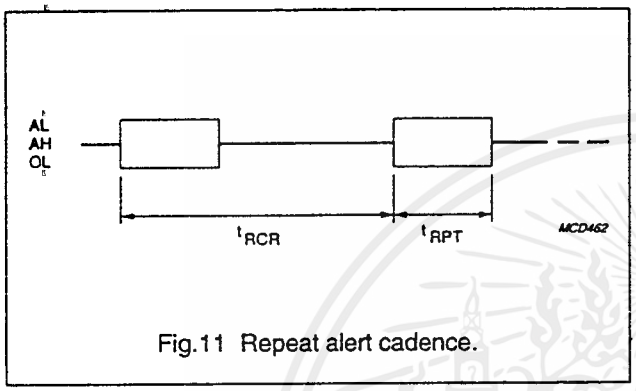


Fig.11 Repeat alert cadence.

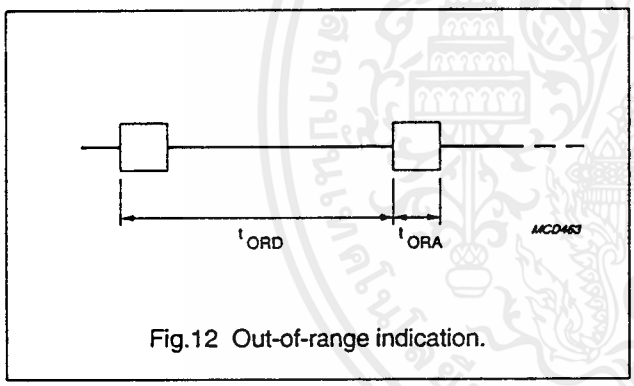


Fig.12 Out-of-range indication.

7.10 Vibrator output

The PCF5001 provides the OM output for activating a vibrator-type alerter for call alert indication. The vibrator output is enabled by programming of SPF11.

Calls received while operating in SILENT status cause activation of the vibrator output for the normal call alert cadence or until terminated by operation of the status request and reset input (SR). SILENT override calls, calls received in decoder ON status and repeated call alerts are alerted normally by the AL and AH outputs.

7.11 Start-up alert

To indicate the establishment of operational condition whenever the decoder status has been changed from OFF to ON or SILENT status, the PCF5001 provides a start-up alert indication. Switching from OFF to ON status causes generation of a start-up alert cadence at LOW-level and on the LED output OL (see Fig.13).

When changing from OFF to SILENT status, the start-up alert will be indicated on the LED output and the vibrator output OM.

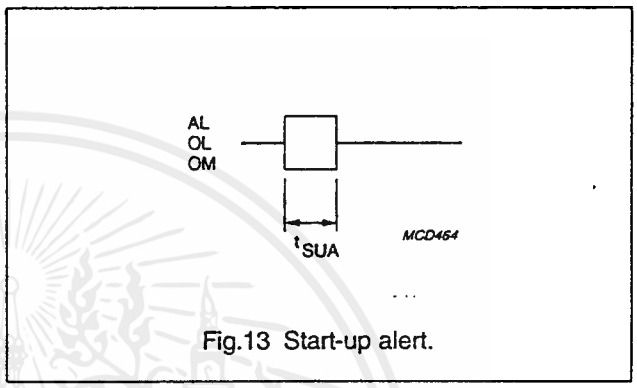


Fig.13 Start-up alert.

7.12 Serial communication interface

To transmit any call message data received to an external microcontroller for post-processing, a serial communication interface has been provided by a serial data output signal DO and a data strobe signal DS as shown in Fig.14.

Upon interrogation the PCF5001 is also able to transfer EEPROM contents via the serial communication interface, see Section 7.21.

7.13 Message data transfer

The transfer of message data via DO and DS is organized in 8-bit words providing additional start and stop conditions as shown in Fig.15.

On reception of a valid call address the PCF5001 generates a start condition and outputs an address word as shown in Fig.15a.

The address word indicates call address, function bit setting and decoder flags as shown in Table 4.

Message codewords received and concatenated to a valid call address are transferred after completion of the address word. The message bits received in the message codewords are split into blocks and are converted to obtain the message words. The message words comprise an error flag to indicate message words, which are derived from uncorrectable message codewords as shown in Table 5.

Message data is output at a rate of 2048 bits/s with a minimum delay of 2 bits between consecutive message words.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Termination of call reception causes a termination word to be transferred, which indicates successful or unsuccessful call termination as shown in Table 6.

Serial data transfer for a received call ends with a stop condition as shown in Fig.15c.

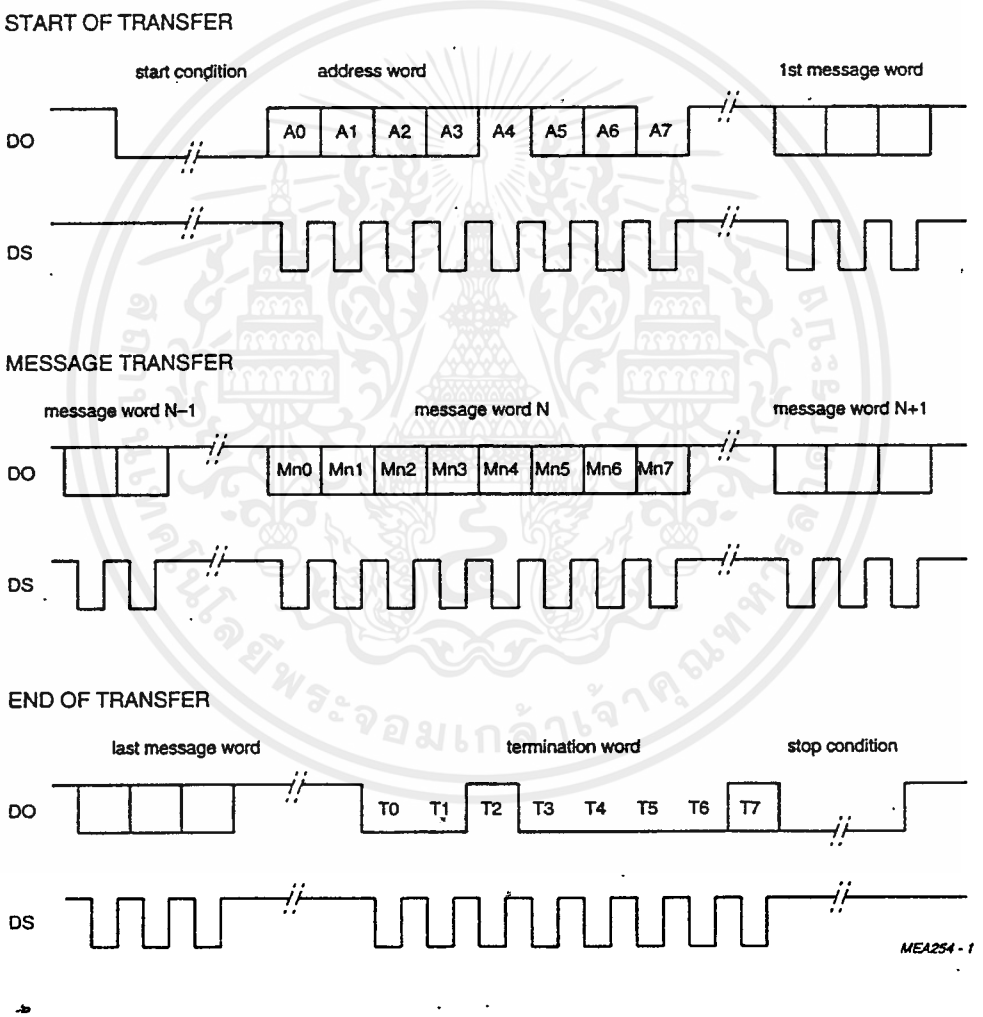
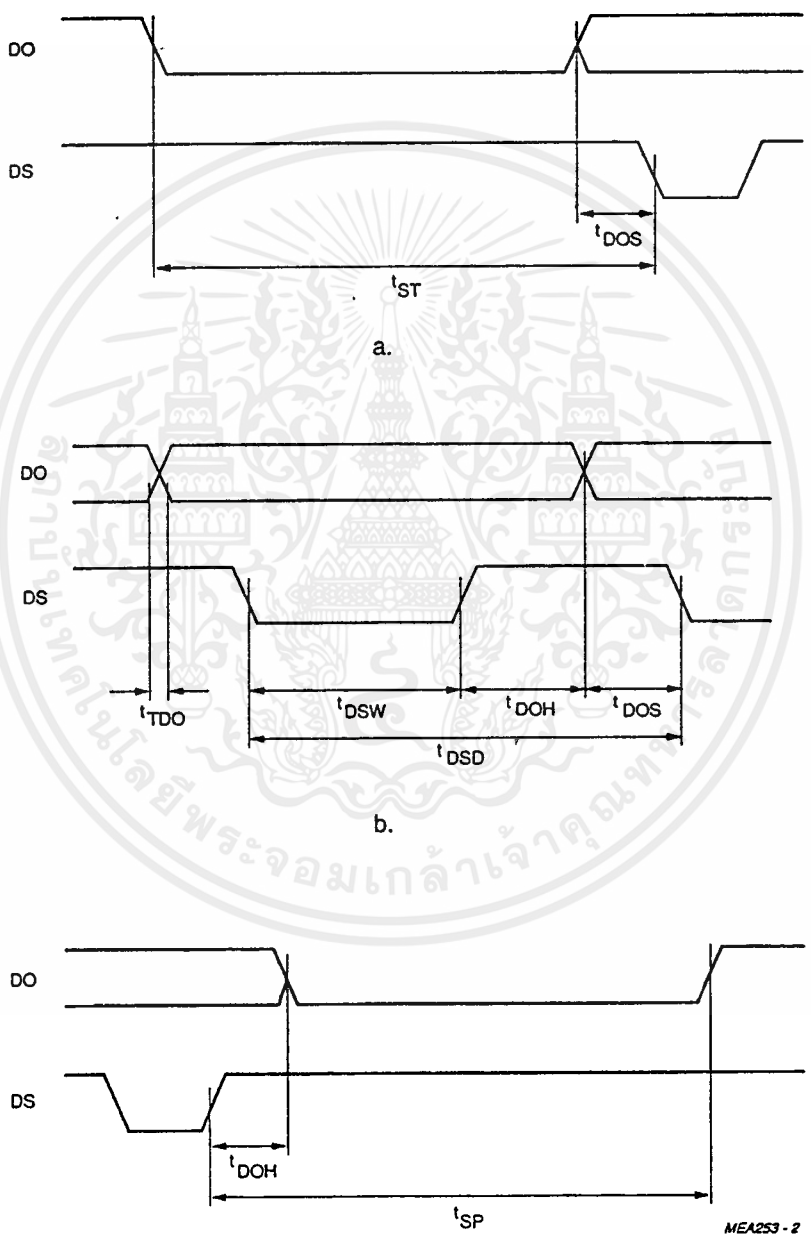


Fig.14 Call data transfer on the serial communication interface.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



a. Start condition.
b. Data bit.
c. Stop condition.

Fig.15 Serial communication interface timing.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7.14 Call Data output on LED

When enabled by programming of SPF17 = 1, message data will appear on the LED output OL. The data format and timing are equal to the signal on DO, except that the start/stop conditions are replaced with start/stop bits (respectively 1 and 0). The data format is shown in Fig.16. No alert signals will appear on OL during message data transfer. Consecutive message words have a minimum separation of 1 start bit and 1 stop bit.

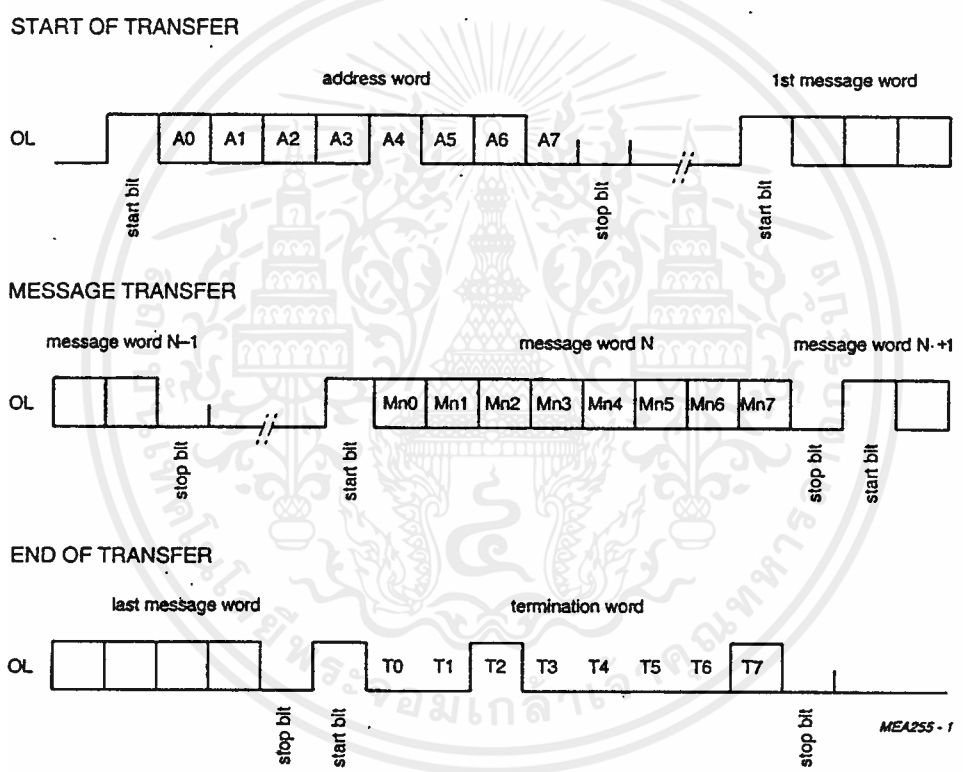


Fig.16 Call data transfer on the LED output.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7.15 Serial communication call data format

Table 4 Address word format

FUNCTION CODE		CALL ADDRESS			BIT 4	SYNC STATUS	DUPLEX CALL	BIT 7
BIT 0 (LSB)	BIT 1 (MSB)	BIT 2	BIT 3	RIC		BIT 5	BIT 6	
Bit 21 of address codeword	bit 20 of address codeword	0	0	A	1	0 = Data Receive; 1 = Data fail	1 = Duplex Call time-out active	0
		0	1	B				
		1	0	C				
		1	1	D				

Table 5 Message word format

BIT 0	BIT 1	BIT 2	BIT 3	BIT 4	BIT 5	BIT 6	BIT 7[1]
LSB			message bits			MSB	error flag

Note

1. Bit 7 = 1, if message codeword could not be corrected.

Table 6 Termination word format

BIT 0	BIT 1	BIT 2	BIT 3	BIT 4	BIT 5	BIT 6	BIT 7[1]
0	0	1	0	0	0	0	error flag

Note

1. Bit 7 = 1, if call termination on error.

7.16 Data conversion

The PCF5001 automatically converts message codewords received in numeric or alphanumeric format into ASCII format. Depending on SPF13 and the function bit setting in the received address codeword a conversion takes place as shown in Table 7.

When a conversion from alphanumeric format to ASCII takes place, the received message codewords are split into message blocks, seven bits in length. After adding the error flag they are transferred as message words.

When a conversion from numeric format to ASCII takes place, the received message codewords are split into blocks, four bits in length. Each four bit block is converted to a seven bit block as shown in Table 8. After adding the error flag they are transferred as message words.

Table 7 Message data conversion

SPF13	FUNCTION BITS		MESSAGE FORMAT
	BIT 20 (MSB)	BIT 21 (LSB)	
0	X[1]	X[1]	numeric
1	0	0	numeric
1	X[1]	1	alphanumeric
1	1	X[1]	alphanumeric

Note

1. X = don't care.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 8 Numeric format to ASCII conversion

4-BIT BLOCK				CHARACTER	7-BIT BLOCK						
LSB			MSB		LSB						MSB
0	0	0	0	'0'	0	0	0	0	1	1	0
1	0	0	0	'1'	1	0	0	0	1	1	0
0	1	0	0	'2'	0	1	0	0	1	1	0
1	1	0	0	'3'	1	1	0	0	1	1	0
0	0	1	0	'4'	0	0	1	0	1	1	0
1	0	1	0	'5'	1	0	1	0	1	1	0
0	1	1	0	'6'	0	1	1	0	1	1	0
1	1	1	0	'7'	1	1	1	0	1	1	0
0	0	0	1	'8'	0	0	0	1	1	1	0
1	0	0	1	'9'	1	0	0	1	1	1	0
0	1	0	1	'*'	0	1	0	1	0	1	0
1	1	0	1	'U'	1	0	1	0	1	0	1
0	0	1	1	' '	0	0	0	0	0	1	0
1	0	1	1	'–'	1	0	1	1	0	1	0
0	1	1	1	']'	1	0	1	1	1	0	1
1	1	1	1	'['	1	1	0	1	1	0	0

7.17 Memory Organization

The PCF5001 POCSAG decoder contains non-volatile EEPROM memory to store four user addresses, two frame numbers and specially programmed function bits (SPF01 to SPF32) for decoder application configuration. The EEPROM is organized as three arrays of 38 bits each as shown in Fig.17.

A user address (or RIC) in POCSAG code comprises of 21 bits, but the three least significant bits are coded in the frame number and therefore not explicitly transmitted. In the PCF5001, addresses A/B and C/D must share the same frame number: addresses A and B reside in frame FR1 (FR10, FR11 and FR12), addresses C and D reside in frame FR2 (FR20, FR21 and FR22). Figure 18 shows an example of decimal address to EEPROM content conversion. Each address must be explicitly enabled by resetting of the associated enable bit.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

EEPROM ARRAY 1

BIT18	BIT17	BIT16	BIT15	BIT14	BIT13	BIT12	BIT11	BIT10	BIT9	BIT8	BIT7	BIT6	BIT5	BIT4	BIT3	BIT2	BIT1	BIT0
A17	A16	A15	A14	A13	A12	A11	A10	A09	A08	A07	A06	A05	A04	A03	A02	A01	A00	$\overline{ENA}$

BIT37	BIT36	BIT35	BIT34	BIT33	BIT32	BIT31	BIT30	BIT29	BIT28	BIT27	BIT26	BIT25	BIT24	BIT23	BIT22	BIT21	BIT20	BIT19
B17	B16	B15	B14	B13	B12	B11	B10	B09	B08	B07	B06	B05	B04	B03	B02	B01	B00	$\overline{ENB}$

EEPROM ARRAY 2

BIT18	BIT17	BIT16	BIT15	BIT14	BIT13	BIT12	BIT11	BIT10	BIT9	BIT8	BIT7	BIT6	BIT5	BIT4	BIT3	BIT2	BIT1	BIT0
C17	C16	C15	C14	C13	C12	C11	C10	C09	C08	C07	C06	C05	C04	C03	C02	C01	C00	$\overline{ENC}$

BIT37	BIT36	BIT35	BIT34	BIT33	BIT32	BIT31	BIT30	BIT29	BIT28	BIT27	BIT26	BIT25	BIT24	BIT23	BIT22	BIT21	BIT20	BIT19
D17	D16	D15	D14	D13	D12	D11	D10	D09	D08	D07	D06	D05	D04	D03	D02	D01	D00	$\overline{END}$

EEPROM ARRAY 3

BIT18	BIT17	BIT16	BIT15	BIT14	BIT13	BIT12	BIT11	BIT10	BIT9	BIT8	BIT7	BIT6	BIT5	BIT4	BIT3	BIT2	BIT1	BIT0
SPF13	SPF12	SPF11	SPF10	SPF09	SPF08	SPF07	SPF06	SPF05	SPF04	SPF03	SPF02	SPF01	FR20	FR21	FR22	FR10	FR11	FR12

BIT37	BIT36	BIT35	BIT34	BIT33	BIT32	BIT31	BIT30	BIT29	BIT28	BIT27	BIT26	BIT25	BIT24	BIT23	BIT22	BIT21	BIT20	BIT19
SPF32	SPF31	SPF30	SPF29	SPF28	SPF27	SPF26	SPF25	SPF24	SPF23	SPF22	SPF21	SPF20	SPF19	SPF18	SPF17	SPF16	SPF15	SPF14

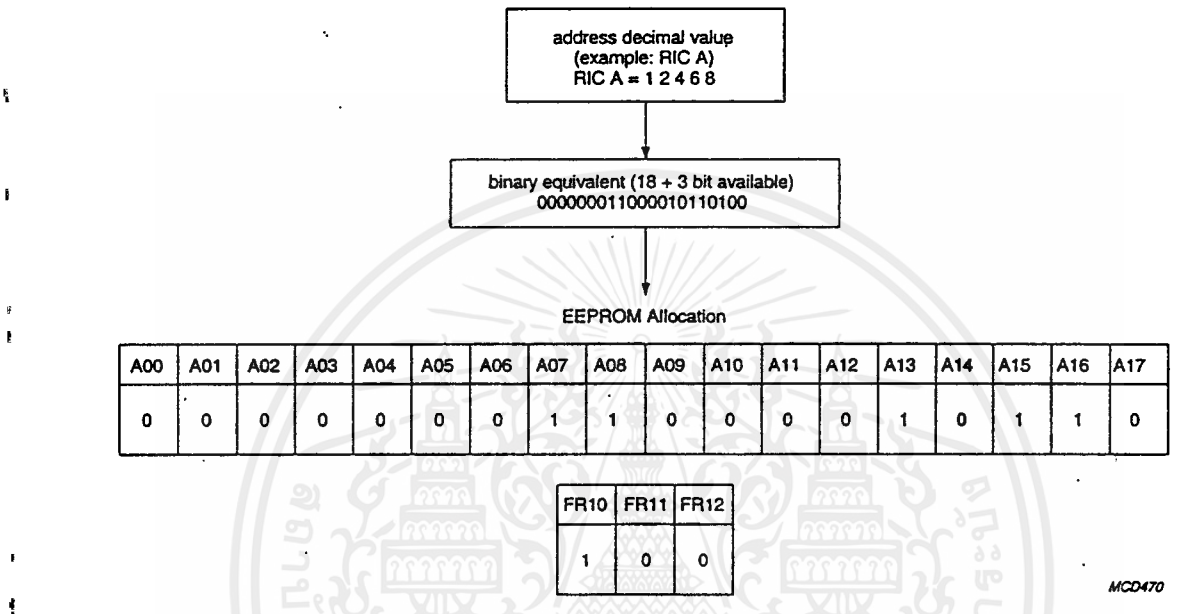
MCD469

A00 represents the MSB of RIC A, B00 is the MSB of RIC C, etc.

FR10 represents the MSB of Frame 1 (valid for RICs A and B), FR20 is the MSB of Frame 2 (RICs C and D).

Fig.17 EEPROM memory organization.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



A00 is the MSB of RIC A, FR10 is the MSB of Frame 1.

Fig.18 Decimal address to memory contents conversion example.

7.18 Description of the Special Programmed Function (SPF) bits

The following features can be selected by appropriate programming of the special programmed function bits as shown in Table 9.

Table 9 Special Programmed Function (SPF) bits

SPF	BIT	FUNCTION
SPF01	0	Alert-only pager mode.
	1	Display pager mode.
SPF02	0	512 bits/s data rate.
	1	1200 bits/s data rate, possible with 76.8 kHz crystal only.
SPF03	0	32768 Hz crystal configuration.
	1	76800 Hz crystal configuration.
SPF04, SPF05		Receiver establishment time (depending on data rate).
	00	7.8 ms/512 bits/s; 53.3 ms/1200 bits/s.
	01	15.6 ms/512 bits/s; 6.7 ms/1200 bits/s.
	10	31.3 ms/512 bits/s; 13.3 ms/1200 bits/s.
	11	62.5 ms/512 bits/s; 26.7 ms/1200 bits/s.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SPF	BIT	FUNCTION
SPF06, SPF07		Duplicate call suppression time-out and out-of-range hold-off time-out.
	00	30 s.
	01	60 s.
	10	120 s.
	11	240 s.
SPF08	0	Voltage converter disabled, if SPF01 = 1 ('display pager' mode).
	1	Voltage converter enabled, if SPF01 = 1 ('display pager' mode).
SPF09	0	SILENT override on address C disabled.
	1	SILENT override on address C enabled.
SPF10	0	SILENT override on address D disabled.
	1	SILENT override on address D enabled.
SPF11	0	Vibrator output disabled.
	1	Vibrator output enabled.
SPF12	0	Call termination criteria combination method (note 1).
	1	Call termination criteria defined by SPF13.
SPF13	0	Numeric data deformatting, call termination on first uncorrectable codeword.
	1	Numeric data deformatting on function code 00 only, call termination on two uncorrectable codewords.
SPF14	0	Duplicate call suppression disabled.
	1	Duplicate call suppression enabled.
SPF15	0	Out of range indication at OL output disabled, hold-off period is zero regardless of SPF06 and SPF07 setting.
	1	Out of range indication at OL output enabled, hold-off period is according to SPF06 and SPF07 setting.
SPF16	0	Repeat alert disabled.
	1	Repeat alert enabled.
SPF17	0	Call data output on OL disabled.
	1	Call data output on OL enabled.
SPF18	–	Spare.
SPF19	–	Program always 0.
SPF20 to SPF30	–	Spares.
SPF31	0	Alerter frequency 2048 Hz.
	1	Alerter frequency 2731 Hz.
SPF32	0	Frequency reference output 16384 Hz if SPF01 = 1 ('display pager' mode).
	1	Frequency reference output 32768 Hz if SPF01 = 1 ('display pager' mode).

Note

1. Call termination on:
   a) First codeword immediately following address codeword uncorrectable.
   b) Two consecutive codewords uncorrectable.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7.19 EEPROM Write operation

The program mode is entered in OFF status by setting the PD input LOW and the PS input HIGH at any time. The 'program' mode is left and normal operation resumed by either removing the power supply or setting the PD input HIGH after the 38th data bit while continuing to clock the PS input. The three EEPROM arrays can be programmed in any order. Selection of array is made during the second and third pulse on the PS input. The 'program' mode has to be left after programming of each array.

After entering the 'program' mode, keeping input PD LOW during the first pulse on PS selects Memory Write operation. After selection of the current array an erase cycle of duration t_{PEW} has to be carried out, during which the supply voltage at V_{SS} input must be at least V_{PG}. Program data for the selected array is entered bit by bit using PD as data input and the rising edge on PS as data strobe pulse. See Fig.19 for timing during an EEPROM write operation.

After the last bit a special write cycle of duration t_{PEW} has to be carried out again, during which the supply voltage at V_{SS} input must be V_{PG}. During conditions when the supply voltage is increased to V_{PG} the maximum DC ratings at V_{ref} must not be exceeded. When the on-chip voltage converter is enabled a voltage regulator diode or a damping resistor of sufficiently low impedance has to be connected between V_{ref} and V_{SS} to limit the voltage level at V_{ref} during program operation.

7.20 EEPROM Read operation

After entrance to the 'program' mode, keeping input PD HIGH during the first pulse on PS selects Memory Read operation. After selection of the current array the programmed data is output bit-by-bit using PD as data output. A positive edge on PS input switches to the next bit. See Fig.19 for timing during an EEPROM read operation.

7.21 Read-back operation via Microcontroller Interface

In 'display pager' mode, the PCF5001 is capable of delivering the EEPROM contents to an external microcontroller using the serial interface outputs DO and DS. The EEPROM data transfer mode is selected by applying a LOW to input ON and a HIGH to input SK while pulsing the SR input, and the interface is enabled (IE is HIGH). The data transfer is started by a logic HIGH level on SR. The HIGH level on SR must be removed before the end of the tenth output byte, otherwise the transfer is aborted and restarted. The minimum pulse duration corresponds with t_{SPD} in the status interrogation timing (see Fig.7). The transfer is organized as 15-byte transfers. The contents of each array are extended to 40 bits by trailing zeros. The EEPROM data transfer starts with array 1, bit 0. A valid data bit at DO is indicated by a LOW-level on DS as shown in Fig.20.

During EEPROM Read-back operation, the PCF5001 configuration and the outputs FL, OL are undefined. After completion of the Read-Back operation, the PCF5001 will re-enter the programmed configuration.

7.22 Voltage converter

The PCF5001 contains a switched capacitor-type on-chip voltage converter, which can provide doubled supply voltage to the external microcontroller and display control devices. The microcontroller interface signals are level shifted accordingly.

A capacitor of 100 nF (C_S) must be connected between pins CP and CN while a load capacitor of 10 µF is connected to V_{ref} as shown in Fig.23. The voltage converter operates in 'display pager' mode only, when enabled by programming SPF08 (see Table 9).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

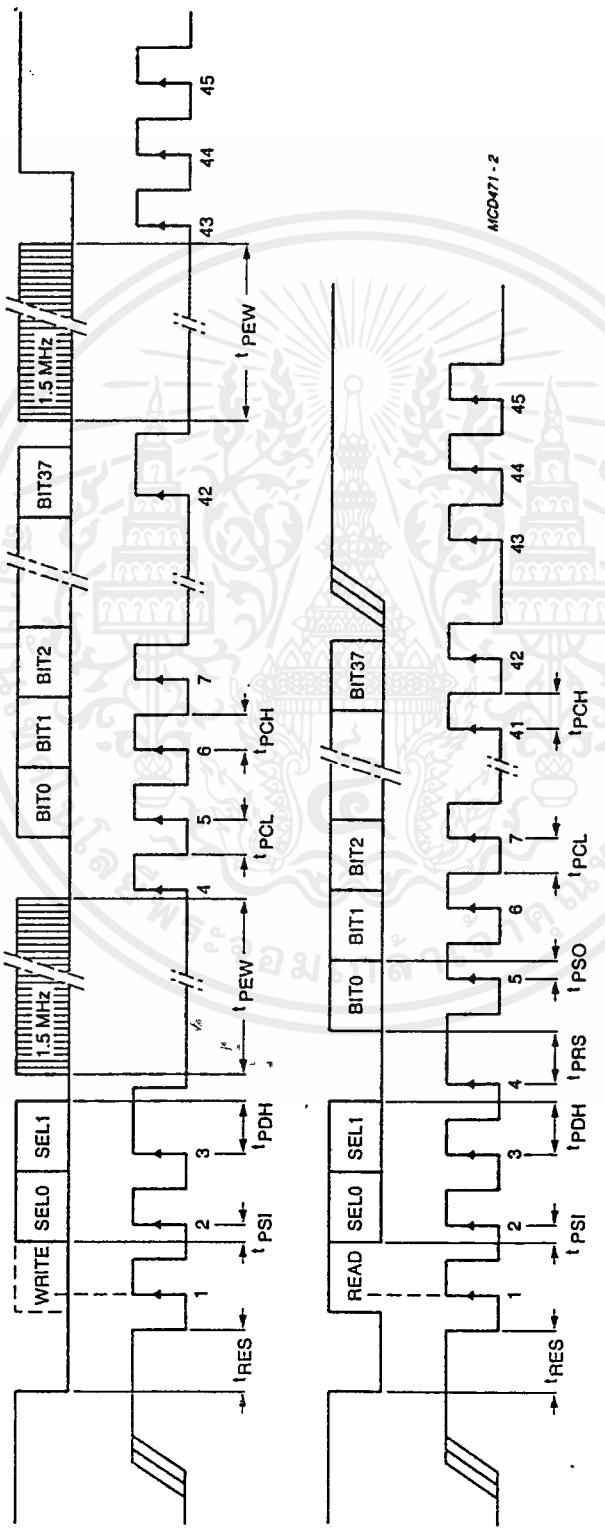


Fig.19 EEPROM read/write timing.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

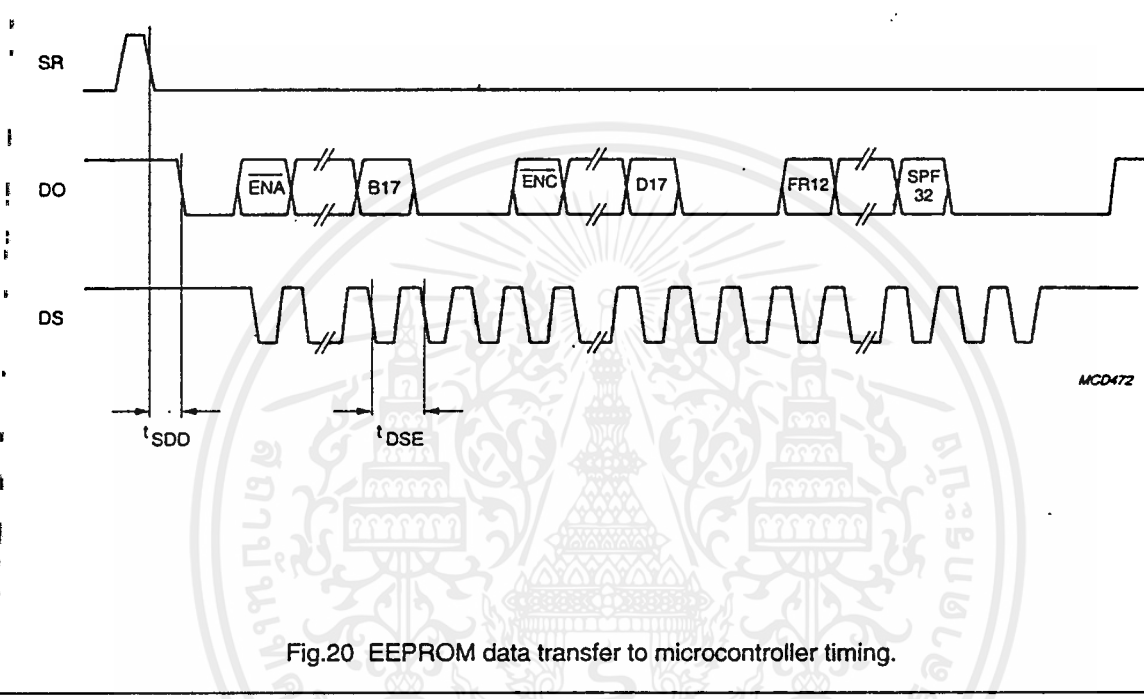


Fig.20 EEPROM data transfer to microcontroller timing.

7.23 Test modes of the decoder

The decoder supports two test modes, which are intended for use during pager production and type approval tests.

7.23.1 Board test mode

'Board test' mode is selected by setting the PD input LOW at any time. In this test mode the following features are provided:

1. Receiver enable output is set constantly HIGH
2. Output AL is activated by a LOW-level on ON input
3. Output AH is activated by a HIGH-level on SR input
4. Outputs OL and OM are activated by a HIGH-level on SK input.

Exit from 'board test' mode is achieved by setting input PD HIGH.

7.23.2 Pager Test Mode (Type Approval Mode)

'Pager test' mode is entered by reception of a valid call while 'board test' mode is active, see above. In 'pager test' mode:

1. Call alert cadences are terminated after 2 seconds
2. Duplicate call suppression is disabled.

Exit from 'pager test' mode is achieved by disconnecting the power supply from the decoder.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8 LIMITING VALUES

In accordance with the Absolute Maximum Rating System (IEC 134).

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN.	MAX.	UNIT
V_{SS}	supply voltage	note 1	+0.5	−8.0	V
V_{PG}	programming supply voltage		−5.5	−	V
V_n	voltage on pins FL, DS, DO, OR, BL, AI, ON, SK, SR and IE		+0.8	V_{ref} − 0.8	V
V_{n1}	input voltage on any other pin		+0.8	V_{SS} − 0.8	V
P_{tot}	total power dissipation		−	250	mW
P_O	power dissipation per output		−	100	mW
$I_{I(max)}$	maximum input current (any input)		−	10	mA
$I_{O(max)}$	maximum output current				
	any output except AL		−	20	mA
	output AL		−	70	mA
T_{amb}	operating ambient temperature		−40	+85	°C
T_{stg}	storage temperature		−55	+125	°C

Note

1. V_{DD} is connected to the substrate (see Fig.1), and is referred to as common, 0 V.

9 DC CHARACTERISTICS

V_{DD} = 0 V; V_{SS} = −2.7 V; V_{ref} = 2.7 V; T_{amb} = 25 °C; unless otherwise specified.
Quartz crystal parameters: f = 76800 Hz; $R_{S(max)}$ = 40 kΩ; C_L = 12 pF.
Decoder Mode programmed as Alert-only (SPF01 = 0).

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN.	TYP.	MAX.	UNIT
Supply						
V_{SS}	supply voltage	voltage converter disabled; all outputs open-circuit				
		T_{amb} = −10 to +85 °C	−1.5	−2.7	−6.0	V
		T_{amb} = −40 to +85 °C	−1.8	−2.7	−6.0	V
I_{SS}	supply current	note 1	−	−60	−100	µA
V_{PG}	programming supply voltage	note 2	−4.5	−5.0	−5.5	V
I_{PG}	programming supply current		−	−500	−	µA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN.	TYP.	MAX.	UNIT
Inputs						
V_{IL1}	LOW level input voltage PD, PS, DI, BS, TS, TT and X1		$0.7V_{SS}$	–	–	V
V_{IL2}	LOW level input voltage AI, ON, SR, SK and IE		$0.7V_{ref}$	–	–	V
V_{IH1}	HIGH level input voltage PD, PS, DI, BS, TS, TT and X1		–	–	$0.3V_{SS}$	V
V_{IH2}	HIGH level input voltage AI, ON, SR, SK and IE		–	–	$0.3V_{ref}$	V
I_I	input current					
	BS, PS, TS and TT	$V_I = V_{DD}$	7.0	–	20.0	µA
	PD	$V_I = V_{SS}$	–9.0	–	–24.0	µA
	DI	$V_I = V_{DD}$; RE = 0	7.0	–	20.0	µA
	DI	$V_I = V_{DD}$; RE = 1	0	–	0.5	µA
	ON and SK	$V_I = V_{SS}$	–0.5	–0.8	–1.1	µA
	AI and SR	$V_I = V_{DD}$	7.0	–	20.0	µA
C_I	input capacitance BS, DI, PD, PS, TS, TT, AI, ON, SR, SK, IE and X1		2	–	–	pF
Outputs						
I_{OL}	LOW level output current					
	OL, OM and AH	$V_{OL} = -1.35$ V	100	–	–	µA
	DO, DS, BL, FL and OR	$V_{OL} = -1.35$ V	100	–	–	µA
	AL	$V_{OL} = -1.5$ V	17.5	–	–	mA
	RE	$V_{OL} = 2.2$ V	200	–	–	µA
I_{OH}	HIGH level output current					
	OL, OM and AH	$V_{OH} = -1.35$ V	–0.8	–	–1.8	mA
	DO, DS, BL, FL and OR	$V_{OH} = -1.35$ V	–100	–	–	µA
	AL	AL high-impedance	–	–	–0.2	µA
	RE	$V_{OH} = -0.5$ V	–1.0	–	–	mA
Oscillator						
C_{XO}	output capacitance X2		–	40	–	pF
g_m	oscillator transconductance	$V_{SS} = -1.5$ V	15	29	43	µS
		$V_{SS} = -6.0$ V	25	39	55	µS
V_{PU}	power-up reset threshold voltage		–	–1.2	–	V

Notes

1. All inputs = V_{SS}; voltage converter off; all outputs open-circuit.
2. See Section 7.19 and Chapter 8 for limitations of V_{ref} when programming while the voltage converter is enabled.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10 DC CHARACTERISTICS (WITH VOLTAGE CONVERTER)

V_{DD} = 0 V; V_{SS} = −3.0 V; V_{ref} = −6.0 V; T_{amb} = 25 °C.
Quartz crystal parameters: f = 76800 Hz; $R_{S(max)}$ = 40 kΩ; C_L = 12 pF.
Decoder Mode programmed as Display Pager (SPF01 = 1).
Voltage converter enabled (SPF08 = 1); C_S = 100 nF.

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN.	TYP.	MAX.	UNIT
Supply						
V_{SS}	supply voltage		−1.5	−	−3.0	V
Voltage converter						
$V_{ref(0)}$	output voltage; no load	V_{SS} = −3.0 V	−5.8	−	−6.0	V
V_{ref}	output voltage	V_{SS} = −2.0 V; I_{ref} = 250 µA	−3.0	−3.5	−	V
I_{ref}	output current	V_{SS} = −2.0 V; V_{ref} = −2.7 V	400	600	−	µA
		V_{SS} = −3.0 V; V_{ref} = −4.5 V	600	900	−	µA
Inputs						
I_I	input current					
	AI, ON, SR and SK	$V_I = V_{ref}$	−	0	−0.5	µA
	ON and SK	$V_I = V_{DD}$	−	0	±0.5	µA
	SR	$V_I = V_{DD}$; V_{ref} = −6.0 V	−	17	−	µA

11 AC CHARACTERISTICS

V_{DD} = 0 V; V_{SS} = −2.7 V; T_{amb} = 25 °C.
Quartz crystal parameters: f = 32768 or 76800 Hz; $R_{S(max)}$ = 40 kΩ; C_L = 12 pF.
Decoder Mode programmed as Display or Alert-only Pager (SPF01 = 1 or 0).

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN.	TYP.	MAX.	UNIT
Alert frequency						
f_{AL}	alert frequency	SPF31 = 0	−	2048	−	Hz
f_{AWH}	high alert warble frequency		−	1024	−	Hz
f_{AWL}	low alert warble frequency		−	16	−	Hz
f_{AL}	alert frequency	SPF31 = 1	−	2731	−	Hz
f_{AWH}	high alert warble frequency		−	1365	−	Hz
f_{AWL}	low alert warble frequency		−	16	−	Hz
f_{FL}	output frequency reference at FL	SPF32 = 0	−	16384	−	Hz
		SPF32 = 1	−	32768	−	Hz

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN.	TYP.	MAX.	UNIT
Call alert duration						
t_{ALT}	time-out period		–	16	–	s
t_{ALL}	alert time LOW (AL output only)		–	4	–	s
t_{ALH}	alert time HIGH (AH and AL outputs)		–	12	–	s
t_{ALC}	call alert cycle time	see Fig.9	–	1	–	s
t_{ALP}	call alert pulse duration	see Fig.9	–	125	–	ms
t_{ALD}	call alert hold off period	see Fig.8	52	–	–	ms
t_{RPT}	repeat alert duration	see Fig.11	–	–	4	s
t_{RCR}	repeat alert recurrence time	see Fig.11	–	–	15	s
t_{RCR}	repeat alert cycle time		–	–	500	ms
t_{RPD}	repeat alert pulse duration		–	–	250	ms
t_{STON}	status alert time	see Fig.10	–	–	62.5	ms
t_{STOF}	status alert delay	see Fig.10	–	–	62.5	ms
t_{SUA}	start-up alert time	SPF02 = 0; see Fig.13	–	–	500	ms
		SPF02 = 1; see Fig.13	–	–	453	ms
t_{ORA}	out-of-range alert pulse width	see Fig.12	–	–	62.5	ms
t_{ORD}	out-of-range alert time	see Fig.12	–	–	2	s
t_{BLAL}	battery LOW-level alert time		–	–	16	s
Receiver control						
t_{RXT}	RE transition time	C_L = 5 pF	–	–	100	ns
t_{RXON}	RE establishment time	SPF04 = 0; SPF05 = 1	–	7.8	62.5	ms
Data output						
f_{DO}	data output rate		–	2048	–	bits/s
t_{DSD}	strobe period call data	see Fig.15	480	–	495	µs
t_{DSE}	strobe period EEPROM data	see Fig.20	200	488	1150	µs
t_{DSW}	data strobe pulse width	see Fig.15	230	–	250	µs
t_{TDO}	data output transition time	C_L = 10 pF; see Fig.15	–	–	100	ns
t_{DOS}	data output set-up time	see Fig.15	–	–	135	µs
t_{DOH}	data output hold time	see Fig.15	115	–	–	µs
t_{BYD}	consecutive byte delay		1210	–	1225	µs
t_{CWD}	inter-codeword delay	1200 bits/s numeric message	3420	–	–	µs
t_{ST}	start condition set-up time	see Fig.15	4750	–	–	µs
t_{SP}	stop condition set-up time	see Fig.15	595	–	615	µs
t_{STL}	start bit period OL output		480	–	495	µs
t_{SPL}	stop bit period OL output		480	488	495	µs
t_{SDD}	SPF output delay	see Fig.20	1	–	10	ms

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

12 TIMING CHARACTERISTICS

V_{DD} = 0 V; V_{SS} = −2.7 V; T_{amb} = 25 °C.
Quartz crystal parameters: f = 32768 or 76800 Hz; $R_{S(max)}$ = 40 kΩ; C_L = 12 pF.
Decoder Mode programmed as Display or Alert-only Pager (SPF01 = 1 or 0).

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN.	TYP.	MAX.	UNIT
Operating frequency dependent						
f_{osc}	oscillator frequency	SPF03 = 0	–	32768	–	Hz
		SPF03 = 1	–	76800	–	Hz
t_{TDI}	data input transition time	see Fig.21	–	–	100	µs
t_{DI1}	data input logic 1	see Fig.21	t_{BIT}	–	∞	
t_{DI0}	data input logic 0	see Fig.21	t_{BIT}	–	∞	
f_{DI}	data input rate	SPF02 = 0	–	512	–	bits/s
t_{BIT}	bit period		–	1.9531	–	ms
t_{CW}	codeword duration		–	62.5	–	ms
t_{PA}	preamble duration		1125	–	–	ms
t_{BAT}	batch duration		–	1062.5	–	ms
f_{DI}	data input rate	SPF02 = 1; f_{osc} = 76800 Hz	–	1200	–	bits/s
t_{BIT}	bit period		–	833.3	–	ms
t_{CW}	codeword duration		–	26.7	–	ms
t_{PA}	preamble duration		480	–	–	ms
t_{BAT}	batch duration		–	453.3	–	ms
Alert only mode (SPF01 = 0)						
t_{SDB}	switch debounce period		–	62.5	–	ms
Display pager mode (SPF01 = 1); see Figs 6 and 7						
t_{STP}	status set-up time	f_{osc} = 32768 Hz	35	–	–	µs
t_{STD}	status change delay		–	–	35	µs
t_{IEH}	interface enable hold time		35	–	–	µs
t_{STH}	status hold time		35	–	–	µs
t_{SPD}	status pulse duration		35	–	–	µs
t_{STP}	status set-up time	f_{osc} = 76800 Hz	15	–	–	µs
t_{STD}	status change delay		–	–	15	µs
t_{IEH}	interface enable hold time		15	–	–	µs
t_{STH}	status hold time		15	–	–	µs
t_{SPD}	status pulse duration		15	–	–	µs

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

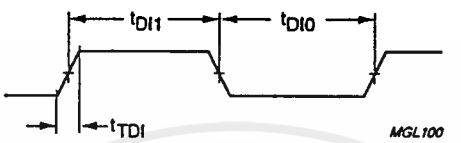


Fig.21 Data input timing.

13 PROGRAMMING CHARACTERISTICS

V_{DD} = 0 V; V_{SS} = V_{PG} = −5.0 V (see notes 1, 2 and 3); V_{ref} = V_{SS}; pins 2 and 3 open-circuit; T_{amb} = 25 °C.
Quartz crystal parameters: f = 32768 Hz; $R_{S(max)}$ = 40 kΩ; C_L = 12 pF.
Decoder in OFF status.

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN.	TYP.	MAX.	UNIT
Programming; see Fig.19						
t_{RES}	power-up reset pulse width	note 4	35	–	–	µs
t_{PEW}	erase/write time		10	–	–	ms
f_{EW}	erase/write frequency		1.0	1.5	2.0	MHz
t_{EW}	erase/write cycles		1000	10000	–	–
t_{DR}	data retention time	T_{amb} = 85 °C	10	–	–	years
t_{PCH}	data clock HIGH time	note 4	65	–	–	µs
t_{PCL}	data clock LOW time	note 4	65	–	–	µs
t_{PRS}	read set-up time	note 4	–	–	35	µs
t_{PSI}	data set-up time on input	note 4	35	–	–	µs
t_{PSO}	data set-up time on output	note 4	–	–	35	µs
t_{PDH}	data hold time	note 4	35	–	–	µs

Notes

1. V_{SS} = V_{PG} only required during erase/write (t_{PEW} in Fig.19), otherwise $V_{SS(min)}$ = −1.5 V.
2. Maximum voltage for programming (V_{PG}) is −5.5 V.
3. See Section 7.19 and Chapter 8 for limitations of V_{ref} when programming while the voltage converter is enabled.
4. EEPROM programming is also possible at higher frequencies (76.8 kHz or 153.6 kHz). The timings shown then become proportionally smaller.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

14 APPLICATION INFORMATION

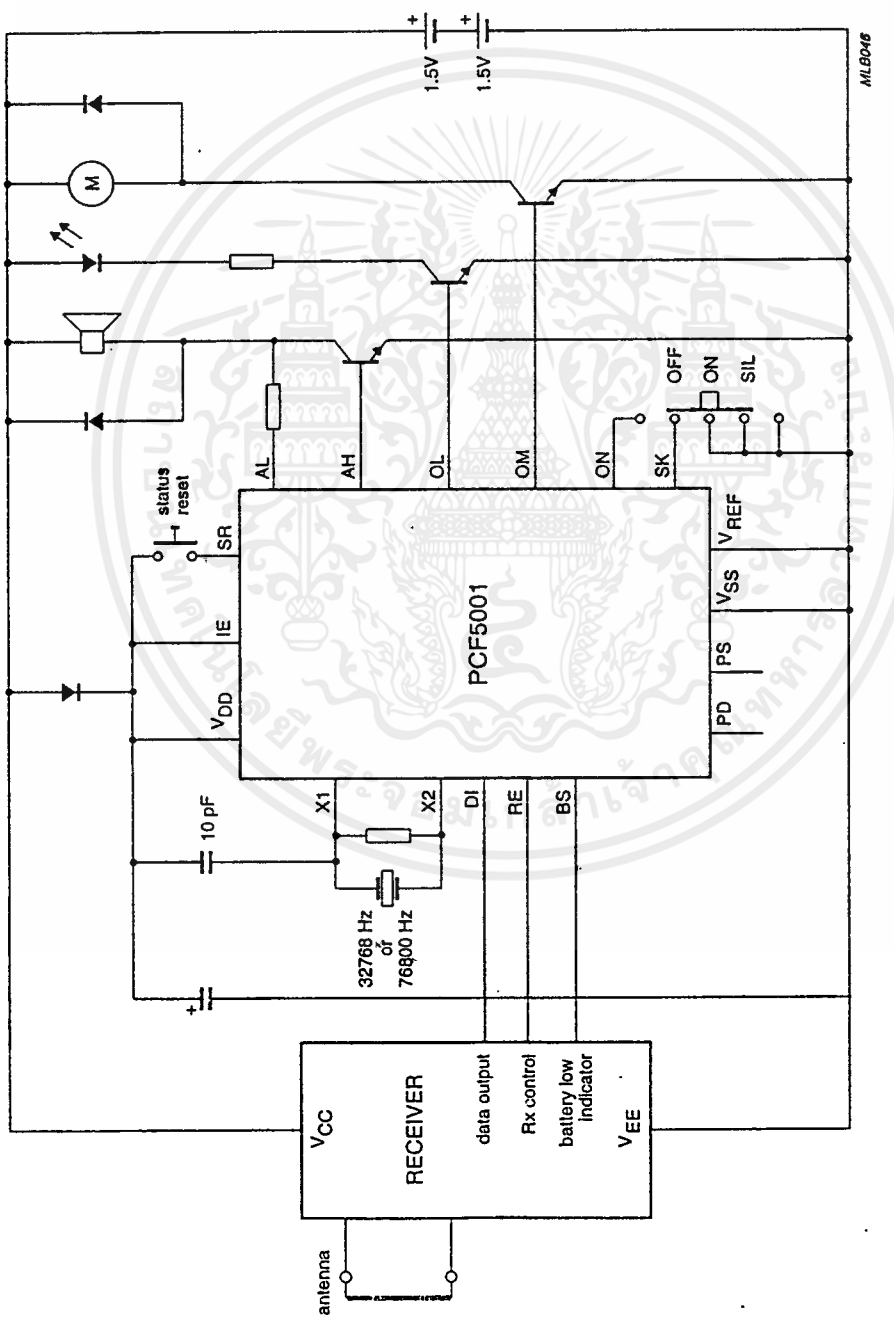


Fig.22 Alert-only pager application example.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

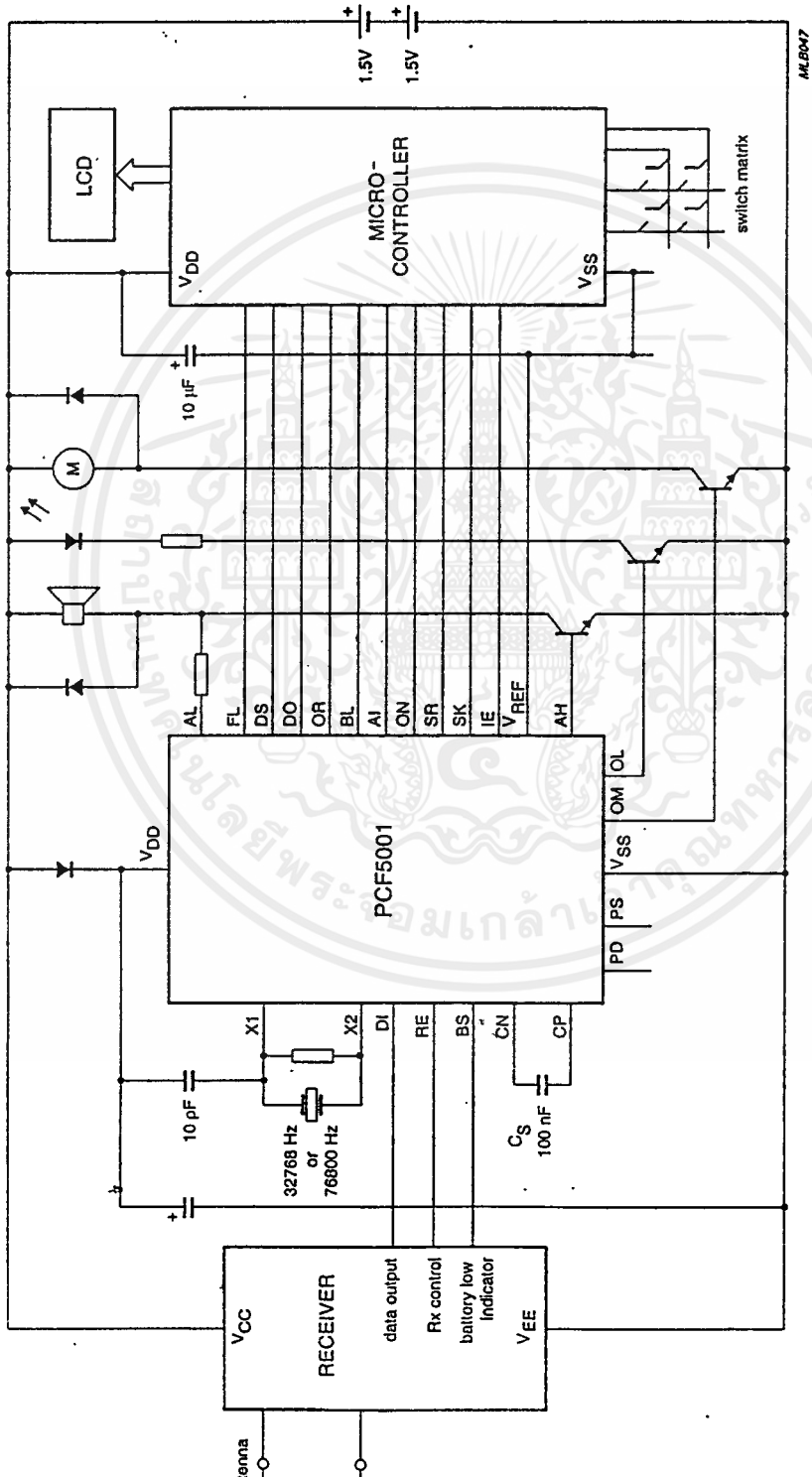
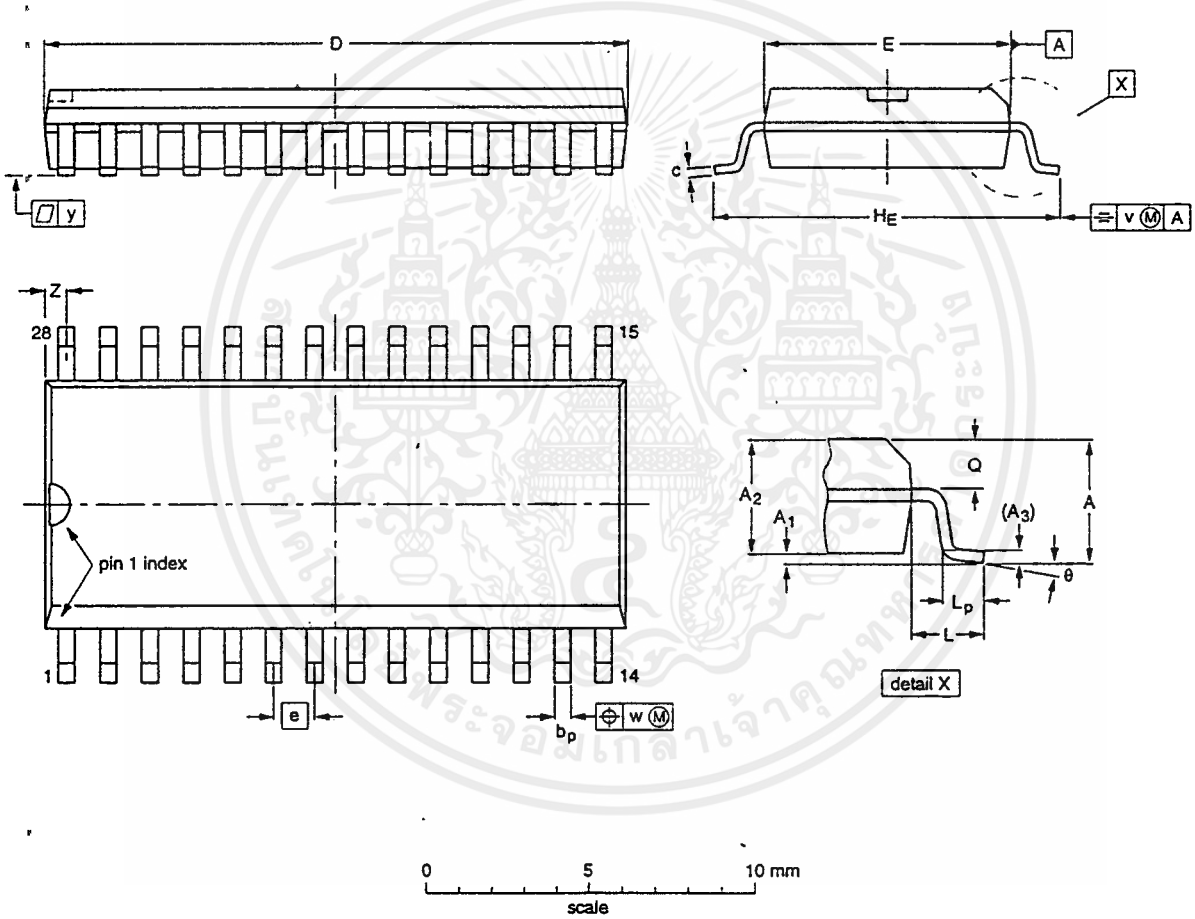


Fig.23 Display-pager application example.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

15 PACKAGE OUTLINES

SO28: plastic small outline package; 28 leads; body width 7.5 mm **SOT136-1**



DIMENSIONS (inch dimensions are derived from the original mm dimensions)

UNIT	A max.	A_1	A_2	A_3	b_p	c	$D^{(1)}$	$E^{(1)}$	e	H_E	L	L_p	Q	v	w	y	$Z^{(1)}$	θ
mm	2.65	0.30 0.10	2.45 2.25	0.25	0.49 0.36	0.32 0.23	18.1 17.7	7.6 7.4	1.27	10.65 10.00	1.4	1.1 0.4	1.1 1.0	0.25	0.25	0.1	0.9 0.4	8° 0°
inches	0.10	0.012 0.004	0.096 0.089	0.01	0.019 0.014	0.013 0.009	0.71 0.69	0.30 0.29	0.050	0.42 0.39	0.055	0.043 0.016	0.043 0.039	0.01	0.01	0.004	0.035 0.016	

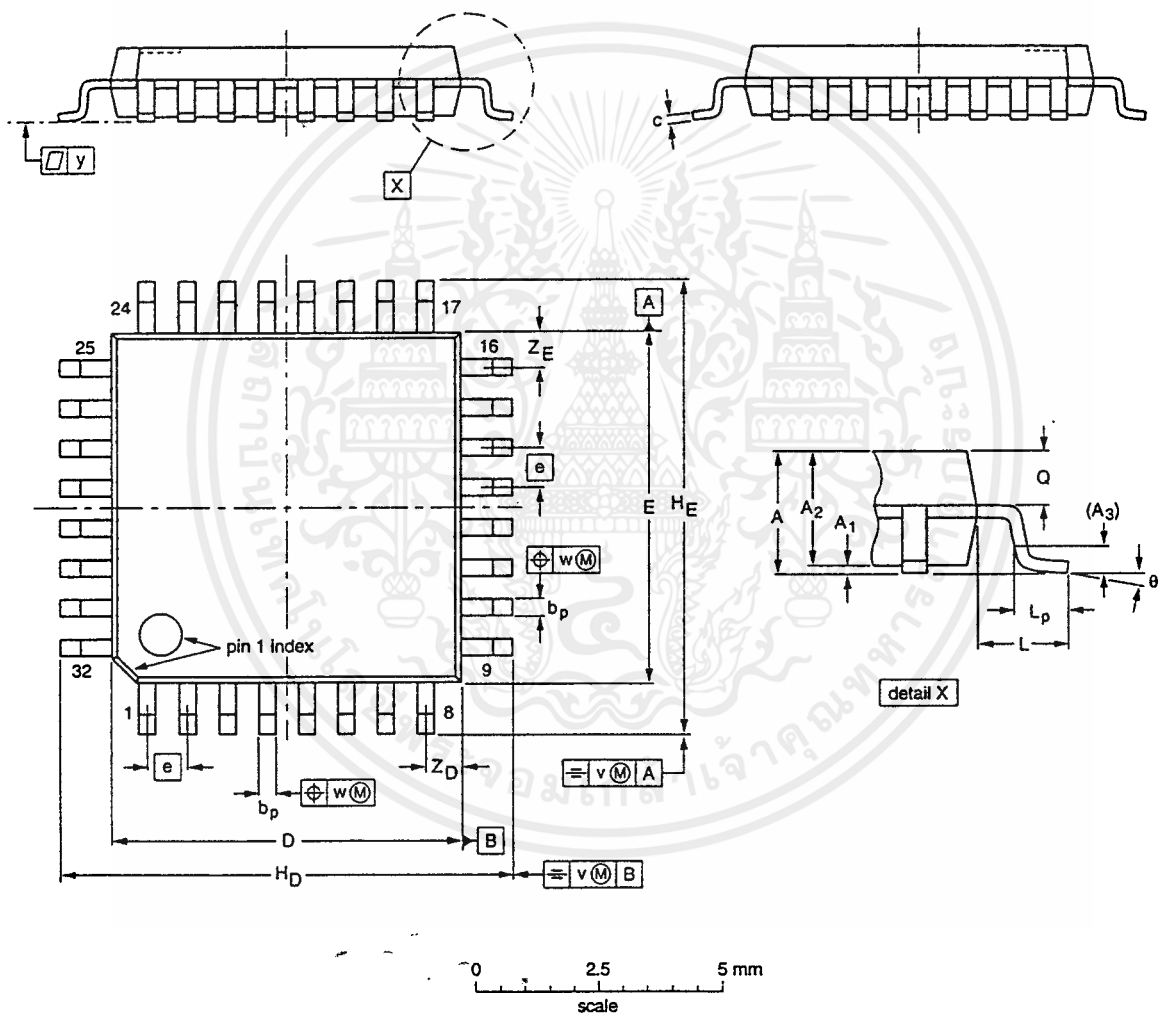
Note

1. Plastic or metal protrusions of 0.15 mm maximum per side are not included.

OUTLINE VERSION	REFERENCES			EUROPEAN PROJECTION	ISSUE DATE
	IEC	JEDEC	EIAJ		
SOT136-1	075E06	MS-013AE			~~91-08-13~~ 95-01-24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LQFP32: plastic low profile quad flat package; 32 leads; body 7 x 7 x 1.4 mm **SOT358-1**



DIMENSIONS (mm are the original dimensions)

UNIT	A max.	A_1	A_2	A_3	b_p	c	$D^{(1)}$	$E^{(1)}$	e	H_D	H_E	L	L_p	Q	v	w	y	$Z_D^{(1)}$	$Z_E^{(1)}$	θ
mm	1.60	0.20 0.05	1.45 1.35	0.25	0.4 0.3	0.18 0.12	7.1 6.9	7.1 6.9	0.8	9.15 8.85	9.15 8.85	1.0	0.75 0.45	0.69 0.59	0.2	0.25	0.1	0.9 0.5	0.9 0.5	7° 0°

Note

1. Plastic or metal protrusions of 0.25 mm maximum per side are not included.

OUTLINE VERSION	REFERENCES				EUROPEAN PROJECTION	ISSUE DATE
	IEC	JEDEC	EIAJ			
SOT358-1						~~93-06-29~~ 95-12-19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

16 SOLDERING

16.1 Introduction

There is no soldering method that is ideal for all IC packages. Wave soldering is often preferred when through-hole and surface mounted components are mixed on one printed-circuit board. However, wave soldering is not always suitable for surface mounted ICs, or for printed-circuits with high population densities. In these situations reflow soldering is often used.

This text gives a very brief insight to a complex technology. A more in-depth account of soldering ICs can be found in our *"IC Package Databook"* (order code 9398 652 90011).

16.2 Reflow soldering

Reflow soldering techniques are suitable for all LQFP and SO packages.

Reflow soldering requires solder paste (a suspension of fine solder particles, flux and binding agent) to be applied to the printed-circuit board by screen printing, stencilling or pressure-syringe dispensing before package placement.

Several techniques exist for reflowing; for example, thermal conduction by heated belt. Dwell times vary between 50 and 300 seconds depending on heating method. Typical reflow temperatures range from 215 to 250 °C.

Preheating is necessary to dry the paste and evaporate the binding agent. Preheating duration: 45 minutes at 45 °C.

16.3 Wave soldering

16.3.1 LQFP

Wave soldering is **not** recommended for LQFP packages. This is because of the likelihood of solder bridging due to closely-spaced leads and the possibility of incomplete solder penetration in multi-lead devices.

If wave soldering cannot be avoided, the following conditions must be observed:

- **A double-wave (a turbulent wave with high upward pressure followed by a smooth laminar wave) soldering technique should be used.**
- **The footprint must be at an angle of 45° to the board direction and must incorporate solder thieves downstream and at the side corners.**

Even with these conditions, do not consider wave soldering LQFP packages LQFP48 (SOT313-2), LQFP64 (SOT314-2) or LQFP80 (SOT315-1).

16.3.2 SO

Wave soldering techniques can be used for all SO packages if the following conditions are observed:

- A double-wave (a turbulent wave with high upward pressure followed by a smooth laminar wave) soldering technique should be used.
- The longitudinal axis of the package footprint must be parallel to the solder flow.
- The package footprint must incorporate solder thieves at the downstream end.

16.3.3 METHOD (LQFP AND SO)

During placement and before soldering, the package must be fixed with a droplet of adhesive. The adhesive can be applied by screen printing, pin transfer or syringe dispensing. The package can be soldered after the adhesive is cured.

Maximum permissible solder temperature is 260 °C, and maximum duration of package immersion in solder is 10 seconds, if cooled to less than 150 °C within 6 seconds. Typical dwell time is 4 seconds at 250 °C.

A mildly-activated flux will eliminate the need for removal of corrosive residues in most applications.

16.4 Repairing soldered joints

Fix the component by first soldering two diagonally-opposite end leads. Use only a low voltage soldering iron (less than 24 V) applied to the flat part of the lead. Contact time must be limited to 10 seconds at up to 300 °C. When using a dedicated tool, all other leads can be soldered in one operation within 2 to 5 seconds between 270 and 320 °C.

ใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

17 DEFINITIONS

Data sheet status	
Objective specification	This data sheet contains target or goal specifications for product development.
Preliminary specification	This data sheet contains preliminary data; supplementary data may be published later.
Product specification	This data sheet contains final product specifications.
Limiting values	
Limiting values given are in accordance with the Absolute Maximum Rating System (IEC 134). Stress above one or more of the limiting values may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only and operation of the device at these or at any other conditions above those given in the Characteristics sections of the specification is not implied. Exposure to limiting values for extended periods may affect device reliability.	
Application information	
Where application information is given, it is advisory and does not form part of the specification.	

18 LIFE SUPPORT APPLICATIONS

These products are not designed for use in life support appliances, devices, or systems where malfunction of these products can reasonably be expected to result in personal injury. Philips customers using or selling these products for use in such applications do so at their own risk and agree to fully indemnify Philips for any damages resulting from such improper use or sale.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Philips Semiconductors – a worldwide company

Argentina: see South America

Australia: 34 Waterloo Road, NORTH RYDE, NSW 2113,
Tel. +61 2 9805 4455, Fax. +61 2 9805 4466

Austria: Computerstr. 6, A-1101 WIEN, P.O. Box 213,
Tel. +43 1 60 101, Fax. +43 1 60 101 1210

Belarus: Hotel Minsk Business Center, Bld. 3, r. 1211, Volodarski Str. 6,
220050 MINSK, Tel. +375 172 200 733, Fax. +375 172 200 773

Belgium: see The Netherlands

Brazil: see South America

Bulgaria: Philips Bulgaria Ltd., Energoproject, 15th floor,
51 James Bourchier Blvd., 1407 SOFIA,
Tel. +359 2 689 211, Fax. +359 2 689 102

Canada: PHILIPS SEMICONDUCTORS/COMPONENTS,
Tel. +1 800 234 7381

China/Hong Kong: 501 Hong Kong Industrial Technology Centre,
72 Tat Chee Avenue, Kowloon Tong, HONG KONG,
Tel. +852 2319 7888, Fax. +852 2319 7700

Colombia: see South America

Czech Republic: see Austria

Denmark: Prags Boulevard 80, PB 1919, DK-2300 COPENHAGEN S,
Tel. +45 32 88 2636, Fax. +45 31 57 1949

Finland: Sinikalliontie 3, FIN-02630 ESPOO,
Tel. +358 9 615800, Fax. +358 9 61580/xxx

France: 4 Rue du Port-aux-Vins, BP317, 92156 SURESNES Cedex,
Tel. +33 1 40 99 6161, Fax. +33 1 40 99 6427

Germany: Hammerbrookstraße 69, D-20097 HAMBURG,
Tel. +49 40 23 53 60, Fax. +49 40 23 536 300

Greece: No. 15, 25th March Street, GR 17778 TAVROS/ATHENS,
Tel. +30 1 4894 339/239, Fax. +30 1 4814 240

Hungary: see Austria

India: Philips INDIA Ltd, Shivsagar Estate, A Block, Dr. Annie Besant Rd.
Worli, MUMBAI 400 018, Tel. +91 22 4938 541, Fax. +91 22 4938 722

Indonesia: see Singapore

Ireland: Newstead, Clonskeagh, DUBLIN 14,
Tel. +353 1 7640 000, Fax. +353 1 7640 200

Israel: RAPAC Electronics, 7 Kehilat Saloniki St, TEL AVIV 61180,
Tel. +972 3 645 0444, Fax. +972 3 649 1007

Italy: PHILIPS SEMICONDUCTORS, Piazza IV Novembre 3,
20124 MILANO, Tel. +39 2 6752 2531, Fax. +39 2 6752 2557

Japan: Philips Bldg 13-37, Kohnan 2-chome, Minato-ku, TOKYO 108,
Tel. +81 3 3740 5130, Fax. +81 3 3740 5077

Korea: Philips House, 260-199 Itaewon-dong, Yongsan-ku, SEOUL,
Tel. +82 2 709 1412, Fax. +82 2 709 1415

Malaysia: No. 76 Jalan Universiti, 46200 PETALING JAYA, SELANGOR,
Tel. +60 3 750 5214, Fax. +60 3 757 4880

Mexico: 5900 Gateway East, Suite 200, EL PASO, TEXAS 79905,
Tel. +9-5 800 234 7381

Middle East: see Italy

Netherlands: Postbus 90050, 5600 PB EINDHOVEN, Bldg. VB,
Tel. +31 40 27 82785, Fax. +31 40 27 88399

New Zealand: 2 Wagener Place, C.P.O. Box 1041, AUCKLAND,
Tel. +64 9 849 4160, Fax. +64 9 849 7811

Norway: Box 1, Manglerud 0612, OSLO,
Tel. +47 22 74 8000, Fax. +47 22 74 8341

Philippines: Philips Semiconductors Philippines Inc.,
106 Valero St. Salcedo Village, P.O. Box 2108 MCC, MAKATI,
Metro MANILA, Tel. +63 2 816 6380, Fax. +63 2 817 3474

Poland: Ul. Lukiska 10, PL 04-123 WARSZAWA,
Tel. +48 22 612 2831, Fax. +48 22 612 2327

Portugal: see Spain

Romania: see Italy

Russia: Philips Russia, Ul. Usatcheva 35A, 119048 MOSCOW,
Tel. +7 095 755 6918, Fax. +7 095 755 6919

Singapore: Lorong 1, Toa Payoh, SINGAPORE 1231,
Tel. +65 350 2538, Fax. +65 251 6500

Slovakia: see Austria

Slovenia: see Italy

South Africa: S.A. PHILIPS Pty Ltd., 195-215 Main Road Martindale,
2092 JOHANNESBURG, P.O. Box 7430 Johannesburg 2000,
Tel. +27 11 470 5911, Fax. +27 11 470 5494

South America: Rua do Rocio 220, 5th floor, Suite 51,
04552-903 São Paulo, SÃO PAULO - SP, Brazil,
Tel. +55 11 821 2333, Fax. +55 11 829 1849

Spain: Balmes 22, 08007 BARCELONA,
Tel. +34 3 301 6312, Fax. +34 3 301 4107

Sweden: Kottbygatan 7, Akalla, S-16485 STOCKHOLM,
Tel. +46 8 632 2000, Fax. +46 8 632 2745

Switzerland: Allmendstrasse 140, CH-8027 ZÜRICH,
Tel. +41 1 488 2686, Fax. +41 1 481 7730

Taiwan: Philips Semiconductors, 6F, No. 96, Chien Kuo N. Rd., Sec. 1,
TAIPEI, Taiwan Tel. +886 2 2134 2870, Fax. +886 2 2134 2874

Thailand: PHILIPS ELECTRONICS (THAILAND) Ltd.,
209/2 Sanpavuth-Bangna Road Prakanong, BANGKOK 10260,
Tel. +66 2 745 4090, Fax. +66 2 398 0793

Turkey: Talatpasa Cad. No. 5, 80640 GÜLTEPE/ISTANBUL,
Tel. +90 212 279 2770, Fax. +90 212 282 6707

Ukraine: PHILIPS UKRAINE, 4 Patrice Lumumba str., Building B, Floor 7,
252042 KIEV, Tel. +380 44 264 2776, Fax. +380 44 268 0461

United Kingdom: Philips Semiconductors Ltd., 276 Bath Road, Hayes,
MIDDLESEX UB3 5BX, Tel. +44 181 730 5000, Fax. +44 181 754 8421

United States: 811 East Arques Avenue, SUNNYVALE, CA 94088-3409,
Tel. +1 800 234 7381

Uruguay: see South America

Vietnam: see Singapore

Yugoslavia: PHILIPS, Trg N. Pasica 5/v, 11000 BEOGRAD,
Tel. +381 11 625 344, Fax.+381 11 635 777

For all other countries apply to: Philips Semiconductors, Marketing & Sales Communications,
Building BE-p, P.O. Box 218, 5600 MD EINDHOVEN, The Netherlands, Fax. +31 40 27 24825

Internet: http://www.semiconductors.philips.com

© Philips Electronics N.V. 1997

SCA53

All rights are reserved. Reproduction in whole or in part is prohibited without the prior written consent of the copyright owner.

The information presented in this document does not form part of any quotation or contract, is believed to be accurate and reliable and may be changed without notice. No liability will be accepted by the publisher for any consequence of its use. Publication thereof does not convey nor imply any license under patent- or other industrial or intellectual property rights.

Printed in The Netherlands 437027/00/05/pp44 Date of release: 1997 Jar 04 Document order number: 9397 750 01626

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Let's make things better.

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อผู้ทำปริญญานิพนธ์	นายธำมรงค์ ทองชุ้นห่อ
วันเดือนปีเกิด	11 พฤษภาคม พ.ศ. 2519
สถานที่เกิด	จังหวัดกรุงเทพมหานคร
ภูมิลำเนาเดิม	จังหวัดกรุงเทพมหานคร
ที่อยู่ปัจจุบัน	45 / 72 หมู่ 17 ถนนสามวา แขวงมีนบุรี เขตมีนบุรี จังหวัดกรุงเทพมหานคร 10510
โทรศัพท์	517-7189

ประวัติการศึกษา

ประถมศึกษา	โรงเรียนทรงวิทย์ศึกษา
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาน้อมเกล้า
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.)	วิทยาลัยเทคนิคมีนบุรี
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.)	วิทยาลัยเทคนิคมีนบุรี
ปริญญาตรี	สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
คติพจน์	ทำดีเข้าไป สักวันคงได้ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อผู้ทำปริญญานิพนธ์	นายวิษณุ กุหลาบ
วันเดือนปีเกิด	27 กรกฎาคม พ.ศ. 2519
สถานที่เกิด	จังหวัดนครราชสีมา
ภูมิลำเนาเดิม	จังหวัดนครราชสีมา
ที่อยู่ปัจจุบัน	2333 / 347 หมู่ 5 ตำบลโพธิ์กลาง อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา 30000
โทรศัพท์	

ประวัติการศึกษา

ประถมศึกษา	โรงเรียนอัสสัมชัญนครราชสีมา
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนอัสสัมชัญนครราชสีมา
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.)	วิทยาลัยเทคนิคนครราชสีมา
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.)	สถาบันเทคโนโลยีราชมงคลวิทยาเขตตะวันออกเฉียงเหนือ นครราชสีมา
ปริญญาตรี	สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
คติพจน์	นึกถึงบุญคุณพ่อแม่ซักนิด หากมีจิตสำนึกทดแทนคุณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อผู้ทำปริญญานิพนธ์	นางสาวศศิธร ชัยนาม
วันเดือนปีเกิด	12 มีนาคม พ.ศ. 2518
สถานที่เกิด	จังหวัดนครราชสีมา
ภูมิลำเนาเดิม	จังหวัดนครราชสีมา
ที่อยู่ปัจจุบัน	629 / 164 หมู่ 6 หมู่บ้านทานตะวัน ถนนสุรนารายณ์ ตำบลจอหอ อำภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา 30000
โทรศัพท์	(044) 371-208

ประวัติการศึกษา

ประถมศึกษา	โรงเรียนอนุบาลนครราชสีมา
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนบุญเหลือวิทยานุสรณ์
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.)	วิทยาลัยเทคนิคนครราชสีมา
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.)	วิทยาลัยเทคนิคนครราชสีมา
ปริญญาตรี	สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
คติพจน์	มองคนอื่นค้นหาความดี มองตัวเรานี้ค้นหาความบกพร่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อผู้ทำปริญญานิพนธ์	นายสมบูรณ์ อัศวบุญมี
วันเดือนปีเกิด	10 มิถุนายน พ.ศ. 2520
สถานที่เกิด	จังหวัดยะลา
ภูมิลำเนาเดิม	จังหวัดยะลา
ที่อยู่ปัจจุบัน	74 /163 ถนนรามอินทรา แขวงบึงกุ่ม เขตคลองกุ่ม จังหวัดกรุงเทพมหานคร 10230
โทรศัพท์	917-8531

ประวัติการศึกษา

ประถมศึกษา	โรงเรียนบ้านเบตงอนุสรณ์
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนเบตงวีระราษฎร์ประสาน
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.)	วิทยาลัยเทคนิคยะลา
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.)	วิทยาลัยเทคนิคยะลา
ปริญญาตรี	สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
คติพจน์	ทำวันนี้ให้ดีที่สุดก่อนที่จะคิดถึงวันต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

คู่มือการฝึกอบรม เล่ม 1 TCCS (ระบบควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ของโตโมต้า) บริษัท โตโยต้า มอเตอร์ ประเทศไทย จำกัด

ดำรงพงศ์ พลบูรณ์, นุกูล สว่างเมฆ, ประวิทย์ อนุการ, เอกชัย เอี่ยมคง ปริญญานิพนธ์ระบบวิทยุติดตามตัว ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม. คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2538

ธนิต สำลีวงศ์, ภานุ เบ็ญจกุล ปริญญานิพนธ์เครื่องจำลองการทำงานเพจเจอร์ ภาควิศวกรรมคอมพิวเตอร์. คณะวิศวกรรมศาสตร์. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร, 2540

นันทชัย ทองขาว, มณฑป ไชยบัณฑิต, วิชัย มูลพุฒน์ ปริญญานิพนธ์ระบบวิทยุติดตามตัวภายในสำนักงาน ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม. คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2539

พิเชษฐ์ ฤทธิสุนทร วารสาร เซมิคอนดัคเตอร์อิเล็กทรอนิกส์. ฉบับที่ 125 หน้าที่ 54-61

ไพโรจน์ ไววานิชกิจ "เรื่องลึกๆ ของเพจเจอร์" เซมิคอนดัคเตอร์. ฉบับที่ 159 พฤษภาคม , 2539

Philips Semiconductor, "POCSAG Paging Decoder", Product Specification, 1994

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้