สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ระบบเตือนภัยอัจฉริยะ

INTELLIGENT WARNING SYSTEM

โดย

นายประลอง น้อยขำ

นายภูมิ นิลสุข

วน.
ว369ร
2549

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 72661
วัน,เดือน,ปี 21 มิ.ย. 2550

.b 11771008
.i.....

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมสารสนเทศ

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

INTELLIGENT WARNING SYSTEM

BY

MR. PRALONG NOIKHAM

MR. POOM NINSOOK

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF

THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

BACHELOR IN DEPARTMENT OF INFORMATION ENGINEERING

FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2006

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	ระบบเตือนภัยอัจฉริยะ
ชื่อนักศึกษา	นายประลอง น้อยขำ รหัสนักศึกษา 46010413
	นายภูมิ นิลสุข รหัสนักศึกษา 46010587
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.ไพศาล สิทธิโยภาสกุล
	รศ. นิกร สุขุตมตันติ
ระดับการศึกษา	ปริญญาตรี วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
	สาขาวิศวกรรมสารสนเทศ
ภาควิชา	วิศวกรรมสารสนเทศ
ปีการศึกษา	2549

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ได้รับการอนุมัติเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

.....

(ผศ.ไพศาล สิทธิโยภาสกุล)
อาจารย์ที่ปรึกษา

.....

(รศ. นิกร สุขุตมตันติ)
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	ระบบเตือนภัยอัจฉริยะ
ชื่อนักศึกษา	นายประลอง น้อยขำ รหัสประจำตัว 46010413
	นายภูมิ นิลสุข รหัสประจำตัว 46010587
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.ไพศาล สิทธิโยภาสกุล
	รศ. นิกร สุขุตมตันติ
ระดับการศึกษา	ปริญญาตรี วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
	สาขาวิศวกรรมสารสนเทศ
ภาควิชา	วิศวกรรมสารสนเทศ
ปีการศึกษา	2549

บทคัดย่อ

ระบบเตือนภัยอัจฉริยะ เป็นระบบที่ช่วยรักษาความปลอดภัยภายในบ้าน โดยหากมีเหตุฉุกเฉินเกิดขึ้น เช่น เกิดอัคคีภัย หรือ มีผู้บุกรุกเข้ามาภายในบ้าน ระบบก็จะทำการตรวจจับด้วยอุปกรณ์ตรวจจับควัน หรือ อินฟราเรดตรวจจับการเคลื่อนไหว แล้วส่งสัญญาณเข้ากับระบบควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อทำการส่งข้อความแจ้งเตือนไปยังหมายเลขโทรศัพท์มือถือของเจ้าของบ้านให้รับทราบเพื่อจะได้รีบหาทางแก้ไขเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นได้ทันเวลา นอกจากนี้แล้วยังสามารถเรียกดูภาพเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นภายในบ้านได้ตลอดเวลาในระบบออนไลน์ ผ่านทางกล้องเว็บแคมที่ได้ติดตั้งไว้และสามารถบันทึกภาพเหตุการณ์ได้ จึงช่วยให้สามารถตรวจสอบสภาพเหตุการณ์ต่างๆที่เกิดขึ้นภายในบ้านได้สะดวกและง่ายมากยิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Intelligent Warning System
Student	Mr. Pralong Noikham ID. 46010413
	Mr. Poom Ninsook ID. 46010587
Advisor	Asst. Prof. Pisan Sidthiyopasakul
	Assoc. Prof. Nikorn Sukutamatanti
Graduate Level	Bachelor Degree of Information Engineering
Department	Information Engineering
Academic Year	2006

ABSTRACT

Intelligent Warning System is used for security purpose. It can detect emergency situation such as fire or stealth. Incase of emergency, this system will detect fire by using smoke detector and infrared motion detector to detect intruder in the house. After that, microcontroller will process these data and send the emergency message to the house keeper's mobile. More than that, the house keeper can use online monitoring to watch the situation in the house every time via webcam camera and can record them . This is the easy way to check the condition in the house at any time and everywhere.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ในการทำโครงงานปริญญานิพนธ์นี้ ทางผู้จัดทำได้รับความอนุเคราะห์ช่วยเหลือ ได้รับคำแนะนำแนวทางในการดำเนินงาน และความช่วยเหลือในเรื่องสถานที่ เครื่องมืออุปกรณ์ต่างๆ จากท่านผศ.ไพศาล สิทธิโยภาสกุล และ รศ.นิกร สุขุตมตันติ มาโดยตลอดจนกระทั่งสำเร็จเป็นโครงงานนี้ขึ้นมา ผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณท่านทั้งสองที่ให้ความกรุณาไว้ ณ ที่นี้ด้วย

ขอขอบคุณ เพื่อนๆทุกคนที่ให้ความช่วยเหลือ และให้คำปรึกษาในการแก้ไขอุปสรรคต่างๆ ให้สามารถผ่านไปได้ด้วยดี และท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา ซึ่งให้การสนับสนุนทางด้านการเงิน และเป็นกำลังใจที่ดีเสมอมาจนกระทั่งผลงานสำเร็จไปได้ด้วยดี

คณะผู้จัดทำ

นายประลอง น้อยขำ

นายภูมิ นิลสุข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญรูป	ช
สารบัญตาราง	ฌ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 บทนำ	1
1.2 วัตถุประสงค์	1
1.3 ขอบเขตของโครงงาน	1
1.4 ขั้นตอนการดำเนินโครงงาน	2
1.5 สถาปัตยกรรมของระบบ	2
บทที่ 2 ทฤษฎี	4
2.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์(MCS-51)	4
2.1.1 คุณสมบัติของไมโครคอนโทรลเลอร์ AT89xx	4
2.1.2 โครงสร้างและสถาปัตยกรรม	4
2.1.3 โครงสร้างการทำงานของพอร์ต	5
2.1.4 การจัดขาของไมโครคอนโทรลเลอร์	6
2.1.5 หน่วยความจำของโปรแกรม	8
2.1.6 หน่วยความจำข้อมูล	8
2.1.7 พอร์ตอนุกรม	9
2.1.8 กระบวนการรีเซต	9
2.2 การสื่อสารข้อมูล	10
2.2.1 วิธีการถ่ายโอนข้อมูล	10
2.2.2 รูปแบบของการสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรม	12
2.3 มาตรฐาน RS-232-C	12
2.3.1 สัญญาณที่ใช้ทั้งหมดใน RS-232-C	12
2.3.2 การสื่อสารสองทาง	14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
2.3.3 ระดับสัญญาณของ RS-232-C	15
2.4 รูปแบบข้อมูลในคอมพิวเตอร์	16
2.4.1 บิตและไบต์	16
2.4.2 การเข้ารหัสข้อความ	16
2.4.3 การเข้ารหัสข้อมูลที่ไม่ใช่ข้อความ	17
2.5 อุปกรณ์ตรวจจับควัน	18
2.5.1 อุปกรณ์ตรวจจับควันชนิดไอออนไนเซชั่น	18
2.5.2 อุปกรณ์ตรวจจับควันชนิดโฟโต้อิเลคตริก	18
2.6 อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์พื้นฐาน	19
2.6.1 ตัวเก็บประจุ	19
2.6.1.1 ตัวเก็บประจุแบบค่าคงที่	20
2.6.1.2 ตัวเก็บประจุแบบปรับค่าได้	21
2.6.2 ไดโอด	22
2.6.2.1 ซีเนอร์ไดโอด	23
2.6.2.2 ไดโอดเปล่งแสง	24
2.6.3 ทรานซิสเตอร์	25
2.6.4 ไอซี 555	26
2.7 แสงอินฟราเรด	27
2.8 โทรศัพท์มือถือกับการส่ง SMS	30
2.8.1 หลักการรับส่ง SMS ของโทรศัพท์มือถือ	30
2.8.2 GSM AT Commands	30
บทที่ 3 การออกแบบโครงงาน	34
3.1 การออกแบบการทำงานของระบบทั้งหมด	34
3.2 การออกแบบวงจรอุปกรณ์ตรวจจับควัน	37
3.3 การออกแบบวงจรอุปกรณ์ตรวจจับความเคลื่อนไหว	37
บทที่ 4 ผลการทดลอง	40
4.1 ผลการทดลองของอุปกรณ์ตรวจจับควัน	40
4.2 ผลการทดลองของอุปกรณ์ตรวจจับความเคลื่อนไหว	42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
4.3 ผลการทดลองกับโทรศัพท์มือถือ	43
4.4 ผลการทดลองกับกล้องเว็บแคม	45
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง	48
5.1 สรุปผลโครงงาน	48
5.2 ปัญหาที่เกิดขึ้นในระหว่างการดำเนินโครงงาน	48
5.3 แนวทางในการแก้ปัญหา	49
5.4 แนวทางในการพัฒนาต่อ	49
บรรณานุกรม	50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 1.1 สถาปัตยกรรมของระบบ 3
รูปที่ 2.1 แสดงขาที่ใช้งานของ MCS-51 6
รูปที่ 2.2 แสดงการส่งข้อมูลแบบขนาน 11
รูปที่ 2.3 แสดงการส่งข้อมูลแบบอนุกรม 11
รูปที่ 2.4 แสดงการใช้ RS-232-C เชื่อมต่อกับอุปกรณ์ 12
รูปที่ 2.5 การเชื่อมต่อ RS-232-C มาตรฐานเก้าเส้น 14
รูปที่ 2.6 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันและสถานะของสัญญาณ 15
รูปที่ 2.7 ตัวอย่างรหัส ASCII 17
รูปที่ 2.8 อุปกรณ์ตรวจจับควันชนิดไอออนไนเซชั่น 19
รูปที่ 2.9 โครงสร้างของตัวเก็บประจุ 20
รูปที่ 2.10 ตัวเก็บประจุชนิดเซรามิก 20
รูปที่ 2.11 ตัวเก็บประจุชนิดอิเล็กทรอไลติกและสัญลักษณ์ตัวเก็บประจุชนิดมีขั้ว 21
รูปที่ 2.12 ตัวเก็บประจุแบบปรับค่าได้ 21
รูปที่ 2.13 (ก) แสดงสัญลักษณ์ของไดโอด (ข) แสดงโครงสร้างของไดโอดพื้นฐานทั่วไป 23
รูปที่ 2.14 (ก) ไดโอดขณะไบแอสตรง (ข) ไดโอดขณะไบแอสกลับ 23
รูปที่ 2.15 สัญลักษณ์ของซีเนอร์ไดโอด 24
รูปที่ 2.16 ลักษณะของ LED 24
รูปที่ 2.17 สัญลักษณ์ของ LED 25
รูปที่ 2.18 สัญลักษณ์ของทรานซิสเตอร์ 25
รูปที่ 2.19 วงจรอะสเตเบิล (Astable) 26
รูปที่ 2.20 คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า 27
รูปที่ 2.21 แสดงการกำหนดค่าใน Hyper Terminal 32
รูปที่ 2.22 แสดงการเขียน AT Commands ใน Hyper Terminal 32
รูปที่ 3.1 แสดงภาพการทำงานของระบบทั้งหมด 34
รูปที่ 3.2 แสดงแผนผังการทำงานของส่วนส่งข้อความ 35
รูปที่ 3.3 โทรศัพท์มือถือ SIEMENS S57 ที่ใช้ส่งข้อความ 36
รูปที่ 3.4 โปรแกรม Windows Movie Maker ที่ใช้บันทึกภาพ 36
รูปที่ 3.5 แสดงวงจรอุปกรณ์ตรวจจับควัน 37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 3.6 แสดงวงจรตัวส่งอินฟราเรด	38
รูปที่ 3.7 แสดงวงจรตัวรับอินฟราเรด	38
รูปที่ 3.8 แสดงวงจรรวมของทั้งระบบ	39
รูปที่ 4.1 แสดงการทำงานของอุปกรณ์ตรวจจับควันในสภาวะปกติ	40
รูปที่ 4.2 แสดงการทำงานของอุปกรณ์ตรวจจับควันในขณะที่ตรวจจับควันได้	41
รูปที่ 4.3 แสดงวงจรการทำงานของอุปกรณ์ตรวจจับความเคลื่อนไหวในภาคส่ง	42
รูปที่ 4.4 แสดงวงจรการทำงานของอุปกรณ์ตรวจจับความเคลื่อนไหวในภาครับ	42
รูปที่ 4.5 แสดงข้อความแจ้งเตือนเมื่อตรวจจับควันได้	43
รูปที่ 4.6 แสดงข้อความแจ้งเตือนเมื่อตรวจจับความเคลื่อนไหวได้	44
รูปที่ 4.7 การทดสอบคำสั่ง AT Commands ผ่าน Hyper Terminal	44
รูปที่ 4.8 หน้าจอเพื่อทำการล็อกอินเข้าดูภาพ	45
รูปที่ 4.9 ภาพเหตุการณ์ที่เรียกดูออนไลน์ผ่านโปรแกรม webcamXP	46
รูปที่ 4.10 ภาพเหตุการณ์ที่ถูกบันทึกด้วยโปรแกรม Windows Movie Maker	47

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1 หน้าที่พิเศษของขาต่างๆ ในพอร์ต 3	7
ตารางที่ 2.2 เปรียบเทียบคุณสมบัติของคลื่นความถี่วิทยุและแสงอินฟราเรด	29
ตารางที่ 2.3 เปรียบเทียบคุณสมบัติของคลื่นแสงอินฟราเรดประเภทต่างๆ	29
ตารางที่ 4.1 แสดงแรงดันที่วัด ณ ตำแหน่งต่างๆ (Volt)	41

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1 บทนำ

1.1 บทนำ

สังคมปัจจุบันผู้คนมักจะใช้ชีวิตการทำงานอยู่นอกบ้านเป็นจำนวนมากและไม่ค่อยมีเวลาที่จะดูแลบ้าน เมื่อเกิดเหตุร้ายขึ้นภายในบ้านขณะที่เจ้าของบ้านไม่อยู่ อย่างเช่น มีโจรมิจฉาชีพบุกรุกเข้ามาในบ้าน หรือเกิดอัคคีภัยขึ้น เจ้าของบ้านก็ไม่สามารถที่จะป้องกันหรือแก้ไขเหตุร้ายเหล่านั้นได้เลย ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดความสูญเสียทางทรัพย์สินและส่งผลกระทบต่อการดำรงชีวิตที่มีปัญหาตามมา จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ควรจะหาทางป้องกันแก้ไข ดังนั้นระบบรักษาความปลอดภัยที่ดีจึงเป็นสิ่งที่น่าจำเป็นอย่างยิ่ง ระบบเตือนภัยอัจฉริยะจึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่จะช่วยป้องกันไม่ให้เกิดความเสียหายร้ายแรงเหล่านี้ โดยระบบนี้จะทำการตรวจจับเหตุผิดปกติที่เกิดขึ้นภายในบ้าน ในกรณีที่เกิดอัคคีภัย หรือมีผู้ไม่หวังดีบุกรุกเข้ามา โดยตรวจสอบผ่านทางตัวตรวจจับของระบบซึ่งจะประกอบไปด้วยตัวตรวจจับสองชนิด คือ อุปกรณ์ตรวจจับควัน (Smoke detector) และ อุปกรณ์ตรวจจับความเคลื่อนไหว (Motion detector) โดยใช้แสงอินฟราเรด จากนั้นเมื่อตรวจจับความผิดปกติได้แล้วก็จะทำการส่งข้อความแจ้งเตือนภัยไปยังเจ้าของบ้านผ่านทางโทรศัพท์มือถือ เพื่อให้ได้รับทราบเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นและหาทางแก้ไขได้ทัน

นอกจากนี้แล้ว ระบบยังออกแบบให้สามารถเรียกดูสภาพเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นภายในบ้านได้ตลอดเวลา โดยเรียกดูออนไลน์บนเครือข่ายอินเตอร์เน็ต ผ่านทางกล้องเว็บแคมที่ได้ติดตั้งเอาไว้ในบริเวณบ้าน และยังสามารถทำการบันทึกภาพเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นได้ จึงทำให้การตรวจสอบในกรณีที่มีผู้บุกรุกเข้ามาสามารถทำได้สะดวกและชัดเจนมากยิ่งขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์

วัตถุประสงค์ในการทำโครงงานนี้ขึ้นมา มีดังนี้

- เพื่อใช้เป็นโครงงานในการทำปริญญานิพนธ์ของการศึกษาในระดับปริญญาตรี
- เพื่อนำความรู้ที่ได้ศึกษามา นำมาประยุกต์ใช้งานจริงเพื่อก่อให้เกิดประโยชน์
- สามารถนำผลงานที่สร้างขึ้นมาไปใช้ประโยชน์ได้ หรือนำไปใช้เป็นต้นแบบในการสร้างอุปกรณ์ขึ้นมาใช้งานจริง เพื่อใช้เตือนภัยที่อาจเกิดขึ้นภายในบ้าน อย่างเช่นในกรณีที่มีโจรบุกรุกเข้ามาในบ้าน หรือเกิดอัคคีภัย
- สามารถนำชิ้นงานที่สร้างขึ้นแล้วไปปรับปรุงเพิ่มเติม เพื่อให้มีประสิทธิภาพและรูปแบบการทำงานที่หลากหลายมากยิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

- สามารถทำการขยายชุดของอุปกรณ์ตรวจจับเพิ่มเติมได้

- สามารถรีเซตระบบได้หลังจากที่มีเหตุการณ์ผิดปกติเกิดขึ้นแล้ว เพื่อกลับสู่สภาวะเริ่มต้นของการทำงานใหม่อีกครั้ง

- สามารถส่งข้อความแจ้งเตือนเหตุการณ์ความผิดปกติที่เกิดขึ้นผ่านทางโทรศัพท์มือถือโดยใช้คุณสมบัติของคำสั่ง AT Commands เพื่อทำการส่งข้อความแจ้งเตือนไปยังหมายเลขโทรศัพท์มือถือของเจ้าของบ้านได้

- สามารถเรียกดูสภาพเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นภายในบ้านผ่านกล้องเว็บแคมที่ติดตั้งไว้ ผ่านทางเครือข่ายอินเตอร์เน็ตในระบบออนไลน์ และสามารถทำการบันทึกภาพเหตุการณ์เพื่อเก็บไว้เป็นหลักฐานในการตรวจสอบได้

1.4 ขั้นตอนการดำเนินโครงงาน

ในการดำเนินโครงงานสามารถแบ่งออกเป็นขั้นตอนตามรายละเอียดดังนี้

1. ศึกษาค้นคว้าและเตรียมข้อมูล โดยหาข้อมูลเกี่ยวกับการนำอุปกรณ์ต่างๆเพื่อจะนำมาใช้สร้างในส่วนของฮาร์ดแวร์ และศึกษาการทำงานของวงจร

2. ศึกษาการใช้คำสั่ง AT Commands เพื่อใช้ควบคุมในการส่งข้อความสั้น (SMS) เข้าโทรศัพท์มือถือ และการเขียนโปรแกรมที่จะใช้ติดต่อควบคุมการทำงานของระบบ

3. นำข้อมูลที่ได้มาทำการวิเคราะห์และออกแบบการทำงานในส่วนต่างๆของระบบ

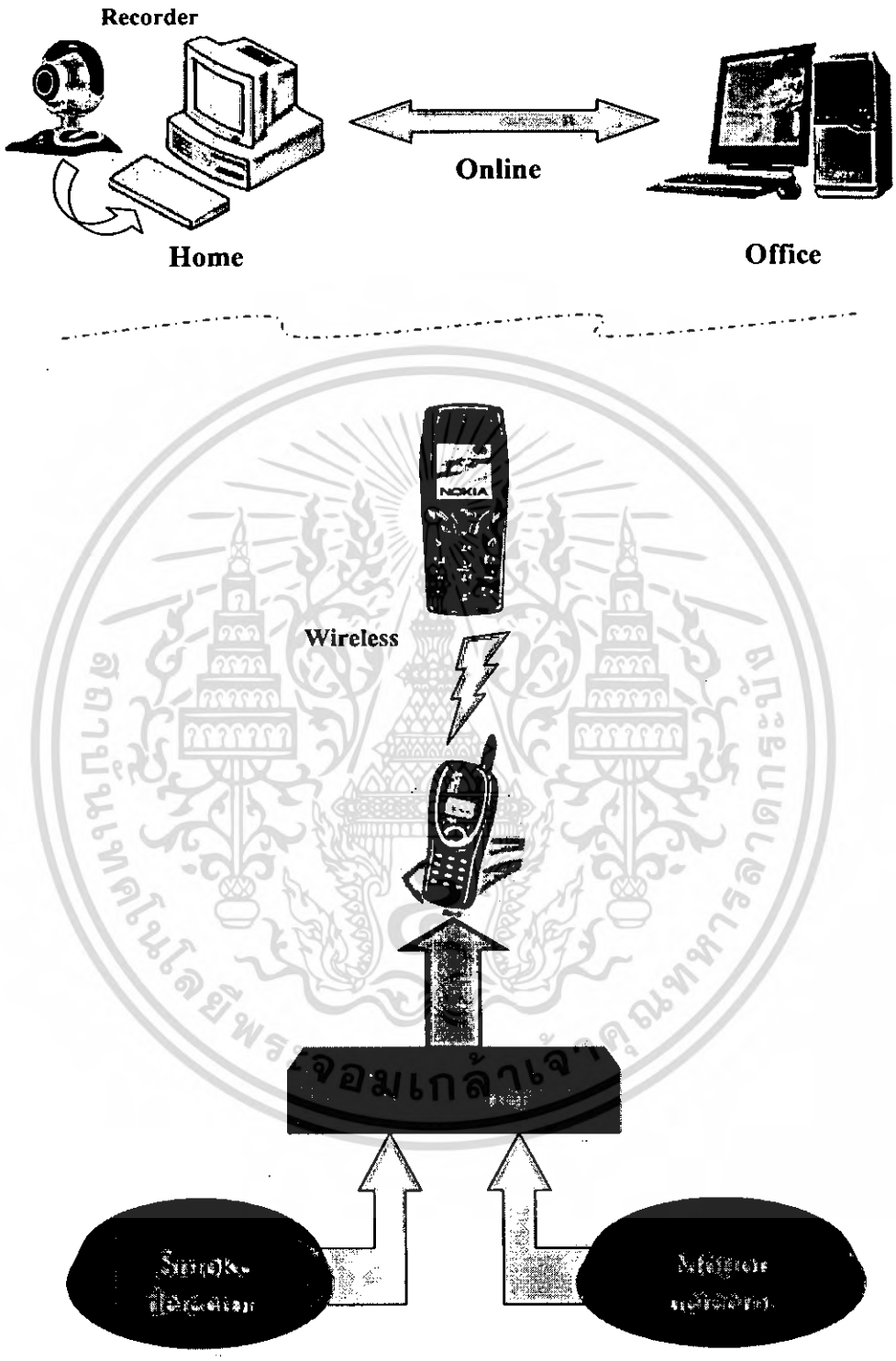
4. ทดสอบการทำงานของระบบตามขั้นตอนที่ได้ออกแบบเอาไว้ เพื่อหาข้อผิดพลาดและทำการปรับปรุงแก้ไข

5. จัดทำรายงานเพื่อสรุปผลการทำงานในส่วนต่างๆของระบบ

1.5 สถาปัตยกรรมของระบบ

ในการทำงานของระบบ สามารถสรุปเป็นภาพรวมของการทำงานในส่วนต่างๆ ได้ตามรูปดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 1.1 สถาปัตยกรรมของระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2 ทฤษฎี

2.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์(MCS-51)

2.1.1 คุณสมบัติของไมโครคอนโทรลเลอร์ AT89xx

- เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ใช้ ซีพียูขนาด 8 บิต
- ภายในมีหน่วยความจำโปรแกรมแบบแฟลช สามารถลบและเขียนใหม่ได้พันครั้ง
- หน่วยความจำข้อมูลพื้นฐานเป็นแบบแรมในบางเบอร์จะมีหน่วยความจำแบบอีอีพรอม
- ขาพอร์ทเป็นแบบสองทิศทาง สามารถใช้ได้ทั้งอินพุท และเอาต์พุต
- มีวงจรสื่อสารอนุกรมแบบฟูลดูเพล็กซ์
- ไทมเมอร์/เคาน์เตอร์ขนาด 16 บิต อย่างน้อย 2 ตัว
- สามารถรองรับแหล่งกำเนิดอินเตอร์รัปต์ได้ 6 ประเภท
- สามารถขยายหน่วยความจำภายนอกเพิ่มเติมได้สูงสุด 64 กิโลไบต์
- มีวงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกาอยู่ภายในชิป
- มีวงจรสื่อสารอนุกรมแบบ SPI สำหรับในอนุกรม AT89Sxx

โครงสร้างพื้นฐานของไมโครคอนโทรลเลอร์ (MCS-51) ในอนุกรม AT89Sxx จะเหมือนกับไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูลMCS-51 พื้นฐานหากแต่ต่างกันเฉพาะหน่วยความจำแบบแฟลชที่เพิ่มเข้ามา

2.1.2 โครงสร้างและสถาปัตยกรรม

ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 ที่มีหน่วยความจำเป็นแบบแฟลชของ Atmel มีเบอร์ขึ้นต้นด้วย AT89xx การเรียนรู้เพื่อใช้งานมีด้วยกันหลายประการดังนี้

1. เนื่องจากหน่วยความจำเป็นแบบแฟลช ทำให้สามารถลบและเขียนใหม่ได้นับพันครั้ง จึงสามารถใช้งานในรูปแบบของชิปเดี่ยวโดยไม่ต้องใช้หน่วยความจำภายนอก ทำให้สามารถใช้งานพอร์ตอินพุทและเอาต์พุตได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ

2. ต้นทุนและเวลาในการพัฒนาระบบไมโครคอนโทรลเลอร์ลดลงอย่างมาก เพราะไม่ต้องใช้เครื่องมือจำพวกอีมูเลเดอร์ และเครื่องโปรแกรมอีพรอม

3. บริษัทผู้ผลิตได้ทำการผลิตไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูลนี้ออกมาหลายเบอร์และมีความสามารถแตกต่างกันออกไปทำให้มีทางเลือกในการใช้งานสูง

4. เนื่องจากใช้หน่วยความจำภายในจึงทำให้สามารถป้องกันการคัดลอกข้อมูล ของหน่วยความจำโปรแกรมได้เป็นอย่างดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ในบางเบอร์ของไมโครคอนโทรลเลอร์สามารถทำการโปรแกรมข้อมูลในหน่วยความจำโปรแกรมข้อมูลได้โดยที่ไม่ต้องถอดตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ออกมาทำการโปรแกรมใหม่ หรือที่เรียกว่า การโปรแกรมในวงจร โดยใช้ลักษณะการติดต่อแบบ SPI (Serial Peripheral Interface) ทำให้การพัฒนาหรือซ่อมบำรุง ตลอดจนการปรับปรุงในหน่วยความจำโปรแกรมทำได้อย่างสะดวกภายใต้งบประมาณที่ไม่สูงมากนัก

2.1.3 โครงสร้างการทำงานของพอร์ต

ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลชมีพอร์ตให้ใช้งานทั้งสิ้น 4 พอร์ต คือ พอร์ต 0 ถึง พอร์ต 3 แต่ละพอร์ตมีขนาด 8 บิต เป็นพอร์ตแบบสองทิศทางกล่าวคือ สามารถเป็นได้ทั้งอินพุตสำหรับข้อมูลขาเข้าและเอาต์พุตสำหรับส่งข้อมูลออก โดยในทุกพอร์ตของไมโครคอนโทรลเลอร์แบบแฟลชจะมีวงจรแลตช์และวงจรขับตลอดจนบัฟเฟอร์อินพุต โดยมีลักษณะการใช้งานดังนี้

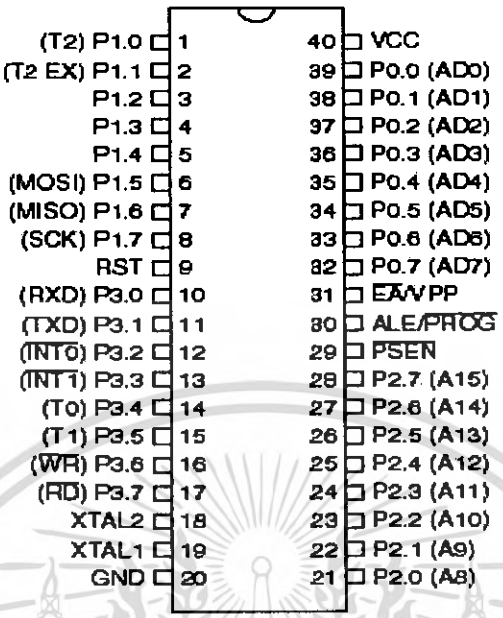
- การใช้งานเป็นพอร์ตอินพุต

ในการกำหนดให้เป็นพอร์ตอินพุต ต้องเริ่มด้วยการเขียนข้อมูล 1 มาที่แต่ละบิตของพอร์ต ที่ต้องการใช้งานเป็นอินพุต เพื่อหยุดการทำงานของเฟตที่ใช้ในการขับสัญญาณเอาต์พุตของบิตนั้นๆ ทำให้ขาสัญญาณของพอร์ตเชื่อมต่อกับวงจรพูลอัพภายในโดยตรง ส่งผลให้ขาพอร์ตนั้นมีลอจิกเป็น 1 สามารถรับสัญญาณลอจิก 0 จากอุปกรณ์ภายนอกได้ง่าย สัญญาณข้อมูลจากอุปกรณ์ภายนอกจะถูก ส่งเข้ามาแล้วเก็บไว้ในวงจรบัฟเฟอร์ภายในพอร์ต แล้วรอให้ซีพียูมาอ่านค่าเข้าไป เมื่อเป็นเช่นนี้ อุปกรณ์ภายนอกที่เชื่อมต่อกับพอร์ตอินพุตของไมโครคอนโทรลเลอร์ ควรถูกกำหนดให้ทำงานในสภาวะลอจิก 0 จะดีและสะดวกที่สุด

- การใช้งานเป็นพอร์ตเอาต์พุต

โดยปกติแล้วพอร์ตจะกำหนดให้มีลักษณะเป็นเอาต์พุตอยู่แล้ว ดังนั้นจึงสามารถส่งข้อมูลออกไปได้อย่างง่ายดายและตรงไปตรงมา กล่าวคือ เมื่อต้องการส่งข้อมูล 0 ออกไปทางเอาต์พุต ก็ให้เขียนข้อมูล 0 ไปยังวงจรแลตช์ ซึ่งก็จะส่งต่อไปขับเฟต ทำให้เฟตทำงาน ที่ขาพอร์ตที่กำหนดให้ทำงานก็จะเกิดลอจิก 0 ขึ้น ในทางตรงกันข้าม หากต้องการส่งข้อมูล 1 ออกไป ก็ให้เขียนข้อมูล 1 ไปยังวงจรแลตช์ วงจรขับก็จะหยุดทำงาน ทำให้พอร์ตเชื่อมต่อกับวงจรพูลอัพภายในเป็นลอจิก 1 ที่ขาพอร์ตนั้น ซึ่งคล้ายกับการกำหนดให้เป็นขาอินพุตมากเพียงแต่แตกต่างกันที่กระบวนการในการเคลื่อนย้ายข้อมูล โดยถ้าเป็นอินพุตจะมีสัญญาณอ่านข้อมูลที่บัฟเฟอร์ แต่ถ้าเป็นเอาต์พุตจะไม่มีการอ่านข้อมูลที่บัฟเฟอร์แต่อย่างใด เว้นแต่ในกรณีที่ต้องการตรวจสอบข้อมูลที่ส่งออกมาทางเอาต์พุต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.1 แสดงขาที่ใช้งานของ MCS-51

2.1.4 การจัดขาของไมโครคอนโทรลเลอร์

ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ทุกเบอร์มีสถาปัตยกรรมและขาใช้งานพื้นฐานเหมือนกัน โดยมีรายละเอียดดังนี้

- ขา Vcc ใช้สำหรับต่อไฟเลี้ยง +5V

- ขา GND เป็นขากราวด์ใช้สำหรับต่อกับกราวด์ของระบบ

- ขาพอร์ต 0 (P0.0-0.7) มี 8 ขา แต่ละขาสามารถกำหนดเป็นได้ทั้งอินพุตและเอาต์พุต สำหรับใช้งานทั่วไป ถ้าหากต้องการกำหนดให้ขาพอร์ต 0 ขาใดขาหนึ่งเป็นขาอินพุต สามารถทำได้โดยการเขียนข้อมูล 1 ไปยังแต่ละบิตของพอร์ตที่จะติดต่อด้วย ส่งผลให้ขาพอร์ตนั้นมีสถานะปล่อยลอย (float) จึงมีอินพุตอิมพีแดนซ์สูง สามารถใช้งานเป็นขาอินพุตได้ นอกจากนั้นขาพอร์ตนี้ยังถูกใช้งานในการติดต่อกับขาแอดเดรสไบต์ต่ำ ของหน่วยความจำภายนอก (A0-A7) และขาข้อมูล โดยใช้กระบวนการมัลติเพล็กซ์เข้ามาช่วย เพื่อที่จะสลับการทำงานให้เป็นได้ทั้งขาติดต่อแอดเดรส และขาติดต่อข้อมูล

- ขาพอร์ต 1 (P1.0-1.7) มี 8 ขา แต่ละขาสามารถกำหนดเป็นได้ทั้งอินพุตและเอาต์พุต ถ้าหากต้องการกำหนดให้ขาพอร์ต 1 ขาใดขาหนึ่งเป็นขาอินพุต สามารถทำได้โดยการเขียนข้อมูล 1 ไปยังแต่ละบิตของพอร์ตที่จะติดต่อด้วย นอกจากนั้นในอนุกรม AT89xx จะใช้ขา P1.0 เป็นขาของอินพุตสำหรับรับค่าของไทมเมอร์ 2 และ P1.1 เป็นขาอินพุตทริกเกอร์ไทมเมอร์ 2 ในขณะที่ขา P1.4 ถึง P1.7 เป็นขาสำหรับเชื่อมต่อกับ SPI เพื่อทำการโปรแกรมข้อมูลในระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ขาพอร์ต 2 (P2.0-2.7) มี 8 ขา แต่ละขาสามารถกำหนดเป็นได้ทั้งอินพุตและเอาต์พุต สำหรับใช้งานทั่วไป ถ้าหากต้องการกำหนดให้ขาพอร์ต 2 ขาใดขาหนึ่งเป็นขาอินพุต สามารถทำได้โดยการเขียนข้อมูล 1 ไปยังแต่ละบิตของพอร์ตที่จะติดต่อด้วย ส่งผลให้ขาพอร์ตนั้นมีสถานะปล่อยลอย (float) สามารถใช้งานเป็นขาอินพุตได้ นอกจากนั้นขาพอร์ตนี้ยังถูกใช้งานในการติดต่อกับขาแอดเดรสไบต์ต่ำ ของหน่วยความจำภายนอก(A8-A15)

- ขาพอร์ต 3 (P3.0-3.7) มี 8 ขา แต่ละขาสามารถกำหนดเป็นได้ทั้งอินพุตและเอาต์พุต ถ้าหากต้องการกำหนดให้ขาพอร์ต 3 ขาใดขาหนึ่งเป็นขาอินพุต สามารถทำได้โดยการเขียนข้อมูล 1 ไปยังแต่ละบิตของพอร์ตที่จะติดต่อด้วย ส่งผลให้ขาพอร์ตนั้นมีสถานะปล่อยลอย (float) สามารถใช้งานเป็นขาอินพุตได้ นอกจากนั้นขาพอร์ต 3 ยังเป็นขาที่มีหน้าที่ในการใช้งานพิเศษ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ตารางที่ 2.1 หน้าที่พิเศษของขาต่างๆ ในพอร์ต 3

พอร์ต	หน้าที่พิเศษ
P3.0	ใช้เป็นขาอินพุตสำหรับรับข้อมูลจากการสื่อสารแบบอนุกรม หรือขา RxD
P3.1	ใช้เป็นขาอินพุตสำหรับรับข้อมูลจากการสื่อสารแบบอนุกรม หรือขา TxD
P3.2	ใช้เป็นขาอินพุตสำหรับรับสัญญาณอินเตอร์รัปต์จากภายนอกช่องที่ 0 INT0
P3.3	ใช้เป็นขาอินพุตสำหรับรับสัญญาณอินเตอร์รัปต์จากภายนอกช่องที่ 1 INT1
P3.4	ใช้เป็นขาอินพุตสำหรับรับสัญญาณไทมเมอร์จากภายนอกช่องที่ 0 หรือขา Y0
P3.5	ใช้เป็นขาอินพุตสำหรับรับสัญญาณอินเตอร์รัปต์จากภายนอกช่องที่ 1 หรือขาT1
P3.6	ใช้เป็นขาสัญญาณ WR ในกรณีที่ใช้เชื่อมต่อกับหน่วยความจำภายนอก
P3.7	ใช้เป็นขาสัญญาณ RD ในกรณีที่ใช้เชื่อมต่อกับหน่วยความจำภายนอก

- ขา ALE/PROG (Address Latch Enable/Program pulse input) เป็นขาที่ใช้ในการควบคุมการแลตช์ของขาพอร์ต 0 เมื่อมีการใช้งานหน่วยความจำภายนอก นอกจากนั้นขานี้ยังใช้เป็นขาสำหรับพัลส์ของการโปรแกรมสำหรับการโปรแกรมข้อมูลลงในไมโครคอนโทรลเลอร์ในรุ่นที่มีหน่วยความจำโปรแกรมเป็นแบบอีอีพรอม

- ขา XTAL1 และ XTAL2 เป็นขาสำหรับต่อคริสตอลเพื่อสร้างสัญญาณนาฬิกาในการกำหนดจังหวะการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์

- ขา PSEN (Program Store Enable) ขานี้ใช้จะในการส่งสัญญาณเพื่อร้องขอติดต่อกับหน่วยความจำโปรแกรมภายนอกเมื่อไมโครคอนโทรลเลอร์ต้องการอ่านข้อมูล จากหน่วยความจำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมภายนอกตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยส่งสัญญาณออกมาที่ขานี้ 2 ครั้ง ในแต่ละแมชชีนไซเคิล แต่ถ้าหากติดต่อกับหน่วยความจำข้อมูลภายใน ขานี้จะไม่มีการส่งสัญญาณใดๆออกมา

- ขา EA/Vpp (External Access enable/Programming voltage input) ใช้สำหรับเลือกติดต่อหน่วยความจำโปรแกรมจากภายนอกหรือภายในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ ถ้าหากขานี้เป็น 0 จะเป็นการเลือกให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ติดต่อกับหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก แต่ถ้าหากขานี้เป็น 1 จะเป็นการเลือกให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ติดต่อกับหน่วยความจำโปรแกรมภายในตัว นอกจากนี้ยังใช้เป็นขาอินพุตสำหรับแรงดันไฟสูงเพื่อโปรแกรมหน่วยความจำโปรแกรมภายในสำหรับไมโครคอนโทรลเลอร์แบบแฟลช ต้องการแรงดัน +12V

2.1.5 หน่วยความจำของโปรแกรม

การจัดหน่วยความจำโปรแกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์แบบแฟลชในเบอร์ต่างๆที่นิยมใช้งานกัน เช่น เบอร์ AT89C51 และ AT89C52 ซึ่งทั้งสองเบอร์สามารถติดต่อหน่วยความจำโปรแกรมได้สูงสุด 64 กิโลไบต์ โดยสามารถเลือกใช้หน่วยความจำโปรแกรมภายในอย่างเดียวหรือรวมกับภายนอก หรือเลือกใช้หน่วยความจำโปรแกรมภายนอกอย่างเดียวก็ได้ โดย AT89C51 จะมีหน่วยความจำโปรแกรมภายใน 4 กิโลไบต์ ในขณะที่ AT89C52 จะมี 8 กิโลไบต์ ในกรณีที่ใช้หน่วยความจำโปรแกรมภายในและภายนอกร่วมกัน ถ้าหากเป็น AT89C51 จะสามารถติดต่อกับหน่วยความจำโปรแกรมภายนอกได้ 60 กิโลไบต์ แต่ถ้าเป็น AT89C52 จะสามารถติดต่อกับหน่วยความจำโปรแกรมภายนอกได้ 56 กิโลไบต์

2.1.6 หน่วยความจำข้อมูล

มีด้วยกัน 2 แบบ คือหน่วยความจำข้อมูลภายนอกและภายใน โดยไมโครคอนโทรลเลอร์แบบแฟลชในอนุกรม AT89xx จะสามารถทำการติดต่อกับหน่วยความจำข้อมูลภายนอกได้สูงสุดถึง 64 กิโลไบต์ โดยการติดต่อกับหน่วยความจำข้อมูลภายนอกจะมีลักษณะคล้ายกับการติดต่อกับหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก แต่ต่างกันที่สัญญาณที่ใช้สำหรับการอ่านและเขียนหน่วยความจำข้อมูลภายนอก นั่นก็คือขา RD และ WR

สำหรับไมโครคอนโทรลเลอร์แบบแฟลชในอนุกรม AT89xx ทุกเบอร์จะมีหน่วยความจำข้อมูลภายในเป็นแบบ RAM โดยในแต่ละเบอร์ก็จะมีขนาดต่างกันไป ในเบอร์ AT89C51 มีขนาด 128 ไบต์ ในขณะที่เบอร์ AT89C52 มีขนาด 256 ไบต์ และสำหรับการจัดสรรหน่วยความจำข้อมูลภายในแบ่งออกเป็น 3 ส่วนคือ หน่วยความจำข้อมูลส่วนล่าง (Lower) ส่วนบน(Upper) และรีจิสเตอร์ฟังก์ชันพิเศษ (Special Function Register-SFR) ซึ่งแต่ละส่วนจะมีขนาด 128 ไบต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.7 พอร์ตอนุกรม

ในไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล ๔ มีวงจรสื่อสารอนุกรมแบบฟูลดูเพล็กซ์ 1 ชุด โดยใช้ขาสัญญาณของพอร์ต 3 คือขา P3.0 เป็นขารับข้อมูลเข้า หรือ RxD และขา P3.1 เป็นขาส่ง ข้อมูลออกหรือTxDโดยวงจรสื่อสารอนุกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูลแบบแฟลชเป็นแบบ อะซิงโครนัส โดยปกติแล้วพอร์ตอนุกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ จะใช้ในการติดต่อสื่อสารกับพอร์ตอนุกรมของคอมพิวเตอร์ โดยใช้มาตรฐาน RS-232 แต่ว่าในปัจจุบันสามารถติดต่อกันได้ในมาตรฐาน RS-422 หรือ RS-485 ได้แล้ว โดยใช้ไอซีพิเศษที่ทำหน้าที่ในการแปลงสัญญาณการสื่อสารดังกล่าว

ในการใช้งานวงจรพอร์ตอนุกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS -51 มักนิยมใช้ในการติดต่อกับคอมพิวเตอร์ ผ่านทางพอร์ตอนุกรมในมาตรฐาน RS-232 เป็นส่วนใหญ่แต่เนื่องจากระดับสัญญาณของพอร์ตอนุกรม RS-232 มีระดับตั้งแต่ +3 ถึง +12V แต่ในขณะที่ระดับสัญญาณของไมโครคอนโทรลเลอร์อยู่ในระดับทีทีแอล ดังนั้นจึงไม่สามารถเชื่อมต่อกันได้โดยตรง จึงต้องอาศัยการเชื่อมต่อผ่านไอซีพิเศษที่ทำหน้าที่ในการแปลงระดับสัญญาณ

ไอซีที่ทำหน้าที่ในการแปลงระดับสัญญาณนี้ต้องแปลงข้อมูลส่งจากระดับทีทีแอล ไปเป็นระดับของ RS-232 และทำการแปลงข้อมูลจากคอมพิวเตอร์ไปที่ระดับทีทีแอลเพื่อให้สามารถทำการถ่ายทอดไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ได้ ไอซีดังกล่าวมีด้วยกันหลายเบอร์จากหลายผู้ผลิต เช่น MAX 232 จาก MAXIM หรือ ICL 232 จาก HARRIS เป็นต้น

2.1.8 กระบวนการรีเซต

เป็นกระบวนการที่ทำให้ซีพียูในไมโครคอนโทรลเลอร์ กลับไปเริ่มต้นทำงานที่แอดเดรส 0000H ในหน่วยความจำโปรแกรมพร้อมกันนั้น ส่งผลให้เคลียร์ค่าของข้อมูลในรีจิสเตอร์ทุกตัวภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ ทำให้กลับไปสู่สภาวะเริ่มต้นทำงานใหม่ ดังนั้นจึงอาจจะพิจารณาการรีเซต เสมือนเป็นการอินเตอร์รัพต์อย่างหนึ่งก็ได้ และค่าแอดเดรสอินเตอร์รัพต์เวกเตอร์คือ 0000H ที่แตกต่างกันคือ ในกระบวนการอินเตอร์รัพต์ ค่าของรีจิสเตอร์ต่างๆ ก่อนหน้าการอินเตอร์รัพต์ จะยังคงอยู่ไม่เปลี่ยนแปลง จนกว่าจะมีการทำคำสั่งในโปรแกรมย่อยการอินเตอร์รัพต์ แต่ในการรีเซตค่าของรีจิสเตอร์ส่วนใหญ่จะกลายเป็น 00H เว้นแต่รีจิสเตอร์พอร์ตที่จะกลายเป็น FFH

การเกิดรีเซตในไมโครคอนโทรลเลอร์ เกิดขึ้นได้ในกรณีเดียว คือ ที่ขา RST ได้รับลอจิก 1 อย่างน้อยเป็นเวลา 2 แมชชีนไซเคิล หรือ 24 คาบเวลาของสัญญาณนาฬิกา โดยที่วงจรกำเนิดสัญญาณจะทำงานอยู่เมื่อเกิดการรีเซตขึ้น ไมโครคอนโทรลเลอร์จะสร้างสัญญาณรีเซตภายในขึ้นเพื่อตอบสนองการรีเซตจากภายนอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 การสื่อสารข้อมูล

การสื่อสารข้อมูลเป็นการส่งข่าวสารดิจิตอล ซึ่งโดยมากอยู่ในรูปของเลขฐานสองจากแหล่งกำเนิดไปยังจุดหมายปลายทาง ข้อมูลจากแหล่งกำเนิดอาจจะอยู่ในลักษณะสัญญาณอนาล็อกหรือสัญญาณดิจิตอล ข่าวสารจากแหล่งกำเนิดอาจเป็นรหัสของตัวอักษร ตัวเลข หรือเครื่องหมายที่อยู่ในรูปเลขฐานสอง เช่น รหัส ASCII หรือรหัส EBCDIC ของไมโครโปรเซสเซอร์ รหัสที่อยู่ของผู้ใช้ข่าวสารข้อมูล เป็นต้น

โครงข่ายการสื่อสารข้อมูล(Data Communication Network)แบบง่ายๆ เช่น การเชื่อมโยงคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลในระยะทางใกล้ๆด้วยสายธรรมดาเข้าด้วยกันโดยตรง แต่ถ้าระยะทางไกลๆอาจจะต้องใช้สายโทรศัพท์ หรือถ้าเป็นโครงข่ายการสื่อสารข้อมูลที่ยุ่งยาก ก็จะต้องประกอบไปด้วยคอมพิวเตอร์เมนเฟรม 1 เครื่อง หรือมากกว่า เชื่อมต่อกับอุปกรณ์ปลายทางข้อมูลเป็นจำนวนหลายร้อยเครื่อง

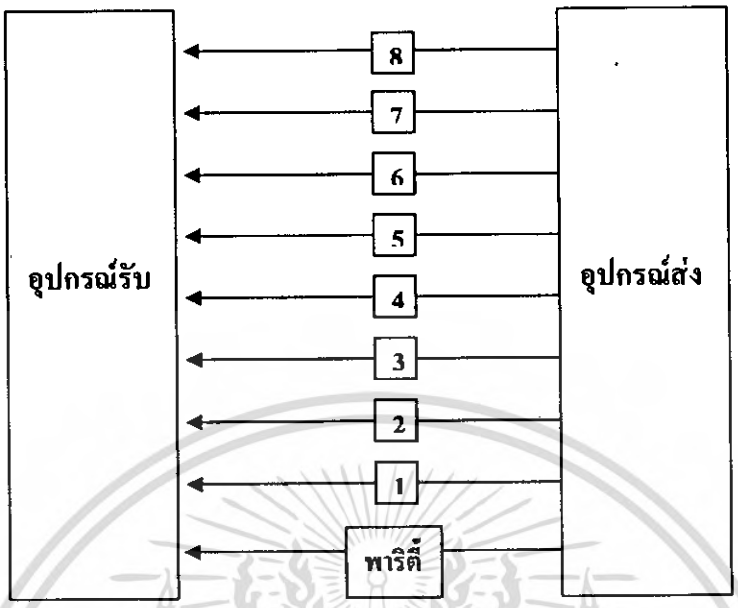
2.2.1 วิธีการถ่ายโอนข้อมูล

การถ่ายโอนข้อมูลสามารถแบ่งรูปแบบออกเป็น 2 ประเภท คือ

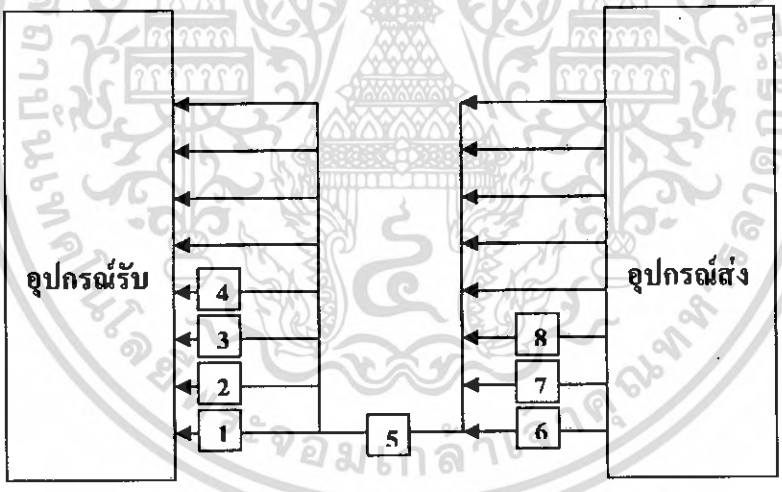
1. การถ่ายโอนข้อมูลแบบขนาน ลักษณะในการส่งข้อมูลแบบขนานทำได้โดยการส่งข้อมูลออกมาทีละ 1 ไบต์ จากอุปกรณ์ส่งไปยังอุปกรณ์รับ ตัวกลางระหว่างสองเครื่องจะต้องมีช่องทางให้ข้อมูลเดินอย่างน้อย 8 ช่องทาง โดยมากจะเป็นสายขนานให้กระแสไฟฟ้าวิ่งมากกว่าเป็นตัวกลางชนิดอื่น เนื่องจากมีการลดทอนของสัญญาณจากความต้านทานของสาย ระยะทางระหว่างสองจุดจึงไม่ควรเกิน 100 ฟุต ปัญหาที่เกิดขึ้นหากระยะทางสายมากกว่านี้ คือ ระดับของกราวด์ที่จุดรับผิดไปจากจุดส่ง ทำให้เกิดความผิดพลาดในการรับสัญญาณลอจิกทางฝ่ายรับ นอกจากสายที่เป็นทางเดินของข้อมูลแล้ว อาจจะมีทางเดินของสัญญาณควบคุมอื่นๆอีก อย่างเช่น บิตที่บอกพาริตี้(Parity)ของสัญญาณ เพื่อเป็นการตรวจสอบความผิดพลาดที่ปลายทาง หรือสายที่ควบคุมการโต้ตอบ ซึ่งการส่งแบบขนานส่วนมากจะทำได้ในระยะทางใกล้ๆ ตัวอย่างอุปกรณ์ที่ต่อแบบขนานกับคอมพิวเตอร์ เช่น เครื่องพิมพ์ เป็นต้น

2. การถ่ายโอนข้อมูลแบบอนุกรม ข้อมูลจะถูกส่งออกมาทีละบิต ระหว่างจุดส่งและจุดรับในการส่งข้อมูลแบบนี้จะช้ากว่าแบบขนาน แต่จะนิยมนำไปใช้งานกันมากกว่า เนื่องจากช่องทางที่ใช้ในการส่งนั้นจะใช้เพียงช่องทางเดียวหรือสายเพียงคู่เดียว ทำให้ค่าใช้จ่ายในเรื่องของสื่อกลางถูกกว่าแบบขนาน สำหรับการส่งระยะไกลๆโดยเฉพาะเมื่อมีระบบสื่อสารทางโทรศัพท์ไว้ใช้งานอยู่แล้วย่อมเป็นการสะดวกที่จะนำมาใช้ในการถ่ายโอนข้อมูลแบบอนุกรมได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.2 แสดงการส่งข้อมูลแบบขนาน



รูปที่ 2.3 แสดงการส่งข้อมูลแบบอนุกรม

จากรูปที่ 2.3 แสดงให้เห็นการส่งข้อมูลแบบอนุกรม ข้อมูลจากจุดส่งจะถูกเปลี่ยนให้เป็นอนุกรมก่อนแล้วค่อยทยอยส่งออกไปทีละบิตยังจุดรับ ที่จุดรับจะต้องมีกลไกในการรับข้อมูลที่ส่งมาทีละบิต ให้เป็นสัญญาณแบบขนานที่ลงตัวพอดี นั่นคือ บิต 1 ลงที่ Data Bus เส้นที่ 1 พอดี การที่จะทำให้แปลงสัญญาณจากอนุกรมทีละบิตให้ลงตัวพอดีนั้น จำเป็นที่จะต้องมีกลไกที่เหมาะสมเพื่อป้องกันการผิดพลาดในการรับ กลไกที่ว่านี้แบ่งออกเป็น 2 แบบ คือ การสื่อสารแบบซิงโครนัส (Synchronous) และ การสื่อสารแบบอะซิงโครนัส (Asynchronous)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2 รูปแบบของการสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรม

การติดต่อสื่อสารแบบอนุกรมสามารถแบ่งออกเป็น 3 รูปแบบดังนี้

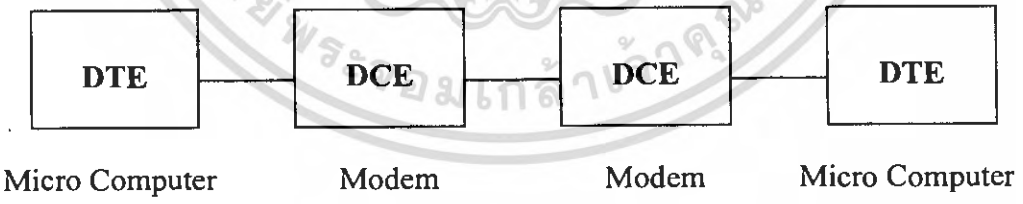
1) แบบซิมเพล็กซ์ (Simplex) เป็นข้อมูลที่ถูกส่งได้ทิศทางเดียวบางครั้งเรียกว่า การส่งทิศทางเดียว ในการสื่อสารแบบนี้อุปกรณ์ด้านหนึ่งจะส่งข้อมูลไปในช่องสัญญาณได้เท่านั้นและในอีกด้านหนึ่งจะทำการรับข้อมูลจากช่องสัญญาณได้เท่านั้น

2) แบบฮาล์ฟดูเพล็กซ์ (Half Duplex) หมายถึง การสื่อสารข้อมูลใน 2 ทิศทาง แต่ในช่วงเวลาหนึ่งจะสามารถส่งได้เพียงทิศทางเดียวเท่านั้น อุปกรณ์สื่อสารทั้ง 2 ด้านจะผลัดกันรับและส่ง ในการสื่อสารแบบนี้ส่วนใหญ่จะใช้ระบบสาย 2 เส้น

3) แบบฟูลดูเพล็กซ์ (Full Duplex) หมายถึง การสื่อสารข้อมูลใน 2 ทิศทางพร้อมกัน โดยการสื่อสารแบบนี้ใช้ได้ทั้งระบบสาย 2 เส้น และ 4 เส้น แต่ในระบบสาย 2 เส้น จะต้องอาศัยเทคนิคการแบ่งความถี่เข้ามาช่วย คือจะส่งในความถี่ช่วงหนึ่งและจะรับในความถี่ช่วงหนึ่ง

2.3 มาตรฐาน RS-232-C

เป็นมาตรฐานที่ใช้กันอย่างกว้างขวางมากที่สุดถูกประกาศในปี ค.ศ. 1960 โดย Electronic Indrustries Association (EIA) เพื่อกำหนดการเชื่อมต่ออุปกรณ์รับส่งข้อมูลปลายทาง (Data Communication Equipment : DCE) โดยที่ RS ย่อมาจาก Recommend Standard และ 232 เป็นหมายเลขบ่งบอกของมาตรฐานตัวนี้และ C เป็นหมายเลขท้ายสุดของมาตรฐานตัวนี้สำหรับผู้ใช้คอมพิวเตอร์ DTE ก็หมายถึงไมโครคอมพิวเตอร์ และ DCE ก็หมายถึงโมเด็ม



รูปที่ 2.4 แสดงการใช้ RS-232-C เชื่อมต่อกับอุปกรณ์

2.3.1 สัญญาณที่ใช้ทั้งหมดใน RS-232-C

Protective Ground (PG ขาที่ 1) หมายถึงตัวถังของเครื่องหรือสายดิน Transmit Data (TD ขาที่ 2) เป็นสัญญาณส่งออกจาก DTE ไปยังโมเด็มหรือไมโครคอมพิวเตอร์เครื่องอื่นๆ เมื่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไม่มีสัญญาณส่งออกสถานภาพของลอจิกจะมีค่าเท่ากับ 1 สภาวะ OFF หรือเทียบเท่ากับ stop bit ไม่ว่าจะเป็นระบบอะไร DTE ต้องไม่ส่งข้อมูลออกไปจนกว่าสัญญาณเหล่านี้ ได้แก่ Request To Send (RTS) , Clear To Send (CTS) , Data Set Ready (DSR) และ Data Terminal Ready (DTR) จะอยู่ในสภาวะ ON Receive Data (RD ขาที่ 3) เป็นทางของสัญญาณเข้าไปยัง DTE เมื่อไม่มีสัญญาณรับเข้ามา ขานี้จะมีสถานะเป็น 1 หรือสภาวะ OFF Request To Send (RTS ขาที่ 4) จาก DTE ไปยัง DCE สภาวะ ON คือบังคับให้ DCE อยู่ใน Transmit Mode ต่อไป สภาวะ OFF คือบังคับให้ DCE อยู่ใน Receive Mode ต่อไป การเปลี่ยนจาก OFF ไป ON เป็นการบอกให้ DCE จัดการกับระบบสื่อสารเพื่อให้ช่องสัญญาณต่อเชื่อมและให้สัญญาณ CTS กลับมาเป็นการบอกว่าส่งได้ การเปลี่ยนจาก ON ไป OFF เป็นการบอกให้ DCE ส่งข้อมูลผ่านช่องสื่อสารให้หมดแล้วกลับไปอยู่ใน Receive Mode พร้อมกับให้ CTS เป็น 0 (CTS ขาที่ 5)

จาก DTE ไปยัง DTE สภาวะ ON หมายความว่าข้อมูลจาก DTE ขาที่ 2 จะถูกส่งต่อไปในช่องทางสื่อสารทันที CTS จะ ON หลังจาก DSR และ RTS อยู่ในสภาวะ ON และการเชื่อมของวงจรสื่อสารเสร็จเรียบร้อย Data Set Ready (DSR ขาที่ 6) จาก DCE ไป DTE คือความพร้อมของโมเด็มนั่นเอง จะเป็น ON ต่อเมื่อ

1) DCE เปิดเครื่องอยู่และอยู่ในสภาวะ off-hook (เหมือนยกหูโทรศัพท์)

2) DCE ไม่อยู่ใน test mode

3) DCE ทำการส่งสัญญาณไปยังชุมสายเรียบร้อยแล้ว

DRS อยู่ในสภาวะ ON เป็นการบอก DTE ว่าโมเด็มต่อเข้าสายโทรศัพท์เรียบร้อยแล้วและพร้อมที่จะส่ง DRS อยู่ในสภาวะ OFF หมายถึงให้ DTE ตรวจ Ring Indicator Signal Ground (SG ขาที่ 7) คือสายร่วมของสัญญาณทุกตัว

Carrier Detect (CD ขาที่ 8) จาก DCE ไป DTE สภาวะ ON หมายถึง DCE จับสัญญาณพาหะในช่องทางสื่อสารที่จะทำการโมดูเลท์ได้ สภาวะ OFF คือไม่ได้รับสัญญาณอะไรเลย หรือได้รับสัญญาณแต่ไม่สามารถโมดูเลทเอาข้อมูลออกมาได้

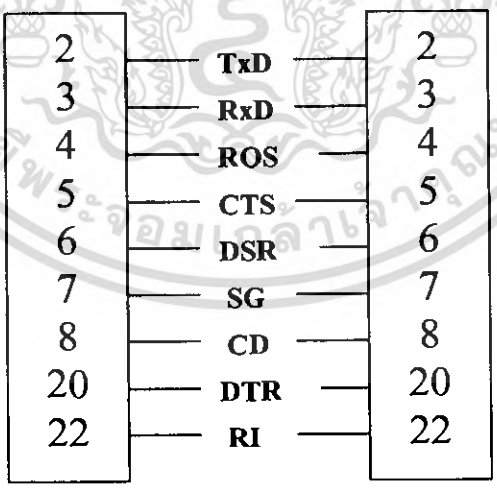
Data Terminal Ready (DTR ขาที่ 20) จาก DTE ไป DCE สภาวะ ON หมายถึงว่า DCE เตรียมเพื่อเชื่อมต่อกับตัวอื่นและรักษาช่องทางติดต่อไว้ต่อไป (การเชื่อมช่องทางสามารถทำได้หลายทาง คือหมุนเรียกด้วยมือ หรืออัตโนมัติ) ถ้า DCE สามารถตอบรับสัญญาณเรียกได้ ก็ให้ตอบรับเมื่อมีสัญญาณเรียก Ring Indicator และ DTR ON อยู่ สภาวะ OFF คือวางหู และเมื่อ OFF แล้วไม่ต้อง ON อีกจนกว่า DSR จะ OFF

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Ring Indicator (RI ขาที่ 22) จาก DCE ไป DTE เหมือนสัญญาณเรียกของโทรศัพท์ แต่เป็นดิจิตอลใช้ในระบบตอบรับอัตโนมัติ สัญญาณนี้จะ ON เมื่อมีสัญญาณกระดิ่งเข้ามา และจะ OFF ระหว่างเสียงดังกระดิ่ง

2.3.2 การสื่อสารสองทาง

ในกรณีที่ข้อมูลถูกส่งผ่านหลายทิศทาง โดยเฉพาะเมื่อคอมพิวเตอร์สองตัวสื่อสารกันรวมทั้งกรณีที่ใช้ฮาร์ดแวร์แฮนด์เช็คกิ้งด้วยเช่นกัน จำนวนสายที่น้อยที่สุดที่จำเป็นในการสื่อสารสองทาง คือ สามเส้น ได้แก่ สายข้อมูลในแต่ละทิศทาง และสายสัญญาณกราวด์ การเพิ่มเติมสายแฮนด์เช็คกิ้งในแต่ละทิศทางทำให้สายรวมเป็นห้าเส้น เมื่อสายแฮนด์เช็คกิ้งชุดที่สองถูกนำมาใช้เพิ่มเติมในแต่ละทิศทางสายทั้งหมดที่ใช้มีเจ็ดเส้น เพื่อทำให้โมเด็มสามารถให้ข้อมูลเพิ่มแก่คอมพิวเตอร์หรือเทอร์มินอล ได้แก่ CD(Carrier Detect) ถูกเชื่อมต่อเข้ากับขา 8 เพื่อแจ้งการคงอยู่ของสัญญาณพาหะ และ RI(Ring Indicator) ถูกเชื่อมต่อเข้ากับขา 22 เพื่อแสดงว่า โมเด็มถูกเรียกโดยอุปกรณ์ระยะไกล ซึ่งก็คือการตรวจสอบสัญญาณกริ่งนั่นเอง จำนวนวงจรทั้งหมดจะกลายเป็น 9 วงจร ตามรูปที่ 2.5 แม้ว่ายังมีวงจรอื่นอีกหลายวงจรถูกกำหนดโดย RS-232-C แต่ทั้ง 9 วงจรนี้ถูกใช้กันมากที่สุดและเป็นเหตุผลที่คอมพิวเตอร์ใช้หัวต่อ 5 ขาแทน 25 ขา สำหรับนำพาสัญญาณที่ใช้ทั้งหมดของวงจร RS-232-C



รูปที่ 2.5 การเชื่อมต่อ RS-232-C มาตรฐานเก้าเส้น

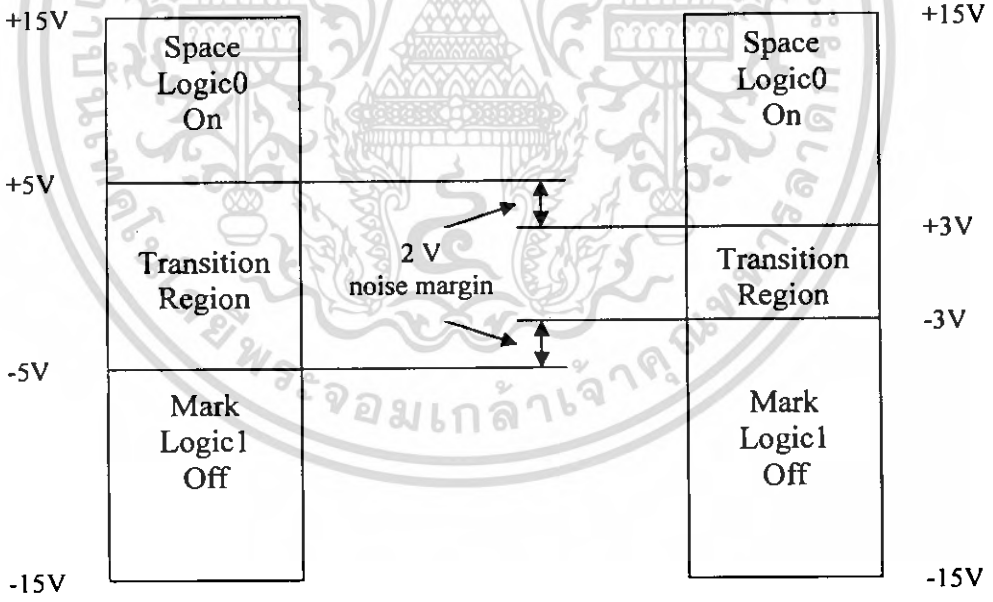
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.3 ระดับสัญญาณของ RS-232-C

สัญญาณที่ขาทุกขาที่คอนเนคเตอร์ของ RS-232-C จะเป็นสภาวะใดสภาวะหนึ่งแต่ละคู่ดังต่อไปนี้ คือ

- Mark / Space
- ON / OFF
- Logic 0 / Logic 1

ระดับแรงดันจะถูกวัดเทียบกับ Signal Ground นอกจากนี้ช่วงระดับแรงดันค่าต่างๆ ระหว่าง -3 ถึง +3 โวลต์ จะเป็นช่วงของการเปลี่ยนแปลงลอจิก ดังนั้นจึงไม่มีการระบุสถานะของสัญญาณในช่วงนี้ ในการแทนลอจิก 1 หรือสถานะ Mark Driver ต้องจ่ายแรงดันไฟ -5 ถึง -15 โวลต์ ส่วนการแทนลอจิก 0 หรือ Space Driver ต้องจ่ายแรงดันไฟ +5 ถึง +15 โวลต์ จะเห็นได้ว่า RS-232-C ย่อมให้มี noise margin ได้ไม่เกิน 2 โวลต์ สำหรับความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันและสถานะของสัญญาณแสดงดังรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.6 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันและสถานะของสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 รูปแบบข้อมูลในคอมพิวเตอร์

การที่จะเข้าใจเกี่ยวกับการส่งผ่านข้อมูล สิ่งหนึ่งที่จำเป็นจะต้องทำความเข้าใจก็คือ วิธีที่ข้อมูลถูกเก็บไว้ในคอมพิวเตอร์

2.4.1 บิตและไบต์

ในระบบเลขฐานสิบจะมีเลขอยู่ 10 ตัว คือ 0 ถึง 9 การเพิ่มศูนย์ตัวที่ตำแหน่งท้ายจะเป็นการคูณจำนวนด้วยสิบ ในระบบเลขฐานสองจะมีตัวเลขเพียงสองตัวคือ 0 และ 1 แต่ละตัวในฐานสองจะเรียกว่า บิต (Bit) โดยที่ 8 บิตจะถูกเรียกว่า 1 ไบต์ (Byte) ผลที่ตามมาก็คือ ค่าของหนึ่งไบต์จึงเป็นได้ตั้งแต่ 00000000 ถึง 11111111 หรือ 0 ถึง 255 ในระบบเลขฐานสิบ บิตที่อยู่ทางขวาสุดของไบต์เรียกว่า บิตศูนย์ และบิตที่อยู่ทางซ้ายสุดเรียกว่า บิตเจ็ด บิดศูนย์เป็นบิตที่มีนัยสำคัญต่ำสุด (Least Significant Bit : LSB) และบิตเจ็ดเป็นบิดที่มีนัยสำคัญสูงสุด (Most Significant Bit : MSB)

คอมพิวเตอร์เกือบทั้งหมดทำงานในระบบเลขฐานสอง เพราะว่าเป็นการง่ายที่จะแปลงรหัส 0 และ 1 ให้เป็นแรงดันไฟฟ้าบวกหรือลบ ในคอมพิวเตอร์ส่วนใหญ่หน่วยที่เล็กที่สุดของหน่วยความจำที่อ้างถึงได้โดยการอ้างแอดเดรส คือ ไบต์ ดังนั้นเมื่อข้อมูลได้ถูกจัดเก็บ และถูกจัดการในคอมพิวเตอร์ตามปกติจึงมักถูกแปลงให้เป็นไบต์ที่เรียงลำดับกัน

2.4.2 การเข้ารหัสข้อความ

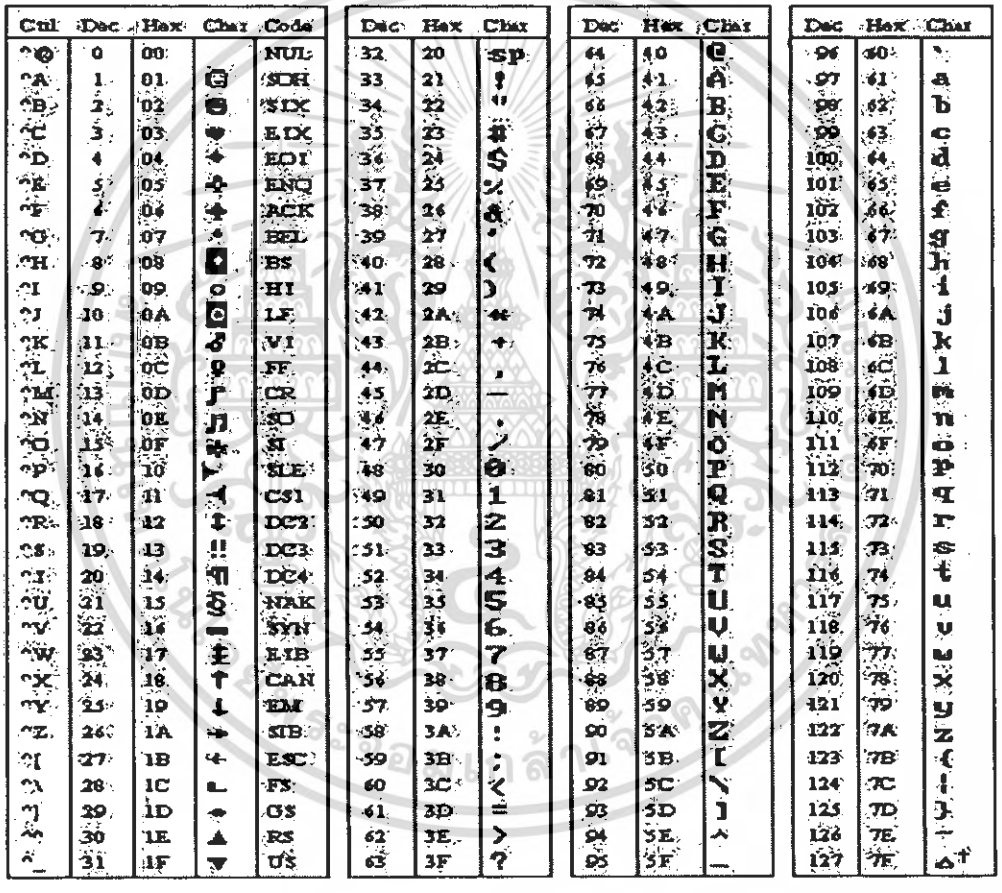
เมื่อข้อความ (อักขระ เครื่องหมาย และอื่นๆ) ถูกเก็บในคอมพิวเตอร์ แต่ละตัวอักษรที่แตกต่างกันก็จะถูกแทนที่ด้วยจำนวนที่แตกต่างกันออกไป จำนวนเหล่านี้โดยปกติจะมีค่าจาก 0 ถึง 127 หรือจาก 0 ถึง 255 เนื่องจากไบต์หนึ่งสามารถมีค่าจาก 0 ถึง 255 จึงถือเป็นเรื่องธรรมดาที่จะให้ไบต์หนึ่งสามารถมีค่าจาก 0 ถึง 255 ซึ่ง 1 ไบต์ แทนด้วยตัวอักษรหรือเครื่องหมายแต่ละตัวในข้อมูลที่เป็นข้อความ

มีสองวิธีที่ต่างกันสำหรับการจับคู่ตัวอักษรและจำนวน คือ EBCDIC (Extended Binary Coded Decimal Interchange Code) ซึ่งถูกใช้ในคอมพิเตอร์ชนิดอื่นของ IBM ยกเว้น IBM PC และ ASCII (American Standard Code for International Code) ซึ่งถูกใช้ในคอมพิวเตอร์อื่นส่วนใหญ่ เราจะเกี่ยวข้องกับ ASCII เท่านั้น ตาราง ASCII อย่างเป็นทางการจัดให้จำนวนระหว่าง 32 ถึง 126 แทนตัวเลข ตัวอักษร เครื่องหมายวรรคตอน และสัญลักษณ์ที่ใช้กันทั่วไปอื่นๆจำนวนจาก 0 ถึง 31 และ 127 มีความหมายพิเศษ เช่น Carriage Return , Line Feed และตัวอักษรที่ไม่สามารถแสดงผลได้อื่นๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

เนื่องจากจำนวน 127 ในเลขฐานสองใช้เพียงเจ็ดบิต ตัวอักษรทั้งหมดถูกแทนด้วย 0 ถึง 127 สามารถถูกเก็บใน 1 ไบต์ โดยจะเหลืออีกหนึ่งบิต เนื่องจากเราให้ชื่อบิตในไบต์หนึ่งหนึ่ง ตั้งแต่ 0 ถึง 7 จะเห็นได้ว่ารหัส ASCII ใช้เพียงบิต 0 ถึง 6 เท่านั้น บิต 7 จะถูกสำรองไว้ คอมพิวเตอร์หลายชนิดใช้เต็มที่ 8 บิตสำหรับการเข้ารหัส ทำให้มีรหัสที่แตกต่างกัน 256 ตัว โดย 128 ตัวแรกเป็นไปตาม ASCII และในส่วนที่เหลือถูกใช้สำหรับอักขระต่างชาติ สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ อักขระกราฟฟิก และอื่นๆ ตามแต่การออกแบบ แต่ไม่มีมาตรฐานสำหรับอักขระเพิ่มเติมเหล่านี้ ซึ่งมักจะมีความหมายแตกต่างกันบนคอมพิวเตอร์ต่างชนิดกัน



Ctrl	Dec	Hex	Char	Code
^@	0	00		NUL
^A	1	01	☺	SOH
^B	2	02	☻	STX
^C	3	03	♥	ETX
^D	4	04	♦	EOT
^E	5	05	♣	ENQ
^F	6	06	♠	ACK
^G	7	07	•	BEL
^H	8	08	◘	BS
^I	9	09	○	HT
^J	10	0A	◙	LF
^K	11	0B	♂	VT
^L	12	0C	♀	FF
^M	13	0D	♪	CR
^N	14	0E	♫	SO
^O	15	0F	☼	SI
^P	16	10	►	DLE
^Q	17	11	◄	DC1
^R	18	12	↕	DC2
^S	19	13	‼	DC3
^T	20	14	¶	DC4
^U	21	15	§	NAK
^V	22	16	▬	SYN
^W	23	17	↨	ETB
^X	24	18	↑	CAN
^Y	25	19	↓	EM
^Z	26	1A	→	SUB
^[	27	1B	←	ESC
^\	28	1C	∟	FS
^]	29	1D	↔	GS
^^	30	1E	▲	RS
^_	31	1F	▼	US

Dec	Hex	Char
32	20	SP
33	21	!
34	22	"
35	23	#
36	24	$
37	25	%
38	26	&
39	27	'
40	28	(
41	29	)
42	2A	*
43	2B	+
44	2C	,
45	2D	-
46	2E	.
47	2F	/
48	30	0
49	31	1
50	32	2
51	33	3
52	34	4
53	35	5
54	36	6
55	37	7
56	38	8
57	39	9
58	3A	:
59	3B	;
60	3C	<
61	3D	=
62	3E	>
63	3F	?

Dec	Hex	Char
64	40	@
65	41	A
66	42	B
67	43	C
68	44	D
69	45	E
70	46	F
71	47	G
72	48	H
73	49	I
74	4A	J
75	4B	K
76	4C	L
77	4D	M
78	4E	N
79	4F	O
80	50	P
81	51	Q
82	52	R
83	53	S
84	54	T
85	55	U
86	56	V
87	57	W
88	58	X
89	59	Y
90	5A	Z
91	5B	[
92	5C	\
93	5D	]
94	5E	^
95	5F	_

Dec	Hex	Char
96	60	`
97	61	a
98	62	b
99	63	c
100	64	d
101	65	e
102	66	f
103	67	g
104	68	h
105	69	i
106	6A	j
107	6B	k
108	6C	l
109	6D	m
110	6E	n
111	6F	o
112	70	p
113	71	q
114	72	r
115	73	s
116	74	t
117	75	u
118	76	v
119	77	w
120	78	x
121	79	y
122	7A	z
123	7B	{
124	7C	|
125	7D	}
126	7E	~
127	7F	⌂

รูปที่ 2.7 ตัวอย่างรหัส ASCII

2.4.3 การเข้ารหัสข้อมูลที่ไม่ใช่ข้อความ

ข้อมูลที่เก็บอยู่ในคอมพิวเตอร์อาจไม่ได้อยู่ในรูปของข้อความเสมอไป คำสั่งของโปรแกรม ข้อมูลตัวเลขและรูปภาพกราฟฟิก เป็นตัวอย่างของข้อมูลที่ไม่ได้ถูกจัดเก็บในรูปแบบASCII ข้อมูลประเภทนี้โดยปกติถูกเข้ารหัสให้ใช้ทุกค่าที่เป็นไปได้ของ 1 ไบต์ จำนวนถูกเก็บในรูปแบบไบนารี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
72661

และสามารถขยายไปเป็นหลายไบต์ คำสั่งของโปรแกรมมักจะประกอบด้วย 1 หรือ 2 ไบต์ เราเรียกข้อมูลประเภทนี้ว่า ข้อมูลไบนารี(แม้ว่าข้อความจะถูกจัดเก็บในรูปแบบไบนารีเช่นกัน) เนื่องจากไบต์ที่เก็บข้อมูลซึ่งไม่ใช่ข้อความสามารถเป็นค่าใดๆก็ได้ ในเวลาที่มันตรงกับค่าที่มีความหมายพิเศษในตารางรหัส ASCII ทำให้เกิดความยุ่งยากในการส่งข้อมูล ถ้าอุปกรณ์ฝ่ายรับเกิดแปลงไบต์ที่ไม่ใช่ข้อความว่าหมายถึงสิ้นสุดข่าวสาร กรณีนี้ข้อมูลไม่สามารถถูกส่งในรูปแบบข้อมูลดิบ เพราะว่าไบต์ที่อยู่กลางข่าวสารอาจตรงกับสัญลักษณ์สิ้นสุดข่าวสารโดยบังเอิญ และทำให้อุปกรณ์ฝ่ายรับหยุดรับข้อมูล

2.5 อุปกรณ์ตรวจจับควัน

อุปกรณ์ตรวจจับควัน (Smoke Detector) ที่รู้จักกันดีนั้นสามารถแบ่งออกเป็นรูปแบบการทำงานได้ 2 แบบ ดังนี้

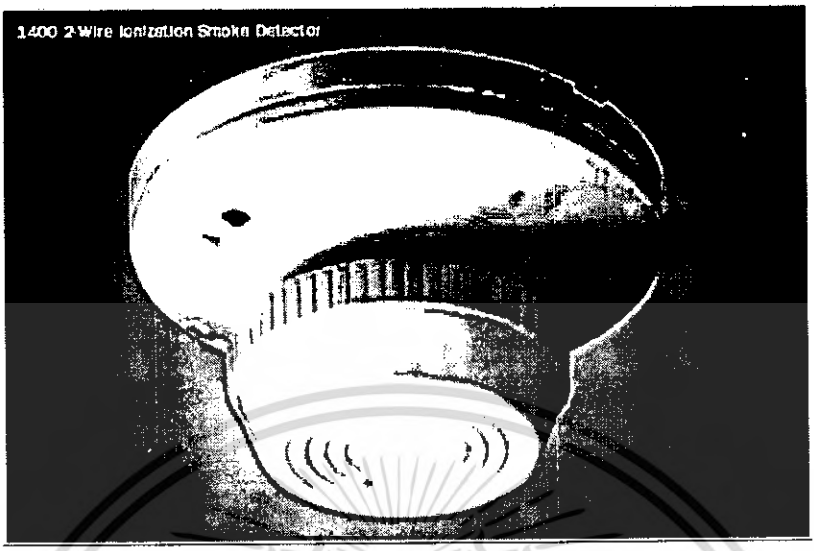
2.5.1 อุปกรณ์ตรวจจับควันชนิดไอออนไนเซชั่น (Ionization Smoke Detector)

อุปกรณ์ชนิดนี้เหมาะสำหรับใช้ตรวจจับสัญญาณควันในระยะเริ่มต้น ที่มีอนุภาคของควันเล็กมาก อุปกรณ์ตรวจจับควันชนิดไอออนไนเซชั่นทำงานโดยใช้หลักการเปลี่ยนแปลงคุณลักษณะทางไฟฟ้า โดยใช้สารกัมมันตภาพรังสีซึ่งมีปริมาณน้อยมาก จะทำปฏิกิริยากับอากาศที่อยู่ระหว่างขั้วบวกและลบ ทำให้ความนำไฟฟ้า(Conductivity)เพิ่มขึ้น มีผลทำให้กระแสสามารถไหลผ่านได้โดยสะดวก เมื่อมีอนุภาคของควันเข้ามาในเครื่องตรวจจับนี้ อนุภาคของควันจะไปรวมตัวกับอิออนจะมีผลทำให้การไหลของกระแสลดลงด้วย ซึ่งทำให้ตัวตรวจจับควันแจ้งสถานะเตือน (Alarm) ขึ้นมาทันที

2.5.2 อุปกรณ์ตรวจจับควันชนิดโฟโต้อิเลคตริก (Photoelectric Smoke Detector)

เหมาะสำหรับใช้ตรวจจับสัญญาณควันในระยะที่มีอนุภาคของควันที่ใหญ่ขึ้นอุปกรณ์ตรวจจับควันชนิดโฟโต้อิเลคตริก ทำงานโดยใช้หลักการสะท้อนของแสง เมื่อมีควันเข้ามาในตัวตรวจจับควันก็จะไปกระทบกับแสงที่ส่งออกมาจาก Photo emitter ซึ่งไม่ได้ส่องตรงไปยังอุปกรณ์รับแสง Photo receptor แต่แสงดังกล่าวบางส่วนจะสะท้อนอนุภาคควันและหักเหเข้าไปที่Photo receptor ทำให้วงจรตรวจจับของตัวตรวจจับควันส่งสัญญาณแจ้งเตือน (Alarm)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.8 อุปกรณ์ตรวจจับควันชนิดไอออนไนเซชั่น

2.6 อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์พื้นฐาน

2.6.1 ตัวเก็บประจุ

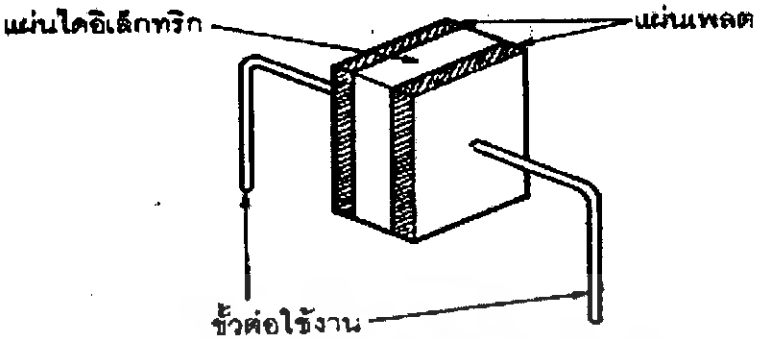
ตัวเก็บประจุเป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ทำหน้าที่เก็บประจุหรืออิเล็กตรอนซึ่งประกอบไปด้วยเพลตโลหะคั่นด้วยฉนวนตั้งแต่ 2 แผ่นขึ้นไป ซึ่งเพลตทุกแผ่นต่างก็ต่อเข้ากับขดลวดเส้นใดเส้นหนึ่งจากจำนวนที่มีอยู่ 2 เส้น ฉนวนไฟฟ้าเรียกว่าไดอิเล็กทริก (dielectric) จะทำหน้าที่กั้นกระแสที่ไหลสม่ำเสมอ เมื่อต่อตัวเก็บประจุเข้ากับแบตเตอรี่จะทำให้กระแสไหลเป็นช่วงสั้นๆ และจะเกิดประจุไฟฟ้าสะสมขึ้นบนเพลต กระแสจะหยุดไหลเมื่อความต่างศักย์ของตัวเก็บเท่ากับแรงดันของแบตเตอรี่ กระบวนการนี้จะดึงพลังงานจากแบตเตอรี่ซึ่งเก็บสะสมไว้ในไดอิเล็กทริกด้วยวิธีการเดียวกับยางยืดของลูกโป่งเก็บสะสมพลังงาน การที่ตัวเก็บประจุขวางกั้นกระแสที่ไหลสม่ำเสมอแต่ยอมให้กระแสที่เปลี่ยนแปลงไหลผ่านไปได้ทำให้เรานำไปใช้ในเรื่องการแยกส่วนต่างๆ ของวงจรโดยรักษาความต่างศักย์ที่แตกต่างกัน ในขณะที่สัญญาณยังคงเดินทางระหว่างส่วนต่างๆได้ ตัวเก็บประจุเป็นอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับเวลาใช้ควบคุมสิ่งต่าง ๆให้ เกิดขึ้นตามลำดับ หน่วยของตัวเก็บประจุคือ ฟารัด (F) โดยตัวแปรที่ให้ค่าของตัวเก็บประจุมีค่ามากหรือน้อยมีอยู่ 3 ประการ คือ

-พื้นที่แผ่นเพลตที่วางขนานกันตัวเก็บประจุที่มีพื้นที่แผ่นเพลตมากก็ยิ่งมีค่าความจุมาก

-ระยะห่างระหว่างแผ่นเพลตยิ่งมีความห่างของแผ่นเพลตมากขึ้นค่าความจุก็ยิ่งลดลง

-ชนิดของสารที่ใช้ทำแผ่นไดอิเล็กตริก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

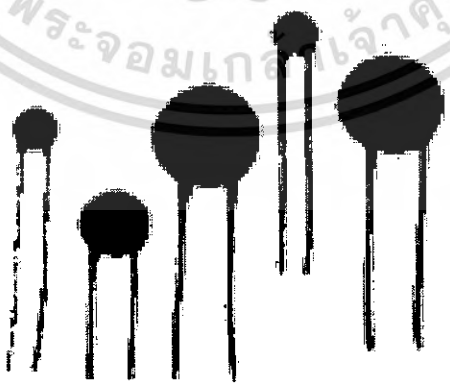


รูปที่ 2.8 โครงสร้างของตัวเก็บประจุ

2.6.1.1 ตัวเก็บประจุแบบค่าคงที่

ตัวเก็บประจุแบบค่าคงที่ที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันมีด้วยกันหลายชนิด แต่ในที่นี้จะยกมากล่าวถึงเพียงสองชนิดเท่านั้น คือ ชนิดอิเล็กทรอไลติก และ ชนิดเซรามิก

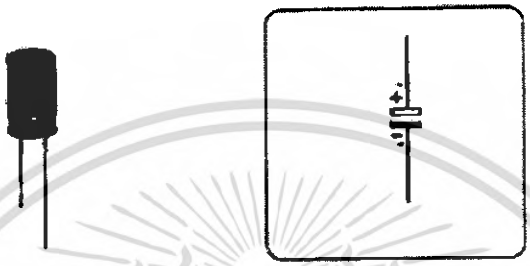
ตัวเก็บประจุชนิดเซรามิก โดยทั่วไปตัวเก็บประจุชนิดนี้มีลักษณะกลมๆ แบนๆ ดังในรูปที่ 2.9 บางครั้งอาจพบแบบสี่เหลี่ยมแบนๆ ส่วนใหญ่ตัวเก็บประจุชนิดนี้ มีค่าน้อยกว่า 1 ไมโครฟารัด และเป็นตัวเก็บประจุชนิดที่ไม่มีขั้ว (จึงไม่ต้องคำนึงเวลาใช้งาน)และสามารถทนแรงดันได้ประมาณ 50-100 โวลต์ ค่าความจุของตัวเก็บประจุชนิดเซรามิกที่มีใช้ในปัจจุบันอยู่ในช่วง 1 พิโกฟารัด ถึง 0.1 ไมโครฟารัด



รูปที่ 2.9 ตัวเก็บประจุชนิดเซรามิก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวเก็บประจุชนิดอิเล็กทรอไลติก ตัวเก็บประจุชนิดนี้ต้องระวังในการนำไปใช้งานด้วย เพราะ มีขั้วที่แน่นอนพิมพ์ติดไว้ด้าน ข้างตัวถังอยู่แล้ว ถ้าป้อนแรงดันให้กับตัวเก็บประจุผิดขั้วละก็ อาจเกิดความเสียหายกับตัวมันและอุปกรณ์ที่ประกอบร่วมกับตัวมันได้ ขั้วของตัวเก็บประจุชนิดนี้ สังเกตได้ง่ายๆ เมื่อตอนซื้อมา คือ ขาที่ยาวจะเป็นขั้วบวก และขาที่สั้นจะเป็นขั้วลบ

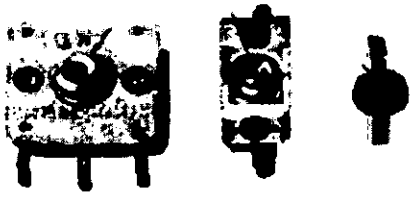


รูปที่ 2.10 ตัวเก็บประจุชนิดอิเล็กทรอไลติกและสัญลักษณ์ตัวเก็บประจุชนิดมีขั้ว

อีกอย่างที่ต้องระวัง คือ การป้อนแรงดันให้ตัวเก็บประจุ ซึ่งที่ข้างตัวเก็บประจุชนิดอิเล็กทรอไลติกนี้ จะมีอัตราทนแรงดันพิมพ์ติด เอาไว้ด้วย มีหน่วยเป็นโวลต์ (V) แต่บางตัวจะเป็น WV (Working Voltage) หมายถึง แรงดันที่ใช้งานนั่นเอง ในการใช้งานโดยทั่วไปจะเผื่อแรงดันของตัวเก็บประจุให้สูงกว่าแรงดันที่ใช้งานจริงประมาณเท่าตัว ส่วนค่าของตัวเก็บประจุชนิดนี้อยู่ในช่วง 0.1 ไมโครฟารัด ถึง 1 ฟารัด

2.6.1.2 ตัวเก็บประจุแบบปรับค่าได้

ชื่อของตัวเก็บประจุแบบปรับค่าได้ก็บอกกันชัดๆ แล้วว่า เราสามารถปรับค่าความจุของตัวเก็บประจุได้ด้วยการหมุนแกนของตัวเก็บประจุ ค่าความจุก็จะเปลี่ยนไปตามมุมที่หมุนโดยมากที่พบเห็นกันบ่อยๆ เขาใช้ตัวเก็บประจุแบบปรับค่าได้ ในวงจรเลือกคลื่นวิทยุทั่วๆ ไป



รูปที่ 2.11 ตัวเก็บประจุแบบปรับค่าได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การอ่านค่าตัวเก็บประจุ

การบอกค่าความจุส่วนใหญ่มักออกมาในรูปของ การพิมพ์ค่าบนตัวเก็บประจุเลย และบอกค่าเป็นตัวเลขรหัส ซึ่งการอ่านค่าทั้งสองแบบ มีวิธีการดังนี้

- การอ่านค่าโดยตรง

ค่าของตัวเก็บประจุปกติมี 2 หน่วยด้วยกันคือ หน่วยไมโครฟารัด (uF) กับพิโกฟารัด (pF) ซึ่งการอ่านค่าวิธีนี้ในบางครั้ง ผู้ผลิตอาจบอกค่าความจุแต่เพียงตัวเลขอย่างเดียว ส่วนหน่วยนั้นเขาละกันเอาไว้ในฐานที่เข้าใจกัน การบอกค่าแบบเป็นตัวเลขมีค่าน้อยกว่า 1 (ค่าที่พิมพ์บนตัวเก็บประจุ) ค่าที่อ่านได้ก็จะมีหน่วยเป็นไมโครฟารัด (uF) เช่น 0.1 หมายถึง 0.1 ไมโครฟารัด

การอ่านค่าแบบเป็นตัวเลขมีค่ามากกว่า 1 ค่าที่อ่านได้ก็จะมีหน่วยเป็นพิโกฟารัด (pF) เช่น 20 หมายถึง 20 พิโกฟารัด ยกเว้นในกรณีที่มีหน่วยตามหลังเช่น 10 uF ค่าที่อ่านได้เท่ากับ 10 ไมโครฟารัด และตัวเลขที่บอกค่าเกิน 2 หลัก เช่น 101 ไม่เท่ากับ 101 พิโกฟารัด แต่เราจะอ่านค่าโดยการแปรรหัส

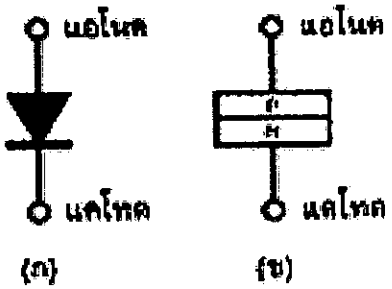
- การอ่านค่าโดยการแปรรหัส

การอ่านค่าความจุในลักษณะนี้จำเป็นจะต้องอาศัยเทคนิคเล็กน้อย โดยค่าของตัวเก็บประจุที่บอกเป็นรหัส (ตัวเลข) สองหลักแรกให้คงไว้ และหลักที่สามเป็นจำนวนศูนย์ที่นำมาต่อท้ายเลขสองหลักแรก เช่น 101 ก็จะเท่ากับ 100 ส่วนหน่วยที่ได้จาก การอ่านค่าวิธีนี้คือพิโกฟารัด เพราะฉะนั้นค่าที่ได้จึงเท่ากับ 100 พิโกฟารัดนั่นเอง ส่วนค่าผิดพลาดถูกบอกในรูปของอักษรแทนเช่น ตัว K มีค่าผิดพลาดเท่ากับ + - 10%

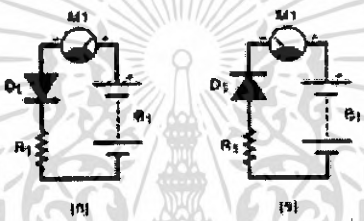
2.6.2 ไดโอด

ไดโอดเป็นส่วนสำคัญส่วนหนึ่งของวงจรอิเลคทรอนิคส์ทั่วไป ในสมัยก่อนไดโอดมักจะเป็นแบบหลอดสุญญากาศ แต่ปัจจุบันความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีเป็นไปอย่างรวดเร็วจึงทำให้สิ่งประดิษฐ์ชนิดใหม่ ซึ่งทำด้วยสารกึ่งตัวนำได้เข้ามาแทนที่หลอดสุญญากาศ ไดโอดที่ทำมาจากสารกึ่งตัวนำมีสองขั้วและมีขนาดเล็กจึงใช้งานได้ง่าย ไดโอดเป็นอุปกรณ์ทางโซลิตสเตตที่มี 2 ขั้ว และยอมให้กระแสไหลผ่านตัวมันเพียงทางเดียวเท่านั้น ถ้ากระแสไหลในทิศตรงข้ามจะไม่สามารถไหลผ่านตัวมันได้ รูปที่ 2.12 (ก) แสดงสัญลักษณ์ของไดโอด ส่วนรูปที่ 2.12 (ข) แสดงโครงสร้างของไดโอดพื้นฐานทั่ว ๆ ไป ซึ่งเป็นรอยต่อ P-N โดยขั้วทางด้าน P เรียกว่า แอโนด และขั้วทางด้าน N เรียกว่า แคโทด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.12 (ก) แสดงสัญลักษณ์ของไดโอด (ข) แสดงโครงสร้างของไดโอดพื้นฐานทั่วไป



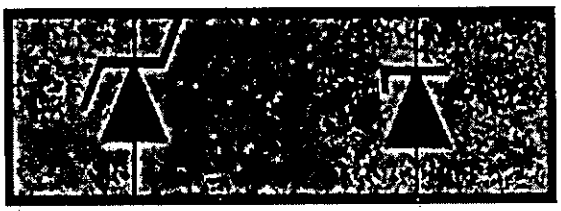
รูปที่ 2.13 (ก) ไดโอดขณะไบแอสตรง (ข) ไดโอดขณะไบแอสกลับ

จากรูปที่ 2.13 (ก) เป็นการแสดงคุณลักษณะพื้นฐานของไดโอด เมื่อได้รับการไบแอสตรง (แอโนดมีศักย์ไฟฟ้าเป็นบวกเมื่อเทียบกับแคโทด) จึงทำให้มีลักษณะเป็นค่าความต้านทานค่าต่ำ กระแสจึงสามารถไหลผ่านไดโอดได้แต่จากรูปที่2.13(ข) เมื่อไดโอดได้รับการไบแอสกลับ (แอโนดมีศักย์ไฟฟ้าเป็นลบเมื่อเทียบกับแคโทด) จึงทำให้มีลักษณะเป็นค่าความต้านทานสูงทำให้กระแสไม่สามารถไหลผ่านไดโอดได้ ซึ่งหากสังเกตจากสัญลักษณ์ของไดโอดแล้วจะพบว่าทิศทางกระแสสามารถไหลผ่านได้ก็คือทิศที่หัวลูกศรชี้ไปนั่นเอง

2.6.2.1 ซีเนอร์ไดโอด (Zener diode)

ไดโอดธรรมดาเมื่อทำการไบแอสกลับจนถึงค่าแรงดันพังจะทำให้เกิดการเสียหายได้ ซึ่งตัวซีเนอร์ไดโอดเป็นซิลิกอนไดโอดชนิดพิเศษ ที่กระแสย้อนกลับสามารถไหลเฉลี่ยทั่วพื้นที่รอยต่อของไดโอด จึงสามารถทนกระแสย้อนกลับได้สูงมาก ดังนั้นซีเนอร์ไดโอดจึงสามารถใช้ควบคุมแรงดันโดยใช้แรงดันที่ตกคร่อมตัวมันเองเป็นตัวควบคุม สัญลักษณ์ของตัวซีเนอร์ไดโอดสามารถเขียนแสดงได้ดังรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

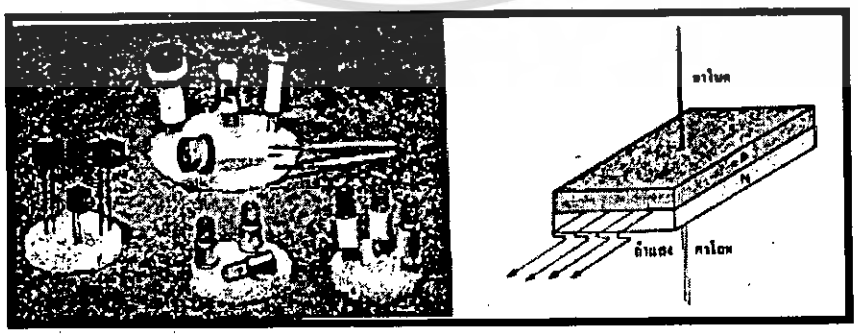


รูปที่ 2.14 สัญลักษณ์ของซีเนอร์ไดโอด

ซีเนอร์ไดโอดทางอุดมคติจะควบคุมแรงดันได้ต่อเมื่อถูกไบแอสกลับ กล่าวคือ จะมีกระแสไหลผ่านไดโอดได้ดีต่อเมื่อไบแอสกลับจนถึงค่าแรงดันซีเนอร์เท่านั้น สำหรับกรณีไบแอสตรงซีเนอร์ไดโอดจะทำหน้าที่เหมือนไดโอดธรรมดาคือเสมือนเป็นตัวลัดวงจร

2.6.2.2 ไดโอดเปล่งแสง (Light-emitting diode)

ไดโอดเปล่งแสง เรียกย่อๆว่า LED คือ ไดโอดซึ่งสามารถเปล่งแสงออกมาได้ แสงที่เปล่งออกมาประกอบด้วยคลื่นความถี่เดียวและเฟสต่อเนื่องกัน ซึ่งต่างกับแสงธรรมดาที่ตาคนมองเห็นอันประกอบด้วยคลื่นซึ่งมีเฟสและความถี่ต่างๆกันมารวมกัน ไดโอดซึ่งสามารถให้แสงออกมาได้ทั้งชนิดที่เป็นสารกึ่งตัวนำ ของเหลว ก๊าซ ในที่นี้จะกล่าวถึงชนิดที่เป็นสารกึ่งตัวนำเท่านั้น ไดโอดชนิดนี้เหมือนไดโอดทั่ว ๆ ไปที่ประกอบด้วยสารกึ่งตัวนำชนิด P และ N ประกบกันมีผิวข้างหนึ่งเรียบเป็นมันคล้ายกระจก เมื่อไดโอดตกไบแอสตรงจะทำให้อิเล็คตรอนที่สารกึ่งตัวนำชนิด N มีพลังงานสูงขึ้นจนสามารถวิ่งข้ามรอยต่อไปรวมกับโฮลใน P ก่อให้เกิดพลังงานอยู่ในรูปของประจุโฟตอนซึ่งจะส่งแสงออกมา การประยุกต์นำ LED ไปใช้งานอย่างกว้างขวางส่วนมากใช้ในภาคแสดงผล (display unit) LED โดยทั่วไปมี 2 ชนิดใหญ่ ๆ คือ LED ชนิดที่ตาคนเห็นได้กับชนิดที่ตาคนมองไม่เห็นต้องใช้ทรานซิสเตอร์มาเป็นตัวรับแสงแทนตาคน



รูปที่ 2.15 ลักษณะของ LED

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

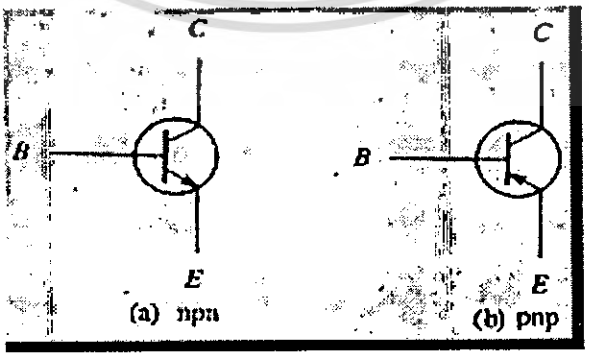
รูปที่ 2.16 สัญลักษณ์ของ LED

เมื่อนำ LED มาประกอบกับโฟโต้ทรานซิสเตอร์ ซึ่งเป็นตัวรับแสงจาก LED โฟโต้ทรานซิสเตอร์จะให้กระแสที่เปลี่ยนแปลงกับความเข้มของแสงที่มาจากไดโอด อุปกรณ์ที่รวมกันระหว่าง LED กับโฟโต้ทรานซิสเตอร์เรียกว่า โฟโต้ไอโซเลชั่น (photo isolation)

2.6.3 ทรานซิสเตอร์

ทรานซิสเตอร์(Transistor)เป็นอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ แบ่งประเภทตามโครงสร้างได้ 2 ชนิด คือ NPN และ PNP ทรานซิสเตอร์ คือสิ่งประดิษฐ์ทำจากสารกึ่งตัวนำ กระแสหรือแรงเคลื่อนเพียงเล็กน้อยที่ขาหนึ่งจะควบคุมกระแสที่มีปริมาณมากที่ไหลผ่านขาทั้งสองข้างได้ นั่นหมายความว่าทรานซิสเตอร์เป็นทั้งเครื่องขยาย และสวิทช์ทรานซิสเตอร์ ทรานซิสเตอร์ชนิดสองรอยต่อเรียกด้วยตัวย่อว่า BJT (Bipolar Junction Transistor) ทรานซิสเตอร์ถูกนำไปใช้งานอย่างแพร่หลาย เช่น วงจรขยายในเครื่องรับวิทยุ และ เครื่องรับโทรทัศน์ หรือนำไปใช้ในวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่ทำหน้าที่เป็นสวิทช์ เช่น เปิด-ปิด รีเลย์ (Relay) เพื่อควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าอื่น ๆ เป็นต้น

ทรานซิสเตอร์ชนิดสองรอยต่อหรือ BJT นี้ ประกอบด้วยสารกึ่งตัวนำชนิดพีและเอ็นต่อกันโดยการเดิมสารเจือปน (Doping) จำนวน 3 ชั้นทำให้เกิดรอยต่อ (Junction) ขึ้นจำนวน 2 รอยต่อ การสร้างทรานซิสเตอร์จึงสร้างได้ 2 ชนิด คือ ชนิดที่มีสารชนิด N 2 ชั้น เรียกว่าชนิด NPN และชนิดที่มีสารชนิด P 2 ชั้น เรียกว่าชนิด PNP



รูปที่ 2.17 สัญลักษณ์ของทรานซิสเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

NPN - โครงสร้างของมันก็คือ สาร P ประกบด้วยสาร N ทั้งสองข้าง จากนั้นต่อขาจากสารกึ่งตัวนำทั้งสามชั้นออกใช้งาน ขาที่ต่อจากชั้นสารที่อยู่ตรงกลางเรียกว่า ขาเบส (B-Base) ส่วนขาริมทั้งสอง คือขาคอลเล็กเตอร์ (C-Collector) และขาอีมิตเตอร์ (E-Emitter) โดยที่หลักการทำงานนั้น จะต้องป้อนไฟบวกเข้าขาคอลเล็กเตอร์ ป้อนไฟลบเข้าขาอีมิดเตอร์และไฟบวกเข้าขาเบส จะทำให้มีกระแสไหลจากขาคอลเล็กเตอร์ มายังขาอีมิตเตอร์ได้

PNP - โครงสร้างประกอบด้วย สาร N ประกบด้วยสาร P ขาที่ต่อออกจากชั้นสารที่อยู่ตรงกลางเรียกว่า ขาเบส(B) สองขาที่เหลือคือขาคอลเล็กเตอร์ (C) และขาอีมิตเตอร์ (E) โดยที่หลักการทำงานคือ ต้องป้อนไฟลบเข้าขาคอลเล็กเตอร์ ไฟบวกให้ขาอีมิตเตอร์ และไฟลบให้ขาเบส จะทำให้มีกระแสไหลจากขาอีมิตเตอร์ไปยังขาคอลเล็กเตอร์ได้

2.6.4 ไอซี 555

ไอซีเบอร์ 555 นั้นจะใช้เป็นตัวผลิตความถี่ ซึ่งความถี่ที่ผลิตได้จะเป็นสัญญาณรูปสี่เหลี่ยม (Square Wave) เรียกวงจรการทำงานแบบนี้ว่า Astable Multivibrator

ถ้าให้ T = คาบเวลา

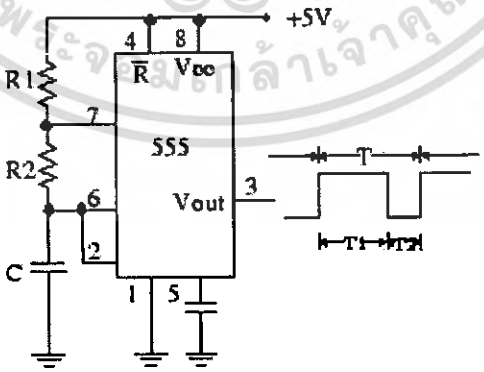
T1 = ช่วงเวลาที่เอาท์พุทเป็น HIGH

T2 = ช่วงเวลาที่เอาท์พุทเป็น LOW

จะได้ $T1 = 0.693 (R1+R2) C$

$T2 = 0.693 (R2 C)$

ความถี่ที่ได้ $f = 1/T$

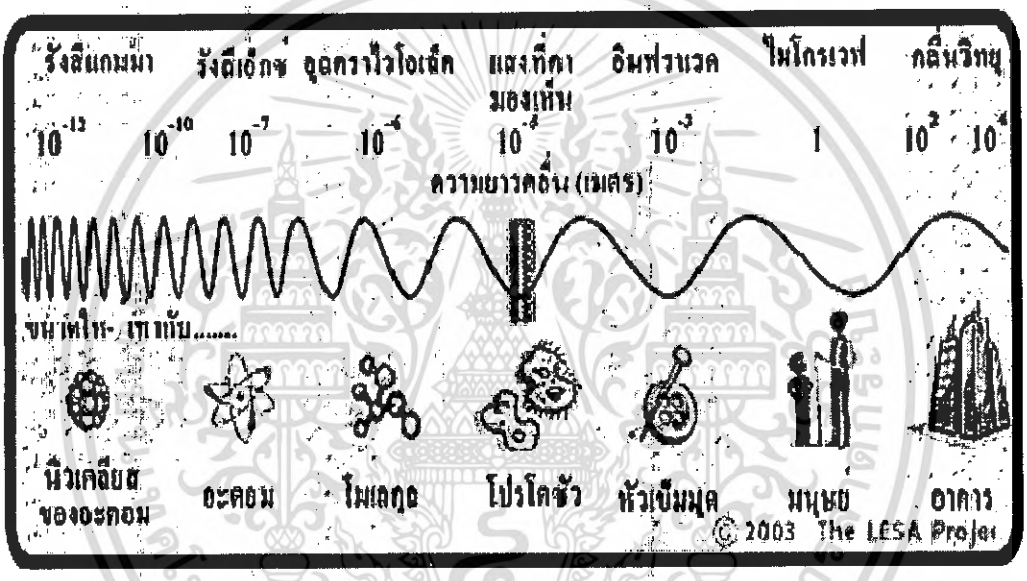


รูปที่ 2.18 วงจรอะสเตเบิล (Astable)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 แสงอินฟราเรด

คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความถี่อยู่ในช่วง $10^{11} - 10^{14}$ เฮิรตซ์ หรือความยาวคลื่น $10^{-3} - 10^{-6}$ เมตร เรียกว่า รังสีอินฟราเรด หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า คลื่นความถี่สั้น (Millimeter waves)ซึ่งจะมีย่านความถี่คาบเกี่ยวกับย่านความถี่ของคลื่นไมโครเวฟอยู่บ้าง วัตถุร้อนจะแผ่รังสีอินฟราเรดที่มีความยาวคลื่นสั้นกว่า 10^{-4} เมตร ออกมาซึ่งประสาทสัมผัสทางผิวหนังของมนุษย์สามารถรับรู้รังสีอินฟราเรดได้



รูปที่ 2.19 คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

ลักษณะของรังสีอินฟราเรด

- เป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความถี่อยู่ในระหว่างแสงที่ตามองเห็น
- ลำแสงอินฟราเรดเดินทางเป็นเส้นตรง ไม่สามารถผ่านวัตถุทึบแสง
- สามารถสะท้อนแสงในวัสดุผิวเรียบได้เหมือนกับแสงทั่วไป
- ใช้มากในการสื่อสารระยะใกล้ เช่น รีโมทคอนโทรลของเครื่องรับโทรทัศน์
- ปัจจุบันได้ถูกพัฒนาใช้ในการสื่อสารไร้สายสำหรับเครือข่ายเฉพาะบริเวณ เมื่อใช้ในการสื่อสารข้อมูลในเครือข่ายสามารถส่งสัญญาณได้ในระยะ 30-80 ฟุต หรือ 10-30 เมตร
- เป็นสื่อที่มีช่องสัญญาณกว้างพอประมาณในระดับสูงเมื่อเปรียบเทียบกับสายยูทีพี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ในอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ที่มีช่องสื่อสารอินฟราเรด จะเรียกกันว่า IrDa (Infrared Data Association) สามารถสั่งงานระยะไกลได้ประมาณ 1 – 5 เมตร

- เป็นระบบสำหรับควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ จากระยะไกล โดยรังสีอินฟราเรดจะเป็นตัวนำคำสั่งจากเครื่องควบคุมไปยังเครื่องรับ

คุณสมบัติเด่นของรังสีอินฟราเรด

- เป็นคลื่นสั้น ทางเดินของแสงเป็นแนวเส้นตรง
- ราคาถูก
- ง่ายต่อการผลิต
- ปลอดภัยต่อการดักสัญญาณ
- ไม่สามารถทะลุผ่านวัตถุ ทำให้สามารถติดตั้งอินฟราเรด ในห้องทำงานติดกันได้

ตัวอย่างอุปกรณ์ที่ใช้รังสีอินฟราเรด

- รีโมทควบคุมของโทรทัศน์
- โทรศัพท์มือถือ
- PDA , Palm
- คอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊ค
- เครื่องคอมพิวเตอร์มือถือ (Hand held) หรือเครื่องขนาดฝ่ามือ (palmtop)
- เครื่องพิมพ์แบบเลเซอร์สำหรับสำนักงานบางรุ่น
- เครื่องเลเซอร์ในการรักษาโรค
- กล้องส่องทางไกล

ข้อดี- ข้อเสียของการใช้รังสีอินฟราเรด

ข้อดี คือ สร้างได้ง่าย ราคาถูก และมีความปลอดภัยในการส่งข้อมูลดีกว่าคลื่นวิทยุ

ข้อเสีย คือ ไม่สามารถผ่านวัตถุทึบแสงได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 เปรียบเทียบคุณสมบัติของคลื่นความถี่วิทยุและแสงอินฟราเรด

Spread Spectrum		Infrared
Frequency ความถี่	902 MHz to 928 MHz 2.4GHz to 2.4385 GHz 5.725GHz to 5.825 GHz	3×10^{14} Hz
Maximun coverage ครอบคลุมพื้นที่ส่วนใหญ่	105 to 800 feet,or up 50,000 square feet	30 to 80 feet
Line of sight reqiured ความต้องการเส้นทาง	No	Yes
Transmit power กำลังส่ง	Less than 1 w	N/A
License required ลิขสิทธิ์	No	No
Interbuilding use การใช้ภายในอาคาร	Possible with antenna	Possible
Rated speed(% of 10 Mbps wire) อัตราเร็ว	20% to 50%	50% to 100%

ตารางที่ 2.3 เปรียบเทียบคุณสมบัติของคลื่นแสงอินฟราเรดประเภทต่างๆ

ประเภทแสง		ความยาวคลื่น	ความถี่
อินฟราเรด (Infrared)	อินฟราเรดใกล้ (Near Infrared)	0.7 - 1.3 um	230 - 430 THz
	อินฟราเรดคลื่นสั้น (Short Infrared)	1.3 - 3 um	100 - 230 THz

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.3 (ต่อ) เปรียบเทียบคุณสมบัติของคลื่นแสงอินฟราเรดประเภทต่างๆ

ประเภทแสง		ความยาวคลื่น	ความถี่
อินฟราเรด (Infrared)	อินฟราเรดคลื่นกลาง (Middle Infrared)	3 - 8 um	38 - 100 THz
	อินฟราเรดความร้อน (Thermal Infrared)	8 - 14 um	22 - 38 THz
	อินฟราเรดไกล (Far Infrared)	14 um - 1 mm	0.3 - 22 THz

2.8 โทรศัพท์มือถือกับการส่ง SMS

2.8.1 หลักการรับส่ง SMS ของโทรศัพท์มือถือ

SMS ย่อมาจาก Short Massage Service เป็นบริการส่งข้อความสั้นๆจากโทรศัพท์มือถือต้นทางผ่านชุมสายไปยังโทรศัพท์มือถือปลายทาง โดยสามารถส่งได้สูงสุด 160 ตัวอักษรต่อครั้ง ตามข้อกำหนดมาตรฐานขององค์การ ETSI (European Telecommunications Standards Institute) โดยโหมดของการรับส่งข้อมูลแบบ SMS ผ่าน AT Command ถูกแบ่งออกเป็น 2 โหมด คือ Text Mode และ PDU Mode

Text Mode - เป็นการส่งข้อมูลในรูปแบบของตัวอักษรได้โดยตรง โดยการนำข้อความที่ต้องการส่งมาเข้ารหัสก่อน(โดยตัวเครื่องเอง)แล้วจึงส่งข้อมูลในรูปแบบ PDU Mode อีกครั้งหนึ่ง แต่ในบางเครื่องก็ไม่สนับสนุนการส่งแบบ Text Mode ผ่านทาง AT Command จึงไม่สามารถใช้งานได้สมบูรณ์

PDU Mode - PDU ย่อมาจาก Packet Data Unit เป็นรูปแบบการส่งข้อความ SMS อีกรูปแบบหนึ่งที่ต้องมีการเข้ารหัสข้อมูลที่สลับซับซ้อนแต่ตัวเครื่องจะสามารถรับรู้ได้ทุกเครื่องที่รับคำสั่ง AT Command ได้

2.8.2 GSM AT Commands

เป็นชุดคำสั่งมาตรฐานที่ใช้ติดต่อสื่อสารกับโทรศัพท์มือถือ โดยส่วนมากมักจะใช้ในการสื่อสารกับอุปกรณ์สื่อสารต่างๆ เช่น โมเด็มหรืออุปกรณ์ DTE (Data Terminal Equipment)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในชุดคำสั่งพื้นฐานนั้นบริษัท Hayes ได้เป็นผู้ออกแบบคิดค้นเพื่อใช้กับโมเด็มของตนและต่อมาบริษัทผู้ผลิตมือถือยี่ห้อต่างๆได้พัฒนามาใช้กับผลิตภัณฑ์ของตนเป็นเหตุให้คำสั่งพิเศษบางคำสั่งไม่เหมือนกันในผลิตภัณฑ์ต่างยี่ห้อกัน และความสามารถของโทรศัพท์ในบางรุ่นจะไม่รองรับคำสั่งดังกล่าว เนื่องจากไม่ได้มีวงจรส่วนของโมเด็มบรรจุอยู่ภายใน

AT Commands คือ ชุดคำสั่งที่ใช้ในการติดต่อกับเครื่องโทรศัพท์ระบบ GSM หรือ MODEM ด้วยรูปแบบส่งข้อมูลลำดับ Serial มักจะใช้ความเร็วและรูปแบบต่างกันแล้วแต่ยี่ห้อ แต่ส่วนมากมักจะเป็นที่ความเร็ว 9600 b/s การติดต่อโดยส่งรหัสตัวอักษรที่ขึ้นต้นด้วยคำว่า AT แล้วตามด้วยคำสั่งต่างๆ ซึ่งสามารถทดสอบการเขียนคำสั่งผ่านทางโปรแกรม Hyper Terminal ใน Windows ได้ สามารถยกตัวอย่างการใช้งานได้ดังต่อไปนี้

AT แล้วกด enter เพื่อตรวจสอบอุปกรณ์ว่าพร้อมหรือไม่

OK คือผลที่ได้รับ

AT+CMGS = 27 แล้วกด enter เป็นการกำหนดขนาดของข้อความที่ส่ง

> 0011000A9180162044150000AA0FED373DFD7683C8657A794C2F9301

แล้วตามด้วยปุ่ม Ctrl + z เพื่อทำการส่งข้อมูล เป็นการพิมพ์เบอร์โทรที่ต้องการจะส่งและข้อความที่แปลงอยู่ในเลขฐานสิบหก ซึ่งจากข้อความนี้เป็นการส่งคำว่า motion detected ไปยังเบอร์โทรศัพท์ 0861024451 โดยสามารถอธิบายได้ดังนี้

- 00 คือ ความยาวข้อมูลของ SMSC (Short Message Service Center)

- 11 คือ บิตเริ่มแรกของการส่งข้อความในโหมด PDU

- 00 คือ TP-Message-Reference ในที่นี้คือให้เครื่องตั้งหมายเลขอ้างอิงข้อความขึ้นเอง

- 0A คือ ความยาวของหมายเลขโทรศัพท์ 10 หลัก

- 91 คือ รูปแบบของเลขหมาย SMSC ซึ่ง 91 ในที่นี้หมายถึงเลขหมายแบบสากล

- 80 16 20 44 15 คือ เลขหมาย SMSC ซึ่งจะเป็นเลขฐาน 10 สลับ nibble ในกรณีนี้หมายเลขจริงของ service center คือ 08 61 02 44 51

- 00 คือ TP-PID. (Protocol identifier)

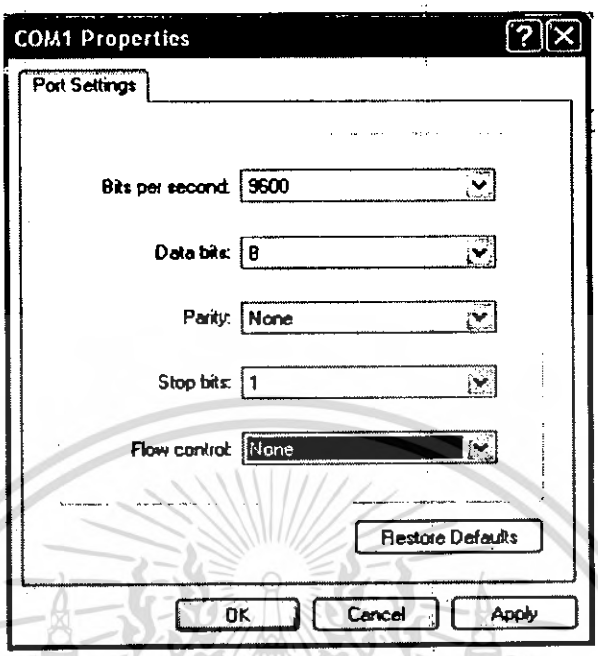
- 00 คือ TP-DCS (Data coding scheme)

- AA คือ TP-Validity-Period AA หมายถึง ช่วงเวลาหมดอายุของข้อความ 4 วัน ถ้าภายในช่วงเวลานี้ ยังส่งไม่ถึงปลายทางข้อความจะถูกยกเลิกโดยอัตโนมัติ

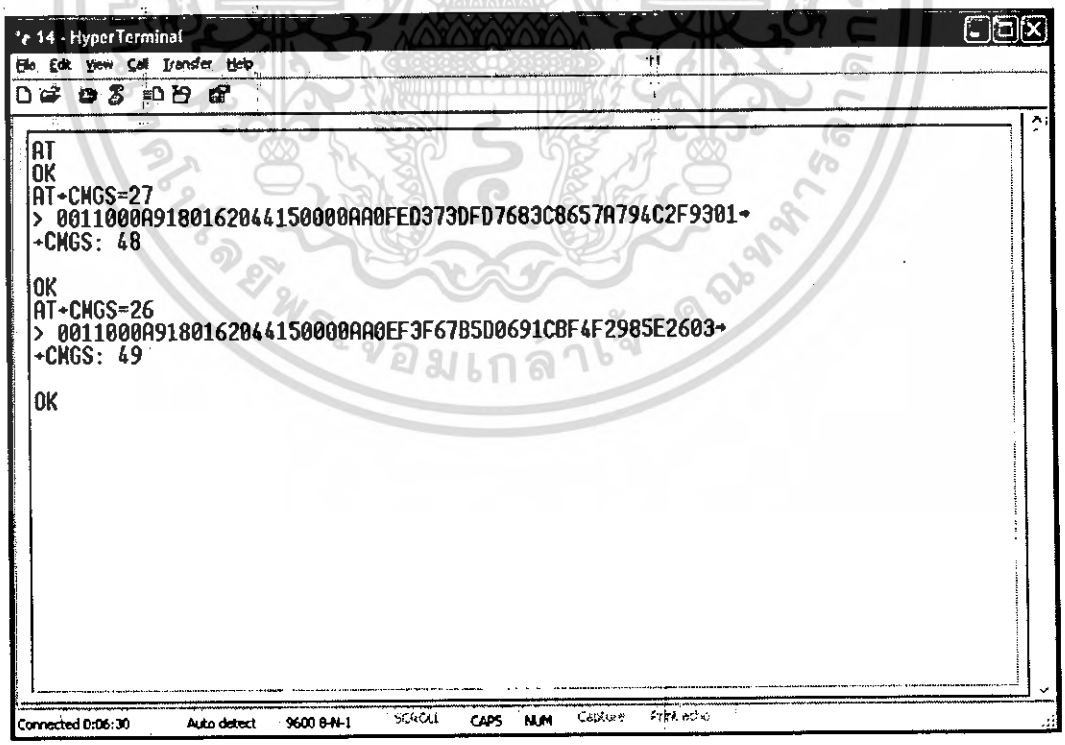
- 0F คือ ความยาวของตัวอักษรที่ใช้ส่ง ในกรณีนี้คือ 15 ตัว

- ED373DFD7683C8657A794C2F9301 คือ รหัส PDU จากการแปลงข้อความคำว่า motion detected

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.20 แสดงการกำหนดค่าใน Hyper Terminal



รูปที่ 2.21 แสดงการเขียน AT Commands ใน Hyper Terminal

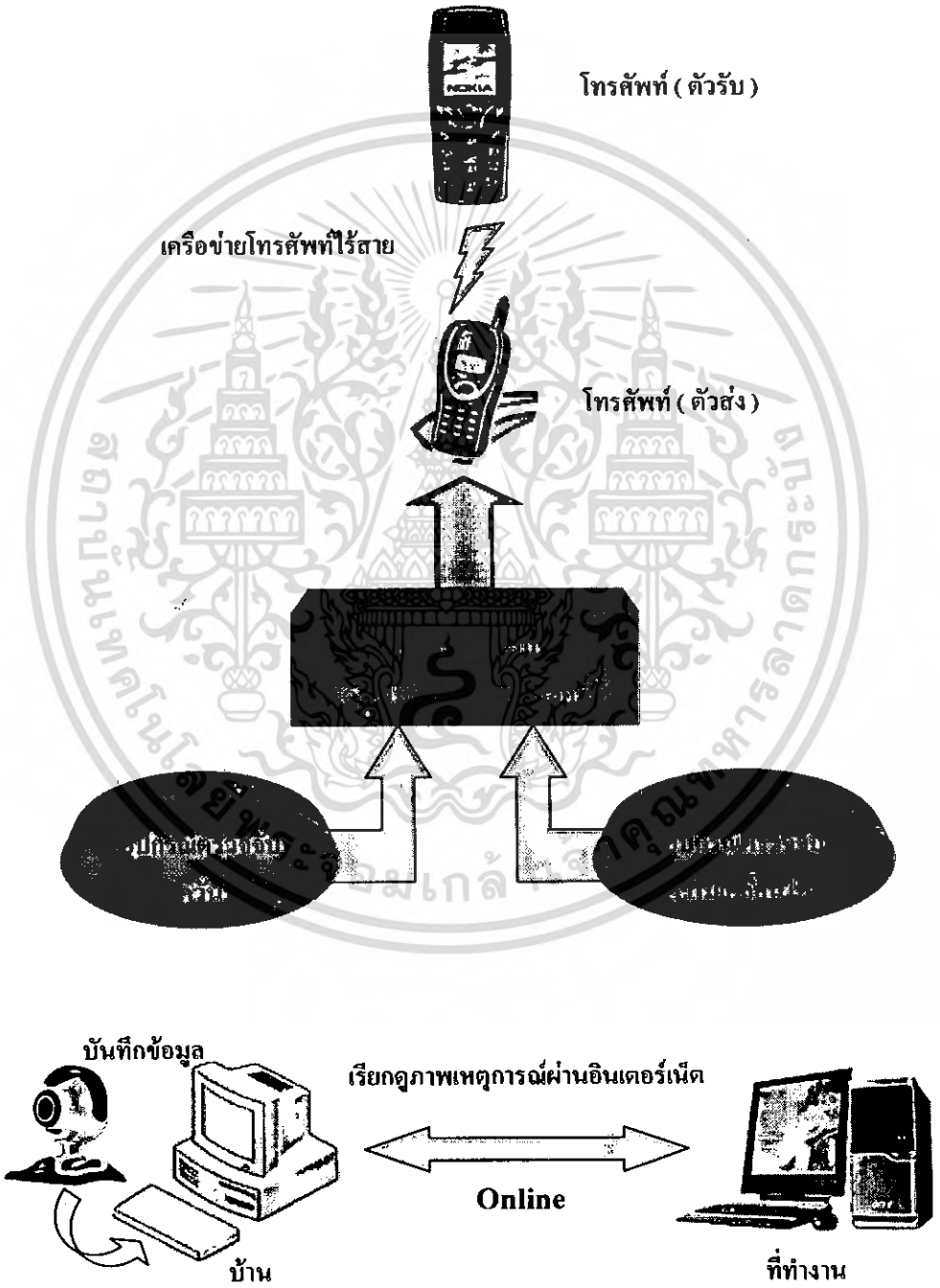
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายละเอียดต่างๆ เกี่ยวกับการเขียนคำสั่งของ AT Commands สามารถศึกษาได้เพิ่มเติมจากภาคผนวกของท้ายเล่มนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

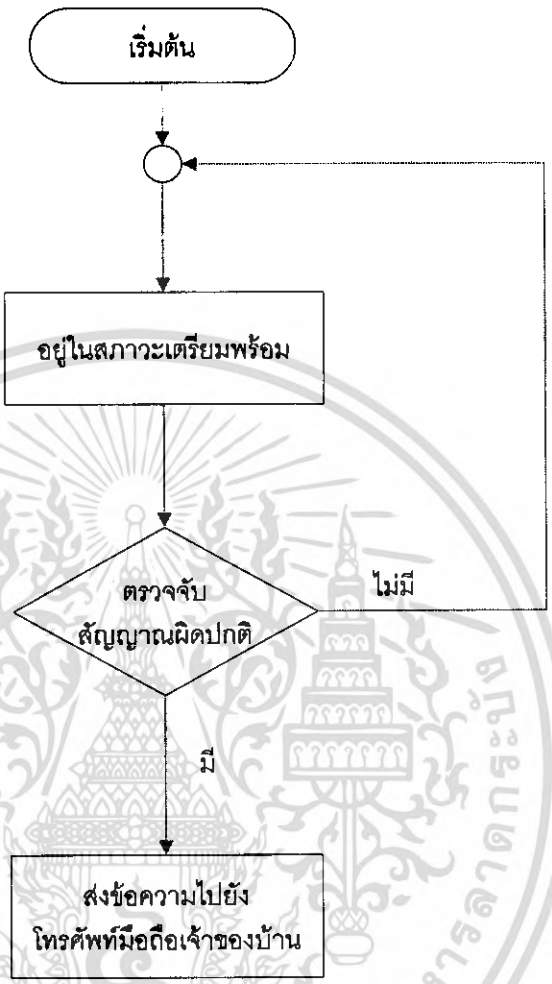
บทที่ 3 การออกแบบโครงงาน

3.1 การออกแบบการทำงานของระบบทั้งหมด



รูปที่ 3.1 แสดงภาพการทำงานของระบบทั้งหมด

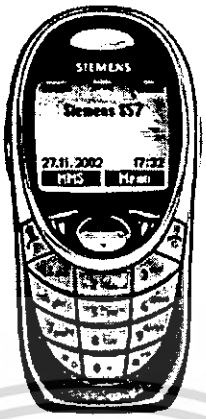
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.2 แสดงแผนผังการทำงานของส่วนส่งข้อความ

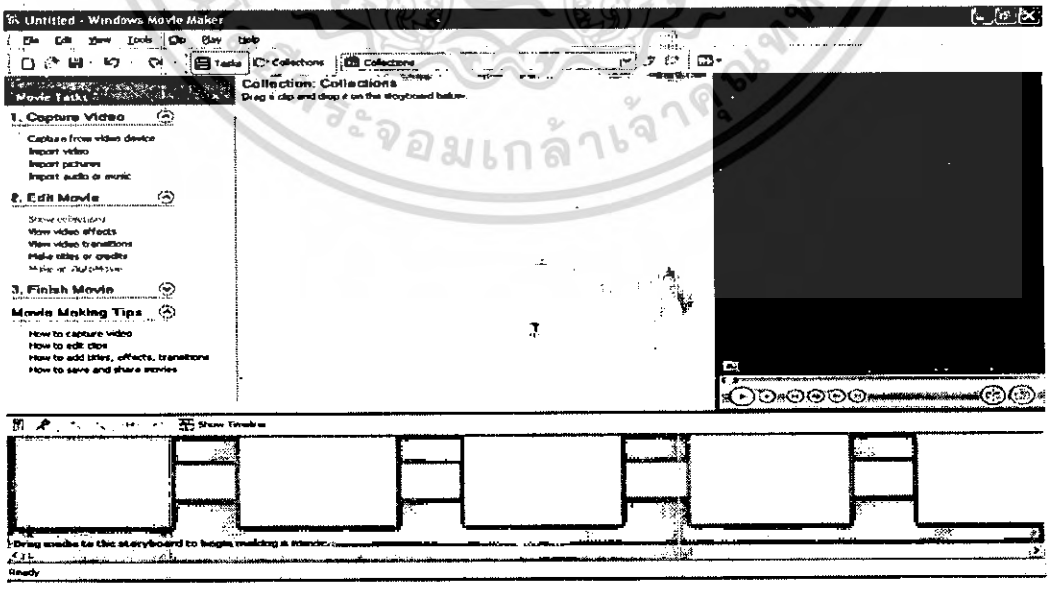
จากรูปแสดงการทำงานของระบบทั้งหมด สามารถอธิบายการทำงานของส่วนต่างๆได้ดังนี้ คือ ในส่วนของอุปกรณ์ตรวจจับซึ่งประกอบไปด้วยอุปกรณ์ตรวจจับควัน และ อุปกรณ์ตรวจจับความเคลื่อนไหวจะคอยตรวจจับสัญญาณความผิดปกติที่เกิดขึ้น ในกรณีที่เกิดควันจากเหตุการณ์ไฟไหม้หรือมีผู้ไม่หวังดีแอบบุกรุกเข้ามาในบ้าน จากนั้นก็จะทำการส่งสัญญาณผ่านต่อไปยังชุดควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์แล้วสั่งการให้ติดต่อกับโทรศัพท์มือถือเพื่อทำการส่งข้อความแจ้งเตือนไปยังโทรศัพท์มือถือของเจ้าของบ้านเพื่อให้รับทราบ โดยโทรศัพท์มือถือที่เลือกใช้เป็นตัวส่งข้อความนั้นเราเลือกใช้ของยี่ห้อ SIEMENS รุ่น S57

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.3 โทรศัพท์มือถือ SIEMENS S57 ที่ใช้ส่งข้อความ

นอกจากนี้แล้วยังสามารถเรียกดูภาพเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นภายในบ้านจากกล้องเว็บแคม โดยทำการติดตั้งโปรแกรม webcamXP ซึ่งสามารถหาดาวน์โหลดได้ฟรีไว้ที่เครื่องเซิร์ฟเวอร์แล้วออนไลน์ผ่านทางเครือข่ายอินเตอร์เน็ตผ่าน Web Browser ที่ http://camite.no-ip.info ซึ่งได้มาจากหมายเลข IP Address ของเครื่องเซิร์ฟเวอร์นั้นโดยตรง และยังสามารถทำการบันทึกภาพเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นตลอดเวลาได้โดยใช้โปรแกรม Windows Movie Maker ซึ่งเป็นโปรแกรมที่มีอยู่ในระบบปฏิบัติการ Windows XP จึงทำให้สามารถตรวจสอบภาพเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นได้อย่างชัดเจน และยังสามารถเก็บบันทึกภาพในกรณีที่มีผู้บุกรุกเข้ามาในบ้านเพื่อนำไปใช้เป็นหลักฐานในการตรวจสอบได้สะดวกและชัดเจนมากยิ่งขึ้น

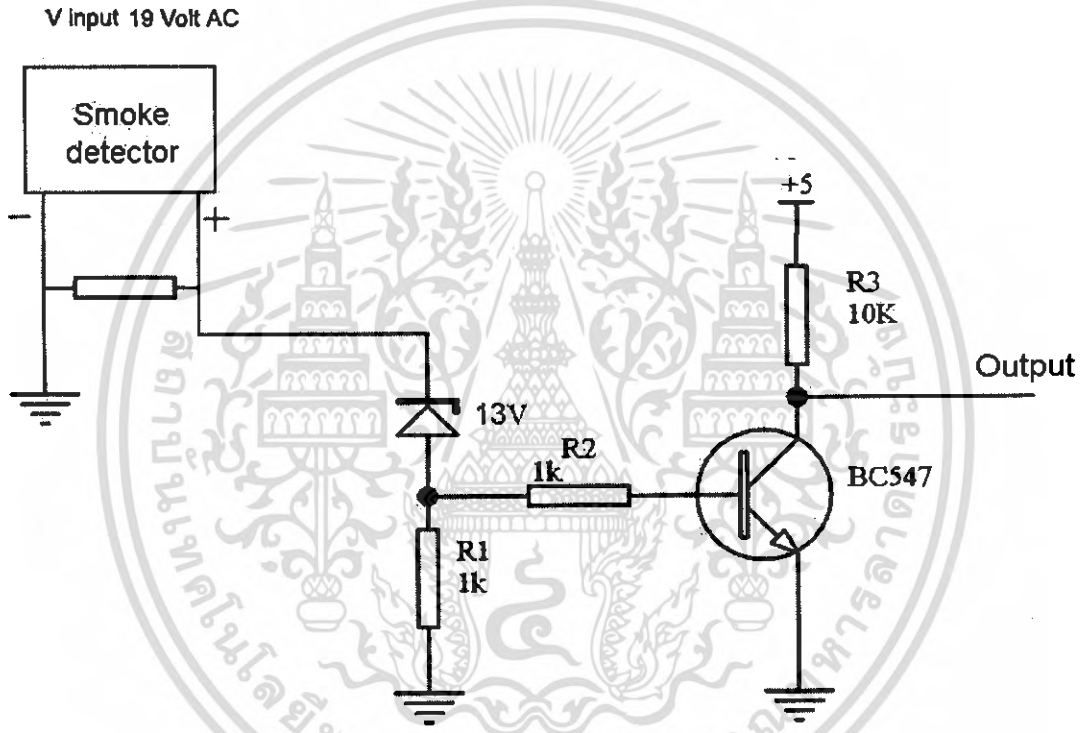


รูปที่ 3.4 โปรแกรม Windows Movie Maker ที่ใช้บันทึกภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 การออกแบบวงจรอุปกรณ์ตรวจจับควัน

เนื่องจากไมโครคอนโทรลเลอร์ เป็นไอซีประเภท TTL สามารถทำงานได้ที่ความถี่สูง แต่จะกินกระแสมาก และทำงานได้ที่แรงดัน 5 V เท่านั้น จึงจำเป็นต้องออกแบบวงจร ให้ค่าแรงดัน output จากเซนเซอร์ที่จะส่งต่อเข้าไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ เป็นแรงดันในระดับของ TTL ซึ่งสามารถออกแบบวงจรได้ดังนี้

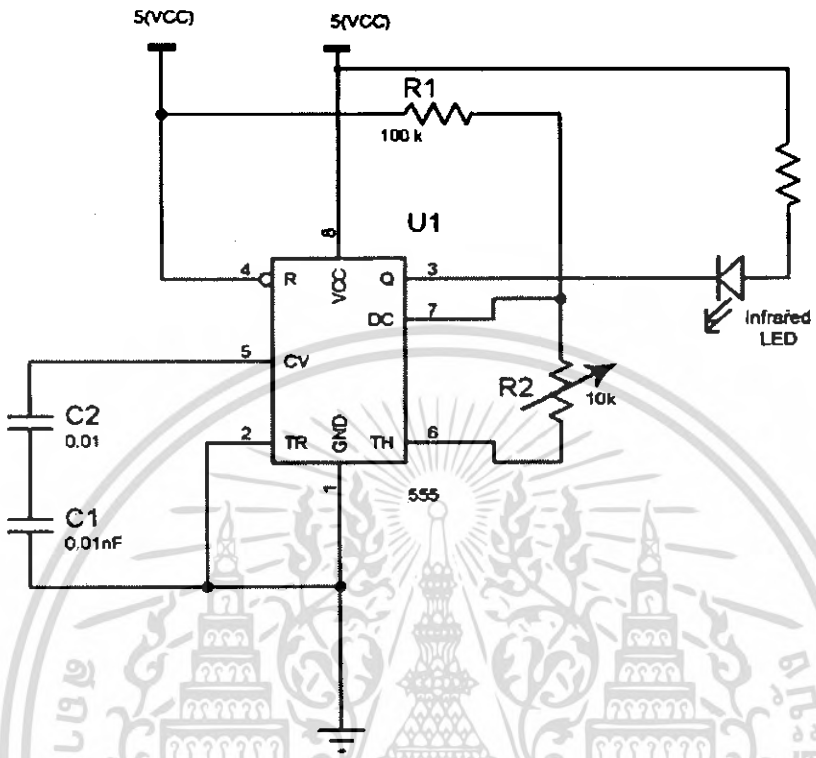


รูปที่ 3.5 แสดงวงจรอุปกรณ์ตรวจจับควัน

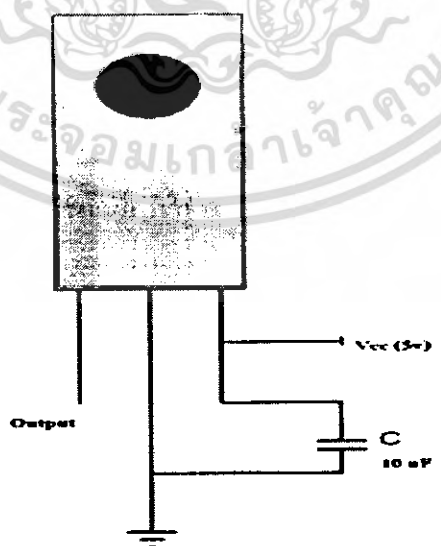
3.3 การออกแบบวงจรอุปกรณ์ตรวจจับความเคลื่อนไหว

การทำงานของอุปกรณ์ตรวจความเคลื่อนไหว จะแบ่งออกเป็นสองส่วนคือ ภาครับ และภาคส่ง โดยที่ภาคส่งนั้นจะทำการมอดูเลทสัญญาณที่จะส่งผ่านหลอดอินฟราเรด (LED) ให้ได้ที่ความถี่ 38 kHz แล้วส่งต่อไปยังตัวรับอินฟราเรดที่ภาครับ สาเหตุที่ต้องมอดูเลทสัญญาณให้ได้ความถี่ 38 kHz ก็เพราะว่า จะช่วยป้องกันการรบกวนจากสัญญาณอื่นๆ อีกทั้งตัวรับที่ความถี่นี้สามารถหาซื้อได้ง่าย และเป็นที่นิยมในการใช้งานกัน การออกแบบวงจรทั้งภาคส่งและภาครับนั้นได้แสดงให้ดูดังรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

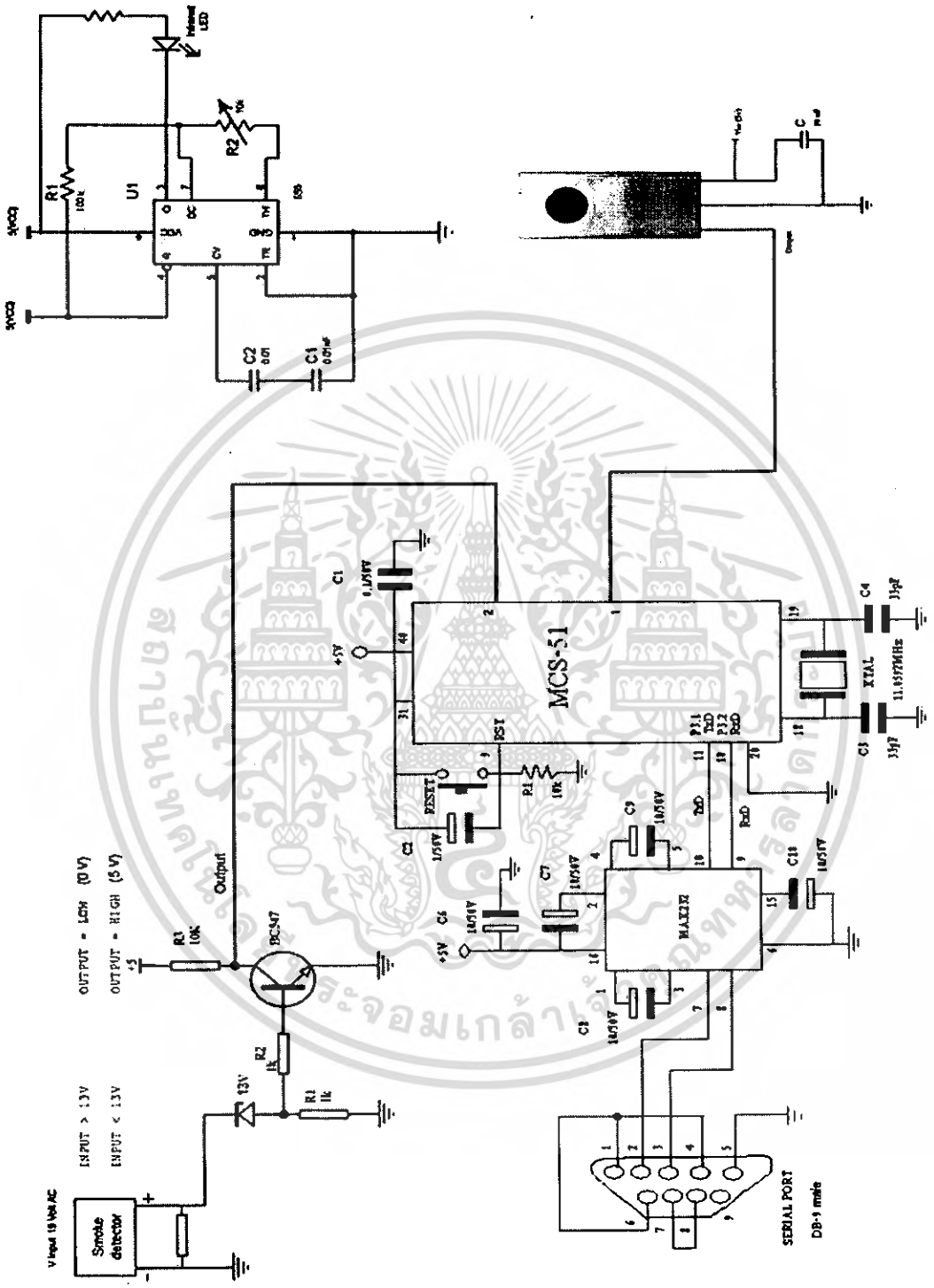


รูปที่ 3.6 แสดงวงจรตัวส่งอินฟราเรด



รูปที่ 3.7 แสดงวงจรตัวรับอินฟราเรด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



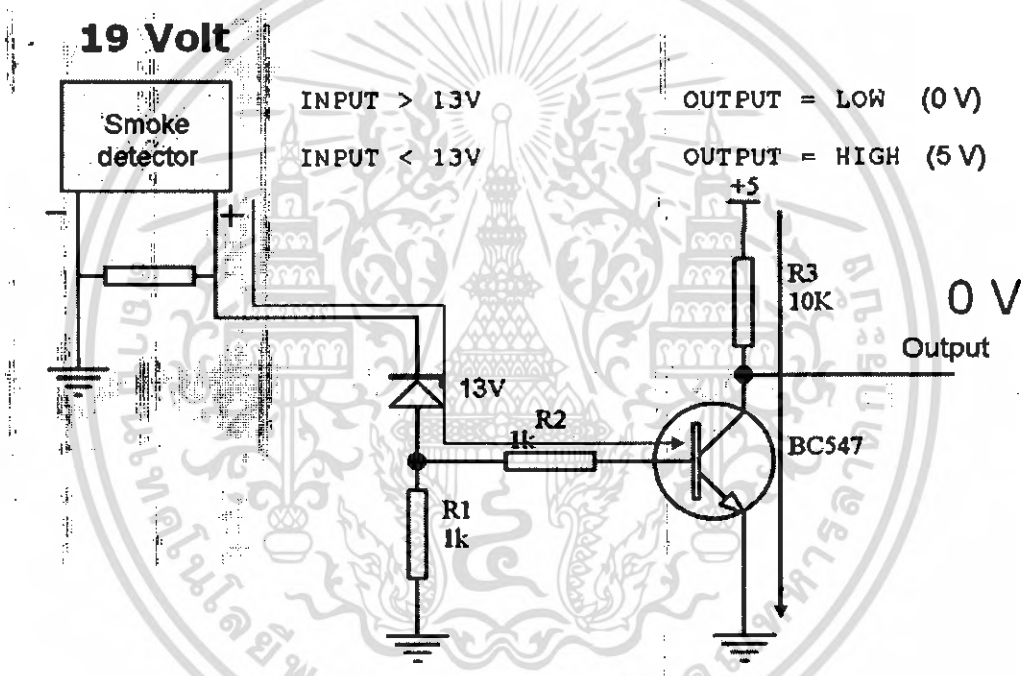
รูปที่ 3.8 แสดงวงจรรวมของทั้งระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4 ผลการทดลอง

การทดลองการทำงานของระบบนั้นเพื่อให้สอดคล้องกับเหตุการณ์ที่คาดว่าจะเกิดขึ้นจริง ตามที่ได้ออกแบบไว้ จึงได้แบ่งการทดลองออกเป็นดังนี้ คือ

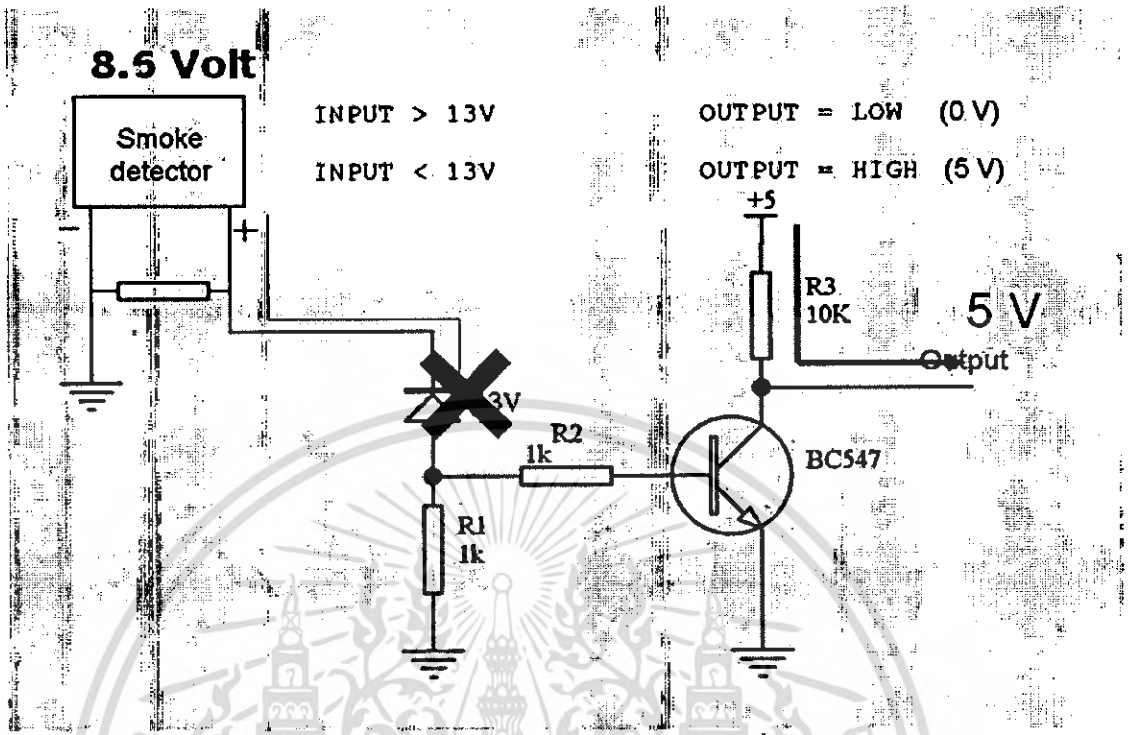
4.1 ผลการทดลองของอุปกรณ์ตรวจจับควัน



รูปที่ 4.1 แสดงการทำงานของอุปกรณ์ตรวจจับควันในสภาวะปกติ

ในสภาวะปกติที่ไม่ได้มีการตรวจจับควัน จะมีกระแสไหลตามปกติ เกิดแรงดัน 18 V จากแหล่งจ่ายไฟ ซึ่งสูงกว่า แรงดันของซีเนอร์ไดโอด(13 V) ทำให้กระแสไหลผ่านซีเนอร์ไดโอดได้เล็กน้อย วัดแรงดันตกคร่อม R1 ได้ประมาณ 5.4 V และที่ขาเบสของทรานซิสเตอร์ BC547 ได้ประมาณ 1.1 V เป็นผลให้กระแสวิ่งจากขาคอลเล็กเตอร์ ผ่านลงไปยังขาอีมิดเตอร์ output ที่วัดตรงขาคอลเล็กเตอร์จึงมีค่า 0 V (Low)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2 แสดงการทำงานของอุปกรณ์ตรวจจับควันในขณะที่ตรวจจับควันได้

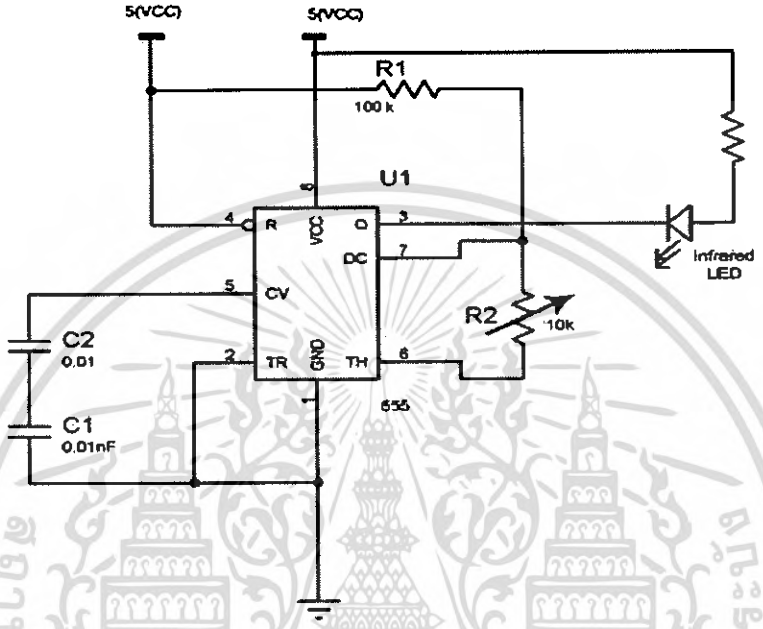
เมื่อมีการตรวจจับควันได้ อนุภาคของควันจะทำให้กระแสไหลน้อยลง เป็นผลให้วัดแรงดันได้ 8.6 V ซึ่งมีค่าน้อยกว่า แรงดันของซีเนอร์ไดโอด (13 V) จึงทำให้กระแสไม่สามารถไหลผ่าน ซีเนอร์ไดโอดได้ โดยวัดแรงดันคกคร่อม R1 ได้ 0 V และที่ขาเบสของทรานซิสเตอร์ BC547 ได้ประมาณ 0 V เป็นผลให้ กระแสไม่สามารถวิ่งจากขาคอลเล็กเตอร์ ผ่านลงไปยังขาอีมิตเตอร์ได้ output ที่วัดตรงขาคอลเล็กเตอร์จึงมีค่า 5 V (High)

ตารางที่ 4.1 แสดงแรงดันที่วัด ณ ตำแหน่งต่างๆ (Volt)

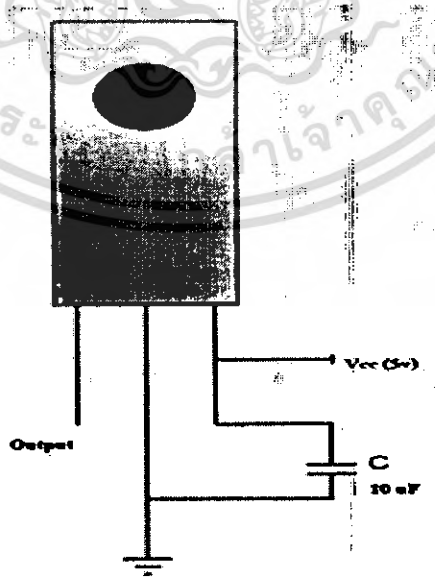
สถานะการทำงาน	V in	R1	ขา Base	Output (ขา Collector)
สภาวะปกติ	19	5.6	1.0	0
สภาวะตรวจจับ	8.6	0	0	5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ผลการทดลองของอุปกรณ์ตรวจจับความเคลื่อนไหว



รูปที่ 4.3 แสดงวงจรการทำงานของอุปกรณ์ตรวจจับความเคลื่อนไหวในภาคส่ง



รูปที่ 4.4 แสดงวงจรการทำงานของอุปกรณ์ตรวจจับความเคลื่อนไหวในภาครับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในภาคส่งนั้นตัวส่งอินฟราเรดจะเปล่งแสงออกมาที่ความถี่ 38 kHz และที่ตัวรับอินฟราเรดจะรับคลื่นแสงด้วยความถี่เดียวกับภาคส่ง คือ 38 kHz โดยในสภาวะที่ไม่มีการตรวจจับ(ลำแสงส่งตามปกติ) output = 0 V เมื่อทำการตรวจจับได้(ลำแสงถูกขวางกั้น) output = 5 V

4.3 ผลการทดลองกับโทรศัพท์มือถือ

เมื่ออุปกรณ์ตรวจจับควันทำการตรวจจับควันได้ ก็จะส่งสัญญาณไปยังชุดควบคุมวงจรด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อติดต่อกับโทรศัพท์มือถือด้วยคำสั่ง AT Commands เพื่อให้ส่งข้อความคำว่า smoke detected ไปยังโทรศัพท์มือถือของเจ้าของบ้าน ซึ่งคำสั่งดังกล่าวนั้นก็คือ

AT+CMGS = 26

> 0011000A9180162044150000AA0EF3F67B5D0691CBF4F2985E2603

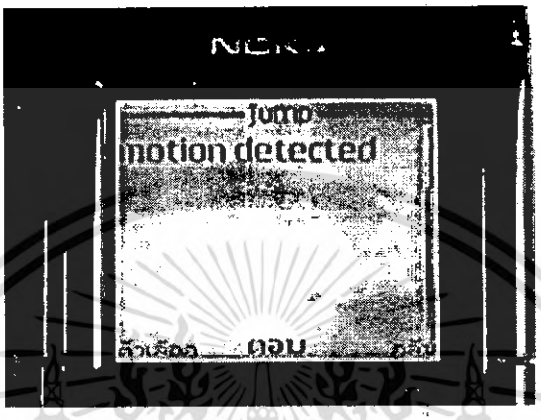
รูปที่ 4.5 แสดงข้อความแจ้งเตือนเมื่อตรวจจับควันได้

เมื่ออุปกรณ์ตรวจจับความเคลื่อนไหวทำการตรวจจับผู้ที่บุกรุกเข้ามาในบ้านได้ ก็จะส่งสัญญาณไปยังชุดควบคุมวงจรด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อติดต่อกับโทรศัพท์มือถือด้วยคำสั่ง AT Commands เพื่อให้ส่งข้อความคำว่า motion detected ไปยังโทรศัพท์มือถือของเจ้าของบ้าน ซึ่งคำสั่งดังกล่าวนั้นก็คือ

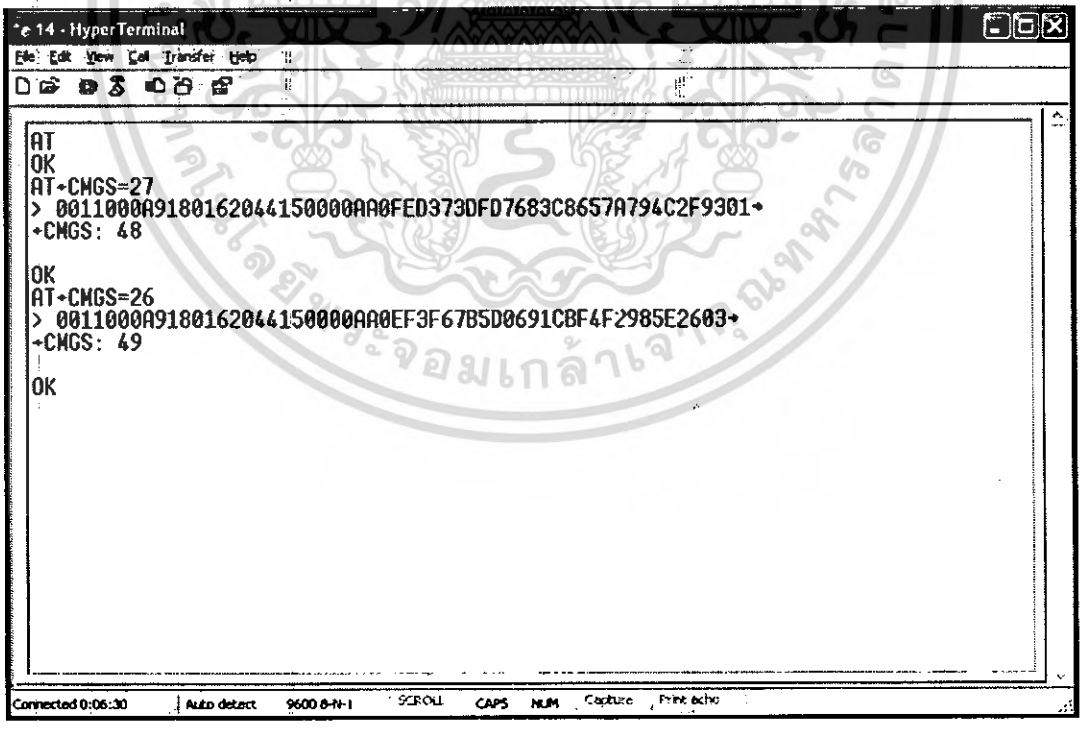
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AT+CMGS = 27

>0011000A9180162044150000AA0FED373DFD7683C8657A794C2F9301



รูปที่ 4.6 แสดงข้อความแจ้งเตือนเมื่อตรวจจับความเคลื่อนไหวได้

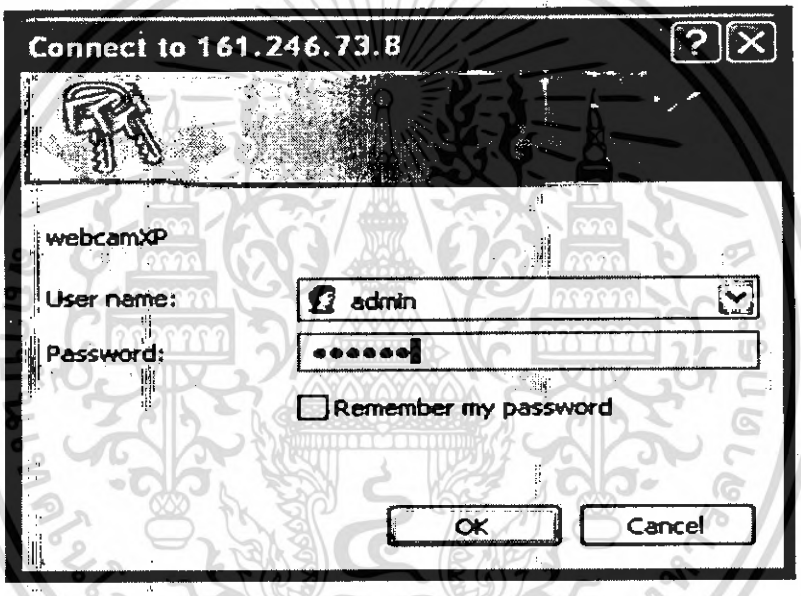


รูปที่ 4.7 การทดสอบคำสั่ง AT Commands ผ่าน Hyper Terminal

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

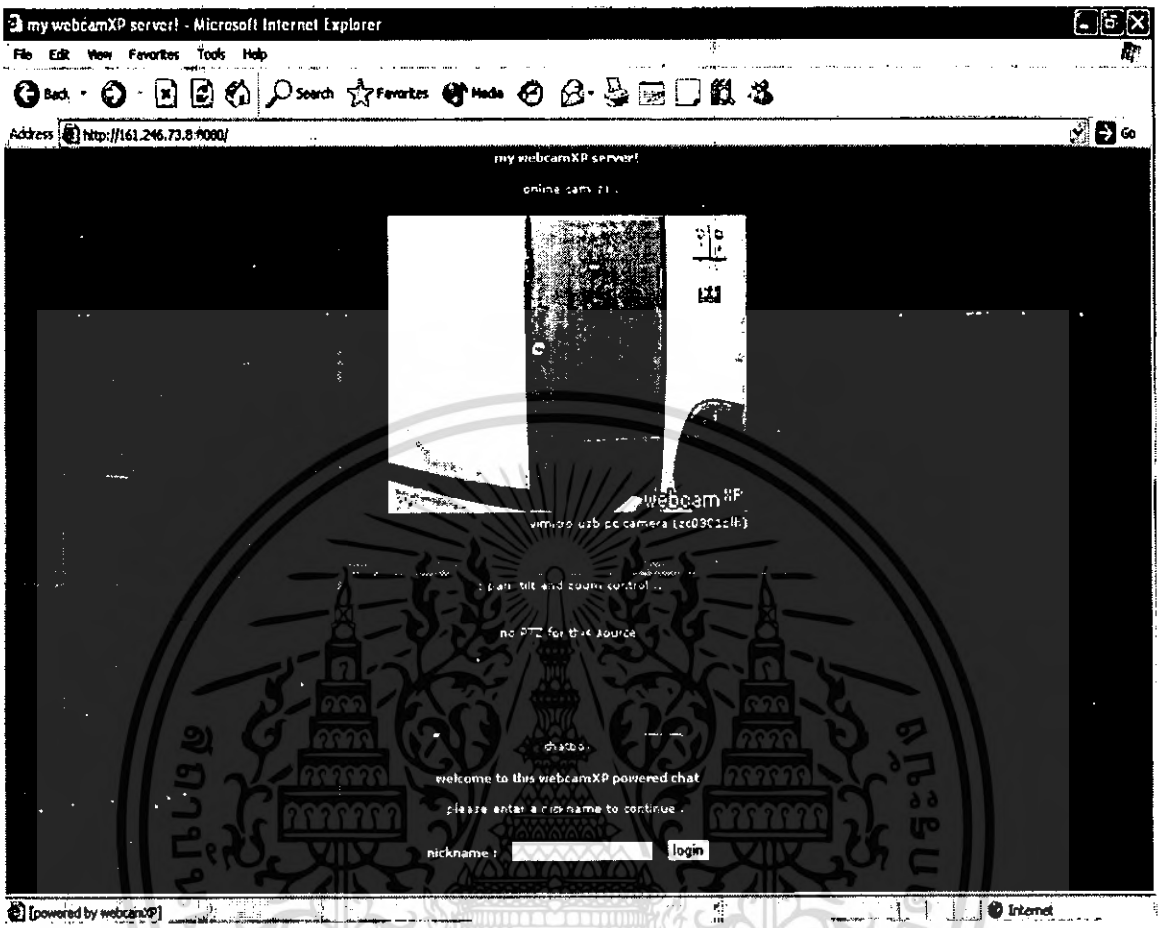
4.4 ผลการทดลองกับกล้องเว็บแคม

สามารถทำการเรียกดูภาพเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นภายในบ้านได้จากกล้องเว็บแคม โดยผ่านทางโปรแกรม webcamXP ซึ่งได้ถูกติดตั้งไว้ที่เครื่องเซิร์ฟเวอร์ภายในบ้าน โดยเรียกดูออนไลน์ผ่าน Web Browser ที่ http://camite.no-ip.info ซึ่งได้มาจากหมายเลข IP Address ของเซิร์ฟเวอร์นั้นโดยตรง และเป็นการเรียกดูได้แบบ real-time



รูปที่ 4.8 หน้าจอเพื่อทำการล็อกอินเข้าดูภาพ

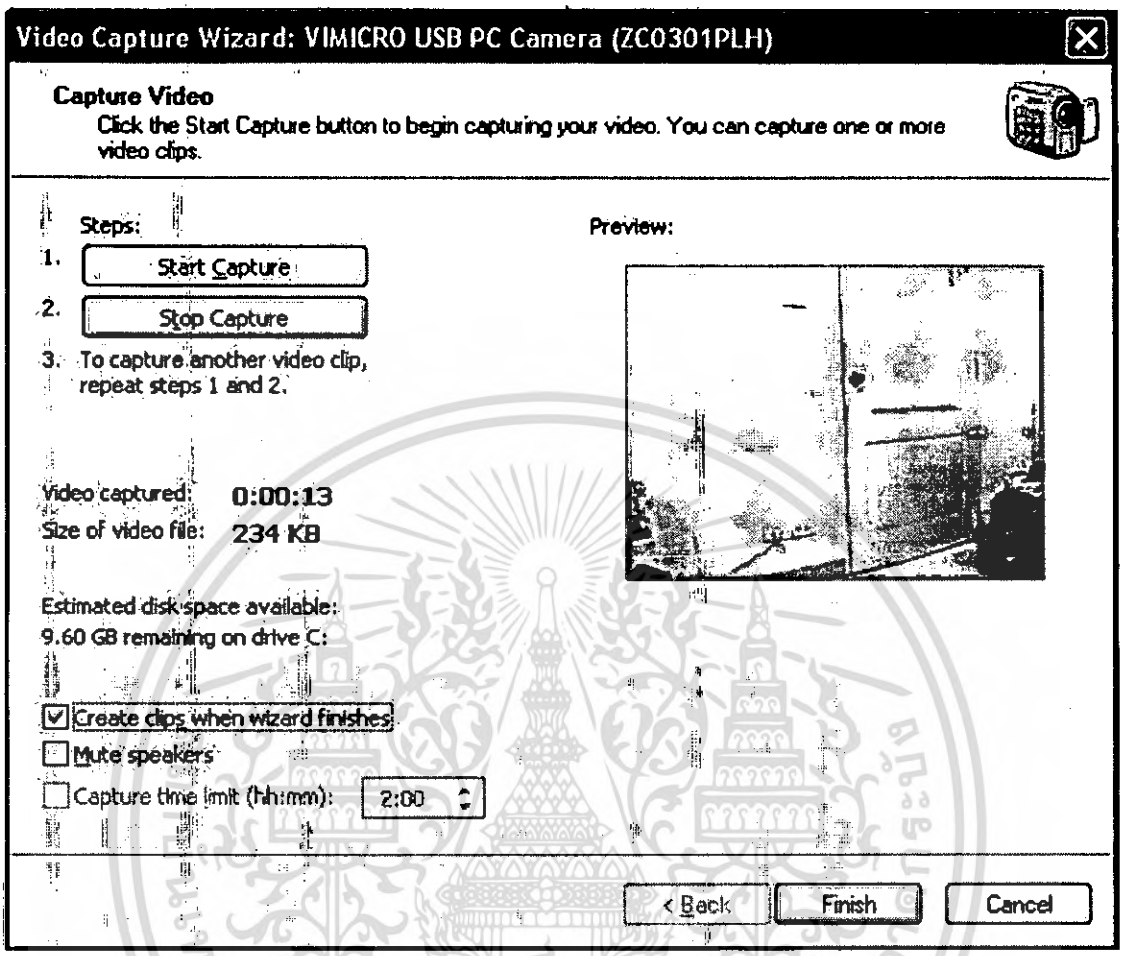
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.9 ภาพเหตุการณ์ที่เรียกดูออนไลน์ผ่านโปรแกรม webcamXP

การบันทึกภาพเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นภายในบ้านในลักษณะของกล้องวงจรปิดนั้น สามารถทำได้โดยใช้กล้องเว็บแคมร่วมกับโปรแกรม Windows Movie Maker ซึ่งมีอยู่ในระบบปฏิบัติการของ Windows XP โดยสามารถกำหนดขนาดของไฟล์ที่ใช้ในการบันทึกภาพได้ตามต้องการเพื่อจัดเก็บลงในเครื่องเซิร์ฟเวอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.10 ภาพเหตุการณ์ที่ถูกบันทึกด้วยโปรแกรม Windows Movie Maker

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง

5.1 สรุปผลโครงงาน

โครงงานนี้เป็นระบบแจ้งเตือนภัยที่อาจเกิดขึ้นภายในบ้าน ซึ่งประกอบไปด้วยอุปกรณ์ตรวจจับควัน(smoke detector) เพื่อใช้ในการตรวจจับควันในกรณีที่เกิดอัคคีภัย และอุปกรณ์ตรวจจับการเคลื่อนไหวด้วยลำแสงอินฟราเรด (motion detector) เพื่อใช้ในการตรวจจับการเคลื่อนไหวกรณีที่มีผู้บุกรุกเข้ามาภายในบ้าน โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมการทำงาน เมื่อทำการตรวจจับได้แล้วก็จะติดต่อกับโทรศัพท์มือถือที่ใช้เป็นเครื่องส่งข้อความโดยในการทดลองนี้เลือกใช้โทรศัพท์มือถือของ ยี่ห้อ SIEMENS รุ่น S57 เป็นตัวส่งข้อความไปยังโทรศัพท์มือถือเครื่องปลายทาง

นอกจากนี้แล้วยังสามารถเรียกดูภาพเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นภายในบ้านจากกล้องเว็บแคม โดยทำการติดตั้งโปรแกรม webcamXP ไว้ที่เครื่องเซิร์ฟเวอร์แล้วออนไลน์เรียกดูภาพเหตุการณ์ผ่านทางเครือข่ายอินเตอร์เน็ตผ่าน Web Browser ที่ http://camite.no-ip.info ซึ่งได้มาจากหมายเลข IP Address ของเครื่องเซิร์ฟเวอร์นั้นโดยตรง และยังสามารถทำการบันทึกภาพเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นตลอดเวลาได้โดยใช้โปรแกรม Windows Movie Maker ซึ่งเป็นโปรแกรมที่มีอยู่ในระบบปฏิบัติการ Windows XP จึงทำให้สามารถตรวจสอบภาพเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นได้อย่างชัดเจน และยังสามารถเก็บบันทึกภาพในกรณีที่มีผู้บุกรุกเข้ามาในบ้านเพื่อนำไปใช้เป็นหลักฐานในการตรวจสอบได้สะดวกและชัดเจนมากยิ่งขึ้น

5.2 ปัญหาที่เกิดขึ้นในระหว่างการดำเนินโครงงาน

ในระหว่างการทำโครงงานนี้ขึ้นมานั้น ต้องพบกับปัญหาต่างๆ มากมาย ซึ่งสามารถสรุปได้ดังต่อไปนี้

- ในการออกแบบวงจรของฮาร์ดแวร์แต่ละส่วนนั้น ออกแบบวงจรที่ไม่ถูกต้องระบบจึงไม่สามารถทำงานได้

- วงจรที่ใช้ในฮาร์ดแวร์บางส่วน ทำงานผิดพลาดอันเนื่องมาจากการเชื่อมต่อที่ไม่ถูกต้องจึงทำให้ไม่ได้ผลลัพธ์ตามที่ต้องการ และทำให้อุปกรณ์บางส่วนเกิดความเสียหาย

- ในการเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยใช้คำสั่งที่ไม่ถูกต้องจึงทำให้ได้โปรแกรมการทำงานที่ผิดพลาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- การเขียนโปรแกรมเพื่อจะเชื่อมต่อกับโทรศัพท์มือถือ จะต้องใช้คำสั่งเฉพาะสำหรับการติดต่อกับโทรศัพท์มือถือโดยตรง ซึ่งมีความซับซ้อนและเป็นคำสั่งที่ไม่มีความรู้มาก่อน จึงทำให้ต้องใช้เวลาในการศึกษาพอสมควร

5.3 แนวทางในการแก้ปัญหา

เมื่อพบกับปัญหาต่างๆที่เกิดขึ้นในระหว่างการทำโครงงาน มีแนวทางในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นดังต่อไปนี้

- ศึกษาหาความรู้เพิ่มเติมจากแหล่งข้อมูลต่างๆ เช่น อินเตอร์เน็ต หนังสือ และวารสารต่างๆที่เกี่ยวข้อง

- ขอคำแนะนำจากผู้ที่มีความรู้เกี่ยวกับในส่วนที่เป็นปัญหาของโครงงานที่ทำขึ้นมา โดยใช้วิธีปรึกษากับอาจารย์ที่ปรึกษา ขอคำแนะนำจากเพื่อน และตั้งกระทู้ถามผู้เชี่ยวชาญผ่านทางเว็บไซต์

- เมื่อเกิดปัญหาขึ้นกับส่วนต่างๆของระบบ ก็ทำการตรวจสอบโดยแบ่งออกเป็นส่วนๆเพื่อทำให้ง่ายในการหาข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้น

5.4 แนวทางในการพัฒนาต่อ

โครงงานนี้มีแนวทางที่จะทำการพัฒนาต่อ ดังต่อไปนี้

- ทำการเพิ่มเติมอุปกรณ์ที่จะใช้ในการตรวจจับสัญญาณความผิดปกติต่างๆที่อาจเกิดขึ้น ให้มีชนิดหลากหลายมากกว่านี้

- เพิ่มระยะการทำงานของลำแสงอินฟราเรดที่ใช้ในอุปกรณ์ตรวจจับความเคลื่อนไหว ให้สามารถส่งได้ในระยะทางที่ไกลมากยิ่งขึ้น

- เพิ่มระบบที่ใช้ตรวจสอบอุปกรณ์การทำงานของแต่ละส่วน ซึ่งอาจเกิดการเสียหายโดยที่เจ้าของบ้านไม่รู้ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

ธีรวัฒน์ ประกอบผล.2541.**การประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์** . กรุงเทพมหานคร : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี(ไทย-ญี่ปุ่น)

ร.ศ. สมยศ จุณณะปิยะ.2537.**การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51**.กรุงเทพมหานคร: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง

จิรศักดิ์ เหลืองอุไร.2538. **คัมภีร์การใช้งานสื่อสารข้อมูลอนุกรมบนพีซี** .กรุงเทพมหานคร: ซีเอ็ด ยูเคชั่น

อุดม รานอก.2548. **ภาษา C สำหรับงานควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51** . กรุงเทพมหานคร: อินโฟเพรส

เว็บไซต์อ้างอิง

http://home.student.utwente.nl/s.p.ekkebus/portfolio/resource/sms_pdu.html#PDU_CONVERTER

http://www.wirelessforums.org/uk-telecom-mobile/siemens-mt50-commands-10756.html

http://www.dreamfabric.com/sms

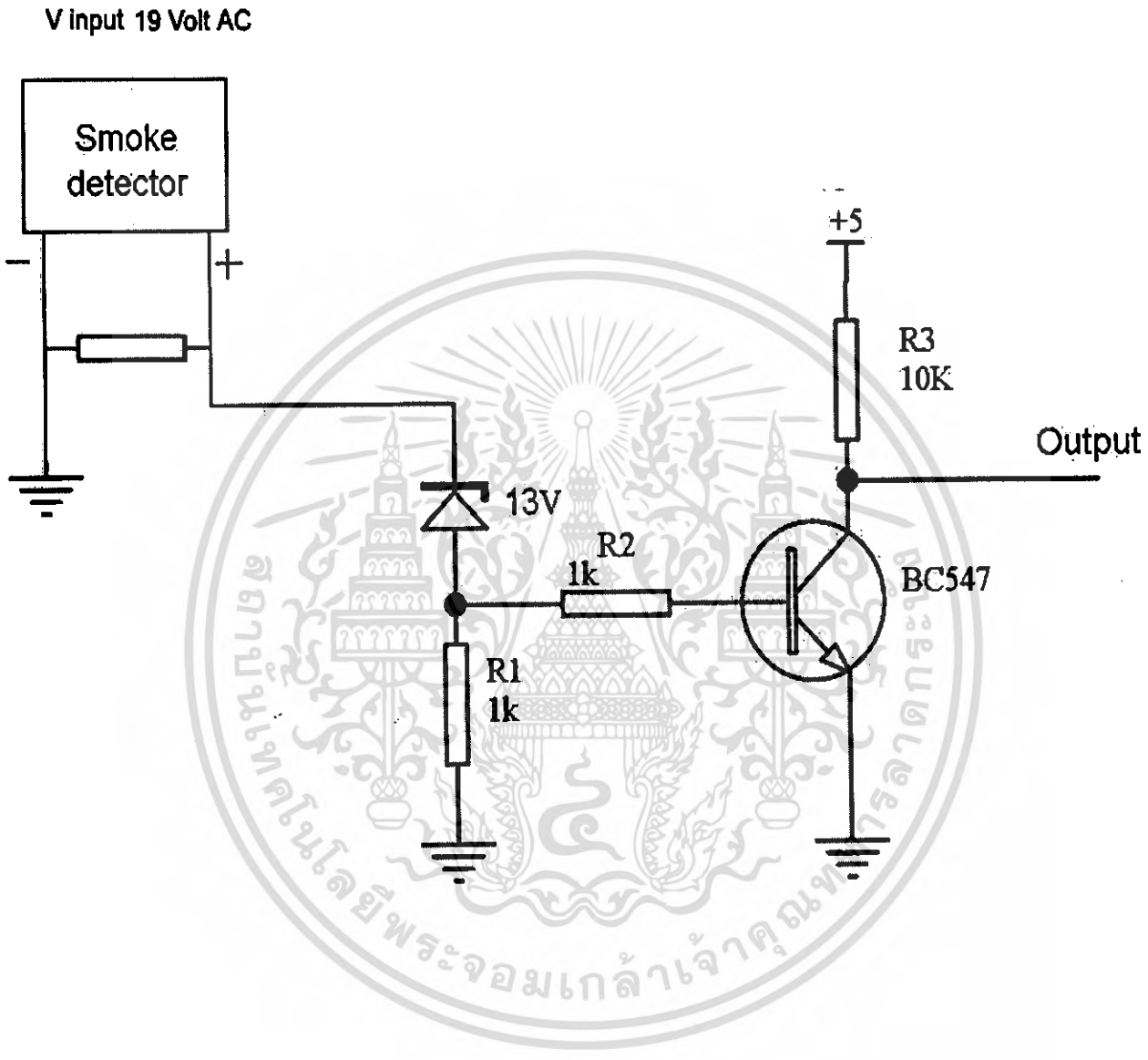
http://www.nerdlabs.org/tools/pdu.php

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.

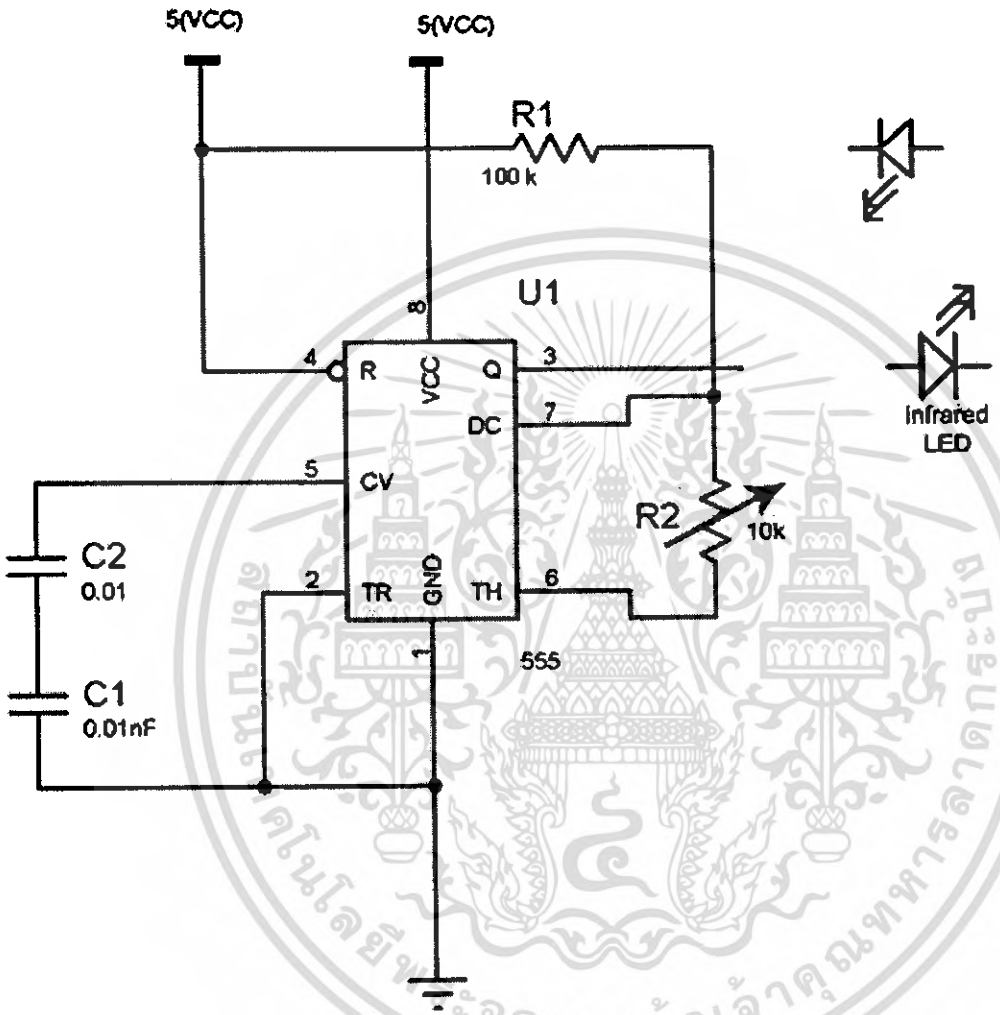
วงจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



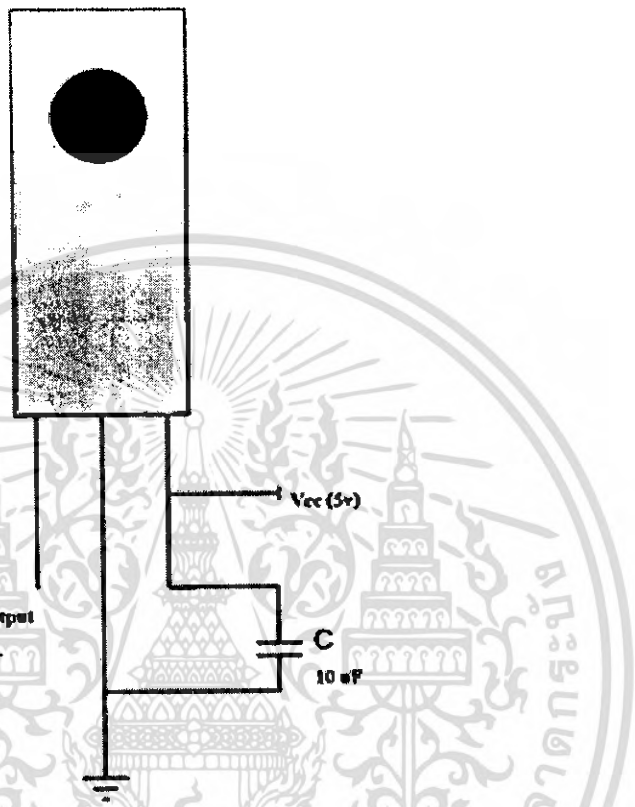
<u>วงจรตรวจจับควัน</u>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



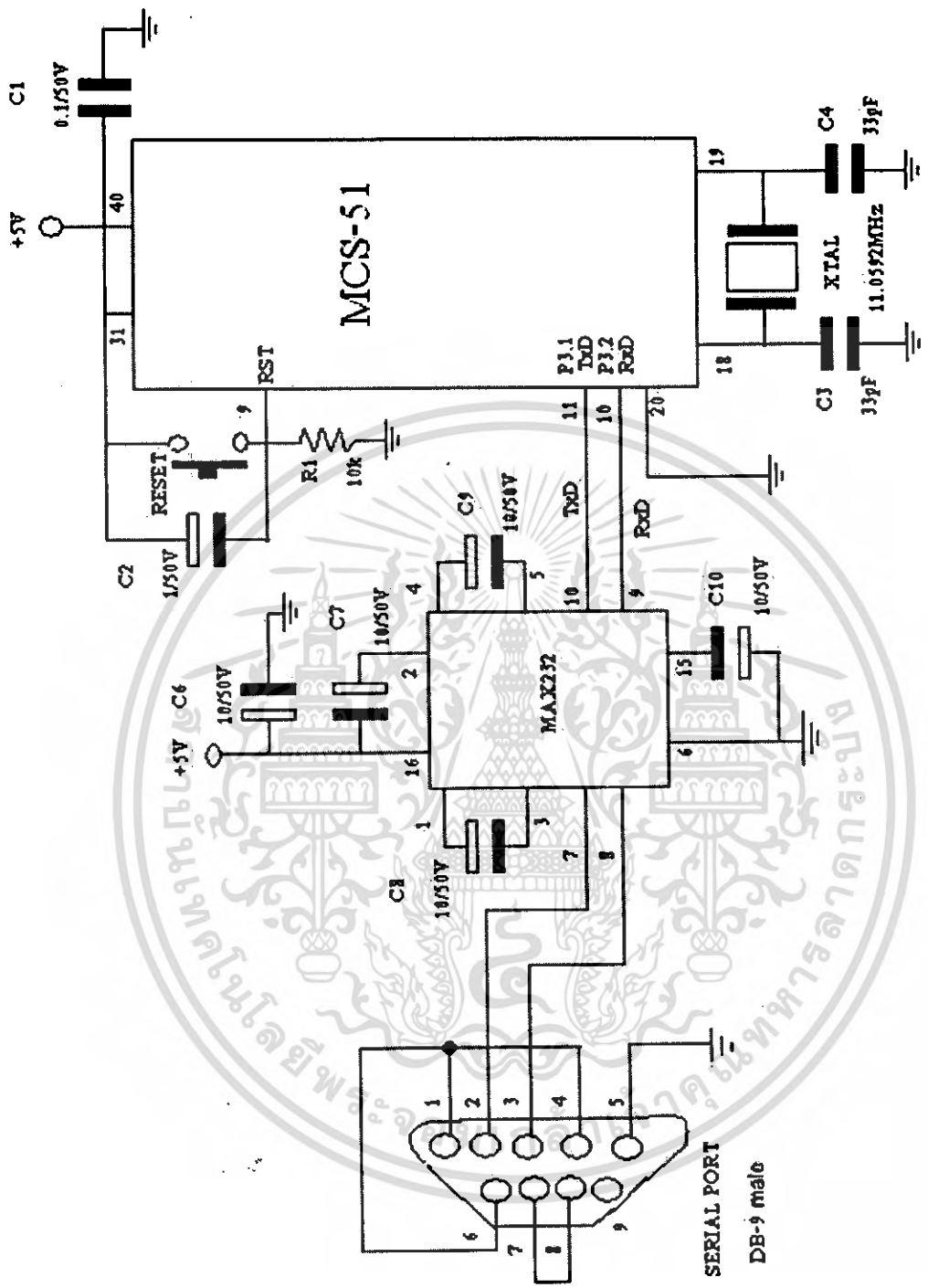
<u>วงจรตรวจจับการเคลื่อนไหวภาคส่ง</u>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



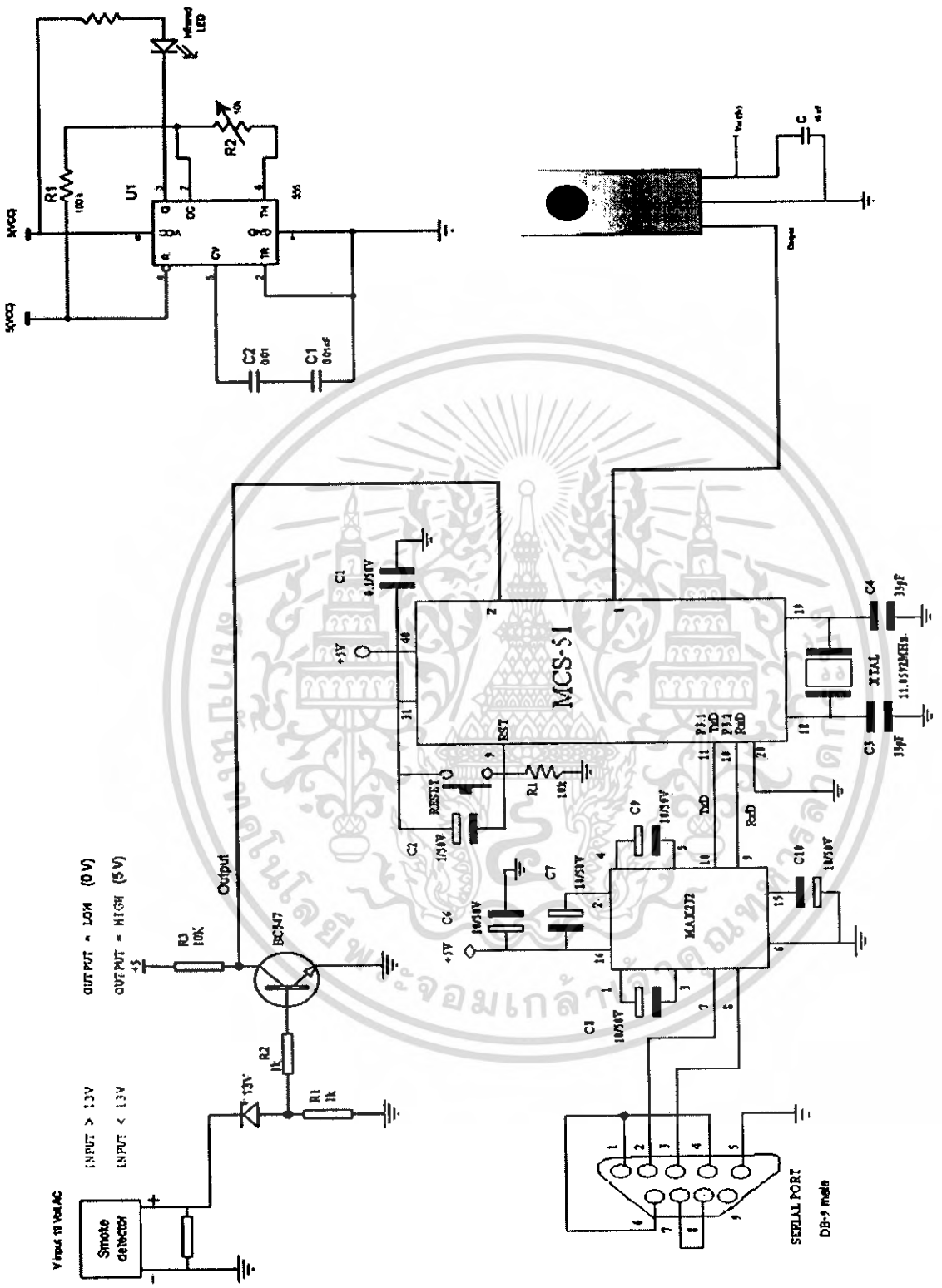
วงจรตรวจจับการเคลื่อนไหวภาครับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



วงจรการเชื่อมต่อพอร์ทอนุกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



วงจรรวมของระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข.

โปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมการเชื่อมต่อกับโทรศัพท์มือถือ

```
#include <reg51.h>
#include <stdio.h>
sbit a1=P1^0;
sbit a2=P1^1;
sbit b1=P2^0;
sbit b2=P2^1;
 void delay(unsigned long tick)
{
        unsigned long i,j;
        for(i=0;i<tick;i++);
                for(j=0;j<200;j++);
}
void start (void)
{
SCON = 0x52;
TMOD = 0x20;
TH1 = 0xfd;
TR1 = 1;
EA=1;
ES=1;
}

 void main (void)
 {
 unsigned char i=0;
 start ();
 b1=1;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
b2=1;
while (1)
  {
  if(a1==1)
      {
            b1=0;
            printf("AT+CMGS=27\n\r");
            delay(60000);
            printf("0011000A9180162044150000AA0FED373DFD7683C8657A794C2F9301");
            delay(60000);
            printf("%C",0x1A);
            b1=1;
            while(a1==1);
  }
      if(a2==1)
      {
            b2=0;
            printf("AT+CMGS=26\n\r");
            delay(60000);
            printf("0011000A9180162044150000AA0EF3F67B5D0691CBF4F2985E2603");
            delay(60000);
            printf("%C",0x1A);
            b2=1;
            while(a2==1);
            }
  }
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค.

DATA SHEET

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

C O N V E N T I O N A L D E T E C T I O N

400 Series™ Direct-Wire Ionization Smoke Detector

SYSTEM SENSOR

Models Available

1400, 2-Wire
1412B, 4-Wire
1424, 4-Wire

Accessories

A77-716B	End of line relay module, 12/24 VDC
RA400Z	Remote LED annunciator
MOD400R	Sensitivity test module
CRT400	Ionization cover removal tool
RS14	Replacement screen

Product Overview

12 or 24 volt operation

Removable cover and insect screen for easy cleaning

Visible LED blinks in standby, latches on in alarm

Twist-on mounting bracket with tamper option

Dual unipolar chamber design

Field sensitivity metering of detector to meet NFPA 72 requirements

SEMS screws for easy wiring

3-year warranty

Sealed against dirt, insects, and back pressure

All 400 Series ionization smoke detectors include a unique dual source, dual unipolar chamber detection design which will sense the presence of smoke particles produced by fast combustion as well as slow smoldering fires. This chamber exhibits increased stability, significantly reduces nuisance alarms, and provides better performance at higher air velocities.

The 400 Series meets the performance criteria required by UL/ULC. Additional key features include an LED which blinks in standby and latches on to indicate an alarm. Detectors feature convenient field testing and sensitivity metering. The model 1400 includes remote LED annunciator capabilities using the RA400Z.

Engineering Specifications

Smoke detector shall be an ionization type (model 1400, 1412B, or 1424) as manufactured by System Sensor. Wiring connections shall be made by means of SEMS screws. Detector will have a visible LED which will blink in standby and latch on in alarm. The derector shall have a sensitivity of 1.9 ± 0.6%/ft. as measured in the UL smoke box. The detector screen and cover should be easily removable for cleaning. It shall be possible to perform a sensitivity and functional test on the detector without the need of generating smoke. The detector shall have a mounting bracket that allows for mounting to a 3½" or 4" octagon box or 4" square electrical box.

LISTED S911 | CS308 | 7271-1209:102

MEA approved 427-91-E VOL II | FM APPROVED OQ7-A3.AY

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Specifications

Height
3.12" (8.1 cm)

Diameter
5.5" (13.9 cm)

Shipping Weight
0.7 lbs.

Operating Temperature Range
32°F to 120°F (0°C to 49°C)

Operating Humidity Range
10% to 93% Relative Humidity (non-condensing)

Air Velocity Rating
1200 fpm maximum

Sensitivity
1.9 ± 0.6%/ft. nominal

Wiring
12-22 AWG, twisted pair recommended

Mounting
3½" or 4" octagon box, 4" square box with plaster ring, 50, 60, 75 mm boxes

Spacing
Install per NFPA 72 and local requirements. On smooth, flat ceilings, spacing of 30 feet may be used as a guide.

Electrical Ratings

	1400	1412B	1424
System Operating Voltage	12/24 VDC (8.5-35 VDC)	12 VDC (11.3-17.3 VDC)	24 VDC (20-29 VDC)
Standby Current	120 µA max.	120 µA max.	120 µA max.
Alarm	Two-wire control panels must be current limited 100 mA or less	77 mA	41 mA

Relay Contact Ratings

1 Form A Alarm:	2A @ 30 VAC/DC
1 Form C Auxiliary Alarm:	2A @ 30 VAC/DC; .6A @ 110 VDC; 1A @ 125 VAC

Ordering Information

Part Number	Description
1400	Ionization detector, 2-wire, 12/24 VDC, for control panels
1412B	Ionization detector, 4-wire, 12 VDC, for control panels
1424	Ionization detector, 4-wire, 24 VDC, for control panels
A77-716B	End of line relay module, 12/24 VDC
RA400Z	Remote annunciator (LED)
MOD400R	Sensitivity Test module (see below)
CRT400	Ionization cover removal tool
RS14	Replacement screen

The MOD400R Field Sensitivity Test Module can be used with any standard DC voltmeter or multimeter to check the sensitivity range of System Sensor's detectors (satisfies NFPA 72 requirement for sensitivity testing).

System Sensor Sales and Service

System Sensor Headquarters
3825 Ohio Avenue
St. Charles, IL 60174
Ph: 800-SENSOR2
Fx: 630/377-6495
www.systemsensor.com

System Sensor Canada
Ph: 905.812.0767
Fx: 905.812.0771

System Sensor Europe
Ph: 44.1403.276500
Fx: 44.1403.276501

System Sensor In China
Ph: 86.29.8832.0119
Fx: 86.29.8832.5110

System Sensor In Singapore
Ph: 65.273.2230
Fx: 65.273.2610

System Sensor In Far East
Ph: 85.22.191.9003
Fx: 85.22.736.6580

System Sensor In Australia
Ph: 613.54.281.142
Fx: 613.54.281.172

System Sensor – India
Ph: 91.124.637.1770 x.2700
Fx: 91.124.637.3118

System Sensor – Russia
Ph: 70.95.937.7982
Fx: 70.95.937.7983

© 2003 System Sensor. The company reserves the right to change product specifications without notice.

A05-0219-003•7/03•#1138

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5 AT commands originating from GSM 07.05 for SMS

The SMS related AT Commands are according to the GSM 07.05 specification issued by ETSI (European Telecommunications Standards Institute).

5.1 AT+CMGC Send an SMS command

Test command AT+CMGC=?	Response OK

Write command
if text mode (AT+CMGF=1):
AT+CMGC=<fo>,<ct>[,<pid>[,<mn>[,<da>[,<toda>]]]]<CR>
text is entered <ctrl-Z/ESC>
	Response
	if text mode (+CMGF=1) and sending successful:
	+CMGC: <mr>[,<scts>]
	if sending fails:
	+CMS ERROR: <err>

Write command
if PDU mode (AT+CMGF=0):
AT+CMGC=<length><CR>
PDU is given <ctrl-Z/ESC>
+CMGC=?
	Response
	if PDU mode (+CMGF=0) and sending successful:
	+CMGC: <mr>[,<ackpdu>]
	if sending fails:
	+CMS ERROR: <err>

	Parameter <length> Length of PDU <pdu> See "AT+CMGL" <mr> Message reference <fo> depending on the command or result code: first octet of GSM 03.40 SMS-DELIVER, SMS-SUBMIT (default 17), SMS- STATUS-REPORT, or SMS -COMMAND (default 2) in integer format <ct> GSM 03.40 TP-Command-Type in integer format (default 0) <pid> GSM 03.40 TP-Protocol-Identifier in integer format (default 0) <toda> GSM 04.11 TP-Destination-Address Type-of-Address octet in integer format (when first character of <da> is + (IRA 43) default is 145, otherwise default is 129) <da> GSM 03.40 TP-Destination-Address Address-Value field in string format; BCD numbers (or GSM default alphabet characters) are converted into characters; type of address given by <toda> <scts> GSM 03.40 TP-Service-Centre-Time-Stamp in time-string format (refer to <dt>)
Reference GSM 07.05	Note • After invoking the commands CMGW, CMGS, CMGC wait for the prompt ">" before entering text or PDU. • At baudrates below 19200 it is recommended to use the line termination character only (refer to +ATS3, default <CR>, pg. 28) before entering the text/pdu. Use of the line termination character followed by the response formating character (refer to +ATS4, default <LF>, pg. 28) can cause problems.

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 AT+CMGD Delete SMS message

Test command AT+CMGD=?	Response **OK** Parameter
Execute command AT+CMGD= <index>	Response TA deletes message from preferred message storage <mem1> location <index>. **OK** If error is related to ME functionality: +CMS ERROR <err> Parameter <index> integer type; value in the range of location numbers supported by the associated memory
Reference GSM 07.05	Note If there is no SMS stored at the selected index, the response is OK too.

5.3 AT+CMGF Select SMS message format

Test command AT+CMGF=?	Response +CMGF: (list of supported <mode>s) **OK** Parameter See write command
Read command AT+CMGF?	Response +CMGF: <mode> **OK** Parameter See write command
Write command AT+CMGF = [<mode>]	Response TA sets parameter which specifies the input and output format of messages to be used. **OK** Parameter <mode> 0 PDU mode 1 text mode
Reference GSM 07.05	Note

เอกสารนี้จัดทำขึ้นสงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.4 AT+CMGL List SMS messages from preferred store

Test command
AT+CMGL=?

Response
+CMGL: (list of supported <stat>s) OK

Parameter
See execute command

Execute command
AT+CMGL[=<stat>]

Parameter
1) If text mode:

<stat>	"REC UNREAD"	Received unread messages (default)
	"REC READ"	Received read messages
	"STO UNSENT"	Stored unsent messages
	"STO SENT"	Stored sent messages
	"ALL"	All messages

2) If PDU mode:

<stat>	0	Received unread messages (default)
	1	Received read messages
	2	Stored unsent messages
	3	Stored sent messages
	4	All messages

Response
TA returns messages with status value <stat> from message storage <mem1> to the TE. If status of the message is 'received unread', status in the storage changes to 'received read'.

Note: If the selected <mem1> can contain different types of SMs (e.g. SMS-DELIVERs, SMS- SUBMITs, SMS- STATUS-REPORTs and SMS-COMMANDs), the response may be a mix of the responses of different SM types. TE application can recognize the response format by examining the third response parameter.

Response

1) If text mode (+CMGF=1) and command successful:

for SMS- SUBMITs and/or SMS-DELIVERs:
+CMGL: <index>,<stat>,<oa/da>,[<alpha>],[<scts>][,<tooa/toda>,<length>]<CR><LF><data>[<CR><LF>
+CMGL: <index>,<stat>,<da/oa>,[<alpha>],[<scts>][,<tooa/toda>,<length>]<CR><LF><data>[...]] OK

for SMS-STATUS-REPORTs:
+CMGL: <index>,<stat>,<fo>,<mr>,[<ra>],[<tora>],<scts>,<dt>,<st>[<CR><LF>
+CMGL: <index>,<stat>,<fo>,<mr>,[<ra>],[<tora>],<scts>,<dt>,<st>[...]] OK

เอกสารนี้จัดทำขึ้นสำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

for SMS-COMMANDs:
+CMGL: <index>,<stat>,<fo>,<ct>[<CR><LF>
+CMGL: <index>,<stat>,<fo>,<ct>[...]] OK

for CBM storage:
+CMGL:
<index>,<stat>,<sn>,<mid>,<page>,<pages><CR><LF><data>[<CR><LF>
+CMGL: <index>,<stat>,<sn>,<mid>,<page>,<pages>
<CR><LF><data>[...]]OK

2) If PDU mode (+CMGF=0) and command successful:
+CMGL: <index>,<stat>,[<alpha>],<length><CR><LF><pdu>
[<CR><LF>+CMGL: <index>,<stat>,[alpha],<length><CR><LF><pdu>
[...]] OK

for CBM storage:
+CMGL: <index>,<length><CR><LF><pdu>

3) If error is related to ME functionality:
+CMS ERROR: <err>

Parameter

<alpha> string type alphanumeric representation of <da> or <oa> corresponding to the entry found in phonebook; implementation of this feature is manufacturer- specific

<ct> GSM 03.40 TP-Command-Type in integer format (default 0)

<da> GSM 03.40 TP-Destination-Address Address-Value field in string format; BCD numbers (or GSM default alphabet characters) are converted into characters; type of address given by **<toda>**

<data>

In case of SMS: GSM 03.40 TP-User-Data in text mode responses; format:

- if **<dcs>** indicates that GSM 03.38 default alphabet is used and <fo> indicates that GSM 03.40 TP-User-Data-Header-Indication is not set: ME/TA converts GSM alphabet into current TE character set according to rules of Annex A
- if **<dcs>** indicates that 8-bit or UCS2 data coding scheme is used, or <fo> indicates that GSM 03.40 TP-User-Data-Header-Indication is set: ME/TA converts each 8-bit octet into hexadecimal numbers containing two IRA characters (e.g. octet with integer value 42 is presented to TE as two characters 2A (IRA 50 and 65))

In the case of CBS: GSM 03.41 CBM Content of Message in text mode responses; format:

- if **<dcs>**indicates that GSM 03.38 default alphabet is used: ME/TA converts GSM alphabet into current TE character set according to rules of Annex A
- if **<dcs>** indicates that 8-bit or UCS2 data coding scheme is used: ME/TA converts each 8-bit octet into hexadecimal numbers containing two IRA characters

ไม่วากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Parameter	
<dt>	GSM 03.40 TP-Discharge-Time in time-string format: "yy/MM/dd,hh:mm:ss±zz", where characters indicate year (two last digits), month, day, hour, minutes, seconds and time zone. For example, 6th of May 1994, 22:10:00 GMT+2 hours equals "94/05/06,22:10:00+08"
<fo>	depending on the command or result code: first octet of GSM 03.40 SMS-DELIVER, SMS-SUBMIT (default 17), SMS- STATUS-REPORT, or SMS -COMMAND (default 2) in integer format
<length>	integer type value indicating in text mode (+CMGF=1) the length of the message body <data> (or <cdata>) in characters; or in PDU mode (+CMGF=0), the length of the actual TP data unit in octets (i.e. the RP layer SMSC address octets are not counted in the length)
<index>	integer type; value in the range of location numbers supported by the associated memory
<mid>	GSM 03.41 CBM Message Identifier in integer format
<mr>	GSM 03.40 TP-Message-Reference in integer format
<oa>	GSM 03.40 TP-Originating-Address Address-Value field in string format; BCD numbers (or GSM default alphabet characters) are converted into characters; type of address given by <tooa>
<pages>	GSM 03.41 CBM Page Parameter bits 0-3 in integer format
<pdu>	In the case of SMS: GSM 04.11 SC address followed by GSM 03.40 TPDU in hexadecimal format: ME/TA converts each octet of TP data unit into hexadecimal numbers containing two IRA characters (e.g. octet with integer value 42 is presented to TE as two characters 2A (IRA 50 and 65)). In the case of CBS: GSM 03.41 TPDU in hexadecimal format.
<page>	GSM 03.41 CBM Page Parameter bits 4-7 in integer format
<ra>	GSM 03.40 TP-Recipient-Address Address-Value field in string format; BCD numbers (or GSM default alphabet characters) are converted into characters; type of address given by <tora>
<scts>	GSM 03.40 TP- Service-Centre-Time-Stamp in time-string format (refer <dt>)
<sn>	GSM 03.41 CBM Serial Number in integer format
<st>	GSM 03.40 TP-Status in integer format
<toda>	GSM 04.11 TP-Destination-Address Type-of-Address octet in integer format (when first character of <da> is + (IRA 43) default is 145, otherwise default is 129)
<tooa>	GSM 04.11 TP-Originating-Address Type-of-Address octet in integer format (default refer<toda>)
<tora>	GSM 04.11 TP-Recipient-Address Type-of-Address octet in integer format (default refer<toda>)

Reference	Note
GSM 07.05	The parameters <ra> and <tora> will only be displayed if AT^SSCONF=1 has been set before. See Chapter 6.37 for details on AT^SSCONF.

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.5 AT+CMGR Read SMS message

Test command	Response
AT+CMGR=?	OK

Execute command	Parameter
AT+CMGR= <index>	**<index>** integer type; value in the range of location numbers supported by the associated memory

Response

TA returns SMS message with location value <index> from message storage <mem1> to the TE. If status of the message is 'received unread', status in the storage changes to 'received read'.

1) If text mode (+CMGF=1) and command successful:

for SMS-DELIVER:

+CMGR: <stat>,<oa>,[<alpha>],<scts>],<tooa>,<fo>,<pid>,<dcs>,
<sca>,<tosca>,<length>]<CR><LF><data>

for SMS-SUBMIT:

+CMGR: <stat>,<da>,[<alpha>]],<toda>,<fo>,<pid>,<dcs>,[<vp>],
<sca>,<tosca>,<length>][<CR><LF><data>

for SMS-STATUS-REPORT:

+CMGR: <stat>,<fo>,<mr>,[<ra>],[<tora>],<scts>,<dt>,<st>

for SMS- COMMAND:

+CMGR: <stat>,<fo>,<ct> [,<pid>,[<mn>],[<da>],[<toda>],<length>
<CR><LF><cdata>]

for CBM storage:

+CMGR: <stat>,<sn>,<mid>,<dcs>,<page>,<pages><CR><LF><data>

2) If PDU mode (+CMGF=0) and command successful:

+CMGR: <stat>,[<alpha>],<length><CR><LF><pdu> OK

for CBM storage:

+CMGR: <length><CR><LF><pdu>

3)If error is related to ME functionality:

+CMS ERROR: <err>

Parameter

<alpha> string type alphanumeric representation of <da> or <oa> corresponding to the entry found in phonebook; implementation of this feature is manufacturer specific

<stat> integer type in PDU mode (default 0), or string type in text mode (default "REC UNREAD"); indicates the status of message in memory: defined values:

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

0 "REC UNREAD" received unread message (i.e. new message)
1 "REC READ" received read message
2 "STO UNSENT" stored unsent message (only applicable to SMs)
3 "STO SENT" stored sent message (only applicable to SMs)

<ct> GSM 03.40 TP-Command-Type in integer format (default 0)

<da> GSM 03.40 TP- Destination-Address Address-Value field in string format; BCD numbers (or GSM default alphabet characters) are converted into characters; type of address given by <toda>

<data>
In case of SMS: GSM 03.40 TP-User-Data in text mode responses; format:
-if <dcs> indicates that GSM 03.38 default alphabet is used and <fo> indicates that GSM 03.40 TP-User-Data-Header-Indication is not set: ME/TA converts GSM alphabet into current TE character set according to rules covered in Annex A
-if <dcs> indicates that 8-bit or UCS2 data coding scheme is used, or <fo> indicates that GSM 03.40 TP-User-Data-Header-Indication is set: ME/TA converts each 8-bit octet into hexadecimal numbers containing two IRA characters (e.g. octet with integer value 42 is presented to TE as two characters 2A (IRA 50 and 65)

In case of CBS: GSM 03.41 CBM Content of Message in text mode responses; format:
- if <dcs> indicates that GSM 03.38 default alphabet is used: ME/TA converts GSM alphabet into current TE character set according to rules covered in Annex A
-if <dcs> indicates that 8-bit or UCS2 data coding scheme is used: ME/TA converts each 8-bit octet into hexadecimal numbers containing two IRA characters

<dcs> depending on the command or result code: GSM 03.38 SMS Data Coding Scheme (default 0), or Cell Broadcast Data Coding Scheme in integer format

<cdata> GSM 03.40 TP-Command-Data in text mode responses; ME/TA converts each 8-bit octet into two IRA character long hexadecimal numbers (e.g. octet with integer value 42 is presented to TE as two characters 2A (IRA 50 and 65))

<dt> GSM 03.40 TP-Discharge-Time in time-string format: "yy/MM/dd,hh:mm:ss±zz", where characters indicate year (two last digits), month, day, hour, minutes, seconds and time zone. For example, 6th of May 1994, 22:10:00 GMT+2 hours equals "94/05/06,22:10:00+08"

<fo> depending on the command or result code: first octet of GSM 03.40 SMS- DELIVER, SMS-SUBMIT (default 17), SMS-STATUS-REPORT, or SMS-COMMAND (default 2) in integer format

<length> integer type value indicating in text mode (+CMGF=1) the length of the message body <data> (or <cdata>) in characters; or in PDU mode (+CMGF=0), the length of the actual TP data unit in octets (i.e. the RP layer SMSC address octets are not counted in the length).
In text mode, the maximum length of an SMS depends on the used coding scheme: It is **160** characters if the 7 bit GSM coding scheme is used, and **140** characters according to the 8 bit GSM coding scheme.

ไม่วากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<index>	integer type; value in the range of location numbers supported by the associated memory
<mid>	GSM 03.41 CBM Message Identifier in integer format
<mr>	GSM 03.40 TP-Message-Reference in integer format
<oa>	GSM 03.40 TP-Originating-Address Address-Value field in string format; BCD numbers (or GSM default alphabet characters) are converted into characters; type of address given by <tooa>
<page>	GSM 03.41 CBM Page Parameter bits 4-7 in integer format
<pages>	GSM 03.41 CBM Page Parameter bits 0-3 in integer format
<pdu>	In the case of SMS: GSM 04.11 SC address followed by GSM 03.40 TPDU in hexadecimal format: ME/TA converts each octet of TP data unit into hexadecimal numbers containing two IRA characters (e.g. octet with integer value 42 is presented to TE as two characters 2A (IRA 50 and 65)). In the case of CBS: <ra> GSM 03.40 TP-Recipient-Address Address-Value field in string format; BCD numbers (or GSM default alphabet characters) are converted into characters; type of address given by <tora>
<pid>	GSM 03.40 TP-Protocol-Identifier in integer format (default 0)
<ra>	GSM 03.40 TP-Recipient-Address Address-Value field in string format; BCD numbers (or GSM default alphabet characters) are converted to characters of the currently selected TE character set (refer command AT+CSCS Select TE character set.); type of address given by <tora>
<sca>	GSM 04.11 RP SC address Address-Value field in string format; BCD numbers (or GSM default alphabet characters) are converted to characters of the currently selected TE character set (refer command AT+CSCS Select TE character set); type of address given by <tosca>
<scts>	GSM 03.40 TP-Service-Centre-Time-Stamp in time-string format (refer <dt>)
<sn>	GSM 03.41 CBM Serial Number in integer format
<st>	GSM 03.40 TP-Status in integer format
<toda>	GSM 04.11 TP-Destination-Address Type-of-Address octet in integer format (when first character of <da> is + (IRA 43) default is 145, otherwise default is 129)
<tooa>	GSM 04.11 TP-Originating-Address Type-of-Address octet in integer format (default refer<toda>)
<tora>	GSM 04.11 TP-Recipient-Address Type-of-Address octet in integer format (default refer<toda>)
<tosca>	GSM 04.11 RP SC address Type-of-Address octet in integer format (default refer <toda>)
<vp>	depending on SMS-SUBMIT <fo> setting: GSM 03.40 TP-Validity-Period either in integer format (default 167) or in time-string format (refer <dt>)

Reference	Note
GSM 07.05	• Response to a CMGR to an empty record index: +CMGR: 0,,0 • Response to a CMGR to a not existing record index: +CMS ERROR: invalid memory index • The parameters <ra> and <tora> will only be displayed if AT^SSCONF=1 has been set before. See Chapter 6.37 for details on AT^SSCONF.

เอกสารนี้จัดทำขึ้นเพื่อการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.6 AT+CMGS Send SMS message

Test command	Response
AT+CMGS=?	**OK** Parameter

Execute command	Response
1) If text mode (+CMGF=1): +CMGS=<da> [,<toda>]<CR> text is entered <ctrl-Z/ESC>	TA transmits SMS message from TE to network (SMS-SUBMIT). Message reference value **<mr>** is returned to TE on successful message delivery. Value can be used to identify message upon unsolicited delivery status report result code. 1) If text mode (+CMGF=1) and sending successful: **+CMGS: <mr>[,scts>] OK**
2) If PDU mode (+CMGF=0): +CMGS=<length> <CR> PDU is given <ctrl-Z/ESC> ESC aborts message	2) If PDU mode (+CMGF=0) and sending successful: **+CMGS: <mr>[,ackpdu>] OK** 3) If error is related to ME functionality: **+CMS ERROR: <err>** For example, if a message was too long <err> code 305 ("Invalid text mode parameter") is returned.

Parameter

<da>	GSM 03.40 TP-Destination-Address Address-Value field in string format; BCD numbers (or GSM default alphabet characters) are converted into characters; type of address given by **<toda>**
<toda>	GSM 04.11 TP-Destination-Address Type-of-Address octet in integer format (when first character of <da> is + (IRA 43) default is **145**, otherwise default is **129**)
<length>	integer type value indicating in PDU mode (+CMGF=0), the length of the actual TP data unit in octets (i.e. the RP layer SMSC address octets are not counted in the length).
<mr>	GSM 03.40 TP-Message-Reference in integer format
<scts>	GSM 03.40 TP-Service-Centre-Time-Stamp in time-string format (refer <dt>)
<dt>	GSM 03.40 TP-Discharge-Time in time-string format: "yy/MM/dd,hh:mm:ss±zz", where characters indicate year (two last digits), month, day, hour, minutes, seconds and time zone. For example, 6th of May 1994, 22:10:00 GMT+2 hours equals "94/05/06,22:10:00+08"
<ackpdu>	GSM 03.40 RP-User-Data element of RP-ACK PDU; format is same as for **<pdu>** in case of SMS, but without GSM 04.11 SC address field and parameter shall be enclosed in double quote characters like a normal string type parameter
<pdu>	For SMS: GSM 04.11 SC address followed by GSM 03.40 TPDU in hexadecimal format: ME/TA converts each octet of TP data unit into hexadecimal numbers containing two IRA characters (e.g. octet with integer value 42 is presented to TE as two characters 2A (IRA 50 and 65)). In the case of CBS: GSM 03.41 TPDU in hexadecimal format.

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Reference	Note
GSM 07.05	• After invoking the commands CMGW, CMGS, CMGC, wait for the prompt ">" and then start to send text to the module. • To send the message simply enter <CTRL-Z>. See Execute command for possible responses. • Sending can be aborted by entering <ESC>. Of course, the message will not be sent, though the operation is acknowledged with OK. • Sending e-mails via SMS: Note that some providers do not recognize @ symbol. Possible alternative "!" for "@" • At baudrates lower than 19200 it is recommended to use the line termination character only (refer to +ATS3, default <CR>, pg. 28) before entering the text/pdu. Use of the line termination character followed by the response formating character (see +ATS4, default <LF>, pg. 28) can cause problems. • All characters entered behind the ">" prompt will be recognized as GSM characters. For example, "Backspace" (ASCII character 8) does not delete a character, but will be inserted into the SMS as an additional physical character. As a result, the character you wanted to delete still appears in the text, plus the GSM code equivalent of the Backspace key. See also Chapter 7.5 which provides the supported alphabet tables. • In text mode, the maximum length of an SMS depends on the used coding scheme: It is **160** characters if the 7 bit GSM coding scheme is used, and **140** characters according to the 8 bit GSM coding scheme.

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.7 AT+CMGW Write SMS message to memory

Test command	Response
AT+CMGW=?	OK

Execute command	Response
1) If text mode (+CMGF=1): +CMGW[=<oa/da>[,tooa/toda>[,stat>]]] <CR> text is entered ctrl-Z/ESC><ESC> quits without sending 2) If PDU mode (+CMGF=0): +CMGW=<length>[,stat]<CR> PDU is given <ctrl-Z/ESC>	TA transmits SMS (either SMS-DELIVER or SMS-SUBMIT) from TE to memory storage <mem2>. Memory location <index> of the stored message is returned. Message status will be set to 'stored unsent' unless otherwise given in parameter <stat>. Note: SMS-COMMANDs and SMS-STATUS-REPORTs cannot be stored in text mode. If writing is successful: **+CMGW: <index> OK** If writing is not successful: **OK** If writing fails, for example if a message was too long or writing was aborted, ME simply returns OK instead of an ERROR code. Users should be aware that, in this case, the message will not be written to the SIM card. This behaviour has been implemented for compatibility to M20 (Siemens GSM Terminal). To verify whether or not a message was stored check for **+CMGW: <index> OK** as described above. If error is related to ME functionality: **+CMS ERROR: <err>**

Parameter

<oa>	GSM 03.40 TP-Originating-Address Address value field in string format; BCD numbers (or GSM default alphabet characters) are converted into characters; type of address given by **<tooa>**
<da>	GSM 03.40 TP-Destination-Address Address-Value field in string format; BCD numbers (or GSM default alphabet characters) are converted into characters; type of address given by **<toda>**
<tooa>	GSM 04.11 TP-Originating-Address Type-of-Address octet in integer format (default refer **<toda>**)
<toda>	GSM 04.11 TP-Destination-Address Type-of-Address octet in integer format (when first character of **<da>** is + (IRA 43) default is **145**, otherwise default is **129**)
<length>	integer type value indicating in PDU mode (+CMGF=0), the length of the actual TP data unit in octets (i.e. the RP layer SMSC address octets are not counted in the length).
<stat>	integer type in PDU mode (default 0), or string type in text mode (defauld "REC UNREAD"); indicates the status of message in memory; defined values:

0	"REC UNREAD"	Received unread messages (default)
1	"REC READ"	Received read messages
2	"STO UNSENT"	Stored unsent messages
3	"STO SENT"	Stored sent messages

ไม่วากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	<pdu> In the case of SMS: GSM 04.11 SC address followed by GSM 03.40 TPDU in hexadecimal format: ME/TA converts each octet of TP data unit into hexadecimal numbers containing two IRA characters (e.g. octet with integer value 42 is presented to TE as two characters 2A (IRA 50 and 65)). In the case of CBS: GSM 03.41 TPDU in hexadecimal format. **<index>** Index of message in selected storage **<mem2>**
Reference GSM 07.05	Note • After invoking the commands CMGW, CMGS, CMGC wait for the prompt ">" and then start to send text to the module. • To store the message simply enter <CTRL-Z>. See Execute command for possible responses. • Writing can be aborted by entering <ESC>. Of course, the message will not be stored, though the operation is acknowledged with OK. • When sending e-mails via SMS the @ character may be replaced with "*" as defined in GSM 03.40 (3GPP TS 23.040). • At baudrates lower than 19200 it is recommended to use the line termination character only (refer to +ATS3, default <CR>, pg. 28) before entering the text/pdu. Use of the line termination character followed by the response formating character (refer to +ATS4, default <LF>, pg. 28) can cause problems. • All characters entered behind the ">" prompt will be recognized as GSM characters. For example, "Backspace" (ASCII character 8) does not delete a character, but will be inserted into the SMS as an additional physical character. As a result, the character you wanted to delete still appears in the text, plus the GSM code equivalent of the Backspace key. See Chapter 7.5 which provides the supported alphabet tables. Also refer to Chapter 1.5 for general remarks on character sets. • In text mode, the maximum length of an SMS depends on the used coding scheme: It is 160 characters if the 7 bit GSM coding scheme is used, and 140 characters according to the 8 bit GSM coding scheme.

ไม่วากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.8 AT+CMSS Send SMS message from storage

Test command	Response
AT+CMSS=?	**OK** Parameter

Execute command	Response
+CMSS= <index>[,<da>[,<toda>]]	TA sends message with location value **<index>** from message storage **<mem2>** to the network (SMS-SUBMIT or SMS-COMMAND). If new recipient address **<da>** is given for SMS-SUBMIT, it shall be used instead of the one stored with the message. Reference value **<mr>** is returned to the TE on successful message delivery. Values can be used to identify message upon unsolicited delivery status report result code. 1) If text mode (+CMGF=1) and send successful: **+CMSS: <mr>[,scts>] OK** 2) If PDU mode (+CMGF=0) and send successful: **+CMSS: <mr>[,ackpdu>] OK** 3) If error is related to ME functionality: **+CMS ERROR: <err>** Parameter **<ackpdu>** GSM 03.40 RP-User-Data element of RP-ACK PDU; format is same as for <pdu> in case of SMS, but without GSM 04.11 SC address field and parameter shall be bounded by double quote characters like a normal string type parameter. **<index>** integer type; value in the range of location numbers supported by the associated memory **<da>** GSM 03.40 TP-Destination-Address Address-Value field in string format; BCD numbers (or GSM default alphabet characters) are converted into characters; type of address given by **<toda>** **<scts>** GSM 03.40 TP-Service-Centre-Time-Stamp in time-string format. **<toda>** GSM 04.11 TP-Destination-Address Type-of-Address octet in integer format (when first character of **<da>** is + (IRA 43) default is **145**, otherwise default is **129**) **<mr>** GSM 03.40 TP-Message-Reference in integer format

Reference	Note
GSM 07.05	

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.9 AT+CNMA New SMS message acknowledge to ME/TE, only phase 2+

Test command AT+CNMA=?	Response 1) If text mode (+CMGF=1): **OK** 2) If PDU mode (+CMGF=0): **+CNMA:** (list of supported <n>s) **OK** Parameters See execute command
Execute command 1) If text mode: AT+CNMA 2) If PDU mode: AT+CNMA[=<n>]	Response TA confirms successful receipt of a new message (SMS-DELIVER or SMS-STATUS-REPORT) which is routed directly to the TE. TA shall not send another +CMT or +CDS result code to TE until previous one is acknowledged. If ME does not receive acknowledgment within required time (network timeout), ME sends RP-ERROR to the network. TA shall automatically disable routing to TE by setting both **<mt>** and **<ds>** values of +CNMI to zero. Note: The command shall only be used when +CSMS parameter **<service>** equals 1 (= phase 2+). 1) If text mode: **OK** 2) If PDU mode: **OK** 3) If error is related to ME functionality: **+CMS ERROR: <err>** Parameters **<n>** 0 command operates similarly as defined for the text mode
Reference GSM 07.05	Note If multiplex mode is activated (+CMUX=0) the +CNMI parameter will be set to zero on all channels, if one channel fails to acknowledge an incoming message within the required time.

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.10 AT+CNMI New SMS message indications

Test command AT+CNMI=?	Response **+CNMI: (list of supported <mode>s), (list of supported <mt>s), (list of supported <bm>s), (list of supported <ds>s), (list of supported <bfr>s) OK** Parameter See set command
Read command AT+CNMI?	Response **+CNMI: <mode>,<mt>,<bm>,<ds>,<bfr> OK** Parameter See set command
Write command AT+CNMI = [<mode>] [,<mt>][,<bm>] [,<ds>][,<bfr>]	Response TA selects the procedure how the receipt of new SMS messages from the network is indicated to the TE when TE is active, e.g. DTR signal is ON. If TE is inactive (e.g. DTR signal is OFF), the reception of messages shall be performed as specified in GSM 03.38. Note1: If the DTR signal is not available or the state of the signal is ignored (V.25ter command &D0), reliable message transfer can be assured by using +CNMA acknowledgment procedure. Note2: The rules **<mt>=2** and **<mt>=3** for storing received SM are possible only if phase 2+ compatibility is activated with **+CSMS=1** Note3: The parameter **<ds>=1** is only available in phase 2+ **OK** If error is related to ME functionality: **+CMS ERROR: <err>** Parameter **<mode>** 0 Buffer unsolicited result codes in the TA. If TA result code buffer is full, indications can be buffered in some other place or the oldest indications may be discarded and replaced with the new received indications. 1 Discard indication and reject new received message unsolicited result codes when TA-TE link is reserved (e.g. in on-line data mode). Otherwise forward them directly to the TE. 2 Buffer unsolicited result codes in the TA when TA-TE link is reserved (e.g. in on-line data mode) and flush them to the TE after reservation. Otherwise forward them directly to the TE. 3 Forward unsolicited result codes directly to the TE. TA-TE link specific inband technique used to embed result codes and data when TA is in on-line data mode. **<mt>** Rules for storing received SMS depend on the relevant data coding method (refer to GSM 03.38 [2]), preferred memory storage (+CPMS) setting and this value Note: If AT command interface is acting as the only display device, the ME must support storage of class 0 messages and messages in the message waiting indication group (discard message) 0 No SMS-DELIVER indications are routed to the TE. 1 If SMS-DELIVER is stored in ME/TA, indication of the memory location is routed to the TE using unsolicited result code: **+CMTI: <mem>,<index>**

ไม่วากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

		2	SMS-DELIVERs, except class 2 messages and messages in the message waiting indication group (store message) are routed directly to the TE using unsolicited result code: **+CMT: ,<length><CR><LF><pdu>** (PDU mode enabled) **+CMT: <oa>,, <scts> [,<tooa>, <fo>, <pid>, <dcs>, <sca>, <tosca>, <length>] <CR> <LF> <data>** (text mode enabled)
		3	Class 3 SMS-DELIVERs are routed directly to the TE using unsolicited result codes defined in **<mt>=2**. Messages of other data coding schemes result in indication as defined in **<mt>=1**.
	<bm>		Rules for storing received CBMs depend on the relevant data coding method (refer to GSM 03.38 [2]), the setting of Select CBM Types (+CSCB) and this value:
		0	No CBM indications are routed to the TE.
		2	New CBMs are routed directly to the TE using unsolicited result code: **+CBM: <length><CR><LF><pdu>** (PDU mode enabled) or **+CBM: <sn>,<mid>,<dcs>,<page>,<pages><CR><LF><data>** (text mode enabled).
		3	Class 3 CBMs are routed directly to TE using unsolicited result codes defined in <bm>=2.
	<ds>	0	No SMS-STATUS-REPORTs are routed to the TE.
		1	SMS-STATUS-REPORTs are routed to the TE using unsolicited result code: **+CDS: <length><CR><LF><pdu>** (PDU mode enabled) or **+CDS: <fo>,<mr>,[<ra>],[<tora>],<scts>,<dt>,<st>** (text mode enabled)
		2	If SMS-STATUS-REPORT is routed into ME/TA, indication of the memory location is routed to the TE using unsolicited result code: **+CDSI: <mem>,<index>**
	<bfr>	1	TA buffer of unsolicited result codes defined within this command is cleared when **<mode> 1...3** is entered.
Unsolicited result code	Syntax of responses output when SMS is received:		
	+CMTI: <mem>,<index>		Indicates that new message has been received
	+CBMI: <mem>,<index>		Indicates that new CB message has been received
	+CMT: ,<length><CR><LF><pdu>		Short message is output directly
	+CBM: <length><CR><LF><pdu>		Cell broadcast message is output directly
	During each SMS or Cell Broadcast Messages the Ring Line goes Logic "1" for one second.		

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Reference	
GSM 07.05	General remarks: • Parameters <mt>=2,3 and <ds>=1 are only available with GSM phase 2+ (see +CSMS=1). Incoming SMs or Status Reports have to be acknowledged with AT+CNMA=0 when using these phase 2+ parameters. • The parameters <ra> and <tora> will only be displayed if AT^SSCONF=1 has been set before. See Chapter 6.37 for details on AT^SSCONF. Handling of Class 0 short messages: • If the host application is provided with a display and AT^SSDA=1 has been set Class 0 short messages can be displayed immediately. Refer to Chapter 6.38 for details. • If the host application does not include a display, ME handles Class 0 short messages as though there was no message class, i.e. it will ignore bits 0 and 1 in the TP-DCS and normal rules for exceeded memory capacity shall apply. This approach is compliant with GSM 03.38. Requirements specific to Multiplex mode: • In multiplex mode (AT+CMUX=0) only one channel can use a phase 2+ parameter. The parameter for <mt> and <ds> on the other channels have to be set to zero. • If either a SM or a Status Report is not acknowledged, all +CNMI parameters will be set to zero on all channels.

สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.11 AT+CPMS Preferred SMS message storage

Test command AT+CPMS=?	Response +CPMS: (list of supported <mem1>s), (list of supported <mem2>s), (list of supported <mem3>s) Parameter See write command
Read command AT+CPMS?	Response +CPMS: <mem1>,<used1>,<total1>,<mem2>,<used2>,<total2>,<mem3>,<used3>,<total3> OK If error is related to ME functionality: +CMS ERROR Parameter See write command
Write command AT+CPMS=<mem1>[,<mem2>[,<mem3>]]	Response TA selects memory storages <mem1>, <mem2> and <mem3> to be used for reading, writing, etc. +CPMS: <used1>,<total1>,<used2>,<total2>,<used3>,<total3> OK If error is related to ME functionality: +CMS ERROR:<err> Parameter <mem1> Memory to be used when listing, reading and deleting messages: "SM" SIM message storage <mem2> Memory to be used when writing and sending messages: "SM" SIM message storage <mem3> Received messages will be placed to this storage if routing to TE is not set. See AT+CNMI command with parameter <mt>=2 (Chapter 5.10). "SM" SIM message storage <usedx> Number of messages currently in <memx> <totalx> Number of messages storable in <memx> <totalx> Number of messages storable in <memx>
Reference GSM 07.05	Note

สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.12 AT+CSCA SMS service centre address

Test command AT+CSCA=?	Response OK
Read command AT+CSCA?	Response +CSCA: <sca>,<tosca> OK Parameter See write command
Write command AT+CSCA=<sca>[,<tosca>]	TA updates the SMSC address, through which mobile originated SMs are transmitted. In text mode, setting is used by send and write commands. In PDU mode, setting is used by the same commands, but only when the length of the SMSC address coded into <pdu> parameter equals zero. Note: this command writes the service centre address to non-volatile memory. Response OK Parameter <sca> GSM 04.11 RP SC address Address value field in string format; BCD numbers (or GSM default alphabet characters) are converted into characters; type of address given by <tosca> Maximum length of address: 20 characters <tosca> Service centre address format GSM 04.11 RP SC address Type-of-Address octet in integer format (default refer <toda>)
Reference GSM 07.05	Note In case of using no parameter after AT+CSCA= the content of <sca> will be deleted.

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.13 AT+CSCB Select cell broadcast messages

Test command AT+CSCB=?	Response +CSCB: (list of supported <mode>s) Parameter See write command
Read command AT+CSCB?	Response +CSCB: <mode>,<mids>,<dcss> Parameter See write command
Write command AT+CSCB=[<mode>[,<mids>[,<dcss>]]]	Parameter <mode> 0 Accepts messages that are defined in <mids> and <dcss> 1 Does not accept messages that are defined in <mids> and <dcss> <mids> String type; combinations of CBM message IDs (e.g. "0,1,5,320-478,922"). The number of ranges in <mids> parameter string is limited to 6 <dcss> String type; combinations of CBM data coding schemes (e.g. "0-3,5") Note: If <mode>=1 is selected the parameter <mids> has to be given as only one area (e.g. "0-99")
Reference GSM 07.05	Note

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.14 AT+CSDH Show SMS text mode parameters

Test command AT+CSDH=?	Response **+CSDH**: (list of supported **<show>**s) **OK** Parameter See write command
Read command AT+CSDH?	Response **+CSDH:<show> OK** Parameter See write command
Write command AT+CSDH= <show>	Response TA sets whether or not detailed header information is shown in text mode result codes. **OK** Parameter **<show>** 0 do not show header values defined in commands +CSCA and **+CSMP** (**<sca>**, **<tosca>**, **<fo>**, **<vp>**, **<pid>** and **<dcs>**) nor **<length>**, **<toda>** or **<tooa>** in **+CMT**, **+CMGL**, **+CMGR** result codes for SMS-DELIVERs and SMS-SUBMITs in text mode; for SMS-COMMANDs in **+CMGR** result code, do not show **<pid>**, **<mn>**, **<da>**, **<toda>**, **<length>** or **<cdata>** 1 show the values in result codes
Reference GSM 07.05	Note

สำเนาเอกสารนี้เพื่อความสะดวกสำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.15 AT+CSMP, Set SMS text mode parameters

Test command AT+CSMP=?	Response **OK**
Read command AT+CSMP?	Response **+CSMP:<fo>,<vp/scts>,<pid>,<dcs> OK** Parameter See set command
Set command AT+CSMP= <fo>[,<vp/scts>[,<pid>[,<dcs>]]]	Response TA selects values for additional parameters needed when SM is sent to the network or placed in a storage when text format message mode is selected. It is possible to set the validity period starting from when the SM is received by the SMSC (<vp> is in range 0... 255) or define the absolute time of the validity period termination (<vp> is a string). The format of <vp> is given by <fo>. If TA supports the enhanced validity period format, see GSM 03.40), it shall be given as a hexadezimal coded string (refer e.g. <pdu>) with quotes. Note: When storing a SMS_DELIVER from the TE to the preferred memory storage in text mode (refer write command to Message Memory +CMGW), <vp> field can be used for <scts>. Parameter <fo> depending on the command or result code: first octet of GSM 03.40 SMS-DELIVER, SMS-SUBMIT (default 17), or SMS-COMMAND (default 2) in integer format <scts> GSM 03.40 TP-Service-Centre-Time-Stamp in time-string format (refer <dt>) <vp> depending on SMS-SUBMIT <fo> setting: GSM 03.40 TP-Validity-Period either in integer format (default 167)), in time-string format (refer <dt>), or if is supported, in enhanced format (hexadecimal coded string with quotes) <pid> Protocol-Identifier in integer format (default 0), refer GSM 03.40 <dcs> SMS Data Coding Scheme (default 0), or Cell Broadcast Data Coding Scheme in integer format depending on the command or result code: GSM 03.38
Reference GSM 07.05	Note The command writes the parameters to the non-volatile memory.

สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.16 AT+CSMS Select Message Service

Test command AT+CSMS=?	Response **+CSMS: (list of supported <service>s) OK** Parameter See write command
Read command AT+CSMS?	Response **+CSMS: <service>,<mt>,<mo>,<bm> OK** Parameter See write command
Write command AT+CSMS= <service>	Response **+CSMS: <mt>,<mo>,<bm> OK** If error is related to ME functionality: **+CMS ERROR: <err>** Parameter <service> 0 GSM 03.40 and 03.41 (the syntax of SMS AT commands is compatible with GSM 07.05 Phase 2 version 4.7.0; Phase 2+ features which do not require new command syntax may be supported, e.g. correct routing of messages with new Phase 2+ data coding schemes) 1 GSM 03.40 and 03.41 (the syntax of SMS AT commands is compatible with GSM 07.05 Phase 2+ version; the requirement of <service> setting 1 is mentioned under corresponding command descriptions). <mt> Mobile Terminated Messages: 0 Type not supported 1 Type supported <mo> Mobile Originated Messages: 0 Type not supported 1 Type supported <bm> Broadcast Type Messages: 0 Type not supported 1 Type supported
Reference GSM 07.05	Note If CSMS Mode is switched from Phase 2+ to Phase 2 and one or more CNMI Parameter are Phase 2+ specific a '+CMS ERROR: unknown error' will apear. It is recommended to switch the CNMI Parameters to Phase 2 specific values before entering Phase 2.

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้