สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

เครื่องวัดระดับกรดและด่างของน้ำระยะไกลผ่านจีพีอาร์เอส

MEASURING WATER pH LEVEL VIA GPRS

โดย

นายดรณ์ ศิริโชติ

นายทวิพนธ์ พลเยี่ยม

นายทินวัจน์ จิตนิยม

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.119539
วัน,เดือน,ปี.- 8 ส.ค. 2554

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

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2553

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องวัดระดับกรดและด่างของน้ำระยะไกลผ่านจีพีอาร์เอส

MEASURING WATER pH LEVEL VIA GPRS

โดย

นายดรณ์ ศิริโชติ 49010195

นายทวิพนธ์ พลเยี่ยม 50010564

นายทินวัจน์ จิตนิยม 50010585

อาจารย์ที่ปรึกษา

รศ.สมยศ จุณณะปิยะ

ผศ.ดร.พิชฐ ม่วงนวล

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2553

ผ่านการตรวจชิ้นงานแล้ว

(ลงชื่อ).....ผู้ตรวจ

ผ่านการตรวจรูปเล่มแล้ว

(ลงชื่อ).....ผู้ตรวจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2553

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง เครื่องวัดระดับกรดและด่างของน้ำระยะไกลผ่านจีพีอาร์เอส

MEASURING WATER pH LEVEL VIA GPRS

ผู้จัดทำ

1. นายดรณ์ ศิริโชติ 49010195
2. นายทวิพนธ์ พลเยี่ยม 50010564
3. นายทินวัจน์ จิตนิยม 50010585

..... **อาจารย์ที่ปรึกษา**

(รศ.สมยศ จุณณะปิยะ)

..... **อาจารย์ที่ปรึกษา**

(ผศ.ดร.พิเชฐ ม่วงนวล)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ รศ.สมยศ จุณณะปิยะ และ ผศ.ดร.พิเชฐ ม่วงนวล ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ อุปกรณ์ หนังสืออ้างอิง ให้คำปรึกษาการทำโครงงานนี้มาตลอด และให้ความช่วยเหลือในทุกๆ ด้าน จนทำงานชิ้นนี้และรายงานฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

สุดท้ายขอกราบขอบพระคุณบิดามารดา และ อาจารย์ทุกท่านที่คอยพร่ำสอนให้พวกเราได้มีวันนี้จึงขอกราบขอบพระคุณมา ณ ที่นี้

นายดรณ์ ศิริโชติ
นายทวิพนธ์ พลเยี่ยม
นายทินวัจน์ จิตนิยม
ผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องวัดระดับกรดและด่างของน้ำระยะไกลผ่านจีพีอาร์เอส

MEASURING WATER pH LEVEL VIA GPRS

โดย นายดรณ์ ศิริโชติ 49010195
นายทวิพนธ์ พลเยี่ยม 50010564
นายทินวัจน์ จิตนิยม 50010585

อาจารย์ที่ปรึกษา รศ.สมยศ จุณณะปิยะ
ผศ.ดร.พิเชฐ ม่วงนวล

บทคัดย่อ

โครงงานเครื่องวัดกรดและด่างระยะไกลผ่านจีพีอาร์เอส สามารถวัดค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH) ของน้ำและแสดงผลผ่านเว็ปไซต์ได้ โดยใช้ตัวตรวจจับ pH เป็นตัวตรวจจับความเป็นกรด – ด่างในน้ำ โดยส่งผ่านคลื่นวิทยุไปยังตัวรับซึ่งใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นตัวประมวลผลเมื่อมีค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH) เข้ามาก็จะส่งข้อมูลที่ได้ให้กับ GPRS โมดูล ซึ่งจะทำหน้าที่ในการแสดงค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH) ที่ได้ผ่านทางเว็ปไซต์

ABSTRACT

This project presents the measuring water pH via GPRS. It can measure the pH value and shows the results on website. This project uses the pH sensor to detect pH level in the water. Then it sends the information to server throught GPRS system. Pic 16f877a is used as a processing unit for collect the data and send it to GPRS module for show the results on website.

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	1
	1.3 ขอบเขตของโครงงาน	2
บทที่ 2	**ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง**	**3**
	2.1 คุณสมบัติทางเคมีของน้ำ	3
	2.2 คุณภาพของน้ำ	4
	2.3 หัววัดค่า pH	6
	2.4 ไมโครคอนโทรลเลอร์ (PIC 16F877A)	6
	2.5 การสื่อสารพอร์ตอนุกรม RS-232	16
	2.6 โมดูลแอลซีดี ขนาด 16 ตัวอักษร 1 บรรทัด (LCD 16*2)	17
	2.7 ทฤษฎีของจีพีอาร์เอส	23
บทที่ 3	**การออกแบบและการจัดทำปริญญานิพนธ์**	**49**
	3.1 การออกแบบโครงงาน	49
	3.2 การออกแบบวงจร	50
	3.3 โปรแกรมภายใน PIC 16F877A	54

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

		หน้า
บทที่ 4	**ผลการทดลอง**	**58**
	4.1 การวัดค่าแรงดันเอาท์พุตของวงจรขยายในส่วนของหัววัดค่า PH	58
	4.2 การส่งข้อมูลเข้าเวปไซต์ผ่าน GPRS MODULE โดย ใช้โปรแกรม DOCKLIGHT	59
	4.3 การส่งข้อมูลจากหน้าเว็บไซต์	60
	4.4 แสดงค่า pH ของน้ำที่วัดได้ผ่านเว็บไซต์	61
บทที่ 5	**สรุปผลและข้อเสนอแนะ**	**62**
	5.1 สรุปผลการทดลอง	62
	5.2 ปัญหาที่อาจจะเกิดขึ้นและการแก้ไข	63
	5.3 แนวทางการพัฒนาโครงงาน	63
บรรณานุกรม		**64**
ภาคผนวก	CODE	**65**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
2.1	วงจรพื้นฐานที่ต้องต่อทุกครั้งมิฉะนั้นไมโครคอนโทรลเลอร์จะไม่ทำงาน ส่วนขาที่เหลือจะนำมาเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ภายนอกเพื่อควบคุม	8
2.2	แสดงวงจรภายนอกที่ต้องต่อของ PIC	8
2.3	แสดงขาต่างๆของ PIC	9
2.4	โครงสร้างการทำงานภายในของ PIC16F877	12
2.5	การจัดสรรหน่วยความจำข้อมูล RAM และตำแหน่งของ PIC16F877	15
2.6	คอนเน็กเตอร์ 9 ขาหรือแบบ DB-9 (ตัวผู้)	17
2.7	รูปร่างและการจัดขาของโมดูลแอลซีดีแบบอักขระ	18
2.8	การรับส่งข้อมูลผ่านเครือข่าย จีพีอาร์เอสสู่เครือข่ายคอมพิวเตอร์ภายนอก	29
2.9	โครงสร้างจัดโปรโตคอลภายในเครือข่ายจีพีอาร์เอส	33
2.10	สถานะของการสื่อสารตามมาตรฐานจีพีอาร์เอส	38
2.11	ขั้นตอนการดำเนินกระบวนการฝาก	40
2.12	ขั้นตอนการดำเนินกระบวนการ GPRS DETACH กรณีร้องขอจากเครื่องลูกข่าย	41
2.13	ขั้นตอนการดำเนินกระบวนการ GPRS DETACH กรณีร้องขอจากเครือข่าย จีพีอาร์เอส	42
2.14	การดำเนินการ PDP CONTEXT ACTIVATION	43
2.15	การดำเนินกระบวนการ PDP CONTEXT DEACTIVATIONโดยเป็นการขอจากเครื่องลูกข่าย	46
2.16	การดำเนินกระบวนการ PDP CONTEXT DEACTIVATION โดยเป็นการร้องขอจากเครือข่าย	47

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

รูปที่

3.1	BLOCK DIAGRAM ของระบบเซนเซอร์ไร้สายสำหรับวัดค่ากรดและด่างของน้ำ	49
3.2	วงจรตัวตรวจจับค่า pH และวงจรขยาย	50
3.3	การเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC 16F877A	51
3.4	การเชื่อมต่อจอ LCD	51
3.5	แสดงรายละเอียดเบื้องต้นของ MAX 232	52
3.6	การเชื่อมต่อวงจรจ่ายไฟ	53
3.7	โปรแกรมภายใน PIC16F877	54
3.8	โปรแกรมการแปลงอนาล็อกเป็นดิจิตอล	55
3.9	การทำงานของ LCD โมดูล	57
4.1	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า pH กับแรงดันเอาท์พุตของวงจรขยายผลรวมแบบกลับขั้วสัญญาณ	58
4.2	ทดสอบการส่งข้อมูลจาก GPRS เข้าสู่เว็ปไซต์	59
4.3	การส่งข้อมูลจากหน้าเว็ปไซต์	60
4.4	เว็ปไซต์ที่ทำการรับข้อมูล	60
4.5	เว็ปไซต์ที่ใช้แสดงค่า pH ของน้ำ	61
4.6	กราฟแสดงค่า pH ของน้ำ	61

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่

2.1 รายละเอียดของขา PIC16F877 13

2.2 ค่า RP0 และ RP1 ในการเลือก BANK ของ PIC16F877 14

2.3 รายละเอียดการต่อคอนเน็กเตอร์แบบ DB9 มาตรฐาน RS-232 17

2.4 แสดงความสัมพันธ์ในการทำงาน RS, RW และ E ของโมดูลแอลซีดีแบบอักษร 19

2.5 ตารางแสดงรายละเอียดของรูปแบบข้อมูลคำสั่ง 19

2.6 ตารางคำสั่งควบคุมการแสดงผลของแอลซีดี 20

2.7 แสดงรูปแบบข้อมูลคำสั่งในการอ่านแฟลก BUSY และแอดเดรส 21

2.8 รายละเอียดของการจัดกลุ่มเครื่องลูกข่ายจีพีอาร์เอสออกตามคลาสการใช้งานหลายช่องเวลา 31

4.1 ผลการวัดค่าแรงดันเอาพุตของวงจรขยายผลรวมแบบกลับขั้วสัญญาณ 58

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันอาชีพของประชาชนส่วนใหญ่ของประเทศไทยจะประกอบอาชีพเกษตรกรรม ในกรรมวิธีการเกษตรน้ำมีบทบาทสำคัญมาก ไม่ว่าจะเป็นทางด้านการเพาะปลูก หรือการเลี้ยงสัตว์ซึ่งการเลี้ยงสัตว์นั้น โดยเฉพาะนากุ้งและการเลี้ยงปลา จำเป็นที่จะต้องมีน้ำที่มีคุณภาพและต้องตรงมาตราฐานของการควบคุมการทำนากุ้งและการเลี้ยงปลา เพราะจะช่วยลดปัญหากุ้งและปลาตาย รวมทั้งโรคระบาดต่างๆ ซึ่งจะทำให้เกษตรกรไม่มีปัญหาการขาดทุน จึงจำเป็นต้องมีเครื่องมือวัดค่าความเป็นกรดและด่างของน้ำ (pH) เพื่อจะได้ตรวจสอบค่าความเป็นกรดและเบสของน้ำได้ตลอดเวลา ซึ่งจะทำให้การแก้ไขปัญหาค่าความเป็นกรดและเบสของน้ำที่มีค่าที่สูงหรือต่ำกว่ามาตราฐานได้อย่างทันท่วงที ซึ่งค่าความเป็นกรดและเบสที่ได้จะแสดงข้อมูลที่ได้ผ่านทางเว็ปไซต์ ซึ่งจะช่วยสร้างความสะดวกสบายให้กับเกษตรกรและผู้ที่ต้องการวัดค่า pH ของน้ำได้ดีอีกทางหนึ่ง

1.2 วัตถุประสงค์

1) อุปกรณ์สามารถวัดค่า pH ของน้ำได้
2) คุณภาพน้ำที่สามารถวัดได้ ค่า pH จะอยู่ในช่วง 0 – 13.6
3) ค่า pH ที่ได้สามารถแสดงผลบนเว็บไซต์
4) เพื่อศึกษาลักษณะการเขียนโปรแกรมคำสั่งของไมโครคอนโทรลเลอร์
5) เพื่อศึกษากระบวนการส่งสัญญาณแบบไร้สายโดยใช้จีพีอาร์เอส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์

ศึกษาการใช้ตัวตรวจจับค่า pH เพื่อนำค่า pH ที่ได้ซึ่งจะอยู่ในรูปของสัญญาณอนาล็อกซึ่งจะต้องนำสัญญาณอนาล็อกดังกล่าวมาขยายสัญญาณโดยใช้ออฟแอมป์และส่งสัญญาณอนาล็อกให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์ในการแปลงสัญญาณอนาล็อกให้เป็นสัญญาณดิจิตอล จากนั้นนำค่าสัญญาณดิจิตอลที่ได้มาเปรียบเทียบกับแรงดันไฟฟ้าเพื่อหาค่า pH และแสดงค่า pH บนจอ LCD หลังจากนั้นไมโครคอนโทรลเลอร์ก็จะส่งค่า pH ไปที่ GPRS โมดูลเพื่อนำค่า pH ที่ได้แสดงผลบนเว็บไซต์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

2.1 คุณสมบัติทางเคมีของน้ำ

น้ำบริสุทธิ์ โมเลกุล จะประกอบด้วยอะตอมของไฮโดรเจน 2 อะตอมและออกซิเจน 1 อะตอม การเกาะกันในทางโครงสร้างของโมเลกุลของน้ำในสระและในสิ่งมีชีวิต ล้วนเป็นแบบเดียวกันอะตอมของออกซิเจนมีขนาดใหญ่กว่ามีน้ำหนักอะตอมเท่ากับ 10 น้ำหนักอะตอมของไฮโดรเจนเท่ากับอะตอมของไฮโดรเจนและออกซิเจนจะเกาะเกี่ยวกันทำมุมประมาณ 105 องศา เป็นขั้วบวกของออกซิเจน 2 ขั้ว และขั้วลบของไฮโดรเจน 2 ขั้ว ซึ่งจะดึงดูดกันเองระหว่างโมเลกุลของน้ำด้วยแรงดึงดูดที่เรียกว่าไฮโดรเจนบอนด์ (hydrogen bonds) แรงดึงดูดนี้มักจะถูกทำลายได้ง่ายด้วยการสั่นสะเทือน ทำให้น้ำไม่สามารถคงรูปร่างได้ยกเว้นน้ำแข็ง

น้ำมี 3 สถานะ คือ ของเหลว ของแข็ง และก๊าซ (ไอน้ำที่ระเหยกลายเป็นไอเมื่อโดนแดดเผาหรือไอน้ำที่ระเหยจากการต้มน้ำ) เมื่อน้ำโดนความร้อน โมเลกุลของน้ำจะแยกจากกันเป็นอิสระเพราะแรงจับขอไฮโดรเจนบอนด์ จะถูกทำลายด้วยพลังงานความร้อน ทำให้สูญเสียปริมาตรตรงกันข้ามกับสภาวะของน้ำแข็ง ซึ่งไฮโดรเจนบอนด์ที่ยึดระหว่างโมเลกุลของน้ำแข็งจะแข็งแรงกว่าและคงรูปร่างมากกว่า แต่มีความหนาแน่นน้อยกว่าธรรมดา ทำให้น้ำแข็งลอยน้ำได้และมีปริมาตรเพิ่มขึ้นด้วย

น้ำที่อุณหภูมิลดลงเหลือเพียง 4 องศาเซลเซียส จะค่อยจับตัวกันกลายเป็นผลึกน้ำแข็งที่มีความหนาแน่นน้อยลง โดยปริมาตรจะเพิ่มขึ้นและแรงสั่นสะเทือนจะลดลงเรื่อยๆ จะกลายเป็นน้ำแข็งที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส คุณสมบัตินี้จำเป็นต่อผู้ที่จะทำการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำที่จะต้องทราบเพราะว่าเมื่ออากาศหนาวเย็นลงในเขตหนาว ส่วนบนของน้ำแข็งจะกลายเป็นน้ำแข็งปิดกั้นระหว่างน้ำแข็งด้านบนและน้ำด้านล่างที่อุณหภูมิสูงกว่า ด้วยชั้นของการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นรวดเร็วมากจากน้ำแข็งเป็นน้ำและจากน้ำกลายเป็นน้ำแข็งในฤดูหนาวชั้นนี้เรียกว่า thermo cline เช่นเดียวกัน ปรากฏการณ์เช่นนี้มักพบในทะเลสาบและบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำขนาดใหญ่ เมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนแปลงทำให้ความหนาแน่นของผิวน้ำเพิ่มขึ้นและเกิดการแทนที่ของน้ำส่วนล่างที่หนาแน่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กว่าพุ่งขึ้นมาในแนวดิ่ง แล้วพัดพาเอาแร่ธาตุต่างๆที่อยู่กันน้ำขึ้นมาด้วยซึ่งจะทำให้พันธุ์ไม้น้ำและแพลงตอนพืชสามารถนำไปใช้ในการสังเคราะห์แสงได้

น้ำมีค่าความร้อนจำเพาะสูงมากเท่ากับ 1 ค่านี้คือค่าของพลังงานที่จะต้องใช้ในการทำให้น้ำมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นซึ่งของเหลวอื่น เช่น แอลกอฮอล์จะใช้พลังงานน้อยกว่านี้และจะต้องใช้พลังงานความร้อนเพิ่มขึ้นอีก มากมายหลายเท่าในการทำให้น้ำเปลี่ยนสถานะจากของแข็งเป็นของเหลวและจากของเหลวกลายเป็นไอ การทำให้น้ำเพิ่มอุณหภูมิสูงขึ้น 1 องศาเซลเซียส ใช้พลังงานความร้อนเพียง 1 แคลอรี แต่การทำให้น้ำ 1 กรัมที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส กลายเป็นไอที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียสจะต้องใช้พลังงานความร้อนถึง 540 แคลอรี การทำให้น้ำแข็งหนัก 1 กรัมที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส กลายเป็นของเหลวที่อุณหภูมิเดิมต้องใช้พลังงานถึง 80 แคลอรี ค่าความร้อนจำเพาะของน้ำมีผลต่อการวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตบนโลกนี้ เพราะน้ำในมหาสมุทรมีส่วนช่วยรักษาและควบคุมอุณหภูมิต่างๆของโลก มิให้เปลี่ยนแปลงรวดเร็วเกินไปน้ำที่อยู่ในบ่อใหญ่และลึกอุณหภูมิจะคงที่มากกว่าน้ำแหล่งน้ำตื้น

2.2 คุณภาพของน้ำ (Water quality)

คุณภาพของน้ำเป็นสิ่งจำเป็นที่จะต้องพิจารณาและควบคุมให้ดี ก่อนนำไปใช้เลี้ยงสัตว์น้ำ ได้แก่

1. พีเอช (pH : percentage of hydrogenion concentration)

ความเข้มข้นของไฮโดรเจนไอออน (H^+) เป็นปัจจัยสำคัญในสภาพแวดล้อมที่สัตว์น้ำอยู่อาศัย น้ำที่มีคุณสมบัติเป็นกลางคือ มีค่าพีเอชกับ 7 การเพิ่มไฮโดรเจนไอออนจะทำให้ค่าพีเอชลดลงกว่า 7 เรียกว่ามีสภาพเป็นกรด การลดไฮโดรเจนไอออนจะทำให้ค่าพีเอชเพิ่มสูงมากกว่า 7 เรียกว่า มีสภาพเป็นด่าง ค่าพีเอชจะคงเดิมหากมีการเติมเกลือที่เป็นกลาง เช่น เกลือแกง (NaCl) การเติมกรดหรือด่างจะทำให้ค่าของพีเอชเปลี่ยนไปในระบบบัฟเฟอร์นั้น โดยทั่วไปแล้ว ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จะทำหน้าที่รักษาระดับของพีเอช 5-7 ไบคาร์บอเนต (HCO_3) จะทำหน้าที่รักษาระดับพีเอช 7-9 และคาร์บอเนต (CO_3) จะทำหน้าที่รักษาระดับพีเอช 9.5 ขึ้นไป นอกจากนี้แล้วพีเอชจะเปลี่ยนแปลงเป็นด่างในช่วงกลางวันหลังเที่ยงและจะเป็นกรดมากที่สุดก่อนดวงอาทิตย์ขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำที่มีค่าพีเอชอยู่ระหว่าง 6.5 – 9.0 ก่อนดวงอาทิตย์ขึ้นเป็นน้ำที่เหมาะแก่การเลี้ยงสัตว์น้ำมากที่สุด น้ำที่มีพีเอชสูงกว่า 9.5 ปลาหลายชนิดจะไม่แพร่พันธุ์และไม่ให้ผลผลิต ปลาอาจตายถ้าพีเอชสูงถึง 1 น้ำที่มีพีเอชสูงก๊าชพิษจะเกิดเพิ่มมากขึ้นเป็นอุปสรรคต่อการเจริญเติบโตของ สัตว์น้ำการเจริญเติบโตจะลดลง ความต้านทานต่อสารพิษต่ำ สัตว์น้ำจะอ่อนแอไม่กินอาหาร เป็นโรคและมีพยาธิเบียดเบียนได้ง่าย ถ้าพีเอชต่ำลงจนถึง 4 สัตว์น้ำอาจตาย เคยมีปรากฏการณ์ที่อ้อมน้อยเมื่อมีพีเอชลดลงถึง 3.0 สัตว์น้ำจะเป็นโรคหางกุดครีบกุดหมดทั้งบ่อและตาย แม้บางตัวจะรอดชีวิตแต่ตลาดก็ไม่รับซื้อ

น้ำที่เป็นกรดสามารถแก้ได้ด้วยการใส่ปูนขาว ($CaCo_3$ ปูนเผา CaO พอโดนน้ำจะเป็น $Ca(OH)_2$) ในทางเพาะเลี้ยงถือว่าเป็นปูนขาวทั้ง 3 ตัวเป็นวัตถุประสาน ซึ่งประดิษฐ์จากหินธาตุปูนหรือเปลือกหอย น้ำที่เป็นกรดและมีสีแดงทำให้เป็นกลางได้ง่ายด้วยการใส่ปูนขาว แต่น้ำที่เป็นกรดเนื่องจากมีกรดกำมะถันทำให้เป็นกลางได้ยาก น้ำที่มีแคลเซียมปนอยู่มากถ้าใส่ปุ๋ยฟอสเฟตจะได้ผลยากมากเพราะฟอสเฟตจะตกตะกอนเป็นแคลเซียมฟอสเฟต เมื่อใส่ปูนขาวลงไปจะพบว่ามีธาตุเหล็กตกตะกอนอยู่ตามก้นบ่อ

ปรากฏการณ์ที่น้ำมีสภาพเป็นด่างจะพบเห็นได้น้อยกว่าปรากฏการณ์ของน้ำที่มีสภาพเป็นกรด สัตว์น้ำไม่สามารถจะมีชีวิตอยู่ได้เมื่อค่าพีเอชสูงกว่า 11

2. ความเป็นด่าง (alkalinity) คือความสามารถในการรับโปรตอนหรือค่าของแอนไอออน (anion)ในน้ำ ซึ่งจะทำปฏิกิริยากับ H เมื่อเติมกรดลงไป ความเป็นด่างของน้ำมักเกิดจากไอออนของคาร์บอเนตและไบคาร์บอเนต (CO_3 และ HCO_3) อาจมีพวกบอเรต (brates) ซิลิเคต (silicates) ฟอสเฟตและสารอินทรีย์อื่นปนอยู่บ้าง ความเป็นด่างไม่เป็นพิษภัยต่อสัตว์น้ำแต่มีผลต่อคุณสมบัติอื่นๆของน้ำ เช่น คอปเปอซัลเฟตที่นิยมใช้ควบคุมการเจริญเติบโตของสาหร่าย หอยต่างๆอาจเป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิตอื่นๆได้ ถ้าค่าความเป็นด่างเปลี่ยนไป โดยเฉพาะเมื่อค่าความเป็นด่างลดน้อยลง นอกจากนี้ความเป็นด่างลดน้อยลง นอกจากนี้ความเป็นด่างของน้ำยังช่วยควบคุมไม่ให้แหล่งน้ำมีการเปลี่ยนแปลงค่าพีเอชอย่างรวดเร็ว

เมื่อเติมคาร์บอนไดออกไซด์ลงไปในน้ำ คาร์บอนไดออกไซด์จะทำปฏิกิริยากับโมเลกุลของน้ำคล้ายกับการเกิดปฏิกิริยาในเลือดของสัตว์ทั้งหลาย ซึ่งตอนแรกจะได้กรดคาร์บอนิคและกรดคาร์บอนิคจะแตกตัวไปเป็นไบคาร์บอเนตและจะแตกตัวต่อไปเป็นไฮโดรเจนไอออนและคาร์บอเนตไอออนตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในน้ำที่มีค่าพีเอชระหว่าง 6.5 – 10.5 จะพบไบคาร์บอเนตไอออน (HCO_3) เป็นส่วนมาก เมื่อค่าพีเลชลดต่ำลงจะพบกรดคาร์บอนิคมากขึ้น ในแหล่งน้ำทั่วๆไป ไบคาร์บอเนตไอออน สามารถจะถูกแทนที่ด้วยคาร์บอเนตไอออน เพื่อควบคุมและรักษาระดับพีเอชไว้ให้คงเดิม แต่ถ้าเติมกรดลงไปจะทำให้การรวมตัวของไบคาร์บอเนตกับไฮโดรเจนไอออนกลายเป็น กรดคาร์บอนิค

ในบ่อที่มีพันธุ์ไม้น้ำและแพลงตอนพืชหนาแน่น จะมีค่าพีเอชสูงในตอนกลางวัน เพราะมีการดึงก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากน้ำไปใช้มากระหว่างการสังเคราะห์แสง แต่ในตอนเย็นเมื่อดวงอาทิตย์ตกจนถึงก่อนช่วงดวงอาทิตย์ขึ้นในตอนเช้า จะมีแต่กิจกรรมหายใจของพืชและสัตว์น้ำ ดังนั้นจะมีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกมาในน้ำตลอดเวลา ค่าของพีเอชจะค่อยๆลดลงไปเรื่อยๆจนกลายเป็นกรดได้ ซึ่งอาจเป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำได้หากไม่ทำการแก้ไข

2.3 หัววัดค่า pH

หัววัดค่า pH ที่ใช้คือรุ่น pe-03 เป็นหัวแก้วอิเล็กโทรด (Glass Electrode) ซึ่งเป็นขั้วที่ทำให้เกิดแรงดันไฟฟ้า โดยแปรตามความเข้มข้น (H^+) ของสารละลายและถูกส่งต่อไปให้วงจรวัดค่าแรงดันไฟฟ้าจากนั้นจึงแปลงเป็นค่า pH อีกครั้งหนึ่ง ที่หัววัดประกอบไปด้วยหลอดแก้วชนิดพิเศษที่มีความไวต่ออิออน (H^+) ภายในขั้วบรรจุสารละลายบัฟเฟอร์ (Buffer Solution) ซึ่งมีค่า pH 7 ตลอดเวลาสารละลาย KCI อิ่มตัวในสารละลายที่มีขั้วไฟฟ้าจุ่มอยู่ ขั้วไฟฟ้ามักทำด้วยโลหะเงินซึ่งจะฉาบด้วย Silver chloride คุณสมบัติโดยทั่วไปของหัววัดค่า pH คือ มีย่านวัดอยู่ในช่วง pH 0 – pH 14 มีความละเอียดในการวัดเท่ากับ 0.01 pH และการบำรุงรักษาสามารถทำได้ง่ายคือหลังการใช้หัววัดค่า pH ทุกครั้งให้นำมาล้างด้วยน้ำกลั่นก่อนนำไปเก็บและทำให้หัววัดค่า pH สามารถใช้งานได้นานยิ่งขึ้น

2.4 ไมโครคอนโทรลเลอร์ (PIC 16F877A)

ไมโครคอนโทรเลอร์ PIC16F877 มีหน่วยความจำโปรแกรมแบบแฟลตที่ลบได้นับแสนครั้ง, หน่วยความจำข้อมูลอีอีพรอมที่ลบได้ล้านครั้ง, ซีพียูแบบ RISC ที่มีชุดคำสั่งน้อย แต่ทรงประสิทธิภาพ, ไทเมอร์-เคาท์เตอร์ที่มีมากถึง 3 ตัวบวกกับวอตช์ด็อกไทเมอร์, โมดูลตรวจจับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญญาณ-เปรียบเทียบข้อมูลสร้างสัญญาณ PWM หรือ CCP, วงจรแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นดิจิตอลที่มีความละเอียด 10 บิต 8 ช่อง, วงจรรีเซตอัตโนมัติเมื่อแรงดันไฟเลี้ยงลดลงต่ำกว่ากำหนด ทั้งยังใช้กับไฟเลี้ยงในย่านกว้าง 2V-5V, มีโมดูลเชื่อมต่ออุปกรณ์ระบบบัส I^2D และ SPI ในตัว ทั้งหมดนี้ที่กล่าวมานั้นคือ คุณสมบัติของไมโครคอนโทรเลอร์ PIC รุ่น 16F877 ทีมีอย่างครบถ้วน

- ระบบควบคุมโดยใช้ PIC นั้นประกอบด้วย 2 ส่วนหลัก คือ ส่วนฮาร์ดแวร์และส่วนซอฟต์แวร์ โดยทั้งสองส่วนนี้ต้องอาศัยทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้องดังนี้

- โครงสร้างสถาปัตยกรรมชุดคำสั่งการใช้งานและการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ภายนอกของไมโครคอนโทรเลอร์ PIC16F877

- โครงสร้างและการทำงานของรีเลย์

- โครงสร้างการทำงานและการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

ในปัจจุบันไมโครคอนโทรเลอร์ตระกูล PIC มีการพัฒนาและผลิตออกมาหลายเบอร์ โดยทั่วไปจะออกมาเป็น 3 แบบคือ

- สถาปัตยกรรม12-Bit core (Base-Line) เป็นกลุ่มของไมโครคอนโทรเลอร์ ที่มีขนาดเล็กมีโครงสร้างของคำสั่งเพียง 12 Bit และค่อนค้างมีข้อจำกัดในการใช้งานเนื่องจากมีหน่วยความจำRAM และ STACK ค่อนข้างจำกัด

- สถาปัตยกรรม14-Bit core (Mid-Range) เป็นกลุ่มของไมโครคอนโทรเลอร์ ที่มีขนาดกลางมีโครงสร้างของคำสั่งเพียง 14 Bit มีทั้งแบบที่โปรแกรมได้ครั้งเดียว และแบบแฟลต

- สถาปัตยกรรม16-Bit core (High-End) เป็นกลุ่มของไมโครคอนโทรเลอร์ ที่อยู่ในกลุ่มระดับสูงซึ่งได้มีการพัฒนาโครงสถาปัตยกรรม ทั้งในเรื่องของหน่วยความจำ ความเร็ว และคุณสมบัติอื่นๆที่เหนือกว่าสองกลุ่มที่ผ่านมามากมีการจัดวางหน่วยความจำโปรแกรมอยู่ในเพจเดียวกัน ทำให้ไม่มีปัญหาเรื่องรอยต่อของหน่วยความจำ

2.4.1 แรงดันในการทำงาน

ช่วยช่วงแรงดันการทำงานของ PIC โดยปกติมาตรฐานแล้วจะอยู่ระหว่าง 4.5 – 4.5V แต่จะมีบางเบอร์ที่ออกแบบมาให้สามารถทำงานได้ในช่วงแรงดันต่ำประมาณ 2.5 – 6V ได้ ซึ่งจะมี

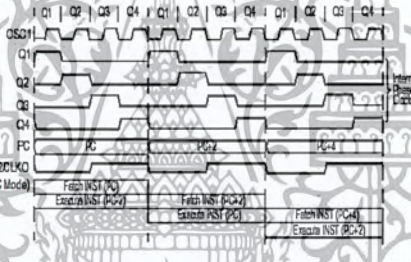
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การระบุโค้ดให้ทราบ โดยมีการเพิ่มระดับตัว L เข้าไปในเบอร์ของอุปกรณ์เช่น PIC16LFXXX เป็นต้น

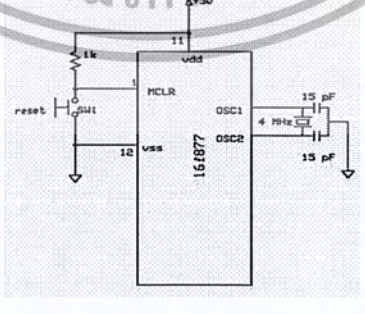
2.4.2 สัญญาณนาฬิกา

ไมโครคอนโทรลเลอร์จะทำงานได้ต้องมีสัญญาณนาฬิกาให้กับตัวมัน ซึ่งในหนึ่งไซเคิล (Clock Bus) ของซีพียูจะประกอบไปด้วยสัญญาณนาฬิกาภายนอกจำนวน 4 ไซเคิล คือ Q1 , Q2 , Q3 และ Q4 ตามรูปข้างล่าง ดังนั้นความความถี่ที่ซีพียูประมวลผลต่อหนึ่งคำสั่งเท่ากับความถี่ของสัญญาณนาฬิกาภายนอกหารด้วย 4 หรือหากจะพิจารณาความเร็วของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล PIC สามารถประมวลผลต่อหนึ่งคำสั่งเท่ากับ 1/4 เท่าของความถี่ออสซิลเลเตอร์ภายนอก

1 cycle = $Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 = XTAL_{/4}$



รูปที่ 2.1 วงจรพื้นฐานที่ต้องต่อทุกครั้งมิฉะนั้นไมโครคอนโทรลเลอร์จะไม่ทำงาน ส่วนขาที่เหลือจะนำมาเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ภายนอกเพื่อควบคุม

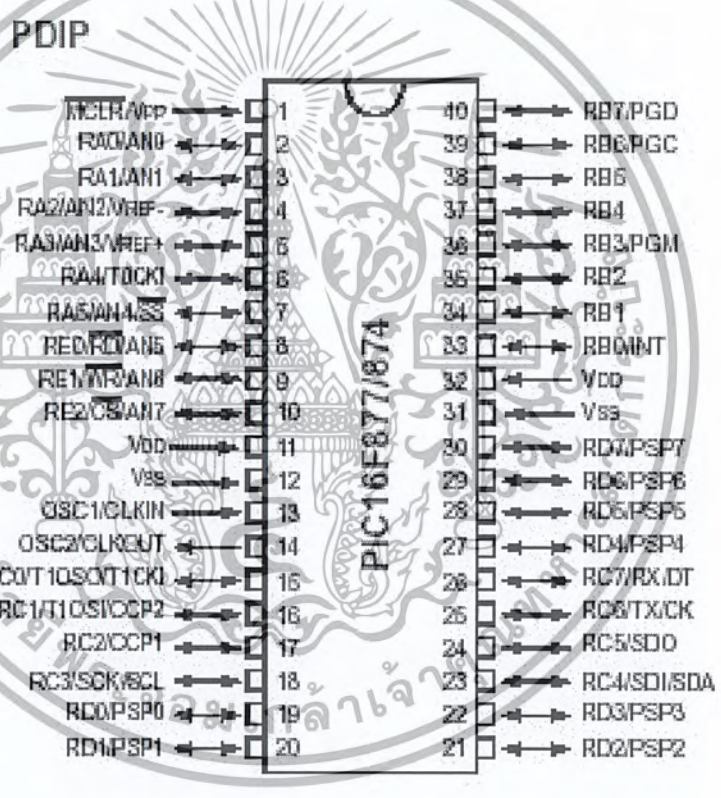


รูปที่ 2.2 แสดงวงจรภายนอกที่ต้องต่อของ PIC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 2.2 ใช้คริสตัลที่มีความถี่ 4 MHz แต่จริงๆแล้ว PIC16F877 สามารถใช้ค่าสูงสุดเท่ากับ 20 MHz ซึ่งเราจะมาทำความรู้จักกับออสซิลเลเตอร์แบบต่างๆ และการกำหนดในโปรแกรมเพื่อให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ของเราสามารถทำงานได้

พื้นฐานการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ก็คือ ระบบดิจิตอลโดยค่าเอาท์พุตที่ได้จากไมโครคอนโทรลเลอร์จะเป็น 0 กับ 1 แต่ก็สามารถนำมาประยุกต์เชื่อมต่อกับอุปกรณ์ภายนอกต่างๆมากมาย



รูปที่ 2.3 แสดงขาต่างๆของ PIC

จากรูปที่ 2.3 ขาของ PIC16F877 กับ 16F874 เหมือนกันแต่ความสามารถบางประการจะไม่เหมือนกันสามารถดูได้จาก data sheet แต่ละขาจะมีหน้าที่แตกต่างกันไปซึ่งแยกออกเป็น PORT A , PORT B , PORT C , PORT D, PORT E โดยพื้นฐานแล้วพอร์ตแต่ละพอร์ตสามารถ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำงานเป็นอินพุตและเอาท์พุตเป็นดิจิตอล ยกเว้น PORT A และ PORT E ที่สามารถทำงานเป็นตัวรับ สัญญาณอนาลอกแปลงเป็นค่าดิจิตอลเพื่อนำมาวัดปริมาณทางฟิสิกส์ต่างๆ ที่เห็นได้อย่างชัดเจน คือ นำมาวัดความต่างศักย์

2.4.3 คุณสมบัติของ PIC16F877

- ซีพียูเป็นแบบ RISC (Reduced Instruction-set) มีคำสั่งให้ใช้งาน35 คำสั่ง
- คำสั่งหนึ่งๆใช้เวลาทำงาน 1 ถึง 2 Cycle
- ทำงานได้สูงสุดที่ 20 MHz (PIC16F877-20/P)
- สัญญานาฬิกามีหลายโหมดให้เลือกใช้งาน
- โหมด RC ใช้วงจรภายในไมโครคอนโทรลเลอร์กำเนิดสัญญาณนาฬิกา
- โหมด LP ใช้คริสตอลพลังงานต่ำความถี่สูงสุดไม่เกิน 200KHz
- โหม ด XT ใช้คริสตอลความถี่ตั้งแต่100KHz-4MHz
- โหมด HSใช้คริสตอลความถี่สูง สูงสุดไม่เกิน 20MHz
- มี I/Oพอร์ตทั้งหมด5พอร์ต
- หน่วยความจำโปรแกรมเป็นแบบ Flash มีขนาด 8KWord
- มี RAM ขนาด 356bytes
- มี EEPROM ขนาด 256 bytes
- ทำงานแบบ Pipe-Line ทำให้ ณ เวลาหนึ่งสามารถทำคำสั่ง ได้พร้อมกัน
- ตอบสนองกับอินเตอร์รัพท์ได้ทั้งหมด14 แหล่ง
- มี Stack ให้ใช้ได้สูงสุด 8 ระดับ
- มีระบบ POR (Power Up Timer) OST (oscillator Start-up timer)
- มีระบบ WDT (Watchdog Timer)
- มีระบบCP (Code Protection) และสามารถเลือกระดับป้องกันได้
- มีโหมดประหยัดพลังงาน
- สามารถโปรแกรมด้วยไฟ +5 VDC ได้
- สามารถโปรแกรมแบบ In-Circuit Serial Programming
- ทำงานที่ไฟเลี้ยง 2VDC ถึง5.5 VDC
- Current Sink และ Current Source ของ Port อยู่ที่ 25 ma

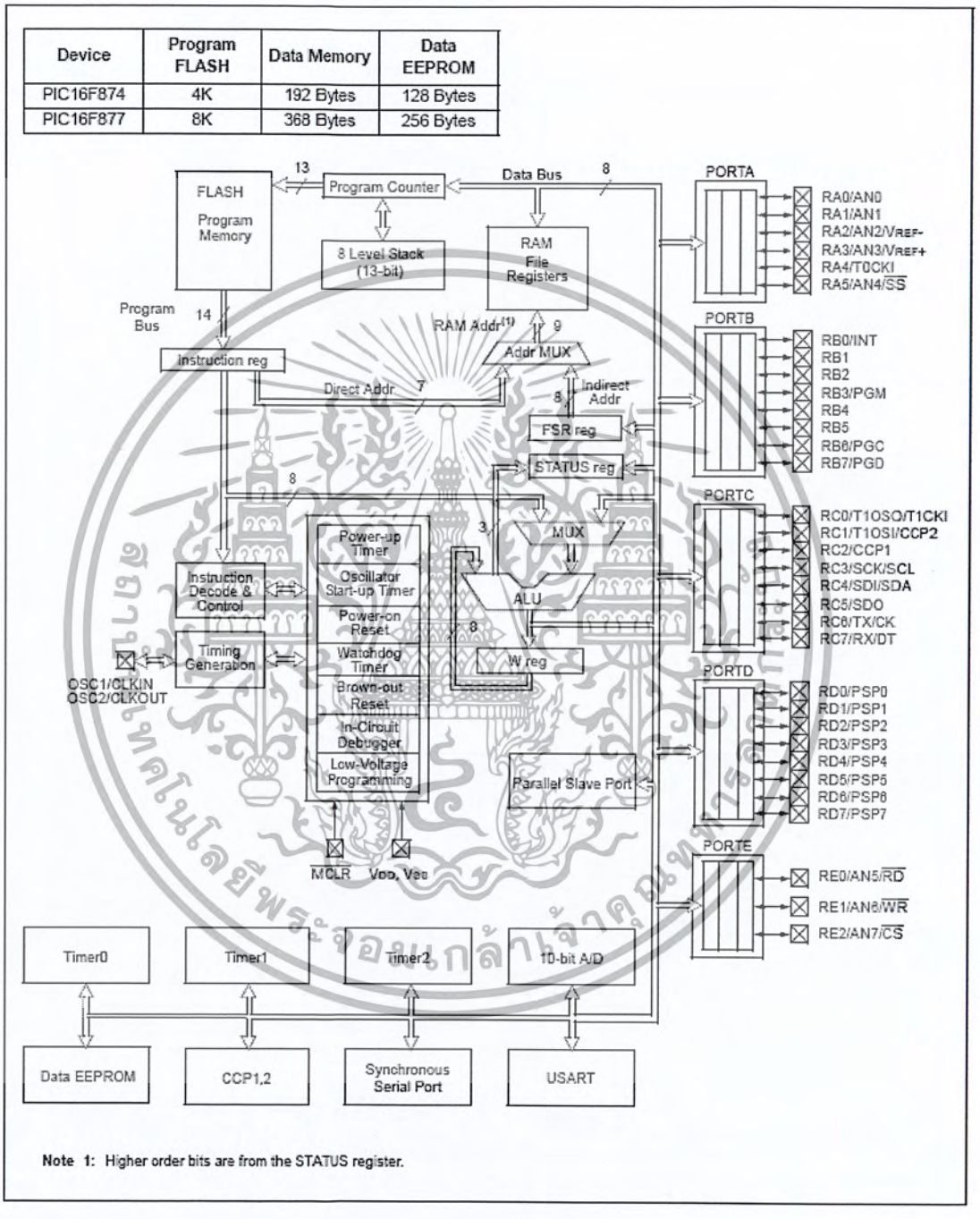
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- มี timer/counter 3 ตัว
- มีโมดูล Capture/Compare/PWM 2ชุด
- มี A/D Converter แบบ 10bits จำนวน 8 ช่องนำเข้าในตัวเอง
- มีระบบตรวจระดับไฟเลี้ยง BODEN (Brown-Out Detection) เพื่อสร้างสัญญาณรีเซต ซีพียู

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.4 โครงสร้างการทำงานภายในของ PIC16F877

Device	Program FLASH	Data Memory	Data EEPROM
PIC16F874	4K	192 Bytes	128 Bytes
PIC16F877	8K	368 Bytes	256 Bytes



รูปที่ 2.4 โครงสร้างการทำงานภายในของ PIC16F877

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 รายละเอียดของขา PIC16F877

ชื่อขา	ตำแหน่งของขาและชนิดของบัฟเฟอร์					รายละเอียด
OSC1/CLKIN	13	14	30	I	ST/CMOS(4)	Oscillator crystal input/external clock source input.
OSC2/CLKOUT	14	15	31	O	—	Oscillator crystal output. Connects to crystal or resonator in crystal oscillator mode. In RC mode, OSC2 pin outputs CLKOUT which has 1/4 the frequency of OSC1, and denotes the instruction cycle rate.
$\overline{MCLR}$/VPP	1	2	18	I/P	ST	Master Clear (Reset) input or programming voltage input. This pin is an active low RESET to the device.
						PORTA is a bi-directional I/O port.
RA0/AN0	2	3	19	I/O	TTL	RA0 can also be analog input0.
RA1/AN1	3	4	20	I/O	TTL	RA1 can also be analog input1.
RA2/AN2/VREF-	4	5	21	I/O	TTL	RA2 can also be analog input2 or negative analog reference voltage.
RA3/AN3/VREF+	5	6	22	I/O	TTL	RA3 can also be analog input3 or positive analog reference voltage.
RA4/T0CKI	6	7	23	I/O	ST	RA4 can also be the clock input to the Timer0 timer/ counter. Output is open drain type.
RA5/$\overline{SS}$/AN4	7	8	24	I/O	TTL	RA5 can also be analog input4 or the slave select for the synchronous serial port.
						PORTB is a bi-directional I/O port. PORTB can be soft-ware programmed for internal weak pull-up on all inputs.
RB0/INT	33	36	8	I/O	TTL/ST(1)	RB0 can also be the external interrupt pin.
RB1	34	37	9	I/O	TTL	
RB2	35	38	10	I/O	TTL	
RB3/PGM	36	39	11	I/O	TTL	RB3 can also be the low voltage programming input.
RB4	37	41	14	I/O	TTL	Interrupt-on-change pin.
RB5	38	42	15	I/O	TTL	Interrupt-on-change pin.
RB6/PGC	39	43	16	I/O	TTL/ST(2)	Interrupt-on-change pin or In-Circuit Debugger pin. Serial programming clock.
RB7/PGD	40	44	17	I/O	TTL/ST(2)	Interrupt-on-change pin or In-Circuit Debugger pin. Serial programming data.
						PORTC is a bi-directional I/O port.
RC0/T1OSO/T1CKI	15	16	32	I/O	ST	RC0 can also be the Timer1 oscillator output or a Timer1 clock input.
RC1/T1OSI/CCP2	16	18	35	I/O	ST	RC1 can also be the Timer1 oscillator input or Capture2 input/Compare2 output/PWM2 output.
RC2/CCP1	17	19	36	I/O	ST	RC2 can also be the Capture1 input/Compare1 output/PWM1 output.
RC3/SCK/SCL	18	20	37	I/O	ST	RC3 can also be the synchronous serial clock input/ output for both SPI and I^2C modes.
RC4/SDI/SDA	23	25	42	I/O	ST	RC4 can also be the SPI Data In (SPI mode) or data I/O (I^2C mode).
RC5/SDO	24	26	43	I/O	ST	RC5 can also be the SPI Data Out (SPI mode).
RC6/TX/CK	25	27	44	I/O	ST	RC6 can also be the USART Asynchronous Transmit or Synchronous Clock.
RC7/RX/DT	26	29	1	I/O	ST	RC7 can also be the USART Asynchronous Receive or Synchronous Data.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

						PORTD is a bi-directional I/O port or parallel slave port when interfacing to a microprocessor bus.
RD0/PSP0	19	21	38	I/O	ST/TTL[3]	
RD1/PSP1	20	22	39	I/O	ST/TTL[3]	
RD2/PSP2	21	23	40	I/O	ST/TTL[3]	
RD3/PSP3	22	24	41	I/O	ST/TTL[3]	
RD4/PSP4	27	30	2	I/O	ST/TTL[3]	
RD5/PSP5	28	31	3	I/O	ST/TTL[3]	
RD6/PSP6	29	32	4	I/O	ST/TTL[3]	
RD7/PSP7	30	33	5	I/O	ST/TTL[3]	
						PORTE is a bi-directional I/O port.
RE0/$\overline{RD}$/AN5	8	9	25	I/O	ST/TTL[3]	RE0 can also be read control for the parallel slave port, or analog input5.
RE1/$\overline{WR}$/AN6	9	10	26	I/O	ST/TTL[3]	RE1 can also be write control for the parallel slave port, or analog input6.
RE2/$\overline{CS}$/AN7	10	11	27	I/O	ST/TTL[3]	RE2 can also be select control for the parallel slave port, or analog input7.
VSS	12,31	13,34	6,29	P	—	Ground reference for logic and I/O pins.
VDD	11,32	12,35	7,28	P	—	Positive supply for logic and I/O pins.
NC	—	1,17,28, 40	12,13, 33,34		—	These pins are not internally connected. These pins should be left unconnected.

2.4.5 การจัดสรรหน่วยความจำข้อมูล RAM ของ PIC16F877

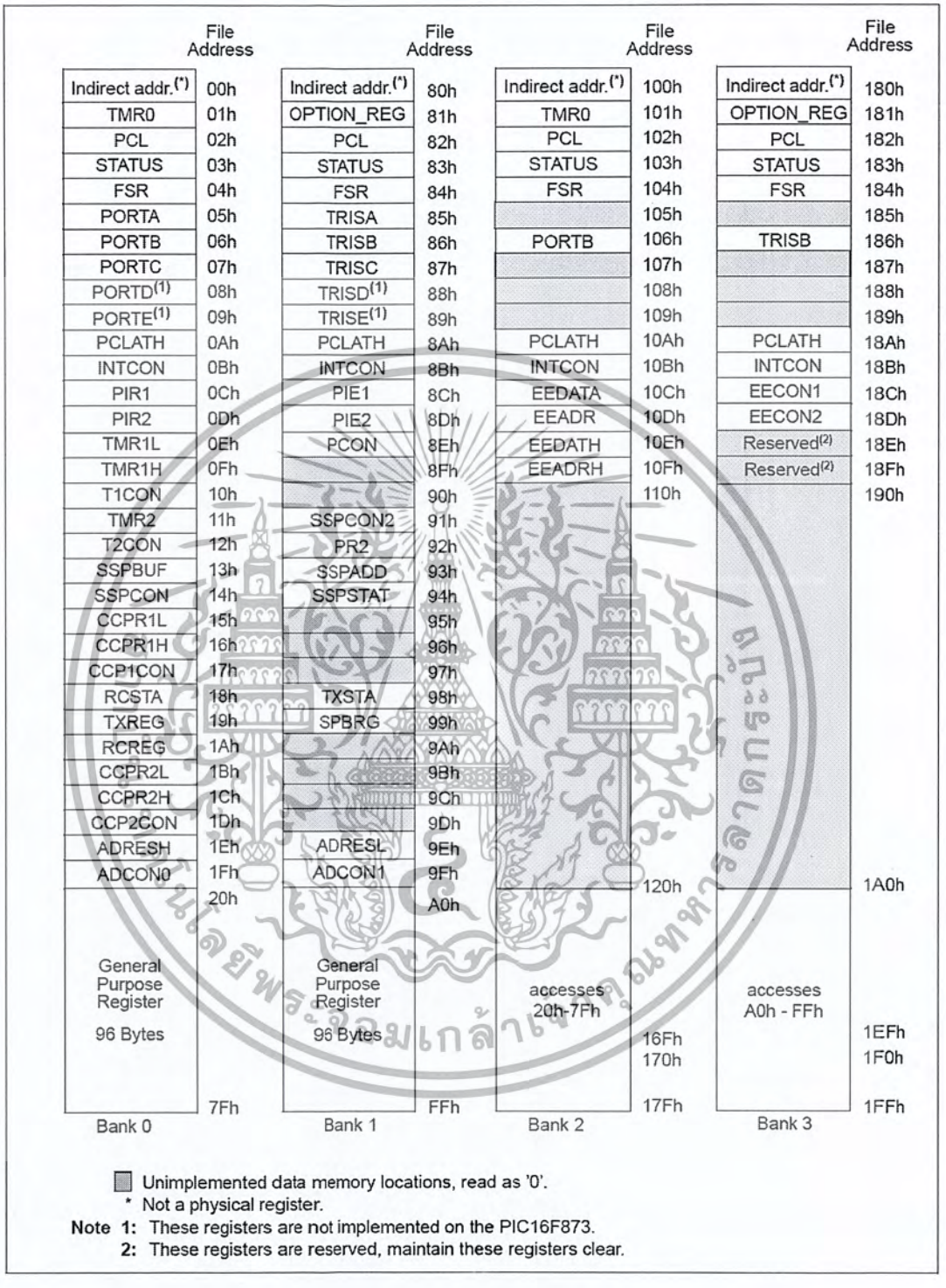
PIC16F877 มีหน่วยความจำข้อมูล RAM สำหรับใช้งานทั่วไป 368 bytes และ มีรีจิสเตอร์ไฟล์ 8 bits 57 ตัวดังรูป 2.2 แต่ละBank มีขนาดสูงสุด 128 bytes แต่มีการใช้งานได้จริงในแต่ละ Bank ต่างกัน มีการจัดสรรพื้นที่ ดังนี้

การเลือก Bank ของหน่วยความจำข้อมูล RAM จะต้องเลือกในรีจีสเตอร์ STATUS โดยการระบุตำแหน่งที่ 5 และบิตที่ 6 (RP0,RP1)

ตารางที่ 2.2 ค่า RP0 และ RP1 ในการเลือก Bank ของ PIC16F877

RP0: RP1	Bank
00	0
01	1
10	2
11	3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.5 การจัดสรรหน่วยความจำข้อมูล RAM และตำแหน่งของ PIC16F877

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 การสื่อสารพอร์ตอนุกรม RS-232

การสื่อสารกับคอมพิวเตอร์ผ่านพอร์ตอนุกรม จะต้องมี IC เช่น MAX232 ที่ทำหน้าที่เปลี่ยนแรงดันที่เข้ามาจาก Serial Port ไปเป็นแรงดันตามมาตรฐานของ RS-232 โดยเปลี่ยนเป็นระดับแรงดัน TTL เพื่อให้ไมโครคอนโทรลเลอร์สามารถสื่อสารกับคอมพิวเตอร์ได้

ลักษณะของการส่งข้อมูลแบบอนุกรมนั้น ข้อมูลจะส่งออกมาทีละบิตจากตัวส่งไปตัวรับข้อมูล ช่องสัญญาณในการส่งข้อมูลอาจใช้เพียง 1 หรือ 2 ช่องสัญญาณเท่านั้น ทำให้ค่าใช้จ่ายในการสื่อสารจะถูกกว่าแบบขนาน แต่อัตราการรับ-ส่งข้อมูลจะช้ากว่าแบบขนาน ในการส่งข้อมูลแบบอนุกรมข้อมูลที่ต้องการส่งจะอยู่ในลักษณะเป็นไบต์จะทยอยส่งทีละบิตและทางตัวรับจะต้องรับข้อมูลเข้ามาทีละบิตแล้วมารวมกันเป็นไบต์ ซึ่งทางตัวรับต้องคอยตรวจสอบว่าบิตใดเป็นบิตเริ่มต้นหรือบิตสุดท้ายของข้อมูล การตรวจสอบนั้นจะขึ้นอยู่กับรูปแบบของรหัสของบิตข้อมูลที่ใช้ ซึ่งในการรับส่งข้อมูลแบบอนุกรมระหว่างไมโครคอมพิวเตอร์กับอุปกรณ์ภายนอกนั้น จำเป็นจะต้องมีมาตรฐานในการรับส่งข้อมูล ซึ่งมาตรฐานที่นิยมมากที่สุดคือมาตรฐาน RS-232

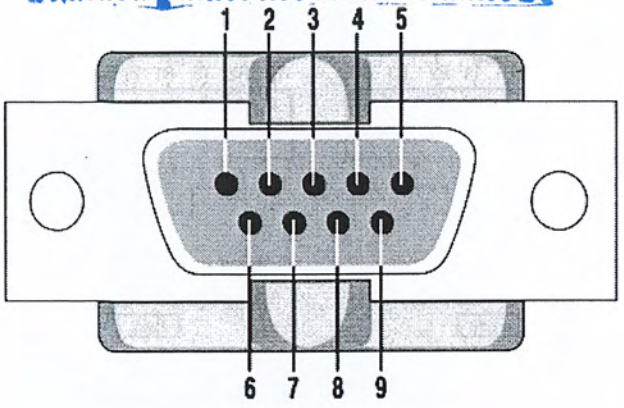
มาตรฐาน RS-232

เพื่อที่จะทำให้อุปกรณ์จากผู้ผลิตต่างกันสามารถทำงานร่วมกันได้ มาตรฐานหลายชนิดจึงได้รับการออกแบบขึ้น มาตรฐานที่ใช้กันอย่างกว้างขวางที่สุดคือ RS-232 ซึ่งโดยปกติไมโครคอมพิวเตอร์จะมีพอร์ตที่เป็นแบบอนุกรมอยู่ในตัวแล้วและจะทำหน้าที่รับส่งข้อมูลในแบบอนุกรม

ตามจุดประสงค์ของมาตรฐาน RS-232 นั้นเพื่อจะสามารถเชื่อมต่อกันระหว่างอุปกรณ์รับส่งปลายทาง (Data Terminal Equipment : DTE) เช่น พอร์ตของคอมพิวเตอร์หลักหรืออุปกรณ์ปลายทางกับอุปกรณ์สื่อสาร RS-232 เป็นข้อกำหนดของการอินเตอร์เฟสมาตรฐาน และสามารถใช้เพื่อจุดประสงค์อื่นต่างกันไปเช่น การสื่อสารแบบซิงโครนัส (Synchronous communication) และรูปแบบการสื่อสารที่ต้องการสัญญาณนาฬิกา และสัญญาณกำหนดจังหวะเพิ่มเติมขึ้นมา ในความเป็นจริงแล้วเราสามารถทำให้มีการสนทนากันระหว่าง DTE และ DCE โดยการใช้สายสัญญาณเพียง 3 เส้นเท่านั้นคือ ใช้สาย TD สาย RD และสายกราวด์เท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง



รูปที่ 2.6 คอนเน็กเตอร์ 9 ขาหรือแบบ DB-9 (ตัวผู้)

ตารางที่ 2.3 รายละเอียดการต่อคอนเน็กเตอร์แบบ DB9 มาตรฐาน RS-232

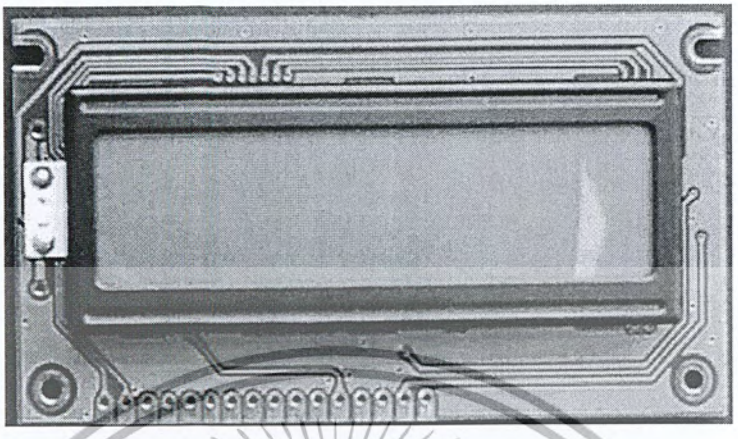
หมายเลขขาสัญญาณ	ชื่อสายสัญญาณ
1	Data Carrier Detect
2	Received Data
3	Transmitted Data
4	Data Terminal Ready
5	Signal Common
6	Data Set Ready
7	Request To Send
8	Clear To Send
9	Ring Indicator

2.6 โมดูลแอลซีดี ขนาด 16 ตัวอักษร 1 บรรทัด (LCD 16*2)

สำหรับโมดูลแอลซีดีที่นำมาใช้ในการทำโครงงานนี้เป็นขนาด 16 ตัวอักษร 1 บรรทัด เนื่องจากราคาถูก หาง่าย และเป็นโมดูลแอลซีดีที่มีโครงสร้างเป็นมาตรฐาน มีผู้ผลิตมากราย และมีการระบุเบอร์แตกต่างกันออกไปตามผู้ผลิต อาทิ LM020L ของฮิตาชิ (Hitachi), DMC-16117A ของออปเท็กซ์ (Optex) เป็นต้น แต่อย่างไรก็ตามคอนโทรลเลอร์มาใช้คือเบอร์เดียวกันนั้นคือ HD44750 ของฮิตาชิ

โดยที่แอลซีดีขนาด 16*2 มีขาต้องใช้งานทั้งสิ้น 16 ขา มีการจัดขาดังในรูปที่ 2.22 สำหรับรายละเอียดการมำงานของแต่ละขามีดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
119539



รูปที่ 2.7 รูปร่างและการจัดขาของโมดูลแอลซีดีแบบอักขระ

- Vss (ขา1) : ต่อกราวด์
- Vdd (ขา2) : ต่อไฟเลี้ยง +5 โวลท์
- Vo (ขา3) : เป็นขาอินพุทรับแรงดันเพื่อปรับความเข้มของการแสดงผล
- RS (ขา4) : เป็นขาอินพุทใช้ในการแยกชนิดของข้อมูลที่ทำการประมวลผลในขณะนั้นว่าเป็นคำสั่งสำหรับรีจิสเตอร์ IR หรือเป็นข้อมูลสำหรับรีจิสเตอร์ DR โดยถ้าขานี้เป็น “0” ข้อมูลที่ส่งมาจะเป็นคำสั่ง แต่ถ้าขานี้เป็น ”1” ข้อมูลที่ส่งมาจะเป็นข้อมูลสำหรับการแสดงผล
- R/W (ขา5) : เป็นขาที่ใช้ในการเลือกการอ่านหรือการเขียนข้อมูลกับโมดูลแอลซีดี ถ้าเป็น “0” เป็นการกำหนดให้เขียนข้อมูล แต่ถ้าเป็น “1” จะเป็นการอ่านข้อมูล
- E(ขา6) : เป็นขาที่ใช้ควบคุมในการเขียนข้อมูลและอ่านสถานะของข้อมูล
- D0-D7 (ขา7-14) : เป็นขาที่ใช้เป็นทางผ่านของข้อมูลระหว่างแอลซีดีกับอุปกรณ์ภายนอกที่มีขนาด 8 บิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.4 แสดงความสัมพันธ์ในการทำงาน RS, RW และ E ของโมดูลแอลซีดีแบบอักษร

RS	R/W	E	การทำงาน
0	0		เขียนคำสั่ง
0	1		อ่านสถานะของโมดูลแอลซีดี
1	0		เขียนข้อมูล
1	1		อ่านข้อมูล

2.6.1 คำสั่งการของโมดูลแอลซีดี

1. คำสั่งควบคุมโมดูลแอลซีดี

ในการเขียนคำสั่งลงในตัวควบคุม แน่นอนว่าต้องกำหนดให้ขา RS และ RW เป็น “0” แล้วเขียนคำสั่งตามไป คำสั่งควบคุมโมดูลแอลซีดีของชิปควบคุม HD44780 สำคัญมี 9 คำสั่ง

2. คำสั่งเคลียร์ตัวแสดงผล (clear display)

มีข้อมูลคำสั่งเป็น 01H เป็นคำสั่งที่ใช้เขียนข้อมูลช่องว่างหรือ space เข้าไปใน DDRAM ทั้งหมด เมื่อตัวควบคุมแอ็กซีคิวซ์คำสั่งนี้ จะทำการกำหนดแอดเดรสของ DDRAM เป็น “0” เคอร์เซอร์จะกลับไปอยู่ที่ตำแหน่งซ้ายมือสุดของจอแสดงผล และเซตบิต I/D (ซึ่งจะกล่าวถึงภายหลัง) ให้เป็น “1”

3.คำสั่ง return home

ต้องกำหนดให้บิต 1 ของข้อมูลเป็น “1” เป็นคำสั่งให้เคอร์เซอร์เคลื่อนที่กลับไปยังตำแหน่งซ้ายมือสุดของจอแสดงผล แต่ข้อมูลบนจอแสดงผลไม่เปลี่ยนแปลง นั่นคือ ข้อมูลคำสั่งของคำสั่งนี้จะเป็น 02H หรือ 03H ก็ได้

ตารางที่ 2.5 ตารางแสดงรายละเอียดของรูปแบบข้อมูลคำสั่ง

บิต7	บิต6	บิต5	บิต4	บิต3	บิต2	บิต1	บิต0
0	0	0	0	0	0	I/D	S

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บิต S เป็นบิตที่ใช้ในการกำหนดลักษณะของการแสดงผล เมื่อมีการป้อนข้อมูล ถ้าหากบิต S เป็น “1” เมื่อเกิดข้อมูลใหม่บนจอแสดงผลตัวเคอร์เซอร์จะอยู่กับที่ แต่ตัวอักษรข้อมูลเดิมจะถูกดันไปทางซ้าย แต่ถ้าหากบิตนี้เป็น “0” เมื่อเกิดข้อมูลใหม่ตัวเคอร์เซอร์จะเลื่อนไปทางขวามือ

บิต I/D เป็นตัวที่ใช้กำหนดว่า เมื่อเขียนหรืออ่านข้อมูลแล้ว แอดเดรสของ DDRAM เพิ่มขึ้นหรือลดลงหนึ่งแอดเดรส โดยถ้าบิตนี้เป็น “1” แอดเดรสของ DDRAM จะเพิ่มขึ้น แต่ถ้าเป็น “0” แอดเดรสจะลดลง ดังนั้นข้อมูลคำสั่งที่เกิดขึ้นสำหรับคำสั่งนี้ได้แก่ 04H-07H (ข้อมูลคำสั่ง) และที่ใช้บ่อยคือ 06H หมายถึงกำหนดให้เมื่อเกิดข้อมูลใหม่ เคอร์เซอร์จะเลื่อนไปทางขวามือ และแอดเดรสของ DDRAM เพิ่มขึ้น

4. คำสั่งควบคุมการแสดงผล

มีรายละเอียดของรูปแบบคำสั่งดังนี้

ตารางที่ 2.6 ตารางคำสั่งควบคุมการแสดงผลของแอลซีดี

บิต7	บิต6	บิต5	บิต4	บิต3	บิต2	บิต1	บิต0
0	0	0	0	0	D	C	B

- บิต D ใช้ในการควบคุมการเปิดปิดจอแสดงผล ถ้าบิตนี้เป็น “1” จะเป็นการเปิดจอแสดงผล ถ้าบิตนี้เป็น “0” จะเป็นการปิดจอแสดงผล

- บิต C ใช้ควบคุมการแสดงผลตัวเคอร์เซอร์บนจอแสดงผล ถ้าต้องการให้มีเคอร์เซอร์แสดงผลบนหน้าจอแสดงผล ต้องกำหนดให้บิตนี้เป็น “1” ถ้าให้บิตนี้เป็น “0” จะเป็นการปิดเคอร์เซอร์ หรือไม่แสดงเคอร์เซอร์

- บิต N ใช้กำหนดจำนวนบรรทัดของการแสดงผล ถ้าเป็น “0” จะแสดงผล 1 บรรทัด ถ้าเป็น “1” จะแสดง 2 บรรทัด ในกรณีที่จอแสดงผลสามารถแสดงได้มากกว่า 2 บรรทัด และต้องการให้แสดงผลมากกว่า 2 บรรทัด ก็กำหนดบิต N ที่ทำให้เป็น “1” เนื่องจากแอดเดรสของ DDRAM แบ่งเป็น 2ช่องคือ 00H หรือ 40H

- บิต F ใช้เลือกความละเอียดของตัวอักษรให้การแสดงผล ถ้าบิตนี้เป็น “0” จะเป็นการแสดงผลแบบ 5*7 จุดและถ้าเป็น”1”จะแสดงผลเป็นแบบ 5*10 จุด ข้อมูลคำสั่งที่ใช่บ่อยคือ 38H เป็นการกำหนดให้โมดูลแอลซีดีทำงานในแบบ 8 บิต แสดงผล 2 บรรทัด และเลือกความละเอียดเป็น 5*7 จุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. คำสั่งเลือกแอดเดรสของ CGRAM

เมื่อต้องการกำหนดแอดเดรสของ CGRAM ต้องกำหนดให้บิต 7 เป็น “0” บิต6 เป็น “1” ส่วนอีก 6 บิต ที่เหลือจะแทนด้วยค่าแอดเดรสของ CGRAM จะต้องกำหนดแอดเดรสด้วยคำสั่งนี้ก่อนที่จะอ่านหรือเขียนข้อมูลให้ CGRAN โดยแอดเดรสของ CGRAM อยู่ระหว่าง 00H-0FH

6. คำสั่งเลือกแอดเดรสของ DDRAM

ใช้ในการเลือกแอดเดรสของ DDRAM ก่อนที่จะทำการอ่านหรือการเขียนข้อมูล โดยบิต 7 ต้องเป็น “1” และข้อมูลอีก 7 บิตที่เหลือจะเป็นค่าแอดเดรสของ DDRAM ซึ่งแอดเดรสของ DDRAM จะอยู่ระหว่าง 8CH-0FFH ทั้งนี้จำนวนแอดเดรสยังขึ้นกับการกำหนดสถานะที่บิต N ด้วย เป็นบิต “0” แอดเดรสของ DDRAM จะอยูระหว่าง 80H-0CFH แล้วถ้าบิต N เป็น “1” แอดเดรสของ DDRAM จะมีสองช่วงคือ 8CH-87H และ 0C0H-0C7H

7. คำสั่งอ่านแฟลก BUSY และแอดเดรส

มีรายละเอียดของรูปแบบข้อมูลคำสั่งนี้

ตารางที่ 2.7 แสดงรูปแบบข้อมูลคำสั่งในการอ่านแฟลก BUSY และแอดเดรส

บิต7	บิต6	บิต5	บิต4	บิต3	บิต2	บิต1	บิต0
BF	A	A	A	A	A	A	A

เป็นคำสั่งที่ใช้อ่านแฟลก BUSY (BF) โดยแฟลกนี้จะเป็นตัวบอกสถานะของตัวควบคุมแอลซีดีว่าพร้อมที่จะรับข้อมูลอยู่หรือไม่ ถ้าหากบิต BF เป็น “0” แสดงว่าตัวควบคุมแอลซีดีพร้อมรับข้อมูลหรือคำสั่ง แต้เป็น “1” แสดงว่า ขณะนี้ตัวควบคุมแอลซีดียังอยู่ในกระบวนการทำงานภายในหรือเป็นการประมวลผลอยู่ ยังไม่พร้อมรับข้อมูลหรือคำสั่ง เมื่อต้องการอ่านแฟลกต้องกำหนดให้ขา R/W เป็น “1” ด้วย แต่สัญญาณที่ RS ยังต้องเป็น “0” อยู่ เพราะข้อมูลนี้เป็นข้อมูลคำสั่ง นอกจากนี้ยังใช้เป็นคำสั่งอ่านข้อมูลแอดเดรสของ CGRAM และ DDRAM ด้วยโดยบิต 0-6 เป็นค่าข้อมูลของแอดเดรสที่ต้องการอ่าน

2.6.2 การเขียนคำสั่งและข้อมูลให้แก่โมดูลแอลซีดี

ในการเขียนข้อมูลเพื่อควบคุมให้โมดูลแอลซีดีแสดงผลตามที่ผู้ใช้งานต้องการ ต้องส่งคำสั่ง (instruction) แล้วกำหนดโหมดการทำงานให้แก่โมดูลแอลซีดีก่อน จากนั้นจึงค่อยส่งข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(data) ที่ต้องการแสดงผล เนื่องจากบัส (bus) ข้อมูลแอลซีดีมี 8 เส้น คือ D0-D7 และใช้เป็นทางผ่านของทั้งคำสั่งและข้อมูล ดังนั้นในการส่งคำสั่งและข้อมูลอาศัยการกำหนดสัญญาณลอจิกที่ขา RS ถ้าหากที่ขา RS ได้ลอจิก "1" ข้อมูลที่ป้อนให้ขณะนั้นเป็นเป็นข้อมูลที่ใช้ในการแสดงผล

เมื่อต้องการเขียนหรืออ่านข้อมูลใน CGRAM และ DDRAM เริ่มต้นต้องกำหนดแอดเดรสที่ต้องการอ่านหรือเขียนก่อน โดยใช้คำสั่งแอดเดรส จากนั้นกำหนดให้ RS เป็น "1" เพื่อแจ้งให้ตัวควบคุมภายในโมดูลแอลซีดีทราบว่าข้อมูลที่ปรากฏต่อไปนี้เป็นข้อมูลปกติไม่ใช้คำสั่ง

ในกรณีที่อ่านข้อมูลต้องกำหนดให้ขา R/W เป็น "1" ข้อมูลขนาด 8 บิต (หรือ 4 บิต) ก็จะปรากฏบนบัสข้อมูล จะเป็นข้อมูลจากแอดเดรสของ CGRAM หรือ DDRAM ตามต้องการ

ในกรณีที่ต้องการเขียนข้อมูล เมื่อกำหนดแอดเดรสและป้อนลอจิก "1" ให้ขา RS แล้วแล้วต้องกำหนดให้ขา R/W เป็น "0" ข้อมูลที่อยู่บนบัสข้อมูลจะถูกเขียนลงในรีจีสเตอร์ DR จากนั้นจึงถ่ายทอดลงใน DDRAM ต่อไป

2.6.3 จังหวะการทำงานของโมดูลแอลซีดี

ในการติดต่อกับโมดูลแอลซีดีจะต้องมีการหน่วงเวลา หลังจากที่ทำการส่งรหัสคำสั่งหรือข้อมูลเนื่องจากการต้องรอให้คอนโทรลเลอร์ภายใน โมดูลแอลซีดี แปลความหมายของรหัสคำสั่งทำงานตามคำสั่งให้เรียบร้อยก่อนจากนั้นจึงจะรับข้อมูลหรือดำเนินการต่อไป

ดังนั้นในการใช้งานโมดูลแอลซีดี ต้องมีโปรแกรมเพื่อหน่วงเวลารอให้โมดูลแอลซีดีพร้อมทำงานด้วย โดยเมื่อเริ่มการจ่ายไฟให้ต้องรอประมาณ 10 มิลลิวินาที เพื่อให้โมดูลแอลซีดีทำการเตรียมความพร้อม หลังการนั้นก็จะกำหนดลอจิกให้แกขา RS ของโมดูลแอลซีดีแล้วต้องหน่วงเวลาอีกประมาณ 2 มิลลิวินาที เพื่อให้คอนโทรลเลอร์ในโมดูลแอลซีดีแปลความหมายข้อมูลลอจิกที่ขา RS ว่า ข้อมูลต่อไปที่จะได้รับนั้นเป็นรหัสคำสั่งหรือเป็นข้อมูลที่ต้องการแสดงผล จากนั้นจะเป็นการส่งข้อมูลมารอที่บัสข้อมูล D0-D7 (กรณีทำงานในโหมด 8 บิต) ข้อมูลต่อไปจะเป็นการส่งสัญญาณพัลส์ไปที่ขา E เพื่อเอ็นเอเบิลโมดูลแอลซีดีให้รับข้อมูลจากบัสข้อมูลเข้าไปโดยพัลส์ที่ป้อนเข้าที่ขา E ของโมดูลแอลซีดีต้องเป็นพัลส์ขอบขาขึ้น จากนั้นทำการหน่วงเวลา 2 มิลลิวินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 ทฤษฎีของจีพีอาร์เอส

จีพีอาร์เอส (GPRS) คือวิวัฒนาการของการสื่อสารข้อมูลไร้สายแบบ packet switching เพื่อเพิ่มขีดความสามารถของการสื่อสารข้อมูลแบบ CSD ของเครือข่าย GSM เดิมทำให้ผู้ใช้มีทางเลือกใหม่ในการสื่อสารในรูปแบบ packet-based การขยายขีดความสามารถในการให้บริการแบบ CSD เดิมให้เพิ่มความสามารถในการให้บริการแบบ packet switching ข้อมูลที่รับส่งผ่านเครือข่ายจีพีอาร์เอสจะถูกตัดแบ่งเป็นแพ็คเก็ต (packet) ย่อยๆ ก่อนในแต่ละแพ็คเก็ตจะมีข้อมูลระบุถึงที่มาสัมพันธ์กันเพื่อใช้ในการประกอบ กลับขึ้นมาเป็นข้อมูลเดิมอีกครั้งเปรียบได้กับเกม jigsaw ที่รูปภาพถูกตัดออกเป็นชิ้นเล็กๆจากโรงงานแล้วบรรจุใส่ถุงขายให้ลูกค้า โดยในระหว่างทางขนส่งให้กับลูกค้านั้นภาพชิ้นเล็กก็จะถูกคลุกคละต่างกันไป เมื่อเรานำมาต่อเข้าด้วยกันก็ใช้วิธีการดูจากความสัมพันธ์ของแต่ละชิ้น ซึ่งอาจจะมีวิธีการที่แตกต่างกันไปในอินเทอร์เนตเองก็เป็นอีกหนึ่งตัวอย่างของเครือข่ายข้อมูลแบบแพ็คเก็ต ซึ่งถือเป็นรูปแบบที่นิยมสูงสุดในปัจจุบัน

จีพีอาร์เอส (GPRS) ย่อมาจาก General Packet Radio Service ซึ่งเป็นการส่งข้อมูลแบบเป็นแพ็ค –เก็จ ดังนั้นด้วยการใช้โทรศัพท์มือถือในระบบจีพีอาร์เอส คุณสามารถเข้าสู่ที่หลากหลายและกิจกรรมบันเทิงอื่นๆ อีกมากมายภายใต้บริการโมบายไลฟ์ (mobile LIFE) ภายในเวลาที่รวดเร็วขึ้นกว่าเดิม ๆ สูงสุดถึง 10 เท่า นอกจากนี้ลักษณะหนึ่งที่สำคัญของจีพีอาร์เอสคือ “Always On” นั่นหมายความว่าคุณสามารถ เชื่อมต่อ (connect) เข้าสู่โลกอินเตอร์เน็ต โดยไม่มีความจำเป็นต้องทำการ Log on หรือใช้ User Name และ password เหมือนการเชื่อมต่อเข้าสู่อินเตอร์เน็ตทั่วไปแต่อย่างใด ทั้งนี้คุณยังสามารถที่จะเปลี่ยน Mode มาทำการโทรออกหรือรับสายโดยคุณยังสามารถ เชื่อมต่อกับโลกอินเตอร์เน็ตในระบบจีพีอาร์เอสอยู่ตลอดเวลาสำหรับเรื่องค่าบริการของการเชื่อมต่อกับโลกอินเตอร์เน็ตผ่านเทคโนโลยีจีพีอาร์เอสนั้นไม่แพงอย่างที่คิดทั้งนี้เพราะการคิดค่าบริการของในระบบนี้จะเกิดขึ้นก็ต่อเมื่อคุณได้ทำการรับหรือส่งข้อมูลเท่านั้น คุณจะไม่มีค่าใช้จ่ายใดๆกรณีคุณไม่ได้ทำการทำการรับส่งข้อมูล ถึงแม้คุณจะเชื่อมต่อกับโลกอินเตอร์เน็ตอยู่ก็ตามคุณจึงแน่ใจได้ว่าด้วยเทคโนโลยี จีพีอาร์เอส เทคโนโลยีใหม่ล่าสุดจากโมบายไลฟ์ในระบบจีเอสเอ็ม (GSM) นี้คุณไม่เพียงแต่จะได้รับความสะดวกสบาย ความสนุกสนาน จากบริการภายใต้โมบายไลฟ์ ที่ทันสมัยและมีการพัฒนาขึ้นมาใหม่อยู่เสมอ

หลังจากที่วงการโทรศัพท์เคลื่อนที่ได้มีการพัฒนาด้านการสื่อสารข้อมูลผ่านโทรศัพท์มือถือและ None Voice Application อย่างต่อเนื่องเพื่อให้สามารถสื่อสารได้รูปแบบอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไร้ขีดจำกัดในระหว่างเคลื่อนที่ ไม่ว่าจะเป็นการสื่อสารด้วยเสียงหรือข้อมูล ดังนั้นผู้ให้บริการเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่จึงได้พัฒนาและนำเทคโนโลยีอย่างที่เห็นกันในทุกวันนี้อย่างเป็นขั้นตอน เช่น

1: Short Message Service (SMS)

- การใช้เทคโนโลยี SMS หรือการส่งข้อความ ที่กำลังได้รับความนิยมกันทั่วไปมากขึ้นทุกวันในบ้านเราขณะนี้Sim Tool Kit โดยใช้ Sim card ที่ทางผู้ให้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่ได้พัฒนาและเพิ่มเติมบริการไว้ให้ใช้งานและบริการต่างๆง่ายมากขึ้นดังในบ้านเราที่เห็นอยู่ว่าเป็นต้นว่า บริการ Mobile LIFE จากเอไอเอส

2: Circuit Switching Data (CSD)

- WAP หรือWireless Application Protocol ที่สามารถ Connect กับโลกของข่าวสารข้อมูล กัน Wap Side ต่างๆ ได้ทั่วโลกแม้กระทั่งในรูปแบบของ Wireless Internet แต่อย่างไรก็ตามทางผู้ให้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่ก็ยังเล็งเห็นว่าการโอนถ่ายสื่อสารข้อมูลของโทรศัพท์มือถือเคลื่อนที่ยังมีข้อจำกัดในด้านความเร็วการรับส่ง (9.6 – 2.88 kbps) และรวมไปถึงปริมาณข้อมูลที่สามารถทำการรับจึงได้เริ่มพัฒนาแก้ไขเพื่อที่จะเพิ่มเติมบริการตรงส่วนบกพร่องนี้ให้ดีขึ้นจึงได้เริ่มนำเทคโนโลยีที่เรียกว่า GPRS (General Packet Ratio Service)

3: General Packet Ratio Service (GPRS) โดยคุณสมบัติเด่นหลักๆ ของระบบ GPRS นี้คือ

- การโอนถ่ายข้อมูลที่มีความสามารถในการ รับ - ส่งข้อมูลผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ตได้สูงถึง 9 - 40 kbps ซึ่งจะทำให้สามารถรับ – ส่งข้อมูลที่เป็น VDO Mail หรือภาพเคลื่อนไหวต่าง ๆ ได้พร้อมทั้งเชื่อมต่อกับเครือข่ายอินเตอร์เน็ตได้เร็วและมีประสิทธิภาพมากกว่าเดิมรวมถึงการ Down load/Up load ได้ง่ายยิ่งขึ้น

- Always on การเชื่อมต่อเครือข่ายและโอนถ่ายข้อมูลสามารถดำเนินต่อไป แม้ในขณะที่มีสายติดต่อเข้ามาก็ตาม จึงทำให้การโอนถ่ายข้อมูลไม่ขาดตอนลง

- Wireless Internet ที่เชื่อมต่อเข้ากับ Terminal เช่น PDA หรือ Note Book สามารถที่จะโอนถ่ายข้อมูลได้เร็วขึ้นจากที่เคยเป็นอยู่

อย่างไรก็ดี GPRSไม่ได้เป็นลักษณะที่จะสามารถให้บริการได้ด้วยตัวของระบบเอง แต่ตัวมันเองเป็นเพียงแค่ Bearer ให้กับ Application ต่างๆ ที่ต้องการใช้ความเร็วที่เพิ่มมากกว่าปกติใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบ GSM ที่เคยรองรับอยู่เดิมมาก่อนและระบบ GPRS จะต้องต่อไปยัง Packet Data Network ที่เป็น IP Network อีกต่อหนึ่ง ดังนั้นผู้ให้บริการเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ ที่จะเปิดให้ใช้ในระบบ GPRS ได้นั้นจะต้องทำการติดตั้งระบบเครือข่ายที่ประกอบด้วยหน่วยหลักๆ 2 หน่วยด้วยกัน คือ

1. SGSN (Serving GPRS Support Node)

2. GGSN (Gateway GPRS Support Node)

โดยทั้งสองหน่วยหลักขององค์ประกอบนี้จะถูกเชื่อมต่อเข้าด้วยกันโดยมีอุปกรณ์อื่นๆ เป็นตัวช่วยเพื่อไปร่วมใช้ Radio Interface จาก Base Station โดยผ่านตัวควบคุมที่เรียกว่า PCU (Packet Control Unit)ที่ติดตั้งไว้ที่ BSC (Base Station Controller) ทั้งนี้อาจมองได้ว่า GPRS Network เป็นอีก Network หนึ่ง ซึ่งเข้าถึง Mobile Phone ผ่านทาง Radio Interface ของระบบ GSM Network เดิม โดยเป็นบริการที่เกี่ยวเนื่องกับการรับส่งข้อมูลเป็น Packet โดยตรง

2.7.1 รูปแบบการให้บริการของจีพีอาร์เอส

Textual And Visual Information บริการนี้เป็นจุดแตกต่างอย่างแรกที่ GPRS เหนือกว่า GSM ทั่วไปโดยสามารถส่งข้อมูลที่เป็นตัวอักษรหรือรูปภาพกราฟฟิกไปยังโทรศัพท์มือถือได้อย่างรวดเร็วซึ่งจะทำให้ GPRS แทรกซึมเข้าสู่การใช้งานของคนทั่วไปได้ทั้งข่าวความเคลื่อนไหว, ข้อมูลที่คนส่วนใหญ่สนใจ รวมทั้งบริการต่างๆที่จะเสริมเข้ามาในอนาคต

Still Images เป็นการส่งภาพนิ่งความละเอียดสูงไปมาระหว่างเครื่องด้วยกันได้ ทำให้สามารถส่งผ่านความรู้สึกดีๆผ่านภาพถ่ายหรือการ์ดอวยพรได้เลย รวมทั้งภาพที่ได้จากกล้องดิจิตอลก็สามารถโอนแล้วส่งต่อไปได้ทันที

Moving Images นอกเหนือจากภาพนิ่งแล้วภาพเคลื่อนไหวก็สามารถส่งต่อกันไปได้เช่นกัน เช่น การประชุมทางไกลหรือการส่งภาพจากกล้องวงจรปิดไปยังโทรศัพท์มือถือในกรณีประยุกต์ใช้กับระบบรักษาความลอดภัย

Chat เป็นคุณสมบัติที่คงจะถูกใจของผู้รักการคุยแบบไม่ใช้เสียง ซึ่งสามารถสนทนากันได้ทั้งแบบเป็นคู่ หรือเป็นกลุ่มได้อย่างสบายใจ ซึ่งจุดเด่นอยู่ที่สามารถ Chat ได้ทุกที่ที่อยากจะ Chat

Web Browsing เป็นการเข้าสู่ World Wide Web ด้วยการใช้โทรศัพท์มือถือ ซึ่งความเร็วมีให้เลือกตั้งแต่ 56 Kbps ไปจนถึง 112 Kbps การท่องเว็บจึงไม่ใช่เรื่องยากอีกต่อไป แม้รูปแบบการแสดงผลจะแตกต่างจากการท่องเว็บ โดยใช้เครื่องคอมพิวเตอร์อยู่บ้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

E-Mail เป็นบริการพื้นฐานที่มีคนนิยมใช้งานมากที่สุดสำหรับการส่งข้อความ โดยจะมีการใช้ในรูปของ SMS (Short Message Service) ที่เราคุ้นเคยกันดีอยู่แล้ว

File Transfer เป็นบริการโอนถ่ายไฟล์ข้อมูลซึ่งน่าจะใช้งานกันอย่างแพร่หลายขึ้น เพราะความเร็วของจีพีอาร์เอส ดูจะเหนือกว่าการใช้งานผ่านโมเด็มกับโทรศัพท์พื้นฐานที่เราใช้กันอยู่ในปัจจุบันมากโดยจะรองรับโปรโตคอล FTP และแอพพลิเคชั่นที่อ่านข้อความอย่าง Acrobat Reader

Audio แน่นอนว่าโทรศัพท์ต้องมีเสียง แต่บริการด้านเสียงของจีพีอาร์เอสจะเหนือกว่าโทรศัพท์มือถือเดิมๆที่เรารู้จักเนื่องจากความคมชัดของสัญญาณเสียงที่เหนือกว่า และยังประยุกต์ใช้ในการเก็บไฟล์เสียงเพื่อนำไปใช้งานในด้านต่างๆด้วยเช่น การวิเคราะห์รายละเอียดของเสียงในงานของตำรวจ เป็นต้น

Remote LAN Access เราสามารถเข้าถึงเครือข่ายคอมพิวเตอร์ โดยใช้โทรศัพท์มือถือแทนเบอร์โทรศัพท์กับเครื่องคอมพิวเตอร์ได้อย่างง่ายดายซึ่งความเร็วในการส่งถ่ายข้อมูลจะเหนือกว่า

Vehicle Positioning เป็นความสามารถในการบอกตำแหน่งของยานพาหนะที่เราใช้อยู่ โดยจะสามารถเชื่อมต่อกับดาวเทียม ซึ่งจะสามารถบอกตำแหน่งที่เราอยู่โดยอ้างอิงกับเครื่องโทรศัพท์มือถือได้อย่างแม่นยำ

ในการตรวจจับค่าต่างๆที่สนใจในพื้นที่จริงนั้น ระบบตรวจวัดสามารถเก็บข้อมูลและส่งกลับมายังศูนย์คอมพิวเตอร์ เพื่อประมวลข้อมูลมีรูปแบบการส่งข้อมูลหลายวิธี ขึ้นอยู่กับระบบที่รองรับและความเหมาะสมในแต่ละพื้นที่ ซึ่งในการใช้งานจริงมักพบว่าพื้นที่ที่ตรวจวัดมักอยู่ไกลจากระบบสื่อสารที่มีใช้ทั่วไป เช่น โทรศัพท์ ดังนั้นจึงมักใช้วิธีอื่น เช่น คลื่นวิทยุ แต่พบว่ามีราคาสูงและจำกัดเรื่องการจัดสรรคลื่นความถี่วิทยุดังนั้นจึงได้มีการทำเอาระบบสื่อสารผ่านโทรศัพท์เคลื่อนที่มาประยุกต์ใช้งานลักษณะเด่นเพื่อพัฒนาเป็นระบบรับส่งข้อมูลอัตโนมัติราคาถูกใช้ในพื้นที่ทางห่างไกลที่ไม่มีรูปแบบการเชื่อมโยงอื่นๆ และสะดวกติดตั้งง่าย ใช้งานได้ทันที

วิธีการทำงาน

ระบบที่พัฒนาขึ้นเชื่อมต่อกับระบบคอมพิวเตอร์ที่ตรวจจับและจัดเก็บข้อมูลผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์ทั้งรูปแบบเครือข่ายในเฉพาะที่ (LAN) หรือผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ต เพื่อนำข้อมูลที่ต้องการและส่งผ่านเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่จีพีอาร์เอสเข้าสู่ระบบเครือข่ายอินเตอร์เน็ต

ตัวอย่างการใช้งานจริง

โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นเพื่อเชื่อมโยงข้อมูลดังกล่าว สามารถติดตั้งบนเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล พัฒนาโปรแกรมด้วย Visual Basic บนระบบปฏิบัติการ Window เข้าถึงข้อมูลผ่าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MS Network และติดตั้งกับโทรศัพท์เคลื่อนที่ยี่ห้อ Siemen รุ่น S45 ของเครือข่าย จีเอสเอ็ม ต่อผ่านช่องทางอนุกรม (Serial port com1) ส่วนระบบคอมพิวเตอร์ที่ศูนย์คอมพิวเตอร์ที่กรุงเทพฯ เป็นเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ทำงานด้วยระบบปฏิบัติการ Linux เชื่อมต่อเข้ากับเครือข่ายอินเตอร์เน็ต ข้อมูลที่ได้นำมาตรวจสอบและจัดเก็บลงฐานข้อมูลเพื่อเรียกแสดงผ่าน WWW โดยอัตโนมัติรายชั่วโมง โดยตั้งเวลาของโปรแกรมให้ทำงานในการจัดข้อมูลทั้งต้นทางและปลายทางให้ตรงกัน จากการทดสอบการทำงานโดยเชื่อมโยงเข้ากับระบบคอมพิวเตอร์เพื่อเก็บข้อมูลของศูนย์ควบคุม ณ เขื่อนป่าสัก ลพบุรี โดยให้ส่งข้อมูลปริมาณน้ำ และปริมาณน้ำฝนที่ระบบตรวจวัดได้จาก 11 สถานี เป็นรายชั่วโมง โดยส่งมายังศูนย์คอมพิวเตอร์หลักที่กรุงเทพฯ ข้อมูลที่ได้จะนำเข้าระบบฐานข้อมูลและแสดงผ่าน WWW โดยอัตโนมัติ

การนำไปใช้

1. เพื่อพัฒนาระบบรับส่งในพื้นที่ที่เครือข่ายการสื่อสารปกติเข้าไปไม่ถึง เช่นพื้นที่ที่ห่างไกลที่ทุรกันดาร
2. เพื่อทดแทนระบบการรับส่งข้อมูลเดิมที่มีราคาแพงและรับส่งข้อมูลปริมาณไม่มากแต่บ่อยครั้งหรือต้องการเชื่อมต่อเครือข่ายตลอดเวลา เนื่องจากระบบจีพีอาร์เอสคิดค่าใช้บริการตามปริมาณข้อมูลที่รับส่ง
3. เพื่อประยุกต์ใช้ในงานในลักษณะอื่น ๆ เช่น การรายงานผลนอกสถานที่ การติดตามการเคลื่อนที่ของบุคคล เป็นต้น

2.7.2 กระบวนการแสดงตัวต่อเครือข่ายจีพีอาร์เอส

เมื่อใดก็ตามที่เครื่องลูกข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่จีพีอาร์เอสต้องการใช้บริการสื่อสารข้อมูลผ่านเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่จีพีอาร์เอสสิ่งที่ต้องเกิดขึ้นเป็นอันดับแรกก็คือ เครื่องลูกข่ายจะทำการแสดงตัวต่ออุปกรณ์เอสจีเอสเอ็น(SGSN) โดยที่อุปกรณ์เอสจีเอสเอ็น จะทำการตรวจสอบเงื่อนไขสำคัญ 3 ประการจากเครื่องลูกข่ายเพื่อเป็นการยืนยันสิทธิในการใช้บริการของเครื่องลูกข่าย พร้อมๆกับจัดเตรียมระดับคุณภาพของการให้บริการไปในเวลาเดียวกัน เงื่อนไขทั้ง 3 ประการได้แก่

1. Authorization เป็นการตรวจสอบว่าเลขหมายโทรศัพท์เคลื่อนที่ซึ่งแสดงตัวด้วยแผ่นซิมภายในตัวเครื่องเครื่องลูกข่าย ได้รับอนุญาตให้ใช้บริการจีพีอาร์เอสหรือไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

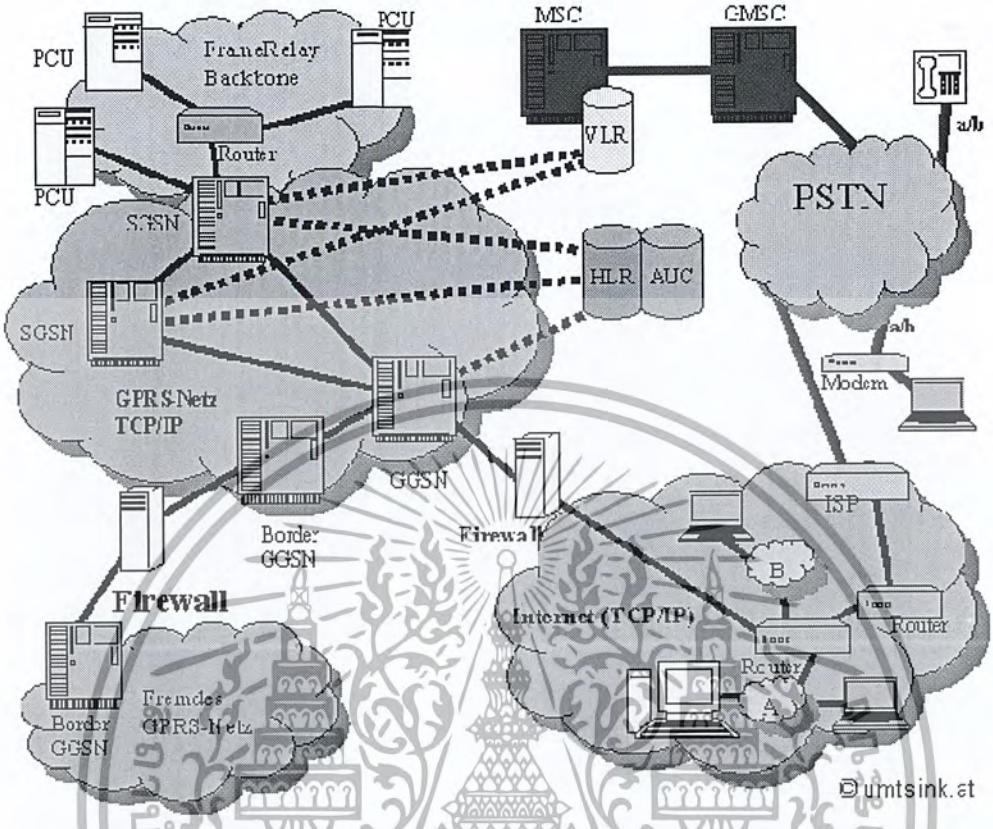
ผู้ใช้บริการยังไม่ได้เปิดให้บริการจีพีอาร์เอส จะไม่ได้รับสิทธิในการใช้บริการดังกล่าว โดยการตรวจสอบตั้งแต่ขั้นตอนนี้

2. Authetication เป็นการตรวจสอบความถูกต้องของเลขหมายผู้ใช้บริการ ว่าเป็นผู้ใช้บริการที่ลงทะเบียนภายในเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่จีเอสเอ็มถูกต้องหรือไม่ ในการนี้อุปกรณ์เอสจีเอสเอ็น จะทำหน้าที่ตรวจสอบความถูกต้องของแผ่นซิมโดยมีการทำงานร่วมกับอุปกรณ์ HLR/AuC ภายในเครือข่ายจีเอสเอ็ม ที่เก็บข้อมูลเกี่ยวกับผู้ใช้บริการ (เลขหมาย IMSI รหัส KI) เพื่อใช้กลไกการตรวจยืนยันผู้ใช้บริการตามขั้นตอนของเครือข่ายจีเอสเอ็มตามปกติ 1
3. Quality of Service เพื่อตรวจสอบว่าผู้ใช้บริการจีพีอาร์เอส แต่ละรายนั้นมีความจำนงขอให้บริการรับส่งข้อมูลภายใต้การควบคุมคุณภาพในระดับใดเครือข่ายสามารถให้บริการภายในระดับคุณภาพที่ต้องการนั้นได้หรือไม่ และหากสามารถให้บริการได้แล้ว จะทำให้คุณภาพในการสื่อสารข้อมูลของผู้ใช้บริการรายอื่นภายในเซลนั้นๆลดต่ำลงหรือไม่

หากอุปกรณ์เอสจีเอสเอ็น ตัดสินใจยอมรับเงื่อนไขข้างต้นทั้ง 3 ประการ และเปิดโอกาสให้เครื่องลูกข่ายสามารถให้บริการจีพีอาร์เอสได้ อุปกรณ์เอสจีเอสเอ็น จะทำการติดตามเครื่องลูกข่ายนั้นอยู่ตลอดเวลาตราบเท่าที่เครื่องลูกข่ายดังกล่าวยังเปิดเครื่องใช้งานอยู่ภายในพื้นที่ภายใต้การควบคุมของอุปกรณ์เอสจีเอสเอ็นนั้น ซึ่งอาจประกอบด้วยพื้นที่ RA จำนวนหลายๆชุด ทั้งนี้ก็เพื่อจะสามารถทราบได้ว่าเครื่องลูกข่ายดังกล่าวต้องการรับส่งข้อมูลเครือข่ายเมื่อใด การแสดงตัวต่ออุปกรณ์เอสจีเอสเอ็นนั้น มิใช่การรับประกันว่าเครื่องลูกข่ายจีพีอาร์เอส ดังกล่าวจะสามารถรับส่งข้อมูลกับเครือข่ายใดเมื่อใดก็ได้ โดยไม่มีการแจ้งต่ออุปกรณ์เอสจีเอสเอ็น อีกทุกครั้งที่ต้องการรับส่งข้อมูลเครื่องลูกข่ายดังกล่าวจะต้องทำการส่งข้อมูลพีดีพี(PDP) เพื่อแสดงรายละเอียดต่างๆเกี่ยวกับการเชื่อมให้กับอุปกรณ์เอสจีเอสเอ็นเป็นอีกครั้งหนึ่ง

นั่นหมายความว่า ทุกครั้งที่ให้บริการนำเครื่องลูกข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่จีพีอาร์เอส มาเลือกรายการเปิดใช้บริการจีพีอาร์เอสนั้น เครื่องลูกข่ายจำเป็นต้องแสดงตัวต่อเครือข่าย ซึ่งก็หมายถึงอุปกรณ์เอสจีเอสเอ็นที่ควบคุมดูแลพื้นที่ที่ใช้งานนั้น เมื่อใดที่เครื่องลูกข่ายมีการเคลื่อนย้ายจากพื้นที่ใช้งานภายในเอสจีเอสเอ็นหนึ่งไปสู่อีกเอสจีเอสเอ็นหนึ่ง ก็จะมีการโอนย้ายข้อมูลผู้ใช้บริการที่เก็บไว้ในเอสจีเอสเอ็นต้นทางไปยังเอสจีเอสเอ็นปลายทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.8 การรับส่งข้อมูลผ่านเครือข่าย จีพีอาร์เอสสู่เครือข่ายคอมพิวเตอร์ภายนอก

สำหรับการสื่อสารระหว่างอุปกรณ์จีจีเอสเอ็น (GGSN) และเอสจีเอสเอ็น นั้นมาตรฐาน จีพีอาร์เอส ได้มีการกำหนดเทคนิคการสื่อสารชนิดพิเศษขึ้นเรียกว่า การส่งผ่านอุโมงค์หรือ tunneling เพื่อช่วยให้ผู้ให้บริการเครือข่ายจีเอสเอ็ม/จีพีอาร์เอส สามารถใช้ประโยชน์ของโครงข่ายสื่อสารข้อมูลที่มีอยู่แล้ว หรือที่ต้องดำเนินการเช่าใช้งานจากผู้อื่นในการเชื่อมต่ออุปกรณ์จีจีเอสเอ็นต่างๆ ภายในเครือข่ายจีพีอาร์เอสเข้าด้วยกัน ตัวอย่างเช่น เช่าโครงข่ายX.25 จากบริษัท A เพื่อใช้เชื่อมต่ออุปกรณ์ จีจีเอสเอ็น ที่อยู่ที่กรุงเทพฯ กับอุปกรณ์เอสจีเอสเอ็น 4 ชุดที่ติดตั้งอยู่ที่ กรุงเทพฯ , เชียงใหม่ , ภูเก็ต , ขอนแก่น และชลบุรี ซึ่งเมื่อพิจารณาถึงการทำงานของโครงข่ายนอกสถานที่ต้องมีการจัดรูปแบบแพ็คเกตข้อมูลตามมาตรฐานปกติแล้ว จะทำให้เกิดความสับสนต่อการรับส่งข้อมูลแพ็คเกตจีพีอาร์เอสระหว่างอุปกรณ์จีจีเอสเอ็นด้วยกันได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทั้งนี้เนื่องจากในการรับส่งข้อมูลแพ็คเก็ตโดยทั่วไปนั้น โครงข่ายภายนอกก็จะต้องตรวจสอบแอดเดรสต้นทางและปลายทางเพื่อตัดสินใจเลือกเส้นทางในการรับส่งข้อมูลนั้นๆ แต่เนื่องจากแอดเดรสต้นทางและปลายทางที่ปรากฏภายในแพ็คเกตข้อมูลของเครือข่ายจีพีอาร์เอส อาจเป็นแอดเดรสพีดีพีของเครื่องลูกข่ายแอดเดรสพีดีพีของอุปกรณ์จีจีเอสเอ็น หรือแอดเดรส IP/X.25 ของเครื่องคอมพิวเตอร์ปลายทางที่เชื่อมเครือข่ายจีพีอาร์เอสโดยอาศัยโครงข่ายเช่าภายนอก ย่อมก่อให้เกิดปัญหาต่อการส่งผ่านแพ็ตเกตข้อมูลในทันทีเนื่องจากโหนดการสื่อสารต่างๆ ภายในโครงข่ายสื่อสารข้อมูลย่อมไม่อาจรู้จักแอดเดรส พีดีพีที่มีการระบุไว้ในแอดเดรสต้นทางและปลายทางของแพ็คเกตข้อมูลอย่างแน่นอน ทำให้ไม่สามารถส่งผ่านข้อมูลภายในโครงข่ายสื่อสารที่ทำการเช่าใช้งาน หรือแม้จะสร้างขึ้นมาใช้เองเป็นการภายใน

2.7.2.1 เครื่องลูกข่ายจีพีอาร์เอส

มาตรฐานจีพีอาร์เอส กำหนดให้ทั้งเครือข่ายสถานีฐานและเครื่องลูกข่ายสามารถติดต่อสื่อสารเพื่อรับส่งข้อมูล โดยมีการใช้ช่องเวลา (Timeslot) บนเฟรมมาตรฐาน ได้หลากหลายรูปแบบ โดยมีกำหนดคลาสการใช้งานหลายช่องเวลา (Multislot Class) ไว้ทั้งสิ้น 29 คลาส เครื่องลูกข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่จีพีอาร์เอส แต่ละรุ่นที่ได้รับการออกแบบสำหรับใช้งานในเชิงพาณิชย์ จะได้รับระบุว่าสนับสนุนคลาสการใช้งานหลายช่องเวลาที่ระดับใด ตารางที่ 2.6 เป็นการแสดงรายละเอียดทางเทคนิคของเครื่องลูกข่ายทั้ง 29 คลาส โดยระบุจำนวนช่องเวลาสูงสุดที่เครื่องลูกเครือข่ายใช้ส่งข้อมูลไปยังสถานี (Tx) โดยในทางปฏิบัติเครื่องลูกข่ายสามารถใช้ส่งข้อมูลไปยังสถานีฐาน (Rx) โดยในทางปฏิบัติเครื่องลูกข่ายสามารถใช้ช่องเวลาได้ตั้งแต่ 0 ช่องไปจนถึง Tx และ Rx จะต้องไม่เกินค่าผลรวมในตารางที่ 2.6 ช่องที่ 3

ตัวอย่างเครื่องลูกข่าย Siemens รุ่น 45 เป็นเครื่องลูกข่ายจีพีอาร์เอส คลาส 8 หมายความว่า เครื่อง S45 มีความสามารถใช้ช่องเวลาบนเฟรมทีดีเอ็มเอ(TDMA) ขาขึ้น (Uplink) สำหรับการส่งข้อมูลไปยังเครือข่ายจีพีอาร์เอสได้พร้อมกันสูงสุด 1 ช่องเวลา และรับข้อมูลจากเครือข่ายได้โดยใช้ช่องเวลาบนเฟรมทีดีเอ็มเอ ขอลงได้สูงสุดถึง 4 ช่อง แต่อย่างไรก็ตามในทางปฏิบัติผลรวมของค่า Tx และ Rx จะต้องมีค่าไม่เกินกว่า 5 ช่องเวลา นั่นเอง เครื่องลูกข่ายดังกล่าวอาจมีจำนวนช่องเวลาในเฟรมข้อมูลขาขึ้นและขาลงในสัดส่วนเท่ากัน 0ต่อ4 , 0ต่อ3, 0ต่อ1, 1ต่อ3, 1ต่อ2, 1ต่อ1, หรือ 1ต่อ0 ในช่วงเวลาใดเวลาหนึ่งก็ได้ อย่างไรก็ตามผู้ให้บริการเครือข่ายจะมีกำหนดจำนวนช่องได้มากตามขีดความสามารถของเครื่องลูกข่าย ทั้งนี้ก็เพื่อให้เกิดความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มั่นใจว่ายังมีช่องเวลาเหลือพอสำหรับให้บริการเชื่อมต่อวงจรเพื่อการสนทนาบนเครือข่ายจีเอส เอ็มได้เพียงพอ ป้องกันการเกิดปัญหาเกิดปัญหาวงจรเชื่อมต่อเต็มจนเกิดผลกระทบต่อความพอใจในการใช้บริการของผู้บริโภค

ตารางที่ 2.8 รายละเอียดของการจัดกลุ่มเครื่องลูกข่ายจีพีอาร์เอสแบ่งออกตามคลาสการใช้งานหลายช่องเวลา

คลาส Multislot	จำนวนช่องเวลาสูงสุด			ประเภท
	Rx	Tx	รวม	
1	1	1	2	1
2	2	1	3	1
3	2	2	3	1
4	3	1	4	1
5	2	2	4	1
6	3	2	4	1
7	3	3	4	1
8	4	1	5	1
9	3	2	5	1
10	4	2	5	1
11	4	3	5	1
12	4	4	5	1
13	3	3	ไม่ระบุ	2
14	4	4	ไม่ระบุ	2
15	5	5	ไม่ระบุ	2
16	6	6	ไม่ระบุ	2
17	7	7	ไม่ระบุ	2
18	8	8	ไม่ระบุ	1
19	6	2	ไม่ระบุ	1
20	6	3	ไม่ระบุ	1
21	6	4	ไม่ระบุ	1
22	6	4	ไม่ระบุ	1
23	6	6	ไม่ระบุ	1
24	8	2	ไม่ระบุ	1
25	8	3	ไม่ระบุ	1
26	8	4	ไม่ระบุ	1
27	8	4	ไม่ระบุ	1
28	8	6	ไม่ระบุ	1
29	8	8	ไม่ระบุ	1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับประเภทของเครื่องลูกข่ายจีพีอาร์เอส ที่มีการระบุไว้ในตารางที่ 2.3 โดยแบ่งออกเป็นกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 นั้น เครื่องลูกข่ายที่อยู่ในคลาสซึ่งตรงกับกลุ่มที่ 1 ไม่จำเป็นจะต้องมีการรับและส่งข้อมูลพร้อม ๆ กัน ในเวลาเดียวกัน แต่สำหรับเครื่องลูกข่ายในกลุ่มที่ 2 จำเป็นที่จะต้องมีการรับและส่งข้อมูลระหว่างเครื่องลูกข่ายและสถานีฐานพร้อมๆกันเดียวกัน อนึ่งผู้อ่านควรแยกความแตกต่างระหว่างเครื่องของคลาสการใช้งานหลายช่องเวลาสำหรับเครื่องลูกข่ายแต่ละเครื่องออกจากการกำหนดคลาสของเครื่องลูกข่าย ซึ่งได้กล่าวถึงไว้แล้วว่ามี 3 คลาส คือคลาส A ,คลาส B และคลาส C ซึ่งแบ่งตามพฤติกรรมการรับส่งข้อมูลพร้อมๆ กันระหว่างเครือข่ายจีพีอาร์เอสและจีเอสเอ็ม

2.7.3 แบบจำลองโปรโตคอลของเครือข่ายจีพีอาร์เอส

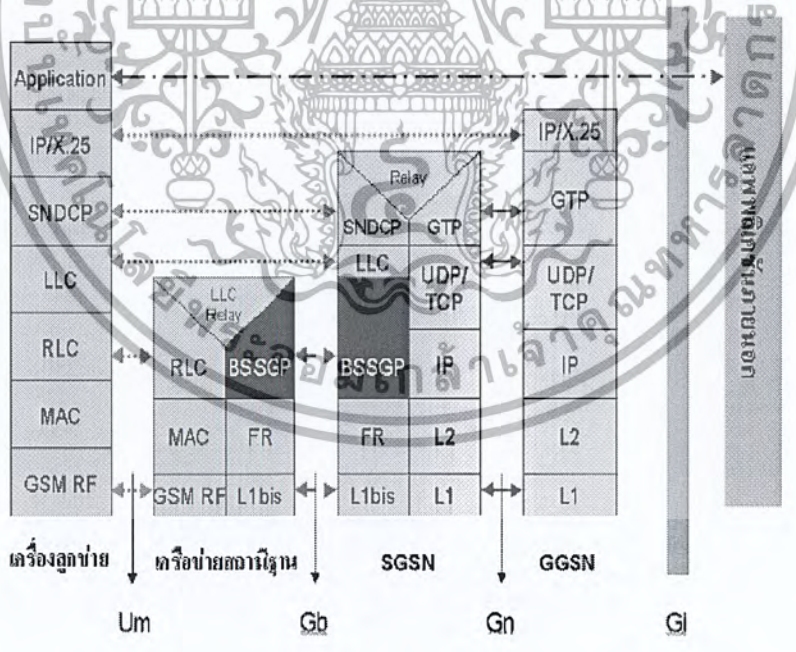
เราจะเห็นได้ว่าการทำงานของมาตรฐานจีพีอาร์เอส นั้นได้ออกแบบให้แยกออกจากเครือข่ายจีเอสเอ็มค่อนข้างมาก ที่เกี่ยวข้องกันบ้างก็ได้แก่การร่วมใช้ช่องสัญญาณทางกายภาพ (Physical Channal) ระหว่างเครื่องลูกข่ายกับสถานีฐาน (Air Interface) และการเชื่อมต่อระหว่างสถานีฐานกับอุปกรณ์ BSC เมื่อกล่าวถึงจุดนี้เราจะนำเสนอแบบจำลองโปรโตคอลภายในมาตรฐานเครือข่ายจีพีอาร์เอส เพื่อให้ความเข้าใจในการทำงานของเครือข่ายจีพีอาร์เอส ทั้งหมดและยังจะเป็นพื้นฐานสำหรับการกล่าวอธิบายถึงรายละเอียดเบื้องลึกด้านโปรโตคอล รูปที่ 2.9 เป็นแบบจำลองโปรโตคอลสำหรับการเชื่อมต่อทั้งหมดภายในเครือข่ายจีพีอาร์เอส นับตั้งแต่จุดเชื่อมต่อระหว่างเครื่องลูกข่ายกับสถานีฐาน ไปจนถึงการเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์จีจีเอสเอ็นกับเครือข่ายสื่อสารข้อมูลภายนอก

2.7.3.1.เครื่องลูกข่าย

จีพีอาร์เอส เชื่อมต่อกับสถานีฐานโดยผ่านทางคลื่นความถี่วิทยุ ข้อมูลย่อยที่สุดอยู่ที่ในรูปของ Burst ซึ่งเป็นไปตามข้อกำหนดมาตรฐานของเครือข่ายจีเอสเอ็ม โดยเฟรมข้อมูลที่ผ่านเข้ารหัสช่องสื่อสารความยาว 456 บิต จะถูกแบ่งออกเป็น 4 ส่วนย่อยๆ ส่วนละ 57 บิต เพื่อนำมาผ่านกระบวนการอินเตอร์ลีฟ (Interleaving) การแยกส่วนและการรวมกลับคืนข้อมูลทั้ง 456 บิตเข้าด้วยกันถือเป็นการใช้กระบวนการปกติของเครือข่าย จีเอสเอ็ม ที่เรียกว่าจีเอสเอ็ม อาร์เอฟ (GSM RF) สำหรับเนื้อหาภายในเฟรมข้อมูลแต่ละชุดนั้นจะมีโปรโตคอล แม็ค (MAC)และอาร์แอลซี (RLC) ฝังอยู่เพื่อทำหน้าที่ปรับแต่งแบบการเข้ารหัสตามขบวนการที่ได้กล่าวไปแล้ว เมื่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หักข้อมูลแม็ค/อาร์แอลซีออกแล้ว ข้อมูลที่เหลือจะมีส่วนของโปรโตคอลแอลแอลซี (LLC) ย่อมาจาก Logical Link Controlและเอสเอ็นดีซีดี(SNDCD) ซึ่งไม่ถูกนำไปใช้งานโดยเครือข่ายสถานีฐาน แต่จะเป็นการสื่อสารโดยตรงระหว่างเครื่องลูกข่ายกับอุปกรณ์ เอสจีเอสเอ็น โปรโตคอลแอลแอลซี และเอสเอ็นดีซีพี (SNDCP) ถือเป็นหัวใจสำคัญของการตรวจสอบตำแหน่งของเครื่องลูกข่ายโดยอุปกรณ์เอสจีเอสเอ็น (SGSN)และจีจีเอสเอ็น(GGSN) รวมถึงการส่งสัญญาณควบคุมอื่นๆอีกหลายชนิดระหว่างเครือข่ายกับเครื่องลูกข่ายจีพีอาร์เอส การออกแบบโปรโตคอลแอลแอลซีและเอสเอ็นดีซีพี ขึ้นทำให้สามารถนำเทคโนโลยี จีพีอาร์เอส ไปสู่เครือข่ายโทรศัพท์ที่ยุคที่ 3 อันได้แก่ มาตรฐาน UMTS ข้อมูลส่วนที่เหลือจะมีส่วนของโปรโตคอล IP หรือ X.25 ซึ่งเครือข่ายใช้ในการติดต่อสื่อสารเพื่อดำเนินการจัดการโปรไฟล์พีดีพี กับอุปกรณ์จีพีอาร์เอส การเลือกว่าจะใช้โปรโตคอล IP หรือ X.25 นั้นก็ขึ้นอยู่กับการออกแบบทางด้านวิศวกรรมเครือข่ายของผู้ให้บริการแต่ละราย ข้อมูลหลังจากโปรโตคอล IP/X.25ก็จะเป็นเนื้อหาข้อมูลจริงของผู้ใช้บริการ หรือ application ที่ต้องการให้มีการรับส่งระหว่างเครื่องลูกข่าย จีพีอาร์เอส กับแหล่งข้อมูลทั้งที่อยู่ภายในและภายนอกเครือข่าย



รูปที่ 2.9 โครงสร้างจัดโปรโตคอลภายในเครือข่ายจีพีอาร์เอส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.3.2 เครือข่ายสถานีฐาน

ทำหน้าที่เป็นทั้งตัวทวนสัญญาณ (Relay Function) สำหรับข้อมูลที่เครื่องลูกข่ายต้องการสื่อสารกับอุปกรณ์เอสจีเอสเอ็น ขึ้นไปโดยตรง โดยส่งผ่านข้อมูลที่ถูกห่อหุ้มโดยโปรโตคอลแอลแอลซี ต่อไปยังอุปกรณ์เอสจีเอสเอ็น และยังเป็นอุปกรณ์ปลายทางสำหรับควบคุมการทำงานเกี่ยวกับการจัดสรรช่องสื่อสารทางด้านความถี่วิทยุให้กับเครื่องลูกข่ายจีพีอาร์เอส โดยผ่านการทำงานของโปรโตคอล จีเอสเอ็ม อาร์เอฟ,แม็ค และอาร์แอลซี ในขณะเดียวกันเครือข่ายสถานีฐาน (ซึ่งประกอบด้วยสถานีฐานและอุปกรณ์ BSC) ยังต้องมีการส่งสัญญาณควบคุมเพื่อติดต่อสื่อสารโดยตรงระหว่างเครือข่ายสถานีฐานเองกับเอสจีเอสเอ็น ซึ่งจะเป็นต้องมีการออกแบบโปรโตคอลอีกชุดหนึ่งเพื่อรองรับการติดต่อสื่อสารดังกล่าว รวมถึงเป็นรากฐานในการรับส่งข้อมูลแอลแอลซี ที่ถูกส่งผ่านไปยังอุปกรณ์เอสจีเอสเอ็นไปพร้อมๆกัน โปรโตคอลในจุดเชื่อมต่อจีบี (Gb) ดังกล่าวประกอบไปด้วย ชั้นล่างสุดคือ L 1 bit ซึ่งสนับสนุนการรับส่งข้อมูลผ่านเครือข่าย สื่อสารสารพัดรูปแบบไม่ว่าจะเป็นวงจรสื่อสารแบบทีดีเอ็ม เช่น E1 ผ่านเครือข่ายเฟรมารีเลย์ เป็นต้น โดยในระดับชั้นที่สองเป็นโปรโตคอลแบบ Frame Relay (FR) ทำหน้าที่แก้ไขความผิดพลาดของข้อมูลที่อาจเกิดขึ้นบนจุดเชื่อมต่อจีบี สำหรับเนื้อหาของสัญญาณควบคุมระหว่างเครือข่ายสถานีฐานกับอุปกรณ์เอสจีเอสเอ็น จะถูกบรรจุอยู่ใน โปรโตคอล BSSGP (Base Station Subsystem GPRS Protocal) ซึ่งช่องทางในการบรรจุข้อมูล แอลแอลซี ระหว่างเครื่องลูกข่ายจีพีอาร์เอสกับอุปกรณ์เอสจีเอสเอ็น ด้วยในเวลาเดียวกัน

2.7.3.3 อุปกรณ์เอสจีเอสเอ็น

เป็นทั้งอุปกรณ์ปลายทางที่ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของเครือข่ายสถานีฐานผ่าน โปรโตคอล BSSGP และควบคุมการทำงานของเครื่องลูกข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่จีพีอาร์เอสโดยผ่านโปรโตคอล แอลแอลแอลซี/เอสเอ็นดีซีพี ในขณะเดียวกันยังทำหน้าที่รับส่งข้อมูลผู้ใช้บริการโดยส่งผ่านโปรโตคอล IP/X.25 ไปให้อุปกรณ์จีจีเอสเอ็น รวมทั้งยังมีการติอต่อสื่อสารเพื่อรับส่งสัญญาณควบคุมต่างๆ ที่จำเป็นต่อการให้บริการกับอุปกรณ์จีจีเอสเอ็น อีกต่างหาก ทั้งนี้ยังมีการใช้งานโปรโตคอลจีทีพี(GTP) ซึ่งทำงานบนโปรโตคอลสื่อสารชั้นล่างอันประกอบไปด้วยโปรโตคอล IP (ซึ่งไม่ใช่โปรโตคอลเดียวกับ IP ที่ส่งจากเครื่องลูกข่ายไปยังอุปกรณ์จีจีเอสเอ็น) และโปรโตคอล UDP (Use Data Protocol) และโปรโตคอล TCP (Transmission Control Protocol)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.3.4 อุปกรณ์จีจีเอสเอ็น

ทำหน้าที่สองประการด้วยกันประการแรกคือติดต่อสื่อสารกับอุปกรณ์SGSNและเครื่องลูกข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่จีพีอาร์เอส ผ่านโปรโตคอลจีทีพี และ IP/X.25 ตามลำดับ ประการที่สองก็คือ ทำหน้าที่เป็นตัวกลางส่งผ่านข้อมูลของผู้ใช้บริการระหว่างเครื่องลูกข่ายจีพีอาร์เอสกับเครื่องคอมพิวเตอร์ หรือ application ที่อยู่ภายนอกเครือข่าย

2.7.4 กระบวนการจัดการเกี่ยวกับตำแหน่งที่อยู่ของเครื่องลูกข่ายจีพีอาร์เอส

ก่อนอื่นเราขอยกตัวอย่างการรับส่งสัญญาณควบคุมในส่วนประกอบต่างๆ ของเครือข่ายจีพีอาร์เอส โดยจะเป็นกรณีที่เครื่องลูกข่ายซึ่งใช้งานอยู่ที่พื้นที่ของอุปกรณ์เอสจีเอสเอ็นหนึ่ง มีการเคลื่อนย้ายตำแหน่งไปยังพื้นที่ของอุปกรณ์เอสจีเอสเอ็น แห่งใหม่ที่ยังอยู่ภายในเครือข่ายของผู้ให้บริการรายเดียวกัน ซึ่งเรียกว่า กระบวนการอาร์เอ อัพเดต(RA Update) ทั้งนี้จะสมมติว่ากระบวนการดังกล่าวประสบความสำเร็จ รายละเอียดของกระบวนการ อาร์เอ อัพเดต พอสังเขปแบ่งออกเป็น 10 ขั้นตอน

1.เครื่องลูกข่ายจีพีอาร์เอส

ส่งข้อมูล RA Update ซึ่งระบุหมายเลข RA (RAI) และรายละเอียดของการเปลี่ยน อาร์เอไปยังอุปกรณ์ เอสจีเอสเอ็น ตัวใหม่โดยอุปกรณ์บีเอสซี (BSC) จะทำการเพิ่มเติมจะทำการเพิ่มเติมข้อมูลแสดงหมายเลขแสดงเซลล์ที่เครื่องลูกข่ายใช้งานอยู่ทั่วไป

2.อุปกรณ์เอสจีเอสเอ็น

ตัวใหม่จะทำการส่งข้อมูล SGSN Context Request ซึ่งระบุหมายเลข RA และแอดเดรสของSGSN ใหม่ ไปยัง SGSN ตัวเดิม เพื่อร้องขอโปรไฟล์ PDP จากเอสจีเอสเอ็น ตัวเดิมที่ได้กำหนดไว้ให้กับเครื่องลูกข่ายดังกล่าวมาเก็บไว้ในการนี้อุปกรณ์เอสจีเอสเอ็น เดิมจะตอบรับโดยการส่งข้อมูล SGSN Context Response กลับคืนมา

3.อุปกรณ์ เอสจีเอสเอ็น

ตัวใหม่จะส่งข้อมูล SGSN Context Acknowledge กลับไปยังอุปกรณ์ เอสจีเอสเอ็นเดิมในขั้นตอนนี้อุปกรณ์เอสจีเอสเอ็น ตัวใหม่ก็พร้อมที่จะรับข้อมูลทุกอย่างที่เกี่ยวข้องกับโปรไฟล์ พีดีพีของเครื่องลูกข่ายจีพีอาร์เอส ดังกล่าว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.อุปกรณ์เอสจีเอสเอ็น

เดิมทำการโอนย้ายติอต่อสื่อสารแบบอุโมงค์ (Tunneling) กับอุปกรณ์จีจีเอสเอ็นไปให้กับอุปกรณ์เอสจีเอสเอ็นตัวใหม่

5.อุปกรณ์เอสจีเอสเอ็น

ตัวใหม่ส่งข้อมูล Update PDP Context Request ซึ่งระบุแอดเดรสของ เอสจีเอสเอ็น ตัวใหม่ หมายเลขแสดงเส้นทางอุโมงค์ (Tunnel Identifier หรือ TID) และค่า QoS สำหรับการควบคุมคุณภาพในการสื่อสารข้อมูล ไปให้กับอุปกรณ์จีจีเอสเอ็น ซึ่งอุปกรณ์จีจีเอสเอ็น จะทำการปรับแก้ไขข้อมูลในส่วนของ พีดีพี สำหรับเครื่องลูกข่ายดังกล่าว พร้อมกับส่งข้อมูล Update PDP Context Response กลับไปให้อุปกรณ์เอสจีเอสเอ็นตัวใหม่

6.อุปกรณ์ เอสจีเอสเอ็น

ตัวใหม่ทำการส่งข้อมูล Update Location ไปให้กับอุปกรณ์ เอชแอลอาร์(HLR) ซึ่งเป็นฐานข้อมูลเก็บหมายเลขผู้ใช้บริการเครื่องลูกข่ายดังกล่าว เพื่อแจ้งให้ทราบว่ามีการย้ายตำแหน่งที่อยู่ของผู้ใช้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่จีพีอาร์เอสจากอุปกรณ์เอสจีเอสเอ็นเดิมไปเป็นตัวใหม่

7.อุปกรณ์เอชแอลอาร์

ส่งข้อมูล Cancel Location เพื่อยกเลิกการผูกโยงแอดเดรสไปยังอุปกรณ์เอสจีเอสเอ็น เดิม ตอบรับกลับมาด้วยข้อมูล Cancel Location Acknowledge

8.อุปกรณ์ส่งข้อมูล Insert Subscriber Data

ระบุหมายเลข IMSI (Internationnal Mobile Subscriber Identity) ซึ่งเป็นเลขหมายใช้ระบุตัวผู้ใช้บริการตามาตรฐานเครือข่ายจีเอสเอ็ม และข้อมูลเกี่ยวกับผู้ใช้บริการจีพีอาร์เอส ดังกล่าวไปให้กับอุปกรณ์เอสจีเอสเอ็น จะทำการสร้างข้อมูลเกี่ยวกับการบริหารตำแหน่งผู้ใช้บริการรายดังกล่าวขึ้น พร้อมกับตอบกลับไปยังอุปกรณ์เอชแอลอาร์ ด้วยการส่งข้อมูล Insert Subscriber Data Acknowledge ซึ่งอุปกรณ์เอชแอลอาร์ จะทำการยืนยันการเสร็จสิ้นกระบวนการดังกล่าวด้วยการส่งข้อมูล Update Location Acknowledge กลับคืนมายังอุปกรณ์เอสจีเอสเอ็นตัวใหม่ ถือเป็นการเสร็จสิ้นการเตรียมความพร้อมในการเริ่มต้นให้บริการเครื่องลูกข่ายจีพีอาร์เอส ดังกล่าวในพื้นที่อาร์เอใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9.อุปกรณ์ เอสจีเอสเอ็น

จะทำการส่งหมายเลข P_TMSIซึ่งเป็นตัวเลขสุ่มใช้แทนการแสดงตัวเครื่องลูกข่ายจีพีอาร์เอสดังกล่าว เป็นการป้องกันการลักลอบดักอ่านเลขหมาย IMSI ไปให้กับเครื่องลูกข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่จีพีอาร์เอสดังกล่าว โดยการข้อมูล Routing Area Update Accept

10. เมื่อเครื่องลูกข่ายได้รับหมายเลข P_TMSI

พร้อมกับนำไปใช้อ้างอิงแล้ว ก็จะทำการส่งข้อมูล Routing Area Update Complete กลับไปให้กับอุปกรณ์ SGSN ใหม่ ถือเป็นการสิ้นสุดกระบวนการย้ายข้ามอาร์เอและเครื่องลูกข่ายก็พร้อมที่จะทำการติดต่อสื่อสารกับเครือข่ายจีพีอาร์เอส เพื่อรับข้อมูลได้ตามปกติ

2.7.5 กลไกการจัดการตำแหน่งที่อยู่

เนื่องจากพฤติกรรมในการสื่อสารข้อมูลผ่านเครือข่ายจีพีอาร์เอส เป็นแบบ " Always on" กล่าวคือ เมื่อใดที่เครื่องลูกข่ายมีความต้องการรับส่งข้อมูลกับเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ ก็สามารถทำได้ทันที โดยไม่จำเป็นต้องร้องขอการเชื่อมต่อวงจร เหมือนดังเช่นในกรณีของการเชื่อมต่อวงจรแบบสวิทช์วงจรในกรณีของมาตรฐานจีเอสเอ็ม โดยทั่วไป อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาว่าในพื้นที่ อาร์เอ หนึ่งๆ มีโอกาสที่จะมีเครื่องลูกข่ายจีพีอาร์เอส เป็นจำนวนมาก จึงจำเป็นต้องกำหนดกระบวนการในการจัดการบริหารเครื่องลูกข่ายเหล่านี้โดยข้อกำหนดมาตรฐานจีพีอาร์เอส ได้ระบุให้ทั้งเครือข่ายและเครื่องลูกข่ายจีพีอาร์เอส ปฏิบัติตามกลไกการจัดการตำแหน่งที่อยู่หรือเอ็มเอ็ม(MM)

ก่อนที่เครื่องลูกข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่จีพีอาร์เอสจะสามารถทำการรับส่งข้อมูลได้ เครื่องลูกข่ายดังกล่าวจะต้องทำการฝาก(Attach) เข้ากับอุปกรณ์เอสจีเอสเอ็นโดยหลักจากการฝากเครื่องลูกข่ายจะได้หมายเลข TLLI (Temporary Logical Link Identifier) จากเอสจีเอสเอ็นเป็นเสมือนบัตรแสดงตัว สำหรับเครื่องลูกข่ายจีพีอาร์เอสใช้รายงานตัวในกรณีที่ต้องการติดต่อสื่อสารกับเครือข่ายในโอกาสต่อไป สิ่งสำคัญที่เราจะต้องทราบก็คือข้อกำหนดมาตรฐานจีพีอาร์เอสกำหนดสถานภาพของเครื่องลูกข่ายจีพีอาร์เอส โดยพิจารณาตามความพร้อมในการติดต่อสื่อสารๆได้ 3 สถานะด้วยกันดังนี้สถานะเฉื่อยงาน (Idel State) เป็นช่วงที่เครื่องลูกข่ายจีพีอาร์เอส ยังไม่ทันฝากเข้ากับอุปกรณ์เอสจีเอสเอ็น ซึ่งหลังจากนี้ไปเครื่องลูกข่ายจะต้องผ่านกระบวนการฝากจีพีอาร์เอสเพื่อให้พร้อมใช้งานรับส่งข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. สถานะพร้อมทำงาน (Ready State) เป็นช่วงเวลาที่เครื่องลูกข่ายได้ทำการฝากเข้ากับอุปกรณ์เอสจีเอสเอ็น แล้ว โดยเครือข่ายทราบตำแหน่งที่อยู่ของเครื่องลูกข่ายว่าอยู่ในอาร์เอใด หลังจากนี้ไปเครื่องลูกข่าย จีพีอาร์เอส จะสามารถรับหรือส่งข้อมูลทุกประเภทกับเครือข่ายได้ ในการนี้มีการกำหนดฐานเวลา Ready timer สำหรับตรวจดูว่าเครื่องลูกข่าย จีพีอาร์เอส นั้นๆยังมีการรับส่งข้อมูลเป็นระยะเวลาหนึ่งซึ่งตรงกับฐานเวลาดังกล่าว เครื่องลูกข่าย จีพีอาร์เอส นั้นจะถูกเปลี่ยนให้ไปอยู่รอการทำงาน
2. สถานะรอการทำงาน (Standby State) เป็นสถานภาพที่เครื่องลูกข่ายจีพีอาร์เอสพร้อมรอการใช้งานรับส่งข้อมูล โดยเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ จีพีอาร์เอส ทราบตำแหน่งที่อยู่เครื่องลูกข่ายนั้นๆ ในระดับอาร์เอ ทั้งนี้เครื่องลูกข่ายจีพีอาร์เอสในสถานะรอการทำงาน จะทำการรายงานตำแหน่งที่อยู่ (Routing Area Update) ของเครื่องลูกข่ายไปยังเครือข่ายอยู่ตลอดเวลา เครื่องลูกข่ายจีพีอาร์เอสจะถูกผลักให้กลับไปอยู่ในสถานะเฉื่อยงานอีกครั้ง หลังจากที่อยู่ในสถานะรอการทำงานจนเกินค่ามาตรฐานเวลา Standby Timer เป็นการควบคุมจำนวนเครื่องลูกข่าย จีพีอาร์เอสที่ปรากฏอยู่ในฐานข้อมูลของอุปกรณ์ เอสจีเอสเอ็น ให้มีจำนวนอย่างเหมาะสม

รูปที่ 2.10 สถานะของการสื่อสารตามมาตรฐานจีพีอาร์เอส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.6 กระบวนการฝากจีพีอาร์เอส

เครื่องลูกข่าย จีพีอาร์เอส ที่อยู่ในสถานะเฉื่อยงานจะทำการเกี่ยวเข้ากับอุปกรณ์ เอสจีเอสเอ็น และ เอชแอลอาร์ โดยใช้กระบวนการ เอ็มเอ็ม เพื่อให้ใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่รับทราบตำแหน่งที่อยู่ของเครื่องลูกข่ายดังกล่าว ในการรายงานตัวกับเครือข่ายนั้น เครื่องลูกข่ายจะต้องส่งข้อมูลที่จำเป็นต่างๆ ไปยังเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่โดยสามารถแบ่งรูปแบบของการรายงานตัวสำหรับเครื่องลูกข่าย จีพีอาร์เอส ออกได้เป็น 3 ลักษณะด้วยกัน แต่ละชนิดต้องการข้อมูลที่ใช้สำหรับรายงานตัวที่แตกต่างกันดังนี้

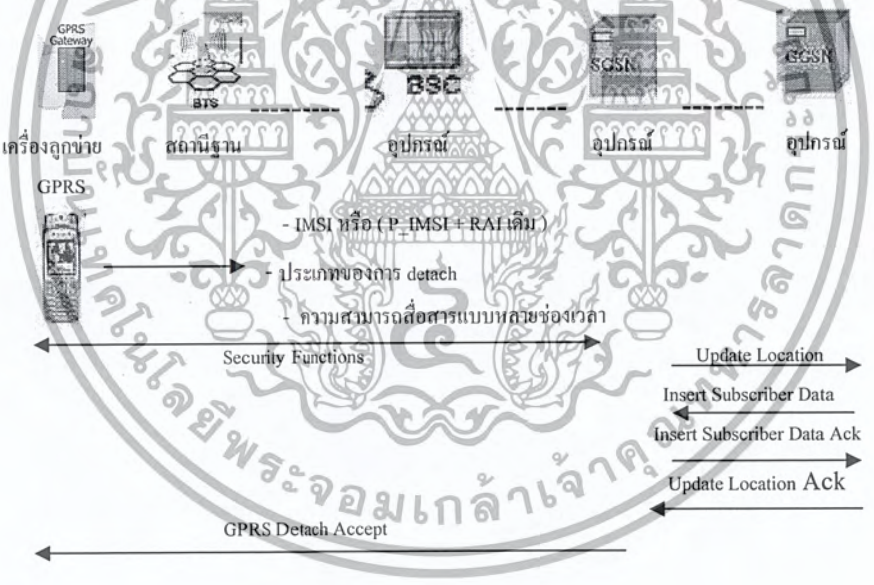
1. GPRS Attach: เครื่องลูกข่ายต้องส่งข้อมูล P_TMSI (Packet Temporary Mobile Station Indentifier) ซึ่งเป็นเลขหมายชั่วคราวใช้อ้างอิงแทนเลขหมาย IMSI (International Mobile station Indentifier) คล้ายๆกับในกรณีของเครื่องลูกข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่จีเอสเอ็มแต่จะใช้สำหรับการสื่อสารข้อมูลแบบแพ็กเกต นอกจากนี้เครื่องลูกข่ายยังต้องส่งข้อมูลอาร์เอไอ RAI (Routing Area Identifier) ซึ่งระบุตำแหน่งที่อยู่ อาร์เอ ปัจจุบันที่เครื่องลูกข่ายจีพีอาร์เอสได้รับการแจ้งจากเครือข่ายอยู่ตลอดเวลา
2. IMSI Attach : แท้จริงแล้วเป็นการกระบวนการที่ถูกออกแบบมาสำหรับใช้กับเครื่องลูกข่าย จีเอสเอ็ม ทั่วไปเท่านั้น แต่เครื่องลูกข่าย จีพีอาร์เอส อาจทำกระบวนการนี้ได้ในกรณีที่ยังไม่ทราบว่าตนจะใช้หมายเลข P_TMSI ใดและต้องการร้องขอให้เครือข่ายส่งเลขหมายดังกล่าวมาให้
3. IMSI/GPRS (สำหรับเครื่องลูกข่ายคลาส A และ B เท่านั้น) เป็นกระบวนการร่วม ซึ่งปัจจุบันอยู่ในการออกแบบข้อกำหนดทางเทคนิค

เมื่อพิจารณาถึงเครื่องลูกข่าย ที่อยู่ในสถานะพร้อมทำงาน ทั้งเครื่องลูกข่ายและอุปกรณ์เอสจีเอสเอ็น ที่อยู่ในส่วนของเครือข่ายจะร่วมกันใช้หมายเลขไอเอ็มเอสไอ(IMSI) ซึ่งเป็นเลขหมายประจำตัวที่ใช้แทนผู้ใช้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่แต่ละคน ซึ่งหมายเลขไอเอ็มเอสไอและข้อมูลเกี่ยวกับการใช้บริการ จีพีอาร์เอส ของผู้ใช้บริการแต่ละรายจะถูกเก็บไว้ในฐานของอุปกรณ์เอชแอลอาร์ ในการนี้เครื่องลูกข่าย จีพีอาร์เอส สามารถรับหรือส่งข้อมูลในรูปของพีดียู PDU (Protocal Data Units) ซึ่งเป็นแพ็คเกตข้อมูล ที่น่าสนใจก็คือเครื่องลูกข่ายที่อยู่ในสถานะพร้อมทำงานจะสามารถสร้าง (Activete) หรือยกเลิก (Deactivete) ข้อมูลโปรไฟล์ พีดีพี ผ่านเครือข่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โทรศัพท์เคลื่อนที่ได้โดยอิสระ นอกจากนี้เครื่องลูกข่าย GPRS เครื่องหนึ่งๆ ก็ยังอาจได้รับการกำหนดโปรไฟล์ ได้มากกว่าหนึ่งชุดภายในเวลาเดียวกันอีกด้วย สิ่งที่สำคัญอีกประการหนึ่งก็คือในสถานะที่พร้อมทำงานนี้ เครื่องลูกข่าย จีพีอาร์เอส จะทำการรับฟังข้อมูลผ่านช่องสื่อสารควบคุมแบบ PCCCH และยังอาจใช้คุณสมบัติ DRX (Discontinuous Reception) ซึ่งจะทำให้เครื่องลูกข่าย จีพีอาร์เอส ใช้ทรัพยากรความถี่ ในรูปของช่องเวลา เฉพาะเมื่อจำเป็นต้องรับหรือส่งข้อมูลเท่านั้น ซึ่งนับว่าเป็นการลดความคับคั่งของปริมาณข้อมูลที่ปรากฏ บนช่องสื่อสารจีพีอาร์เอสเป็นอย่างยิ่ง

กระบวนการเอ็มเอ็ม จะดำเนินต่อไปจนกว่าฐานเวลา Ready Time จะหมดลง และเครื่องลูกข่าย GPRS เปลี่ยนสถานะตนเองไปเป็นสถานะรอการทำงาน รูป 2.16 แสดงถึงกระบวนการฝากจีพีอาร์เอส ซึ่งเริ่มจากการที่เครื่องลูกข่ายเป็นฝ่ายร้องขอให้มีการเกี่ยวเข้ากับระบบเครือข่าย

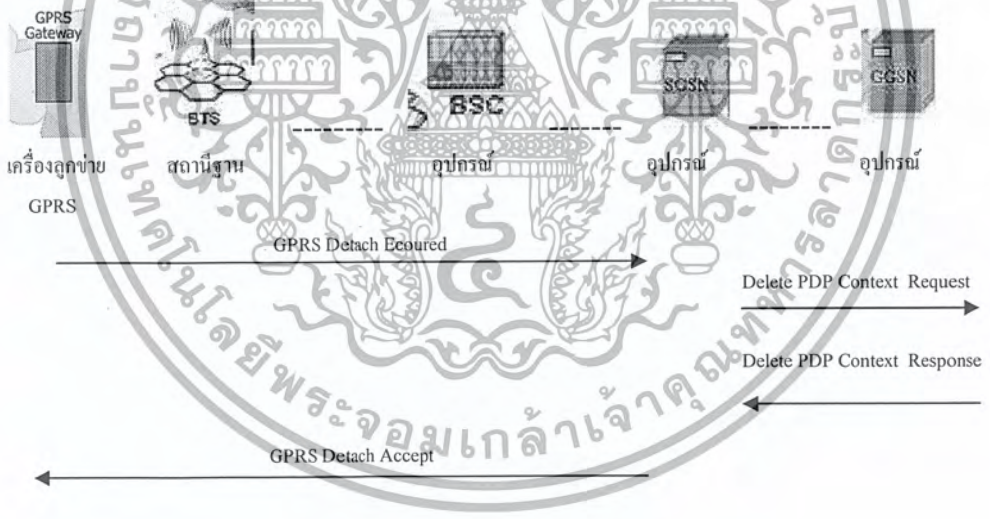


รูปที่ 2.11 ขั้นตอนการดำเนินกระบวนการฝาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.7 กระบวนการ GPRS Detach

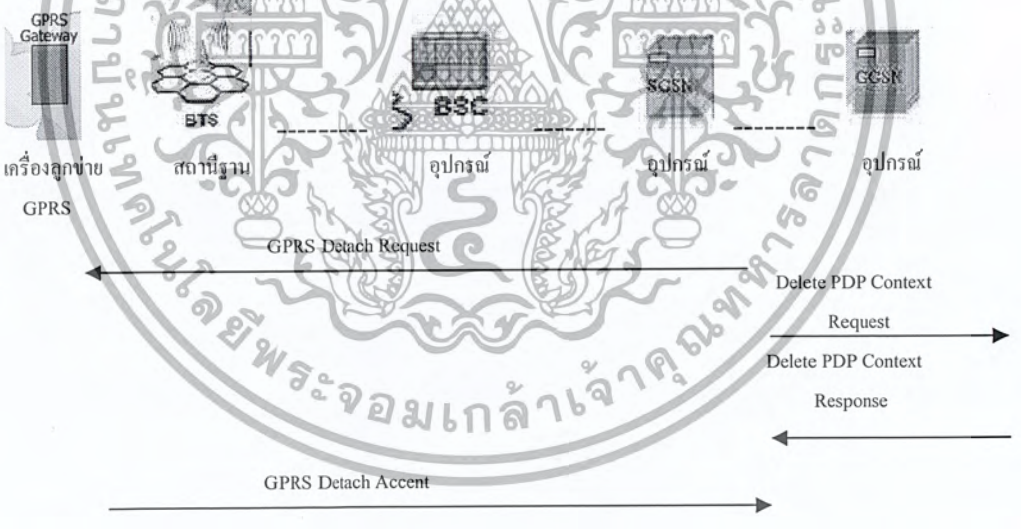
ในการเปลี่ยนสถานะจากพร้อมทำงาน (Ready State) ไปเป็นเฉื่อยงาน (Idle State) เครื่องลูกข่าย โทรศัพท์เคลื่อนที่ จีพีอาร์เอส จะเป็นฝ่ายเริ่มต้นกระบวนการร้องขอ หลังจากกระบวนการ GPRS Detach เสร็จสิ้นอุปกรณ์ เอสจีเอสเอ็น จะทำการลบข้อมูล เอ็มเอ็ม และโปรไฟล์ พีดีพี ที่ได้รับจากอุปกรณ์จีจีเอสเอ็น ซึ่งเกี่ยวข้องกับผู้ใช้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่ จีพีอาร์เอส รายดังกล่าว ซึ่งกระบวนการทำงานเกิดขึ้นอย่างง่ายๆ โดยเครื่องลูกข่าย จีพีอาร์เอส ทำการส่งสัญญาณ GPRS Detach Request ไปยังอุปกรณ์ เอสจีเอสเอ็น พร้อมทั้งระบุสาเหตุ , เลขหมาย ไอเอ็มเอสไอ และข้อมูลที่จำเป็นอื่นๆ ตัวอย่างของกระบวนการนี้คือ เมื่อผู้ใช้บริการปิดสวิทซ์เครื่องลูกข่ายจีพีอาร์เอสลงหรืออาจเกิดจากการที่ผู้ใช้บริการไม่มีการใช้งานระบบ จีพีอาร์เอส รับส่งข้อมูลเป็นเวลานานจนฐานเวลา ready timer หมดลง รายละเอียดของกระบวนการ Detach จากเครื่องลูกข่าย แสดงในรูปที่ 2.17



รูปที่ 2.12 ขั้นตอนการดำเนินกระบวนการ GPRS detach กรณีร้องขอจากเครื่องลูกข่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากกระบวนการ GPRS detach จะเกิดขึ้นโดยการร้องขอจากเครื่องลูกข่ายแล้ว ระบบเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่จีพีอาร์เอสก็สามารถเป็นฝ่ายกระตุ้นให้เกิดกระบวนการดังกล่าวได้เช่นเดียวกันเริ่มจากการที่อุปกรณ์ SGSN ส่งสัญญาณแจ้งกระบวนการ detach มายังเครื่องลูกข่าย จีพีอาร์เอส โดยมีการแนบข้อมูล Attach Indicator ไว้เพื่อให้เครื่องลูกข่ายแจ้งกลับมาว่าในเวลานี้เครื่องลูกข่ายมีความต้องการที่จะรับส่งข้อมูลผ่านเครือข่าย จีพีอาร์เอสอีกหรือไม่ หากเครื่องลูกข่ายตอบกลับมาในข้อความ GPRS Detach Accept ดังแสดงในรูปที่ 2.20 ว่าหลังจากนี้ไปมีการร้องขอส่งข้อมูลอีก ระบบเครือข่ายก็จะเริ่มกระบวนการฝากจีพีอาร์เอส อีกครั้ง หลังจากกระบวนการ detach เสร็จสิ้นลง ในระหว่างดำเนินกระบวนการ GPRS Detach อุปกรณ์ เอสจีเอสเอ็นจะทำการแจ้งไปยังอุปกรณ์ จีจีเอสเอ็นให้รับข้อมูลโปรไฟล์ พีดีพี ซึ่งจะทำให้ทั้งอุปกรณ์เอสจีเอสเอ็น และ จีจีเอสเอ็น มีฐานข้อมูลโปรไฟล์ พีดีพี ว่างลงสำหรับใช้จัดสรรให้ ผู้ใช้บริการรายอื่นต่อไป

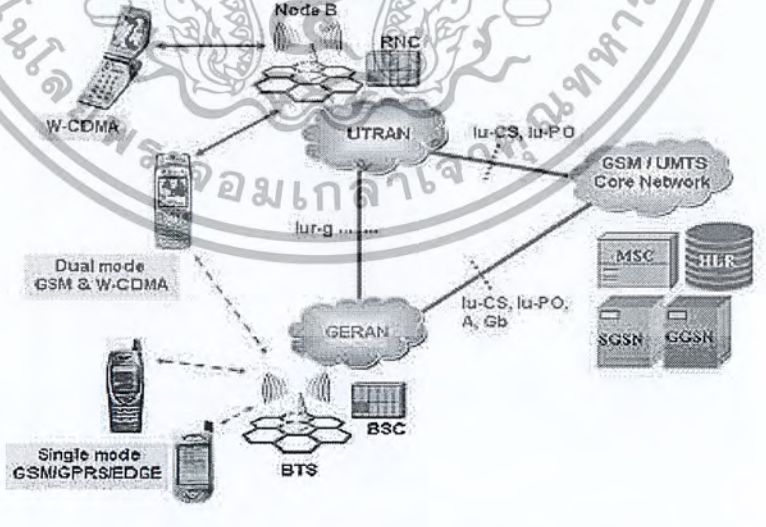


รูปที่ 2.13 ขั้นตอนการดำเนินกระบวนการ GPRS Detach กรณีร้องขอจากเครือข่าย จีพีอาร์เอส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.8 กระบวนการ PDP Control Activation

สิ่งสำคัญในการให้บริการสื่อสารข้อมูลแบบแพ็คเกตโดยเครือข่าย จีพีอาร์เอส ไปยังเครื่องลูกข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่จีพีอาร์เอส เครื่องมิได้จบลงเพียงแค่กระบวนการ ฝากจีพีอาร์เอสเท่านั้น หากพิจารณาถึงธรรมชาติของการสื่อสารข้อมูล ก็จะพบว่านอกจากการที่เครื่องลูกข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่จะเป็นผู้ส่งข้อความไปเครือข่ายอินเตอร์เน็ต หรือเครือข่ายคอมพิวเตอร์ใดๆ ในโลกอินเตอร์เน็ตจะเป็นฝ่ายเริ่มต้นติดต่อมายังเครื่องลูกข่ายจีพีอาร์เอส ด้วยตัวอย่างเช่น การส่งข้อมูลราคาหุ้นแบบเว็บเพจมายังโทรศัพท์เคลื่อนที่ โดยเครื่องคอมพิวเตอร์เซิร์ฟเวอร์ของตลาดหลักทรัพย์จะทำการส่งเมื่อราคาหุ้นถึงระดับที่ผู้ใช้บริการกำหนดไว้ก่อนหน้านี้ นอกจากนี้ยังมีแนวโน้มของลักษณะนี้อีกมากมาย ปัญหาคือ จุดเชื่อมต่อระหว่างโลกเครือข่ายคอมพิวเตอร์กับเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ จีพีอาร์เอส จะอยู่ที่อุปกรณ์ จีพีเอสเอ็น ซึ่ง จีพีเอสเอ็น จะเป็นกลไกสำคัญในการกำหนดเส้นทางการสื่อสารข้อมูล ระหว่างเครื่องลูกข่าย จีพีอาร์เอส กับเครือข่ายคอมพิวเตอร์ภายนอก จึงเป็นสิ่งจำเป็นที่เครื่องลูกข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่จะต้องทำการส่งข้อมูลเกี่ยวกับโปรไฟล์ พีดีพี ไปให้กับอุปกรณ์จีพีเอสเอ็น รับทราบไม่ว่าเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่จีพีอาร์เอส นั้นๆจะมีการติดตั้งอุปกรณ์จีจีเอสเอ็นอยู่มากน้อยเท่าไรก็ตามกระบวนการสำคัญเกี่ยวกับการปรับแต่งข้อมูลดังกล่าวซึ่งมีชื่อเรียกว่า PDP Context Activation มีลำดับขั้นตอนของกระบวนการดังรูปที่ 2.13



รูปที่ 2.14 การดำเนินการ PDP Context Activation

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. เครื่องลูกข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่จีพีอาร์เอส

ทำการส่งข้อมูลร้องขอให้ดำเนินกระบวนการ PDP Context Activation ไปยังอุปกรณ์เอสจีเอสเอ็น ซึ่งกระบวนการนี้จะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อเครื่องลูกข่ายได้ผ่านขั้นตอนต่างๆของกระบวนการฝากจีพีอาร์เอสกับอุปกรณ์เอสจีเอสเอ็นมาก่อนแล้วเท่านั้น

2.อุปกรณ์เอสจีเอสเอ็น

จำการเลือกอุปกรณ์ จีจีเอสเอ็น (ในกรณีที่มีการติดตั้งจีจีเอสเอ็น มากกว่าหนึ่งชุดภายในเครือข่ายนั้นๆ) โดยพิจารณาจากข้อมูลโปรไฟล์ พีดีพี ที่ได้รับมาจากเครื่องลูกข่าย จีพีอาร์เอสนั้น จากนั้นทำการติดต่อกับอุปกรณ์จีจีพีเอสที่ถูกเลือก เพื่อให้ทำการสร้างฐานข้อมูลสำหรับรองรับการใช้งานของเครื่องลูกข่ายจีพีอาร์เอส ที่ทำการร้องขอนั้นโดยทั่วไปอุปกรณ์เอสจีเอสเอ็นจะทำการคัดเลือกอุปกรณ์จีจีพีเอสที่เหมาะสม โดยพิจารณาจากความสามารถของอุปกรณ์จีจีพีเอสในการรองรับการสื่อสารตามที่เครื่องลูกข่ายร้องขอ เช่น เลือกอุปกรณ์จีจีพีเอสที่รองรับการเชื่อมต่อแบบ X.25 หรือเลือกอุปกรณ์ จีจีพีเอส ที่รองรับการเชื่อมต่อแบบ IP เป็นต้น

3.อุปกรณ์จีจีเอสเอ็น

ที่ได้รับการคัดเลือกทำการตอบกลับไปยังอุปกรณ์ เอสจีเอสเอ็นพร้อมกับส่งข้อมูล TID (Transaction Identity) สำหรับใช้ในการอ้างอิงอุปกรณ์กับอุปกรณ์เอสจีเอสเอ็น ซึ่งภายในตัวอุปกรณ์ จีจีพีเอส เอง จะทำการบันทึกค่า TID เทียบกับเลขหมาย IP ของอุปกรณ์จีจีพีเอส สำหรับใช้ในการอ้างอิงเพื่อการติดต่อสื่อสารต่างๆในอนาคต จนกว่าอุปกรณ์เอสจีเอสเอ็นจะขอยกเลิกกระบวนการ PDP Context ในกรณีที่มีการขอเปลี่ยนย้ายจุดเชื่อมต่อไปเป็นอุปกรณ์ จีจีพีเอสอื่น

4. เมื่ออุปกรณ์เอสจีเอสเอ็น

ได้รับการยืนยันจากอุปกรณ์จีจีเอสเอ็น แล้วก็จะทำการส่งข้อมูลกลับไปยังเครื่องลูกข่ายโทรศัพท์จีพีอาร์เอส ที่ทำการร้องขอยืนยันว่ากระบวนการ PDP Context Activation ได้เสร็จสมบูรณ์พร้อมกันนั้นอุปกรณ์ เอสจีเอสเอ็น ก็จะบันทึกค่า TID ที่เป็นเลขหมายอ้างอิงซึ่งได้รับจากอุปกรณ์จีจีเอสเอ็นที่ตนเป็นผู้เลือก พร้อมกับบันทึกค่าหมายเลข ID ของอุปกรณ์จีจีเอสเอ็น เพื่อใช้ในการอ้างอิงสำหรับการสื่อสารข้อมูลในอนาคตเช่นเดียวกัน กระบวนการเหล่านี้ก็คือการส่งข้อมูลผ่านอุโมงค์หรือTunneling ระหว่างอุปกรณ์เอสจีเอสเอ็นกับจีจีเอสเอ็น หากจะกล่าวลงไปในรายละเอียดเชิงปฏิบัติแล้ว กระบวนการ PDP Context Activation สามารถเริ่มต้นกระทำได้ทั้งโดยจากเครื่องลูกข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ GPRS หรือจากอุปกรณ์จีจีเอสเอ็น ภายในเครือข่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โทรศัพท์เคลื่อนที่เองคล้ายๆกับการกระบวนการ GPRS หรือจากอุปกรณ์จีจีเอสเอ็น Detach ที่กล่าวถึงไว้ข้างต้น

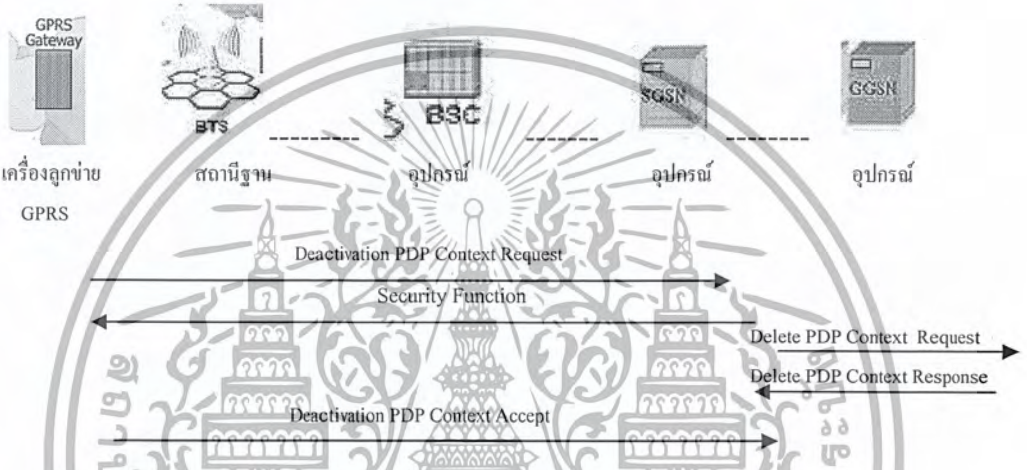
เมื่อเครื่องลูกข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่จีพีอาร์เอส ได้ดำเนินกระบวนการฝากจีพีอาร์เอสและ PDP Context Activation เสร็จสิ้นลงแล้ว ก็เท่ากับขณะที่อุปกรณ์เครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ จีพีอาร์เอส ทั้งในส่วนของอุปกรณ์เอสจีเอสเอ็นและจีจีเอสเอ็น มีความพร้อมที่จะให้บริการสื่อสารข้อมูล ไม่ว่าจะเป็นการรับข้อมูลหรือส่งข้อมูล ให้กับเครื่องลูกข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่แล้ว โดยทั้งอุปกรณ์เอสจีเอสเอ็น , จีจีเอสเอ็น และเครื่องลูกข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่จีพีอาร์เอส ใช้ข้อมูลโปรไฟล์ พีดีพีในการอ้างอิงถึงกัน สิ่งที่ควรทราบก็คือ ทันทีที่กระบวนการ PDP Context Activation สำเร็จลง ก็จะเท่ากับว่าเครื่องลูกข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่จีพีอาร์เอส นั้นๆเป็นที่รู้จักของคอมพิวเตอร์หรือแอพพริเคชั่นต่างๆ ภายในเครือข่ายคอมพิวเตอร์ภายนอกที่เชื่อมต่ออยู่กับเครือข่ายโทรศัพท์จีพีอาร์เอส แล้วเปรียบเทียบง่ายๆคล้ายกับกรณีการหมุนโมเด็มเพื่อเชื่อมต่อเครื่องคอมพิวเตอร์ เข้ากับเครื่องเซิร์ฟเวอร์ของบริษัทผู้ให้บริการอินเตอร์เน็ต (ISP:Internet Service Provider) ต่างๆ เมื่อเชื่อมต่อแล้วผู้ใช้บริการก็สามารถใช้เครื่องคอมพิวเตอร์นั้นในการรับหรือส่งข้อมูลให้กับเครื่องคอมพิวเตอร์กับแอพพลิเคชั่นอื่นๆ ในโลกของอินเตอร์เน็ตได้อย่างไม่มีขีดจำกัดใดๆ โดยการบริหารจัดการต่าง ๆ นั้นเป็นหน้าที่ของเครื่องคอมพิวเตอร์เซิร์ฟเวอร์ของ ISP รายนั้นๆ ในกรณีของเครือข่ายจีพีอาร์เอส ก็เป็นไปได้ในลักษณะเดียวกันเทียบได้ว่าเครื่องลูกข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่เป็นเสมือนกับเครื่องคอมพิวเตอร์ตามบ้านที่ต้องหมุนโมเด็มไปยังบริษัท ISP สำหรับอุปกรณ์เอสจีเอสเอ็นและจีจีเอสเอ็น ก็จะทำหน้าที่เสมือนกับคอมพิวเตอร์เซิร์ฟเวอร์ของ ISP นั้นเอง เมื่อใดที่การติดต่อสื่อสารระว่างผู้ใช้บริการกับแอพพลิเคชั่นบนโลกอินเตอร์เน็ตจบสิ้นลง ก็จะเป็นการเริ่มต้นกระบวนการ PDP Context Deactivation

2.7.9 กระบวนการ PDP Context Deactivation

กระบวนการเริ่มต้นจากเครื่องลูกข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ส่งข้อมูล Deactivation PDP Context Request ไปยังอุปกรณ์เอสจีเอสเอ็น ดังที่แสดงในรูปที่ 2.20 หากผู้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่ จีพีอาร์เอส รายใดมีการกำหนดใช้ระบบรักษาความปลอดภัย (Security) ก็จะมีกลไกการตรวจสอบรักษาความปลอดภัยทำงานในขั้นตอนนี้พร้อมกันด้วย หลังจากนั้นอุปกรณ์เอสจีเอสเอ็น ก็จะส่งข้อมูล Delete PDP Context Request พร้อมกับหมายเลขทีไอดี(TID) ซึ่งจะใช้เป็นข้อมูลอ้างอิงไปให้กับอุปกรณ์ จีจีเอสเอ็น มีผลทำให้อุปกรณ์ จีจีเอสเอ็น ลบข้อมูลต่างๆ ที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เกี่ยวข้องกับหมายเลขทีไอดี ดังกล่าวออกจากระบบฐานข้อมูลของตนเอง จากนั้น จีจีเอสเอ็น จึงส่งข้อมูล Delete PDP Context Response พร้อมกับกำกับหมายเลขทีไอดีเดิมกลับคืนไปให้อุปกรณ์ เอสจีเอสเอ็น สาเหตุที่ต้องส่งคำ ทีไอดี กลับคืนมาให้ก็เพื่อทำให้อุปกรณ์ เอสจีเอสเอ็น ไม่สับสน ในกรณีที่มีการร้องขอกระบวนการดังกล่าวจากเครื่องลูกข่าย จีพีอาร์เอส หลายเครื่องพร้อมๆกัน



รูปที่ 2.15 การดำเนินกระบวนการ PDP Context Deactivation โดยเป็นการขอจากเครื่องลูกข่าย

สิ่งที่น่าสนใจก็คือในระบบเครือข่ายที่มีการกำหนดจัดสรรหมายเลข IP ภายในข้อมูลโปรไฟล์พีดีพีให้กับเครื่องลูกข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่แบบครั้งต่อครั้ง (Dynamic IP Assignment) ดังได้กล่าว อุปกรณ์จีจีเอสเอ็นจะทำการปล่อยเลขหมาย IP ดังกล่าวให้ว่างไว้เพื่อใช้ในการจัดสรรให้กับเครื่องลูกข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่จีพีอาร์เอส เครื่องอื่นๆที่ขอทำกระบวนการ PDP Context Activation ต่อไป หลังจากเสร็จสิ้นกระบวนการต่างๆที่อุปกรณ์จีจีเอสเอ็นและเอสจีเอสเอ็น แล้วอุปกรณ์เอสจีเอสเอ็นก็จะส่งข้อมูล Deactivate PDP Context accept กลับไปให้ยังเครื่องลูกข่าย จีพีอาร์เอสที่ทำการร้องขอนั้น เป็นอันเสร็จสิ้นกระบวนการทั้งหมด

สำหรับในกรณีเครื่องลูกข่ายจีพีอาร์เอสมีการร้องขอ Detach ตามที่ผู้เขียนได้กล่าวไว้ข้างต้น กระบวนการ PDP Context Deactivation ก็จะเกิดขึ้นเองโดยอัตโนมัติ ทั้งนี้เนื่องจากสถานการณ์ Detach นั้นมีความหมายที่ใหญ่กว่า PDP Context Deactivation มาก ตัวอย่างเช่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องลูกข่ายหมดกำลังไฟเลี้ยงหรือไม่อยู่ในบริเวณที่สามารถติดต่อสื่อสารกับระบบเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ได้ จึงสมควรที่จะบังคับให้เกิดกระบวนการ PDP Context Deactivation ไปโดยปริยาย เพื่อทำให้อุปกรณ์เอสจีเอสเอ็นและจีจีเอสเอ็น มีขีดความสามารถเหลือพอที่จะรองรับการสื่อสารข้อมูลของเครื่องลูกข่ายจีพีอาร์เอสเครื่องอื่นๆ ได้

นอกจากการร้องขอโดยเครื่องลูกข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ จีพีอาร์เอส แล้ว อุปกรณ์ เอสจีเอสเอ็น ก็สามารถเป็นฝ่ายเริ่มต้นขอดำเนินกระบวนการ PDP Context Deactivation ได้เช่นเดียวกัน ดังแสดงในรูปที่ 2.21 โดยอุปกรณ์ จีจีเอสเอ็น เป็นฝ่ายส่งข้อมูล Delete PDP Context Request พร้อมแนบหมายเลขทีไอดีอ้างอิงไปให้กับอุปกรณ์เอสจีเอสเอ็น เพื่อขอให้ทำการลบฐานข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับหมายเลข ทีไอดี นั้น ซึ่งอุปกรณ์ เอสจีเอสเอ็น จะดำเนินการตามคำขอพร้อมกับส่งคำสั่ง Deactivation PDP Context Request เพื่อแจ้งให้เครื่องลูกข่ายจีพีอาร์เอสรับทราบสถานภาพใช้บริการจากเครือข่ายในขณะนั้น เครื่องลูกข่ายจะตอบกลับด้วยข้อมูล Deactivation PDP Context Accept ไปยังอุปกรณ์เอสจีเอสเอ็น ซึ่งจะทำการยืนยันภารกิจเสร็จสิ้นไปให้กับอุปกรณ์จีจีเอสเอ็น ด้วยข้อมูล Delete PDP Context Response เป็นอันเสร็จสิ้นกระบวนการดังกล่าว

รูปที่ 2.16 การดำเนินกระบวนการ PDP Context Deactivation โดยเป็นการร้องขอจากเครือข่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลังจากนี้ไปเครื่องลูกข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่จีพีอาร์เอส จะไม่สามารถทำการรับส่งข้อมูลผ่านเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่จีพีอาร์เอสได้อีกต่อไป โดยเมื่อจะมีการติดต่อสื่อสารครั้งใหม่ เครื่องลูกข่าย จีพีอาร์เอส จะต้องเริ่มกระบวนการ PDP Context Deactivation อีกครั้งหนึ่ง ยกเว้นเครื่องลูกข่ายที่อยู่ในสถานะ Detach ที่จะต้องเริ่มต้นด้วยกระบวนการฝากเป็นอันดับแรกเสียก่อน

2.7.10 การคิดค่าบริการในระบบจีพีอาร์เอส

ข้อดีของระบบจีพีอาร์เอสคือราคาค่าบริการจีพีอาร์เอสจะไม่มีการติดต่อตามระยะเวลา (Airtime) ของการติดต่อสู่ระบบเหมือนดังเช่นการคิดค่าบริการในระบบที่ผ่านๆ มา แต่การคิดราคาจะขึ้นอยู่กับจำนวนของข้อมูลที่ผู้บริโภคได้ทำการรับหรือส่ง (Download / Upload) เท่านั้น

ราคาค่าบริการอาจเปลี่ยนแปลงได้ขึ้นอยู่กับผู้ให้บริการระบบ ตัวอย่างเช่นในระบบจีเอสเอ็มแอดวานส์ ปัจจุบันคิดค่าบริการในอัตราดังนี้

1 KB – 1 MB	ค่าบริการ 5 สตางค์ต่อ KB	
1.01 MB – 10 MB	ค่าบริการ 2.5 สตางค์ต่อ KB	
10.01 MB – 20 MB	ค่าบริการ 2 สตางค์ต่อ KB	
20.01 MB – 50 MB	ค่าบริการ 1.5 สตางค์ต่อ KB	
50.01 MB ขึ้นไป	ค่าบริการ 1 สตางค์ต่อ KB	

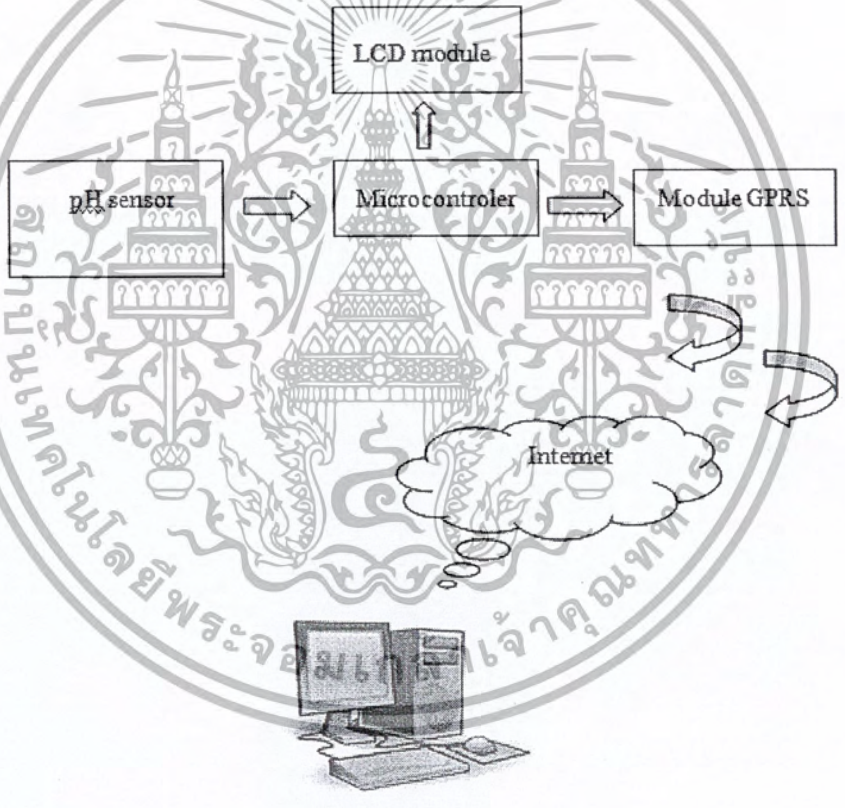
ซึ่งจากอัตราค่าใช้จ่ายในระดับดังกล่าว ทำให้ระบบขนส่งขนาดใหญ่ๆ ที่ต้องการติดตามหรือบริหารจัดการการขนส่งสินค้าอย่างมีประสิทธิภาพ อย่างเช่นระบบขนส่งมวลชน หรือขนเงินของธนาคารเป็นต้น มีความคุ้มค่าที่จะติดตั้งระบบติดตามยานพาหนะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การออกแบบและการจัดทำปริญญานิพนธ์

3.1 การออกแบบโครงงาน

วงจรตรวจวัดค่ากรดและด่างของน้ำสามารถเขียนเป็นบล็อกไดอะแกรมได้ดังนี้



รูปที่ 3.1 Block diagram ของระบบเซนเซอร์ไร้สายสำหรับวัดค่ากรดและด่างของน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

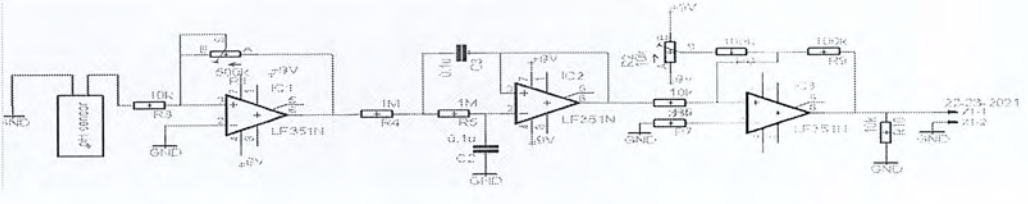
โครงงานทั้งหมดแสดงได้ดังรูป 3.1 หลักการทำงานของระบบคือ เป็นการจำลองการวัดค่ากรดและด่างของน้ำ โดยมีการทำงานคือ เมื่อตัวตรวจจับค่า pH วัดค่าความเป็นกรดและด่างของน้ำแล้ว จะส่งค่าแรงดันไฟฟ้าซึ่งเป็นสัญญาณอนาล็อกเข้ามายังตัวไอซี ADC08040 เพื่อที่จะแปลงสัญญาณเป็นสัญญาณดิจิตอล หลังจากนั้นก็จะส่งข้อมูลเข้ายังไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อประมวลผลสัญญาณที่ได้และโชว์ค่า pH บนจอ LCD แล้วก็จะส่งข้อมูลผ่านทาง RS232 ไปยัง GPRS โมดูล ซึ่งจะทำหน้าที่ในการนำค่า pH ที่ได้ไปแสดงยังเว็ปไซต์

3.2 การออกแบบวงจร

3.2.1 วงจรตัวตรวจจับค่า pH และวงจรขยาย

เนื่องจากแรงดันเอาท์พุตของเซ็นเซอร์ที่มีค่าต่ำอยู่ในช่วงมิลลิโวลต์ จึงต้องนำมาขยายเพราะแรงดันที่ไอซีแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นสัญญาณดิจิตอล (Analog to Digital Converter) ต้องการจะอยู่ในช่วง 0 ถึง 5 โวลต์

ส่วนของตัวตรวจจับค่า pH แรงดันเอาท์พุตที่ได้อยู่ในช่วง ± 120 มิลลิโวลต์ โดยค่า pH น้อยกว่า 7 จะมีค่าเป็นบวก และค่า pH มากกว่า 7 จะมีค่าเป็นลบ จึงต้องนำสัญญาณมาผ่านวงจรขยายแบบกลับขั้วสัญญาณ เพื่อให้มีความสัมพันธ์กันระหว่างแรงดันเอาท์พุตกับค่า pH คือ โดยแรงดันเอาท์พุตที่ได้จะมีค่าแปรผันตามค่า pH โดยเมื่อค่า pH สูงขึ้นแรงดันเอาท์พุตก็จะสูงขึ้น ค่า pH ต่ำลงแรงดันเอาท์พุตก็จะต่ำลงด้วย โดยปรับอัตราการขยายของวงจรไว้ที่ 21 เท่า จะได้สัญญาณเอาพุตอยู่ในช่วง ± 2.5 โวลต์ มาทำการรวมเข้ากับสัญญาณไฟฟ้ากระแสตรงค่า – 2.5 โวลต์ เพื่อทำการยกระดับสัญญาณให้อยู่ในช่วง 0 ถึง 5 โวลต์ เพื่อป้องกันให้กับวงจรแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นสัญญาณดิจิตอลต่อไป

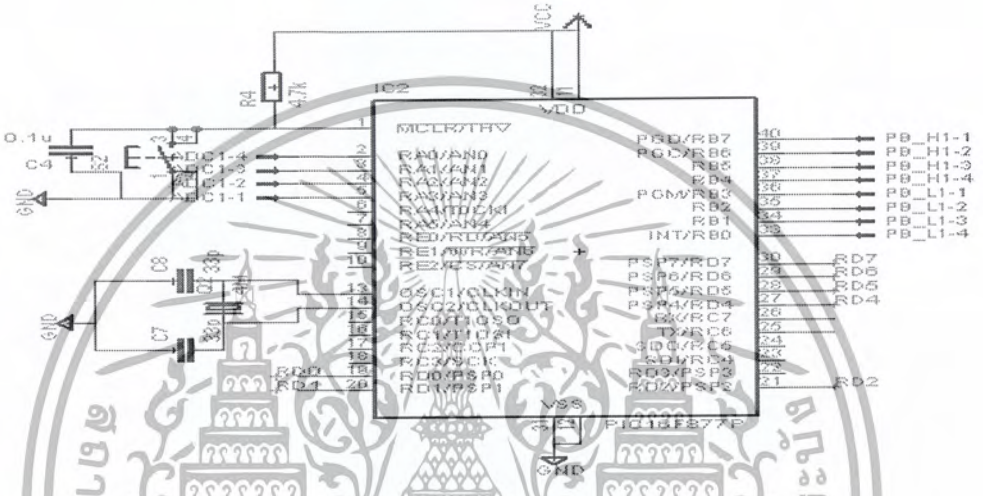


รูปที่ 3.2 วงจร pH sensorและวงจรขยาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

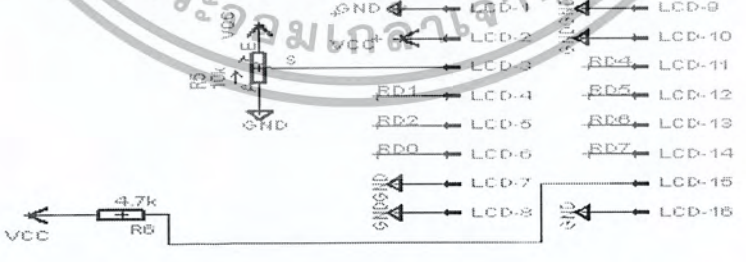
3.2.2 วงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC 16F877A

ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC 16F877A ทำหน้าที่ในการนำเอาค่าอินพุทที่ได้จากตัวตรวจจับค่า pH มาประมวลผลแล้วไปแสดงยังจอ LCD หลังจากแสดงค่าที่ได้แล้วจึงนำข้อมูลส่งให้กับ GPRS โมดูล



รูปที่ 3.3 การเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC 16F877A

3.2.3 วงจร LCD

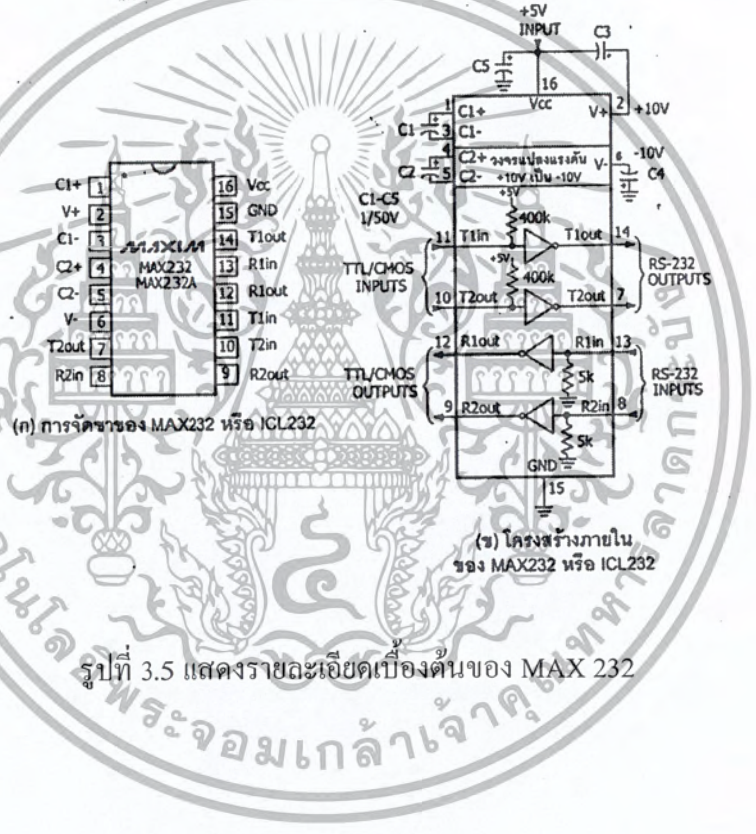


รูปที่ 3.4 การเชื่อมต่อจอ LCD

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.4 วงจร RS232

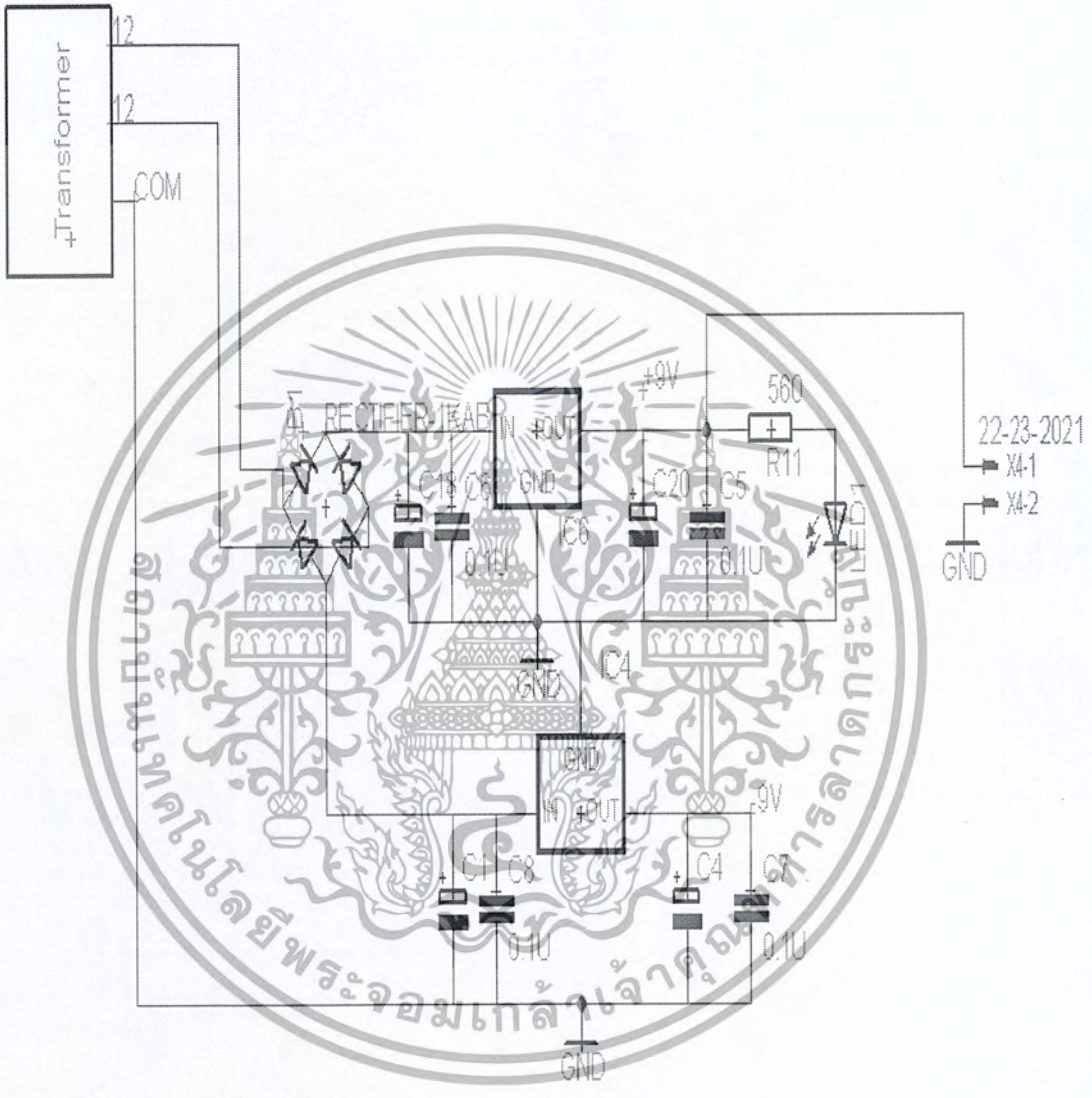
ในที่นี้จะใช้ Microcontroller กับ MAX232 เนื่องจาก พอร์ทอนุกรม S-232 มีระดับตั้งแต่ ±3 ถึง ±12 ในขณะที่ระดับแรงดันสัญญาณของไมโครคอนโทรเลอร์ PIC16F877 อยู่ในระดับทีทีแอล ดังนั้นจึงไม่สามารถเชื่อมต่อพอร์ทอนุกรมของไมโครคอนโทรเลอร์ PIC16F877 เข้ากับพอร์ทอนุกรมของคอมพิวเตอร์ได้โดยตรง จึงต้องอาศัยการเชื่อมต่อผ่านไอซีพิเศษ ที่ทำหน้าที่ในการแปลงระดับสัญญาณ



รูปที่ 3.5 แสดงรายละเอียดเบื้องต้นของ MAX 232

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

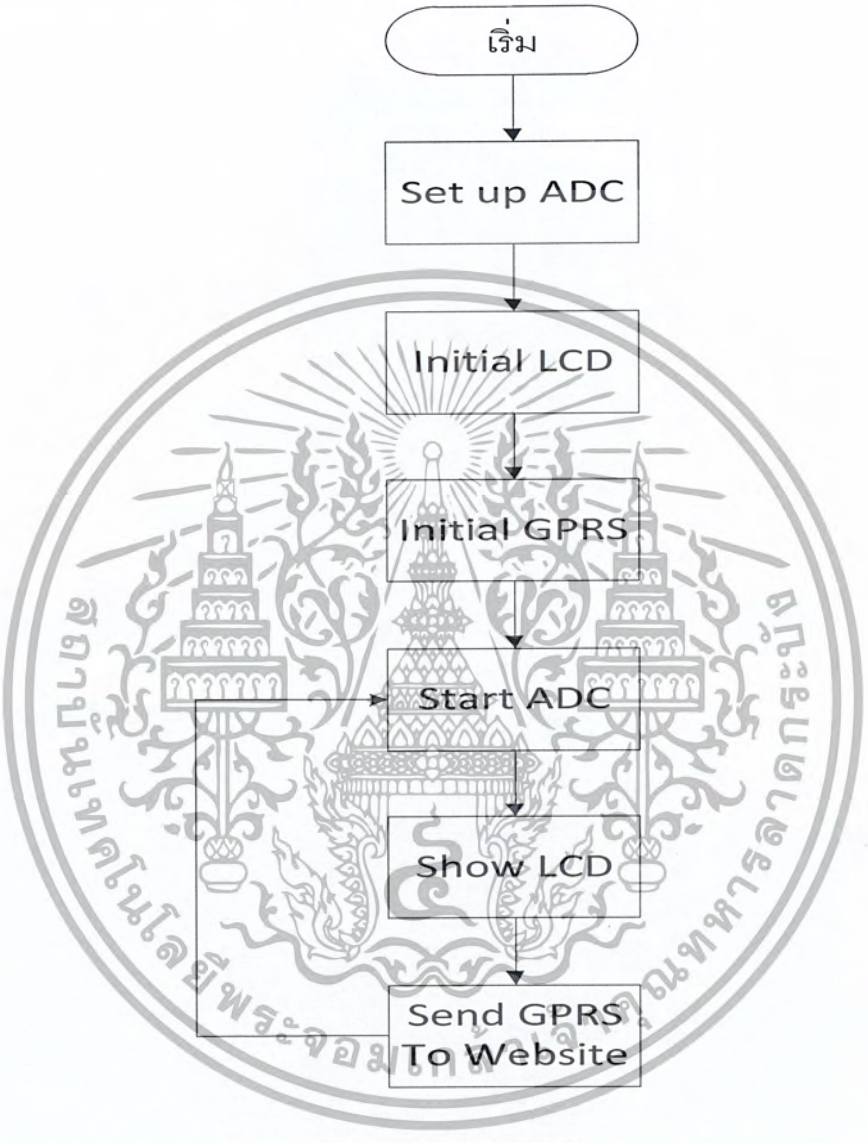
3.2.5 วงจรจ่ายไฟ



รูปที่ 3.6 การเชื่อมต่อวงจรจ่ายไฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 โปรแกรมภายใน PIC 16F877A



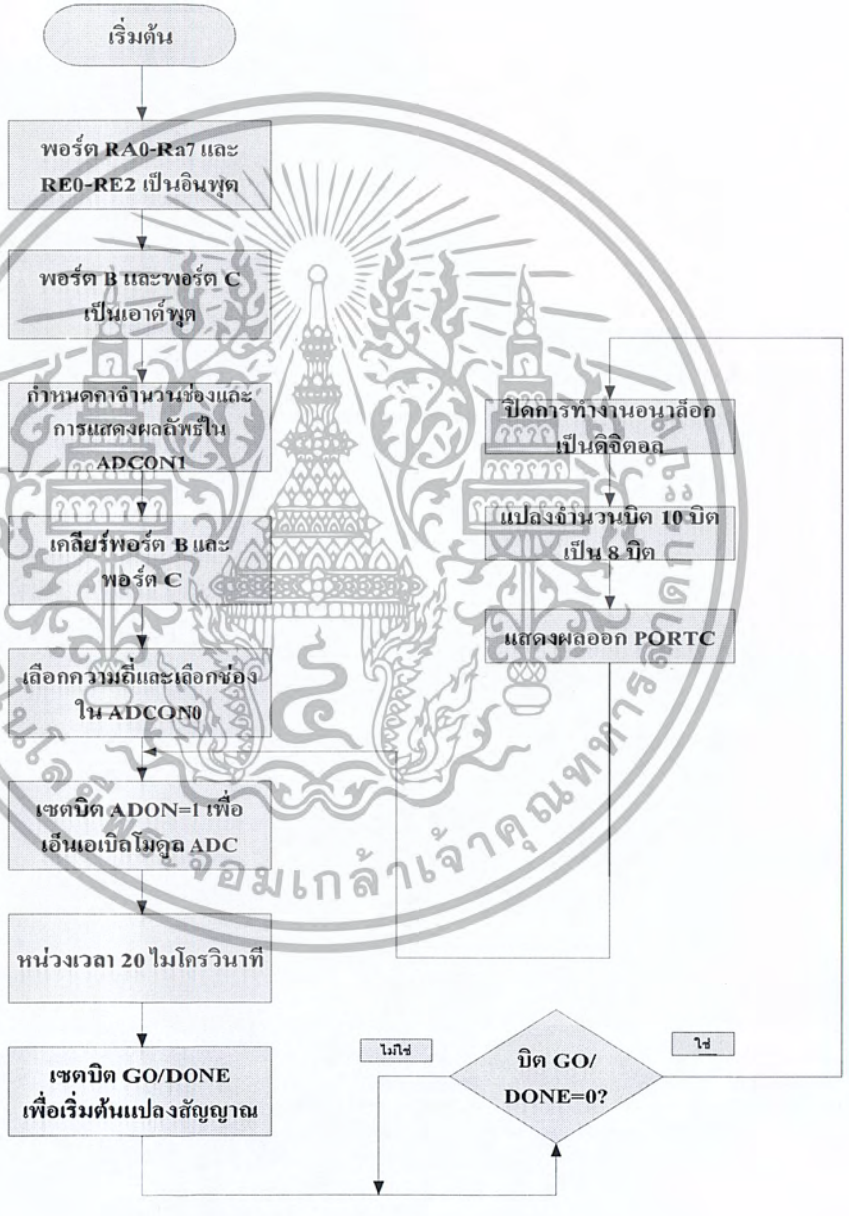
รูปที่ 3.7 โปรแกรมภายใน PIC16F877

จากโฟลชาร์ต จะเห็นได้ว่าเริ่มต้นทำงานโปรแกรมจะทำการตั้งค่าการอ่านสัญญาณอะนาลอกเข้ามา ซึ่งสัญญาณนี้คือสัญญาณที่ได้จากเซนเซอร์วัดระดับน้ำที่ให้กระแส 4-20 mA หลังจากนั้นจะทำการตั้งค่าการทำงานให้กับ LCD หลังจากนั้นจะทำการตั้งค่าการทำงานของ GPRS ซึ่งจะใช้คำสั่ง AT Command ในการสั่งค่าให้กับโมดูล GPRS เมื่อทำการตั้งค่าเสร็จแล้วจึงเริ่มทำการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อ่านค่าที่วัดได้จากเซนเซอร์แล้วแสดงผลที่จอ LCD หลังจากนั้นจะส่งข้อมูลเข้าสู่ระบบอินเตอร์เนตต่อไป

3.3.1 โปรแกรมการแปลงอนาล็อกเป็นดิจิตอล



รูปที่ 3.8 โปรแกรมการแปลงอนาล็อกเป็นดิจิตอล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนการทำงานของการแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิตอลมีดังนี้

1. กำหนดให้ขาพอร์ตใช้งานเป็นอินพุต และเอาต์พุต ตามที่ต้องการ ที่ รีจิสเตอร์ TRISx

2. เลือกจำนวนช่องของอินพุต และแหล่งจ่ายแรงดันที่บิต PCFG3-PCFG0 ในรีจิสเตอร์ ADCON1

3. เลือกรูปแบบผลลัพธ์ที่บิต ADFM ในรีจิสเตอร์ ADCON1

4. เลือกสัญญาณและความถี่สัญญาณนาฬิกาผ่านผ่านรีจิสเตอร์ ADCON1 และ ADCON0

5. เริ่มโมดูลการแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นดิจิตอล ที่บิตADON ในรีจิสเตอร์ ADCON0

6. หน่วงเวลาให้พ้นช่วงเวลาแอกควิซิชั่น

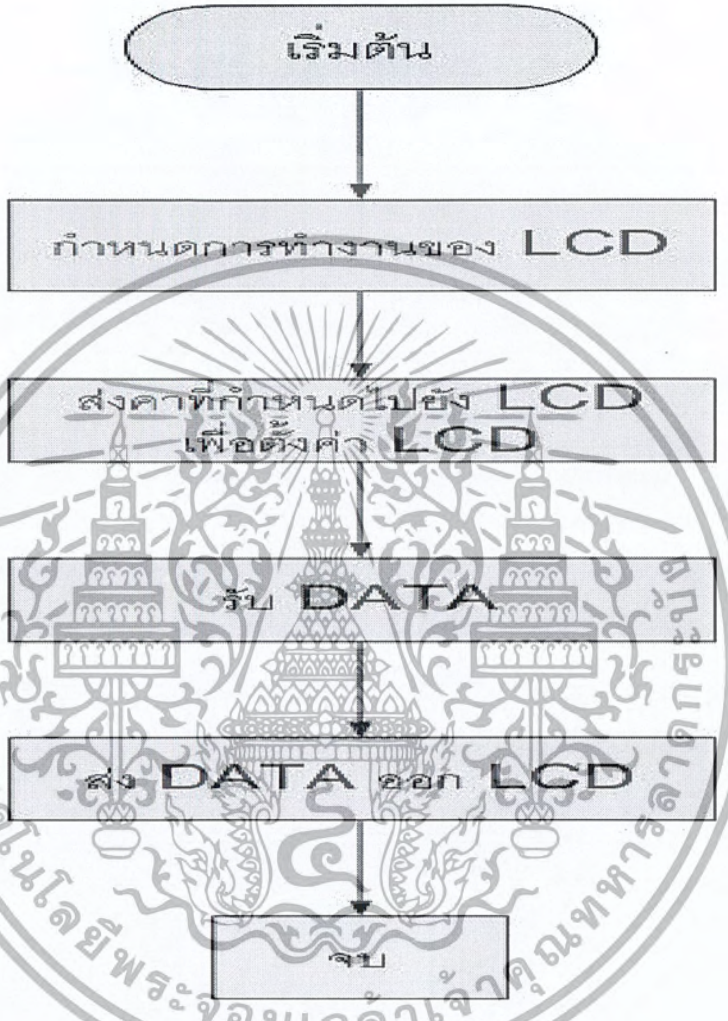
7. เริ่มการแปลงสัญญาณโดยเซตที่บิต GO/DONE ในรีจิสเตอร์ ADCON0

8. หน่วงเวลาเพื่อรอให้จบกระบวนการ เมื่อเสร็จสิ้นการแปลงสัญญาณบิต GO/DONE จะเป็น '0'อ่านผลลัพธ์จากรีจิสเตอร์ ADRESH:ADRESL

9. ทำการแปลงผลจาก 10 บิต เป็น 8 บิต ต้องการแปลงอย่างต่อเนื่องกลับไปทำข้อ 6 ใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2 โปรแกรมควบคุมการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์กับ LCD โมดูล



รูปที่ 3.9 การทำงานของ LCD โมดูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการทดลอง

4.1 การวัดค่าแรงดันเอาท์พุตของวงจรขยายในส่วนของหัววัดค่า pH

ตารางที่ 4.1 ผลการวัดค่าแรงดันเอาพุตของวงจรขยายผลรวมแบบกลับขั้วสัญญาณ

ค่า pH	แรงดันเอาท์พุต (V)
2	0.73
4	1.46
7	2.65
10	3.50

รูปที่ 4.1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า pH กับแรงดันเอาท์พุตของวงจรขยายผลรวมแบบกลับขั้วสัญญาณ

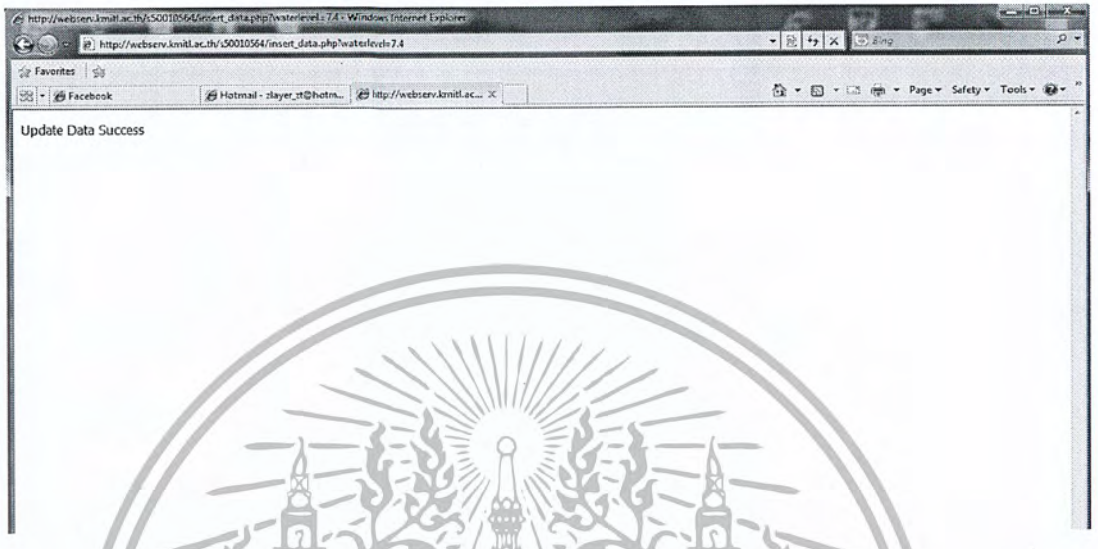
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การส่งข้อมูลเข้าเว็บไซต์ผ่าน GPRS Module โดยใช้โปรแกรม Docklight

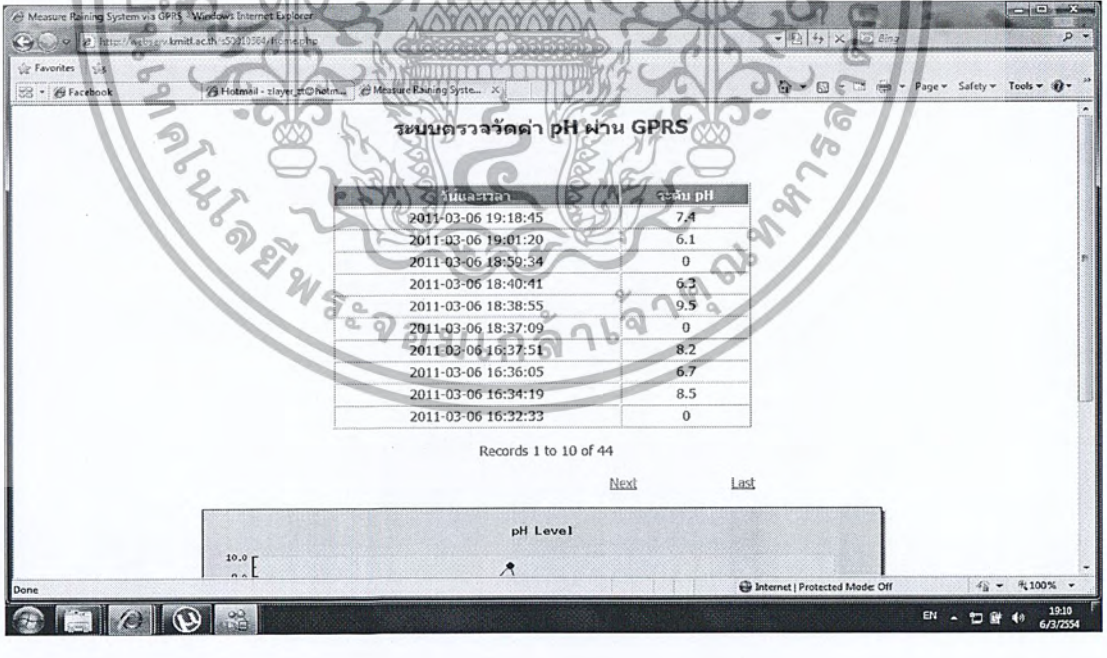
รูปที่ 4.2 ทดสอบการส่งข้อมูลจาก GPRS เข้าสู่เว็บไซต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 การส่งข้อมูลจากหน้าเว็บไซต์



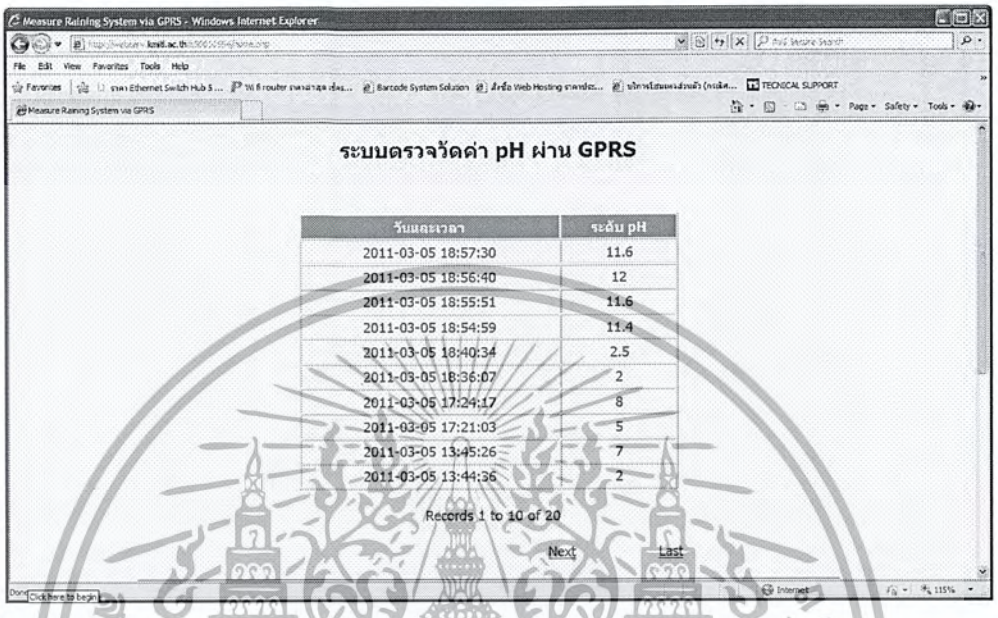
รูปที่ 4.3 การส่งข้อมูลจากหน้าเว็บไซต์



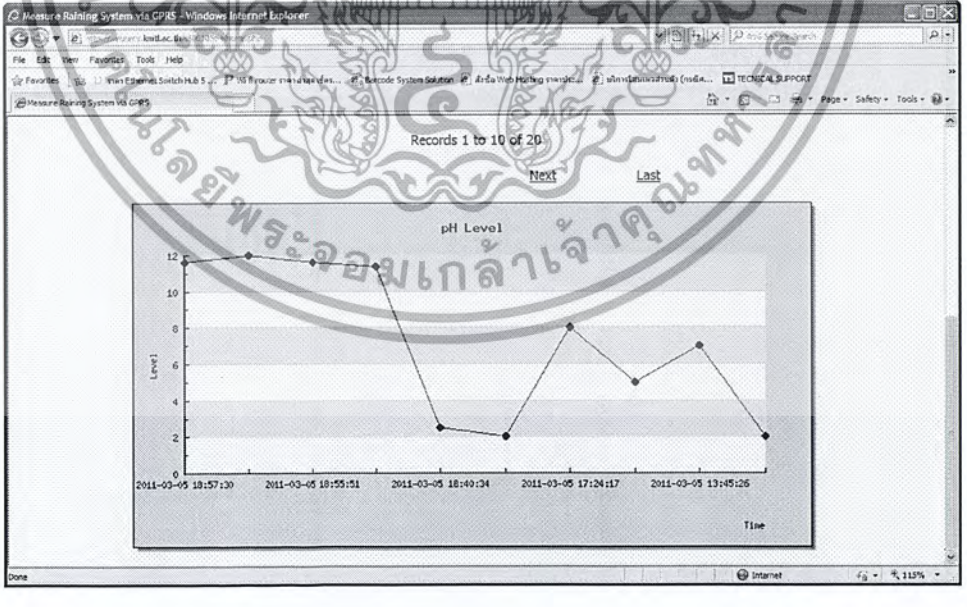
รูปที่ 4.4 เว็บไซต์ที่ทำการรับข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 แสดงค่า pH ของน้ำที่วัดได้ผ่านเว็บไซต์



รูปที่ 4.5 เว็บไซต์ที่ใช้แสดงค่า pH ของน้ำ



รูปที่ 4.6 กราฟแสดงค่า pH ของน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่5
สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

จากการทำงานของระบบจะนำค่า pH ที่ได้จากตัวตรวจจับค่า pH ซึ่งจะอยู่ในรูปของสัญญาณอนาล็อกมาทำการขยายสัญญาณ หลังจากนั้นก็ส่งสัญญาณอนาล็อกนั้นเข้ามาที่ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC 16F877A เพื่อทำการแปลงสัญญาณอนาล็อกให้เป็นสัญญาณดิจิตอลและเปรียบเทียบแรงดันไฟฟ้าให้เป็นค่า pH แล้วแสดงค่า pH ที่ได้ทางจอ LCD หลังจากนั้นค่า pH ก็จะถูกส่งไปให้ GPRS โมดูล ซึ่งจะทำหน้าที่นำค่า pH ที่ได้ส่งข้อมูลสู่เว็บไซต์

5.1.1 สรุปผลการทดลองที่ 4.1

จากการทดลองวงจรตรวจจับค่า pH จากตารางที่ 4.1 ค่าแรงดันเอาพุตที่วัดได้ จะมีความสัมพันธ์กันกับค่า pH ที่ค่าต่างๆ ซึ่งผลการทดลองนี้จะเป็นตัวบอกระดับค่า pH เปรียบเทียบแรงดันทางด้านเอาท์พุตที่วัดได้ ซึ่งแรงดันเอาท์พุตที่วัดได้นั้นมีค่า 0 – 5 โวลต์ โดยแรงดันเอาท์พุตที่ทำการวัดได้นั้นจะแปรผันตามกับค่า pH มีค่าเพิ่มขึ้นระดับแรงดันเอาท์พุตที่วัดได้จะมีค่าเพิ่มขึ้นด้วย

จะสังเกตเห็นได้ว่าแรงดันทางด้านเอาท์พุตในวงจร จะมีค่าอัตราค่อนคงที่เมื่อเปรียบเทียบกับค่า pH

5.1.2 สรุปผลการทดลองที่ 4.2

การส่งข้อมูลเข้าเว็ปไซต์ผ่าน GPRS โมดูลโดยใช้โปรแกรม Docklight ซึ่งจะเห็นได้ว่าสามารถส่งข้อมูลค่า 8 เข้าไปเก็บไว้บนเว็บไซต์ได้ โดยสังเกตจากคำว่า “CONNECT OK”

5.1.3 สรุปผลการทดลองที่ 4.3

การส่งข้อมูลจากหน้าเว็ปไซต์เข้าสู่เว็ปที่เราสร้างไว้ โดยส่งข้อมูลค่า 7.4 เข้าไปยังเว็บไซต์ได้โดยสังเกตจากคำว่า “ UPDATE DATA SUCCESS” จากรูป 4.4 ข้อมูลค่า 7.4 จะแสดงบนเว็บไซต์นั้นทันที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1.4 สรุปผลการทดลองที่ 4.4

แสดงผลการทดลองที่ได้จากตัวตรวจจับค่า pH บนเว็บไซต์ที่ได้เขียนดาต้าเบสไว้ ซึ่งจะส่งข้อมูลขึ้นทุกๆ 2 นาที ซึ่งจะแสดงผลเป็นตารางและกราฟ โดยใช้ GPRS โมดูล

5.2 ปัญหาที่อาจจะเกิดขึ้นและการแก้ไข

ตัวตรวจจับค่า pH ที่ใช้จะต้องคาริเบทกับสารที่มีค่า pH ที่ถูกต้อง แล้วเทียบกับเครื่องวัด pH มาตราฐานจึงจะทำให้ได้ค่า pH ที่ถูกต้องในการวัดค่า pH แต่ละครั้งใช้เวลานานกว่าที่ค่าจะนิ่ง

5.3 แนวทางการพัฒนาโครงงาน

โครงงานนี้สามารถนำไปพัฒนาได้อีกในอนาคต เพื่อประยุกต์การใช้งานตามที่ต้องการ เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด ซึ่งสามารถประยุกต์ได้โดยใช้ตัวอินพุทตัวอื่นเช่น ตัวตรวจจับค่า Oxygen เป็นต้น ในการวัดค่าออกซิเจนของแหล่งน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

[1] เดชฤทธิ์ มณีธรรม, ดร.สำเริง เต็มราม *คัมภีร์ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC* กรุงเทพฯ : เคทีพี คอมพ์ แอนด์ คอนซัลท์, 2553.

[2] ประจินต์ พลังสันติกุล. PIC C programming with CCS C Compiler กรุงเทพฯ : แอพซอฟต์ เทค, 2551

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

CODE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
#include   <16F877.h> // MCU specific library
#device ADC=10
#fuses HS,NOWDT,NOPROTECT,NOPUT,NOLVP
#use    delay (clock=4000000) // 10MHz clock  old  4 Mhz
#use rs232(baud=9600,parity=N,xmit=PIN_C6,rcv=PIN_C7)
#include   <lcd.c>
#include   <string.h>
#include   <stdlib.h>
#include   <math.h>
#use fast_io(C)


int count;
int16 ADC_1;
int i;
float PH,buffer,dummy,total;
int level,temp_level;


void lcd_clear(void)
{
  lcd_gotoxy(1,1);
  lcd_putc("            ");
  lcd_gotoxy(1,2);
  lcd_putc("            ");
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
}


void main(void)
{

set_tris_b(0b11111111);
setup_adc_ports(ALL_ANALOG);
setup_adc(ADC_CLOCK_DIV_32);
set_adc_channel(0);
lcd_init();


st:lcd_gotoxy(1,1);
lcd_putc("Project Engineer");
lcd_gotoxy(1,2);
lcd_putc("  ON Power GPRS");


lcd_gotoxy(1,1);
lcd_putc("Project Engineer");
lcd_gotoxy(1,2);
lcd_putc("  Waiting GPRS  ");
delay_ms(3000) ;
delay_ms(1000);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
lcd_gotoxy(1,2);
lcd_putc(" Initial GPRS   ");
 delay_ms(7000);
printf("AT+CFUN=1\r\n"); delay_ms(1000);
printf("AT+CGATT=1\r\n"); delay_ms(3000);
printf("AT+IFC=1,1\r\n");  delay_ms(1000);
printf("AT+ICF=3,3\r\n");  delay_ms(1000);
printf("AT+CREG=1\r\n");  delay_ms(3000);
printf("AT+CGDCONT=1,\"IP\",\"www.dtac.co.th\"\r\n");  delay_ms(3000);
printf("AT+CSTT=\"www.dtac.co.th\"\r\n"); delay_ms(3000);
printf("AT+CIICR\r\n");   delay_ms(7000);
printf("AT+CIFSR\r\n");  delay_ms(3000);
printf("AT+CDNSCFG=\"202.183.255.20\",\"202.183.255.21\"\r\n"); delay_ms(3000);;
printf("AT+CDNSORIP=1\r\n"); delay_ms(7000);
printf("AT+CIPSTATUS\r\n"); delay_ms(3000);

level=0;
temp_level=0;
buffer=0;
count=0;
while(TRUE)
{

    for(i=0;i<15;i++)
    {
    ADC_1 = read_adc();
        lcd_gotoxy(1,1);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    dummy=ADC_1/75.0;
    total=total+dummy;
    delay_ms(700);
    }
    PH=total /18.0;
    total=0;

     lcd_clear();
    lcd_gotoxy(1,1) ;

   printf( lcd_putc," PROJECT GPRS  ");
    lcd_gotoxy(1,2) ;
    printf(lcd_putc,"PH level = %2.1f  ",PH);


if(count==0)
{
if(PH !=buffer)
{
    buffer=PH;
  printf("AT+CIPSTART=\"TCP\",\"webserv.kmitl.ac.th\",\"80\"\r\n"); delay_ms(3000);
    printf("AT+CIPSEND\r\n"); delay_ms(3000);
    printf("GET /s50010564/insert_data.php?waterlevel=%2.1f HTTP/1.1\r\n",PH);delay_ms(3000);;
    printf("host: kmitl.ac.th\r\n\r\n");delay_ms(3000);
    putchar(0x1A);delay_ms(3000);
    temp_level=level;
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
delay_ms(3000);
 }
delay_ms(7000);
//delay_ms(7000);
count++;
if(count==5)
{
count=0;
}
}
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้