สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ระบบบริหารจัดการคิวที่มีการแจ้งคิวลูกค้าผ่านข้อความสั้น

QUEUE MANAGEMENT SYSTEM WITH INFORMING WAITED CUSTOMERS VIA SMS

T117470

โดย

นายพงษ์เพชร อุตระสัก

นางสาวพัฒนา ศรีสุข

นายวรรณดิษฐ์ สวยล้ำ

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 117470
วัน,เดือน,ปี - 5 ส.ค. 2554

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

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2553

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบบริหารจัดการคิวที่มีการแจ้งคิวลูกค้าผ่านข้อความสั้น

QUEUE MANAGEMENT SYSTEM WITH INFORMING WAITED CUSTOMERS VIA SMS

โดย

นายพงษ์เพชร	อุตระสัก	50011021
นางสาวพัฒนา	ศรีสุข	50011082
นายวรรณดิษฐ์	สวยล้ำ	50011372

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2553

ฝ่านการตรวจชิ้นงานแล้ว

(ลงชื่อ).....ผู้ตรวจ

ฝ่านการตรวจรูปเล่มแล้ว

(ลงชื่อ).....ผู้ตรวจ

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2553

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง ระบบบริหารจัดการคิวที่มีการแจ้งคิวลูกค้าผ่านข้อความสั้น

QUEUE MANAGEMENT SYSTEM WITH INFORMING

WAITED CUSTOMERS VIA SMS

ผู้จัดทำ

1. นายพงษ์เพชร อุตระสัก 50011021
2. นางสาวพัฒนา ศรีสุข 50011082
3. นายวรรณดิษฐ์ สวยล้ำ 50011372

..... **อาจารย์ที่ปรึกษา**

(รศ.ดร.ยุทธพงษ์ รังสรรค์เสรี)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความอนุเคราะห์จากเพื่อนๆ พี่น้อง และ บิดา มารดา ที่เป็นกำลังใจให้เสมอในยามที่ท้อแท้ และสิ้นหวัง และที่ขาดไปไม่ได้เลย คือต้องขอบคุณอาจารย์ที่ปรึกษา คือ รศ.ดร.ยุทธพงษ์ รังสรรค์เสรี ที่คอยให้คำปรึกษาและคอยช่วยเหลือเสมอเมื่อมีปัญหา ตลอดจนขอขอบพระคุณภาควิชาโทรคมนาคมที่ให้โอกาสคณะผู้จัดทำได้ทำวิทยานิพนธ์นี้ และขอขอบคุณทุกๆคนที่เกี่ยวข้องที่ได้ช่วยทำให้รายงานฉบับนี้เสร็จลุล่วงลงได้ ขอบคุณมากครับ

นายพงษ์เพชร อุตระสัก
นางสาวพัฒนา ศรีสุข
นายวรรณดิษฐ์ สวยล้ำ
ผู้จัดทำ

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบบริหารจัดการคิวที่มีการแจ้งคิวลูกค้าผ่านข้อความสั้น

QUEUE MANAGEMENT SYSTEM WITH INFORMING WAITED CUSTOMERS VIA SMS

โดย นายพงษ์เพชร อุตระสัก 50011021
นางสาวพัฒนา ศรีสุข 50011082
นายวรรณดิษฐ์ สวยล้ำ 50011372

อาจารย์ที่ปรึกษา รศ.ดร.ยุทธพงษ์ รังสรรค์เสรี

บทคัดย่อ

โครงงานนี้นำเสนอระบบบริหารจัดการคิวสำหรับร้านอาหาร โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ในการควบคุมจัดลำดับและแจ้งหมายเลขคิว ลูกค้าสามารถระบุหมายเลขโทรศัพท์หากต้องการให้ระบบทำการส่งข้อความสั้นผ่านทางโมดูลจีเอสเอ็มเมื่อเวลาใกล้ถึงคิวที่รอ เพื่ออำนวยความสะดวกแก่ลูกค้าที่สามารถทำกิจกรรมต่างๆในระหว่างรอรับบริการ

ABSTRACT

This project presents a Queue Management System for a restaurant by using microcontroller to control and inform queue. Customers can input mobile phone number if they want the system to send SMS messages by GSM Module when the queue is approaching. This is to facilitate customers so that they can do other activities while waiting.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

		หน้า
กิตติกรรมประกาศ		I
บทคัดย่อ		II
สารบัญ		III
สารบัญรูป		V
สารบัญตาราง		VI
บทที่ 1	**บทนำ**	**1**
	1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
	1.2 วัตถุประสงค์	2
	1.3 ขอบเขตของโครงงาน	2
บทที่ 2	**ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง**	**3**
	2.1 โมดูล จีเอสเอ็ม	3
	2.2 ข้อความสั้น	8
	2.3 คำสั่ง AT COMMAND กับมือถือ	22
	2.4 ภาษา C	30
	2.5 ไมโครคอนโทรลเลอร์	34
บทที่ 3	**การออกแบบและการจัดทำปริญญานิพนธ์**	**54**
	3.1 การออกแบบ	55
	3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง	60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

		หน้า
บทที่ 4	**ผลการทดลอง**	**61**
	4.1 ผลการทดสอบ	61
บทที่ 5	**สรุปผลและข้อเสนอแนะ**	**69**
	5.1 สรุปผล	69
	5.2 ปัญหาที่พบในการดำเนินงาน	69
	5.3 ข้อเสนอแนะ	69
บรรณานุกรม		**70**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
2.1	การรับส่งข้อความ	11
2.2	โครงสร้างเครือข่ายการทำงานผ่าน CORPORATE SMS PLATFORM	12
2.3	การจัดขามาตรฐานของไมโครคอนโทรลเลอร์MCS-51 ในอนุกรม AT89C5X	35
2.4	การใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นอินพุตและเอาต์พุตพอร์ต	38
2.5	การจัดพื้นที่ของหน่วยความจำโปรแกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์MCS - 51	40
2.6	TIMING DIAGRAM การส่งข้อมูลโหมด 0	46
2.7	TIMING DIAGRAM การส่งข้อมูลโหมด 1	46
2.8	TIMING DIAGRAM การส่งข้อมูลโหมด 2	47
2.9	TIMING DIAGRAM การส่งข้อมูลโหมด 3	47
2.10	การสื่อสารแบบอะซิงโครนัส	49
2.11	ตัวอย่างของการส่งข้อมูลที่มีขนาด 8 บิต จากระบบไมโครโปรเซสเซอร์	51
3.1	แผนผังรวมของระบบบริหารจัดการคิว	54
3.2	ส่วนลูกค้ามารอรับบริการ (รับบัตรคิว)	55
3.3	ส่วนสำหรับแจ้งลูกค้าที่รอให้มาใช้บริการได้ (เรียกคิว)	55
3.4	การเก็บข้อมูลคิวลูกค้า	56
3.5	การเรียกข้อมูลคิวลูกค้า	57
3.6	วงจรการทำงานของระบบ	58
3.7	แผนผังการทำงาน	59

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

รูปที่

4.1	ระบบบริหารจัดการคิวที่มีการแจ้งคิวผ่านข้อความสั้น	61
4.2	รีเซตค่าเริ่มต้นของอุปกรณ์ให้ทุกค่าเริ่มต้นเป็นศูนย์	62
4.3	หมายเลขโทรศัพท์ที่ถูกแสดงผ่านจอ LCD	63
4.4	หมายเลขที่ไม่ถูกต้อง	63
4.5	บัตรคิวโต๊ะเล็กเริ่มที่หมายเลข 101 – 500	64
4.6	บัตรคิวโต๊ะใหญ่เริ่มที่หมายเลข 501 – 999	64
4.7	หมายเลขคิวของโต๊ะเล็กและโต๊ะใหญ่แสดงผ่านทาง LED 7 SEGMENT	65
4.8	การเก็บค่าลำดับคิวของระบบ	66
4.9	พนักงานกดปุ่มเรียกคิวของโต๊ะเล็ก	67
4.10	พนักงานกดปุ่มเรียกคิวของโต๊ะใหญ่	67
4.11	ระบบจะส่ง SMS แจ้งเตือนลูกค้าเมื่อถึงคิว	68

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	การพัฒนาของระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่	6
2.2	รายละเอียดของ SMS	10
2.3	ส่วนประกอบของชุดข้อมูลในการส่ง SMS แบบ PDU-MODE	14
2.4	ส่วนประกอบของข้อมูลที่ส่ง	18
2.5	ส่วนประกอบของสตริงการรับข้อความ SMS	20
2.6	วิธีการแปลงตัวอักษรชนิด 7 บิต เป็นข้อมูล 8 บิต	21
2.7	THE GSM 03.38 DEFAULT CHARACTER SET	21
2.8	ลักษณะชุดคำสั่งของ AT+CNMI	23
2.9	ลักษณะชุดคำสั่งของ AT+CSCB	24
2.10	ลักษณะชุดคำสั่งของ AT+CMGF	25
2.11	ลักษณะชุดคำสั่งของ AT+CSCA	25
2.12	ลักษณะชุดคำสั่งของ AT+CMGL	26
2.13	ลักษณะชุดคำสั่งของ AT+CMGR	26
2.14	ลักษณะชุดคำสั่งของ AT+CMGS	27
2.15	ลักษณะชุดคำสั่งของ AT+CMSS	27
2.16	ลักษณะชุดคำสั่งของ AH CMGW	28
2.17	ลักษณะชุดคำสั่งของ AH CMGD	28
2.18	ลักษณะชุดคำสั่งของ AT+CSMS	29
2.19	ลักษณะชุดคำสั่งของ AT+CPMS	29
2.20	ลักษณะชุดคำสั่งของ AT+CMGC	30
2.21	การเลือกโหมดการทำงานในการรับส่งข้อมูล	45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบัน การใช้บริการต่างๆ มีปัญหาทางด้านการรอรับบริการ เนื่องจากต้องมีการเข้าแถว ทำให้เปลืองพื้นที่ในการใช้สอยไปกับการจัดบริเวณเพื่อเข้าแถว และในช่วงเวลาที่มีจำนวนคนมากๆ จึงเกิดปัญหาทางด้านพื้นที่ สร้างความลำบากในการใช้บริการ สร้างความรำคาญ สูญเสียเวลาและอาจก่อให้มีการใช้บริการน้อยลง

ดังนั้นหน่วยงานหรือองค์กรต่างๆ ไม่ว่าจะเป็น ธนาคาร หน่วยงานของรัฐ และหน่วยงานของเอกชน ที่ทำการให้บริการเกี่ยวข้องกับบุคคล จึงเล็งเห็นปัญหาที่จำเป็นจะต้องมีเครื่องอำนวยความสะดวกในการรอรับบริการ โดยระบบบริหารจัดการคิวที่มีการแจ้งคิวผ่านข้อความสั้นเป็นระบบที่ให้ความสะดวก ซึ่งเมื่อผู้ใช้บริการต้องการใช้บริการจะต้องกดเพื่อรับบัตรคิว และจะมีการเรียกหมายเลขตามลำดับเพื่อเข้ารับบริการ โดยผู้ใช้บริการสามารถนั่งรอจนกว่าจะมีการเรียกและเมื่อมีการเข้าใช้บริการมากๆ ระบบรอเรียกตามบัตรคิวแจ้งเตือน ข้อความสั้น ก็มีการรองรับโดยมีการให้กรอกเลขหมายโทรศัพท์เพื่อทำการแจ้งเตือน เมื่อใกล้ถึงการเข้ารับบริการ โดยทำให้ผู้ใช้บริการสามารถที่จะไม่ต้องอยู่ที่จุดรับบริการตลอดเวลาก็ได้ ทำให้สามารถทำภารกิจอื่นๆ ได้ จนเมื่อได้รับข้อความสั้นจึงกลับมารับการให้บริการได้ทำให้ไม่พลาดการใช้บริการ ซึ่งเป็นการแก้ไขปัญหาคือ เมื่อผู้ใช้บริการไม่ทราบเวลาทำให้เลยเลขหมายเลขที่ใช้บริการไปต้องเสียเวลาทำการขอรับบริการใหม่

ในชิ้นงานของระบบบริหารจัดการคิวที่มีการแจ้งคิวผ่านข้อความสั้น เป็นการออกแบบโปรแกรมควบคุมระบบการทำงานบนไมโครคอนโทรลเลอร์ เชื่อมต่อกับโมดูลจีเอสเอ็ม ซึ่งมีการแสดงผลหมายเลขคิวผ่านหน้าจอแอลซีดี พิมพ์บัตรคิวผ่านทางเครื่องพิมพ์ให้ลูกค้า แสดงผลคิวที่พร้อมให้บริการผ่านทาง 7 - เซ็กเมนต์ส่งข้อความไปหาลูกค้าอีก 2 คิวถัดไปให้มาเตรียมรอรับบริการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อศึกษาเทคโนโลยีการสื่อสารโทรคมนาคมด้านเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนและเชื่อมต่อกับหน่วยประมวลผลไมโครคอนโทรลเลอร์

1.2.2 เพื่อประยุกต์การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์และโมดูลจีเอสเอ็มในการสื่อสารโทรคมนาคม

1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์

1.3.1 ใช้เทคโนโลยีการสื่อสารเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ในระบบจีเอสเอ็ม

1.3.2 ใช้โมดูลจีเอสเอ็มเชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์ซึ่งควบคุมด้วย ชุดคำสั่งภาษาซี

1.3.3 โครงงานนี้ศึกษาและจำลองสถานการณ์ในการทำงานของร้านอาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

ก่อนที่จะมีการออกแบบและสร้างระบบบริหารจัดการคิวที่มีการแจ้งคิวลูกค้าผ่านข้อความสั้นนั้น จำเป็นต้องศึกษาองค์ประกอบต่างๆที่จำเป็นของระบบที่สนใจให้เข้าใจเสียก่อน พบว่าระบบบริหารจัดการคิวที่มีการแจ้งคิวลูกค้าผ่านข้อความสั้น นั้นมีส่วนที่สำคัญหลายส่วน ดังนั้นในบทนี้จะศึกษาและอธิบายถึงองค์ประกอบต่างๆ ที่จะนำไปใช้งานจริงในระบบบริหารจัดการคิวที่มีการแจ้งคิวลูกค้าผ่านข้อความสั้น

ซึ่งประกอบด้วย โมดูล จีเอสเอ็ม ข้อความสั้น ไมโครคอนโทรลเลอร์ และโปรแกรมที่ใช้กับระบบ รวมถึงรายละเอียดของพอร์ตและการเชื่อมต่อ

2.1 โมดูล จีเอสเอ็ม

โมดูลจีเอสเอ็ม มีความสามารถในการทำงานเหมือนกับโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบ จีเอสเอ็ม ทั่วไป คือสามารถทำงานได้เช่นเดียวกับโทรศัพท์เคลื่อนที่คือ การโทรออก การรับสายเรียกเข้า และส่งข้อความสั้นโดยการใช้ซิมการ์ด จากเครือข่ายผู้ให้บริการที่สามารถรับสัญญาณโทรศัพท์ในท้องถิ่นนั้นๆโมดูลสื่อสารระบบ จีเอสเอ็ม /จีพีอาร์เอสขนาดเล็ก รองรับระบบสื่อสารจีเอสเอ็มความถี่ 900/1800/1900 เมกกะเฮิร์ต โดยสั่งงานผ่านทางพอร์ตสื่อสารอนุกรม อาร์เอส 232 ด้วยชุดคำสั่ง AT Command สามารถประยุกต์ใช้งานได้มากมายหลายรูปแบบ ไม่ว่าจะเป็นการ รับส่งสัญญาณแบบ Voice, SMS, Data, FAX และยังรวมถึงการสื่อสารด้วย Protocol TCP/IP ด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.1 ความเป็นมาของโทรศัพท์เคลื่อนที่เซลลูลาร์

อเล็กซานเดอร์เกร แฮม เบล เป็นผู้วางรากฐานระบบโทรศัพท์ไว้ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2419 หรือประมาณร้อยปีเศษแล้ว โทรศัพท์มีพัฒนาการค่อนข้างช้า เริ่มจากการสวิตช์ด้วยคน มาเป็นการใช้ระบบสวิตช์แบบอัตโนมัติด้วยกลไกทางแม่เหล็กไฟฟ้าจำพวกรีเลย์ จนในที่สุดเป็นระบบครอสบาร์

ครั้นเข้าสู่ยุคดิจิตอลอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์ ระบบโทรศัพท์ที่ใช้ได้เปลี่ยนแปลงวิธีการสวิตช์มาเป็นแบบดิจิตอล มีการแปลงสัญญาณเสียงให้เป็นดิจิตอล โดยแถบเสียงขนาด 4 กิโลเฮิร์ทซ์ต่อวินาที ใช้อัตราสุ่ม 8,000 ครั้งต่อวินาที ได้สัญญาณดิจิตอลขนาด 64 กิโลบิตต่อวินาที แถบเสียงแบบดิจิตอลจึงเป็นข้อมูลที่มีการรับส่งกันมากที่สุดในโลกอยู่ขณะนี้

จนประมาณปี 1983 ระบบเซลลูลาร์เริ่มพัฒนาขึ้นใช้งาน ระบบแรกที่พัฒนามาใช้งานเรียกว่า ระบบ AMPS (Analog Advance Mobile Phone Service)ระบบดังกล่าวส่งสัญญาณไร้สายแบบอะนาล็อก โดยใช้คลื่นความถี่ที่ 824-894 เมกะเฮิร์ทซ์ โดยใช้หลักการแบ่งช่องทางความถี่หรือที่เรียกว่า FDMA - Frequency Division Multiple Access ต่อมาประมาณปี1990 กลุ่มผู้พัฒนาระบบเซลลูลาร์ได้พัฒนามาตรฐานใหม่โดยให้ชื่อว่า ระบบGSM-Global System for Mobile Communication โดยเน้นระบบเชื่อมโยงติดต่อกันได้ทั่วโลก ระบบดังกล่าวนี้ใช้วิธีการเข้าถึงช่องสัญญาณด้วยระบบ TDMA-Time Division Multiple Access โดยใช้ความถี่ในการติดต่อกับสถานีเบสที่ 890-960 เมกะเฮิร์ทซ์

2.1.1.1 พัฒนาการของโทรศัพท์แบบเซลลูล่าร์แบ่งออกเป็นยุคตามรูปของการพัฒนาเทคโนโลยี

ยุค 1G เป็นยุคแรกของการพัฒนาระบบโทรศัพท์แบบเซลลูลาร์ การรับส่งสัญญาณใช้วิธีการมอดูเลตสัญญาณอะนาล็อกเข้าช่องสื่อสาร โดยใช้การแบ่งความถี่ออกมาเป็นช่องเล็ก ๆ ด้วยวิธีการนี้มีข้อจำกัดในเรื่องจำนวนช่องสัญญาณ และการใช้ไม่เต็มประสิทธิภาพ จึงติดขัดเรื่องการขยายจำนวนเลขหมาย และการขยายแถบความถี่ ประจวบกับระบบเครื่องรับส่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญญาณวิทยุกำหนดขนาดของเซล และความแรงของสัญญาณเพื่อให้เข้าถึงสถานีเบสได้ ตัวเครื่องโทรศัพท์เซลลูลาร์ยังมีขนาดใหญ่ ใช้กำลังงานไฟฟ้ามาก ในภายหลังจึงเปลี่ยนมาเป็นระบบดิจิตอล และการเข้าช่องสัญญาณแบบแบ่งเวลา โทรศัพท์เคลื่อนที่แบบ 1G จึงใช้เฉพาะในยุคแรกเท่านั้น

ยุค 2G เป็นยุคที่พัฒนาต่อมาโดยการเข้ารหัสสัญญาณเสียง โดยบีบอัดสัญญาณเสียงในรูปแบบดิจิตอล ให้มีขนาดจำนวนข้อมูลน้อยลงเหลือเพียงประมาณ 9 กิโลบิตต่อวินาที ต่อช่องสัญญาณ การติดต่อจากสถานีลูก หรือตัวโทรศัพท์เคลื่อนที่กับสถานีเบส ใช้วิธีการสองแบบ คือ TDMA คือการแบ่งช่องเวลาออกเป็นช่องเล็ก ๆ และแบ่งกันใช้ ทำให้ใช้ช่องสัญญาณความถี่วิทยุได้เพิ่มขึ้นจากเดิมอีกมาก กับอีกแบบหนึ่งเป็นการแบ่งการเข้าถึงตามการเข้ารหัส และการถอดรหัสโดยใส่แอดเดรสเหมือน IP เราเรียกวิธีการนี้ว่า CDMA - Code Division Multiple Access ในยุค 2G จึงเป็นการรับส่งสัญญาณโทรศัพท์แบบดิจิตอลหมดแล้ว

ยุค 3G เป็นยุคแห่งอนาคตอันใกล้ โดยสร้างระบบใหม่ให้รองรับระบบเก่าได้ และเรียกว่า Universal Mobile Telecommunication Systems (UMTS) โดยมุ่งหวังว่า การเข้าถึงเครือข่ายแบบไร้สาย สามารถกระทำได้ด้วยอุปกรณ์หลากหลาย เช่น จากคอมพิวเตอร์ จากเครื่องใช้ไฟฟ้าอื่น ระบบยังคงใช้การเข้าช่องสัญญาณเป็นแบบ CDMA ซึ่งสามารถบรรจุช่องสัญญาณเสียงได้มากกว่า แต่ใช้แบบแถบกว้าง (wideband) ในระบบนี้จึงเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า WCDMA ในยุค 3G นี้ เน้นการรับส่งแบบแพ็กเก็ต และต้องขยายความเร็วของการรับส่งให้สูงขึ้น โดยสามารถส่งรับด้วยความเร็วข้อมูล 384 กิโลบิตต่อวินาที เมื่อผู้ใช้กำลังเคลื่อนที่ และหากอยู่กับที่จะส่งรับได้ด้วยอัตราความเร็วถึง 2 เมกะบิตต่อวินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 การพัฒนาของระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่

ระบบ	ปีที่เริ่ม	โปรโตคอลเข้าช่องสัญญาณ	ความถี่	การบริการ
AMPS	1983	FDMA	824-894	เสียง, ข้อมูลผ่านโมเด็ม
GSM	1990	TDMA/FDMA	890-960	เสียง, ข้อมูล, เพ็จจิ้ง
IS54	1991	TDMA/FDMA	824-894	เสียง, ข้อมูล, เพ็จจิ้ง
IS95	1993	CDMA	24-894 1850-1980	เสียง, ข้อมูล, เพ็จจิ้ง
DCS1900	1994	TDMA/FDMA	840-1990	เสียง, ข้อมูล, เพ็จจิ้ง
WCMA (CDMA2000) IMT2000	หลังปี 2000	WCDMA	885-2025 2100-2200	มัลติมีเดีย, วิดีโอ, เสียง, ข้อมูล

2.1.2 ระบบ GSM: จีเอสเอ็ม

GSM ย่อมาจาก (Global System for Mobile Communications) เป็นมาตรฐานของเทคโนโลยีโทรศัพท์มือถือที่ได้รับความนิยมมากที่สุดในโลก ปัจจุบันมีผู้ใช้มากกว่า 1.5 พันล้านคนใน 210 ประเทศ จีเอสเอ็มเป็นมาตรฐานเปิดภายใต้การดูแลของ 3GPP คือ มาตรฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่จัดทำโดยกลุ่มประเทศยุโรปตะวันตก เป็นระบบที่ได้รับความเชื่อถือจากประเทศต่าง ๆ ทั่วโลก จีเอสเอ็มใช้เทคโนโลยีดิจิตอลสำหรับช่องสัญญาณควบคุมและสัญญาณเสียงแบบ TDMA ซึ่งแตกต่างจากเทคโนโลยีโทรศัพท์มือถือก่อนหน้านั้น จึงถือว่าเป็นโทรศัพท์มือถือในยุคที่สอง หรือ 2G มีพัฒนาการมาจากโทรศัพท์แบบเซลลูลาร์ จนกลายมาจีเอสเอ็มในปี 1990 ที่มีความเสถียรมากที่สุด

ในยุคแรกเมื่อประมาณสิบปีที่แล้ว โทรศัพท์เคลื่อนที่ใช้ระบบ About log เช่น ระบบ AMPS-Aduanced Mobile Phone Service ที่เน้นการใช้งานคลื่นเสียง แต่ด้วยการขยายตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขณะเดียวกันแถบความถี่หรือแบนด์วิดธ์ ของการใช้งานก็มีจำกัด ดังนั้นจึงจำเป็นต้องพัฒนางานทางด้านเทคนิคให้รองรับการใช้งานที่มีความต้องการใช้สูงได้ ระบบต่อมาในยุคที่สองจึงต้อง หันมาใช้ระบบดิจิตอล และที่เรารู้จักกันก็คือ GSM- Global System for Mobile Communications ลักษณะการรับค่าเป็นสัญญาณดิจิตอล โดยใช้ระบบ การแบ่งเวลาที่เรียกว่า TDMA-Time Division Multiple Access

ระบบจีเอสเอ็มที่อยู่ในยุคที่สองเป็นช่องสัญญาณเสียงเป็นหลัก โดยใช้แถบขาเข้าเพียงประมาณ 9 กิโลบิตต่อหนึ่งช่องเสียง ความเร็วขนาด 9 กิโลบิตต่อ วินาทีคงไม่พอเพียงกับการเชื่อมต่อเครือข่ายของอุปกรณ์มือถือ ซึ่งกำลังเน้นการประยุกต์ที่ต้องการความเข้าใจในการรับค่ามากขึ้น

เมื่อเป็นเช่นนี้จึงต้องพัฒนาต่อโดยพัฒนาระบบ WCDMA (Wideband Code Division Multiple Access) ซึ่งเป็นเทคนิคที่ทำให้ขยายช่องสัญญาณได้ มากขึ้นและได้แถบกว้างขึ้น การพัฒนาจากจีเอสเอ็มที่ใช้เทคนิค TDMA มาเป็น WCDMA เป็นมาตรฐานที่สำคัญของการพัฒนาระบบจีเอสเอ็ม ขณะเดียวกัน ในสหรัฐอเมริกาก็พยายามพัฒนาระบบ 2G ซึ่งเป็น TDMA ขยายต่อโดยใช้ชื่อเทคโนโลยีที่ EDGE-Enhance Data Rate for GSM ซึ่งก็เป็นการพัฒนา เข้าสู่ 3G เช่นกัน

2.1.2.1 ส่วนประกอบของระบบจีเอสเอ็ม

1) เครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่ (Mobile Station/Mobile Subscriber-MS) ทำหน้าที่แปลสัญญาณเสียงเป็นสัญญาณดิจิตอล ก่อนเชื่อมต่อกับระบบสถานีฐาน

2) ระบบสถานีฐาน (Base Station Subsystem) แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ - สถานีฐาน (Base Tranceiver Station-BTS) ทำหน้าที่รับส่งสัญญาณกับเครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่ - ส่วนควบคุมสถานีฐาน (Base Station Controller-BSC) ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของสถานีฐาน ทำหน้าที่คล้ายชุมสายย่อยของระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) ชุมสายโทรศัพท์เคลื่อนที่ (Mobile Services Switching Center-MSC) ทำหน้าที่ตัดต่อจุดเชื่อมต่อสัญญาณเข้าออกชุมสาย, ควบคุมการสื่อสาร, ส่งข้อมูลเชื่อมต่อกับชุมสายอื่น ,เก็บข้อมูลการใช้บริการ

4) หน่วยเก็บข้อมูลท้องถิ่น หรือฐานข้อมูลผู้ใช้บริการท้องถิ่น (Visiting Location Register-VLR) ทำหน้าที่เป็นฐานข้อมูลเพื่อเก็บข้อมูลชั่วคราวของเครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่ ที่ใช้บริการข้ามเขต ต่างชุมสาย รวมทั้งบอกตำแหน่งปัจจุบันของเครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่ VLR เป็นส่วนหนึ่งของ MSC เพราะเป็นการทำงานที่เกี่ยวเนื่องกัน

5) หน่วยเก็บข้อมูลหลักของผู้ใช้บริการหรือฐานข้อมูลหลักขอผู้ใช้บริการ (Home Location Register-HLR) ทำหน้าที่เป็นฐานข้อมูลเก็บข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับเครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่

6) ศูนย์ตรวจสอบการใช้งานหรือศูนย์ตรวจสอบพารามิเตอร์ต่างๆ (AuthenticationCenter-AuC) ทำหน้าที่ตรวจสอบความถูกต้องของโทรศัพท์ป้องกันการจูน

7) หน่วยเก็บข้อมูลเลขหมายประจำเครื่อง (Equipment Identity Register-EIR)ทำหน้าที่เป็นฐานข้อมูลโดยทำการระบุเลขหมายโทรศัพท์เคลื่อนที่ถาวร

8) ศูนย์ควบคุมระบบโครงข่าย (Operation and Maintenance Center-OMC) ทำหน้าที่ควบคุมและบริหารการทำงานของระบบโครงข่ายโดยรวม

2.2 ข้อความสั้น (SMS: Short message Services)

2.2.1 ความหมายของ ข้อความสั้น (SMS: Short message Services)

SMS หรือ การส่งข้อความสั้น โดยลักษณะของการส่งข้อความสั้นจะมีลักษณะคล้ายกับการส่งข้อความไปยังเพจเจอร์ คือ ผู้ใช้สามารถส่งข้อความไปยังผู้รับ โดยที่ผู้รับสามารถกด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อ่านได้จากเครื่องโทรศัพท์มือถือได้ทันที ข้อดีของการส่งข้อความสั้น ที่ทำให้ต่างกับเพจเจอร์คือ ผู้ใช้หรือผู้ที่ต้องการส่งข้อความสามารถพิมพ์ข้อความได้เองจากโทรศัพท์มือถือ และสามารถส่งไปยังโทรศัพท์มือถือของผู้รับได้ทันที

การส่งข้อความสั้นเป็นการบริการมาตรฐานในการรับส่งข้อความระหว่างโทรศัพท์เคลื่อนที่ และอุปกรณ์อื่นๆสามารถส่งได้ในรูปแบบของตัวเลข, ตัวอักษร และ สัญลักษณ์ต่างๆ SMS ได้ถูกสร้างขึ้นมาครั้งแรกให้ทำงานร่วมกับโทรศัพท์เคลื่อนที่แบบดิจิตอล ระบบจีเอสเอ็ม โดยข้อความแรกได้ถูกส่งในเดือนธันวาคม 1992 จากเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลไปสู่เครื่องโทรศัพท์บนโครงข่ายระบบจีเอสเอ็ม ของ Vodafone ในประเทศอังกฤษ ปัจจุบันบริการการส่งข้อความสั้นสนับสนุนโครงข่าย GSM, CDMAและ TDMA สำหรับการส่งข้อความสั้นภาษาไทยจะส่งได้ 70 ตัวอักษร ภาษาอังกฤษส่งได้ 160 ตัวอักษร

เนื่องจาก การรับ-ส่งข้อความสั้น เป็นเทคนิคการสื่อสารที่ไม่จำเป็นต้องใช้การสร้างวงจรการสนทนา (Call-Set-up) จึงทำให้สามารถรับหรือส่งข้อความได้ขณะที่กำลังสนทนาอยู่ หรือในขณะที่เปิดเครื่องทิ้งไว้เฉยๆ จุดเด่นของบริการข้อความสั้น คือเราสามารถที่จะส่งข้อความสั้น ได้ทุกที่ ทุกเวลา โดยเราไม่ต้องไปกังวลเลยว่าพื้นที่ของ ผู้รับสายนั้นจะมีสัญญาณหรือไม่ ขณะเดียวกันถ้าหากปลายทางผู้รับข้อความสั้นไม่มีสัญญาณ ระบบจะเก็บข้อมูลไว้จนกว่าปลายทางจะมีสัญญาณ จากนั้นระบบทำการส่งข้อมูลไปในทันที แรกๆการส่งข้อความสั้นก็ไม่ค่อยสะดวกมากนัก เพราะมีการเรียงลำดับตัวอักษรภาษาไทย เหมือนกับภาษาอังกฤษ จะมีทั้งตัวเลข และอักษรภาษาไทย แต่ปัจจุบันนี้การส่งข้อความสั้น สะดวกมากขึ้น เพราะมีรูปแบบรองรับภาษาไทยไว้อย่างสมบูรณ์ ผู้ที่ใช้โทรศัพท์มือถือทุกท่านก็สามารถส่งข้อความสั้น ได้อย่างสะดวก ง่ายดาย บริการข้อความสั้นเป็นบริการที่ได้รับความนิยมในปัจจุบัน ข้อความสั้นมีรายละเอียดดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 รายละเอียดของข้อความสั้น

Feature	SMS
Store and Forward(non real time)	Yes
Confirmation of message delivery	Yes
Communication Type	Person to Person
Media supported	Text plus binary
Protocols	SMS specific e.g. SMPP
Configuration	Simple telephone number
Platforms	SMS Center
Principle Application	Simple person to person
User behavior	Discrete

บริการข้อความสั้นไม่ใช่บริการแบบ Real time เนื่องจากการส่งข้อความต้องส่งผ่าน Platform กลาง คือ Short Message Center หรือ SMS-C ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่ผู้ให้บริการเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ติดตั้งไว้เพื่อให้บริการรับ-ส่ง ข้อความผ่านทางเครื่องลูกข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ไปสู่เครื่องลูกข่ายอื่นๆได้

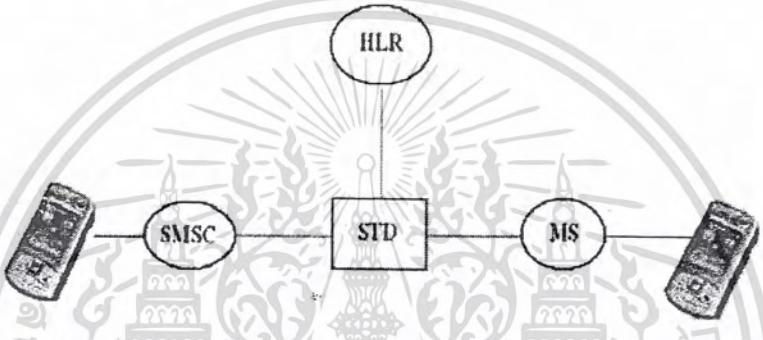
2.2.2 หลักการทำงานของ SMS

SMS เป็นเทคโนโลยี การรับส่งข้อมูลแบบเก็บและส่งต่อ (Store and Forward) ในเครือข่าย GSM เรียกอุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บและส่งต่อข้อมูลว่า Short Message Service Center (SMS-C)

การใช้งาน SMS กระทำได้โดย เมื่อองค์กรต้องการส่งข้อความสั้น (จำนวนมากสุด 160 ตัวอักษร) ก็จะทำการป้อนข้อความ พร้อมทั้งระบุเลขหมายปลายทางที่ต้องการจะส่งไปด้วย แต่เครื่องลูกข่ายที่ต้องการจะส่ง SMS จะต้องระบุเลขหมายของ SMS-C ก่อน จะทำการตรวจสอบเลขหมายปลายทางกับ HLR ว่าเลขหมายปลายทางอยู่ที่ไหนในเครือข่าย เมื่อทราบแล้ว SMS-C ก็

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะส่ง SMS ไปยังโทรศัพท์เคลื่อนที่ปลายทาง กรณี SMS ระบุหมายเลขปลายทางเป็นโทรศัพท์เคลื่อนที่นอกเครือข่าย เช่น ส่งจาก DTAC ไป AIS ชุมสายโทรศัพท์เคลื่อนที่ต้นทางในเครือข่าย DTAC (MSC)จะตรวจสอบจากเลขหมายปลายทาง และเมื่อทราบว่าจุหมายปลายทางเป็นเลขหมายของ AIS ชุมสายโทรศัพท์เคลื่อนที่ (MSC) ของ DTAC จะส่ง SMS ดังกล่าวไปลงที่ SMS-C ของAIS โดยตรง



รูปที่ 2.1 การรับส่งข้อความ

2.2.3 รูปแบบการให้บริการของผู้ให้บริการเครือข่าย (Operator) ในปัจจุบัน

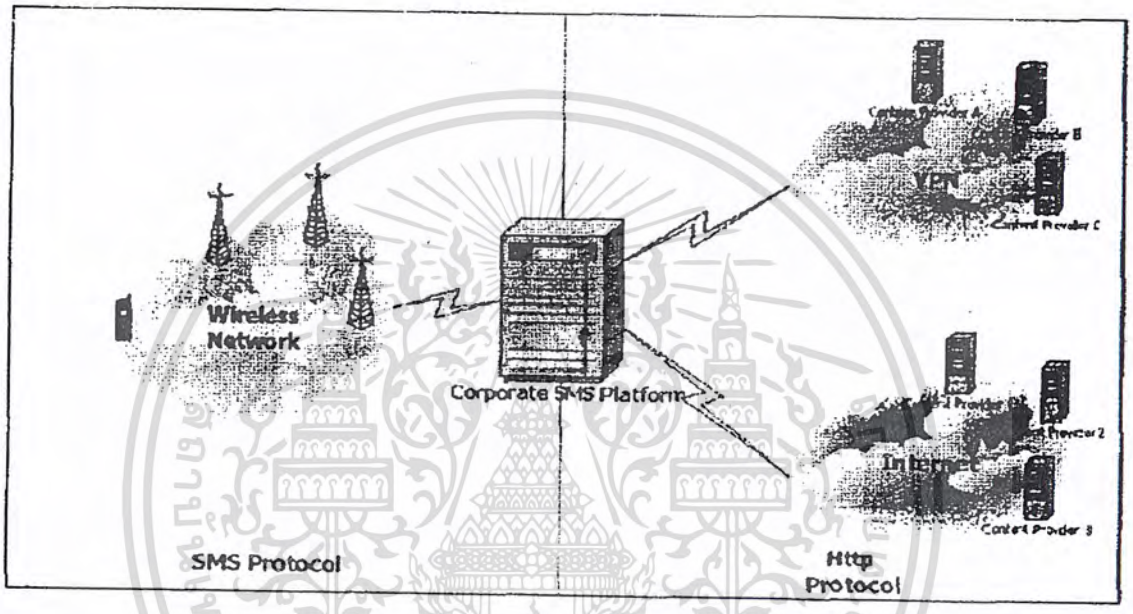
1. Bulk SMS การทำงานผ่าน Corporate SMS Platform เป็นการให้บริการ SMS ในลักษณะองค์กร (Corporate Short Message Service) ลักษณะการใช้งานของ Bulk คือ การ ส่งจากผู้ส่ง (องค์กร) ไปยัง ผู้รับ (ลูกค้า) ซึ่งมีได้ 2 ลักษณะ คือ One-to-One (ส่งข้อความรายบุคคล) และ One-to-Many (ส่งข้อความจากต้นทางเดียวถึงปลายทางในเวลาเดียวกัน) การเรียกเก็บเงินจะเก็บเงินกับองค์กรที่ใช้บริการ

2. CPA SMS การทำงานผ่าน Content Provider Access Platform (CPA Platform) เป็นการบริการที่ Operator (ผู้ให้บริการเครือข่าย AIS, DTAC, TA, TRUE) สร้าง Model Services หรือที่เรียกว่า Content Provider นำเสนอโครงการให้ Operator พิจารณา เพื่อดำเนินธุรกิจร่วมกัน (Co-partner) โดย Operator จะเป็นผู้ดำเนินการเก็บค่าบริการให้ ซึ่งการแบ่งส่วนของรายได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระหว่าง Operator กับ ตัวแทน (Agents) ส่วนใหญ่ ในปัจจุบันจะเป็นอัตราส่วนในลักษณะ 50:50 หรือตามที่ตกลงกัน การเรียกเก็บเงินกับลูกค้าที่ใช้ในการบริการ

2.2.4 โครงสร้างของเครือข่าย (Network Structure)



รูปที่ 2.2 โครงสร้างเครือข่ายการทำงานผ่าน Corporate SMS Platform

Corporate SMS Platform เป็นอุปกรณ์ที่ใช้เป็นตัวกลางในการเชื่อมต่อกับศูนย์กลางการ ให้บริการการส่งข้อความสั้น (SMSC) โดยมีโปรโตคอล 2 ชนิด คือ

1. Http Protocol เป็น Protocol เพื่อใช้ในการเชื่อมต่อกับระบบภายนอก
2. SMS Protocol เป็น Protocol เพื่อใช้ในการเชื่อมต่อกับระบบภายในศูนย์ กลางการให้บริการ การส่งข้อความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.5 ลักษณะของการส่ง SMS

การส่ง SMS หรือ Short Message Service คือ การส่งข้อความสั้นๆ หรือ ข้อมูลสั้น จากเครื่อง โทรศัพท์มือถือผู้ส่ง ไปยังเครื่องโทรศัพท์มือถือของผู้รับโดยส่งผ่านเครือข่าย ศูนย์บริการ Short Message Service Center (SMSC) โดยการส่งแบบ SMS นี้เราจะสามารถเลือกได้ว่าจะส่งข้อความสั้น หรือ เป็น รูปภาพ โลโก้ หรือเสียงเพลงริงโทน ซึ่งจะมีวิธีการส่งที่แตกต่างกัน 2 แบบ คือ โหมดตัวอักษร หรือ

Text-Mode และโหมดพีดียูหรือ PDU (Protocol Data Unit) โดย Text-Mode คือ โหมดที่เราสามารถส่ง ข้อความสั้นๆประมาณ 160 ตัวอักษร ไปยังเครื่องโทรศัพท์มือถือของผู้รับ โดยลักษณะข้อความนั้นจะอยู่ ในรูปแบบรหัส ASCII ส่วน PDU-Mode คือโหมดที่สามารถส่งได้ทั้งข้อความสั้นๆ,ส่งรูปภาพ และเพลง ริงโทนได้ซึ่ง PDU-Mode จะมารูปแบบการวางข้อมูลที่จะส่งแตกต่างกับ Text-Mode คือ PDU-Mode จะ มีการเข้ารหัสที่จะแปลงข้อความเป็นรูปแบบของเลขฐานสิบหก และต้องมีการส่งหัวข้อของชุดข้อมูล (Heading) แต่ใน Text-Mode จะเป็นการส่งแบบรหัส ASCII และไม่จำเป็นต้องส่งหัวข้อของชุดข้อมูล

2.2.6 การส่ง SMS แบบ PDU-Mode

การส่ง SMS แบบ PDU-Mode ซึ่งรูปแบบการจัดรูปแบบนั้นจะซับซ้อน กว่าแบบ Text-Mode มาก แต่การส่งแบบ PDU-Mode นี้เราสามารถใช้ได้กับโทรศัพท์มือถือได้ทุกรุ่น โดยการส่ง SMS แบบ PDU-Mode มีรายละเอียดดังนี้ คือ ใน PDU-Mode นี้จะต้องมีการสร้างหัวข้อของชุด ข้อมูลสำหรับส่ง (Heading) ซึ่งประกอบด้วยส่วนของศูนย์บริการ SMSC กับส่วนของชุดข้อความหรือ Transfer Protocol Unit: TPDU โดยทั้งสองส่วนจะมีลักษณะเป็นเลขฐานสิบหก ซึ่งจะวางลำดับตามนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.3 ส่วนประกอบของชุดข้อมูลในการส่ง SMS แบบ PDU-Mode

Header (Cr)	ส่วนของ SMSC	ส่วนของ TPDU	Stop bit (Ctrl-Z)

ในส่วนของ TPDU ก็จะประกอบด้วยส่วนย่อยๆ ซึ่งจะเป็นตัวกำหนดรูปแบบของ SMS ที่จะส่งโดยถ้าเราต้องการที่จะส่งเป็นข้อความจะต้องจัดรูปแบบเรียงตามนี้

1. โปรโตคอลพารามิเตอร์ คือ พารามิเตอร์ที่บอกว่าโปรโตคอล (Protocol) ที่ใช้ส่งเป็นแบบใด กรณีส่งแบบ TPDU- 0x01

2. ตัวเลขอ้างข้อความ ในกรณีที่มีข้อความหลายๆข้อความ เราสามารถจัดลำดับข้อความโดยใช้ ตัวเลขอ้างข้อความได้ (มีค่าปกติ = 0x00)

3. ความยาวของเบอร์โทรศัพท์มือถือของหมายเลขปลายทาง

4. รูปแบบของเบอร์โทรศัพท์มือถือของหมายเลขปลายทาง ซึ่งจะเป็นตัวบอกลักษณะของเบอร์ โทรศัพท์มือถือที่เราต้องการส่งข้อความไปให้โดย ส่งแบบสากลจะใช้ค่า = 0x91

5. หมายเลขโทรศัพท์มือถือของหมายเลขปลายทางที่ต้องการจะส่ง โดยหมายเลขโทรศัพท์นี้จะ มีการเข้ารหัสแบบสลับ (nibble swapped)

6. ตัวแสดงรูปแบบชุดข้อมูล

7. ลักษณะการเข้ารหัสของข้อมูล คือ พารามิเตอร์ที่บอกว่าเราจะส่งเป็นภาษาใด (มาตรฐานคือ ระบบ GSM)

8. ความยาวของข้อความที่ต้องการส่ง (ก่อนเข้ารหัส)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9. ข้อความที่ต้องการส่ง (หลังเข้ารหัส)

จะเห็นว่าการส่งแบบ PDU-Mode มีการเข้ารหัสที่ซับซ้อน เช่นการเข้ารหัสสลับ (nibble swapped) และการเข้ารหัสของชุดข้อความที่จะส่ง โดยการเข้ารหัสแบบสลับ มีลักษณะดังนี้โดยจะทำการ สลับเบอร์โทรศัพท์ที่ติดกันเป็นคู่ๆ และถ้าเหลือเศษจะเติมค่า F เข้าไปก่อนรหัสตัวสุดท้าย เช่น เบอร์โทรศัพท์ คือ 123456789 เมื่อเข้ารหัสสลับแล้วจะกลายเป็น 21436587F9 ส่วนการเข้ารหัสของชุดข้อความ จะต้องทำการแปลงข้อความที่เป็น ASCII มาเป็นเลขฐานสองหลักจากนั้นก็ทำการเข้ารหัส

ส่วนของ SMSC จะเป็นส่วนที่กำหนดเครือข่ายการใช้บริการว่า จะใช้บริการผ่านศูนย์บริการ SMSC ใดๆ โดยจะประกอบด้วยส่วนย่อยๆ ดังนี้

1. ความยาวของเบอร์ศูนย์บริการ SMSC
2. รูปแบบของเบอร์ศูนย์บริการ SMSC (ส่งแบบสากลจะใช้ค่า =0x91)
3. เบอร์ศูนย์บริการ SMSC โดยจะมีการเข้ารหัสแบบสลับ (nibble swapped)

เมื่อผู้รับได้รับ SMS ที่มีการส่งแบบ PDU-Mode รูปแบบของข้อความก็จะอยู่ในลักษณะของ PDU-Mode เราจำเป็นต้องศึกษาถึงรูปแบบของข้อความที่ได้รับดังนี้

ส่วนของ SMSC เป็นส่วนที่กำหนดเครือข่ายการใช้บริการว่าจะใช้บริการผ่านศูนย์บริการ SMSC ใด รูปแบบลักษณะในส่วนนี้จะคล้ายกับการส่ง โดยจะประกอบด้วยส่วนย่อยๆดังนี้ คือข้อความ ที่ได้รับนี้จะประกอบด้วยส่วนสำคัญสองส่วนคือ ส่วนศูนย์บริการ SMSC กับส่วนของชุดข้อความหรือ Transfer Protocol Data Unit (TPDU) โดยทั้งสองส่วนจะมีลักษณะเป็นเลขฐานสิบหก ซึ่งจะเหมือนกัน การส่งแต่ละชุดข้อมูลบางชุดเพิ่มเติมเข้ามาคือ เวลา วันเดือนปี ที่ได้รับข้อความ และเบอร์โทรศัพท์ของผู้ส่ง ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ความยาวของเบอร์ศูนย์บริการ SMSC
2. รูปแบบของเบอร์ศูนย์บริการ SMSC (ส่งแบบสากลจะใช้ค่า = 0x91)
3. เบอร์ศูนย์บริการ SMSC โดยจะมาการเข้ารหัสแบบสลับ (nibble swapped)

ในส่วนของ TPDU ก็จะประกอบด้วยส่วนย่อยๆ ซึ่งจะเป็นตัวกำหนดรูปแบบของ SMS ที่จะส่ง โดยในส่วนนี้จะมีส่วนที่แตกต่างจากการส่งคือเพิ่มเวลา วันเดือนปีที่ได้รับข้อความ และเปลี่ยนจากเบอร์ที่ ต้องการส่งเป็นเบอร์ที่ส่งมา โดยจัดรูปแบบเรียงตามนี้

1. โปรโตคอลพารามิเตอร์ คือ พารามิเตอร์ที่บอกว่าโปรโตคอล (Protocol) ที่ใช้ส่งเป็นแบบใด กรณีส่งแบบ TPDU = 0x01

2. ตัวเลขอ้างข้อความ ในกรณีที่มีข้อความหลายๆข้อความเราสามารถจัดลำดับข้อความโดยใช้ ตัวเลขอ้างข้อความได้ (มีค่าปกติ = 0x00)

3. ความยาวของเบอร์โทรศัพท์มือถือของหมายเลขต้นทาง

4. รูปแบบของเบอร์โทรศัพท์มือถือของหมายเลขต้นทาง ซึ่งจะเป็นตัวบอกลักษณะของเบอร์ โทรศัพท์มือถือที่เราต้องการส่งข้อความไปให้โดย ส่งแบบสากลจะใช้ค่า = 0x91

5. หมายเลขโทรศัพท์มือถือของหมายเลขต้นทางที่ต้องการจะส่ง โดยหมายเลขโทรศัพท์นี้จะมี การเข้ารหัสแบบสลับ (nibble swapped)

6. ตัวแสดงรูปแบบชุดข้อมูล

7. ลักษณะการเข้ารหัสของข้อมูล คือพารามิเตอร์ที่บอกว่าเราจะส่งเป็นภาษาใด (มาตรฐานคือ ระบบ GSM)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

8. เวลาและวันเดือนปีที่ได้รับข้อความ (nibble swapped) เช่น 0x99 0x20 0x21 0x50 0x75 0x03 0x21 จะหมายถึง 12. Feb 1999 05:57:30 GMT +3

9. ความยาวของข้อความที่ต้องการส่ง (ก่อนเข้ารหัส)

10. ข้อความที่ต้องการส่ง (หลังเข้ารหัส)

โดยปกติการส่ง SMS นี้เราสามารถกดส่งจากเครื่องโทรศัพท์มือถือของเราได้ โดยเริ่มจากการ เขียนข้อความ เมื่อข้อความเสร็จแล้วจะมีให้เลือกที่จะส่งไปเบอร์โทรศัพท์หมายเลขใด นอกจากที่เราต้อง กดส่งจากโทรศัพท์มือถือแล้วเรายังสามารถเลือกที่จะส่ง SMS ได้อีกแบบคือ ในเครื่องโทรศัพท์บางรุ่นที่มี อยู่ในปัจจุบันจะมีพอร์ตอนุกรม ซึ่งเราสามารถใช้พอร์ตอนุกรมนี้เป็นตัวเชื่อมต่อระหว่างคอมพิวเตอร์หรือ ไมโครคอนโทรเลอร์ได้พอร์ตอนุกรมที่มีนี้ ทำให้เราง่ายในการส่ง SMS อย่างมาก คือเราไม่จำเป็นต้องกด ปุ่มที่เครื่องโทรศัพท์มือถือเพียงแค่เราส่งชุดคำสั่งเป็นรหัส ASCII เข้าไปทางพอร์ตอนุกรมนี้เราก็สามารถ สั่งงานให้เครื่องโทรศัพท์มือถือส่ง SMS

ตัวอย่างการส่งข้อความ SMS แบบ PDU-Mode

โดยจะทำการส่งข้อความ SMS "hellohello" โดยใช้ PDU-Mode ไปยังหมายเลข "+66 092056208 "

AT+CMGF=0 //เพื่อเลือกโหมดพีดียู

AT+CSMS-0 // เช็คว่ามือถือสนับสนุนการส่ง SMS หรือไม่

AT+CMGS-22 // ต้องการส่งทั้งหมด 22 bytes (ไม่รวมตัวเลข 00 ที่อยู่ข้างหน้าสุด) >0011000A9166295026800000AA0AE8329BFD4697D9EC37 // เมื่อพิมพ์ข้อความครบแล้วกด ctrl +z ส่วนประกอบของข้อมูลที่ส่งอธิบายในตารางที่ 2.4

117470

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.4 ส่วนประกอบของข้อมูลที่ส่ง

กลุ่มตัวเลข 8 บิต (Octet)	รายละเอียด
00	ความยาวของ SMSC Information 00 หมายถึง ให้ใช้ SMSC Information ที่เก็บอยู่ภายในเครื่อง (ปกติเครื่องที่สามารถส่ง SMS ได้จะมีข้อมูล SMSC ภายในเครื่องอยู่แล้ว)
11	First octet of the SMS-SUBMIT message
00	TP-Message-Reference "00" คือให้เครื่องตั้งหมายเลขอ้างอิงข้อความขึ้นเอง
OA	Address-Length ความยาวของเลขหมายผู้รับ (OA hex - 10)
91	Type-of-Address (91 indicates international format of the phone number)
66 29 50 26 80	เลขหมายผู้รับ (แบบ decimal semi-octets) เป็นเลขฐาน 10 สลับ nibble หมายเลขที่แท้จริง คือ +66 092056208
00	TP-P1D (Protocol identifier) เป็น 00
00	TP-DCS (Data coding scheme) เป็น 00
AA	TP-Validity-Period "AA" หมายถึง ช่วงเวลาหมดอายุของข้อความ 4 วัน ถ้าภายในช่วงเวลานี้ ยังส่งไม่ถึงปลายทางข้อความจะถูกยกเลิกโดยอัตโนมัติ
OA	TP-User-Data-Length จำนวนตัวอักษรของข้อความที่ส่ง (10 ตัว)
E8329BFD4697D9EC37	TP-UD ข้อความ "hellohello" ที่เข้ารหัสแล้วจากตัวอักษรแบบ 7 bits เป็นข้อมูล byte ขนาด 8 bits

ถ้าหากเราเชื่อมต่อกับมือถือแล้วทำการอ่านข้อความ SMS ที่อยู่ใน Inbox โดยใช้คำสั่ง AT+CMGR ข้อมูลที่ได้รับจะอยู่ในรูปของสตริงที่ประกอบไปด้วยข้อมูลของผู้ส่ง, ข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SMS Service Center (SMSC), Time Stamp และอื่นๆ ที่จำเป็นและตามด้วยส่วนของข้อความซึ่งจะอยู่ท้ายสุดของสตริง ตัวอย่างสตริงต่อไปนี้ข้อความที่ส่งมาคือ "hellohello" จากมือถืออีกเครื่องหนึ่งข้อมูลสตริงนี้จะอยู่ในรูป ของตัวเลขฐาน 16 และฐาน 10 (ในบางส่วน) โดยจะเรียกตัวเลขแต่ละคู่ว่า Octet ซึ่งมีรายละเอียดดังตารางที่ 2.5

ข้อมูลทั้งหมดในตารางเป็นเลขฐาน 16 ขนาด 8 บิต ยกเว้นหมายเลข Service Center, เลขหมาย ผู้ส่ง, Timestamp จะเป็นเลขฐาน 10 ขนาด 8 บิตสลับหลักเป็นคู่ๆ (สลับ Nibble) ในส่วนของข้อมูลที่เป็น ข้อความนั้นเป็นเลขฐาน 16 ขนาด 8 บิต เช่นกัน โดยข้อมูลนี้จะใช้แสดงข้อความที่ประกอบไปด้วย ตัวอักษรขนาด 7 บิต ซึ่งผ่านการแปลง (เข้ารหัส) ข้อมูลจากตัวอักษรขนาด 7 บิต ให้เป็นเลขฐาน 16 ขนาด 8 บิต มาแล้ว ส่วนวิธีการแปลงจะกล่าวในภายหลัง

ในส่วนของข้อมูลที่เป็นเลขฐาน 10 เช่นเลขหมายผู้ส่งตัวเลขในแต่ละคู่ (1 byte) จะถูกสลับหลัก กัน เช่น เลขหมายจริง "+66 092056208" จะถูกสลับในแต่ละคู่เป็น "66 29 50 26 80" (66 คือ รหัสประเทศ ส่วนเลขหมวดของหมายเลขมือถือจะถูกตัดเลข 0 ออก เช่น 09 จะเหลือแค่ 9 เป็นต้น แล้วจึงนำตัวเลข ทั้งหมดมาต่อกันแล้วสลับคู่) เช่นเดียวกันกับ Time Stamp ข้อมูล "40 30 21 21 94 34 82" ซึ่งมีรูปแบบเป็น "YY/MM/DD HH:MM:SS:ss" หมายถึง ข้อความนี้ส่งเมื่อ "04/03/12 12:49:43:28"

การแปลงตัวอักษรชนิด 7 บิต เป็นข้อมูล 8 บิต (Octet) โดยจากตารางที่ 2.2 ในส่วนของ TPDU จะเป็นส่วนที่เราสามารถใส่รหัสของข้อความที่ต้องการส่ง แต่เนื่องจากเราไม่สามารถนำรหัสของตัวอักษร แบบ 7 บิตใส่ไปได้ โดยตรงจำเป็นต้องผ่านการแปลงให้เป็นรหัสข้อมูลแบบ 8 บิตก่อน โดยตัวอย่าง ต่อไปนี้เป็นการแปลงข้อความ"hellohello" ยาว 10 ตัวอักษรซึ่งแต่ละตัวเป็นอักษรเป็นชนิด 7 บิต ให้เป็น ข้อมูล 8 บิต สำหรับใช้ในการส่ง SMS การแปลงเริ่มจากการนำรหัส 7 บิตของตัวอักษรตัวแรก (h) มาเติม ข้างหน้าด้วย 1 บิต ท้ายสุดของรหัส 7 บิต ของอักษรตัวที่ 2 (e) จะได้ผลลัพธ์ 8 บิต (1 byte) เป็น "E8" ขั้นตอนต่อมาให้เอา 6 บิตที่เหลือของอักษรตัวที่ 2 มาเติมข้างหน้าด้วย 2 บิตท้ายของรหัส 7 บิต ของอักษร ตัวที่ 3 (I) จะได้ผลลัพธ์ 8 บิต เป็น "32" และทำเช่นนี้เรื่อยไปโดยจำนวนบิตที่นำมากระทำจะเพิ่มขึ้นเป็น 3 บิต 4 บิต จนกระทั่งถึง 7 บิต แล้วเริ่มกระบวนการใหม่จนกระทั่งหมดชุดตัวอักษร หลังจากการแปลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อความ "hellohello" จะได้ข้อมูลเป็นเลขฐาน 16 จำนวน 9 ไบต์ เป็น E8 32 9B FD 46 97 D9 EC 37 โดย มีวิธีการแปลงแสดงดังตารางที่ 2.6 โดยที่ตัวอักษรชนิด 7 บิต ถูกกำหนดโดยคู่มือ GSM 03.38 ดังตาราง ที่ 2.7

ตารางที่ 2.5 ส่วนประกอบของสตริงการรับข้อความ SMS

กลุ่มตัวเลข 8 บิต (Octet)	รายละเอียด
06	ความยาวของ SMSC Information 6 Octets (bytes)
91	รูปแบบของเลขหมาย SMSC 91 หมายถึงเลขหมายแบบสากล (international format)
6681 11 8088	เลขหมาย SMSC (แบบ decimal semi-octets) ซึ่งจะเป็นเลขฐาน 10 สลับ nibble ในกรณีนี้เลขหมายจริงของ Service Center คือ+6618110888
04	First octet of this SMS-DELIVER message
OA	ความยาวของเลขหมายผู้ส่ง (OA hex =10)
91	รูปแบบของเลขหมายผู้ส่ง 91 หมายถึง เลขหมายแบบสากล (international format)
66 29 50 26 80	เลขหมายผู้ส่ง (แบบ decimal semi-octets) เป็นเลขฐาน 10 สลับ nibble หมายเลขผู้ส่งที่แท้จริง คือ +6692056208
00	TP-PID (Protocol identifier) ในกรณีนี้คือ 00
00	TP-DCS (Data coding scheme) 00 คือเข้ารหัสข้อความแบบ 7 bits Default Alphabet
403021 21 9434 82	TP-SCTS ข้อมูล Time stamp (แบบ decimal semi-octets) สลับ nibble
OA	TP-UDL User data length จำนวนตัวอักษรของข้อความที่ส่งในที่นี้คือ 10 ตัว
E8329BFD4697D9EC37	TP-UD ข้อความ "hellohello" ที่เข้ารหัสแล้วจากตัวอักษรแบบ 7 bits เป็น ข้อมูล byte ขนาด 8 bits

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.6 วิธีการแปลงตัวอักษรชนิด 7 บิต เป็นข้อมูล 8 บิตข้อความ "hellohello"

h	e	l	l	o	h	e	l	l	o
104	101	108	108	111	104	101	108	108	111
1101000	1100101	1101100	1101100	1101111	1101000	1101000	1101100	1101100	1101111
1101000	110010*1*	1101*100*	1101*100*	110*1111*	11*01000*	1*101000*	*1101100*	1101100	110111*1*
*1*1101000	*00*1100101	*100*11011	*1111*1101	*01000*110	*10010*111	*11011001*	*1*1101100	110111	
E8	32	9B	FD	46	97	D9	EC	37	

ตารางที่ 2.7 The GSM 03.38 Default Character Set

Dec		0	16	32	48	64	80	96	112
	Hex	0	10	20	30	40	50	60	70
0	0	@	A	SP	0	i	P		p
1	1	£		J	1	A	Q	a	q
2	2	s		II	2	B	R	b	r
3	3	¥	r	#	3	c	S	c	s
4	4	e	A	a	4	D	T	d	t
5	5	e	*a*	%	5	E	U	e	u
6	6	u	n	&	6	F	V	*f*	V
7	7	i	¥	1	7	G	W	*g*	w
8	8	0	€	(	8	H	X	h	x
9	9	c	O	)	9	1	Y	i	y

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10	A	LF		*		J	z	j	z
11	B	0	<ESC>	+		K	A	k	ã
12	c	0	***JE***	5	<	L	0	l	õ
13	D	CR	***X***	-		M	N	m	ñ
14	E	A			>	N	O	n	ü
15	F	á	E	/	7	O	§	o	á

2.2.7 การส่ง SMS แบบ Text Mode

การส่งข้อความใน Text Mode นั้นจะเป็นการนำข้อความที่ต้องการส่งมาเข้ารหัสก่อน (โดยตัวเครื่องเอง) แล้วจึงส่งข้อมูลในรูป PDU Mode อีกครั้งหนึ่ง แต่ในบางเครื่องก็ไม่สนับสนุนการส่งแบบ Text Mode ผ่านทาง AT Command แต่หากเป็น PDU Mode จะสามารถส่งได้ เนื่องจากเครื่องจะไม่ต้องทำอาศัยการแปลงข้อมูลอีกชั้น

2.3 คำสั่ง AT Command กับมือถือ

การสื่อสารกับอุปกรณ์สื่อสารต่างๆ เช่น โมเด็มหรืออุปกรณ์ DTE (Data Terminal Equipment) นั้นสามารถใช้ชุดคำสั่งที่เป็นมาตรฐานที่เรียกว่า AT Command ในการติดต่อเพื่อโต้ตอบ ตั้งค่า หรือสั่ง อุปกรณ์เหล่านั้น ให้ทำงานตามที่ต้องการ โดยชุดคำสั่งพื้นฐานจะถูกกำหนดไว้ใน Hayes AT Command ซึ่งบริษัท Hayes เป็นผู้คิดคนชุดคำสั่งนี้ เพื่อใช้กับโมเด็มของตนและต่อมาได้กลายเป็นมาตรฐานสำหรับผู้ผลิตโมเด็มรายอื่นๆ โดยอาจจะมีชุดคำสั่งขยาย (Extended AT Command) เพื่อใช้เป็นการเฉพาะสำหรับ ผู้ผลิตรายนั้นๆ

การติดต่อกับมือถือก็เช่นกันเราสามารถใช้ชุดคำสั่งที่กำหนดไว้ใน GSM AT Command ซึ่งมี คำสั่งเพิ่มเติมที่เหมาะสมสำหรับการใช้งานและควบคุมมือถือและเนื่องจากมีรายละเอียดที่ค่อนข้างมากจึงจะพูดถึงเฉพาะคำสั่งที่จำเป็นสำหรับโครงงานนี้เท่านั้น การเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์กับมือถือนั้น จะทำผ่าน สาย Data Link ซึ่งเป็นการเชื่อมต่อแบบอนุกรมโดยใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมเทอร์มินอลต่างๆ เช่น Hyper Terminal ของ Windows ส่วนความเร็วในการสื่อสารมักจะใช้ 19200 bps

คำสั่ง AT-COMMAND สำหรับ SMS จาก GSM 07.05

AT+CNMI เป็นคำสั่งเลือกสัญญาณข้อความ SMS ใหม่

AT+CSCB เป็นคำสั่งในการเลือกข้อความ Cell Broadcast

AT+CMGF เป็นคำสั่งในการเลือกโหมดของ Message ที่จะส่ง

AT+CSCA เป็นคำสั่งในการดูค่าของ SMS Service Center

AT+CMGL เป็นคำสั่งเรียกอ่าน Message โดยให้แสดงตามชนิดที่ต้องการเรียกดู

AT+CMGR เป็นคำสั่งที่ใช้เรียกอ่าน Message ทีละอันเฉพาะอันที่ต้องการอ่าน

AT+CMGS เป็นคำสั่งที่ใช้ในการส่ง Message ไปยัง Address ที่เลือกไว้

AT+CMSS เป็นคำสั่งที่ใช้ส่ง Message จาก SIM Card ไปยัง Address ที่เลือกไว้

AT+CMGW เป็นคำสั่งสำหรับเขียน Message เก็บไว้ใน SIM Card

AT+CMGD เป็นคำสั่งที่ใช้เลือกลบ Message เก็บไว้ใน SIM Card

AT+CSMS เป็นคำสั่งที่ใช้เลือกบริการข้อความ

AT+CPMS เป็นคำสั่งที่ใช้เลือกหน่วยความจำของ SMS

AT+CMGCSMS เป็นคำสั่งที่ใช้ส่งคำสั่ง SMS

ตารางที่ 2.8 ลักษณะชุดคำสั่งของ AT+CNMI

คำสั่ง	ค่าตอบสนอง
AT+CNMI=?	+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)
AT+CNMI?	+CNMI:<mode>,<mt>,<bm>,<ds>,<bfr>
AT+CNMH<mode>][<mt>] [<bm>][,<ds>][,<bfr>]	OK /ERROR /+CMS ERROR

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ไม่รับ Unsolicited result code ใหม่เมื่อ TA-TE link ถูกจองไว้หรือ ไม่เช่นนั้น ก็ Forward ไปยัง TE โดยตรง

2. เก็บ Unsolicited result code ในบัฟเฟอร์ของ TA เมื่อ TA-TE link ถูกจองไว้แล้วถูกส่งไปยัง TE เมื่อสิ้นสุดการจอง

3. ทำการ Forward ค่า Unsolicited result code ไปที่ TE โดยตรง

<mt> กฎ สำหรับการเก็บ SMS ที่รับเข้ามาขึ้นอยู่กับวิธีการเข้ารหัสของข้อมูล, การตั้งค่า Memory Format และค่านี้

<bm> กฎสำหรับการเก็บ CBMs ที่รับเข้ามาขึ้นอยู่กับวิธีการเข้ารหัสของข้อมูล, การเลือกรูปแบบของ CBM และค่านี้

<ds> 0ไม่มี SMS-STATUS-REPORT ส่งไปยัง TE1 SMS-STATUS-REPORT ส่งไปยัง TE โดยใช้ Unsolicited resultcode +CDS;<length><CR><LF> <PDU> (PDU Mode Enable)02 ถ้า SMS-STATUS-REPORT ส่งไปใน ME/TA สัญญาณของ location ของหน่วยความจำถูกส่งไป TE โดยใช้ Unsolicited result code

<bfr> 1 TAบัฟเฟอร์ของ Unsolicited result code จะถูกจำกัดความในคำสั่งนี้

ตารางที่ 2.9 ลักษณะชุดคำสั่งของ AT+CSCB

คำสั่ง	ค่าตอบสนอง
AT+CSCB-?	+CSCB:(list of supported <mode>s)
AT+CSCB?	+CSCB:<mode>,<mids>,<dcss>
AT+CSCB=[<mode>[,<mids> [,<dcss>]	OK/ERROR

<mode> 0 รับข้อความ

1 ไม่รับข้อความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<mids> ค่า CBM message IDs: รูปแบบสตริง

<dcss> ค่า CBM data coding

ตารางที่ 2.10 ลักษณะชุดคำสั่งของ AT+CMGF

คำสั่ง	ค่าตอบสนอง
AT+CMGF-?	+CMGF: (list of supported <mode>s)
AT+CMGF?	+CMGF:<mode>
AT+CMGF- [<mode>]	OK/ERROR

<mode> 0 เป็น PDU-Mode

1 เป็น Text-Mode

ตารางที่ 2.11 ลักษณะชุดคำสั่งของ AT+CSCA

คำสั่ง	ค่าตอบสนอง
AT+CSCA=?	OK
AT+CSCA?	+CSCA:<sca>,<tosca>
AT+C SC A=<sca>[,<tosca>]	OK/ERROR

<sca> Service-center address in string format

<tosca> Service-center address format

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.12 ลักษณะชุดคำสั่งของ AT+CMGL

คำสั่ง	ค่าตอบสนอง
AT+CMGL=?	+CMGL: (list of supported <stat>s)
AT+CMGL=[<stat>]	If PDU mode (+CMGF-0) +CMGL:<index>,<stat>,[<alpha>] ,<length><CR> <LF><pdu><CR><LF>

<stat> ตัวบอกสถานะของข้อความที่อยู่ใน SIM Card

0 Messages ที่ได้รับมาแล้วยังไม่ได้อ่าน

1 Messages ที่ได้รับมาแล้วอ่านแล้ว

2 Messages ที่เก็บไว้สำหรับส่งแต่ยังไม่ได้ส่ง

3 Messages ที่ส่งไปแล้ว

4 Messages ทุกชนิด

<index> ตัวบอกตำแหน่งที่เราต้องการเลือกว่าเป็นข้อความที่เท่าไรใน SIM Card

<length> ความยาวของ TPDU โดยจะนับแบบ octets

<pdu> ข้อความที่เป็นส่วนของ SMSC รวมกับ TPDU

ตารางที่ 2.13 ลักษณะชุดคำสั่งของ AT+CMGR

คำสั่ง	ค่าตอบสนอง
AT+CMGR-?	OK
AT+CMGR=<index>	If PDU mode (+CMGF-0) +CMGR:<stat>,[<alpha>] <length><CR><LF><pdu>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<stat> ตัวบอกสถานะของข้อความที่อยู่ใน SIM Card

0 Messages ที่ได้รับมาแล้วยังไม่ได้อ่าน

1 Messages ที่ได้รับมาแล้วอ่านแล้ว

2 Messages ที่เก็บไว้สำหรับส่งแต่ยังไม่ได้ส่ง

3 Messages ที่ส่งไปแล้ว

4 Messages ทุกชนิด

ตารางที่2.14 ลักษณะชุดคำสั่งของ AT+CMGS

คำสั่ง	ค่าตอบสนอง
AT+CMGS-?	OK
If PDU mode (+CMGF=0) AT+CMGS-<length><CR>PDU is given <ctrl- Z/ESC>	If sending is successful: . +CMGS:<mr> If sending is not successful: +CMS ERROR:<err>

<length> ความยาวของ TPDU โดยจะนับแบบ octets

<pdu> ข้อความที่เป็นส่วนของ SMSC รวมกับ TPDU

<mr> จำนวนครั้งที่เราส่ง SMS หรือตัวอ้างอิงข้อความ

ตารางที่ 2.15 ลักษณะชุดคำสั่งของ AT+CMSS

คำสั่ง	ค่าตอบสนอง
AT+CMSS=?	OK
AT+CMSS=<index>[,<da>[,<toda>]]	If sending is successful: +CMSS:<mr> If sending is not successful: +CMS ERROR:<err>

<index> ตัวบอกตำแหน่งที่เราต้องการเลือกว่าเป็นข้อความที่เท่าไรใน SIM Card

<da> เป็นหมายเลขโทรศัพท์ที่เราต้องการส่ง SMS โดยจะอยู่ในรูป "หมายเลข" ซึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อยู่ในรหัส ASCII

<toda> เป็นหมายเลขโทรศัพท์ที่เราต้องการส่ง SMS โดยจะอยู่ในรูป "+รหัสประเทศตามด้วยหมายเลข" ซึ่งอยู่ในรูปตัวเลข

ตารางที่ 2.16 ลักษณะชุดคำสั่งของ AH CMGW

คำสั่ง	ค่าตอบสนอง
AT+CMGW=7	OK
If PDU mode (+CMGF=0) AT+CMGW=<length>[<stat>]<CR>PDU is given <ctrl-Z/ESC>	+CMGW:<index> +CMS ERROR:<err>

<stat> ตัวบอกสถานะของข้อความที่อยู่ใน SIM Card
0 Messages ที่ได้รับมาแล้วยังไม่ได้อ่าน
1 Messages ที่ได้รับมาแล้วอ่านแล้ว
2 Messages ที่เก็บไว้สำหรับส่งแต่ยังไม่ได้ส่ง
3 Messages ที่ส่งไปแล้ว
4 Messages ทุกชนิด

<index> ตัวบอกตำแหน่งที่เราต้องการเลือกว่าเป็นข้อความที่เท่าไรใน SIM Card

<length> ความยาวของ TPDU โดยจะนับแบบ octets

<pdu> ข้อความที่เป็นส่วนของ SMSC รวมกับ TPDU

ตารางที่ 2.17 ลักษณะชุดคำสั่งของ AH CMGD

คำสั่ง	ค่าตอบสนอง
AT+CMGD=?	OK
AT+CMGD=<index>	OK/+ERROR/+CMS ERROR

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<index> ตัวบอกตำแหน่งที่เราต้องการเลือกว่าเป็นข้อความที่เท่าไรใน SIM Card

ตารางที่ 2.18 ลักษณะชุดคำสั่งของ AT+CSMS

คำสั่ง	ค่าตอบสนอง
AT+CSMS=?	+CSMS: (list of supported <service>s)
AT+CSMS?	+CSMS:<service> ,<mt> ,<mo>,<bm>,
AT+CSMS=[<service>]	+CSMS:<mt>,<mo> ,<bm> OK/ERROR/+CMS ERROR

<service>0 GSM 3.40 และ 3.41

<mt> 1 รองรับรูปแบบ Mobile Terminate Massage

0 ไม่รองรับรูปแบบ Mobile Terminate Massage

<mo> 1 รองรับรูปแบบ Mobile Originate Massage

0 ไม่รองรับรูปแบบ Mobile Originate Massage

<bm> 1 รองรับรูปแบบ Broadcast Type Massage

0 ไม่รองรับรูปแบบ Broadcast Type Massage

ตารางที่ 2.19 ลักษณะชุดคำสั่งของ AT+CPMS

คำสั่ง	ค่าตอบสนอง
AT+CPMS=?	+CPMS: (list of supported <mem1>s),(list of supported <mem2>s),(list of supported <mem3>s)
AT+CPMS?	+CPMS:<mem1>,<use1>,<total1>,<mem2>,<use2>,<total2>, <mem3>,<use3>,<total3>,
AT+CPMS=<mem1>[,<mem2>, [<mem3>]]	+CPMS:<use1>, <total1>,<use2>,<total2>,<use3> ,<total3> OK/ERROR/+CMS ERROR

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<mem1> ส่วนความจำสำหรับอ่านและลบข้อความ

<mem2> ส่วนความจำสำหรับเขียนและส่งข้อความ

<mem3> ส่วนความจำสำหรับข้อความที่รับมาเก็บไว้

<memx> ส่วนความจำสำหรับอ่านและลบข้อความ

<usex> จำนวนข้อความที่เก็บอยู่ใน <memx>

<totalx> จำนวนข้อความทั้งหมดที่สามารถเก็บได้ใน <memx>

ตารางที่ 2.20 ลักษณะชุดคำสั่งของ AT+CMGC

คำสั่ง	ค่าตอบสนอง
AT+CMGC=?	OK
If PDU mode (+CMGF=0) AT+CMGC=<length><CR>PDU is given <ctrl-Z/ESC>	If sending is successful: +CMGC:<mr> If sending is not successful: +CMS ERROR:<err>

<length> ความยาวของ TPDU โดยจะนับแบบ octets

<pdu> ข้อความที่เป็นส่วนของ SMSC รวมกับ TPDU

<mr> จำนวนครั้งที่เราส่ง SMS หรือตัวอ้างอิงข้อความ

2.4 ภาษาซี

ภาษาซี (C) เป็นภาษาโปรแกรมบนคอมพิวเตอร์ที่มีวัตถุประสงค์ทั่วไป พัฒนาขึ้นเมื่อ พ.ศ. 2515 (ค.ศ. 1972) โดย เดนนิสริตชี ที่เบลล์เทเลโฟนแลบอลาทอรีส์ (Bell Telephone Laboratories) เกิดขึ้นเพื่อสร้างระบบปฏิบัติการยูนิกซ์ในขณะนั้น

นอกจากภาษาซีออกแบบขึ้นมาเพื่อสร้างซอฟต์แวร์ระบบแล้ว ภาษาซียังสามารถใช้อย่างแพร่หลายเพื่อพัฒนาซอฟต์แวร์ประยุกต์ที่เคลื่อนย้าย (portable) ไปบนระบบอื่นได้อีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาษาซีเป็นภาษาโปรแกรมหนึ่งที่ได้รับความนิยมมากที่สุดตลอดกาล มีสถาปัตยกรรมคอมพิวเตอร์เพียงส่วนน้อยเท่านั้นที่ไม่มีตัวแปลโปรแกรมของภาษาซี ภาษาซีมีอิทธิพลอย่างมากต่อภาษาโปรแกรมที่นิยมอื่น ๆ ที่เด่นชัดที่สุดก็คือภาษาซีพลัสพลัส ซึ่งเดิมเป็นส่วนขยายของภาษาซี

2.4.1 การออกแบบ

ภาษาซีเป็นภาษาเขียนโปรแกรมระบบเชิง คำสั่ง (หรือเชิงกระบวนงาน) ถูกออกแบบขึ้นเพื่อใช้แปลด้วยตัวแปลโปรแกรมแบบการเชื่อมโยงที่ตรงไปตรงมา สามารถเข้าถึงหน่วยความจำในระดับล่าง เพื่อสร้างภาษาที่จับคู่อย่างมีประสิทธิภาพกับชุดคำสั่งเครื่อง และแทบไม่ต้องการสนับสนุนใด ๆ ขณะทำงาน ภาษาซีจึงเป็นประโยชน์สำหรับหลายโปรแกรมที่ก่อนหน้านี้เคยเขียนในภาษาแอสเซมบลีมาก่อน

หากไม่คำนึงถึงความสามารถในระดับล่าง ภาษานี้ถูกออกแบบขึ้นเพื่อส่งเสริมการเขียนโปรแกรมที่ไม่ขึ้นอยู่กับเครื่องใดเครื่องหนึ่ง (machine-independent) โปรแกรมภาษาซีที่เขียนขึ้นตามมาตรฐานและเคลื่อนย้ายได้สามารถแปลได้บนแพลตฟอร์มคอมพิวเตอร์และระบบปฏิบัติการต่าง ๆ อย่างกว้างขวาง โดยแก้ไขรหัสต้นฉบับเพียงเล็กน้อยหรือไม่ต้องแก้ไขเลย ภาษานี้สามารถใช้ได้บนแพลตฟอร์มได้หลากหลายตั้งแต่ไมโครคอนโทรลเลอร์ฝังตัวไปจนถึงซูเปอร์คอมพิวเตอร์

การออกแบบของภาษาซีถูกผูกมัดอยู่กับจุดประสงค์การใช้คือเป็นภาษาเขียนโปรแกรมระบบที่เคลื่อนย้ายได้ ภาษาซีจึงจัดเตรียมการเข้าถึงวัตถุใดๆ ที่สามารถระบุตำแหน่งได้โดยตรงและง่ายดาย (ตัวอย่างเช่น รีจิสเตอร์ควบคุมอุปกรณ์ซึ่งจับคู่อยู่กับหน่วยความจำ) และนิพจน์ในรหัสต้นฉบับสามารถแปลอย่างตรงไปตรงมาตามพฤติกรรมเป็นคำสั่ง เครื่องดั้งเดิมที่ทำงานได้ ตัวแปลภาษาซีรุ่นก่อนบางตัวทำงานได้บนหน่วยประมวลผลพีดีพี-11 ซึ่งมีบิตอ้างตำแหน่งเพียง 16 บิตได้อย่างสบาย ตัวแปลภาษาซี เช่นแอซเท็กซี (Aztec C) สำหรับแพลตฟอร์ม 8 บิตทั่วไปก็สามารถทำงานได้เช่นกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.2 ลักษณะเฉพาะ

ภาษาซีมีสิ่งอำนวยสำหรับการเขียนโปรแกรมเชิงโครงสร้างและสามารถกำหนดขอบข่ายตัวแปรและเรียกซ้ำ เช่นเดียวกับภาษาโปรแกรมเชิงคำสั่งส่วนใหญ่ในสายตระกูลภาษาอัลกอล ในขณะที่ระบบชนิดตัวแปรแบบอพลวัตช่วยป้องกันการดำเนินการที่ไม่ได้ตั้งใจ รหัสที่ทำงานได้ทั้งหมดในภาษาซีถูกบรรจุอยู่ในฟังก์ชัน พารามิเตอร์ของฟังก์ชันส่งผ่านด้วยค่าของตัวแปรเสมอ ส่วนการส่งผ่านด้วยการอ้างอิงจะถูกจำลองขึ้นโดยการส่งผ่านค่าตัวชี้ชนิดข้อมูลรวมแบบแตกต่าง (struct) ช่วยให้สมาชิกข้อมูลที่เกี่ยวข้องกันสามารถรวมกันและจัดการได้ในหน่วยเดียว รหัสต้นฉบับของภาษาซีเป็นรูปแบบอิสระ ซึ่งใช้อัฒภาค (;) เป็นตัวจบคำสั่ง (มิใช่ตัวแบ่ง)

ภาษาซียังมีลักษณะเฉพาะต่อไปนี้เพิ่มเติม

1. ตัวแปรอาจถูกซ่อนในบล็อกซ้อนใน
2. ชนิดตัวแปรไม่เคร่งครัด เช่นข้อมูลตัวอักษรสามารถใช้เป็นจำนวนเต็ม
3. เข้าถึงหน่วยความจำคอมพิวเตอร์ในระดับต่ำโดยแปลงที่อยู่ในเครื่องด้วยชนิดตัวแปรตัวชี้ (pointer)
4. ฟังก์ชันและตัวชี้ข้อมูลรองรับการทำงานในภาวะหลายรูปแบบ (polymorphism)
5. การกำหนดดัชนีแถวลำดับสามารถทำได้ด้วยวิธีรอง คือนิยามในพจน์ของเลขคณิตของตัวชี้
6. ตัวประมวลผลก่อนสำหรับการนิยามแมโคร การรวมไฟล์รหัสต้นฉบับ และการแปลโปรแกรมแบบมีเงื่อนไข
7. ความสามารถที่ซับซ้อนเช่น ไอ/โอ การจัดการสายอักขระ และฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์ รวมอยู่ในไลบรารี
8. คำหลักที่สงวนไว้มีจำนวนค่อนข้างน้อย
9. ตัวดำเนินการแบบประสมจำนวนมาก อาทิ +=, -=, *=, ++ ฯลฯ
10. โครงสร้างการเขียน คล้ายภาษาบีมากกว่าภาษาอัลกอล ตัวอย่างเช่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ใช้วงเล็บปีกกา { ... } แทนที่จะเป็น begin ... end ในภาษาอัลกอล 60 หรือวงเล็บโค้ง (...) ในภาษาอัลกอล 68
- เท่ากับ = ใช้สำหรับกำหนดค่า (คัดลอกข้อมูล) เหมือนภาษาฟอร์แทรน แทนที่จะเป็น := ในภาษาอัลกอล
- เท่ากับสองตัว == ใช้สำหรับเปรียบเทียบความเท่ากัน แทนที่จะเป็น .EQ. ในภาษาฟอร์แทรนหรือ = ในภาษาเบสิกและภาษาอัลกอล
- ตรรกะ "และ" กับ "หรือ" แทนด้วย && กับ || ตามลำดับ แทนที่จะเป็นตัวดำเนินการ $\wedge$ กับ $\vee$ ในภาษาอัลกอล แต่ตัวดำเนินการดังกล่าวจะไม่ประเมินค่าตัวถูกดำเนินการทางขวา ถ้าหากผลลัพธ์จากทางซ้ายสามารถพิจารณาได้แล้ว เหตุการณ์เช่นนี้เรียกว่าการประเมินค่าแบบลัดวงจร (short-circuit evaluation) และตัวดำเนินการดังกล่าวก็มีความหมายต่างจากตัวดำเนินการระดับบิต

2.4.3 การใช้งาน

การเขียนโปรแกรมระบบเป็นการใช้งานหลักของภาษาซีซึ่งรวมไปถึงการพัฒนาระบบปฏิบัติการและโปรแกรมประยุกต์ระบบฝังตัว เนื่องจากลักษณะเฉพาะอันเป็นที่ต้องการถูกรวมเข้าไว้ด้วยกัน อย่างเช่น ความสามารถในเคลื่อนย้ายได้กับประสิทธิภาพของรหัสต้นฉบับ ความสามารถในการเข้าถึงที่อยู่ของฮาร์ดแวร์ที่ระบุ ความสามารถเรื่อง type punning เพื่อให้เข้ากับความต้องการการเข้าถึงข้อมูลที่กำหนดไว้จากภายนอก และความต้องการทรัพยากรระบบขณะทำงานต่ำ ภาษาซีสามารถใช้เขียนโปรแกรมเว็บไซต์โดยใช้ซีจีไอเป็น "เกตเวย์" เพื่อแลกเปลี่ยนสารสนเทศระหว่างเว็บแอปพลิเคชัน เซิร์ฟเวอร์ และเบราว์เซอร์ ปัจจัยบางอย่างที่ทำให้เลือกภาษาซีแทนที่จะเป็นภาษาอินเทอร์พรีตเตอร์ คือความเร็ว เสถียรภาพ และความอ่อนไหวต่อการเปลี่ยนแปลงในสภาพแวดล้อมของการดำเนินงาน เนื่องจากเป็นธรรมชาติของภาษาคอมไพเลอร์

ผลจากการยอมรับในระดับกว้างขวางและประสิทธิภาพของภาษาซีทำให้ตัวแปลโปรแกรม ตัวแปลคำสั่ง ไลบรารีต่าง ๆ ของภาษาอื่น มักพัฒนาขึ้นด้วยภาษาซี ตัวอย่างเช่น ตัวแปลโปรแกรมภาษาไอเฟลหลายโปรแกรมส่งข้อมูลออกเป็นรหัสภาษาซีเป็นภาษากลาง เพื่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่งต่อให้ตัวแปลโปรแกรมภาษาซีต่อไป การพัฒนาสายหลักของภาษาไพทอน ภาษาเพิร์ล 5 และภาษาพีเอชพี ทั้งหมดถูกเขียนขึ้นด้วยภาษาซี

ภาษาซีมีประสิทธิภาพสำหรับคอมพิวเตอร์เพื่องานคำนวณและวิทยาศาสตร์ เนื่องจากความสิ้นเปลืองต่ำ ธรรมชาติของภาษาระดับต่ำ ธรรมชาติของภาษาที่ถูกแปล และมีส่วนคณิตศาสตร์ที่ดีในไลบรารีมาตรฐาน ตัวอย่างของการใช้ภาษาซีในงานคำนวณและวิทยาศาสตร์ เช่นจีเอ็มพี ไลบรารีวิทยาศาสตร์ของกนู แมทเทอแมติกา แมตแล็บ และแซสภาษาซีบางครั้งใช้เป็นภาษาระหว่างกลางใน การทำให้เกิดผลของภาษาอื่น แนวคิดนี้อาจใช้เพื่อความสะดวกต่อการเคลื่อนย้าย โดยให้ภาษาซีเป็นภาษาระหว่างกลาง ซึ่งไม่จำเป็นต้องพัฒนาตัวสร้างรหัสแบบเจาะจงเครื่อง ตัวแปลโปรแกรมที่ใช้ภาษาซีในทางนี้เช่น บิตซี แกมบิต จีเอชซี สควีก และวาลา เป็นต้น อย่างไรก็ตามภาษาซีถูกออกแบบมาเพื่อเป็นภาษาเขียนโปรแกรม ไม่ใช่ภาษาเป้าหมายของตัวแปลโปรแกรม จึงเหมาะสมน้อยกว่าสำหรับการใช้เป็นภาษาระหว่างกลาง ด้วยเหตุผลนี้นำไปสู่การพัฒนาภาษาระหว่างกลางที่มีพื้นฐานบนภาษาซีเช่น ภาษาซีไมนัสไมนัส

ผู้ใช้ขั้นปลายใช้ ภาษาซีอย่างแพร่หลายเพื่อสร้างแอปพลิเคชั่นของผู้ใช้เอง แต่เมื่อแอปพลิเคชั่นใหญ่ขึ้นการพัฒนาเช่นนั้นมักจะย้ายไปทำในภาษาอื่นที่พัฒนามาด้วยกัน เช่น ภาษาซีพลัสพลัส ภาษาซีชาร์ป ภาษาวิชวลเบสิก เป็นต้น

2.5 ไมโครคอนโทรลเลอร์

2.5.1 คุณลักษณะพื้นฐานของ MCS-51

คุณสมบัติของไมโครคอนโทรลเลอร์ ตระกูล MCS-51 อนุกรม AT89XXX

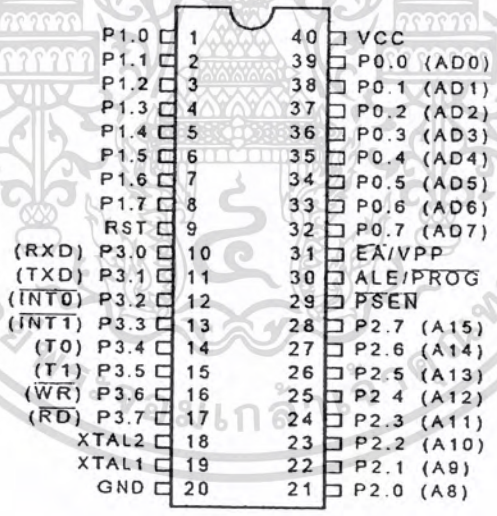
1. เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ใช้ซีพียูขนาด 8 บิต
2. ภายในมีหน่วยความจำโปรแกรมเป็นแบบแฟลช สามารถลบและเขียนใหม่ได้
3. หน่วยความจำข้อมูลพื้นฐานเป็นหน่วยความจำแบบแรม ในบางเบอร์จะมีหน่วยความจำ แบบอีพรอมเพิ่มเติม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ขาพอร์ตเป็นแบบสองทิศทาง สามารถใช้งานเป็นได้ทั้งอินพุตและเอาต์พุต
5. มีวงจรสื่อสารอนุกรมแบบฟูลดูเพล็กซ์
6. ไทเมอร์/เคาน์เตอร์ขนาด 16 บิต อย่างน้อย 2 ตัว
7. สามารถรองรับแหล่งกำเนิดอินเตอร์รัพต์ได้ 6 ประเภท
8. สามารถขยายหน่วยความจำภายนอกเพิ่มเติมได้สูงสุด 64 กิโลไบต์
9. มีวงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกาอยู่ภายในชิพ

2.5.2.1 ลักษณะการจัดขาของ MCS-51

ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ทุกเบอร์จะมีสถาปัตยกรรมและขาใช้งานพื้นฐานเหมือนกัน ดัง แสดงในรูปที่ 2.3 โดยมีรายละเอียดขั้นต้นดังนี้



รูปที่ 2.3 การจัดขามาตรฐานของไมโครคอนโทรลเลอร์MCS-51 ในอนุกรม AT89C5X

ขา Vcc ใช้สำหรับต่อไฟเลี้ยง +5V

ขา GND เป็นขากราวด์ สำหรับต่อกับกราวด์ของระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขาพอร์ต 0 (P0.0-P0.7) มีขา 8 ขา สามารถกำหนดให้เป็นได้ทั้งอินพุตและเอาต์พุต สำหรับใช้งาน ทั่วไป ถ้าหากต้องการกำหนดให้ขาพอร์ต 0 ขาใดขาหนึ่งเป็นอินพุต สามารถทำได้ โดยการเขียนข้อมูล "1" ไปยังแต่ละบิตของพอร์ตที่ต้องการติดต่อด้วย ส่งผลให้ขาพอร์ตนั้นมี สถานะปล่อยลอย (float) จึงมีอินพุต อิมพิแดนซ์สูง สามารถใช้งานเป็นขาพอร์ตอินพุตได้ นอกจากนั้นขาพอร์ตนี้ยังถูกใช้งานในการติดต่อกับ ขาแอดเดรสไบต์ต่ำของหน่วยความจำ ภายนอก (A0-A7) และขาข้อมูล (D0-D7) โดยใช้กระบวนการ มัลติเพล็กซ์เข้าช่วย เพื่อสลับการ ทำงานเป็นได้ทั้งขาติดต่อแอดเดรส และขาข้อมูล

ขาพอร์ต 1 (P1.0-P1.7) มีขา 8 ขา แต่ละขาสามารถกำหนดให้เป็นทั้งอินพุตและ เอาต์พุตสำหรับ ใช้งานทั่วไป ถ้าหากต้องการกำหนดให้ขาพอร์ตใดเป็นอินพุต สามารถทำได้โดย การเขียนข้อมูล "1" ไปยัง แต่ละบิตของพอร์ตที่ต้องการติดต่อด้วย

ขาพอร์ต 2 (P2.0-P2.7) มีขา 8 ขา แต่ละขาสามารถกำหนดให้เป็นได้ทั้งอินพุตและ เอาต์พุต สำหรับใช้งานทั่วไป ถ้าหากต้องการกำหนดให้ขาพอร์ตใดเป็นอินพุตสามารถทำได้โดย การเขียนข้อมูล "1" ไปยังแต่ละบิตของพอร์ตที่ต้องการติดต่อด้วย ส่งผลให้ขาพอร์ตนั้นมีสถานะ ปล่อยลอย (float) จึงมี อินพุตอิมพีแดนซ์สูง สามารถใช้งานเป็นขาพอร์ตอินพุตได้ นอกจากนั้นขา พอร์ตนี้ยังถูกใช้งานในการ ติดต่อกับขาแอดเดรสไบต์สูงของหน่วยความจำภายนอก (A8-A15)

ขาพอร์ต 3 (P3.0-P3.7) มี 8 ขา แต่ละขาสามารถกำหนดให้เป็นได้ทั้งอินพุตและ เอาต์พุตสำหรับ ใช้งานทั่วไป ถ้าหากต้องการกำหนดให้ขาพอร์ตใดเป็นอินพุตสามารถทำได้โดย การเขียนข้อมูล "1" ไปยัง แต่ละบิตของพอร์ตที่ต้องการติดต่อด้วย ส่งผลให้ขาพอร์ตนั้นมีสถานะ ปล่อยลอย (float) จึงมีอินพุต อิมพีแดนซ์สูง สามารถใช้งานเป็นขาพอร์ตอินพุตได้ นอกจากนั้นขา พอร์ต 3 ยังเป็นขาที่มีหน้าที่การใช้ งานพิเศษ ดังมีรายละเอียดขั้นตอนต่อไปนี้

P3.0 ใช้เป็นขาอินพุตสำหรับรับข้อมูลจากการสื่อสารแบบอนุกรม หรือขา RxD
P3.1 ใช้เป็นขาอินพุตสำหรับรับข้อมูลจากการสื่อสารแบบอนุกรม หรือขา TxD
P3.2 ใช้เป็นขาอินพุตรับสัญญาณอินเตอร์รัพต์จากภายนอกช่อง 0 หรือขา INTO
P3.3 ใช้เป็นขาอินพุตรับสัญญาณอินเตอร์รัพต์จากภายนอกช่อง 1 หรือขา INT1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

P3.4 ใช้เป็นขาอินพุตสำหรับรับสัญญาณไทเมอร์จากภายนอกช่อง 0 หรือขา TO
P3.5 ใช้เป็นขาอินพุตสำหรับรับสัญญาณไทเมอร์จากภายนอกช่อง 1 หรือขา T1
P3.6 ใช้เป็นขาสัญญาณ WR ในกรณีที่ใช้เชื่อมต่อกับหน่วยความจำภายนอก
P3.7 ใช้เป็นขาสัญญาณ RD ในกรณีที่ใช้เชื่อมต่อกับหน่วยความจำภายนอก

ขารีเซต (Reset) ใช้ในการรีเซ็ทการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยใช้การป้อนสัญญาณ เพื่อรีเซ็ทสถานะที่ขานี้ต้องอยู่ในระดับรีเซ็ทอย่างน้อย 2 แมชชีนไซเคิล โดยที่วงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกา ยังคงทำงานต่อเนื่องไปอย่างเป็นปกติ

ขา ALE /PROG (Address Latch Enable/Program pulse input) เป็นขาที่ใช้ในการควบคุมการ แลตช์ของขาพอร์ต 0 เมื่อมีการใช้งานหน่วยความจำภายนอก นอกจากนั้นขานี้ยังใช้เป็นขาสำหรับรับพัลส์ของการโปรแกรมสำหรับโปรแกรมข้อมูลลงในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ในรุ่นที่มีหน่วยความจำ โปรแกรมเป็นแบบอีพรอม

ขา PSEN (Program Store Enable) ขานี้ใช้ในการส่งสัญญาณเพื่อร้องขอติดต่อกับหน่วยความจำ โปรแกรมภายนอก เมื่อไมโครคอนโทรลเลอร์ต้องการอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก ตัวไมโครคอนโทรลเลอร์จะส่งสัญญาณออกมาที่ขานี้ 2 ครั้งในแต่ละแมชชีนไซเคิล แต่ถ้าหากติดต่อกับ หน่วยความจำข้อมูลภายนอกขานี้จะไม่มีการส่งสัญญาณใดๆออกมา

ขา EA/Vpp (External Access enable/Programming voltage input) ใช้สำหรับเลือกการติดต่อ หน่วยความจำโปรแกรมจากภายนอกหรือภายในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ ถ้าหากขานี้เป็น "0" เป็นการ เลือกให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ติดต่อกับหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก แต่ถ้าหากขานี้เป็น "1" เป็นการ เลือกให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ติดต่อกับหน่วยความจำภายในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ นอกจากนี้ที่ขานี้ ยังใช้เป็นขาอินพุตสำหรับรับแรงดันไฟสูงสำหรับการโปรแกรมหน่วยความจำภายในไมโครคอนโทรล - เลอร์ สำหรับไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลชต้องการแรงดันสำหรับการโปรแกรม +5V

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขา XTAL1 และ XTAL2 เป็นขาสำหรับต่อคริสตัลเพื่อสร้างสัญญาณนาฬิกาในการกำหนด จังหวะการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์

2.5.3 พอร์ตอินพุตและพอร์ตเอาต์พุต

พอร์ตคือแอดเดรสหนึ่งที่ได้รับการกำหนดไว้เพื่อการโอนย้ายข้อมูลระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์กับอุปกรณ์ภายนอกการกำหนดประเภทของการติดต่อขึ้นอยู่กับทิศทางการไหล ของข้อมูล เมื่อพิจารณาจากไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นหลัก จากรูปที่ 2.5 (a) เป็นการใช้ ไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นเอาต์พุตพอร์ต และจากรูป 2.5 (b) เป็นการใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นอินทุกพอร์ต

รูปที่ 2.4 การใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นอินพุตและเอาต์พุตพอร์ต

2.5.3.1 การใช้งานพอร์ตเป็นอินพุต

การใช้งานพอร์ตเป็นการอินพุตข้อมูลจะต้องเริ่มต้นด้วยการส่งข้อมูลที่มีค่าเป็น 1 ออกมาทางบิต ของพอร์ตสั้นก่อนเป็นอันดับแรก เพื่อหยุดการทำงานของทรานซิสเตอร์ที่ทำหน้าที่ขับสัญญาณเอาต์พุต ของบิตนั้น ทำให้ขาสัญญาณของบิตถูกต่อเข้ากับตัวต้านทานซึ่งทำหน้าที่ Pull-up ภายในซึ่งมีผลทำให้ บิตนั้นของพอร์ต 1, 2 และ 3 เป็นสภาวะลอจิกสูง ตัวต้านทานนี้มีค่าประมาณ 50 k ohm ซึ่งเป็นค่าที่สูงมาก และทำให้อุปกรณ์ภายนอกสามารถขับสัญญาณของพอร์ตเหล่านี้เป็นลอจิกต่ำได้ง่าย สำหรับบิตของพอร์ต 0 นั้นแม้ว่าจะมีหลักการทำงานที่คล้ายคลึงกันกับบิตของพอร์ตอื่นๆ แต่เนื่องจากไม่มีตัวต้านทานซึ่งทำ หน้าที่ Pull-up

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภายในไว้ ทำให้เมื่อทรานซิสเตอร์ที่ทำหน้าที่ขับสัญญาณเอาต์พุตนั้นหยุดการทำงาน ก็จะเป็นผลให้สัญญาณนี้อยู่ในสภาวะอิมพีแดนซ์สูงแทน

2.5.3.2 การใช้งานพอร์ตเป็นเอาต์พุต

เมื่อมีการส่งข้อมูลที่มีค่าเป็น 0 ให้กับแต่ละบิตของพอร์ตทุกพอร์ต ข้อมูลนี้จะถูกส่งให้กับ ฟลิปฟลอปซึ่งจะค้างค่านี้ไว้ และมีผลทำให้ทรานซิสเตอร์ที่ทำหน้าที่ขับสัญญาณเอาต์พุตนั้นทำงานดังนั้น ขาสัญญาณก็จะมีสภาวะลอจิกเป็นลอจิกต่ำด้วย

ส่วนการส่งข้อมูลที่มีค่าเป็น 1 ออกมานั้น ในกรณีที่เป็นการทำงานในแต่ละบิตของพอร์ต 1, 2 หรือ 3 จะทำให้ทรานซิสเตอร์ที่ทำหน้าที่ขับสัญญาณเอาต์พุตนั้นหยุดทำงาน มีผลทำให้ขาของสัญญาณ เป็นลอจิกสูงด้วยตัวต้านทานที่ Pull-up อยู่ภายในนั้น แต่สำหรับการใช้งานในแต่ละบิตทางพอร์ต 0 นั้นจะ มีผลแตกต่างออกไป โดยขาสัญญาณจะมีสภาวะอิมพีแดนซ์สูงแทน เนื่องจากไม่มีตัวต้านทานภายใน เชื่อมต่ออยู่นั้นเอง ดังนั้นการใช้งานพอร์ต 0 เป็นการนำข้อมูลออกทางเอาต์พุต จึงจำเป็นต้องใช้ตัว ต้านทานภายนอก Pull-up สัญญาณไว้กับลอจิกสูงแทน

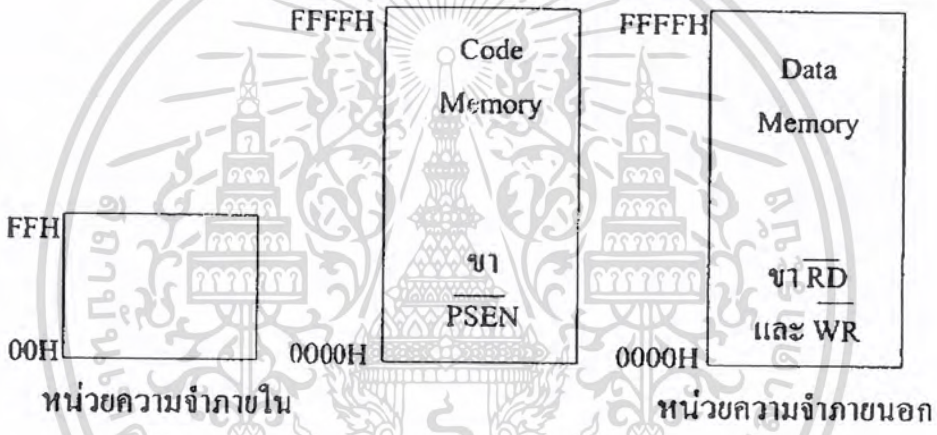
2.5.4 หน่วยความจำโปรแกรมของ MCS-51

หน่วยความจำโปรแกรม (Program Memory) มีไว้เพื่อบรรจุคำสั่งหรือโปรแกรมที่ผู้ใช้พัฒนาขึ้น จัดเก็บไว้ในหน่วยความจำ โดยอาจจะประกอบอยู่ภายในตัวของไอซี 89C51 เอง หรือเป็นไอซี หน่วยความจำ EPROM หรือ ROM แยกออกต่างหากได้ ในกรณีหลังจำเป็นตองมีการใช้พอร์ตอินพุต เอาต์พุต ทำหน้าที่เป็นบัสแอดเดรส และบัสข้อมูลเพื่อให้สามารถติดต่อกับหน่วยความจำมาตรฐานทั่วไปได้

หน่วยความจำโปรแกรมของ 89C51 เป็นบริเวณหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลและคำสั่งใช้งาน ต่างๆ ซึ่งแม้ว่าจะไม่มีการจ่ายกระแสไฟฟ้าให้ระบบข้อมูลเหล่านี้ก็ยังไม่สูญหาย โครงสร้างของ หน่วยความจำ โปรแกรมมีลักษณะเช่นเดียวกับหน่วยความจำที่บรรจุอยู่ในไอซี หน่วยความจำประเภท ต่างๆเช่น หน่วยความจำแบบ ROM (Read Only Memory) หรือ EPROM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(Erasable Programmable Read Only Memory)การจัดพื้นที่ของหน่วยความจำโปรแกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ 89C51 จะมีการจัดพื้นที่ ดังรูปที่ 2.6 โดยที่ไมโครคอนโทรลเลอร์ 89C51 สามารถอ่านข้อมูลหน่วยความจำโปรแกรมสูงสุดได้ ไม่เกิน 64 กิโลไบต์ และแยกประเภทของหน่วยความจำภายในเป็น 2 ลักษณะตามตำแหน่งของหน่วยความจำนั้น คือ หน่วยความจำโปรแกรมภายใน (Internal Program Memory) ซึ่งเป็นหน่วยความจำ ROM หรือ EPROM ที่อยู่ภายในตัวไอซี ไมโครคอนโทรลเลอร์เองและหน่วยความจำภายนอก (External Program Memory) ซึ่งเป็นการใช้ไอซีหน่วยความจำมาทำหน้าที่เป็นหน่วยความจำโปรแกรมของระบบ



รูปที่ 2.5 การจัดพื้นที่ของหน่วยความจำโปรแกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์MCS-51

2.5.5 หน่วยความจำข้อมูลของ MCS-51

หน่วยความจำข้อมูลมีหน้าที่สำหรับเก็บข้อมูล หรือตัวแปรที่เกิดขึ้นในขณะที่กำลังประมวลผล โปรแกรมไว้เป็นการชั่วคราว โดยที่หน่วยความจำข้อมูลจะมีลักษณะเป็นหน่วยความจำ RAM แบบ สแตติก (Static) ดังนั้นเมื่อไม่มีการจ่ายไฟให้กับระบบ ก็จะมีผลทำให้ข้อมูลที่จัดเก็บไว้ในหน่วยความจำนี้ สูญหายไป พื้นที่ของหน่วยความจำข้อมูลของ 89C51 สามารถมีได้ไม่เกิน 64 กิโลไบต์ และแยกประเภท ออกเป็นสองลักษณะตำแหน่งที่ตั้งของหน่วยความจำนั้นดังลักษณะในรูปที่ 2.7 คือ หน่วยความจำ โปรแกรมภายใน (Internal Date Memory) หรือ RAM ที่อยู่ภายในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์เอง และ หน่วยความจำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลภายนอก (External Data Memory) ซึ่งเป็นการใช้ไอซีหน่วยความจำ RAM มาเพิ่มเติมเข้าไปในวงจร ลักษณะเดียวกับการนำไอซี EPROM มาใช้งานเป็นหน่วยความจำโปรแกรมนั่นเอง

2.5.5.1 หน่วยความจำข้อมูลภายใน

หน่วยความจำข้อมูลภายใน 89C51 มีจำนวนทั้งหมด 256 ไบต์ โดยจำแนกออกได้เป็นสอง ลักษณะ คือ พื้นที่เฉพาะสำหรับตัวประมวลผลกลางใช้งานเท่านั้นซึ่งเรียกว่า รีจีสเตอร์ และพื้นที่ใช้งาน ทั่วไปสำหรับโปรแกรมใช้งานที่ผู้ใช้สร้างขึ้นมา การจัดพื้นที่ของหน่วยความจำขอมูลภายในของ 89C51 ซึ่งแบ่งเป็นสองส่วน คือ หน่วยความจำขนาด 128 ไบต์แรก และหน่วยความจำขนาด 128 ไบต์ลัดไป

2.5.5.2 หน่วยความจำขนาด 128 ไบต์แรก

บริเวณนี้จะมีตำแหน่งแอดเดรสอยู่ในช่วง 00H ซึ่งแบ่งได้เป็นอีกสามส่วนดังนี้

1. บริเวณแอดเดรส 00H-1FH จำนวน 32 ไบต์ จำแนกออกเป็นกลุ่มหรือแบงก์ข้อมูลจำนวน 8 ไบต์ รวมทั้งหมดสี่กลุ่ม พื้นที่ข้อมูลในแต่ละกลุ่มจะถูกใช้งานในฐานะของรีจีสเตอร์ทั่วไป เรียกว่า รีจีสเตอร์ R0-R7

2. บริเวณแอดเดรส 20H-2FH จำนวน 16 ไบต์ จะเป็นพื้นที่ส่วนสำหรับผู้ใช้ที่สามารถอ้างถึง ข้อมูลได้ทั้งแบบไบต์และแบบบิต

3. บริเวณแอดเดรส 30H-7FH เป็นบริเวณที่สามารถนำไปใช้งานได้อย่างอิสระ โดยสามารถ อ้างอิงได้เฉพาะในลักษณะของไบต์ข้อมูลตามปกติเท่านั้น

2.5.5.3 หน่วยความจำขนาด 128 ไบต์ลัดไป

พื้นที่ตั้งแต่แอดเดรส 80H-FFH เป็นหน่วยความจำที่นำมาใช้งานเป็นรีจีสเตอร์หน้าที่พิเศษ แต่ก็ยังมีบริเวณของหน่วยความจำที่อยู่บริเวณนี้ที่ผู้ใช้สามารถเก็บข้อมูลได้ แต่การเรียกใช้งานจะต้องมีการ เข้าถึงข้อมูลแบบโดยอ้อมเท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.6 รีจีสเตอร์หน้าที่พิเศษ

เป็นรีจีสเตอร์ที่ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของอุปกรณ์หรือพอร์ตของ 89C51 ทั้งหมด โดยมี ตำแหน่งอยู่ในบริเวณแอดเดรส 80H-FFH การใช้งานรีจีสเตอร์หน้าที่พิเศษเหล่านี้ สามารถทำได้ทั้ง การระบุถึงชื่อรีจีสเตอร์หรือตำแหน่งแอดเดรสที่เป็นของรีจีสเตอร์นั้นก็ได้

2.5.6.1 แอกคิวมูเลเตอร์ (Accumulator)

เป็นรีจีสเตอร์ขนาด 8 บิต ทำหน้าที่เก็บข้อมูลที่ส่งให้หน่วยทำงานในซีพียูและเก็บผลลัพธ์ที่ได้ จากการทำงานนั้น การใช้งานในโปรแกรมจะเรียกว่ารีจีสเตอร์A

2.5.6.2 รีจีสเตอร์ B

เป็นรีจีสเตอร์ที่ใช้สำหรับการทำคำสั่งการคูณหารตัวเลข ในกรณีที่ไม่ใช้การคำนวณทางด้าน คณิตศาสตร์ก็สามารถนำไปใช้งานเช่นเดียวกับรีจีสเตอร์ทั่วไปได้

2.5.6.3 โปรแกรมเคาน์เตอร์ (Program Counter)

เป็นรีจีสเตอร์ที่ใช้สำหรับการชี้ตำแหน่งแอดเดรสของหน่วยความจำโปรแกรม ซึ่งจะต้องไป ทำงานในลำดับถัดไป การใช้งานในโปรแกรมจะเรียกว่า รีจีสเตอร์ PC

2.5.6.4 สแตคพอยน์เตอร์ (Stack Pointer)

เป็นรีจีสเตอร์ขนาด 8 บิต ทำหน้าที่เก็บตำแหน่งของตัวชี้หรือพอยน์เตอร์ของบริเวณสแตค สำหรับเก็บข้อมูลแอคคิวมูเลเตอร์รีจีสเตอร์ต่างๆ รวมทั้งข้อมูลจากโปรแกรม ค่าเริ่มต้นของสแตคจะอยู่ที่ ตำแหน่ง 07H การใช้งานในโปรแกรมจะเรียกว่ารีจีสเตอร์ SP

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.6.5 ตัวชี้ข้อมูลหรือดาต้าพอยน์เตอร์ (Data Pointer)

เป็นรีจีสเตอร์ขนาด 16 บิต ซึ่งเรียกว่า รีจีสเตอร์ DPTR และสามารถใช้งานแยกออกเป็นรีจีสเตอร์ ขนาด 8 บิต สองตัว คือ รีจีสเตอร์ DPH และ DPL เพื่อเก็บค่าแอดเดรสของหน่วยความจำที่จะต้องใช้งาน ภายในโปรแกรม หรืออาจเป็นแอดเดรสของอุปกรณ์ภายนอก

2.5.6.6 โปรแกรมสเตตัสเวิร์ด (PSW)

รีจีสเตอร์นี้ทำหน้าที่บอกถึงแฟลกซ์สภาวะการทำงานต่างๆ รวมทั้งบิตสำหรับการกำหนดเลือก แบงก์(Bank) ของรีจิสเตอร์ที่ใช้งานด้วย

2.5.6.7 รีจีสเตอร์ที่เกี่ยวข้องกับพอร์ต (Port Register)

รีจีสเตอร์เหล่านี้จะมีความเกี่ยวข้องกับการทำงานของพอร์ตอินพุตเอาต์พุตโดยตรง ซึ่งจะเป็นรีจีสเตอร์ขนาด 8 บิต สามารถใช้งานได้ทั้งในลักษณะการอินพุตหรือการเอาต์พุตข้อมูลได้

2.5.6.8 รีจีสเตอร์ SBUF

เป็นบัฟเฟอร์ขนาด 8 บิต สำหรับการสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมทั้งการรับและการส่งข้อมูล

2.5.6.9 รีจีสเตอร์ PCON

เป็นรีจีสเตอร์ควบคุมการทำงานในสามลักษณะ ซึ่งได้แก่ การควบคุมการทำงานของโปรแกรม เซ็นเซอร์ การกำหนดอัตราทวีคูณของอัตราเร็วในการสื่อสารข้อมูลอนุกรมและแฟลกซ์ สภาวะการทำงาน ทั่วไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.6.10 รีจีสเตอร์ IP, IE, TMOD, SCON

เป็นกลุ่มรีจีสเตอร์ที่ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของอินเทอร์รัพต์ต่างๆ

2.5.7 การใช้งานพอร์ตสื่อสารอนุกรมแบบ Single Processor

2.5.7.1 พอร์ตสื่อสารอนุกรม

พอร์ตสื่อสารอนุกรมมีโครงสร้างการทำงานในแบบที่เรียกว่า ฟูลดูเพล็กซ์(Full Duplex) สามารถ รับและส่งข้อมูลอนุกรมได้ในเวลาเดียวกัน

ทางด้านส่งใช้ขา TxD (พอร์ต 3.1)
ทางด้านรับใช้ขา RxD (พอร์ต 3.0)

Serial Port Buffer (SBUF) ใช้เป็นบัฟเฟอร์สำหรับรับและส่งข้อมูลอนุกรม โดยมีอยู่ 2 ตัว

การส่งข้อมูล ข้อมูลที่จะส่งให้ใส่ใน SBUF โดยใช้คำสั่ง MOV SBUF, A โดยเตรียมข้อมูลที่จะ ส่งเข้าที่ A ก่อน

การรับข้อมูล ข้อมูลที่รับได้จะอยู่ใน SBUF การถ่ายข้อมูลออกมาใช้คำสั่ง MOV A, SBUF แล้ว จึงนำข้อมูลใน A ไปใช้

พอร์ตสื่อสารอนุกรมสามารถโปรแกรมการทำงานได้หลายโหมดด้วยกัน โดยเลือกที่บิต SM1 และ SM0 ซึ่งอยู่ในรีจีสเตอร์ควบคุม SCON การทำงานทั้ง 4 โหมดของพอร์ตสื่อสารอนุกรม มีดังนี้ SMO, Sml บิตเลือกโหมดการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.21 การเลือกโหมดการทำงานในการรับส่งข้อมูล

MO	MI	โหมด	การทำงาน
0	0	0	Shift register ความเร็วในการรับหรือส่งข้อมูลเท่ากับ (1/12) ของ CPU OSC
0	1	1	8 Bit UART ความเร็วในการรับหรือส่งข้อมูลกำหนดได้จาก Time 1, 2
1	0	2	9 Bit UART ความเร็วในการรับหรือส่งข้อมูล = (1/32) หรือ (1/64) เท่าของ CPU OSC โดยขึ้นกับบิต SMOD ใน PCON
1	1	3	9 Bit UART ความเร็วในการรับหรือส่งข้อมูลกำหนดที่ Time 1, 2

REN (Receive Enable) บิตควบคุมให้รับหรือไม่รับข้อมูล

1: ให้รับข้อมูลได้

0: ห้ามรับข้อมูล

หมายเหตุ (การรับข้อมูลสามารถห้ามได้ แต่การส่งข้อมูลห้ามไม่ได้)

TI แฟลกซ์ TI จะเป็น 1 เมื่อสิ้นสุดการส่งข้อมูล 1 ไบต์

RJ แฟลกซ์ RI จะเป็น 1 เมื่อรับข้อมูลเสร็จ 1 ไบต์

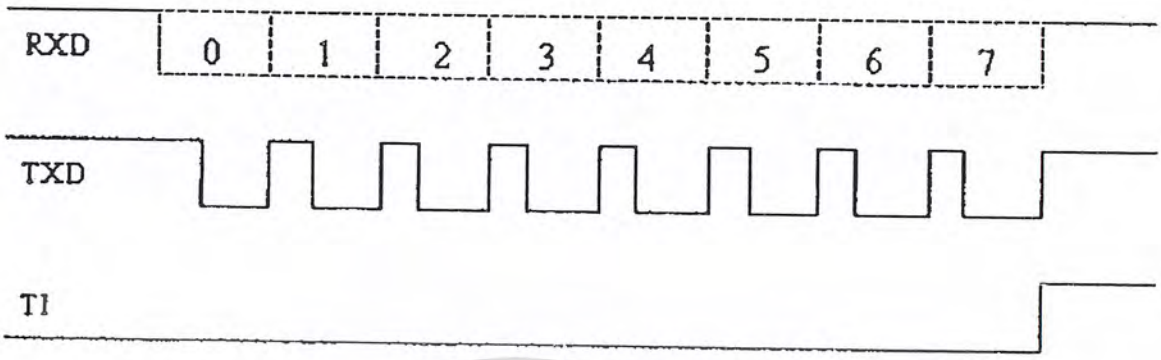
การเขียนโปรแกรมควบคุมการรับและส่งข้อมูลทำได้ 2 วิธี

1. การตรวจสอบบิต TI หรือ RI โดยใช้คำสั่งตรวจสอบบิต เช่นใช้คำสั่ง WAIT: JNB TI, WAIT คำสั่งนี้หมายความว่า ถ้า TI = 0 ให้วนไปยังแอดเดรสชื่อ WAIT ถ้า TI = 1 ถือว่าส่งข้อมูลเสร็จแล้วให้ทำคำสั่งถัดไป

2. การใช้อินเตอร์รัพต์ควบคุม

โหมด 0 : พอร์ตสื่อสารอนุกรม 8 บิต โดยการส่งขอมูลจะเลื่อนออกทีละบิต โดยส่งบิต D0 ออกไป ก่อน ทางขา RxD เนื่องจากไม่มีการส่ง Start bit แต่จะส่ง shift clock ทางขา TxD [ความเร็ว (1/12) เท่าของ CPU clock]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

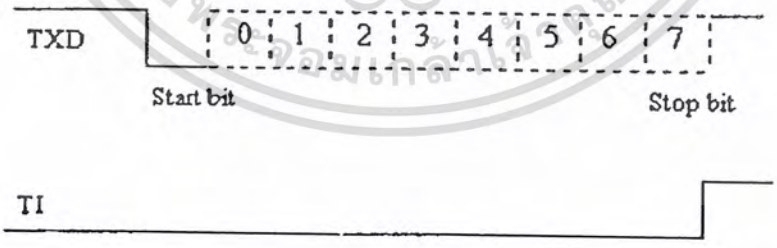


รูปที่ 2.6 Timing Diagram การส่งข้อมูลโหมด 0

โหมด 1 : พอร์ตสื่อสารอนุกรม 10 บิต ข้อมูล 8 บิต 1 start bit และ 1 stop bit และสามารถเปลี่ยนแปลง ความเร็วในการส่งข้อมูลได้ โดยขึ้นกับบิต SMOD ใน PCON และอัตราโอเวอร์โฟลว์ของTimer 1, 2

$$\text{Baud Rate Mode 1, 3} = \frac{2^{SMOD} \times \text{CPU OSC}}{32 \times 12 \times [256 - (TH1)]}$$ โดยใช้ Timer 1

$$\text{Baud Rate Mode 1, 3} = \frac{\text{CPU OSC}}{32 \times [65536 - (RCAP2H,RCAP2L)]}$$ โดยใช้ Timer 2

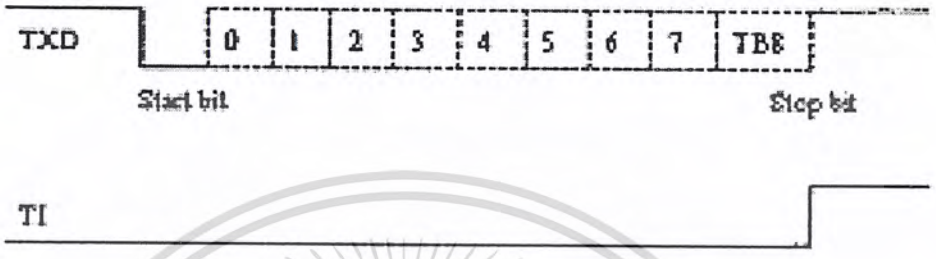


รูปที่ 2.7 Timing Diagram การส่งข้อมูลโหมด 1

โหมด 2 : พอร์ตสื่อสารอนุกรม 11 บิต ข้อมูล 9 บิต 1 start bit และ 1 stop bit (TB8 นิยมนำมาใช้ส่ง Parity bit) ความเร็วในการรับส่งข้อมูลเท่ากับ (1/32) หรือ (1/64) เท่าของ CPU OSC โดยขึ้นกับบิต SMOD ใน PCON

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Baud Rate (Mode 2) = (1/32) CPU OSC เมื่อ SMOD = 1
- Baud Rate (Mode 2) = (1/64) CPU OSC เมื่อ SMOD = 0

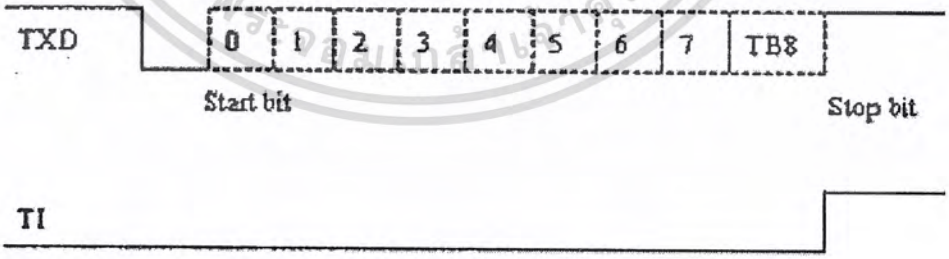


รูปที่ 2.8 Timing Diagram การส่งข้อมูลโหมด 2

โหมด 3 : พอร์ตสื่อสารอนุกรม 11 bit UART โดย DATA 8 bit, 1 start bit และ 1 stop bit เหมือน โหมด 2 ยกเว้นอัตราความเร็วจะขึ้นกับบิต SMOD ใน PCON และอัตราโอเวอร์โฟลว์ของ Timer 1 สำหรับ 8051 หรือ อัตราโอเวอร์โฟลว์ของ Timer 2 (สำหรับ 80C154D)

$$\text{Baud Rate Mode 3} = \frac{2^{SMOD} \times \text{CPU OSC}}{32 \times 12 \times [256 - (TH1)]}$$ โดยใช้ Timer 1

$$\text{Baud Rate Mode 3} = \frac{\text{CPU OSC}}{32 \times [65536 - (RCAP2H,RCAP2L)]}$$ โดยใช้ Timer 2



รูปที่ 2.9 Timing Diagram การส่งข้อมูลโหมด 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.8 Serial Port

การเชื่อมต่อระบบไมโครคอมพิวเตอร์กับอุปกรณ์ภายนอก ส่วนใหญ่จะใช้การเชื่อมต่อแบบ ขนาน (parallel transmission) กับแบบอนุกรม(serial transmission) สำหรับการเชื่อมต่อแบบอนุกรมนิยม ใช้กันมาก เช่น การเคลื่อนย้ายกันระหว่างไมโครคอมพิวเตอร์ หรืออุปกรณ์เสริมต่างๆ เช่น mouse เป็นต้น

2.5.8.1 วิธีการถ่ายโอนข้อมูล

ในการถ่ายโอนข้อมูลแบบอนุกรมนั้น ข้อมูลจะได้รับการส่งออกมาครั้งละ 1 บิต ระหว่างชุดรับ และชุดส่ง จะเห็นว่ามีการส่งข้อมูลแบบอนุกรมนี้จะช้ากว่าการส่งข้อมูลแบบขนาน แต่ยังคงใช้อยู่ก็เพราะ ตัวกลางการสื่อสารต้องการช่องเดียวหรือมีสายเพียงคู่เดียวซึ่งจะประหยัดค่าใช้จ่าย ในการใช้ตัวกลาง มากกว่าแบบขนานซึ่งถ้าเป็นระยะทางไกลจะดี เพราะเรามีระบบการสื่อสารทางโทรศัพท์อยู่แล้วจึง สามารถนำมาใช้ในการส่งข้อมูลแบบอนุกรมนี้ได้

การส่งข้อมูลแบบอนุกรม ข้อมูลจะถูกเปลี่ยนให้เป็นแบบอนุกรมเสียก่อนแล้วค่อยทยอยส่ง ครั้งละ 1 บิต ไปยังที่จะรับ ณ จดรับจะต้องมีกลไกในการเปลี่ยนข้อมูลที่ส่งมาครั้งละบิตให้เป็นสัญญาณ แบบขนาน ซึ่งลงตัวพอดี นั่นคือ บิดที่ 3 ลงที่บัสข้อมูลเส้นที่ 1 พอดีการที่จะทำให้การแปลงสัญญาณจาก แบบอนุกรม ครั้งละบิตให้ลงพอดีนั้น จำเป็นต้องมีกลไกที่เหมาะสมเพื่อป้องกันการผิดพลาดจากการรับ กลไกที่ว่าแบ่ง ออกเป็น 2 แบบ คือ แบบซิงโครนัส (synchronous) และแบบอะซิงโครนัส (asynchronous)

2.5.8.2 รูปแบบของการติดต่อสื่อสารแบบอนุกรม

การติดต่อแบบอนุกรมอาจจะแบ่งตามรูปลักษณะการส่งข้อมูลได้ 3 แบบคือ

1. แบบซิมเพลกซ์ (simplex) เป็นการส่งข้อมูลได้ทางเดียวเท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

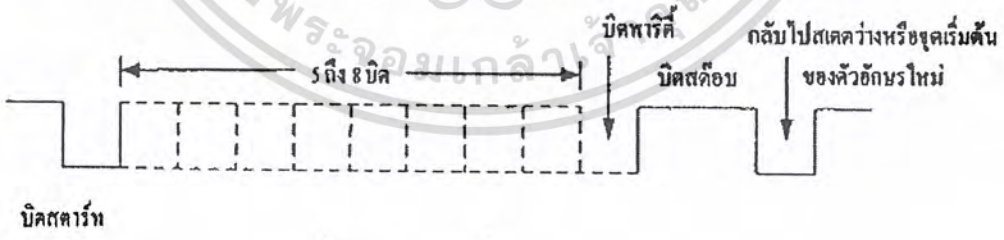
3. แบบฮาร์ฟดูเพลกซ์ (half duplex) เป็นการส่งข้อมูลได้สองทาง แต่ไม่สามารถส่งในเวลา เดียวกันได้

4. แบบฟูลดูเพลกซ์ (full duplex) ทั้ง 2 สถานีสามารถรับ และส่งได้ในเวลาเดียวกัน

แสดงให้เห็นว่าการส่งทั้งสามแบบไม่ขึ้นกับจำนวนสายในการติดต่อ เพราะบางครั้งอาจจะใช้วิธีการแยก ความถี่ที่แตกต่างกันระหว่างสัญญาณข้อมูลของฝ่ายส่งกับฝ่ายรับ ความเร็วของการถ่ายโอนข้อมูลแบบอนุกรมมีหน่วยวัดเป็น บิตต่อวินาที หรือที่เรียกว่า บีพีเอส (bps) แต่เรายังมีหน่วยที่นิยมใช้กันมากคือ บอร์ดเรต หรือ อัตราบอร์ด (baud rate) ซึ่งหมายถึง การเปลี่ยนแปลงของสัญญาณใน 1 วินาที หลายคนยังเข้าใจสับสนระหว่างหน่วยบีพีเอส กับอัตราบอร์ด กล่าวคือ การเปลี่ยนแปลงของสัญญาณ 1 ครั้งอาจจะแสดงถึง การส่งข้อมูลแบบอนุกรมมากกว่า 1 บิต อัตราการส่งข้อมูลเป็นจำนวนบิตจึงเท่ากับ อัตราบอร์ด คูณกับจำนวนบิตใน 1 บอร์ด

2.5.8.3 การสื่อสารแบบอะซิงโครนัส

การสื่อสารแบบนี้ประกอบด้วยบิตเริ่มต้นหรือบิตสตาร์ท (start bit) และบิตสิ้นสุดหรือบิตสต๊อบ (stop bit)



รูปที่ 2.10 การสื่อสารแบบอะซิงโครนัส

ขณะที่สถานะของการส่งเป็นแบบว่าง หรือ ไอเดิล (idle) คือยังไม่มีสัญญาณที่ส่งออกมาแต่จะมี สัญญาณ หรือมีแรงดันตลอดเวลาเพื่อความแน่ใจว่าฝ่ายรับยังติดต่ออยู่กับฝ่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่งฝ่ายส่งจะเริ่มส่งข้อมูล บอกชุดเริ่มต้น สัญญาณของอะซิงโครนัสจะเป็น "0" หนึ่งช่วงสัญญาณนาฬิกา บิตนี้เรียกว่าบิตสตาร์ท ข้อมูล 1 ตัวอักษรที่ตามหลังบิตสตาร์ทจะมีขนาดตั้งแต่ 5 บิต จนถึง8 บิต โดยอักขระนี้ส่วนมากจะนิยมใช้ รหัสแอสกี (ASCII CODE) แรกเริ่มที่เดียวของการส่งข้อมูล จะส่งข้อมูลจะส่งรหัสบอร์ดคอด (Baudot code) ซึ่งใช้ 5 บิตใน การแทนอักขระ 1 ตัว ส่วนที่ตามหลังข้อมูลก็จะเป็นบิตพาริตี้ ซึ่งอาจจะใช้หรือไม่ใช้ก็ได้ บิตพาริตี้จะทำ หน้าที่เป็นตัวตรวจสอบ ความถูกต้องของสัญญาณที่ได้รับ บิตพาริตี้อาจจะเป็นแบบคู่ (even) หรือแบบคี่ (odd) ก็ได้ หมายความว่า ถ้าหากเป็นพาริตี้คู่จำนวนบิตที่เป็น "1" ในช่วงบิตข้อมูลกับบิตพาริตี้รวมกันแล้วต้องเป็นเลขคู่ผู้ส่งข้อมูล จะทำหน้าที่ตรวจสอบข้อมูลแล้วใส่บิตพาริตี้เอง

ฝ่ายรับ เมื่อรับสัญญาณแล้วก็จะต้องตรวจสอบดูว่าเป็นจริงดังสถานการณ์ที่ตั้งไว้หรือไม่หาก ผิดพลาด ก็หมายความว่า สัญญาณที่รับนั้นผิดพลาดไปจากสถานีที่ส่งออกมา ทั้งนี้ทั้งนั้นจะต้องผิดเป็น จำนวนคี่ เท่านั้นคือ ผิดไป 1 บิต 3 บิต หรือ 5 บิตพร้อมกัน จึงจะตรวจสอบได้ว่าผิดเป็นจำนวนคู่ผลรวม ของ จำนวนบิตที่เป็น "1" ก็ยังเป็นคู่อยู่ดี ทั้งนี้ทั้งนั้นไม่ได้หมายความว่า พาริตี้จะตรวจสอบการผิดพลาดเป็นจำนวนคู่ได้ความจริงแล้ว สามารถตรวจสอบความผิดพลาด ได้เหมือนพาริตี้คู่แต่แทนที่จะตรวจสอบดูว่าสัญญาณ ที่รับเข้ามามี จำนวนคู่ ก็ตรวจสอบดูว่ามีจำนวนคี่หรือเปล่า อย่างไรก็ตาม โอกาสที่จะผิดพลาดเป็น 2, 4, 6 หรือ 8 บิตพร้อมกันมีน้อยมาก ย้อนกลับมาดูสัญญาณอะซิงโครนัสใหม่ หลังจากบิตพาริตี้แล้วจะต้องมีบิตสต๊อบ "1" ความกว้างของบิตสต๊อบอาจจะเป็น 1 1.5 หรือ 2 พัลส์ของสัญญาณนาฬิกา ซึ่งแล้วแต่ผู้รับและผู้ส่งจะ ตกลงใช้กันเอง

การเริ่มใช้พอร์ตอนุกรมจึงจำเป็นต้องตั้งค่าต่างๆสำหรับการสื่อสาร ซึ่งมีดังต่อไปนี้คือ

1. ควานเร็วของการส่ง
2. ความยาวของรหัส 1 อักขระ
3. บิตตรวจสอบ
4. จำนวนบิตสต๊อบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

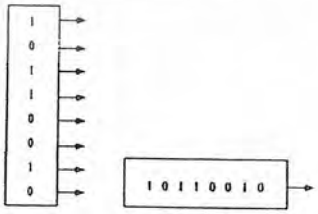
2.5.8.4 การสื่อสารแบบซิงโครนัส

ข้อแตกต่างระหว่างวงจรการส่งข้อมูลอนุกรมแบบซิงโครนัสและแบบอะซิงโครนัส ก็คือ ความ ต่อเนื่องของข้อมูลที่ส่ง ในแบบซิงโครนัส ข้อมูลที่ส่งออกมาเป็นแบบต่อเนื่อง ไม่มีบิตสตาร์ทหรือบิตสต๊อบ หรือแม้กระทั่งบิตพาริตี้รูปแบบที่ใช้ในการส่งข้อมูลแบบซิงโครนัสจึงแตกต่างไปจากการส่งข้อมูล แบบอะซิงโครนัส เช่น รูปแบบของบริษัทไอบีเอ็ม ใช้รูปแบบไบซิงค์ (binary synchronous transmission)

การซิงโครไนซ์จะทำในระดับอักขระซึ่งหมายความว่าอักขระแต่ละตัวมีขอบเขตที่แน่นอนแต่ละ อักขระ ไม่มีบิตสตาร์ท หรือบิตสต๊อบเหมือนอะซิงโครนัส การซิงโครนัสจะกระทำที่จุดเริ่มต้นของการส่ง ข้อมูล สถานีส่งจะส่งสัญญาณที่เรียกว่า ตัวอักษรนำ (leading pad character) ไปยังสถานีรับก่อนที่จะเริ่มส่ง ข้อมูล ตัวอักษรนำจะประกอบด้วย "0" และ "1" สลับกัน เพื่อให้สถานีรับจัดสัญญาณนาฬิกาให้ตรงกัน ก่อนส่ง ข้อมูลก็จะมีการส่งอักขระที่เรียกว่า syn ตามหลังตัวอักษรนำออกมาสถานีส่งจำเป็นจะบอกความ ยาว ของข้อมูลมาในกลุ่มนี้ และต้องบอกเครื่องหมายที่เป็นตัวบอกชุดเริ่มต้นของข้อมูลด้วย

2.5.8.5 ระยะเวลาและอัตราการส่งข้อมูล

ตัวอย่างของการส่งข้อมูลที่มีขนาด 8 บิตจากระบบไมโครโปรเซสเซอร์ส่งออกที่ช่องสื่อสาร แบบอนุกรม แสดงได้ดังรูป



รูปที่ 2.11 ตัวอย่างของการส่งข้อมูลที่มีขนาด 8 บิตจากระบบไมโครโปรเซสเซอร์ส่งออกที่ช่องสื่อสารแบบอนุกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการส่งข้อมูลแบบอนุกรมมีสิ่งที่สำคัญที่จะต้องพิจารณาคือ ความเร็วของข้อมูลในการส่งซึ่ง เราเรียกว่า อัตราบิต (bit rate) ตามที่กล่าวมา และกรณีที่ให้อัตราการเปลี่ยนแปลงของสัญญาณ 1 ครั้งต่อ ข้อมูล 1 บิต จะได้อัตราบิตเท่ากับอัตราบอร์ด อัตราบอร์ดที่ใช้ในการส่งข้อมูลทั่วไปคือ 110, 150, 300, 1200, 2400, 4800 และ 9600 สมมติว่า ถ้า ต้องการส่งข้อมูลด้วยอัตราบอร์ด 2400 บอร์ด ข้อมูลจะได้รับการส่งออกไป

2.5.8.6 บิตสตาร์ทและบิตสต๊อบ

การรับส่งข้อมูลแบบอะซิงโครนัสจะต้องมีการบอกจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดของเฟรม (frame) ข้อมูลเสมอ โดยปกติจะให้สภาวะ ไอเดิลเหมือนเช่นบิตสต๊อบ ดังนั้นส่วนของบิตสตาร์ทจะตรงข้ามกับ ไอเดิล โดยทั่วไปของการส่งข้อมูลจะใช้ 1 บิตเป็นตัวบอกสตาร์ท และใช้ลอจิก "0" เป็นตัวบอกบิตสตาร์ท ส่วนบิตสต๊อบจะยาวกว่าที่กำหนดก็ได้ก่อนที่จะเริ่มต้นเฟรมใหม่

2.5.8.7 RS-232, RS-232-C

ย่อมาจาก Recommended Standard-232, และคำว่า C แทนรุ่นที่ 3 ของมาตรฐาน คำนี้ไม่ใช่ หมายเลขส่วนประกอบของวิทยุสื่อสารสมัครเล่น แต่เป็นวิธีการรับส่งข้อมูลมาตรฐานผ่านสายอนุกรม และใช้กับโมเด็ม เครื่องพิมพ์ และอุปกรณ์อนุกรมอื่น ๆ นอกจากนี้ยังมีเรื่องราวทางเทคนิคที่เกี่ยวข้องกับ มาตรฐานอีกมากมาย ดังนี้

RS-232 เป็นมาตรฐานของ Electrical Industries Association ในเรื่องราวสื่อสารแบบไม่ประสาน จังหวะ มาตรฐานนี้ได้กำหนดสายต่อ ช่วงเวลาและการส่งสัญญาณที่ใช้ระหว่างคอมพิวเตอร์กับอุปกรณ์ต่อ พ่วง โดยใช้สายเชื่อมต่อ DB แบบ 25 และ 9 เข็ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

RS-232 ใช้กับการสื่อสารแบบไม่ประสานจังหวะระหว่างคอมพิวเตอร์กับอุปกรณ์ต่อพ่วง ความ ยาวของสายมากที่ชุดคือ 50 ฟุต แต่จะขยายให้เกินกว่านี้ได้โดยใช้สายที่มีคุณภาพดีมาก ไลน์ไดรเวอร์เพื่อ กระตุ้นสัญญาณหรือโมเด็มแบบ short-haul

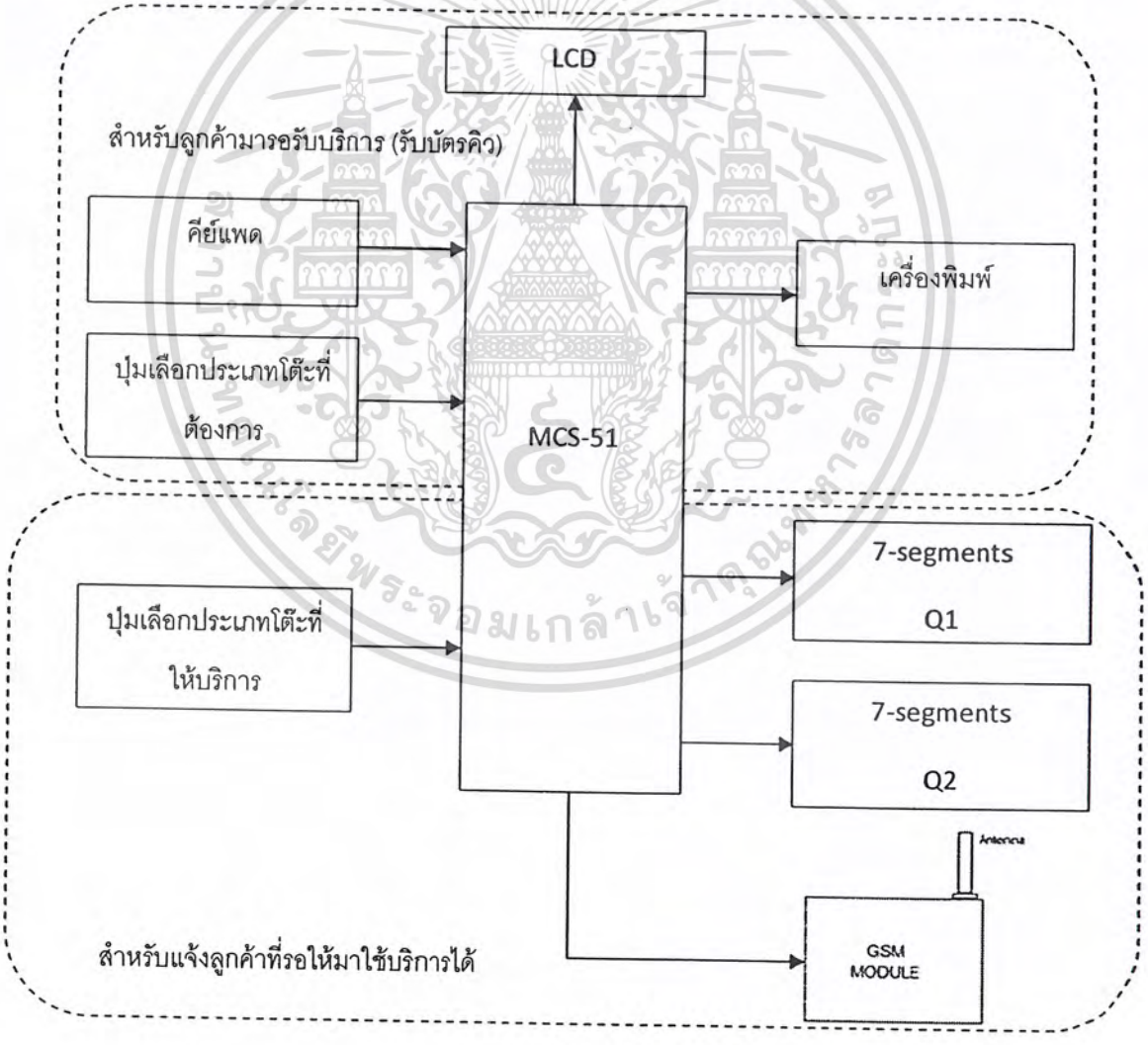
RS-232-C คำว่า C แทนรุ่นที่ 3 ของมาตรฐานซึ่ง RS-232-C นี้ทำงานได้เหมือนกับมาตรฐาน CCITT V.24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การออกแบบและการจัดทำโครงงาน

การออกแบบระบบบริหารจัดการคิว ในเบื้องต้นนั้นต้องเข้าใจหลักการทำงานในภาพรวมของระบบบริหารจัดการคิวก่อนว่ามีหลักการทำงานอย่างไร แล้วจึงพิจารณาส่วนย่อยต่างๆ อันประกอบไปด้วย ส่วนที่เป็นโครงสร้างของระบบและ ส่วนของโปรแกรมในการประมวลผล ค่าของข้อมูลที่เก็บไว้ภายในหน่วยความจำ



รูปที่ 3.1 แผนผังรวมของระบบบริหารจัดการคิว ผ่านข้อความสั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1 การออกแบบ

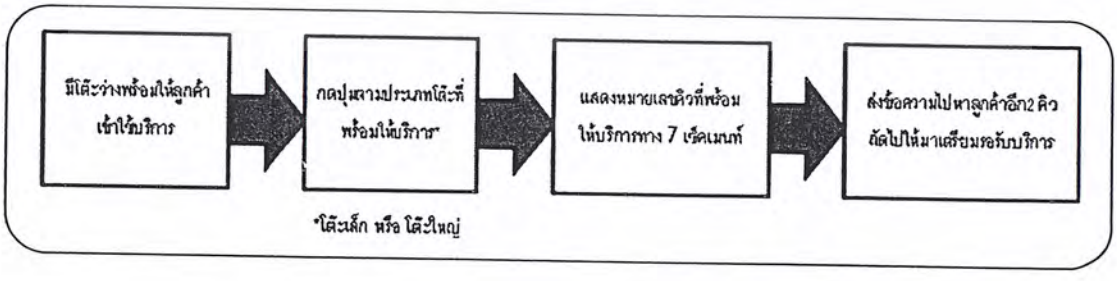
3.1.1 ส่วนที่รับข้อมูลแล้วทำการแสดงผล

3.1.1.1 ส่วนลูกค้ามารอรับบริการ (รับบัตรคิว)

รูปที่ 3.2 ส่วนลูกค้ามารอรับบริการ (รับบัตรคิว)

ในส่วนนี้ได้ทำการออกแบบปุ่มกดเลขหมายโทรศัพท์ของลูกค้า สำหรับลูกค้าที่ต้องการรับการเรียกคิวผ่านข้อความสั้น โดยบันทึกหมายเลขโทรศัพท์ของลูกค้าผ่านทางคีย์แพด แล้วทำการกดปุ่มเลือกประเภทโต๊ะที่ต้องการ (โต๊ะเล็กหรือโต๊ะใหญ่) หมายเลขโทรศัพท์และหมายเลขคิวจะถูกแสดงผ่านจอ LCD แล้วระบบจะทำการพิมพ์บัตรคิวให้กับลูกค้า

3.1.1.2 สำหรับแจ้งลูกค้าที่รอให้มาใช้บริการได้ (เรียกคิว)



รูปที่ 3.3 ส่วนสำหรับแจ้งลูกค้าที่รอให้มาใช้บริการได้ (เรียกคิว)

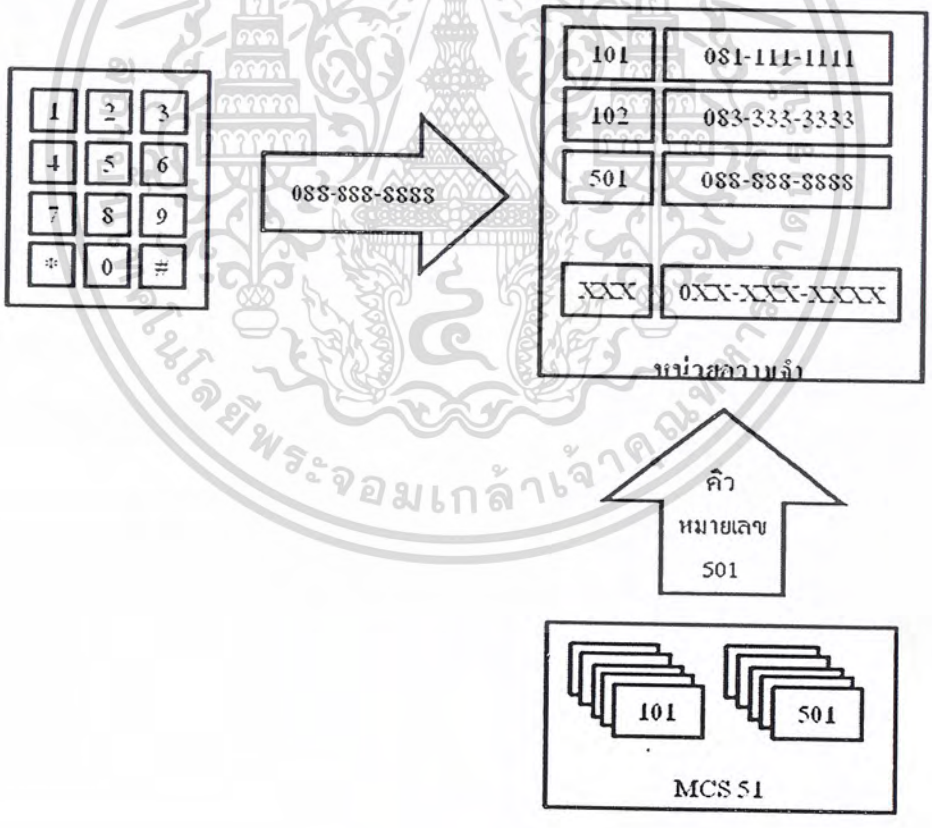
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในส่วนนี้ได้ทำการออกแบบให้เมื่อภายในร้านมีโต๊ะพร้อมที่จะให้ลูกค้าเข้าใช้บริการพนักงานจะทำการกดปุ่มตามประเภทโต๊ะที่พร้อมให้บริการ(โต๊ะเล็กหรือโต๊ะใหญ่) ระบบจะแสดงหมายเลขคิวที่ n ที่พร้อมให้บริการผ่านทาง LED 7 SEGMENT

เมื่อพนักงานทำการกดปุ่มเพื่อที่จะแสดงหมายเลขคิวที่ n ที่พร้อมให้บริการ ระบบจะส่งข้อความไปหาลูกค้าคิวที่รอรับบริการลำดับที่ n+2 แจ้งให้มารอคิวบริเวณร้าน ผ่านทางโมดูลจีเอสเอ็ม

3.1.2 ส่วนของโปรแกรมในการประมวลผล ค่าของข้อมูลที่เก็บไว้ภายในหน่วยความจำ

3.1.2.1 การเก็บข้อมูลคิวลูกค้า

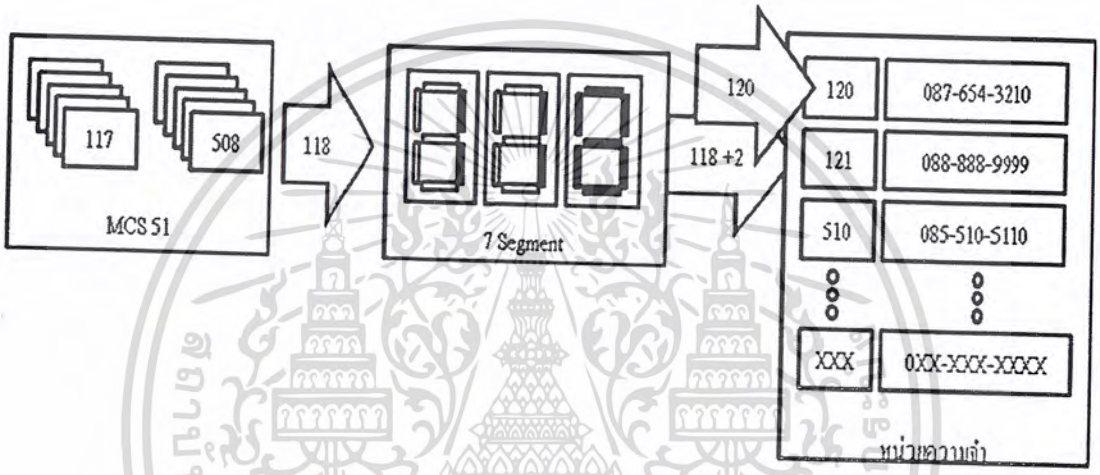


รูปที่ 3.4 การเก็บข้อมูลคิวลูกค้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ป้อนหมายเลขโทรศัพท์ลูกค้าทางแป้นคีย์แพด หมายเลขโทรศัพท์ลูกค้าบันทึกไว้ในหน่วยความจำพร้อมหมายเลขคิวที่ระบบสร้างขึ้นโดยอัตโนมัติ เมื่อกดปุ่มรับคิว หน่วยความจำเก็บข้อมูลหมายเลขคิวคู่กับหมายเลขโทรศัพท์ลูกค้าไว้รอเรียกใช้เมื่อถึงคิวรับบริการ

3.1.2.2 การเรียกข้อมูลคิวลูกค้า

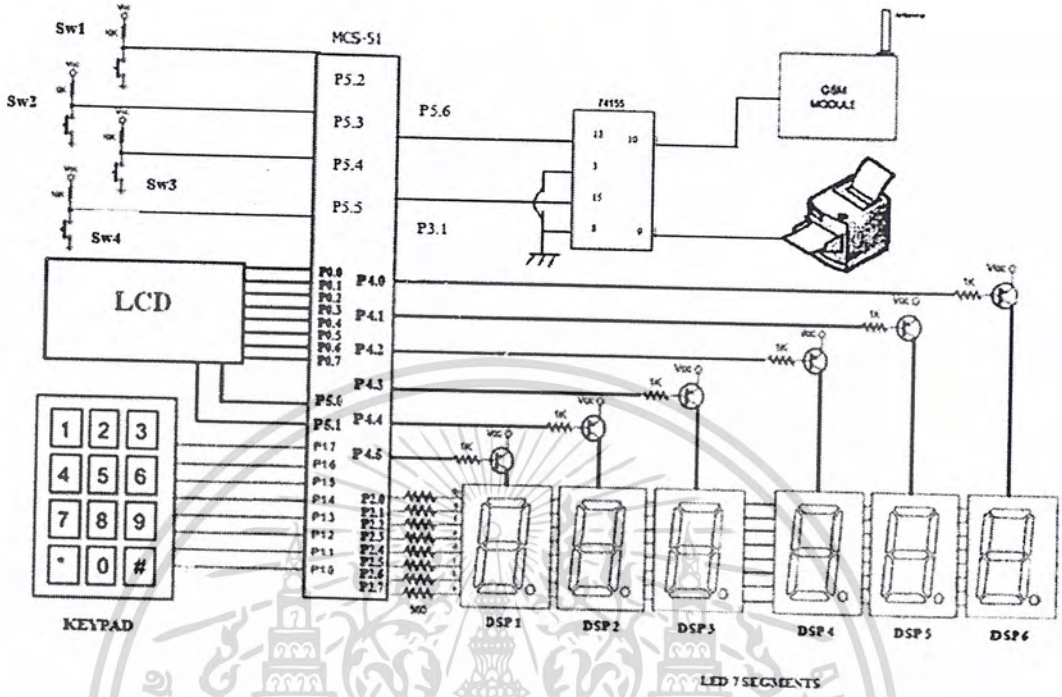


รูปที่ 3.5 การเรียกข้อมูลคิวลูกค้า

ระบบเก็บข้อมูลหมายเลขคิวที่ได้เรียกลูกค้ามารับบริการแล้วไว้ในหน่วยความจำ เมื่อมีโต๊ะว่าง พนักงานกดปุ่มเรียกคิวเพื่อแจ้งลูกค้า ระบบแจ้งหมายเลขคิวทาง 7 เซ็กเมนต์ให้ลูกค้าทราบ ระบบนำหมายเลขคิว (ล่วงหน้า 2 คิว) ไปค้นหาหมายเลขโทรศัพท์ลูกค้าในหน่วยความจำเพื่อนำไปทำการส่งข้อความสั้นแจ้งให้ลูกค้าทราบว่าจะถึงคิวบริการของลูกค้าแล้วให้มาติดต่อพนักงาน หลังจากนั้นจึงลบข้อมูลดังกล่าวออกจากหน่วยความจำเพื่อให้มีเนื้อที่เก็บข้อมูลใหม่ต่อไป

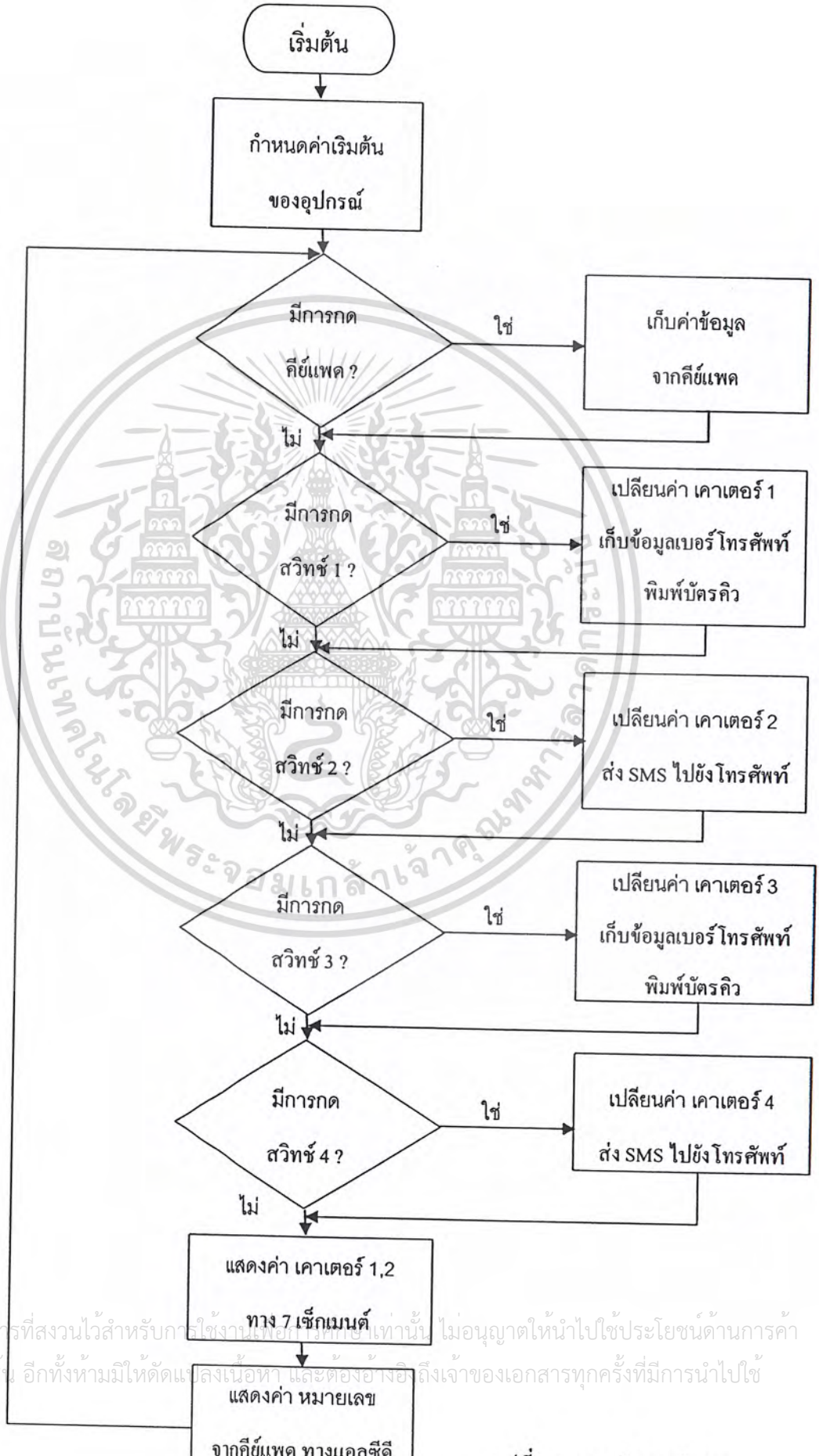
โดยทำการเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของระบบ ซึ่งมีผังการทำงานตาม (Flow Chart) ในรูปที่ 3.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.6 วงจรการทำงานของระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

1. ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 รุ่น CP-JR51RD2 ใช้ CPU ของบริษัท ATMEL ในรุ่น 89C51ED2-SMSUM ตัวถังแบบ PLCC 68 PIN
2. GSM Module รุ่น ET-GSM SIM300CZ V1.0 เป็นบอร์ดพร้อมโมดูลโทรศัพท์ รุ่น SIM300CZ ของบริษัท SIMCON
3. Key Pad
4. จอแสดงผล LCD
5. LED 7-Segments
6. เครื่องพิมพ์ Epson TM-U210A Model M119A
7. โทรศัพท์มือถือ

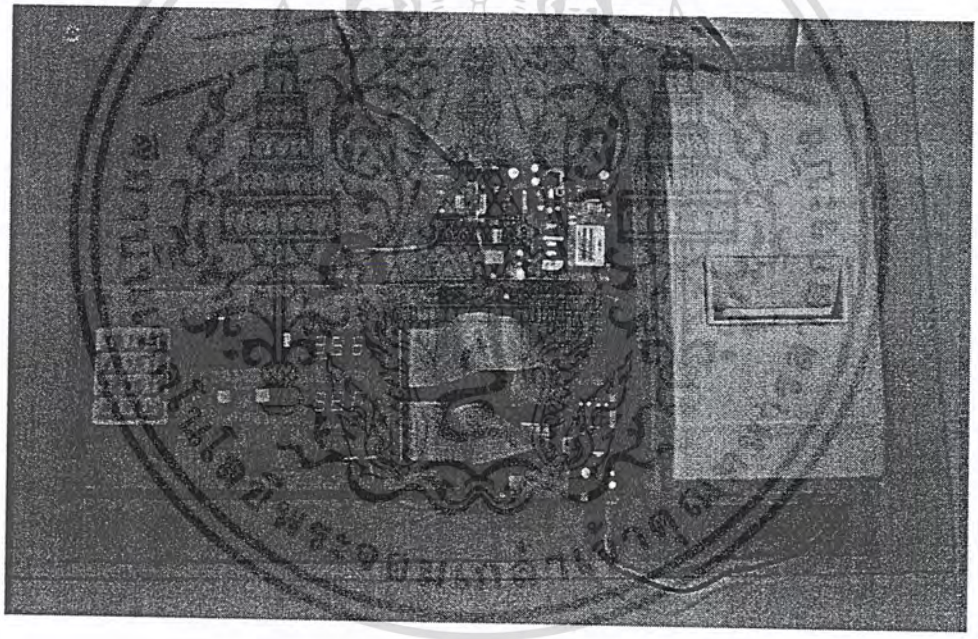
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลอง

หลังจากที่ทำการออกแบบระบบ และเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงาน แล้วได้ทำการทดสอบการทำงานร่วมกันได้ผลการทดลองดังนี้

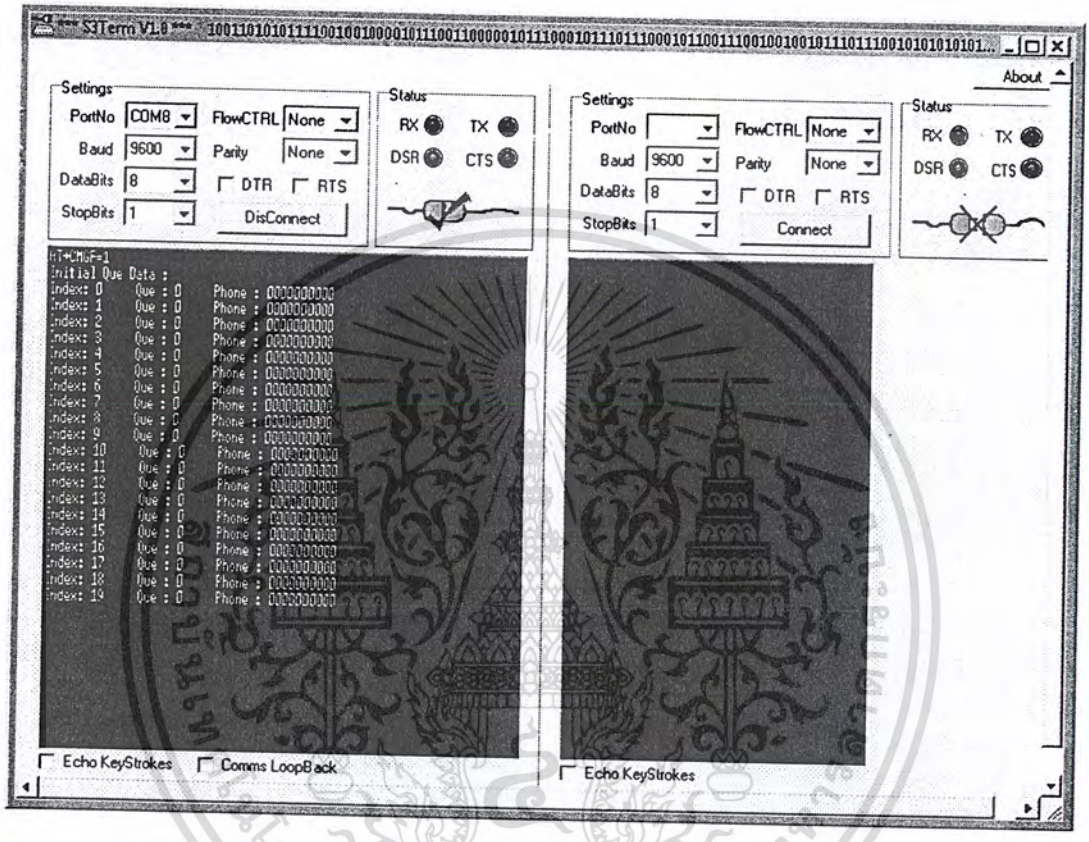
4.1 ผลการทดสอบ



รูปที่ 4.1ระบบบริหารจัดการคิวที่มีการแจ้งคิวผ่านข้อความสั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก่อนเริ่มใช้งานต้องทำการรีเซตค่าเริ่มต้นของอุปกรณ์ให้ทุกค่าเริ่มต้นเป็นศูนย์ สามารถตรวจสอบผลการเชื่อมต่อและเก็บค่าของอุปกรณ์ได้ดังรูปที่ 4.2

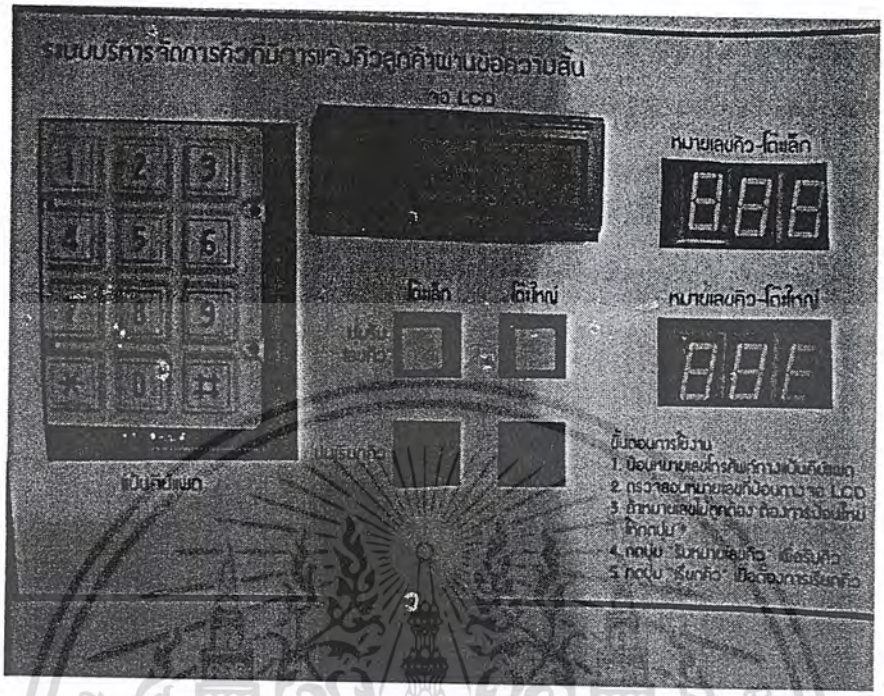


รูปที่ 4.2 รีเซตค่าเริ่มต้นของอุปกรณ์ให้ทุกค่าเริ่มต้นเป็นศูนย์

4.1.1 ส่วนของที่ใส่เลขหมายโทรศัพท์ของลูกค้า

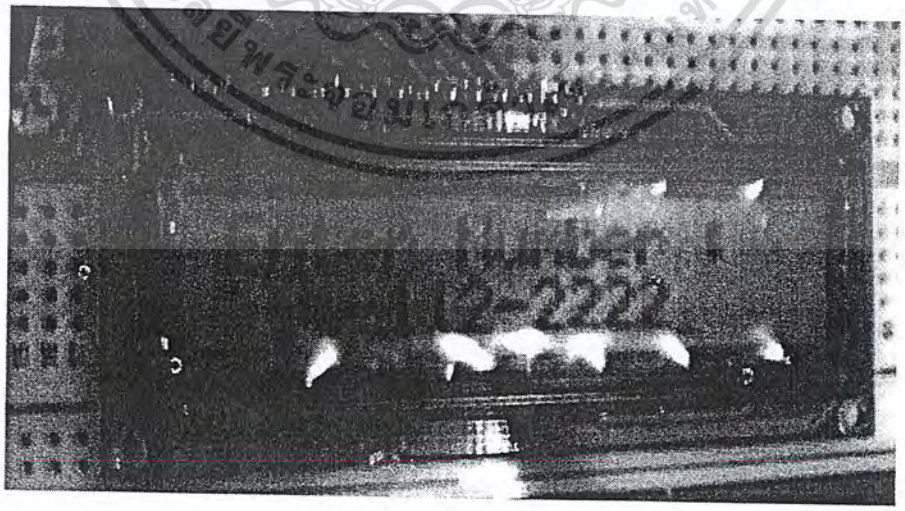
ลูกค้ามาเข้าใช้บริการ โดยการกดเบอร์โทรศัพท์ที่เครื่องบริหารจัดการคิวผ่านข้อความสั้น และกดปุ่มเลือกขนาดของโต๊ะ ว่าต้องการที่จะเลือกโต๊ะเล็ก ที่มีเก้าอี้ 1-4 ตัว หรือโต๊ะใหญ่ที่มีเก้าอี้ 4 ตัวขึ้นไป หมายเลขโทรศัพท์ของลูกค้าจะถูกแสดงผ่านจอ LCD เพื่อทำการตรวจสอบว่าเป็นหมายเลขที่ถูกต้องหรือไม่และสามารถแก้ไขได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.3 หมายเลขโทรศัพท์ที่ถูกแสดงผ่านจอ LCD

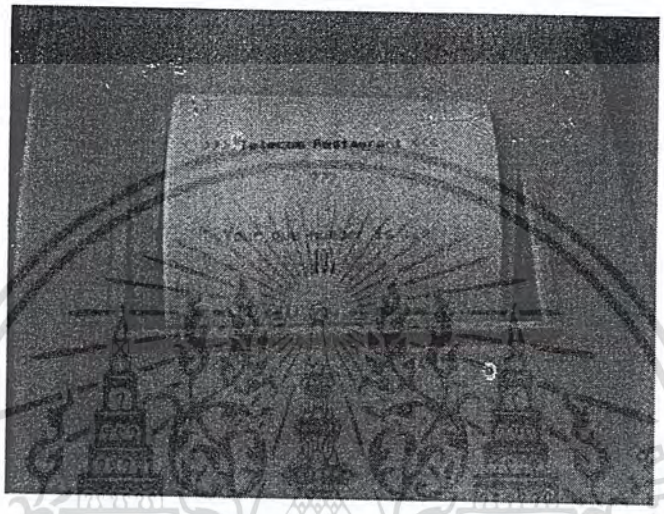
หมายเลขโทรศัพท์ที่ใช้ภายในประเทศจะถูกขึ้นต้นด้วย 08 หากหมายเลขไม่ถูกต้อง สามารถแก้ไขได้โดยการกดปุ่ม * หรือ #



รูปที่ 4.4 หมายเลขที่ไม่ถูกต้อง

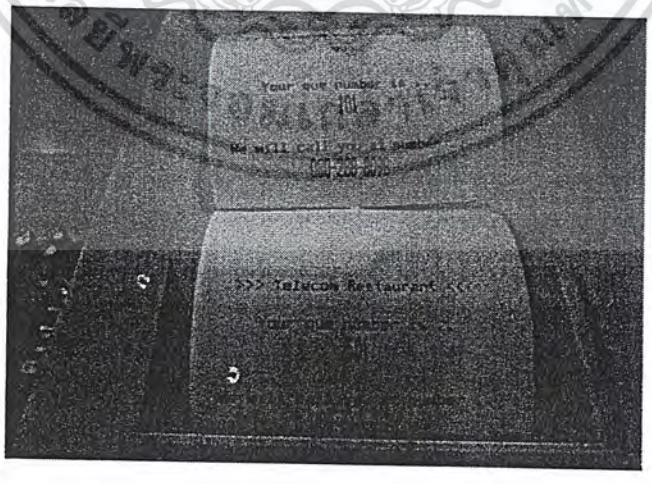
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อกดเบอร์ที่ถูกต้องเรียบร้อยแล้ว ก็กดปุ่มเลือกขนาดโต๊ะ จากนั้น ไมโครคอนโทรลเลอร์ก็จะสั่งเครื่องพิมพ์ก็จะพิมพ์บัตรคิวออกมาถ้าเป็นโต๊ะขนาดเล็กจะได้รับบัตรคิวเริ่มต้นตั้งแต่หมายเลข 101 - 500



รูปที่ 4.5 บัตรคิวโต๊ะเล็กเริ่มที่หมายเลข 101 – 500

แต่ถ้าเป็นโต๊ะขนาดใหญ่จะได้รับบัตรคิวเริ่มต้นตั้งแต่หมายเลข 501 – 999

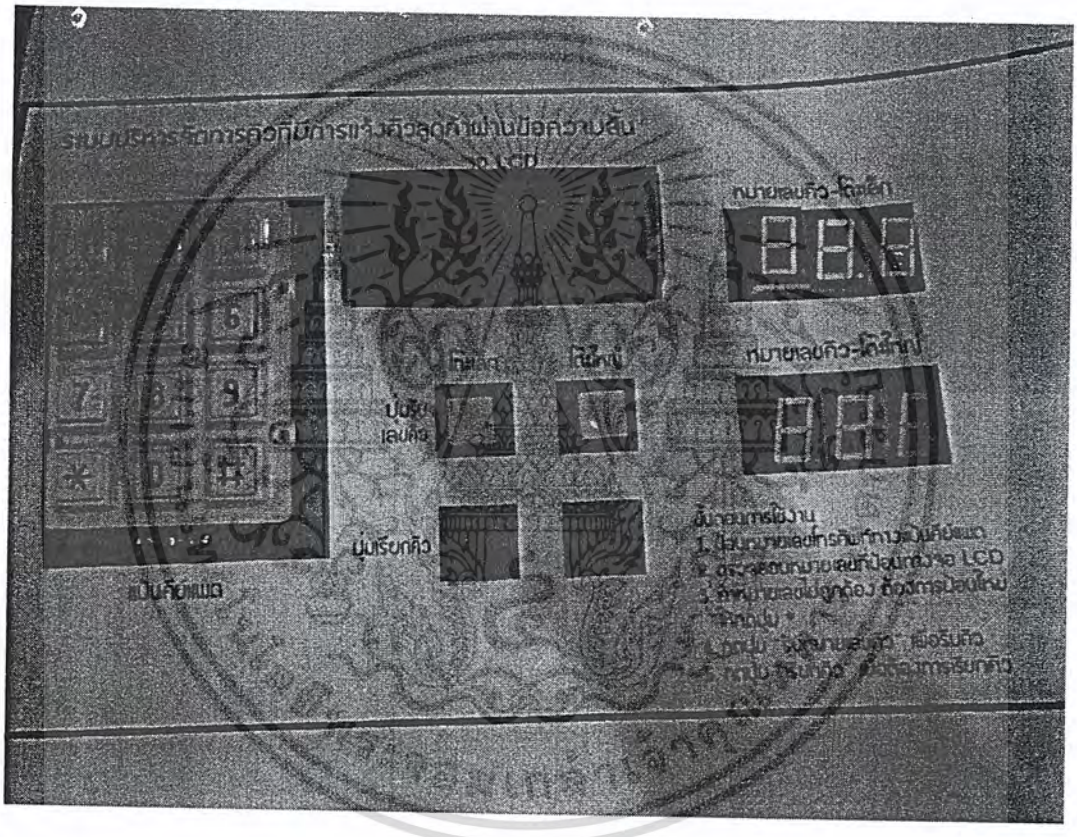


รูปที่ 4.6 บัตรคิวโต๊ะใหญ่เริ่มที่หมายเลข 501 – 999

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

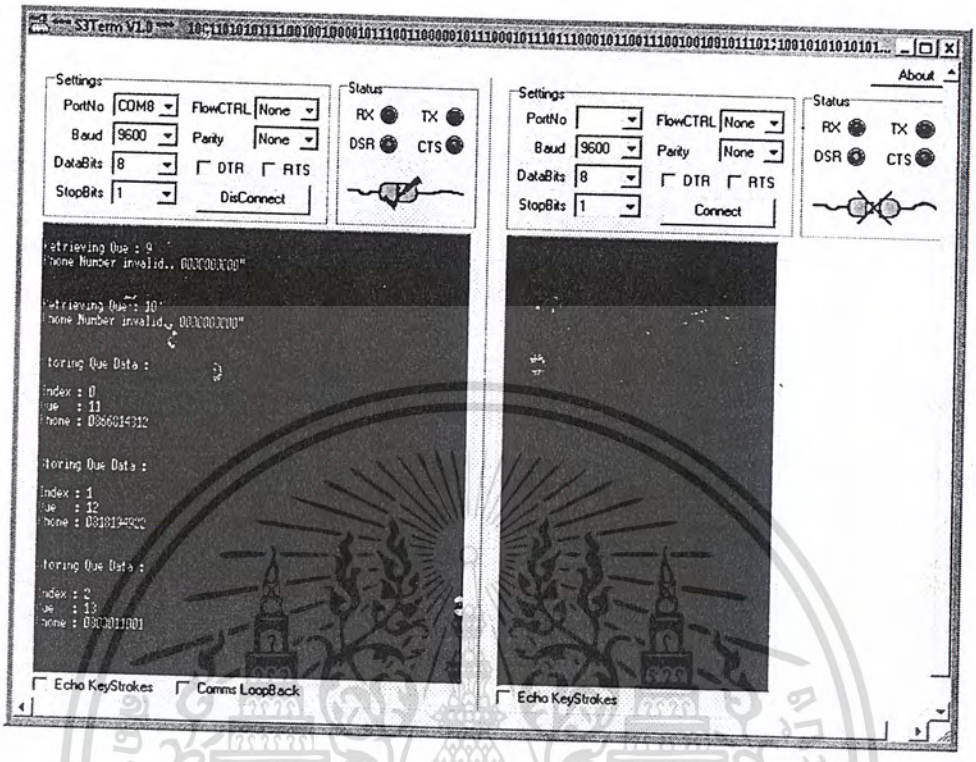
4.1.2 ส่วนของการพร้อมให้บริการลูกค้า

ถ้ามีโต๊ะว่างพร้อมให้บริการพนักงานจะทำการกดปุ่ม โดยจะแบ่งเป็นโต๊ะเล็กและโต๊ะใหญ่ เพื่อแสดงหมายเลขคิวผ่านทาง LED 7 SEGMENT ลูกค้าก็จะทราบถึงลำดับคิวของตนเองแล้วรอเรียกคิว



รูปที่ 4.7 หมายเลขคิวของโต๊ะเล็กและโต๊ะใหญ่แสดงผ่านทาง LED 7 SEGMENT

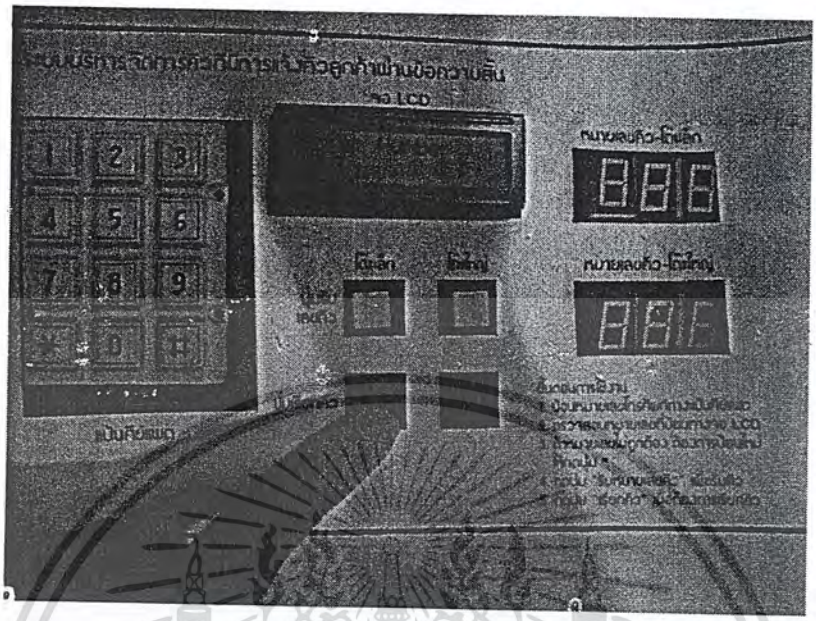
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



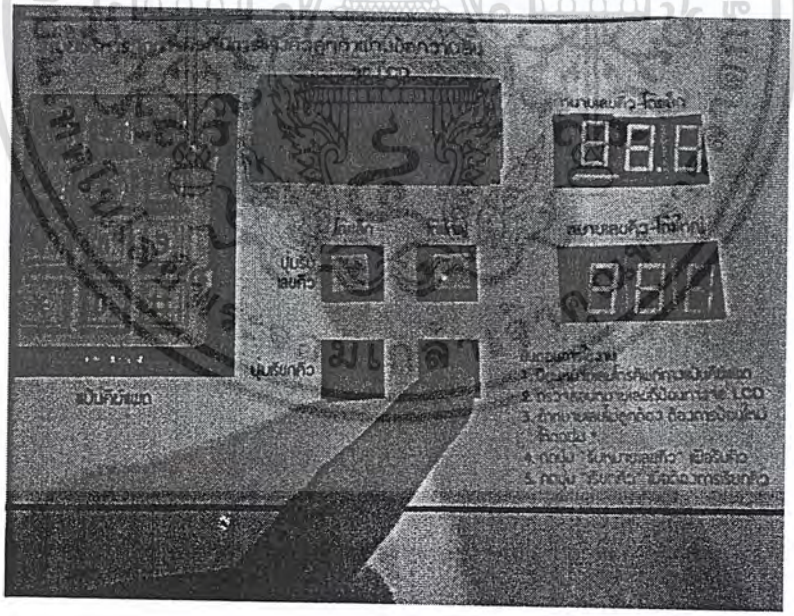
รูปที่ 4.8 การเก็บค่าลำดับคิวของระบบ

เมื่อโต๊ะว่างพนักงานก็จะกดปุ่มเรียกลูกค้า เพื่อที่จะได้ส่ง sms ไปให้ลูกค้าได้รับทราบ โดยจะแบ่งเป็นโต๊ะเล็กและโต๊ะใหญ่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

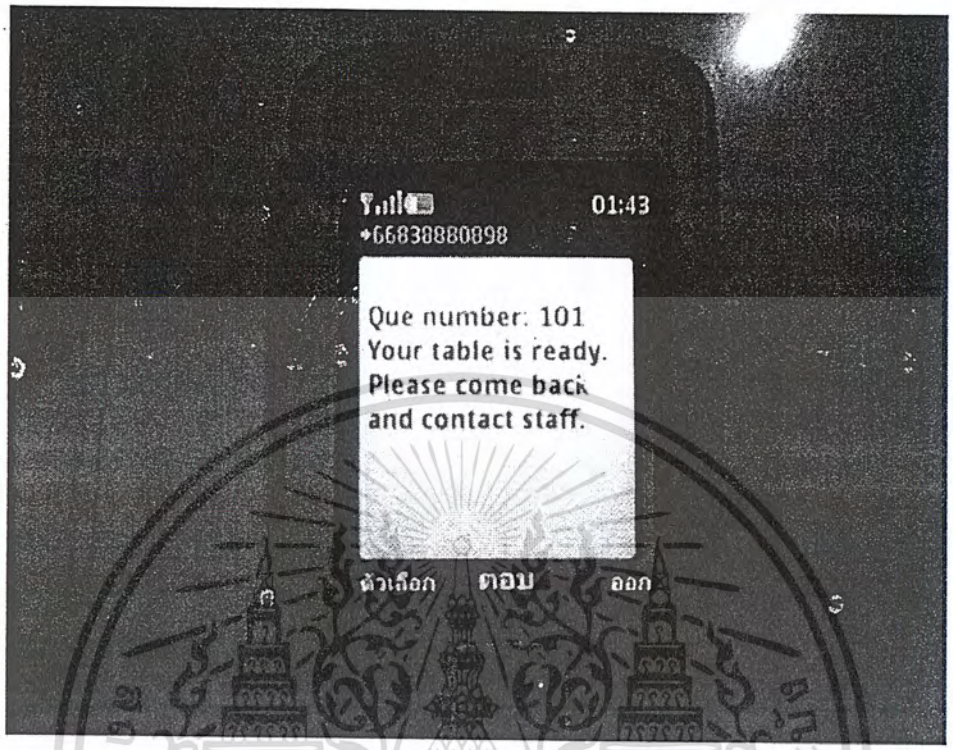


รูปที่ 4.9 พนักงานกดปุ่มเรียกคิวของโต๊ะเล็ก



รูปที่ 4.10 พนักงานกดปุ่มเรียกคิวของโต๊ะใหญ่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.11 ระบบจะส่ง sms แจ้งเตือนลูกค้าเมื่อถึงคิว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

ระบบบริหารจัดการคิวที่มีการแจ้งผ่านข้อความสั้น เป็นระบบที่ให้ความสะดวก เมื่อผู้ใช้บริการต้องการมาใช้บริการ จะต้องกดเพื่อรับบัตรคิว และจะมีการเรียกหมายเลขตามลำดับเพื่อเข้ารับบริการ โดยผู้ที่ใช้บริการสามารถที่จะไม่ต้องอยู่ที่จุดรับบริการตลอดเวลาก็ได้ โดยการทำงานจะแบ่งการควบคุมเป็น 2 ส่วนหลักๆคือ ส่วนของโมดูลจีเอสเอ็ม และ ส่วนของไมโครคอนโทรลเลอร์ การทำงานในส่วนของไมโครคอนโทรลเลอร์ จะต่อเข้ากับจอแสดงผล 7 ส่วน เพื่อแสดงหมายเลขคิวและหมายเลขของช่องให้บริการ และส่วนของโมดูลจีเอสเอ็มจะเป็นตัวส่งข้อความสั้นไปหาลูกค้า

5.2 ปัญหาที่พบในการดำเนินงาน

1. มีความไม่ชำนาญในการเขียนโปรแกรมในการใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์เนื่องจากความซับซ้อนของตัวโปรแกรม

2.ความไม่ชำนาญในการใช้ภาษาอังกฤษเนื่องจากในการศึกษายังมีการหาข้อมูลมาจากคู่มือ หรือบทความต่างๆ ที่เป็นภาษาอังกฤษ

5.3 ข้อเสนอแนะ

ในการจัดทำระบบบริหารจัดการคิวที่มีการแจ้งคิวผ่านข้อความสั้นในครั้งนี้ยังขาดอุปกรณ์ที่ทำให้เกิดเสียงในการเรียกคิว ซึ่งจะทำให้ระบบสมบูรณ์มากกว่านี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

[1] รศ.สมยศ จุณณปิยะ, *การประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51,* คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพฯ, 2546.

[2] อุดมเอก รานอก, *"ภาษาCสำหรับงานควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51,"* พิมพ์ครั้งที่1, ไอดีซี, นนทบุรี, 2548.

[3] วรพจน์ กรแก้ววัฒนกุล, ชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิไล, *"เรียนรู้และปฏิบัติกไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51ฉบับ AT89C5/AT89Sxxxx,"* ปรับปรุงครั้งที่ 4, บริษัท อินโนเวตีฟ เอ็กเพอริเมนต์, กรุงเทพฯ, 2548.

[4] ทีมงานสมาร์ทเลิร์นนิ่ง, *"เรียนรู้ไมโครคอนโทรลเลอร์MCS-51ด้วยภาษาC พร้อมโครงงาน"* สมาร์ทเลิร์นนิ่ง, กรุงเทพฯ, 2552.

[5] สัญจกร วุฒิสิทธิกุลกิจ, *หลักการระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่,* สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย , กรุงเทพฯ, 2546.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้