สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ระบบการแสดงตำแหน่งผู้ใช้ PCT โดยใช้โครงข่าย

PCT USER LOCATION SYSTEM BY NETWORK

โดย

นายชลวิทย์ ตันไชย

นายศิริวัชร พรหมจรรย์

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....62473
วัน,เดือน,ปี.....18 ส.ค. 2549

b.....11625657
i.....

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2548

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบการแสดงตำแหน่งผู้ใช้ PCT โดยใช้โครงข่าย

PCT USER LOCATION SYSTEM BY NETWORK

โดย

นายชลวิทย์ ตันไชย 46015048

นายศิริวัชร พรหมจรรย์ 46015072

อาจารย์ที่ปรึกษา

ผศ. ดร. พิเชฐ ม่วงนวล

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2548

ผ่านการตรวจชิ้นงานแล้ว

(ลงชื่อ).....ผู้ตรวจ

ผ่านการตรวจฉบับเต็มแล้ว

(ลงชื่อ).....ผู้ตรวจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2548

ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง **ระบบการแสดงตำแหน่งผู้ใช้ PCT โดยใช้โครงข่าย**

PCT USER LOCATION SYSTEM BY NETWORK

ผู้จัดทำ

1. นาย ชลวิทย์ ตันไชย 46015048

2. นาย ศิริวัชร พรหมจรรย์ 46015072

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผศ.ดร. พิเชฐ ม่วงนวล)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบการแสดงตำแหน่งผู้ใช้ PCT โดยใช้โครงข่าย

PCT USER LOCATION SYSTEM BY NETWORK

โดย นาย ชลวิทย์ ตันไชย 46015048

นาย ศิริวัชร พรหมจรรย์ 46015072

อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.พิเชฐ ม่วงนวล

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์นี้นำเสนอการพัฒนาระบบบอกตำแหน่งของผู้ใช้โดยอาศัยเครือข่ายระบบ PCT ซึ่งสามารถบอกตำแหน่งได้ละเอียดมากกว่าระบบบอกตำแหน่งด้วย GPS ซึ่งจะมีปัญหาการบอกตำแหน่งในพื้นที่ร่มหรือพื้นที่ที่มีการบดบัง

ABSTRACT

This thesis presents the development of user location system. This system uses PCT field meter measure the signal from cell station. The data from the meter send to computer to map with library data and display user location.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์และขอบเขตการศึกษา	1
1.3 เนื้อหาของปริญญานิพนธ์	1
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ	2
2.1 ระบบโทรศัพท์ไร้สายส่วนบุคคลในปัจจุบัน	2
2.2 ระบบโทรศัพท์ไร้สายส่วนบุคคลแบบดิจิตอล	5
2.2.1 ระบบ CT-2	5
2.2.2 ระบบ DECT	6
2.2.3 ระบบ PACS	
2.2.3.1 โครงสร้างของโครงข่ายของระบบ PACS	9
2.2.3.2 การเชื่อมต่อของระบบ PACS	10
2.2.4 ระบบโทรศัพท์พกพาส่วนบุคคล PHS	13
2.2.4.1 โครงสร้างของโครงข่ายโทรศัพท์พกพาส่วนบุคคล PHS	14
2.2.4.2 การใช้งานแถบความถี่ในระบบความถี่ในระบบโทรศัพท์พกพาส่วนบุคคล PHS	15
2.2.4.3 ลักษณะการทำงานของระบบโทรศัพท์พกพาส่วนบุคคล PHS	15
2.3 โครงสร้างของระบบโทรศัพท์พื้นฐานพกพาส่วนบุคคลพีซีทีที	17
2.3.1 โครงข่ายโทรศัพท์พื้นฐานสาธารณะ	18
2.3.2 โครงข่ายอัจฉริยะ	19
2.4 คุณสมบัติทางเทคนิคของระบบโทรศัพท์พื้นฐานพกพาส่วนบุคคลพีซีทีที	19
2.4.1 มาตรฐานการเชื่อมต่อ	19
2.4.2 ความถี่ใช้งาน	20
2.4.3 เทคนิคการเข้ารหัสสัญญาณเสียงและการมัลติเพล็กซ์ช่องสัญญาณ	20
2.4.4 วิธีการมอดูเลทสัญญาณ	21
2.4.5 การข้ามเซลในระบบโทรศัพท์พื้นฐานพกพาส่วนบุคคลพีซีทีที	22
2.4.6 ระบบโปรโตคอลในระบบโทรศัพท์พื้นฐานพกพาส่วนบุคคลพีซีทีที	24
2.4.7 รายละเอียดของเซลสเตชั่นและเครื่องลูกข่าย (เครื่องPS)	25
2.5 กรรมวิธีในการเรียกของระบบโทรศัพท์พื้นฐานพกพาส่วนบุคคลพีซีทีที	29
2.6 วิธีการคำนวณพื้นที่ครอบคลุมของเซลในระบบการสื่อสารไร้สายส่วนบุคคลพีซีทีที	30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.7 สายสัญญาณ	30
2.7.1 หลักการ	31
2.7.2 การสื่อสารแบบอนุกรม	32
2.7.2.1 มาตรฐานพอร์ตอนุกรมแบบ RS-232	32
2.7.2.2 แอดเดรสของพอร์ตอนุกรม	36
บทที่ 3 การวิเคราะห์ คำนวณ และการออกแบบ	38
3.1 การคำนวณหาตำแหน่งผู้ใช้โทรศัพท์	38
3.2 หลักการเบื้องต้นของการติดต่อสื่อสารและการแสดงผล	43
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง	44
4.1 การทดลองวัดค่าระดับสัญญาณ	44
บทที่ 5 บทวิจารณ์และบทสรุป	62
ภาคผนวก	
หนังสืออ้างอิง	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 2.1 แสดงแบบจำลองของโครงข่าย FPLMTSที่มีอินเตอร์เฟส 4 รูปแบบ 3

รูปที่ 2.2 แสดงแถบความถี่ใช้งานของระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่สำหรับอนาคต FPLMTS และความถี่ในย่านใกล้เคียง 4

รูปที่ 2.3 แสดงการส่งสัญญาณในรูปแบบของ WLL โดยใช้ระบบ DECT 8

รูปที่ 2.4 แสดงโครงสร้างเฟรมของระบบ DECT 9

รูปที่ 2.5 แสดงโครงสร้างของโครงข่ายในระบบ DECT 9

รูปที่ 2.6 โครงสร้างโครงข่ายของระบบ PACS 11

รูปที่ 2.7 ลักษณะของไทม์สล็อตและโครงสร้างของเฟรมของระบบ PACS 12

รูปที่ 2.8 แสดงโครงสร้างของโครงข่ายโทรศัพท์พกพาส่วนบุคคล PHS 13

รูปที่ 2.9 แสดงโครงสร้างโครงข่ายของระบบโครงข่ายโทรศัพท์พกพาส่วนบุคคล PHS 15

รูปที่ 2.10 โครงสร้างของโครงข่ายโทรศัพท์พื้นฐานพกพาส่วนบุคคลพีซีทีที 17

รูปที่ 2.11 โครงสร้างของโครงข่ายโทรศัพท์พื้นฐานสาธารณะ 18

รูปที่ 2.12 เปรียบเทียบการทำงานระหว่างโครงข่ายโทรศัพท์พื้นฐาน สาธารณะธรรมดา กับโครงข่ายโทรศัพท์พื้นฐานสาธารณะที่ทำงานร่วมกับโครงข่ายอัจฉริยะ 19

รูปที่ 2.13 แสดงรายละเอียดการเชื่อมต่อ 20

รูปที่ 2.14 แสดงบล็อกไดอะแกรมการเข้ารหัสแบบ ADPCM สำหรับเสียงพูด 21

รูปที่ 2.15 แสดงการจัดช่องสัญญาณแบบ TDMA-TDD 21

รูปที่ 2.16 แสดงการแฮนด์โอเวอร์ทั้ง 3 แบบในระบบโทรศัพท์พื้นฐานพกพาส่วนบุคคลพีซีทีที 23

รูปที่ 2.17 แสดงระดับของสัญญาณที่ใช้ในการแฮนด์โอเวอร์ข้ามเซลหนึ่งไปอีกเซลหนึ่ง 23

รูปที่ 2.18 แสดงระดับชั้นของโปรโตคอลสำหรับสัญญาณควบคุมหมายเลข 7 และรายละเอียดของสัญญาณควบคุม 24

รูปที่ 2.19 ลำดับการเรียกของระบบโทรศัพท์พื้นฐานพกพาส่วนบุคคลพีซีทีที 25

รูปที่ 2.20 แสดงโปรโตคอลของการแฮนด์โอเวอร์จากเซลหนึ่งไปยังอีกเซลหนึ่ง 26

รูปที่ 2.21 แสดงโปรโตคอลของการกลับมาใช้เซลเดิมเมื่อทำการแฮนด์โอเวอร์ไม่สำเร็จ 27

รูปที่ 2.22 แสดงเซลสเตชั่นของระบบโทรศัพท์พกพาส่วนบุคคลพีซีทีที 28

รูปที่ 2.23 แสดงเครื่อง PS ของระบบโทรศัพท์พื้นฐานพกพาส่วนบุคคลพีซีทีที 28

รูปที่ 2.24 แสดงสายอากาศแบบ 2 dBi,4 dBi,7 dBi และ 9 dBi 29

รูปที่ 2.25 แสดงเส้นทางการเชื่อมโยงสัญญาณเมื่อมีการเรียกเข้าและออกจากโทรศัพท์พื้นฐานส่วนบุคคลพีซีทีที 30

รูปที่ 2.26 แสดงลำดับการดำเนินงานของการใช้งานพอร์ตสื่อสาร 31

รูปที่ 2.27 แสดงคอนเน็กเตอร์อนุกรม 9 ขา หรือแบบ DB-9 (มองจากด้านหลังคอมพิวเตอร์) 33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 2.28 แสดงการต่ออุปกรณ์ภายนอกกับพอร์ตอนุกรมของคอมพิวเตอร์ในลักษณะต่างๆ 34
รูปที่ 2.29 แสดงตำแหน่งของพอร์ตอนุกรมบนระบบปฏิบัติการวินโดวส์ XP 37
รูปที่ 2.30 หน้าต่างแสดงรายละเอียดของพอร์ตอนุกรมบนวินโดวส์ XP 37
รูปที่ 3.1 แสดงพิกัดของสถานีฐานและเครื่องโทรศัพท์ที่สมมติขึ้น 38
รูปที่ 3.2 โฟลว์ชาร์ตการทำงานของโปรแกรม 42
รูปที่ 4.1 กราฟแสดงระดับสัญญาณของพีซีที 808E4780160 46
รูปที่ 4.2 แสดงระดับสัญญาณและตำแหน่งของสถานีเซลทั้ง 3 สถานี 47
รูปที่ 4.3 แสดงตำแหน่งของสถานีเซลในโปรแกรม MATLAB 48
รูปที่ 4.4 แสดงตำแหน่งของผู้ใช้ที่สมมติขึ้น 49
รูปที่ 4.5 แสดงผลที่โปรแกรม MATLAB คำนวณหาตำแหน่งได้ 50
รูปที่ 4.6 แสดงผลที่เกิดความผิดพลาดเนื่องจากระดับสัญญาณที่ได้จากสถานีเซลไม่ตรงกับค่าจริง 51
รูปที่ 4.7 แสดงตำแหน่งของสถานีเซล 3 เป็นสถานีอ้างอิง 52
รูปที่ 4.8 แสดงผลจากโปรแกรม MATLAB ที่กำหนดให้สถานีเซล 3 เป็นสถานีอ้างอิง 53
รูปที่ 4.9 แสดงตำแหน่งผู้ใช้ที่สมมติขึ้นโดยมีระดับความแรงของสัญญาณเท่าเดิม 54
รูปที่ 4.10 แสดงผลที่ได้จากโปรแกรม MATLAB เมื่อเปลี่ยนสถานีอ้างอิงเป็นสถานีเซล 3 55
รูปที่ 4.11 ภาพถ่ายแสดงการเชื่อมต่อเครื่องวัดสัญญาณเข้ากับเครื่องคอมพิวเตอร์ 56
รูปที่ 4.12 แสดงรูปของโปรแกรมที่ใช้ในการแสดงตำแหน่งของผู้ใช้ 56
รูปที่ 4.13 แสดงรูปของโปรแกรมที่รับค่ามาจากเครื่องวัดสัญญาณ 57
รูปที่ 4.14 แสดงตำแหน่งผู้ใช้บนแผนที่พร้อมทั้งตำแหน่งสถานีเซล 57
รูปที่ 4.15 แสดงตำแหน่งของผู้ใช้ห่างจากตำแหน่งเดิมเป็นระยะทาง 10 เมตร 58
รูปที่ 4.16 แสดงการแพร่กระจายของสัญญาณที่สถานีเซล 1 58
รูปที่ 4.17 แสดงการแพร่กระจายของสัญญาณที่สถานีเซล 2 59
รูปที่ 4.18 แสดงการแพร่กระจายของสัญญาณที่สถานีเซล 3 59
รูปที่ 4.19 แสดงการแพร่กระจายของสัญญาณทุกสถานีเซล 60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 แสดงคุณสมบัติของระบบ CT-2 6
ตารางที่ 2.2 แสดงคุณสมบัติของระบบ DECT 6
ตารางที่ 2.3 แสดงคุณสมบัติต่างๆของระบบ PACS 12
ตารางที่ 2.4 แสดงการใช้งานความถี่ของระบบโทรศัพท์พกพาส่วนบุคคล PHS 16
ตารางที่ 2.5 แสดงการทำหน้าที่ของเครื่องต้นทางและเครื่องปลายทาง 31
ตารางที่ 2.6 แสดงการจัดขาของคอนเน็กเตอร์พอร์ตอนุกรมตามมาตรฐาน RS-232 33
ตารางที่ 2.7 แสดงข้อมูลในแอดเดรส 0000 : 0411H ที่ใช้แจ้งจำนวนพอร์ตอนุกรม 36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

ระบบโทรศัพท์ที่ใช้กันในปัจจุบัน ซึ่งจะมีการแข่งขันกันอย่างมาก หากมีการเพิ่มความได้เปรียบของระบบให้มีความพิเศษมากขึ้น จึงเกิดแนวคิดที่จะทำการบอกตำแหน่งของผู้ใช้ โดยเครือข่ายโทรศัพท์พื้นฐานส่วนบุคคลพีซีทีนั้น ได้มีการวางอุปกรณ์การส่งสัญญาณการให้บริการอยู่เป็นจำนวนมาก ซึ่งสามารถนำมาใช้ในการบอกตำแหน่งได้ ซึ่งในเบื้องต้นนี้จะใช้งานร่วมกับเครื่องวัดสัญญาณ PHS FIELD PROTOCOL ANALYZER ซึ่งเป็นอุปกรณ์หลักของโครงงานนี้ โดยโครงงานนี้จะประกอบไปด้วยส่วนของเครื่องมือวัดสัญญาณ สายสัญญาณเชื่อมต่อ และโปรแกรมในการประมวลผลสัญญาณที่รับได้จากเครื่องวัด โดยผ่านทางพอร์ตอนุกรม ในการทำงานนั้นจะใช้การเขียนโปรแกรม เพื่อดึงค่าที่เครื่องวัดสัญญาณรับได้ในขณะนั้น มาเปรียบเทียบกับระดับสัญญาณที่เก็บไว้เป็นฐานข้อมูล แล้วแสดงผลทางจอภาพเป็นตำแหน่งของผู้ใช้

ซึ่งข้อดีของการระบุตำแหน่งเมื่อเปรียบเทียบกับระบบจีพีเอสนั้น พบว่ามีความละเอียดมากกว่าและมีความคลาดเคลื่อนที่น้อยกว่า และเครือข่ายระบบโทรศัพท์พื้นฐานส่วนบุคคลพีซีทีนั้น เป็นเครือข่ายที่บริษัทผู้ให้บริการได้ทำการติดตั้งอุปกรณ์ส่งสัญญาณให้บริการไว้แล้วอยู่เป็นจำนวนมาก ซึ่งสามารถนำมาใช้อ้างอิงในการบอกตำแหน่งเช่นเดียวกับระบบจีพีเอสได้ โดยไม่ทำให้เกิดการรบกวนกับเครือข่ายเดิม หรือเกิดความเสียหายแต่อย่างใด ซึ่งสามารถที่จะพัฒนาโปรแกรมและอุปกรณ์การรับสัญญาณให้มีความสะดวกและเหมาะสมในการใช้งานได้ในอนาคต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่2
ทฤษฎีและหลักการ

ในปัจจุบัน ระบบ PCS (Personal Communication Service) หรือระบบสื่อสารไร้สายส่วนบุคคล เป็นระบบที่ได้รับความสนใจอย่างมาก โดยเป้าหมายสำคัญของระบบก็คือ การใช้งานที่เป็นส่วนตัว หรือการใช้งานภายในหน่วยงาน นอกจากนี้ ตัวเครื่องโทรศัพท์ยังมีขนาดเล็กพกพาได้สะดวก สามารถสื่อสารแบบสองทิศทางได้ รวมทั้งมีการวางสถานีฐานไม่ยุ่งยากมากนัก การพัฒนาระบบ PCS นั้นมีพื้นฐานมาจากระบบ CT-1 และ CT-2 (Cordless Telephone) ซึ่งเป็นเทคโนโลยีกลุ่มประเทศแถบยุโรปที่มีข้อดีตรงที่มีการใช้งานในช่วงความถี่สูงและมีแถบความถี่ที่กว้างมาก ทำให้สามารถจัดสรรช่องสัญญาณได้อย่างเพียงพอต่อความต้องการ สำหรับย่านความถี่ที่ใช้ตามมาตรฐานที่กำหนดโดย FCC (Federal Communications Commission) จะมีการใช้งานอยู่ 2 ช่วงคือ ช่วงแรกจะใช้ความถี่ช่วง 1,850 - 1,910 MHz ในการรับสัญญาณ และความถี่ช่วง 1,930 - 1,990 MHz ในการส่งสัญญาณ มีช่วงความถี่ที่ใช้งานได้ถึงด้านละ 60 MHz มีจำนวนช่องสัญญาณถึง 2,000 ช่อง สำหรับช่วงความถี่ที่ 2 จะใช้งานความถี่ช่วง 2,130 - 2,150 MHz ในการรับสัญญาณ และใช้ความถี่ช่วง 2,180 - 2,200 MHz ในการส่งสัญญาณ มีช่วงความถี่ใช้งานด้านละ 20 MHz ทำให้สามารถใช้ช่องสัญญาณได้ถึง 666 ช่องสัญญาณ นอกจากนี้ ในแถบความถี่ของระบบ PCS ยังได้ถูกแบ่งออกเป็นแถบความถี่ย่อยๆ ช่วงละ 5 -15 MHz เพื่อสะดวกสำหรับการแบ่งการใช้งานในรูปแบบต่างๆ เช่น การใช้งานเป็น Cordless Telephone การใช้งานแบบ Wireless PABX การใช้งานแบบ Wireless Local Loop หรือการใช้งานในรูปแบบของโทรศัพท์เคลื่อนที่ และยังสามารถให้บริการได้หลายๆ ผู้ให้บริการ แต่การใช้งานที่ใช้ช่วงความถี่สูงมากของระบบ PCS ซึ่งใกล้เคียงกับความถี่ที่ใช้ในการสื่อสารดาวเทียม จึงทำให้ขนาดพื้นที่ครอบคลุมเซลแต่ละเซลในระบบ PCS จะมีขนาดที่เล็กมาก

2.1 ระบบโทรศัพท์ไร้สายส่วนบุคคลในปัจจุบัน

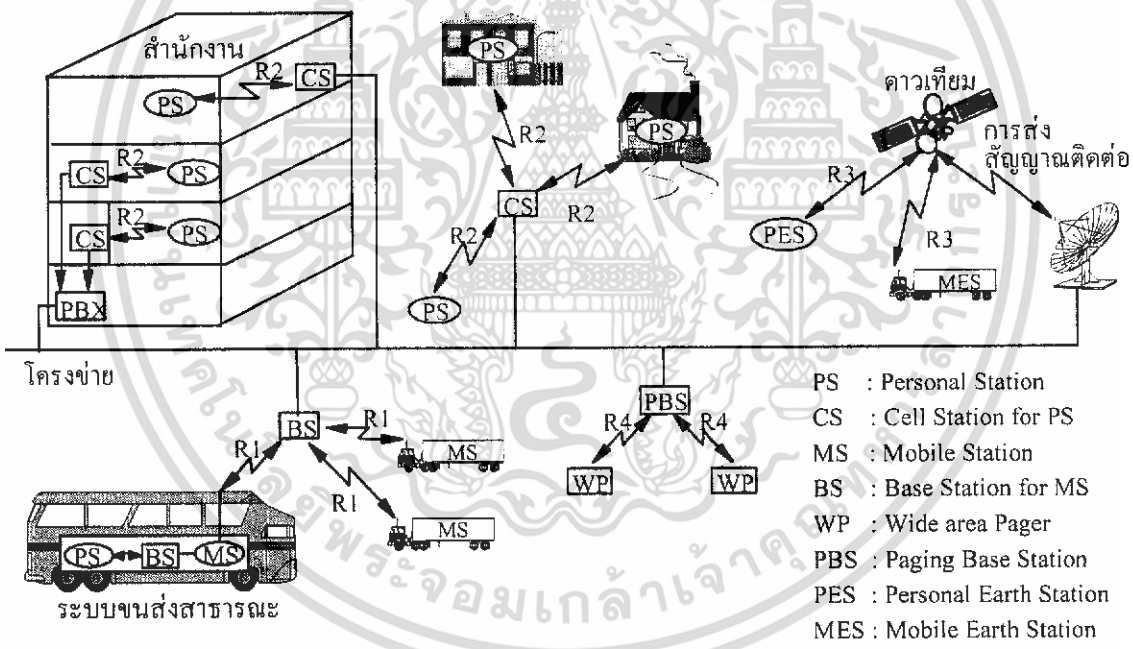
ได้มีการนำระบบโทรศัพท์ไร้สายส่วนบุคคลมาใช้งานกันอย่างกว้างขวาง ดังนั้น ในปี พ.ศ.2528 ทาง ITU (International Telecommunication Union) ได้กำหนดรูปแบบและคุณสมบัติการใช้งานระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่สาธารณะสำหรับอนาคต ที่เรียกกันย่อๆ ว่า FPLMTS (Future Public Land Mobile Telecommunication System) และได้มีการประชุมเรื่อยมาจนกระทั่งสำเร็จเป็นมาตรฐานในปี พ.ศ.2535 โดยกำหนดความถี่ใช้งานไว้เป็น 2 ช่วงสำหรับการส่งและรับสัญญาณในแบบ 2 ทิศทางไว้ที่ความถี่ 1,885 - 2,025 MHz และ 2,010 - 2,200 MHz ซึ่งที่ย่านความถี่นี้แม้ว่าจะเป็นย่านใกล้เคียงกับการสื่อสารผ่านดาวเทียม แต่ก็จำเป็นต้องนำมาใช้งานเนื่องจากความถี่ในย่านต่ำถูกใช้ไปหมดแล้ว

สำหรับวัตถุประสงค์การใช้งานระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่สาธารณะสำหรับอนาคตที่ถูกกำหนดโดย ITU คือ

1. ต้องการให้ระบบ FPLMTS เป็นเป้าหมายของการพัฒนาระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ในอนาคตที่ให้ประสิทธิภาพสูงในการใช้งาน มีราคาถูก และเป็นการใช้งานความถี่ที่มีอยู่อย่างจำกัดอย่างคุ้มค่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. มีการใช้เทคโนโลยีใหม่ เช่น CDMA เพื่อการบริการที่สมบูรณ์มากขึ้น
3. ระบบสามารถให้บริการในรูปแบบการใช้งานส่วนบุคคล นั่นคือ เครื่องโทรศัพท์จะต้องมีขนาดเล็ก และสามารถพกพาได้สะดวก
4. ระบบมีความยืดหยุ่นสูง สามารถใช้โครงข่ายหลัก เช่น โครงข่ายโทรศัพท์พื้นฐาน ทำหน้าที่ในการเชื่อมโยงสัญญาณร่วมกับระบบที่ใช้คลื่นวิทยุ
5. ความเร็วของสัญญาณมีความยืดหยุ่นสูง ไม่ว่าจะเป็น 64 kbps หรือ 2.048 Mbps เพื่อรองรับโครงข่ายภาคพื้นดินในอนาคต
6. โครงสร้างจะต้องเป็นลักษณะเปิด (open system) เพื่อการเชื่อมต่อระบบใดก็ได้
7. สามารถให้บริการภายในอาคารต่างๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพโดยไม่มีข้อจำกัดในเรื่องโครงสร้างของอาคาร
8. การใช้งานภายนอกอาคารเทียบเท่ากับโทรศัพท์เคลื่อนที่ทั่วๆ ไป
9. การใช้งานในยานพาหนะสามารถทำงานได้ดีแม้ว่าจะใช้ในย่านความถี่สูงขึ้น



รูปที่ 2.1 แสดงแบบจำลองของโครงข่าย FPLMTS ที่มีอินเตอร์เฟส 4 รูปแบบ

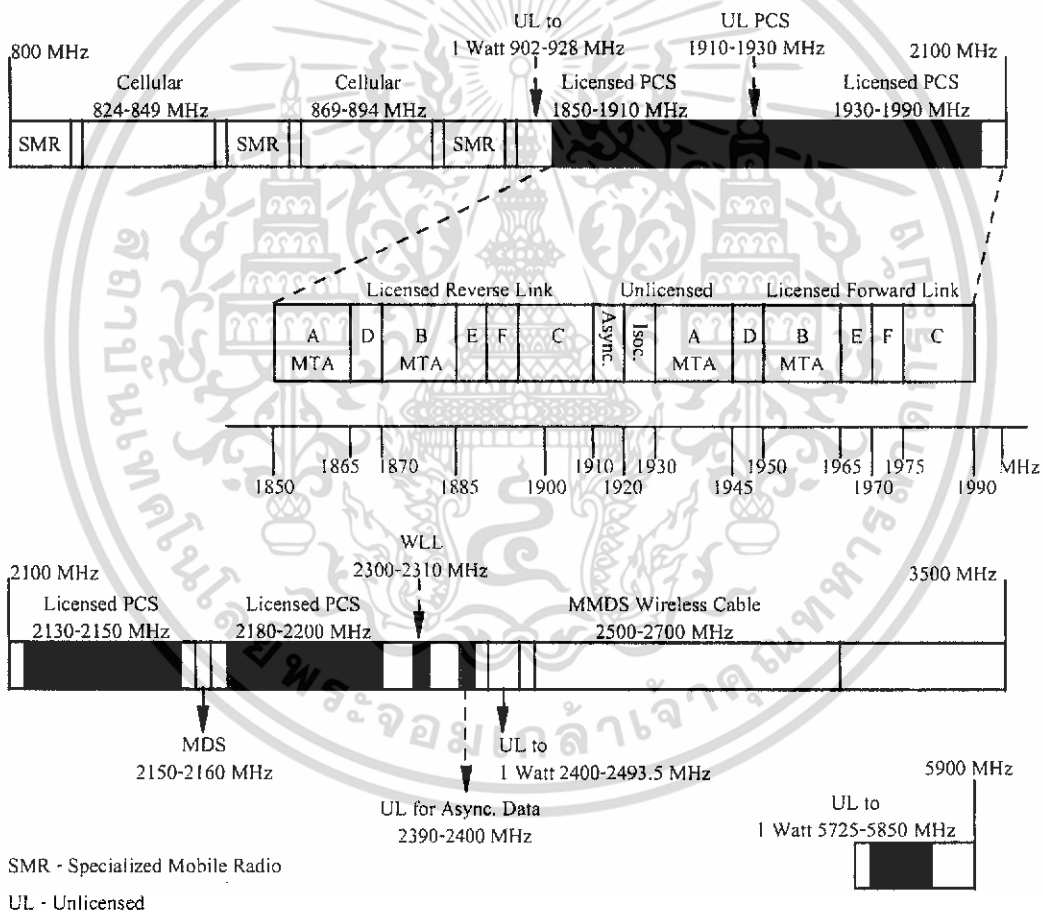
ลักษณะทั้ง 9 ประการนี้ เป็นการกำหนดรูปแบบการใช้งานของ FPLMTS ไว้อย่างกว้างๆ ซึ่งสามารถแสดงรูปแบบจำลองได้ดังรูปที่ 2.1 โดยมีรูปแบบของอินเตอร์เฟสที่ใช้กันอยู่ 4 รูปแบบ คือ R1-R4 การอินเตอร์เฟสแบบ R1 นั้นจะเป็นอินเตอร์เฟสที่ต่อเชื่อมด้วยคลื่นวิทยุระหว่าง MS (Mobile Station) และ BS (Base Station) ซึ่งเป็นการใช้งานรูปแบบเดียวกับโทรศัพท์เคลื่อนที่ทั่วๆ ไป แบบ R2 เป็นการต่อเชื่อมด้วยคลื่นวิทยุระหว่าง PS (Personal Station) กับ CS (Cell Station) แบบ R3 เป็นการต่อเชื่อมด้วยคลื่นวิทยุระหว่างดาวเทียมกับเครื่องให้บริการภาคพื้นดิน โดยจะแบ่งเป็น 3 แบบ คือ ติดต่อกับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PES (Personal Earth Station) MES (Mobile Earth Station) และ Gateway ของสถานีดาวเทียม แบบ R4 เป็นการต่อเชื่อมด้วยคลื่นวิทยุระหว่าง PBS (Paging Base Station) กับ WP (Wide area Pager) ปัจจุบันได้มีระบบที่ใช้งานอยู่แล้ว 4 ระบบ ได้แก่

1. ระบบ PHS ใช้ย่านความถี่ 1,895 - 1,918 MHz
2. ระบบ DECT ใช้ย่านความถี่ 1,880 - 1,990 MHz
3. ระบบ PACS ใช้ความถี่ย่าน 1,850 - 1,910 MHz และ 1,930 - 1,990 MHz
4. ระบบ PCS ที่มีความถี่สูงในย่าน 2,130 - 2,150 MHz และ 2,180 - 2,200 MHz

สำหรับความถี่เพียงช่วงเดียวนั้นจะเป็นการใช้ช่องสัญญาณในการส่งและรับสัญญาณที่ความถี่เดียวกัน โดยใช้เทคนิคการสลับเวลาในการรับ-ส่ง ส่วนกรณีที่มีความถี่ 2 ช่วงจะเป็นการส่ง 1 ชุดและรับอีก 1 ชุด ดังแสดงในรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 แสดงแถบความถี่ใช้งานของระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่สำหรับอนาคต FPLMTS และความถี่ในย่านใกล้เคียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 ระบบโทรศัพท์ไร้สายส่วนบุคคลแบบดิจิตอล

การพัฒนาระบบสื่อสารแบบไร้สายนั้น หลายๆ ระบบได้พัฒนาจากระบบอนาล็อกสู่ระบบดิจิตอลเพื่อให้สามารถใช้งานในรูปแบบมัลติมีเดียร่วมกับโครงข่ายอินเตอร์เน็ต ระบบสื่อสารไร้สายส่วนบุคคลแบบดิจิตอลจะมีพื้นที่ครอบคลุมน้อยกว่าระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่เซลลูลาร์ จึงได้มีการนำเทคนิคการใช้เซลขนาดเล็กมาใช้ เพื่อขยายพื้นที่การให้บริการ และพัฒนาไปสู่ระบบการสื่อสารส่วนบุคคล ระบบโทรศัพท์ไร้สายแบบดิจิตอลที่เป็นที่นิยมใช้มากในปัจจุบัน ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

2.2.1 ระบบ CT-2

เป็นระบบโทรศัพท์ไร้สายที่ถูกพัฒนาขึ้นในประเทศอังกฤษ เพื่อใช้งานในย่านที่อยู่อาศัย ย่านธุรกิจและใช้งานในแบบ Tele-point หรือที่ในประเทศไทยได้เคยมีการให้บริการในชื่อ Phone-point โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการให้บริการของโทรศัพท์พื้นฐาน ในส่วนของสถานีฐานของระบบ CT-2 จะมีการติดตั้งในบริเวณสถานีรถไฟ สนามบิน และศูนย์การค้า สำหรับการใช้งานระบบ CT-2 ในย่านธุรกิจและย่านที่อยู่อาศัยจะสามารถใช้งานได้ทั้งการเรียกเข้าเรียกออก แต่ในการให้บริการในแบบ Tele-point หรือ Phone-point จะถูกจำกัดให้มีแต่การเรียกออกเท่านั้น การทำงานของระบบ CT-2 จะใช้เทคนิค FDMA (Frequency Division Multiple Access/Time Division Duplex) จึงเหมาะสมในแบบ 1 ช่องสัญญาณต่อ 1 ผู้ใช้ และยังง่ายต่อการวัดกำลังของสัญญาณจากช่องความถี่ที่ตัวรับและตัวส่ง ระบบ CT-2 จะมีการใช้งานแถบความถี่กว้าง 4 MHz ในช่วง 846.10 - 868.10 MHz ซึ่งจะแบ่งเป็น 40 ช่องๆ ละ 100 kHz โดยในแต่ละช่องสัญญาณของสถานีฐานและเครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่จะสลับกันส่งข้อมูลโดยใช้เทคนิค TDD (Time Division Duplex) ในการส่งสัญญาณโดยใช้เทคนิค TDD นั้นสถานีฐานกับเครื่องโทรศัพท์ไร้สายจะสลับกันส่งและรับข้อมูลครั้งละ 1 ms สำหรับการใช้งานช่องสัญญาณ เครื่องโทรศัพท์จะทำการเลือกใช้งานช่องสัญญาณที่มีสัญญาณรบกวนน้อยที่สุด โดยเครื่องจะมีการเปลี่ยนแปลงความถี่อย่างรวดเร็ว ถ้าค่า BER (Bit Error Rate) ของช่องสัญญาณที่เลือกไม่อยู่ในขอบเขตที่สามารถยอมรับได้ ในส่วนของโครงสร้างของสัญญาณในระบบนั้นจะประกอบไปด้วยข้อมูลขนาด 72 kbps โดยแต่ละ 72 บิทของข้อมูลจะเป็นสัญญาณเสียงพูด สัญญาณควบคุม สัญญาณซิงโครนัส ระหว่างสถานีฐานกับโทรศัพท์เคลื่อนที่ นอกจากนี้ ยังมี Guard time ระหว่างชุดของข้อมูลเพื่อให้ผู้ส่งข้อมูลหยุดการส่งข้อมูลและเปลี่ยนมาเป็นการรับข้อมูล สำหรับ Guard time นี้จะมีความยาวประมาณ 4 บิท ทั้งสองด้านของการเชื่อมต่อ ทั้งนี้เพื่อให้แน่ใจว่าผู้รับสามารถถอดรหัสของสัญญาณชุดแรกและชุดต่อๆ มาได้อย่างแน่นอน

การมอดูเลชั่นของระบบ CT-2 จะใช้เทคนิค GFSK (Gaussian Filtered Binary Frequency-Shift Keying) มีค่าประสิทธิภาพการใช้งานความถี่เท่ากับ 0.72 bps/Hz ซึ่งเป็นครึ่งหนึ่งของระบบ GSM การเข้ารหัสสัญญาณเสียงพูดจะเป็นแบบ ADPCM (Adaptive Differential Pulse Code Modulation) ที่ 32 kbps สำหรับคุณสมบัติของระบบ CT-2 แสดงดังตารางที่ 2.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 แสดงคุณสมบัติของระบบ CT-2

พารามิเตอร์	คุณสมบัติ
ความถี่	864.10-868.10 MHz
ความกว้างของความถี่ใช้งาน	4 MHz
จำนวนการมัลติเพล็กซ์	1ch, 100kHz (40 carriers)
ลักษณะการทำงาน	FDMA/TDD
การเข้ารหัสและการถอดรหัสสัญญาณเสียง	32 kbps
เทคนิคการผสมสัญญาณ	GMSK/GFSK
ความเร็วในการส่งข้อมูล	72 kbps
กำลังงานเอาท์พุทของสถานีฐาน	5 mW Ave. (10 mW)
เฟรม TDMA	2 ms
รัศมีคลื่นวิทยุ	50 ~ 100 m
รูปแบบการติดต่อ	แบบทางเดียว (เฉพาะการโทรออก)

2.2.2 ระบบ DECT

เป็นระบบโทรศัพท์ไร้สายที่ถูกพัฒนาโดย European Telecommunications Standards Institute (ETSI) เพื่อให้เป็นระบบที่สามารถรองรับการสื่อสารข้อมูลที่มีความหนาแน่นของการจราจรโทรศัพท์สูง มีระยะในการสื่อสารสั้นๆ และครอบคลุมทุกสภาพการใช้งานและทุกสภาพแวดล้อม สำหรับการให้บริการทั้งเสียงและข้อมูลในระบบ DECT นั้นถือว่ามีคุณภาพที่สูงมาก โดยมีรูปแบบของการให้บริการหลัก คือ การใช้งานภายในอาคารสำนักงานร่วมกับตู้ชุมสายโทรศัพท์อัตโนมัติ และสามารถรองรับการใช้งานแบบ Tele-point ได้เป็นอย่างดี โดยระบบจะมีมาตรฐานตาม OSI (Open System Interconnection) ทำให้สามารถที่จะทำการเชื่อมต่อกับโครงข่ายโทรศัพท์ต่างๆ หรือโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ เช่น ISDN (Integrated Service Digital Network) หรือ GSM (Global System Mobile) ได้ สำหรับคุณสมบัติของระบบ DECT แสดงดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 แสดงคุณสมบัติของระบบ DECT

พารามิเตอร์	คุณสมบัติ
ความถี่	1880-1900 MHz
จำนวนการมัลติเพล็กซ์	12
ความกว้างของช่องสัญญาณ	1.728 MHz
ลักษณะการทำงาน	TDMA/TDD 24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

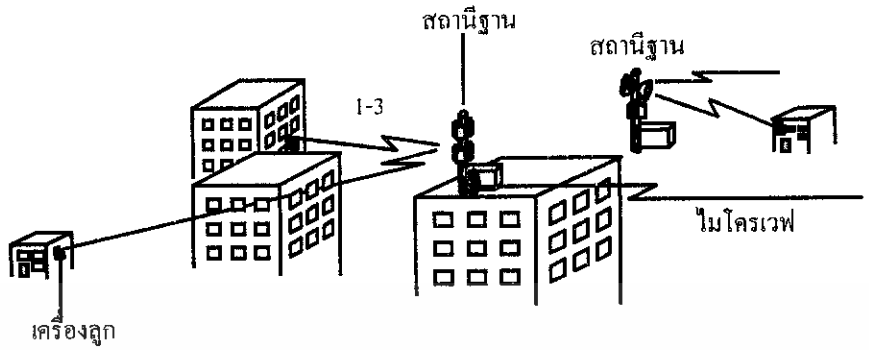
ตารางที่ 2.2 (ต่อ)

พารามิเตอร์	คุณสมบัติ
การเข้ารหัสสัญญาณเสียง	32 kbps ADPCM
ค่าพลังงานเฉลี่ยในการส่งสัญญาณ	10 mW
เฟรม TDMA	10 ms
อัตราการส่งสัญญาณต่อ 1 ช่องสัญญาณ	1152 kbps
อัตราการส่งข้อมูล	32 kbps สำหรับช่องส่งสัญญาณ 6.2 kbps สำหรับช่องสัญญาณควบคุม
การเข้ารหัสช่องสัญญาณ	CRC 16 (Cyclic Redundancy Check 16)
การกำหนดช่องสัญญาณ	แบบชั่วคราว
การมอดูเลชั่น	GFSK (BT = 0.3)
รัศมีคลื่นวิทยุ	50-150 เมตร
การเคลื่อนที่	ความเร็วในการเดิน

เทคโนโลยีการสื่อสารแบบไร้สายด้วยระบบ DECT นั้น เกิดขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์ คือ

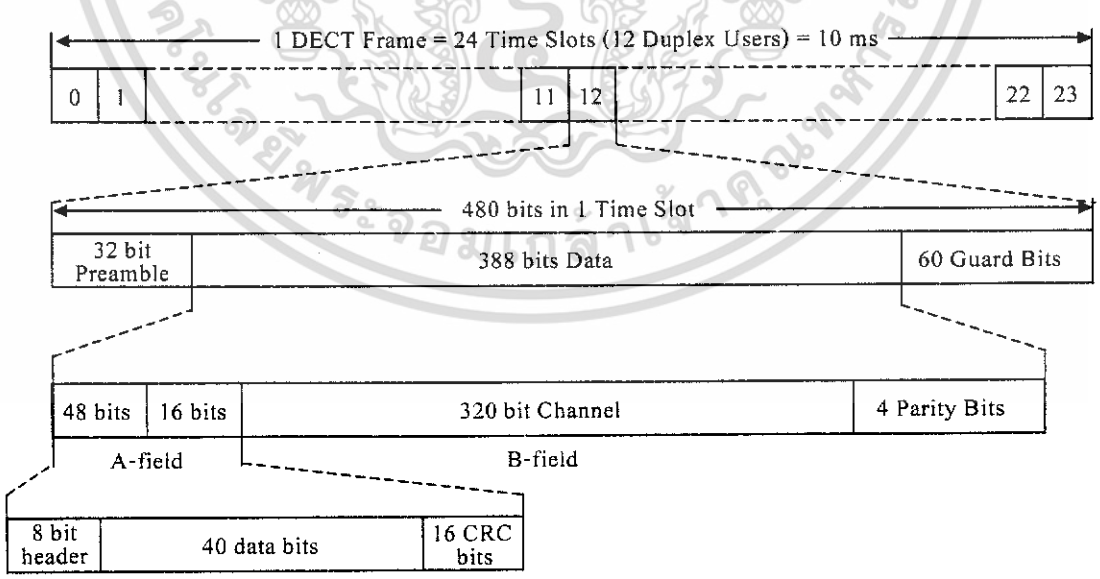
1. สามารถส่งสัญญาณเสียงที่มีความเร็วของสัญญาณ 32 kbps โดยใช้เทคนิคของ ADPCM ทำให้การสนทนามีความชัดเจนใกล้เคียงกับโทรศัพท์แบบใช้สาย แต่ในการใช้งานจะมีพื้นที่การครอบคลุมของสถานีฐานในรัศมีประมาณ 100 เมตรเท่านั้น
2. สามารถต่อเข้ากับอุปกรณ์อินเตอร์เฟสแบบดิจิตอลด้วยความเร็วสูงถึง 1,152 kbps นั่นก็หมายความว่า สามารถใช้ระบบ DECT เป็นโครงข่ายในการส่งสัญญาณให้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้น ในการใช้งานคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลที่อยู่ภายในห้องเดียวกันหรือสำนักงานเดียวกัน เมื่อต่อกับเครื่อง DECT แล้วจะสามารถโยกย้ายเปลี่ยนตำแหน่งได้ โดยไม่มีปัญหาใดๆ เหมือนกับที่เป็นปัญหาในระบบโทรศัพท์แบบใช้สาย
3. จำนวนช่องสัญญาณต่อหนึ่งเซลของระบบ DECT มี 12 ช่องสัญญาณต่อแคเรียร์ โดยใช้เทคนิคของ TDD ดังนั้น ในการติดตั้งเซลในระบบ DECT 1 เซลต่อ 1 ช่องทำงาน จึงสามารถทำให้เพียงพอกับความต้องการ โดยไม่ต้องเพิ่มเซล อย่างไรก็ตาม การมีจำนวนช่องสัญญาณมากๆ นั้นทำให้ราคาเครื่อง DECT ค่อนข้างสูง อาจจะมีราคาใกล้เคียงกับโทรศัพท์เคลื่อนที่เซลลูล่าร์
4. สามารถสร้างโครงข่ายแบบ WLL (Wireless Local Loop) ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยการใช้สายอากาศแบบพิเศษ ทำให้สามารถสื่อสารได้ระยะไกล อาจจะได้ 1-3 กิโลเมตร ดังแสดงในรูปที่ 2.3 ซึ่งจะทำให้ลดการวางโครงข่ายสายลงได้ในบริเวณที่วางโครงข่ายสายทำได้ลำบาก เช่น ข้ามฝั่งแม่น้ำ หรือข้ามถนน เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.3 แสดงการส่งสัญญาณในรูปแบบของ WLL โดยใช้ระบบ DECT

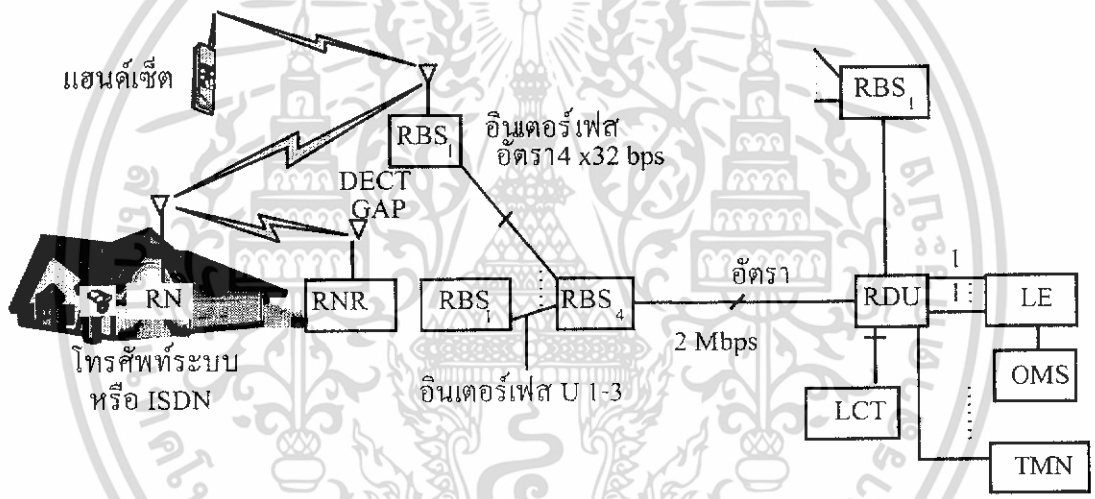
โครงสร้างของระบบ DECT มีมาตรฐานตาม OSI โดยระบบถูกออกแบบมาเพื่อให้ใช้งานในแบบเรดิโอโลคัลลูป (radio local loop) หรือ เพื่อใช้งานในเขตเมือง แต่ก็สามารถที่จะใช้งานในบริเวณจุดเชื่อมต่อกับระบบสื่อสารไร้สายแบบอื่นๆ เช่น GSM ได้ สำหรับระบบ DECT นั้นจะใช้ช่องสัญญาณที่มีความกว้าง 1,728 KHz ซึ่งถือว่ามีความกว้างมาก และเมื่อรวมความถี่การ์ดแบนด์ (Guard band) แล้ว จะต้องใช้แถบความถี่ที่มีความกว้างถึง 2 MHz ดังนั้นความถี่ของระบบ DECT ที่มีแถบความถี่กว้างทั้งหมด 20 MHz จะได้ช่องความถี่เพียง 10 ช่องเท่านั้น ซึ่งแต่ละช่องจะแบ่งได้ 12 ช่องเวลาแบบ TDMA จึงทำให้ช่องสัญญาณรวมของระบบทั้งหมดมีได้เพียง 120 ช่องสัญญาณเท่านั้น สำหรับโครงสร้างเฟรมของระบบ DECT จะแสดงดังรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 แสดงโครงสร้างเฟรมของระบบ DECT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงสร้างของโครงข่ายจะประกอบด้วย 3 ส่วนใหญ่ๆ ดังรูปที่ 2.5 โดยส่วนแรกเป็นส่วนของแฮนด์เซ็ตที่มีขนาดเท่ามือถือทั่วๆ ไป ซึ่งในทางทฤษฎีแล้วจะสามารถใช้งานในขณะเคลื่อนที่ได้ด้วยความเร็วที่ต่ำมาก คือ ไม่เกิน 8 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ทั้งนี้เนื่องจากอัตราความเร็วของการส่งข้อมูลมีความเร็วที่สูงมาก จึงทำให้โอกาสที่ข้อมูลเกิดผิดพลาดเนื่องมาจากการเฟดดิ้ง (ผลรวมของการเคลื่อนที่สะท้อนมาจากรอบๆ ตัว) มีค่าสูง เมื่อมีการเคลื่อนที่อย่างรวดเร็ว ส่วนที่สองจะเป็นส่วนของสถานีฐาน เรียกว่า RBS (Radio Base Station) ซึ่งมีกำลังส่งขนาด 20 mW และสามารถรับสัญญาณได้ 12 ช่องสัญญาณ โดยสามารถต่อพ่วงขยายออกได้ถึง 3 RBS ต่อหนึ่งกลุ่ม ซึ่งจะอำนวยความสะดวกให้การใช้งานในสถานที่ที่มีประชากรหนาแน่น ส่วนที่สามจะเป็นส่วนของชุมสาย ซึ่งเรียกว่า RDU (Radio Distribution Unit) ในส่วนนี้จะประกอบด้วยชุมสายของ DECT ระบบปฏิบัติงานและบำรุงรักษา หรือ OMS (Operation and Maintenance System) และส่วนของการบริหารโครงข่าย TMN (Telecommunication Management Network)



รูปที่ 2.5 แสดงโครงสร้างของโครงข่ายในระบบ DECT

2.2.3 ระบบ PACS

เป็นระบบโทรศัพท์ไร้สายส่วนบุคคลที่ถูกพัฒนาในประเทศสหรัฐอเมริกา และใช้มาตรฐาน North American Standard โดยมีการทำงานในรูปแบบ FDD เมื่อใช้งานภายนอกอาคารในลักษณะที่วางสถานีฐานเป็นโครงข่ายสาธารณะและจะมีการทำงานแบบ TDD เมื่อใช้งานภายในอาคารหรือในลักษณะที่วางสถานีฐานเป็นโครงข่ายภายในอาคาร (ใช้ชุมสายปลายทางแบบไร้สาย : Wireless PABX) ดังนั้น การวางสถานีฐานภายนอกอาคารจะต้องใช้ความถี่ 2 ความถี่ ความถี่แรกใช้สำหรับการส่งสัญญาณจากตัวเครื่องไปยังสถานีฐาน (1850 - 1910MHz) และใช้ความถี่ที่สองสำหรับส่งสัญญาณจากสถานีฐานไปยังตัวเครื่องโทรศัพท์ (1930 - 1990MHz) ซึ่งการจัดความถี่ในลักษณะนี้จะเป็นการจัดในลักษณะเดียวกับระบบโทรศัพท์มือถือเซลลูล่าร์ทั่วๆ ไป โดยจะใช้การจัดการความถี่ในลักษณะของ Fixed Assign ซึ่งจะต้องมีการจัดวางสถานีฐานในระบบ PACS ให้มีประสิทธิภาพ และการเพิ่มสถานีฐานภายหลังจะต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปรับโครงสร้างของเซลใกล้เคียงทุกครั้งไป ตรงจุดนี้ระบบ PACS จึงค่อนข้างเสียเปรียบระบบไร้สายส่วนบุคคลแบบอื่นๆ เช่น ระบบ PHS หรือระบบ DECT เนื่องจากสองระบบหลังนี้จะมีการจัดความถี่ที่เรียกกันว่า Dynamic Assign ที่มีการจัดความถี่อัตโนมัติ เพื่อหลีกเลี่ยงความถี่ที่ใช้อยู่แล้ว อย่างไรก็ตาม เมื่อเปรียบเทียบกับระบบเซลลูล่าร์แล้ว ระบบ PACS นั้นยังถือว่ายังมีความได้เปรียบอยู่ ทั้งนี้ เพราะว่าในระบบ PACS นั้น จะใช้ความถี่ที่สูงกว่า คือ ย่าน 1,900 MHz จึงทำให้โอกาสในการพัฒนาขนาดของอุปกรณ์ให้มีขนาดเล็กทำได้ง่าย ประกอบกับโครงสร้างของเซลที่มีขนาดเล็กกว่าระบบเซลลูล่าร์ จึงทำให้จำนวนช่องต่อพื้นที่มีมากกว่า และการดูแลลูกข่ายในหนึ่งเซลสามารถกระทำได้ดีกว่าเนื่องจากลูกข่ายในหนึ่งเซลมีไม่มากนัก

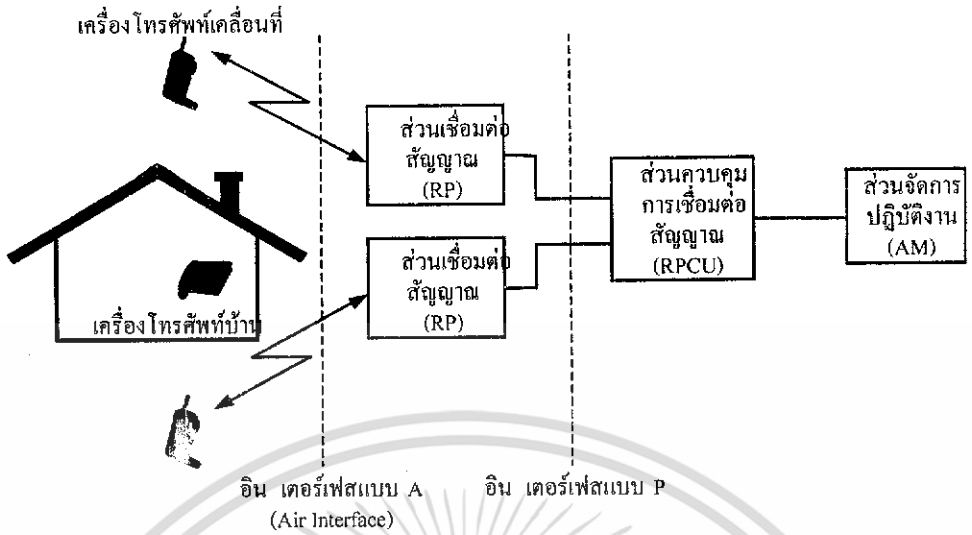
ระบบ PACS เป็นระบบการสื่อสารส่วนบุคคลรุ่นที่ 3 ซึ่งถูกพัฒนาและนำเสนอโดยบริษัท Bellcore ในปี ค.ศ. 1992 โดยระบบ PACS เป็นระบบที่สามารถรองรับการใช้งานด้านเสียง ข้อมูลและภาพวิดีโอภายในอาคารและการใช้งานแบบไมโครเซล ระบบ PACS ถูกออกแบบให้มีรัศมีของการให้บริการประมาณ 500 เมตร สำหรับวัตถุประสงค์หลักของระบบ PACS คือ เพื่อรวมระบบการสื่อสารแบบ WLL (Wireless Local Loop) ทุกรูปแบบให้อยู่ในระบบเดียวกัน และมีฟังก์ชั่นการใช้งานโทรศัพท์เต็มรูปแบบ โดยมีการเชื่อมต่อกับชุมสายท้องถิ่น (LECs: Local Exchange Carriers) ในเบื้องต้นบริษัท Bellcore ได้พัฒนาหลักการของ PACS และ LECs โดยใช้ชื่อ Wireless Access Communication System (WACS) และเมื่อ FCC (Federal Communications Commission) ได้มีการแนะนำความถี่ในช่วง PCS มาตรฐาน WACS จึงได้เปลี่ยนมาเป็น PACS

2.2.3.1 โครงสร้างของโครงข่ายของระบบ PACS

มาตรฐานของระบบที่ถูกพัฒนาขึ้นสำหรับการใช้งานหลายๆ รูปแบบ ไม่ว่าจะเป็นการสื่อสารส่วนบุคคลหรือใช้งานในรูปของโทรศัพท์สาธารณะ ซึ่งมีการให้บริการในย่านความถี่ PCS ระบบ PACS อาจจะมีการเชื่อมต่อเข้ากับตู้ชุมสายอัตโนมัติ (PABX: Private Branch Exchange) หรือเชื่อมต่อกับชุมสายโทรศัพท์ (CENTREX: Central Office Exchange Service) และอาจจะให้บริการเป็นชุมสายโทรศัพท์ในพื้นที่ที่เป็นที่อยู่อาศัยได้อีกด้วย

โครงสร้างโครงข่ายของระบบ PACS จะประกอบด้วย เครื่องของผู้ใช้บริการ (SU: Subscriber Unit) ซึ่งอาจจะเป็นโทรศัพท์พื้นฐานหรือโทรศัพท์เคลื่อนที่ก็ได้ ส่วนเชื่อมต่อสัญญาณ (RP: Radio Port) ซึ่งจะเชื่อมต่อกับส่วนควบคุมการเชื่อมต่อสัญญาณ (RPCU: Radio Ports Control Unit) และส่วนจัดการปฏิบัติงาน (AM: Access Manager) สำหรับโครงสร้างโครงข่ายของระบบ PACS แสดงดังรูปที่ 2.6 ซึ่งจากรูป Interface A จะเป็น Air Interface ที่เชื่อมต่อกับ SU ผ่านทาง RP ไปยัง RPCU และเชื่อมต่อ RPCU กับ RP โดยใช้ Embedded Operations Channel (EOC) ในการเชื่อม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

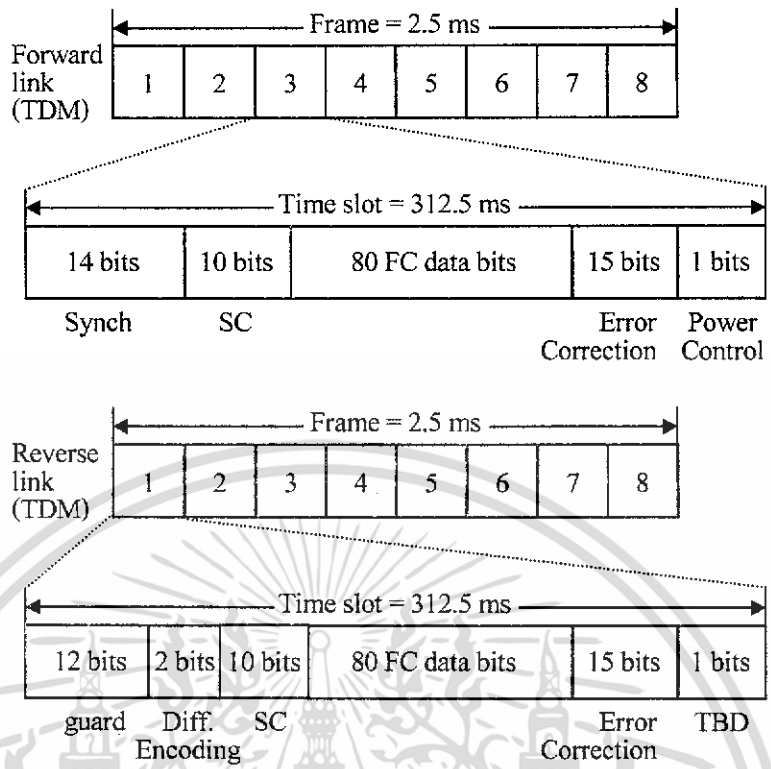


รูปที่ 2.6 โครงสร้างโครงข่ายของระบบ PACS

2.2.3.2 การเชื่อมต่อของระบบ PACS

ในระบบ PACS นั้นจะใช้แถบความถี่ที่มีความกว้าง 80 MHz สำหรับลักษณะการทำงานของระบบ PACS นั้น จะใช้เทคนิค TDMA/TDD โดยในแต่ละช่องความถี่จะมีความกว้าง 300 kHz ต่อหนึ่งช่อง และจะแบ่งออกเป็น 8 ช่องสัญญาณ (4 คู่สนทนา) โดยแต่ละช่องสัญญาณสามารถส่งสัญญาณเสียงที่มีความเร็วของสัญญาณดิจิตอลขนาด 32 kbps หรือสามารถส่งสัญญาณอื่นๆที่เป็นข้อมูลดิจิตอลด้วยความเร็วสูงถึง 384 kbps นั่นก็หมายความว่าสามารถใช้งานในรูปแบบของเครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่สามารถทำงานได้ดีเหมือนกับระบบ PHS และดีกว่าระบบ DECT หลายเท่าตัว สำหรับการถ่ายโอนข้อมูลจากเซลหนึ่งไปอีกเซลหนึ่งของระบบ PACS นั้น สามารถทำได้ในเวลาเพียง 0.3 ms และส่วนหนึ่งยังเป็นผลอันเนื่องมาจากการใช้สายอากาศแบบสองต้นคู่ (Diversity) สำหรับลักษณะของไทม์สล็อต และโครงสร้างของเฟรมของระบบ PACS นั้น แสดงดังรูปที่ 2.7 และในตาราง 2.3 จะเป็นการแสดงคุณสมบัติต่างๆของระบบ PACS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



SC : System Control and supervisory bits (Slow Channel) Synch : Synchronous bits
TBD : To Be Determined

รูปที่ 2.7 ลักษณะของไทม์สล็อตและโครงสร้างของเฟรมของระบบ PACS

ตารางที่ 2.3 แสดงคุณสมบัติต่างๆของระบบ PACS

พารามิเตอร์	คุณสมบัติ
ย่านความถี่	1850-1910 MHz (Up) 1930-1990 MHz (Down)
ความกว้างของแถบความถี่ใช้งาน	120 MHz
จำนวนการมัลติเพล็กซ์	8 ch/CS (200 Carriers) สำหรับความหนาแน่นของประชากรค่อนข้างสูง
ลักษณะการทำงาน	TDMA/FDD
การเข้ารหัสและถอดรหัสสัญญาณเสียง	32 kbps ADPCM
การมอดูเลชั่น	$\pi/4$ QPSK
สมรรถนะการใช้ความถี่	300 kHz × 2, 8 ch (75 kHz/ch)
กำลังงานเอาท์พุท CS	100 mW Ave. (800 mW)
กำลังงานเอาท์พุท PS	25 mW Ave. (200 mW)
เฟรม TDMA	2.5 ms

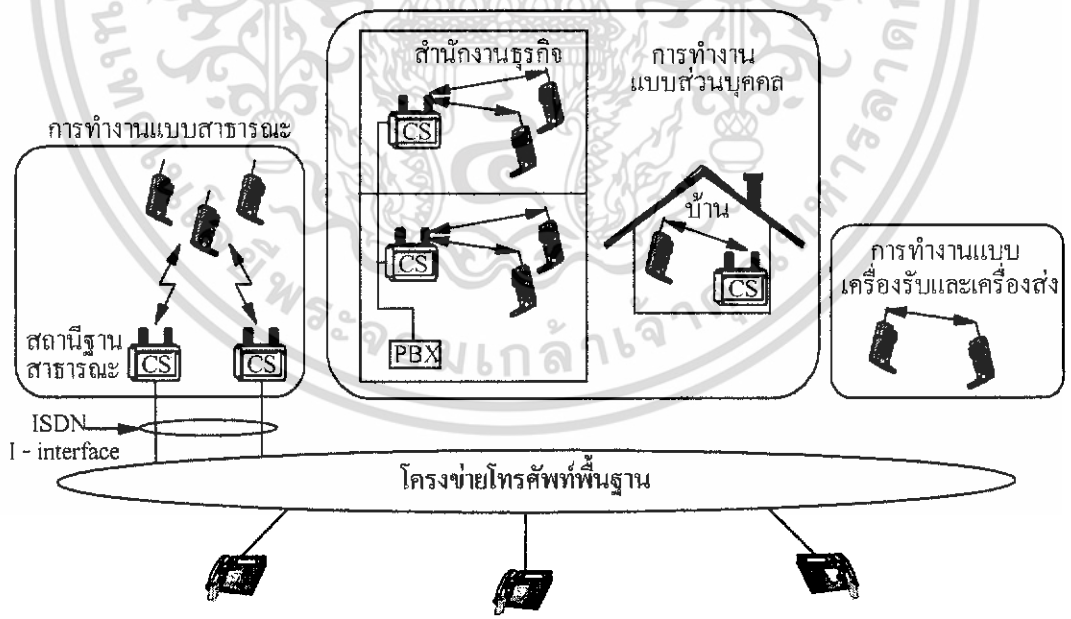
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.3 (ต่อ)

พารามิเตอร์	คุณสมบัติ
จำนวนไทม์สล็อตต่อเฟรม	5
การจัดช่องสัญญาณ	แบบตายตัวหรือแบบกึ่งอัตโนมัติ
รัศมีคลื่นวิทยุ	500 m
การเคลื่อนที่	ความเร็วของรถยนต์ในย่านธุรกิจ
รูปแบบการติดต่อ	แบบสองทิศทาง

2.2.4 ระบบโทรศัพท์พกพาส่วนบุคคล PHS

เป็นระบบโทรศัพท์ไร้สายแบบดิจิตอลที่สามารถใช้งานได้ทั้งที่บ้าน ที่ทำงาน เขตพื้นที่ชุมชน ย่านธุรกิจ และพื้นที่สาธารณะต่างๆ ในระบบโทรศัพท์พกพาส่วนบุคคล PHS สถานีฐานจะเรียกว่า สถานีเซลหรือเซลสเตชั่น CS (Cell Station) และเครื่องลูกข่ายจะเรียกว่า เครื่อง PS (Personal Station) สำหรับเซลจะมีขนาดเล็กในระดับไมโครเซล มีรัศมีการให้บริการเพียง 100-300 เมตรเท่านั้น ทั้งนี้ เพื่อเป็นการเพิ่มความจุของระบบ และเป็นการประหยัดพลังงานเพื่อเพิ่มอายุการใช้งานของแบตเตอรี่เครื่อง PS ทั้งยังเป็นการลดราคาของเซลสเตชั่น



รูปที่ 2.8 แสดงโครงสร้างของโครงข่ายโทรศัพท์พกพาส่วนบุคคล PHS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปแสดงลักษณะการทำงานของระบบโทรศัพท์พกพาส่วนบุคคล PHS โดยระบบพกพาส่วนบุคคล PHS เป็นโทรศัพท์ไร้สายแบบดิจิตอล สามารถใช้งานแบบโทรศัพท์ไร้สายได้ทั้งที่บ้านและที่ทำงาน ซึ่งการใช้งานในลักษณะนี้เรียกว่าเป็นการใช้งานในแบบ Private Mode ใช้งานร่วมกับ Home Base Unit หรือในลักษณะ Wireless PABX ร่วมกับตู้ชุมสายโทรศัพท์ปลายทางอัตโนมัติในสำนักงานที่เชื่อมต่ออยู่กับโครงข่ายโทรศัพท์พื้นฐาน PSTN เมื่อมีการใช้งานเครื่อง PS ภายนอกบ้าน หรือนอกสำนักงาน เครื่อง PS ก็จะทำการติดต่อกับเซลสเตชั่นที่ติดตั้งในพื้นที่สาธารณะ ซึ่งการใช้งานในลักษณะนี้เรียกว่าแบบ Public Mode โดยเมื่อผู้ใช้บริการต้องการใช้งานแบบ Public Mode ก็จะทำการกดหมายเลขไปยังเครื่อง PS ซึ่งในแต่ละเครื่องจะประกอบไปด้วยหมายเลขของผู้ใช้บริการจำนวน 10 หมายเลข โดยในแต่ละเซลสเตชั่นจะมีการเชื่อมต่อกับโทรศัพท์ ISDN (Integrated Services Digital Network) นอกจากนี้ ในระบบโทรศัพท์พกพาส่วนบุคคล PHS ยังสามารถทำการติดต่อสื่อสารโดยตรงระหว่างเครื่อง PS ด้วยกันได้ ซึ่งในการใช้งานในลักษณะนี้เรียกว่าแบบ Transceiver Mode โดยสำหรับการใช้งานในโหมดนี้จะสามารถใช้งานได้ก็ต่อเมื่อเครื่อง PS อยู่บริเวณใกล้ๆ กัน และสำหรับการเลือกใช้งานในแต่ละโหมดนั้นผู้ใช้บริการสามารถเลือกใช้งานได้โดยพิจารณาตามสภาพแวดล้อมที่จะทำการใช้งาน คุณสมบัติของระบบคือ

1. มีคุณภาพของสัญญาณเสียงและความปลอดภัยในการสื่อสารข้อมูลสูง
2. มีความจุช่องสัญญาณสูง เนื่องมาจากการใช้เซลในแบบไมโครเซล และใช้เทคนิคการจัดช่องสัญญาณแบบชั่วคราว (Dynamic Channel Assignment)
3. สามารถให้บริการมัลติมีเดีย ซึ่งมีอัตราการส่งข้อมูลที่สูงถึง 64 kbps
4. การจัดแถบความถี่ใช้งานมีการจัดช่องสัญญาณแบบชั่วคราว

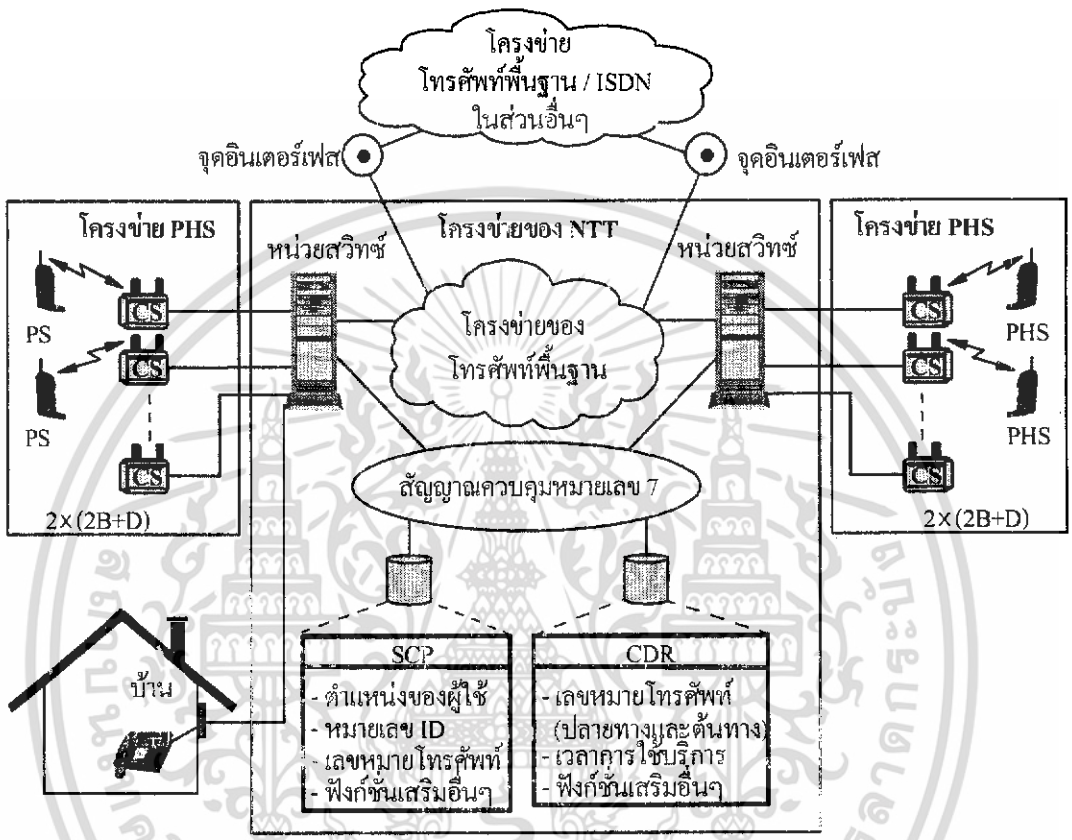
2.2.4.1 โครงสร้างของโครงข่ายโทรศัพท์พกพาส่วนบุคคล PHS

เป็นโครงข่ายที่มีการใช้งานร่วมกับระบบโทรศัพท์พื้นฐาน ดังแสดงในรูปที่ 2.9 โดยผู้ให้บริการโครงข่ายของระบบโทรศัพท์พกพาส่วนบุคคล PHS จะเป็นเพียงผู้จัดการเชื่อมต่อระหว่างเซลสเตชั่นกับเครื่อง PS นอกจากนี้ ยังทำหน้าที่ดูแลเซลสเตชั่นและฐานข้อมูลของผู้ใช้บริการ สำหรับเซลสเตชั่นในพื้นที่ต่างๆ จะถูกเชื่อมต่อกับชุมสายท้องถิ่น โดยมีการเชื่อมต่อแบบ ISDN ซึ่งเป็นการเชื่อมต่อแบบ I-interface ที่เพิ่มการจัดการที่มีความคล่องตัวมากขึ้น และลักษณะทางฟิสิคอลของช่องสัญญาณจะทำการส่งข้อมูลโดยใช้ช่องสัญญาณ B ในแต่ละเซลสเตชั่นจะสามารถรองรับได้ 4 ช่องสัญญาณ โดยใช้สายที่มีการเชื่อมต่อแบบ ISDN I- interface 2 เส้น เชื่อมต่อเซลสเตชั่นกับชุมสายท้องถิ่น สำหรับข้อมูลต่างๆ ของผู้ใช้บริการ เช่น การดูแลการเปลี่ยนแปลงข้อมูล ข้อมูลของผู้ใช้บริการหรือหมายเลขของผู้ใช้บริการจะถูกเก็บไว้ในส่วนควบคุมการให้บริการ SCP (Service Control Point) และการบันทึกข้อมูลการเรียกของผู้ใช้บริการ CDR (Call Detail Record) เช่น หมายเลขโทรศัพท์ที่ทำการเรียก หมายเลขโทรศัพท์ที่ถูกเรียก และเวลาในการสนทนา ข้อมูลเหล่านี้จะถูกส่งผ่านไปยัง SS7 (Signaling System No.7)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.4.2 การใช้งานแถบความถี่ในระบบความถี่ในระบบโทรศัพท์พกพาส่วนบุคคล PHS

ช่องสัญญาณในระบบโทรศัพท์พกพาส่วนบุคคล PHS แบ่งออกเป็น 77 ช่องสัญญาณ แต่ละช่องสัญญาณกว้างช่องละ 300 kHz โดยจะใช้งานในช่วงความถี่ 1895.15-1917.95 MHz (ความกว้างของความถี่ 22.8 MHz) สำหรับการใช้งานในแต่ละช่องสัญญาณแสดงดังตารางที่ 2.4



รูปที่ 2.9 แสดงโครงสร้างโครงข่ายของระบบโครงข่ายโทรศัพท์พกพาส่วนบุคคล PHS

2.2.4.3 ลักษณะการทำงานของระบบโทรศัพท์พกพาส่วนบุคคล PHS

คุณสมบัติการทำงานของระบบโทรศัพท์พกพาส่วนบุคคล PHS เปรียบเทียบกับระบบโทรศัพท์ไร้สายดิจิตอลแบบอื่นๆ เช่น ระบบ DECT และระบบ CT-2 โดยในระบบ CT-2 จะใช้งานความถี่ 800 MHz และระบบ PHS และระบบ DECT จะใช้งานความถี่ 1.9 GHz ซึ่งความถี่ที่ใช้ในระบบ PHS และระบบ DECT จะมีการเหลื่อมล้ำกันตามมาตรฐานระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ในอนาคต FPLMTS (Future Public Land Mobile Telecommunication System) ที่กำหนดโดย WARC-92 (Word Administrative Radio Conference-92) ซึ่งในระบบโทรศัพท์พกพาส่วนบุคคล PHS จะใช้เทคนิคการมอดูเลชั่นแบบ $\pi/4$ QPSK เพื่อให้ระบบมีความจุของช่องสัญญาณสูง และเพื่อลดผลกระทบแบบไม่เป็นเชิงเส้นที่ส่วนขยายสัญญาณของตัวส่งสัญญาณ

ในการปฏิบัติงานจะใช้ช่องสัญญาณซึ่งมีมอดูเลชั่นแบบ TDMA/TDD จำนวน 4 ช่องสัญญาณ และสำหรับการเข้ารหัสและถอดรหัสสัญญาณเสียงในระบบโทรศัพท์พกพาส่วนบุคคล PHS จะใช้เทคนิค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ADPCM 32 kbps ซึ่งมีคุณภาพเท่ากับเทคนิค PCM 64 kbps โดยเฟรม TDMA/TDD ที่ใช้งานมีความยาว 5 ms ทำให้มีช่วงเวลาดีเลย์สั้น และเนื่องจากเซลในระบบโทรศัพท์พกพาส่วนบุคคล PHS มีขนาดเล็กในระดับของไมโครเซล ดังนั้นค่าดีเลย์สูงสุดของการกระจายสัญญาณจึงน้อยมากเมื่อเทียบกับระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่แบบเซลลูล่าร์

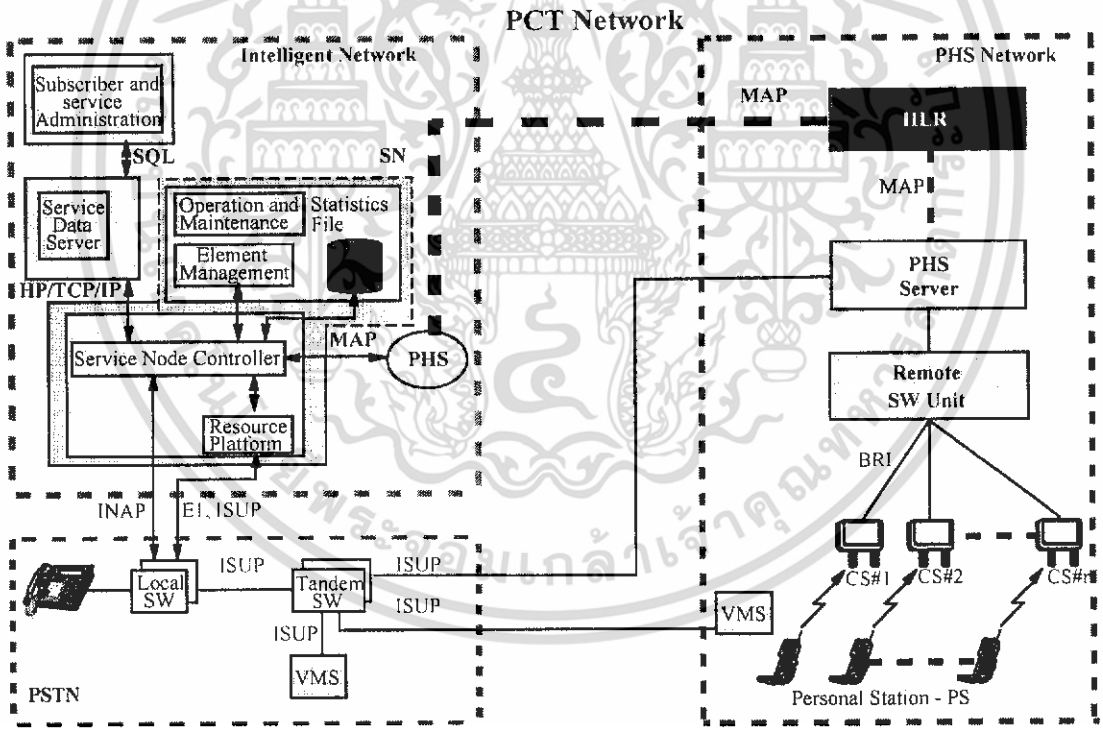
ตารางที่ 2.4 แสดงการใช้งานความถี่ของระบบโทรศัพท์พกพาส่วนบุคคล PHS

ช่องสัญญาณ	ความถี่ (MHz)	ลักษณะการใช้งาน
1 - 10	1895.150 - 1897.850	ใช้งานในลักษณะเป็นเครื่องรับส่งวิทยุ (Transceiver mode: PS⟶PS) และใช้งานในลักษณะการสื่อสารบุคคล (Private mode)
11	1898.150	ใช้งานในลักษณะการสื่อสารส่วนบุคคล
12	1898.450	เป็นช่องสัญญาณควบคุมสำหรับการสื่อสารส่วนบุคคล
13 - 17	1898.750 - 1899.950	ใช้งานในลักษณะการสื่อสารส่วนบุคคล (Private mode)
18	1900.250	เป็นช่องสัญญาณควบคุมสำหรับการสื่อสารส่วนบุคคล
19 - 37	1900.550 - 1905.950	ใช้งานในลักษณะการสื่อสารส่วนบุคคล (Private mode)
38 - 53	1906.250 - 1910.750	ใช้งานในลักษณะการสื่อสารในพื้นที่สาธารณะ (Public mode: สามารถใช้งานกับสถานีที่ใช้พลังงานสูงและพลังงานต่ำ)
54 - 69	1911.050 - 1915.550	ใช้งานในลักษณะการสื่อสารในพื้นที่สาธารณะ (Public mode: สามารถใช้งานกับสถานีฐานที่ใช้พลังงานต่ำเท่านั้น)
70	1915.850	Guard Channel
71	1916.150	เป็นช่องสัญญาณควบคุม (สำรอง)
72	1916.450	Guard Channel
73	1916.750	เป็นช่องสัญญาณควบคุม ช่องที่ 1
74	1917.050	Guard Channel
75	1917.350	เป็นช่องสัญญาณควบคุม ช่องที่ 2
76	1917.650	Guard Channel
77	1917.950	เป็นช่องสัญญาณควบคุม ช่องที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

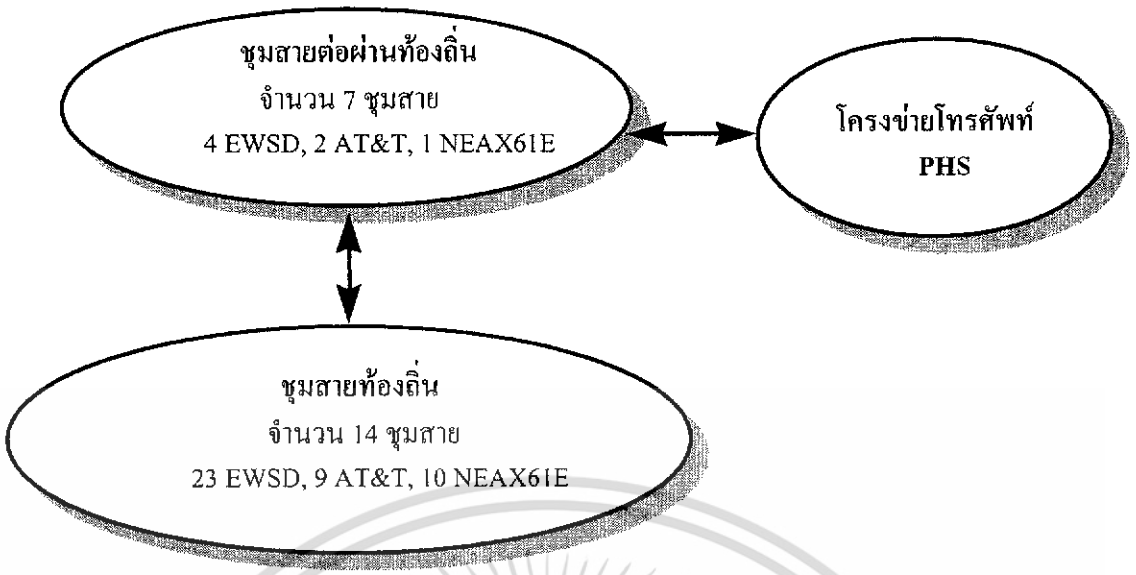
2.3 โครงสร้างของระบบโทรศัพท์พื้นฐานพกพาส่วนบุคคลพีซีที

โครงสร้างของระบบโทรศัพท์พื้นฐานพกพาส่วนบุคคลจะเป็นการรวมโครงข่าย 3 โครงข่าย คือ โครงข่ายโทรศัพท์พื้นฐานสาธารณะ (PSTN) ซึ่งเป็นโครงข่ายโทรศัพท์พื้นฐานที่มีอยู่เดิม โครงข่ายโทรศัพท์พกพาส่วนบุคคลพีเอชเอส (PHS) และโครงข่ายอัจฉริยะ (IN) ดังแสดงในรูปที่ 2.10 โดยโครงข่ายอัจฉริยะที่นำมาใช้ในโครงข่ายโทรศัพท์พื้นฐานพกพาส่วนบุคคลพีซีที จะให้บริการเสริมในรูปแบบของบริการหมายเลขเดียว (One number service) ทำให้เลขหมายของเครื่องโทรศัพท์พื้นฐานพกพาส่วนบุคคลพีซีทีเป็นหมายเลขเดียวกับเครื่องโทรศัพท์บ้าน ส่วนของโครงข่ายโทรศัพท์พกพาส่วนบุคคลพีเอชเอสจะเป็นส่วนให้บริการในรูปแบบการสื่อสารไร้สาย รวมทั้งปรับปรุงระดับสัญญาณที่ใช้ในการแฮนด์โอเวอร์ให้มีขนาดลดลง เพื่อให้ขนาดพื้นที่ครอบคลุมพื้นที่ของเซลให้กว้างขึ้น เพื่อประโยชน์ในการติดต่อสื่อสารภายในยานพาหนะที่มีความเร็วสูงขึ้นถึง 60 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ซึ่งเป็นความเร็วปกติบนท้องถนนในกรุงเทพมหานคร เนื่องจากสภาพการจราจรในกรุงเทพมหานครค่อนข้างจะติดขัด มีความต้องการใช้งานโทรศัพท์ค่อนข้างมาก ทั้งยังมีการใช้เทคนิค 2 แคเรียร์ต่อพื้นที่ เพื่อเพิ่มปริมาณช่องสัญญาณต่อพื้นที่ในบริเวณการใช้งานสูง



รูปที่2.10 โครงสร้างของโครงข่ายโทรศัพท์พื้นฐานพกพาส่วนบุคคลพีซีที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
62473



GPS: Group Switching Processor

รูปที่ 2.11 โครงสร้างของโครงข่ายโทรศัพท์พื้นฐานสาธารณะ

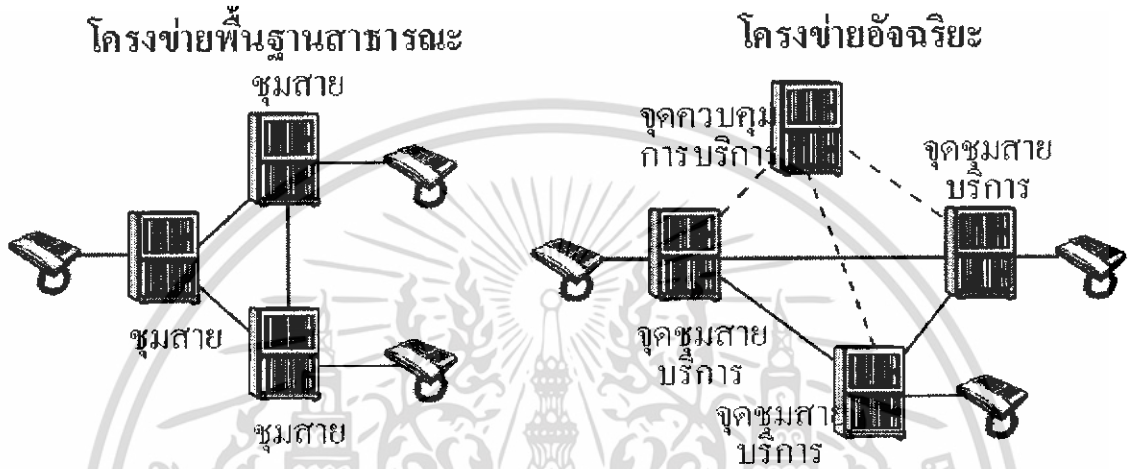
2.3.1 โครงข่ายโทรศัพท์พื้นฐานสาธารณะ โครงข่ายโทรศัพท์พื้นฐานสาธารณะ จะเป็นการใช้งานโครงข่ายโทรศัพท์พื้นฐานเดิมของบริษัท เทเลคอมเอเซีย คอร์ปอเรชั่น จำกัด ที่มีการให้บริการอยู่แล้ว ดังแสดงในรูป 2.11 โดยประกอบไปด้วย ชุมสายโทรศัพท์ 2 ระดับ คือ

- ชุมสายท้องถิ่น (Local Exchange) ซึ่งประกอบด้วยกลุ่มของชุมสายปฏิบัติการ (GSP: Group Switching Processor) ทั้งหมด 44 ชุมสาย แบ่งเป็นชุมสายของ EWSD (Siemens) 23 ชุมสาย ชุมสายของ AT&T (Lucent) 2 ชุมสายและชุมสายของ NEAX61E (NEC) 10 ชุมสาย โดยทุกชุมสายจะต่อถึงกันหมด (Mesh connection)

- ชุมสายต่อผ่านท้องถิ่น (Transit Exchange หรือ Tandem Exchange) ซึ่งประกอบด้วยชุมสายของ EWSD (Siemens) 4 ชุมสาย ชุมสายของ AT&T (Lucent) 2 ชุมสายและชุมสายของ NEAX61E (NEC) 1 ชุมสายโดยชุมสายท้องถิ่นทั้ง 44 ชุมสายจะติดต่อกับชุมสายต่อผ่านท้องถิ่นทั้งหมด (Mesh connection) ในระบบโทรศัพท์พื้นฐานพกพาส่วนบุคคลพีซีที ชุมสายต่อผ่านท้องถิ่นจะต่อกับโครงข่ายโทรศัพท์พกพาส่วนบุคคลพีเอชเอส ดังแสดงในรูปที่ 2.11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2 โครงข่ายอัจฉริยะ โครงข่ายอัจฉริยะเป็นส่วนที่เพิ่มเติมเข้าไปในโครงข่าย เพื่อเพิ่มความสามารถของโครงข่ายในด้านต่างๆ เช่น การให้บริการรูปแบบใหม่ หรือการให้บริการเสริมกับโครงข่าย ซึ่งกระทำโดยการต่อร่วมระบบคอมพิวเตอร์เข้ากับโครงข่ายและทำการเชื่อมต่อเข้ากับระบบต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการให้บริการเสริม โดยเป็นการแยกฟังก์ชั่นในการควบคุมการเรียก (Call control function) ออกจากฟังก์ชั่นของการให้บริการ (Service control function) ส่งผลให้ผู้ให้บริการโครงข่ายสามารถที่จะพัฒนาโครงข่าย เพื่อให้บริการได้อย่างรวดเร็ว



รูปที่ 2.12 เปรียบเทียบการทำงานระหว่างโครงข่ายโทรศัพท์พื้นฐานสาธารณะธรรมดากับโครงข่ายโทรศัพท์พื้นฐานสาธารณะที่ทำงานร่วมกับโครงข่ายอัจฉริยะ

จากรูป 2.12 ถ้าผู้เรียกต้องการใช้บริการของโครงข่ายอัจฉริยะ จุดชุมสายบริการก็จะส่งเลขหมายไปที่จุดควบคุมการบริการซึ่งเป็นฮาร์ดแวร์ของโครงข่ายอัจฉริยะที่แยกออกต่างหากจากระบบเครื่องชุมสาย โดยจุดควบคุมการบริการจะทำหน้าที่เลือกเส้นทางและหาตำแหน่งของเครื่องลูกข่าย หลังจากนั้น จึงสั่งให้อุปกรณ์ชุมสายทำการสร้างเส้นทางในการเรียกไปยังปลายทางที่ต้องการต่อไป

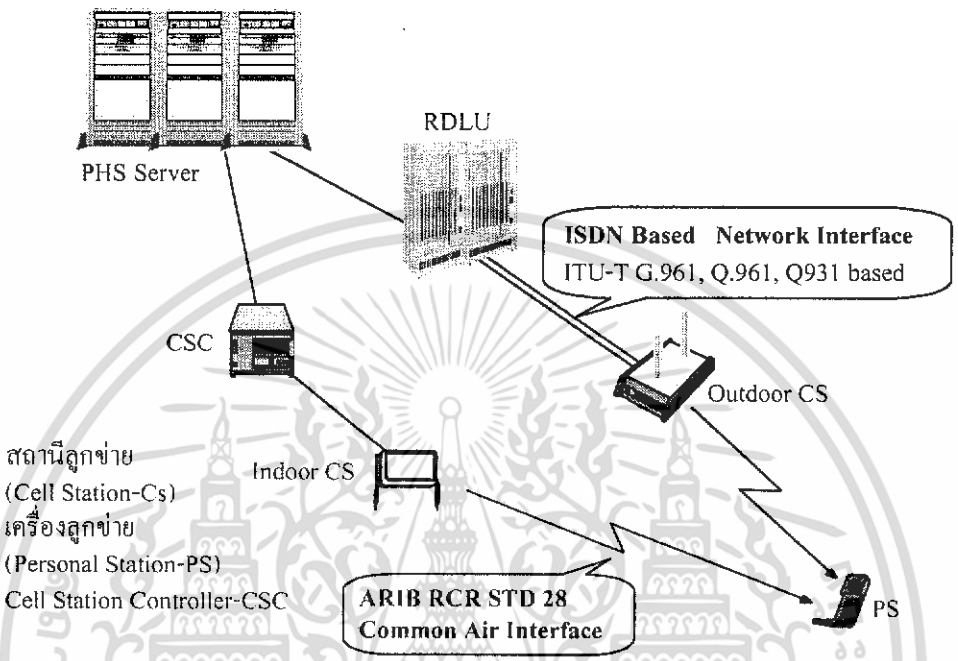
2.4 คุณสมบัติทางเทคนิคของระบบโทรศัพท์พื้นฐานพกพาส่วนบุคคลพีซีที

2.4.1 มาตรฐานการเชื่อมต่อ

การเชื่อมโยงระหว่างเซลสเตชั่นกับโครงข่าย (Network Interface) โทรศัพท์พื้นฐานพกพาส่วนบุคคลพีซีทีจะใช้มาตรฐาน JT-Q921-b, JT-Q931-b, JT-Q1218, JT-Q1218-a, JT-Q932-a, JT-1460, JT-1430 และ JT-1961 ของ Telecommunications Technology Committee (TTC) และสำหรับมาตรฐานการเชื่อมต่อทางอากาศ (Air Interface) จะใช้มาตรฐาน RR STD 28 V.2 ของ ARIB (The Association of Radio Industries and Businesses) ซึ่งตามข้อกำหนดนี้โครงสร้างโครงข่ายของระบบโทรศัพท์พื้นฐานพกพาส่วนบุคคลพีซีที จะมีลักษณะดังแสดงในรูปที่ 2.13 โดยสัญญาณที่เชื่อมโยงระหว่างเซลสเตชั่นกับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เซิร์ฟเวอร์ จะเป็นแบบดิจิตอลความเร็ว 32 kbps มีการเข้ารหัสแบบ ADPCM (Adaptive Differential Pulse Code Modulator) ส่วนสัญญาณที่เชื่อมโยงระหว่าง PCT Switch จะใช้ความเร็ว 384 kbps



รูปที่ 2.13 แสดงรายละเอียดการเชื่อมต่อ

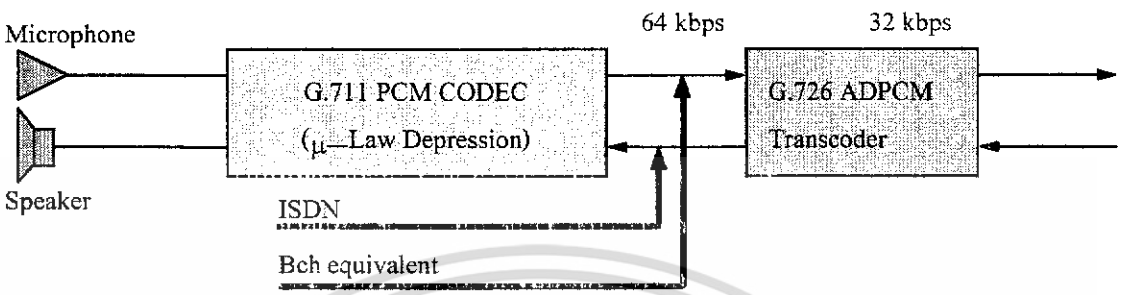
2.4.2 ความถี่ใช้งาน

ความถี่ที่ใช้สำหรับโทรศัพท์พื้นฐานพกพาส่วนบุคคลพีซีทีจะเหมือนกับระบบโทรศัพท์พกพาส่วนบุคคลพีเอชเอส แสดงดังตารางที่ 2.4 ซึ่งจะแบ่งความถี่ออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มของความถี่ที่ใช้สำหรับการสื่อสารส่วนบุคคล เช่น การใช้งานในลักษณะอินเตอร์คอม คือการสื่อสารระหว่างเครื่อง PS ด้วยกันโดยไม่มีสเตชั่นเข้ามาเกี่ยวข้อง ซึ่งจะใช้ความถี่ในช่องที่ 1-10 สำหรับการใช้งานส่วนบุคคลภายในสำนักงานหรือที่อยู่อาศัยต่างๆ ในรูปแบบของ Wireless PABX จะใช้งานความถี่ตั้งแต่ช่องที่ 11-37 โดยมีช่องสัญญาณควบคุมในช่องที่ 12, 18, 30 และ 36 ตามลำดับ และอีกกลุ่มหนึ่งเป็นความถี่ที่ใช้สำหรับการติดต่อสื่อสารในพื้นที่สาธารณะ ซึ่งจะใช้ความถี่ตั้งแต่ช่องที่ 38-69 โดยมีช่องสัญญาณควบคุมในช่องที่ 70-77 โดยบริษัทเทเลคอมเอเชียจะใช้ช่องที่ 75

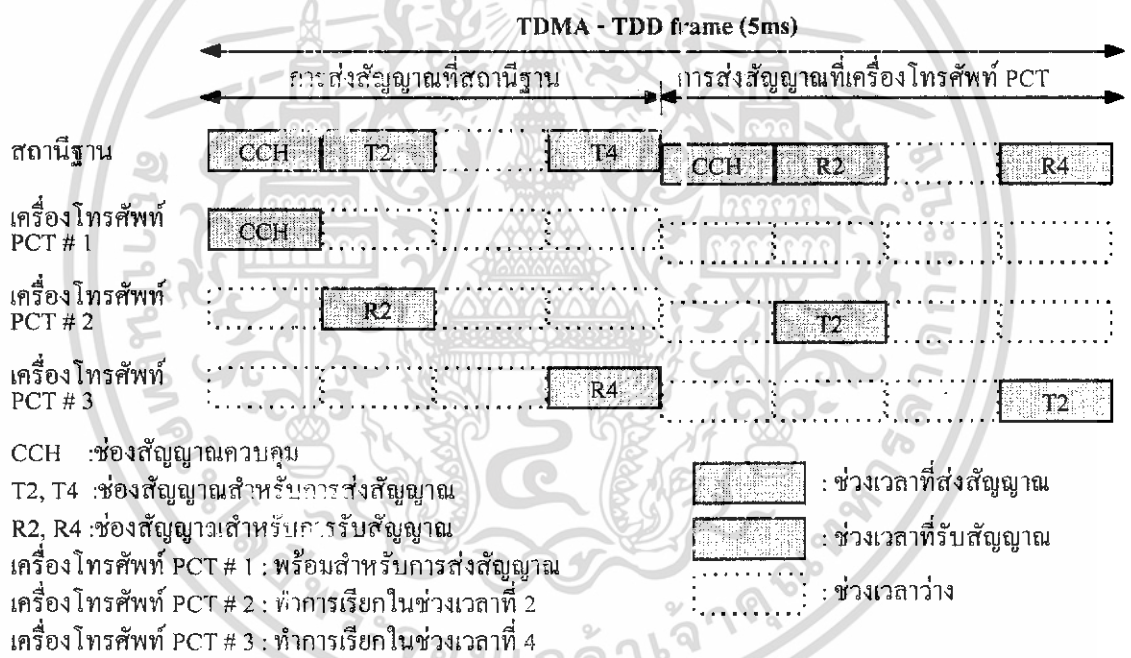
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.3 เทคนิคการเข้ารหัสสัญญาณเสียงและการมัลติเพล็กซ์ช่องสัญญาณ

การเข้ารหัสสัญญาณเสียงของระบบ จะใช้วิธีการเข้ารหัสสัญญาณแบบ ADPCM ตามมาตรฐาน G.711 และG.726 ของ ITU-T ซึ่งมีรายละเอียดดังบล็อคไออะแกรมในรูปที่ 2.14



รูปที่ 2.14 แสดงบล็อคไดอะแกรมการเข้ารหัสแบบ ADPCM สำหรับเสียงพูด



รูปที่ 2.15 แสดงการจัดช่องสัญญาณแบบ TDMA-TDD

จากรูป 2.15 แสดงการจัดช่องสัญญาณของระบบโทรศัพท์พื้นฐานพกพาส่วนบุคคลพีซีทีที ใน 1 ช่องสัญญาณในการติดต่อ จะแบ่งเป็น 4 ช่องเวลา โดยการใช้เทคนิคแบบ TDMA/TDD (Time Division Multiple Access/Time Division Duplex) ช่องเวลาส่งจะมี 4 ช่อง (มี 1 ช่องสัญญาณควบคุม) และช่องเวลารับ 4 ช่อง (มี 1 ช่องสัญญาณควบคุม) ในการทำงานปกติจะใช้ 1 ช่องส่ง และ 1 ช่องรับ ดังนั้นใน 1 เซลของระบบโทรศัพท์พื้นฐานพกพาส่วนบุคคลพีซีทีจะสามารถทำการติดต่อได้พร้อมๆกัน 3 คู่สนทนา นั่นคือ เซลสเตชั่น 1 ตัว จะใช้เครื่องลูกข่ายได้ 3 ตัวพร้อมๆกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

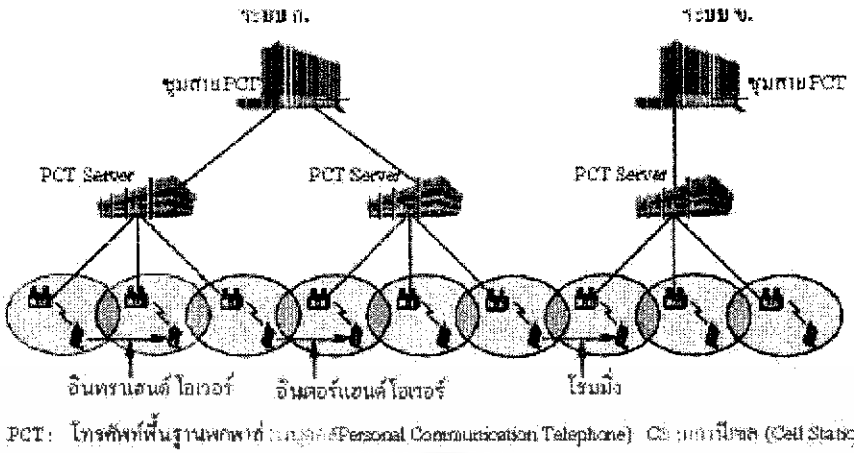
2.4.4 วิธีการมอดูเลทสัญญาณ

ระบบโทรศัพท์พื้นฐานพกพาส่วนบุคคลพีซีทีนั้นเป็นระบบโทรศัพท์แบบดิจิตอล ข้อมูลที่ออกมาจากเครื่องลูกข่ายจะถูกแปลงให้เป็นสัญญาณดิจิตอล โดยใช้เทคนิคการแปลงสัญญาณแบบ ADPCM และใช้เทคนิคการมอดูเลทสัญญาณแบบ $\pi/4$ QPSK ($\pi/4$ Quadrature Phase Shift Keying) ซึ่งเป็นเทคนิคการมอดูเลทสัญญาณที่ปรับปรุงมาจากการมอดูเลทแบบ QPSK โดยเทคนิคการเข้ารหัสสัญญาณแบบ $\pi/4$ QPSK สามารถใช้ได้กับการเข้ารหัสสัญญาณทั้งแบบ Absolute phase encoding และแบบ Differential phase encoding

2.4.5 การข้ามเซลในระบบโทรศัพท์พื้นฐานพกพาส่วนบุคคลพีซีที

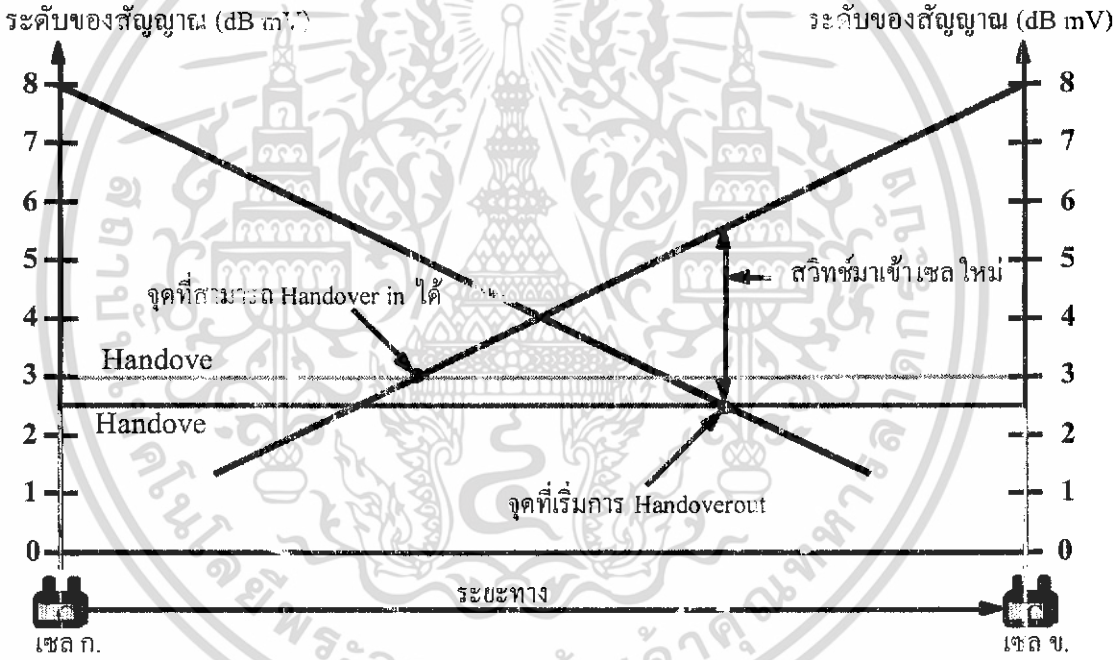
การข้ามเซลของระบบพื้นฐานพกพาส่วนบุคคลพีซีที จะใช้เทคนิคการแฮนด์โอเวอร์ (Handover) เนื่องจากเซลมีขนาดเล็กมาก ระดับไมโครเซลมีรัศมีครอบคลุมการให้บริการใน 1 เซลประมาณ 300-500 เมตรเท่านั้น การติดต่อสื่อสารในลักษณะที่มีการเคลื่อนที่จากเซลหนึ่งไปยังอีกเซลหนึ่งไม่สามารถใช้เทคนิคการแฮนด์ออฟ (Hand-off) ในการข้ามเซลเหมือนในโทรศัพท์เคลื่อนที่แบบเซลลูล่าร์ทั่วๆ ไป เพราะเทคนิคการแฮนด์ออฟจำเป็นจะต้องมีการส่งถ่ายข้อมูลของเครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่แบบเซลลูล่าร์จากเซลหนึ่งไปอีกเซลหนึ่ง เพื่อทำการจัดเตรียมช่องสัญญาณเอาไว้รองรับล่วงหน้า ซึ่งจะต้องใช้เวลาในการถ่ายโอนข้อมูลพอสมควร ในกรณีที่เซลมีขนาดเล็กจะไม่มีเวลาเพียงพอสำหรับการถ่ายโอนข้อมูล การแฮนด์โอเวอร์จะมีการทำงานคือ เมื่อสัญญาณที่รับได้จากเครื่อง PS มีระดับของสัญญาณต่ำลงจนถึงระดับ 25 dBμV เครื่อง PS ก็จะทำการตรวจหาสัญญาณจากเซลข้างเคียง โดยจะเลือกเซลที่สัญญาณแรงที่สุด แต่ในกรณีที่ช่องสัญญาณของเซลที่มีสัญญาณแรงที่สุดเต็ม เครื่อง PS ก็จะเปลี่ยนไปเลือกเซลที่มีสัญญาณแรงเป็นอันดับ 2 แทน และเมื่อหาเซลใหม่ที่มีสัญญาณแรงที่สุดได้แล้ว เครื่อง PS ก็จะทำการยกเลิกการสื่อสารในเซลเดิมและเปลี่ยนไปใช้ช่องสัญญาณในเซลใหม่ เพื่อทำการสื่อสารต่อไป สำหรับในช่วงเวลาที่มีการข้ามเซลนี้ เครื่อง PS จะส่งสัญญาณควบคุมไปจับช่องสัญญาณควบคุมในเซลใหม่ โดยไม่สนใจการติดต่อสื่อสารในช่วงเวลานั้น ซึ่งจะส่งผลให้ผู้ที่ใช้เครื่อง PS อยู่ในช่วงเวลาที่มีการข้ามเซล จะไม่ได้ยินเสียงการสนทนาหรือที่เรียกว่า Muting เป็นเวลาประมาณ 2-3 วินาที สำหรับการใช้งานโทรศัพท์พื้นฐานพกพาส่วนบุคคลพีซีที เมื่อมีการเคลื่อนที่ โดยทั่วไปจะสามารถใช้งานได้ที่ความเร็วไม่เกิน 60 กิโลเมตรต่อชั่วโมงเท่านั้น ในรูปที่ 2.16 แสดงการแฮนด์โอเวอร์ ซึ่งการแฮนด์โอเวอร์สามารถแบ่งได้เป็น 3 รูปแบบ คือ แบบที่1 เรียกว่า อินทราแฮนด์โอเวอร์ เป็นการข้ามเซลในกลุ่มของ PCT Server เดียวกัน แบบที่ 2 เรียกว่า อินเตอร์แฮนด์โอเวอร์ เป็นการข้ามเซลที่อยู่ต่าง PCT Server กัน และในแบบที่ 3 เรียกว่า การโรมมิ่ง(Roaming) คือ การข้ามเซลในระบบพื้นฐานพกพาส่วนบุคคลพีซีทีต่างผู้ให้บริการกัน ในการข้ามเซลด้วยวิธีการแฮนด์โอเวอร์แต่ละแบบนั้นจะใช้เวลาไม่เท่ากัน ซึ่งจะประมาณ 2, 3 และ 4 วินาที ตามลำดับ จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องวางรูปแบบของเซลให้มีการข้ามเซลอยู่ในกลุ่มของ PCT Server เดียวกัน เพื่อลดเวลาการ Muting ให้เหลือน้อยที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



PCT : โทรศัพท์พื้นฐานพกพาส่วนบุคคล (Personal Communication Telephone) สถานีเซลล์ (Cell Station)

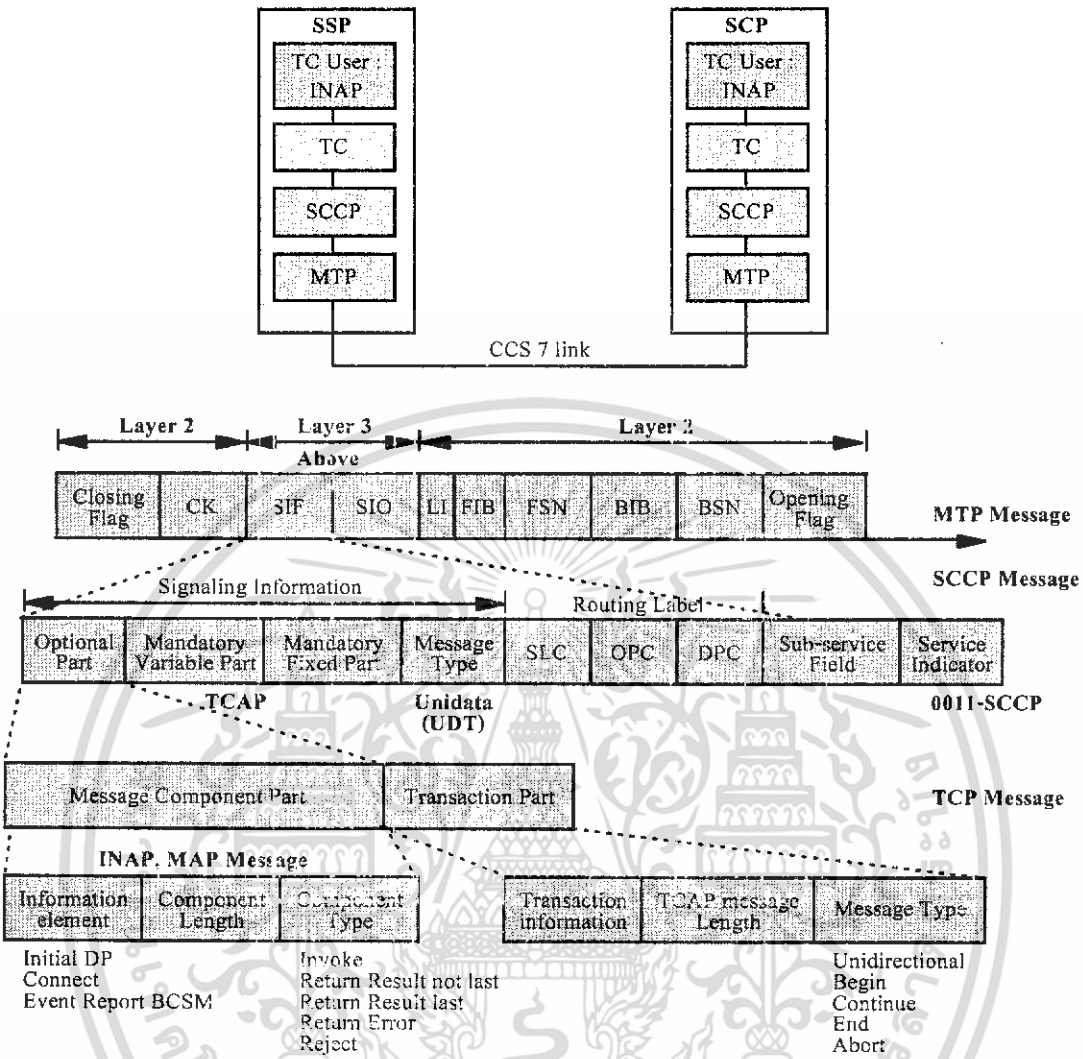
รูปที่ 2.16 แสดงการแฮนด์โอเวอร์ทั้ง 3 แบบ ในระบบโทรศัพท์พื้นฐานพกพาส่วนบุคคลพีซีที



รูปที่ 2.17 แสดงระดับของสัญญาณที่ใช้ในการแฮนด์โอเวอร์ข้ามเซลหนึ่งไปอีกเซลหนึ่ง

สำหรับการข้ามเซลด้วยการใช้เทคนิคการแฮนด์โอเวอร์นั้นจะใช้ระดับของสัญญาณเป็นตัวกำหนด โดยระดับสัญญาณที่เครื่อง PS เริ่มทำการแฮนด์โอเวอร์เราเรียกว่า ระดับสัญญาณแฮนด์โอเวอร์เอาท์ (Handover out : 25 dBμV) และระดับสัญญาณของอีกเซลหนึ่งที่มารองรับการแฮนด์โอเวอร์เข้ามาในเซลใหม่ เรียกว่า ระดับสัญญาณแฮนด์โอเวอร์อิน (Handover in: 30dBμV) ดังแสดงในรูปที่ 2.17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

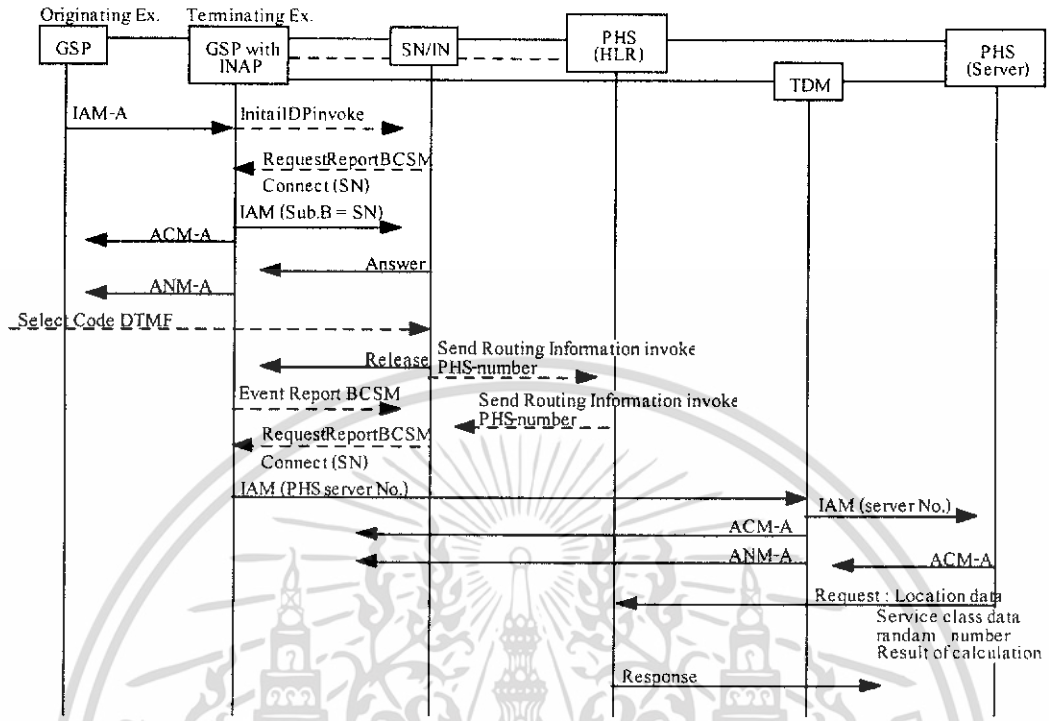


รูปที่ 2.18 แสดงระดับชั้นของโปรโตคอลสำหรับสัญญาณควบคุมหมายเลข 7 และรายละเอียดของสัญญาณควบคุม

2.4.6 ระบบโปรโตคอลในระบบโทรศัพท์พื้นฐานพกพาส่วนบุคคลพีซีที

โปรโตคอลในระบบโทรศัพท์พื้นฐานพกพาส่วนบุคคลพีซีที ใช้สำหรับการติดต่อระหว่างชุมสาย (SSP: Service Switching Point) กับส่วนของการควบคุมการให้บริการ (SCP: Service Control Point) นั้น จะใช้ฟังก์ชั่นของการทำงานในระบบควบคุมสัญญาณหมายเลข 7 (CCS No.7) โดยระดับของโปรโตคอลและเฟรมของสัญญาณควบคุมจะแสดงดังในรูปที่ 2.18 สำหรับลำดับขั้นของการติดต่อสื่อสารจะแสดงดังรูปที่ 2.19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

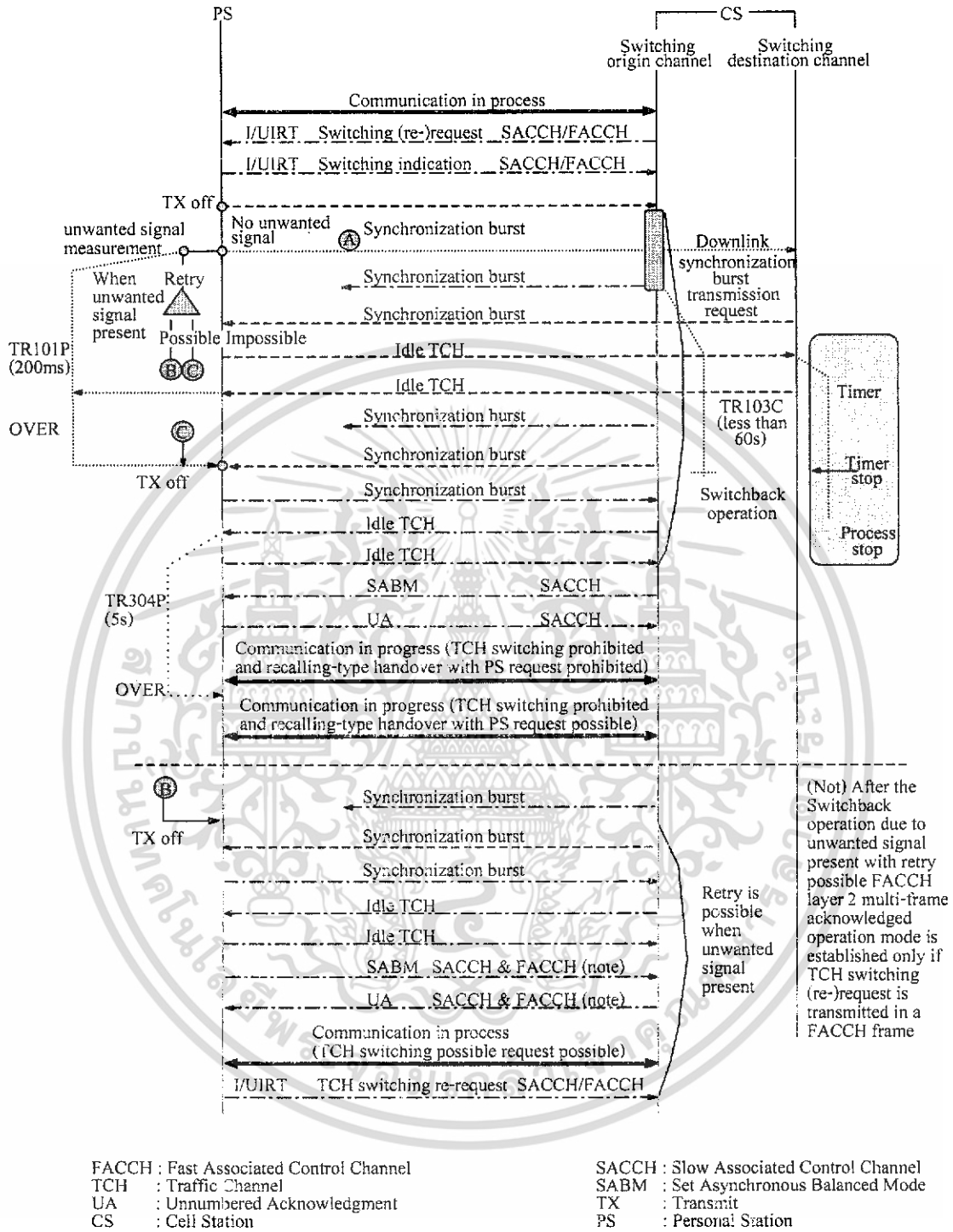


รูปที่ 2.19 ลำดับการเรียกของระบบโทรศัพท์พื้นฐานพกพาส่วนบุคคลพีซีที

2.4.7 รายละเอียดของเซลสเตชั่นและเครื่องลูกข่าย (เครื่องPS)

เซลสเตชั่นที่นำมาใช้ในโครงข่ายโทรศัพท์พื้นฐานพกพาส่วนบุคคลพีซีทีจะมีอยู่ 2 ชนิด คือ ชนิดติดตั้งภายในตัวอาคาร โดยจะมีกำลังส่ง 10 mW และชนิดติดตั้งภายนอกอาคาร มีกำลังส่งขนาด 20 mW และ 200 mW และ 500 mW สำหรับลักษณะของเครื่องลูกข่าย หรือเครื่อง PS ในระบบโทรศัพท์พื้นฐานพกพาส่วนบุคคลพีซีทีจะมีลักษณะคล้ายกับโทรศัพท์เคลื่อนที่ทั่วๆ ไปหรืออาจจะมีขนาดเล็กกว่าเนื่องจากใช้ความถี่ในย่านสูงกว่าปกติ คือ ประมาณ 1.9 GHz น้ำหนักของเครื่องจะอยู่ประมาณ 90 -150 กรัม ขนาดของเครื่องประมาณ 40W x 120H x 15D มิลลิเมตร และมีแบตเตอรี่ที่สามารถชาร์จได้ (Ni-Cd, Ni-MH, Lithium Ion) ซึ่งสามารถเปิดเครื่องรอรับสายได้นานถึง 500 ชั่วโมงขึ้นไปถึง 600 ชั่วโมง และสามารถสนทนาได้นานถึง 5 ชั่วโมงขึ้นไป จึงทำให้การใช้งานสะดวกไม่ต้องกังวลในการพกพาแบตเตอรี่สำรอง มีขั้วต่อสำหรับการให้บริการข้อมูลแบบดิจิตอล เช่น FAX, Data terminal ฯลฯ ลักษณะของเซลสเตชั่น CS และเครื่อง PS แสดงในรูปที่ 2.22 และรูปที่ 2.23 ตามลำดับ

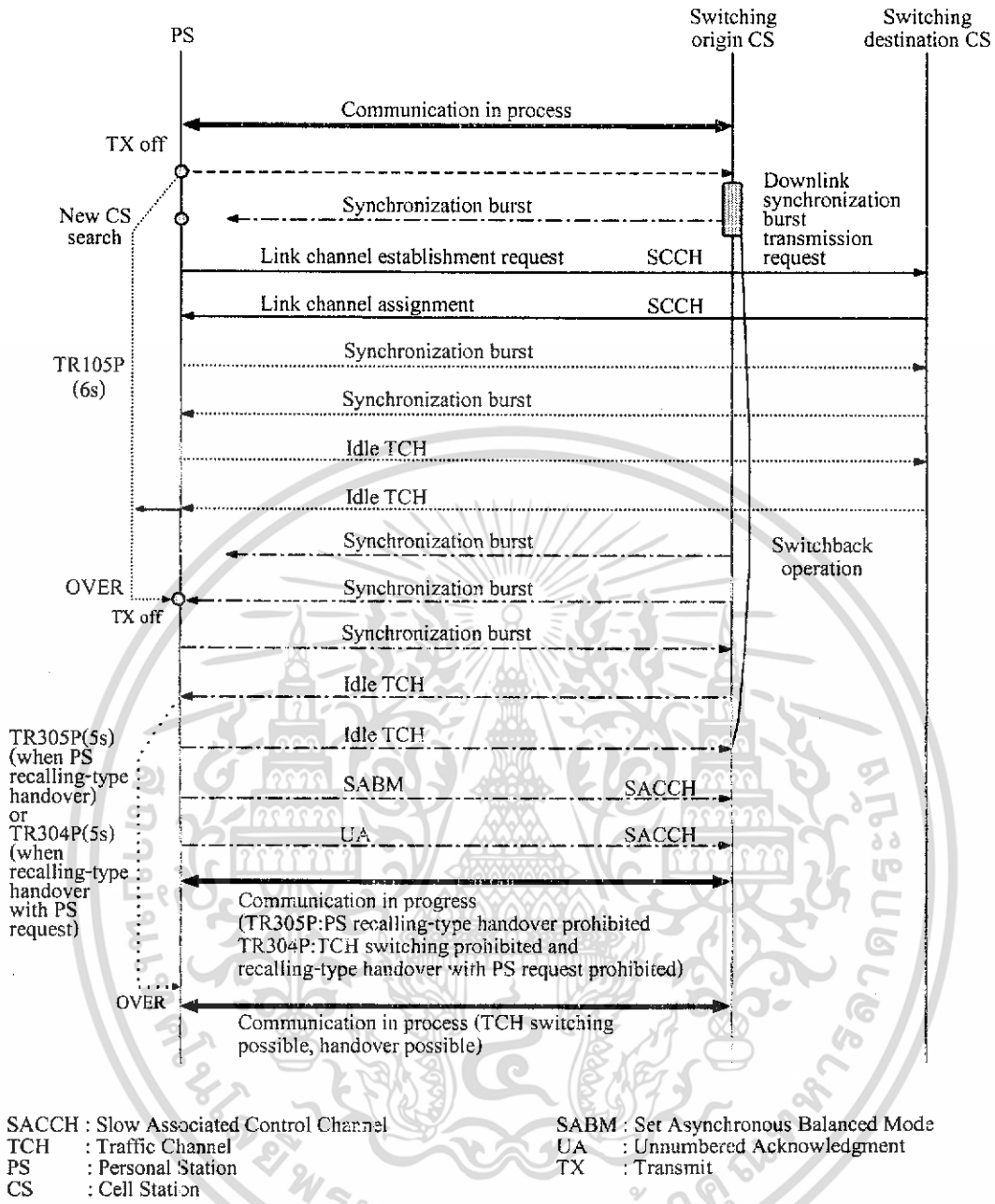
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



FACCH : Fast Associated Control Channel
TCH : Traffic Channel
UA : Unnumbered Acknowledgment
CS : Cell Station
SACCH : Slow Associated Control Channel
SABM : Set Asynchronous Balanced Mode
TX : Transmit
PS : Personal Station

รูปที่ 2.20 แสดงโปรโตคอลของการแฮนด์โอเวอร์จากเซลหนึ่งไปยังอีกเซลหนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

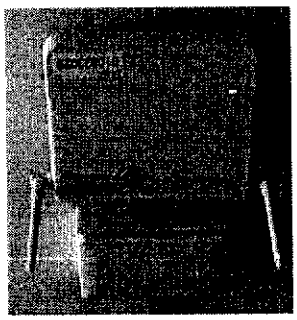


SACCH : Slow Associated Control Channel
TCH : Traffic Channel
PS : Personal Station
CS : Cell Station

SABM : Set Asynchronous Balanced Mode
UA : Unnumbered Acknowledgment
TX : Transmit

รูปที่ 2.21 แสดงโปรโตคอลของการกลับมาใช้เซลเดิมเมื่อทำการแฮนด์โอเวอร์ไม่สำเร็จ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก) แบบ 10 mW

(ข) แบบ 20 mW

(ค) แบบ 200 mW

รูปที่ 2.22 แสดงเซลสเตชั่นของระบบโทรศัพท์พกพาส่วนบุคคลพีซีที

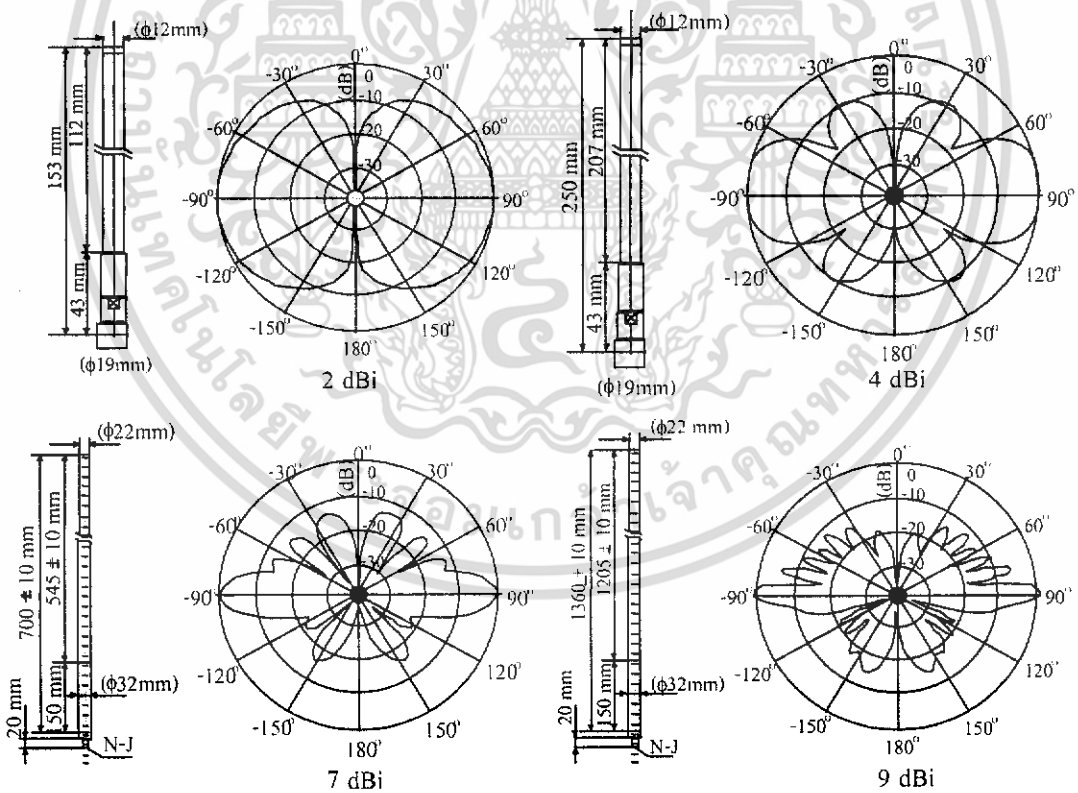
รูปที่ 2.23 แสดงเครื่อง PS ของระบบโทรศัพท์พื้นฐานพกพาส่วนบุคคลพีซีที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สายอากาศของเซลสเตชั่นที่ติดตั้งในประเทศไทยจะใช้สายอากาศที่มีค่าเกน 4 แบบ มีลักษณะดังรูปที่ 2.24 คือ 2dBi 4dBi 7dBi และ 9dBi ซึ่งสายอากาศที่มีค่าเกนสูง จะสามารถกระจายคลื่นในแนวนอนได้ดีถึงแม้ว่าแนวตั้งจะมีปัญหาบ้าง เพราะมีไซด์โลปมาก ซึ่งจะเป็นผลให้การกระจายคลื่นไปยังอาคารสูงทำได้ไม่ดีเท่าที่ควร

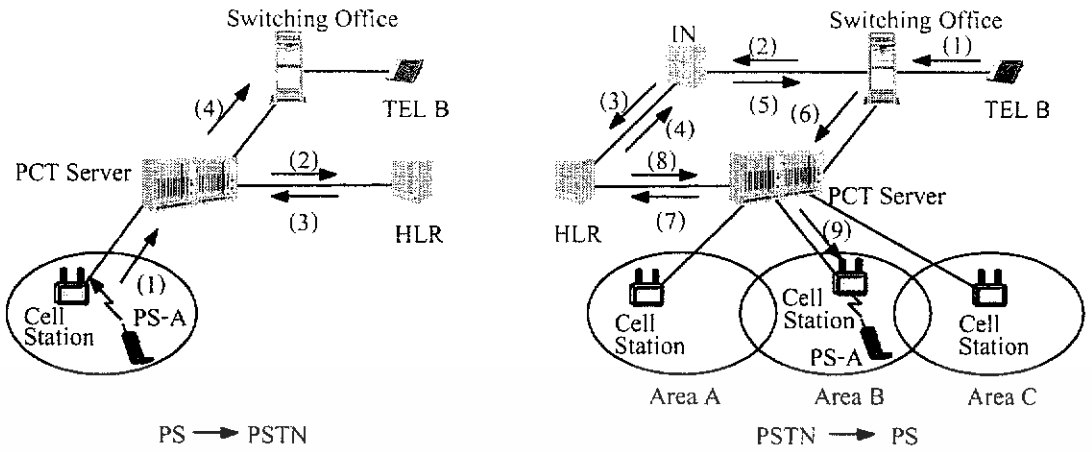
2.5 กรรมวิธีในการเรียกของระบบโทรศัพท์พื้นฐานพกพาส่วนบุคคลพีซีที

เมื่อมีการเรียกจากเครื่อง PS ในระบบโทรศัพท์พื้นฐานพกพาส่วนบุคคลพีซีที เข้ามายัง PCT Server ข้อมูลของเครื่อง PS จะถูกส่งไปยัง HLR (Home Location Register) เพื่อทำการตรวจสอบว่า เป็นผู้ใช้บริการที่ถูกต้องหรือไม่ ถ้าถูกต้อง PCT Server ก็จะทำการเชื่อมต่อไปยังชุมสายปลายทางดังแสดงในรูปที่ 2.25 ในทำนองเดียวกัน เมื่อมีผู้เรียกจากโทรศัพท์พื้นฐานมายังโทรศัพท์พื้นฐานส่วนบุคคลพีซีที ข้อมูลที่ส่งมายัง PCT Server ก็จะถูกส่งไปตรวจสอบยัง HLR ว่าเป็นผู้ใช้บริการที่ถูกต้องหรือไม่ ถ้าถูกต้องก็จะส่งกลับมายัง PCT Server ให้ทำการเรียกหาใน Paging Area ต่างๆ จนสามารถเรียกเครื่อง PS ในระบบโทรศัพท์พื้นฐานพกพาส่วนบุคคลพีซีทีได้



รูปที่ 2.24 แสดงสายอากาศแบบ 2 dBi 4dBi 7dBi และ 9dBi

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.25 แสดงเส้นทางการเชื่อมโยงสัญญาณเมื่อมีการเรียกเข้าและเรียกออกจากโทรศัพท์พื้นฐานส่วนบุคคลพีซีที

2.6 วิธีการคำนวณพื้นที่ครอบคลุมของเซลในระบบการสื่อสารไร้สายส่วนบุคคลพีซีที

วิธีการหาค่าการลดทอนของสัญญาณในระบบการสื่อสารด้วยคลื่นวิทยุ จะสามารถอธิบายได้ 2 ลักษณะ ได้แก่ การอธิบายโดยอาศัยวิธีการวิเคราะห์ (Analytical Method) การลดทอนของสัญญาณและการอธิบายโดยวิธีการสังเกต (Empirical Method) โดยสามารถนำมาใช้ในการอธิบายร่วมกันได้ ซึ่งการอธิบายโดยวิธีการสังเกต จะใช้หลักการที่เรียกว่า "Fitting curves" และการอธิบายโดยวิธีการวิเคราะห์ จะสามารถทำได้โดยวัดระดับความแรงของสัญญาณ และทำการรวบรวมไว้เป็นข้อมูลทางสถิติ หลังจากนั้นจึงนำข้อมูลทางสถิตินำมาวิเคราะห์ เมื่อนำทั้งสองวิธีมารวมกัน ก็สามารถที่จะหาแฟคเตอร์เบื้องต้นของการลดทอนของสัญญาณได้

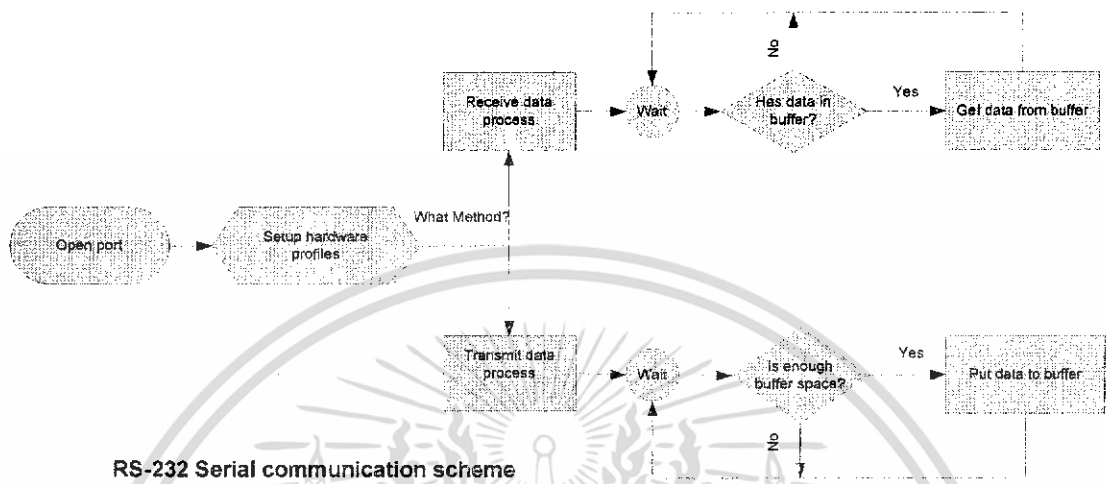
2.7 สายสัญญาณ

สายสัญญาณเป็นปัจจัยที่สำคัญอย่างหนึ่งในการสื่อสารผ่านพอร์ตอนุกรม RS-232 เนื่องจากเป็นสิ่งที่เชื่อมโยงให้เครื่องต้นทางและปลายทางสามารถติดต่อถึงกันได้ การส่งข้อมูลระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ให้ได้ผลที่สมบูรณ์ ควรใช้สาย Null Modem ที่มีฉนวน (Shield) หุ้มสายสัญญาณ (Wire) ที่อยู่ด้านใน เพื่อป้องกันสัญญาณรบกวน แต่ในกรณีที่ไม่สามารถหาสายสัญญาณดังกล่าวได้ เราสามารถที่จะสร้างสายสัญญาณขึ้นเอง โดยต้องทำความเข้าใจก่อนว่าสายสัญญาณชนิดนี้มีอัตราความเสี่ยงต่อความผิดพลาดของข้อมูลค่อนข้างสูง เนื่องจากอาจเกิดสัญญาณรบกวนจากภายนอก และความไม่ได้มาตรฐานของสายที่ใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.1 หลักการ

ในการใช้งานพอร์ตสื่อสาร ได้กำหนดลำดับขั้นตอนดำเนินการออกเป็นส่วนย่อยๆ เพื่อใช้บริการพอร์ตสื่อสารกับระบบวินโดวส์ มีลำดับการดำเนินงานดังต่อไปนี้



รูปที่ 2.26 แสดงลำดับการดำเนินงานของการใช้งานพอร์ตสื่อสาร

ตารางที่ 2.5 แสดงการทำหน้าที่ของเครื่องต้นทางและเครื่องปลายทาง

เครื่องต้นทางทำหน้าที่ส่งข้อมูล	เครื่องปลายทางทำหน้าที่รับข้อมูล
1. เปิดพอร์ตสื่อสาร 2. กำหนดค่าเบื้องต้น 3. ตรวจสอบอินพุตบัฟเฟอร์ (Input Buffer (RX)) ว่ามีข้อมูลอยู่หรือไม่ 4. ถ้ามี ทำการเคลื่อนย้ายข้อมูลออกจากบัฟเฟอร์ ดำเนินการประมวลผล และรอรับข้อมูลชุดต่อไป	1. เปิดพอร์ตสื่อสาร 2. กำหนดค่าเบื้องต้น 3. ตรวจสอบว่ามีเอาต์พุตบัฟเฟอร์ (Output Buffer (TX)) เพียงพอที่จะส่งข้อมูลหรือไม่ 4. ถ้ามี ดำเนินการส่งข้อมูล

กล่าวคือเมื่อดำเนินการเปิดพอร์ตสื่อสารแล้ว จะต้องดำเนินการกำหนดค่าเบื้องต้นให้กับพอร์ตสื่อสาร เช่น ความเร็วที่ใช้ในการติดต่อ ชนิดข้อมูล เป็นต้น และตรวจสอบบัฟเฟอร์ภายในว่ามีข้อมูลหรือเนื้อที่ว่างพอที่จะทำกิจกรรมการรับส่งข้อมูลหรือไม่ แล้วจึงดำเนินกิจกรรมตามที่ต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.2 การสื่อสารแบบอนุกรม

การสื่อสารแบบอนุกรมนี้จะแบ่งออกได้เป็น 2 แบบ คือ การสื่อสารแบบซิงโครนัส และการสื่อสารแบบอะซิงโครนัส การสื่อสารแบบซิงโครนัสจะมีสัญญาณนาฬิการ่วมอยู่กับการรับการส่งสัญญาณด้วย ตัวอย่างการส่งแบบซิงโครนัส ก็คือคีบอร์ดของคอมพิวเตอร์ ซึ่งสายเส้นหนึ่งจะเป็นสายของสัญญาณนาฬิกา ส่วนสายอีกเส้นหนึ่งจะเป็นสายของข้อมูล ดังนั้น การติดต่อกันแบบซิงโครนัสนี้จะต้องใช้สายในการเชื่อมต่ออย่างน้อยที่สุด 3 เส้น คือ สัญญาณนาฬิกา, ข้อมูล และกราวด์

2.7.2.1 มาตรฐานพอร์ตอนุกรมแบบ RS-232

มาตรฐานการเชื่อมต่อแบบอนุกรม RS-232 เป็นมาตรฐานอุตสาหกรรมที่ออกแบบมาเพื่อใช้ในการส่งข้อมูลแบบอะซิงโครนัส 2 ทิศทาง โดยมาตรฐาน RS-232 ในอดีตนั้นถูกออกแบบมาเพื่อการส่งผ่านข้อมูลจากคอมพิวเตอร์ไปยังโมเด็มอย่างเดียว เพื่อที่จะนำข้อมูลจากโมเด็มนี้สื่อสารผ่านสายโทรศัพท์ไปยังคอมพิวเตอร์อีกชุดหนึ่งอยู่ห่างไกลกัน โดยคณะกรรมการที่เรียกว่า สมาคมอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Industries Association: EIA) ได้วางมาตรฐานที่เรียกกันว่า EIA RS-232 มาตรฐานนี้ในช่วงแรกจะใช้คอนเน็กเตอร์เป็นแบบ DB-25 โดยกำหนดความยาวสูงสุดของสายสัญญาณไว้ที่ 50 ฟุต มีระดับสัญญาณตั้งแต่ -3 V ถึง -12 V แสดงว่ามีข้อมูล (Mark) และ +3 V ถึง +12 V แสดงว่าเป็นช่องว่าง (Space)

มาตรฐาน RS-232 ได้กำหนดรูปแบบของอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อข้อมูล (Data Terminal Equipment: DTE) กับวงจรข้อมูลปลายทาง (Data Communication Equipment: DCE) ไว้ว่า อุปกรณ์ DTE จะต้องเป็นอุปกรณ์ที่มีการประมวลผลในตัว เช่น ไมโครคอนโทรลเลอร์ หรือไมโครคอมพิวเตอร์ ซึ่งมีความสามารถในการสร้างบิตข้อมูลแบบอนุกรมได้ ส่วนอุปกรณ์ DCE จะทำหน้าที่เป็นเพียงตัวรับข้อมูลที่ส่งมาจาก DTE เท่านั้น โดยการรับส่งข้อมูลระหว่างอุปกรณ์ทั้งสองจะกระทำผ่านมาตรฐาน RS-232

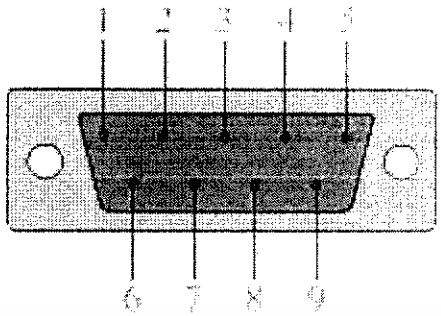
ข้อแตกต่างของอุปกรณ์ DTE และอุปกรณ์ DCE อย่างหนึ่งที่เห็นได้ชัดคือ คอนเน็กเตอร์ของ DTE จะเป็นตัวผู้ ส่วนคอนเน็กเตอร์ของ DCE จะเป็นตัวเมีย ซึ่งพอร์ตอนุกรมของคอมพิวเตอร์ที่ใช้กันอยู่ทั่วไปจะเป็นแบบ DTE ส่วนคอนเน็กเตอร์ที่อยู่ที่โมเด็มจะเป็นแบบ DCE

สำหรับการใช้งานบนเครื่องคอมพิวเตอร์ พอร์ตอนุกรม RS-232 มักจะถูกเชื่อมต่อกับโมเด็มหรือเมาส์ โดยสามารถรับส่งข้อมูลได้ที่ความยาวของสายสัญญาณสูงสุดถึง 20 เมตร

คอนเน็กเตอร์สำหรับพอร์ต RS-232 และการเชื่อมต่อ

มาตรฐานการเชื่อมต่อแบบ RS-232 จะใช้คอนเน็กเตอร์แบบ DB-9 ตัวผู้ ซึ่งคอนเน็กเตอร์แบบ DB-9 จะมีขาต่อใช้งานเพียง 9 เส้น เนื่องจากขาอื่นๆ ที่เคยใช้งานในอดีต ปัจจุบันมีการใช้งานไม่มากนักจึงถูกยกเลิกไป โดยแสดงรูปร่างและตำแหน่งขาในรูปที่ 2.27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



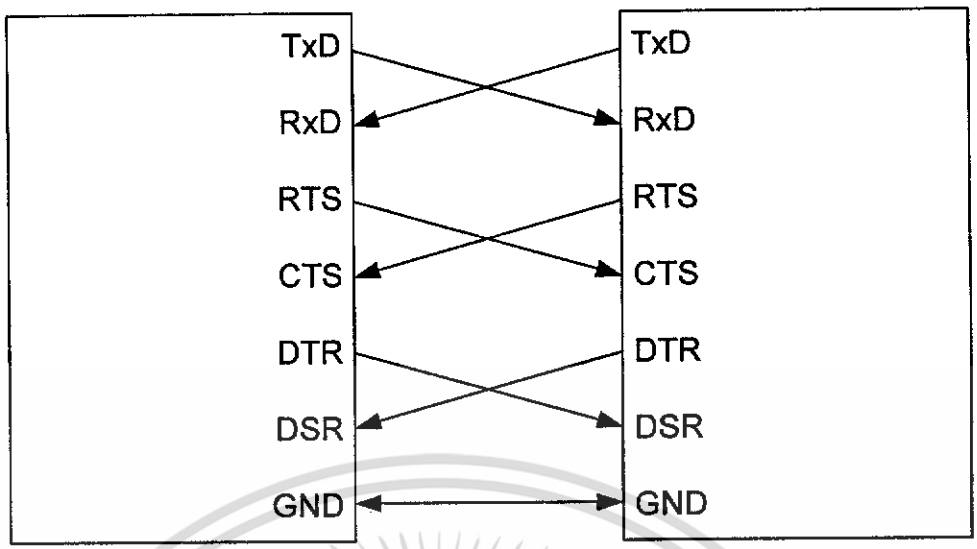
รูปที่ 2.27 แสดงคอนเน็กเตอร์อนุกรม 9 ขา หรือแบบ DB-9 (มองจากด้านหลังคอมพิวเตอร์)

ตารางที่ 2.6 แสดงการจัดขาของคอนเน็กเตอร์พอร์ตอนุกรมตามมาตรฐาน RS-232

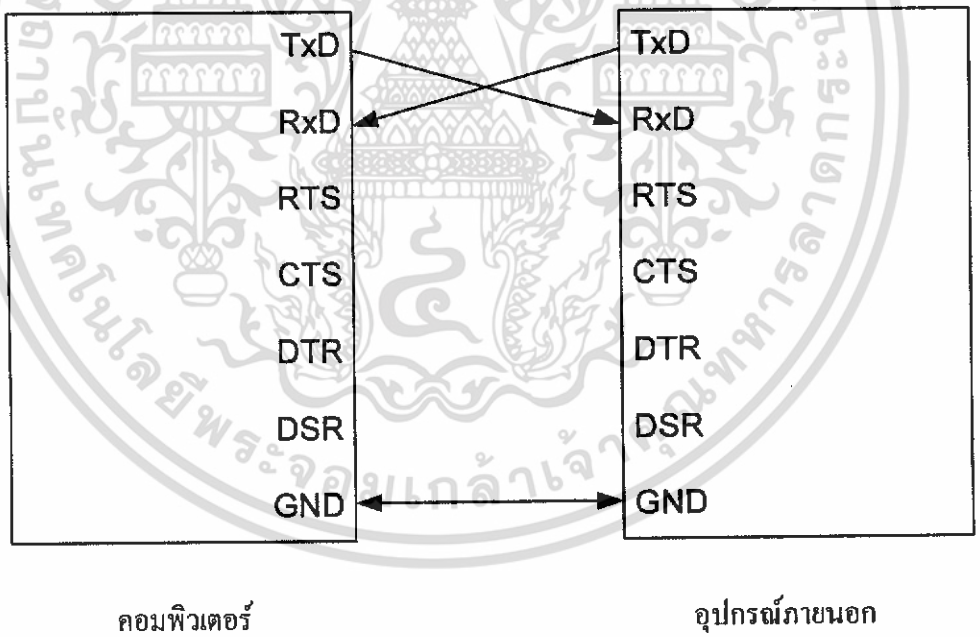
คอนเน็กเตอร์ DB-9	ชื่อของสายสัญญาณ	ชนิดของสายสัญญาณ
1	Data Carrier Detect : DCD	อินพุต
2	Received Data : RxD	อินพุต
3	Transmitted Data : TxD	เอาต์พุต
4	Data Terminal Ready : DTR	เอาต์พุต
5	Signal Ground : GND	-
6	Data Set Ready : DSR	อินพุต
7	Request to Send : RTS	เอาต์พุต
8	Clear to Send : CTS	อินพุต
9	Ring Indicator : RI	อินพุต

สำหรับการเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์กับอุปกรณ์ภายนอกแสดงดังรูปที่ 2.28 ลูกศรในรูปแสดงถึงทิศทางของข้อมูล ในรูปที่ 2.28 (ค) เป็นการเชื่อมต่อแบบ Null modem หรือการเชื่อมต่อโดยตรงโดยไม่ต้องผ่านโมเด็ม โดยมีการตรวจสอบหรือแฮนด์เช็กเต็มรูปแบบ ส่วนในรูปที่ 2.28 (ข) เป็นการเชื่อมต่อแบบ Null modem ในลักษณะที่ใช้สายสัญญาณเพียง 3 เส้น โดยเส้นหนึ่งสำหรับส่งข้อมูล อีกเส้นหนึ่งสำหรับรับข้อมูล และเส้นสุดท้ายเป็นกราวด์ สำหรับหน้าที่การทำงานในแต่ละขาของพอร์ตอนุกรม RS-232 มีดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก) การต่ออุปกรณ์ภายนอกเข้ากับคอมพิวเตอร์แบบ Null modem



(ข) การต่ออุปกรณ์ภายนอกเข้ากับคอมพิวเตอร์แบบ RS-232 โดยใช้สายสัญญาณเพียง 3 เส้น

รูปที่2.28 แสดงการต่ออุปกรณ์ภายนอกกับพอร์ตอนุกรมของคอมพิวเตอร์ในลักษณะต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- **Data Carrier Detect: DCD** หรืออาจเรียกว่า Carrier Detect: CD ขานี้จะแอ็คตีฟเมื่อมีการส่งสัญญาณพาห์จากอุปกรณ์สื่อสารข้อมูล เช่น โมเด็ม สำหรับการใช้งานปกติขานี้จะไม่ได้ถูกใช้งานมากนัก
- **Received Data: RD** หรือ **RxD** ขานี้ใช้เพื่อรับสัญญาณอนุกรมเข้ามายังคอมพิวเตอร์ โดยนำข้อมูลที่อ่านได้เก็บไว้ในรีจิสเตอร์ บัฟเฟอร์
- **Transmitted Data: TD** หรือ **TxD** ขานี้ใช้เพื่อส่งข้อมูลจากคอมพิวเตอร์ โดยนำข้อมูลที่เก็บอยู่ในบัฟเฟอร์สำหรับส่งข้อมูลออกไป
- **Data Terminal Ready: DTR** เป็นขาสัญญาณที่ส่งออกจากเครื่องคอมพิวเตอร์เพื่อให้อุปกรณ์ปลายทางรับรู้ว่าต้องการติดต่อด้วย โดยขา DTR นี้จะต้องเชื่อมต่อกับขา DSR ของอุปกรณ์ปลายทาง และขา DTR ของอุปกรณ์ปลายทางจะต้องเชื่อมต่อกับขา DSR ของคอมพิวเตอร์ ถ้าใช้การเชื่อมต่อเป็นแบบ Null Modem ซึ่งใช้สายในการเชื่อมต่อเพียง 3 เส้น จะต้องต่อขา DTR และ DSR ของตัวมันเองเข้าด้วยกัน และต้องต่อกับขา DCD ด้วยกรณีที่โปรแกรมสื่อสารที่ใช้มีการตรวจจับสัญญาณพาห์
- **Signal Ground: GND** ขากราวด์ของระบบ
- **Data Set Ready: DSR** ขานี้จะใช้คู่กับขา DTR เพื่อตรวจสอบการเชื่อมต่อกันระหว่างคอมพิวเตอร์กับอุปกรณ์ปลายทาง ซึ่งขา DSR นี้จะเป็นขาสำหรับรับข้อมูลจากภายนอก ซึ่งถูกส่งมาจากขา DTR
- **Request To Send: RTS** เป็นขาสำหรับส่งสัญญาณร้องขอให้ทางอุปกรณ์ปลายทางส่งข้อมูลกลับมายังคอมพิวเตอร์ โดยขาที่รับสัญญาณ RTS ก็คือขา CTS ในกรณีที่ใช้การเชื่อมต่อแบบ Null modem 3 สาย จะต้องเชื่อมต่อขา RTS และ CTS ของตัวมันเองเข้าด้วยกัน เพื่อให้การรับส่งข้อมูลสามารถเกิดขึ้นได้ตลอดเวลา
- **Clear To Send: CTS** ขานี้จะคอยรับสัญญาณจากขา RTS เมื่อรับสัญญาณได้ข้อมูลที่ขา TxD จะถูกส่งออกไป ดังนั้น ขานี้จึงถูกใช้เพื่อตรวจสอบอุปกรณ์ต่อพ่วงว่าพร้อมจะรับข้อมูลหรือไม่
- **Ring Indicator: RI** ใช้แสดงสถานะสัญญาณเรียกจากสายโทรศัพท์ ปกติในการสื่อสารโดยทั่วไปสายนี้จะไม่ถูกใช้งาน จะใช้งานก็ต่อเมื่อมีการเชื่อมต่อกับโมเด็มและโปรแกรมมีการตรวจสอบสัญญาณนี้เท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.2.2 แอดเดรสของพอร์ตอนุกรม

แอดเดรสพื้นฐานของพอร์ตอนุกรมมี 4 ตำแหน่งดังนี้คือ

COM1 : 3F8H

COM2 : 2F8H

COM3 : 3E8H

COM4 : 2E8H

เมื่อเริ่มเปิดเครื่องเพื่อใช้งานคอมพิวเตอร์ ไบออสภายในเครื่องคอมพิวเตอร์จะทำการตรวจสอบแอดเดรสของพอร์ตอนุกรมทั้งหมด ถ้าไบออสตรวจพบแอดเดรสของพอร์ตอนุกรม ไบออสจะนำแอดเดรสที่ตรวจพบไปเก็บไว้ในหน่วยความจำขนาด 2 ไบต์ สำหรับพอร์ตอนุกรม COM1 จะเก็บไว้ที่แอดเดรส 0000 : 0400H และ 0000 : 0401H ส่วนตำแหน่งอื่นๆ มีรายละเอียดดังนี้

COM2 = 0000 : 0402H – 0000 : 0403H

COM3 = 0000 : 0404H – 0000 : 0405H

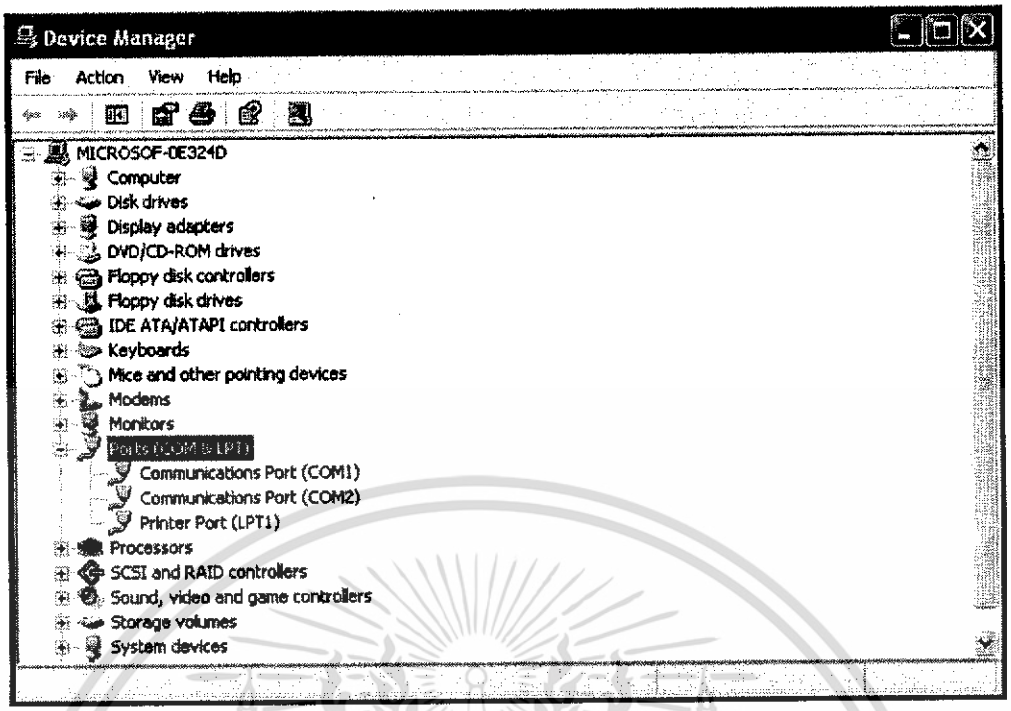
COM4 = 0000 : 0406H – 0000 : 0407H

นอกจากนี้ หน่วยความจำแอดเดรส 0000 : 0411H ยังใช้สำหรับแสดงจำนวนพอร์ตอนุกรมที่มีใช้อยู่ในคอมพิวเตอร์อีกด้วย โดยมีรายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 2.7

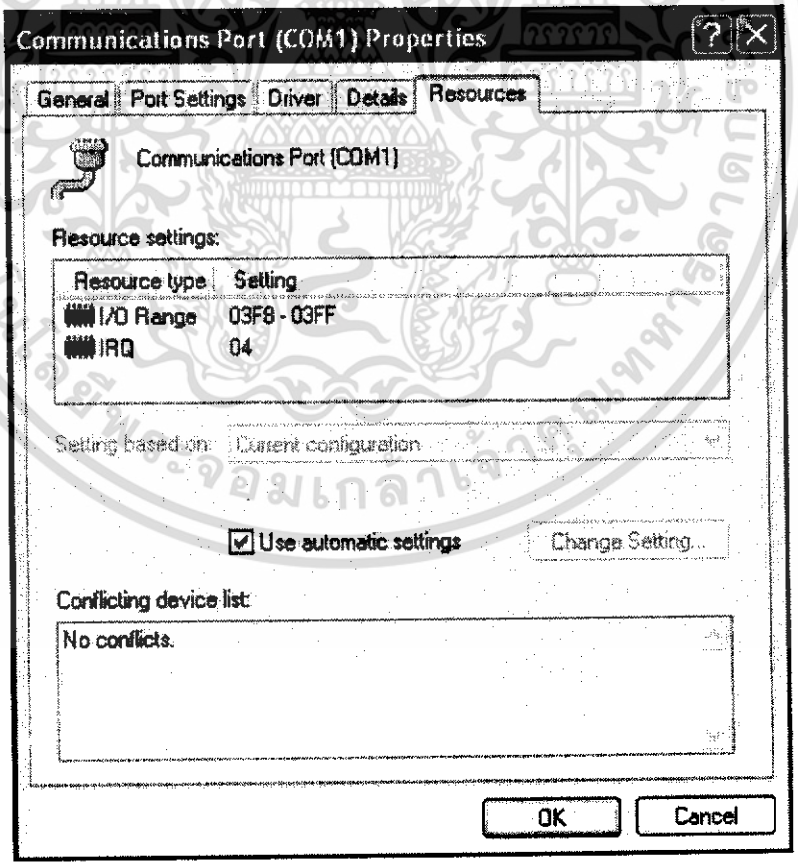
ตารางที่ 2.7 แสดงข้อมูลในแอดเดรส 0000 : 0411H ที่ใช้แจ้งจำนวนพอร์ตอนุกรม

บิต 3	บิต 2	บิต 1	จำนวนพอร์ต
0	0	0	ไม่มีพอร์ตอนุกรม
0	0	1	มีพอร์ตอนุกรม 1 พอร์ต
0	1	0	มีพอร์ตอนุกรม 2 พอร์ต
0	1	1	มีพอร์ตอนุกรม 3 พอร์ต
1	0	0	มีพอร์ตอนุกรม 4 พอร์ต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.29 แสดงตำแหน่งของพอร์ตอนุกรมบนระบบปฏิบัติการวินโดวส์ XP



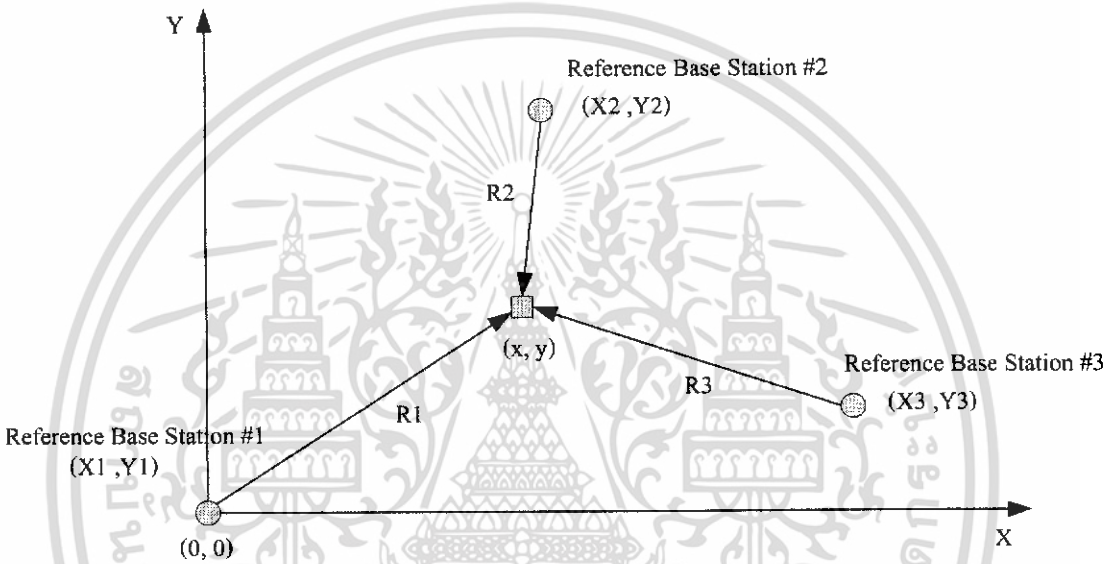
รูปที่ 2.30 หน้าต่างแสดงรายละเอียดของพอร์ตอนุกรมบนวินโดวส์ XP

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การวิเคราะห์ คำนวณ และการออกแบบ

3.1 การคำนวณหาตำแหน่งผู้ใช้

ในการทดสอบระบบ ถ้าหากว่าในพื้นที่มีสถานีฐาน 3 สถานี ดังแสดงในรูปที่ 3.1 ตำแหน่งของผู้ใช้โทรศัพท์สามารถหาได้จากจุดที่ความเข้มสัญญาณของแต่ละสถานีฐานตัดกัน ระบบนี้แสดงดังรูปที่ 3.1 สมมติให้ตำแหน่งของผู้ใช้โทรศัพท์แทนด้วย x และ y สามารถหาได้ดังนี้



รูปที่ 3.1 แสดงพิกัดของสถานีฐานและเครื่องโทรศัพท์ที่สมมติขึ้น

$$x(t) = \frac{\left(1-\frac{Y_3}{Y_2}\right)R_1^2(t)+\left(\frac{Y_3}{Y_2}\right)R_2^2(t)-R_3^2(t)-\left(\frac{Y_3}{Y_2}\right)\left(X_2^2+Y_2^2\right)+X_3^2+Y_3^2}{\left(2X_3-2X_2\left(\frac{Y_3}{Y_2}\right)\right)} \qquad (3.1)$$

$$y(t) = \frac{\left(1-\frac{X_3}{X_2}\right)R_1^2(t)+\left(\frac{X_3}{X_2}\right)R_2^2(t)-R_3^2(t)-\left(\frac{X_3}{X_2}\right)\left(X_2^2+Y_2^2\right)+X_3^2+Y_3^2}{\left(2Y_3-2Y_2\left(\frac{X_3}{X_2}\right)\right)} \qquad (3.2)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กำหนดให้

x : ตำแหน่งของเครื่องโทรศัพท์บนแกน x

y : ตำแหน่งของเครื่องโทรศัพท์บนแกน y

X1 : ตำแหน่งอ้างอิงสถานีฐานที่ 1 บนแกน x (สมมติให้อยู่ที่ตำแหน่ง 0)

Y1 : ตำแหน่งอ้างอิงสถานีฐานที่ 1 บนแกน y (สมมติให้อยู่ที่ตำแหน่ง 0)

X2 : ตำแหน่งอ้างอิงสถานีฐานที่ 2 บนแกน x

Y2 : ตำแหน่งอ้างอิงสถานีฐานที่ 2 บนแกน y

X3 : ตำแหน่งอ้างอิงสถานีฐานที่ 3 บนแกน x

Y3 : ตำแหน่งอ้างอิงสถานีฐานที่ 3 บนแกน y

R1 : ระยะทางจากสถานีฐานที่ 1 ถึงเครื่องโทรศัพท์ (เมตร)

R2 : ระยะทางจากสถานีฐานที่ 2 ถึงเครื่องโทรศัพท์ (เมตร)

R3 : ระยะทางจากสถานีฐานที่ 3 ถึงเครื่องโทรศัพท์ (เมตร)

จากสมการที่ (3.1) หาได้จากสมการวงกลมของแต่ละสถานีฐานดังนี้

$$x^2 + y^2 = R_1^2 \qquad (3.3)$$

$$(x - x_2)^2 + (y - y_2)^2 = R_2^2 \qquad (3.4)$$

$$(x - x_3)^2 + (y - y_3)^2 = R_3^2 \qquad (3.5)$$

จากสมการที่ (3.4) กระจายสมการออกจะได้

$$x^2 - 2xx_2 + x_2^2 + y^2 - 2yy_2 + y_2^2 = R_2^2$$

$$(x^2 + y^2) - 2(xx_2 + yy_2) + (x_2^2 + y_2^2) = R_2^2$$

$$(x^2 + y^2) = R_2^2 + 2(xx_2 + yy_2) - (x_2^2 + y_2^2)$$

จากสมการที่ (3.3) แทนค่า $x^2 + y^2 = R_1^2$ จะได้

$$R_1^2 = R_2^2 + 2(xx_2 + yy_2) - (x_2^2 + y_2^2)$$

จากสมการทำการหาค่า x จะได้

$$x = \frac{R_1^2 - R_2^2 + (x_2^2 + y_2^2) - 2yy_2}{2x_2} \qquad (3.6)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำการกระจายสมการที่ (3.5) จะได้

$$x^2 - 2xx_3 + x_3^2 + y^2 - 2yy_3 + y_3^2 = R_3^2$$

$$(x^2 + y^2) - 2(xx_3 + yy_3) + (x_3^2 + y_3^2) = R_3^2$$

$$(x^2 + y^2) = R_3^2 + 2(xx_3 + yy_3) - (x_3^2 + y_3^2)$$

แทนค่า R_1^2 ลงใน $x^2 + y^2$ จะได้

$$R_1^2 = R_2^2 + 2(xx_2 + yy_2) - (x_2^2 + y_2^2)$$

ทำการหาค่า y จะได้

$$y = \frac{R_1^2 - R_3^2 + (x_3^2 + y_3^2) - 2xx_3}{2y_3} \qquad (3.7)$$

แทนค่า y จากสมการที่ (3.7) ลงในสมการที่ (3.6)

$$x = \frac{1}{2x_2}\left[R_1^2 - R_2^2 + (x_2^2 + y_2^2) - 2y_2\left(\frac{R_1^2 - R_3^2 + (x_3^2 + y_3^2) - 2xx_3}{2y_3} \right) \right]$$

$$x = \frac{1}{2x_2}\left[R_1^2 - R_2^2 + (x_2^2 + y_2^2) - \frac{y_2}{y_3}R_1^2 + \frac{y_2}{y_3}R_3^2 - \frac{y_2}{y_3}(x_3^2 + y_3^2) + \frac{y_2}{y_3}(2xx_3) \right]$$

$$2xx_2 = \left(1 - \frac{y_2}{y_3} \right)R_1^2 - R_2^2 + \frac{y_2}{y_3}R_3^2 + (x_2^2 + y_2^2) - \frac{y_2}{y_3}(x_3^2 + y_3^2) + \frac{y_2}{y_3}(2xx_3)$$

$$2xx_2 - \frac{y_2}{y_3}(2xx_3) = \left(1 - \frac{y_2}{y_3} \right)R_1^2 - R_2^2 + \frac{y_2}{y_3}R_3^2 + (x_2^2 + y_2^2) - \frac{y_2}{y_3}(x_3^2 + y_3^2)$$

$$\left(2x_2 - 2x_3\left(\frac{y_2}{y_3} \right) \right)x = \left(1 - \frac{y_2}{y_3} \right)R_1^2 - R_2^2 + \frac{y_2}{y_3}R_3^2 + (x_2^2 + y_2^2) - \frac{y_2}{y_3}(x_3^2 + y_3^2)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$x = \frac{\left(1-\frac{y_2}{y_3}\right)R_1^2 - R_2^2 + \frac{y_2}{y_3}R_3^2 + \left(x_2^2+y_2^2\right) - \frac{y_2}{y_3}\left(x_3^2+y_3^2\right)}{2x_2 - 2x_3\left(\frac{y_2}{y_3}\right)} \bullet \frac{\left(-\frac{y_3}{y_2}\right)}{\left(-\frac{y_3}{y_2}\right)}$$

ดังนั้นจะได้สมการค่าตำแหน่ง x ของเครื่องรับโทรศัพท์ดังนี้

$$x = \frac{\left(1-\frac{y_3}{y_2}\right)R_1^2 + \frac{y_3}{y_2}R_2^2 - R_3^2 - \frac{y_3}{y_2}\left(x_2^2+y_2^2\right) + \left(x_3^2+y_3^2\right)}{2x_3 - 2x_2\left(\frac{y_3}{y_2}\right)} \qquad (3.8)$$

ทำการหาสมการของตำแหน่ง y โดยแทนค่า x จากสมการที่ (3.6) ลงในสมการที่ (3.7)

$$y = \frac{1}{2y_3}\left[R_1^2 - R_3^2 + (x_3^2+y_3^2) - 2x_3\left(\frac{R_1^2 - R_2^2 + (x_2^2+y_2^2) - 2yy_2}{2x_2}\right)\right]$$

$$y = \frac{1}{2y_3}\left[R_1^2 - R_3^2 + (x_3^2+y_3^2) - \frac{x_3}{x_2}R_1^2 + \frac{x_3}{x_2}R_2^2 - \frac{x_3}{x_2}(x_2^2+y_2^2) + \frac{x_3}{x_2}(2yy_2)\right]$$

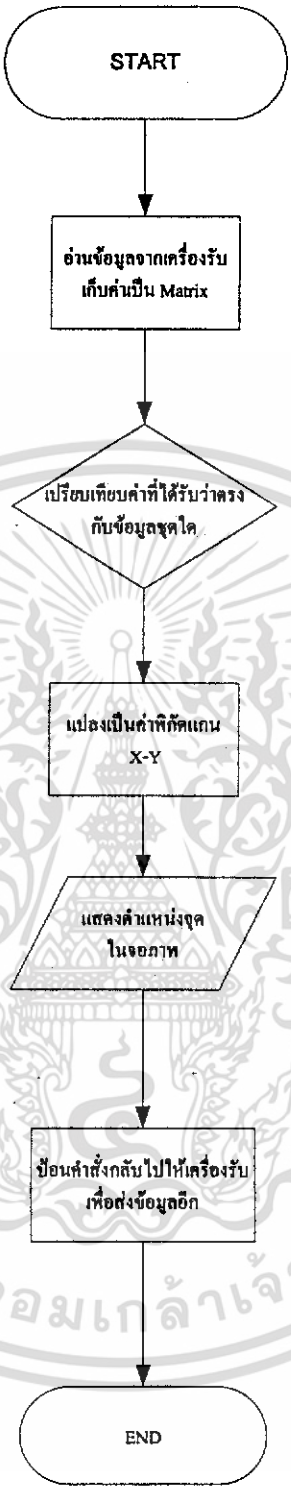
$$2yy_3 - \frac{x_3}{x_2}(2yy_2) = \left(1-\frac{x_3}{x_2}\right)R_1^2 - R_3^2 + \frac{x_3}{x_2}R_2^2 + (x_3^2+y_3^2) - \frac{x_3}{x_2}(x_2^2+y_2^2)$$

$$\left(2y_3 - 2y_2\left(\frac{x_3}{x_2}\right)\right)y = \left(1-\frac{x_3}{x_2}\right)R_1^2 - R_3^2 + \frac{x_3}{x_2}R_2^2 + (x_3^2+y_3^2) - \frac{x_3}{x_2}(x_2^2+y_2^2)$$

ดังนั้นจะได้สมการค่าตำแหน่ง y ของเครื่องรับโทรศัพท์ดังนี้

$$y = \frac{\left(1-\frac{x_3}{x_2}\right)R_1^2 + \frac{x_3}{x_2}R_2^2 - R_3^2 - \frac{x_3}{x_2}\left(x_2^2+y_2^2\right) + \left(x_3^2+y_3^2\right)}{2y_3 - 2y_2\left(\frac{x_3}{x_2}\right)} \qquad (3.9)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.2 โฟลว์ชาร์ตการทำงานของโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่4

การทดลองและผลการทดลอง

จากการทดลองวัดค่าระดับสัญญาณด้วยเครื่อง PHS FIELD PROTOCOL ANALYZER จะได้ค่าความแรงของสัญญาณจากสถานีเซลทั้ง 3 สถานี ดังนี้

สถานีเซลที่ 1 หมายเลข ID 808E4780160

ระยะห่างจากสถานีเซล (เมตร)	ความแรงของสัญญาณ (dBμV)
10	80.1
20	77.5
30	73.2
40	70.2
50	66.3
60	64.1
70	61.1
80	59.0
90	57.5
100	53.2
110	50.2
120	46.5
130	43.3
140	41.2
150	37.2
160	33.5
170	30.0
180	19.8
190	17.0
200	15.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สถานีเซลที่ 2 หมายเลข ID 808E4780170

ระยะห่างจากสถานีเซล (เมตร)	ความแรงของสัญญาณ (dBμV)
10	76.2
20	71.2
30	69.0
40	65.1
50	61.8
60	51.2
70	53.4
80	50.5
90	46.5
100	42.5
110	39.1
120	35.1
130	31.0
140	27.1
150	22.8
160	18.5
170	15.8
180	10.8
190	7.2
200	5.2

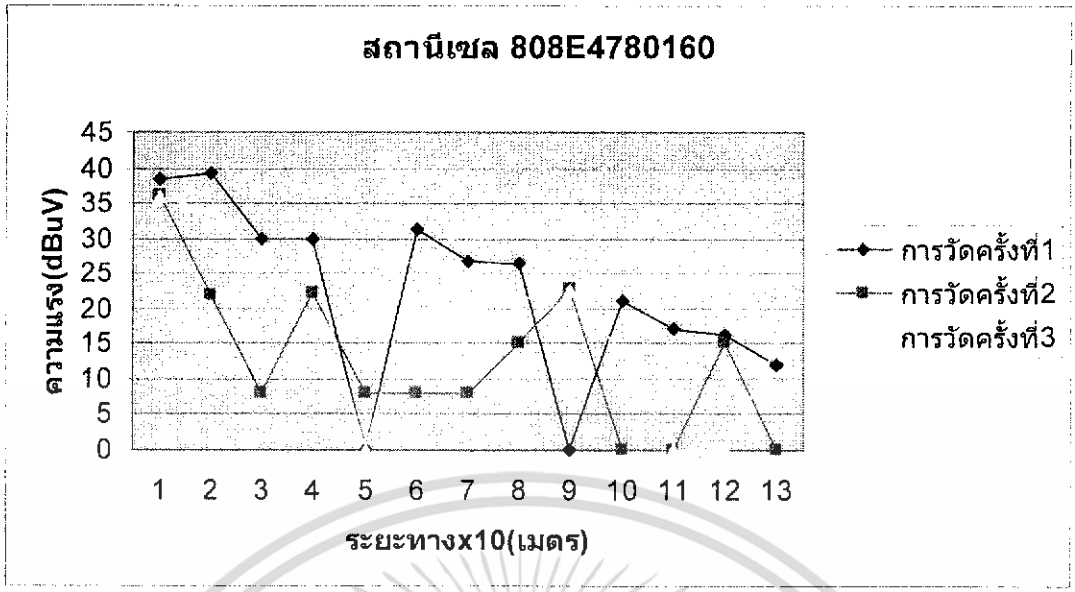
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สถานีเซลที่ 3 หมายเลข ID 808A0E01850

ระยะห่างจากสถานีเซล (เมตร)	ความแรงของสัญญาณ (dBμV)
10	73.2
20	71.2
30	68.0
40	65.1
50	63.1
60	61.2
70	59.5
80	55.2
90	52.1
100	47.2
110	42.2
120	38.1
130	34.8
140	28.0
150	25.1
160	20.0
170	15.1
180	5.8
190	3.1
200	1.0

จากสัญญาณที่ได้ในการวัดไปตามเส้นทางใดๆนั้นเมื่อนำค่าความแรงของสถานีเซลใดๆ มาพล็อตกราฟจะได้กราฟเป็นลักษณะดังรูปที่ 4.1 ซึ่งในโครงงานนี้จะใช้ค่าระดับสัญญาณจากสถานีเซลที่มีความแรงที่สุดในพื้นที่จำนวน 3 สถานี เพื่อนำไปหาตำแหน่งของผู้ใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



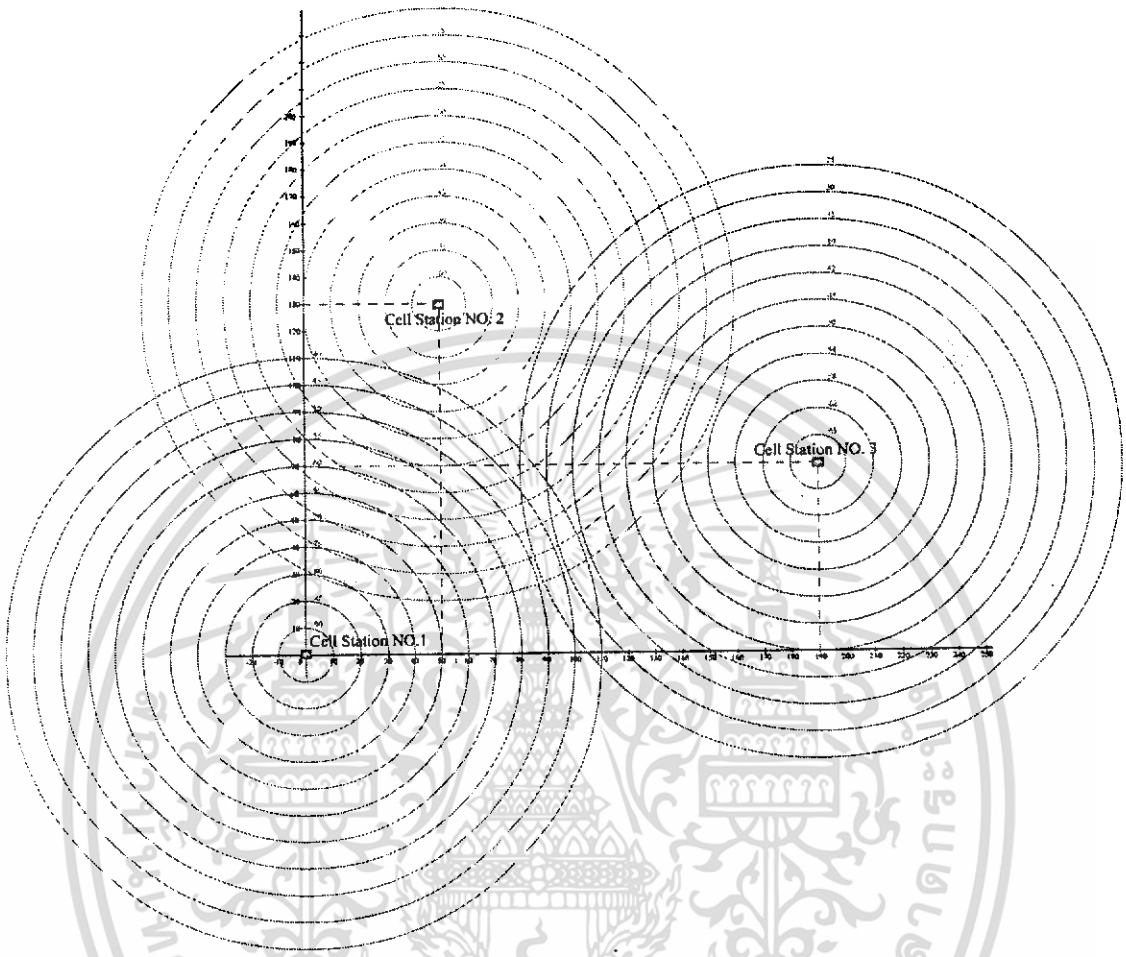
รูปที่ 4.1 กราฟแสดงระดับสัญญาณของสถานีเซลพีซีทีหมายเลข 808E4780160

จากกราฟที่ได้แสดงให้เห็นถึงความไม่คงที่ของสัญญาณที่วัดได้ในจุดเดียวกันในแต่ละครั้ง โดยค่าของสัญญาณจุดๆ หนึ่งจะมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา แต่กระนั้น สัญญาณดังกล่าวจะมีการเปลี่ยนแปลงระดับสัญญาณที่ตำแหน่งหนึ่งๆ อยู่เป็นช่วงๆ และจะมีค่าเป็นค่าสูงสุดและต่ำสุดไม่กว้างมากนัก สามารถหาค่าเฉลี่ยของสัญญาณในทุกๆ ระยะที่ทำการวัดได้

ในส่วนของการบอกตำแหน่งนั้นจะใช้จุดตัดของสัญญาณทั้ง 3 สถานีเซลที่ระยะนั้นๆ เป็นตัวกำหนด โดยจะทำการจำลองการออกแบบโปรแกรมและส่วนแสดงผลก่อนการลงมือเขียนโปรแกรมเพื่อนำไปใช้งานจริง ซึ่งจะกำหนดระดับสัญญาณและตำแหน่งของสถานีเซลไว้ โดยค่าที่นำมาใช้แทนระดับความแรงของสัญญาณนั้นได้มาจากการเก็บค่าจริงแล้วนำมาเฉลี่ยให้ได้ค่าที่เหมาะสม จากการคำนวณค่าโดยกำหนดสัญญาณให้เป็นรัศมีวงกลมเท่าๆ กัน และในแต่ละวงของแต่ละสถานีเซล กำหนดค่าใน แต่ละวงเป็นค่าสูงสุดต่ำสุด และให้ระยะห่างในแต่ละวงของแต่ละสถานีเซลห่างกัน 10 เมตร ในการจำลองผลการทำงานจะกำหนดให้การลดลงของสัญญาณในแต่ละวงของแต่ละสถานีเซลนั้นเท่าๆ กัน เพื่อให้สะดวกแก่การคำนวณหาตำแหน่งของผู้ใช้

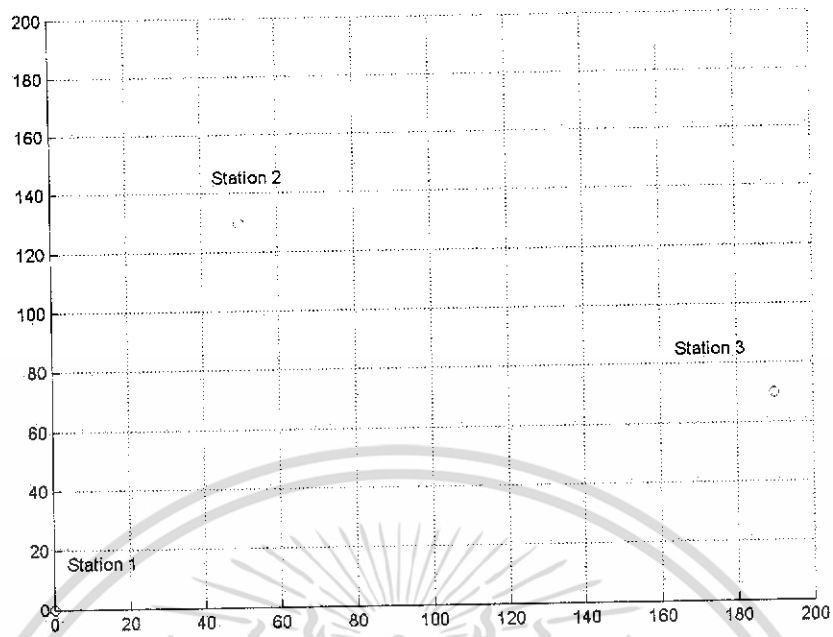
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กำหนดให้ สถานีเซล 1, 2, และ 3 อยู่ที่ตำแหน่ง x, y เท่ากับ (0, 0) (50, 130) และ (190, 70) ตามลำดับ



รูปที่ 4.2 แสดงระดับสัญญาณและตำแหน่งของสถานีเซลทั้ง 3 สถานี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

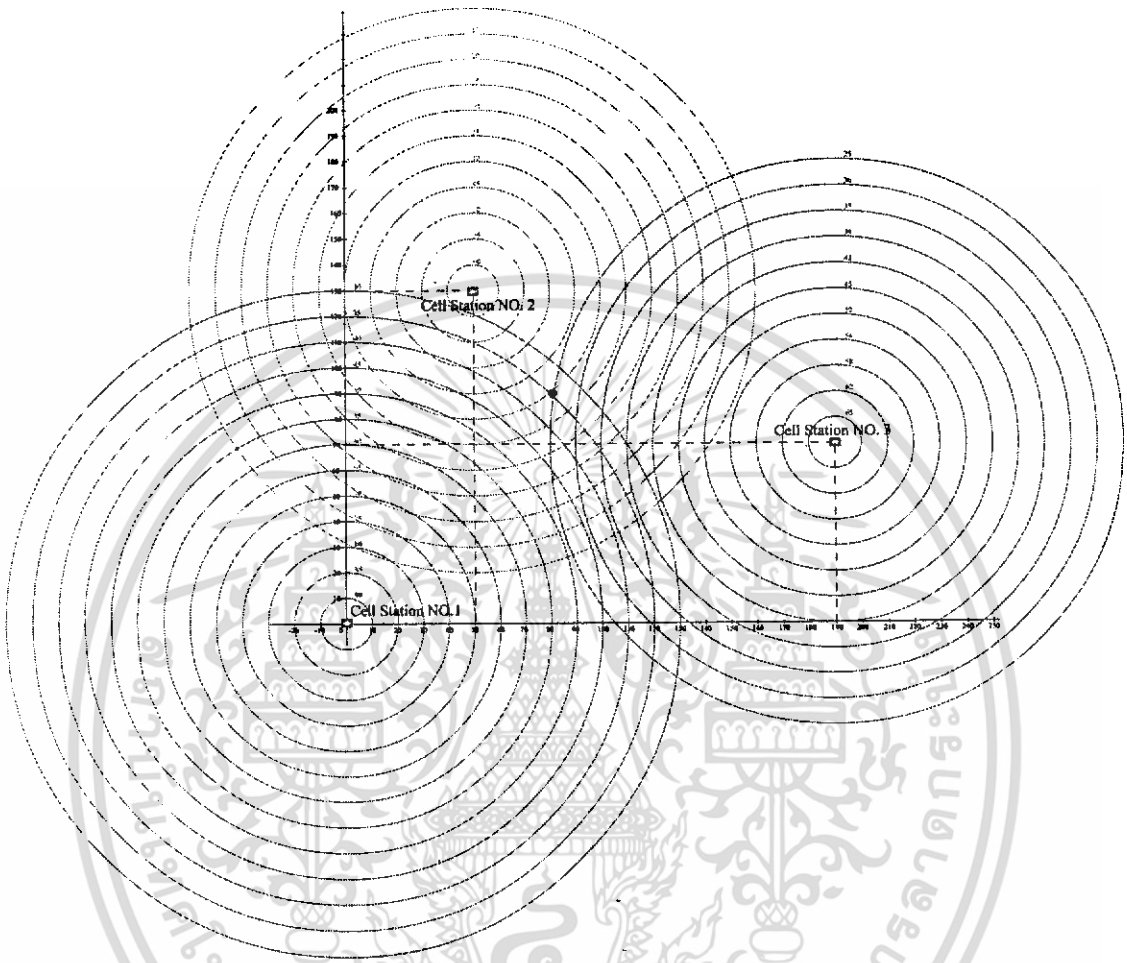


รูปที่ 4.3 แสดงตำแหน่งของสถานีเซลในโปรแกรม MATLAB

ในการออกแบบโปรแกรมจะกำหนดค่าระดับสัญญาณไว้ในตัวโปรแกรม จะมีลักษณะดังรูปที่ 4.3 ซึ่งไม่สามารถแสดงผลให้เห็นระดับสัญญาณที่มีรัศมีเป็นวงกลมได้ในตัวโปรแกรม MATLAB

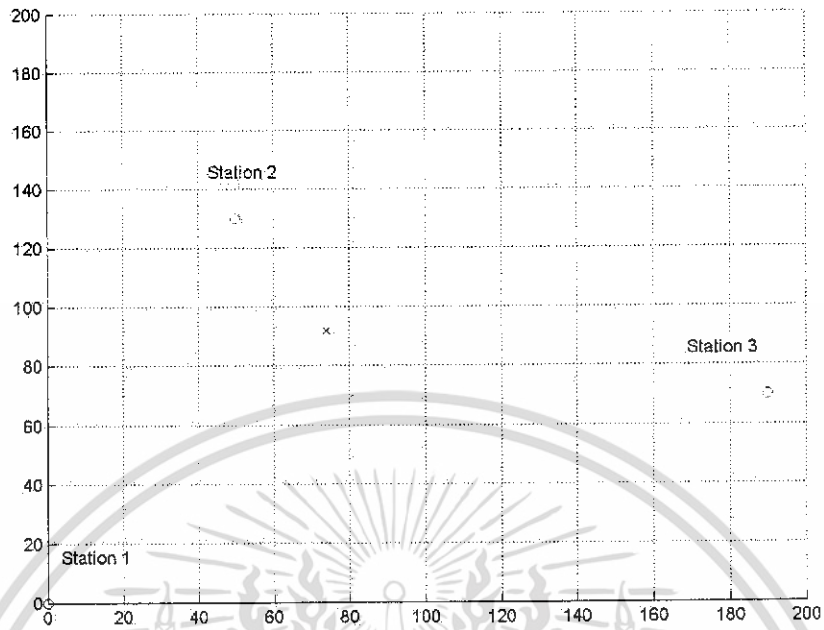
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อกำหนดให้สัญญาณที่รับได้จากสถานีเซล 1,2 และ 3 เท่ากับ 35 dBμV, 40 dBμV, 25 dBμV ตามลำดับ



รูปที่ 4.4 แสดงตำแหน่งของผู้ใช้ที่สมมติขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.5 แสดงผลที่โปรแกรม MATLAB คำนวณหาตำแหน่งได้

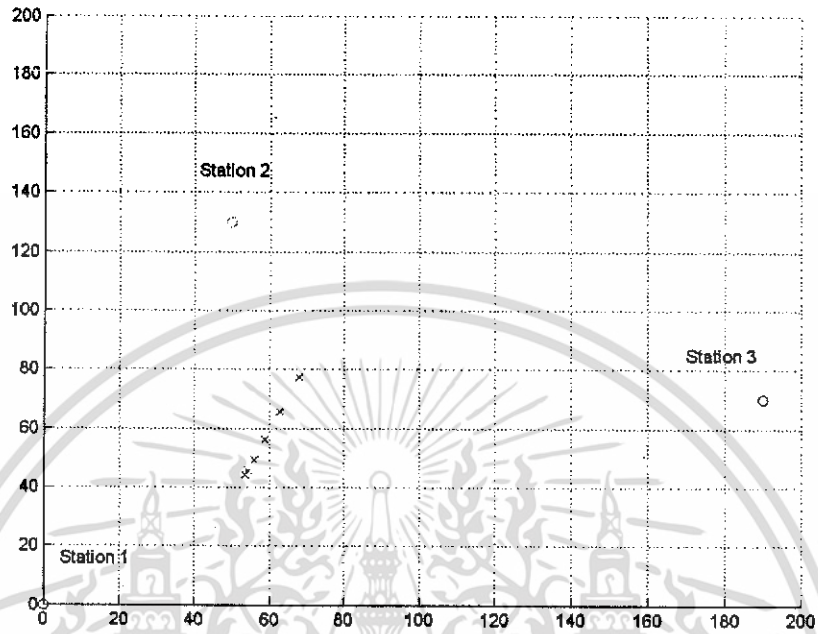
ค่าที่ได้จากการคำนวณหารัศมีของจุดตัดสัญญาณทั้ง 3 สถานีในแกน x, y จะได้ค่า

x = 82.901

y = 84.269

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

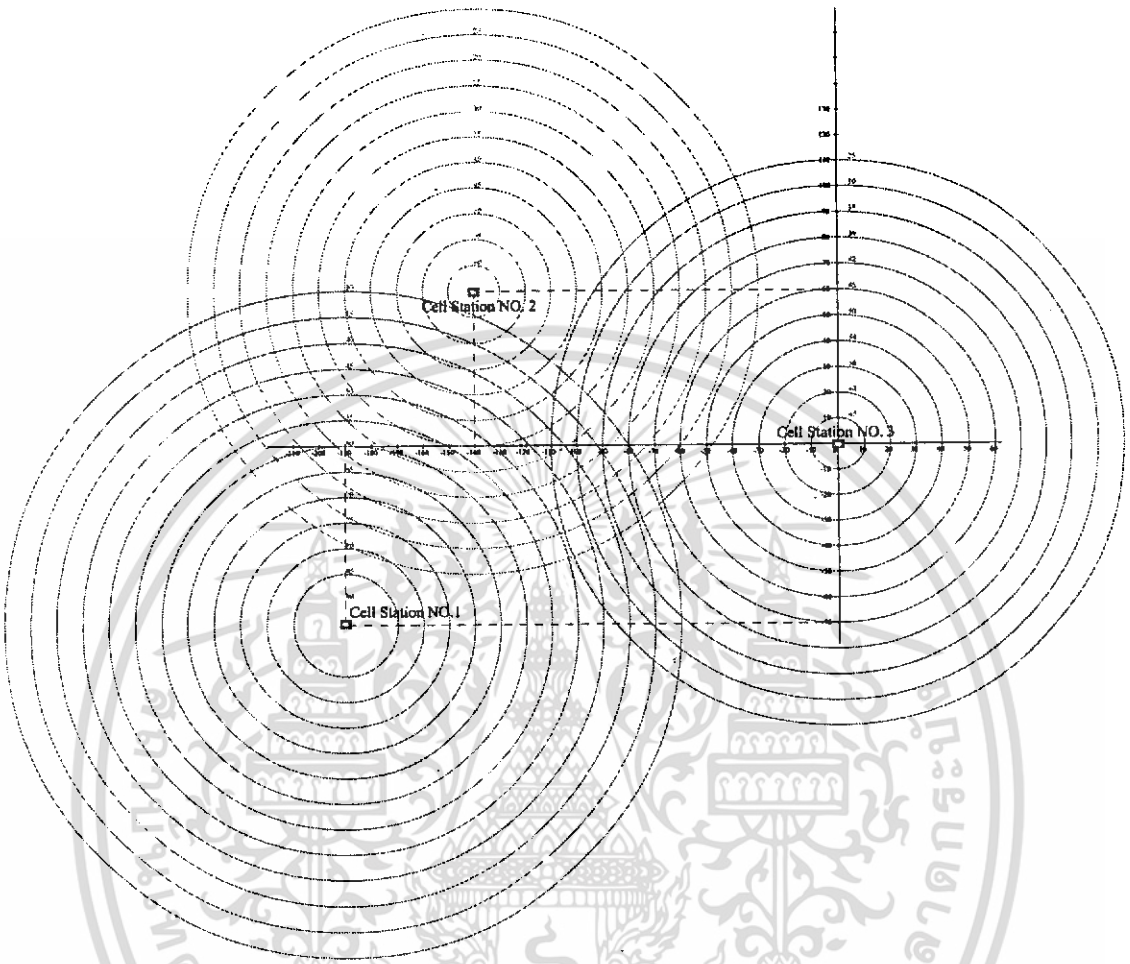
เมื่อกำหนดให้ค่าสัญญาณที่รับได้ที่ สถานีเซล1 มากกว่าหรือน้อยกว่า ค่าที่รับได้จริง จะได้ค่าที่ตำแหน่ง x, y ที่ผิดพลาดมาก



รูปที่ 4.6 แสดงผลที่เกิดความผิดพลาดเนื่องจากระดับสัญญาณที่ได้จากสถานีเซลไม่ตรงกับค่าจริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

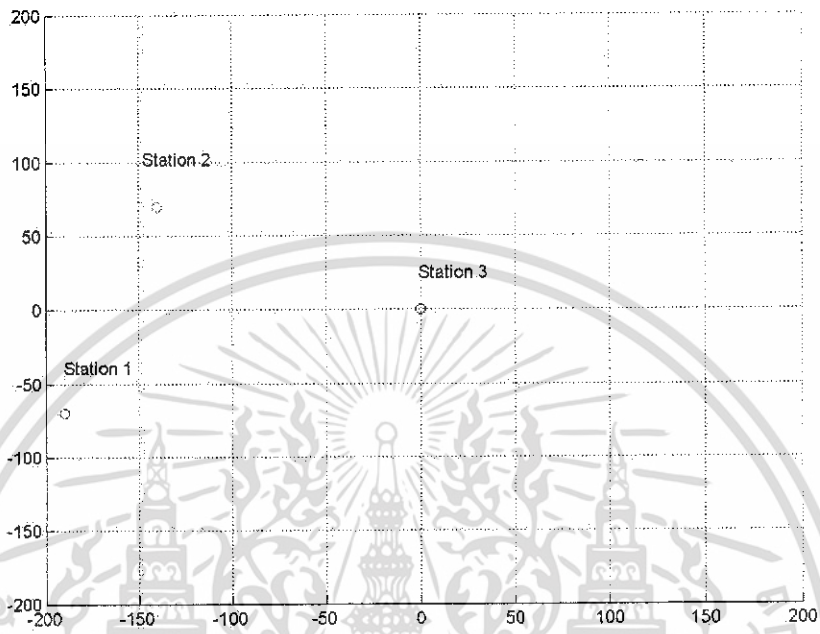
ทดลองเปลี่ยนตำแหน่งสถานีเซลให้สถานีเซล 3 เป็นสถานีอ้างอิงอยู่ที่ตำแหน่ง (0,0)



รูปที่ 4.7 แสดงตำแหน่งของสถานีเซล 3 เป็นสถานีอ้างอิง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

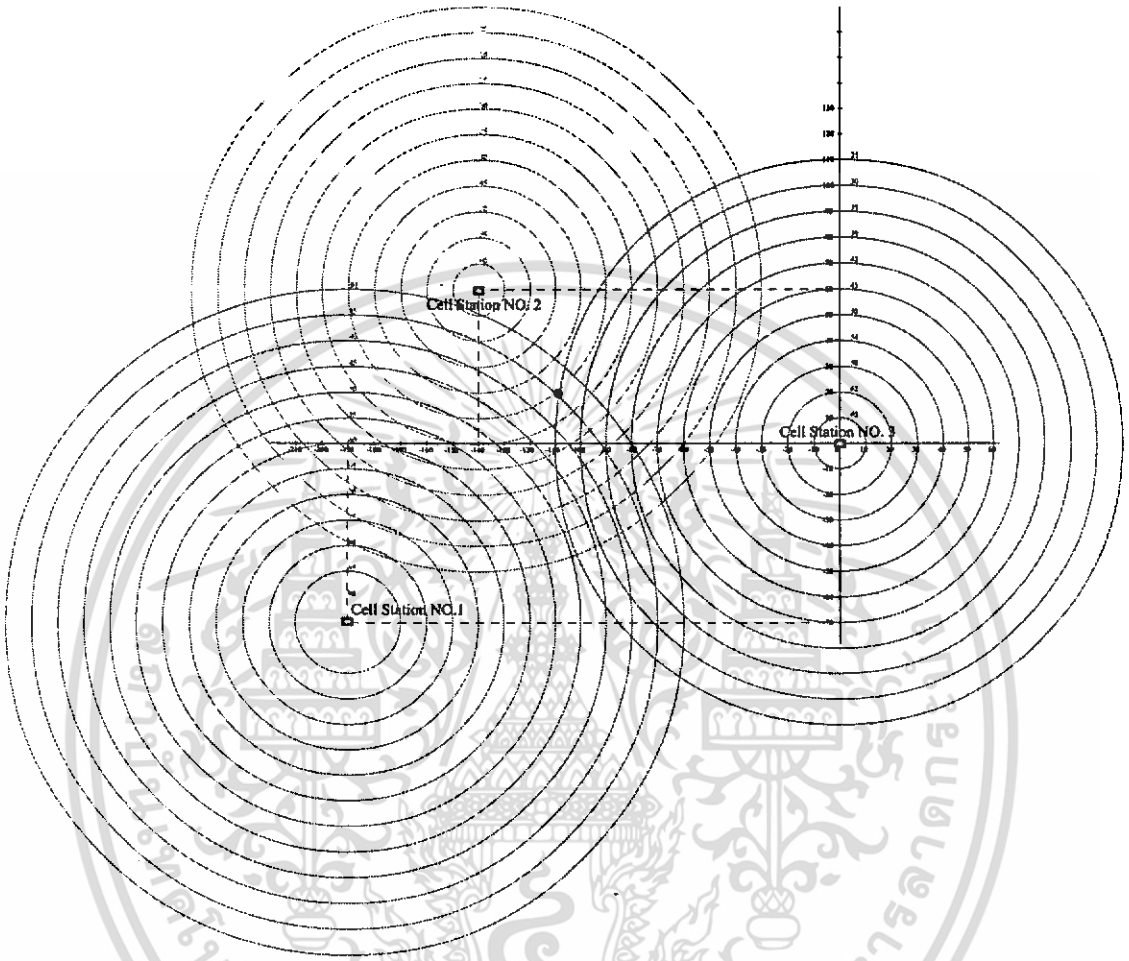
เมื่อกำหนดสถานีเซล 3 เป็นสถานีอ้างอิง คือ เป็นการสมมติให้มีสถานีเซลอยู่ทางฝั่งซ้ายของสถานีอ้างอิง และให้ระดับความแรงของสัญญาณในแต่ละสถานีเซลมีค่าเท่าเดิม



รูปที่ 4.8 แสดงผลจากโปรแกรม MATLAB ที่กำหนดให้สถานีเซล 3 เป็นสถานีอ้างอิง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

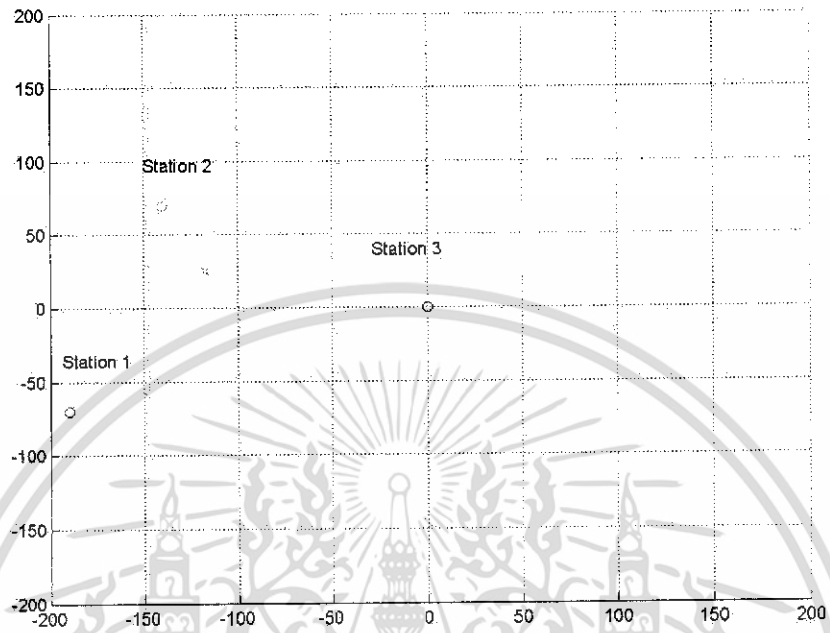
เมื่อกำหนดให้สัญญาณที่รับได้ที่ สถานีเซล 1,2 และ 3 เท่ากับ 35 dBμV, 40 dBμV, 25 dBμV ตามลำดับ



รูปที่ 4.9 แสดงตำแหน่งผู้ใช้ที่สมมติขึ้นโดยมีระดับความแรงของสัญญาณเท่าเดิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะได้ตำแหน่งของผู้ใช้ที่ได้จากการคำนวณของโปรแกรม MATLAB ดังรูปข้างล่างนี้

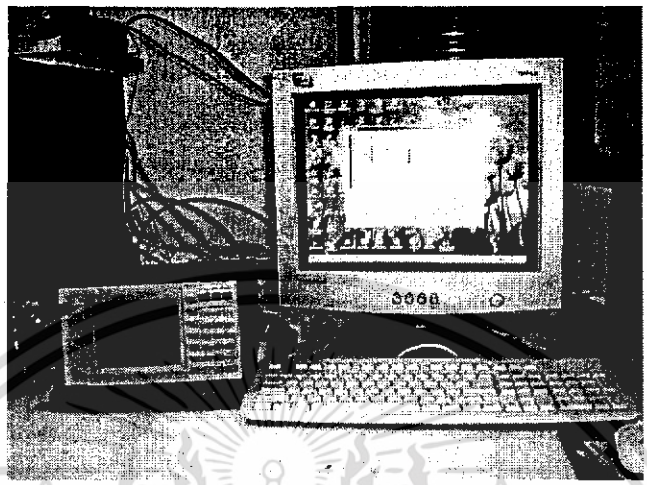


รูปที่ 4.10 แสดงผลที่ได้จากโปรแกรม MATLAB เมื่อเปลี่ยนสถานีอ้างอิงเป็นสถานี 3

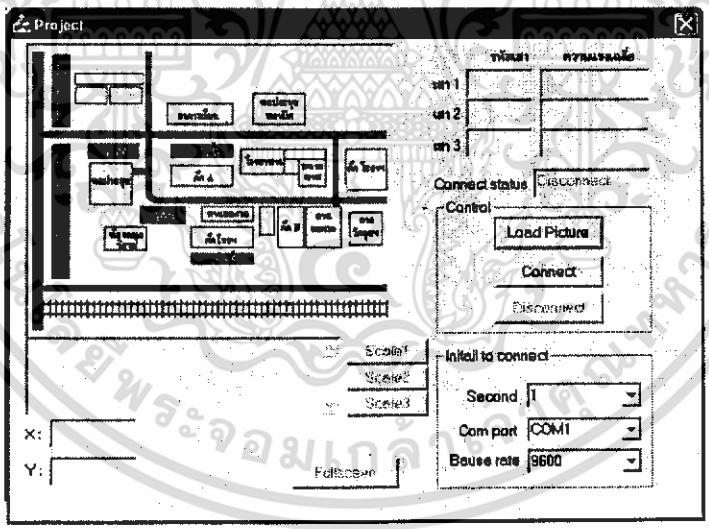
ผลจากโปรแกรมที่แสดงให้เห็นจะพบว่า ตำแหน่งของผู้ใช้ไม่ว่าจะอ้างอิงกับสถานีเซลใดๆ จะต้องมีจำนวนสถานีเซลไม่น้อยกว่าน้อยกว่า 3 สถานี จึงจะสามารถหาตำแหน่งของผู้ใช้ได้ โดยใช้รัศมีของระดับสัญญาณในแต่ละสถานีเซล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปการอินเตอร์เฟสของเครื่องวัดสัญญาณ PHS FIELD PROTOCAL ANALYZER กับ เครื่องคอมพิวเตอร์จะได้ผลออกมาดังรูปที่ 4.10



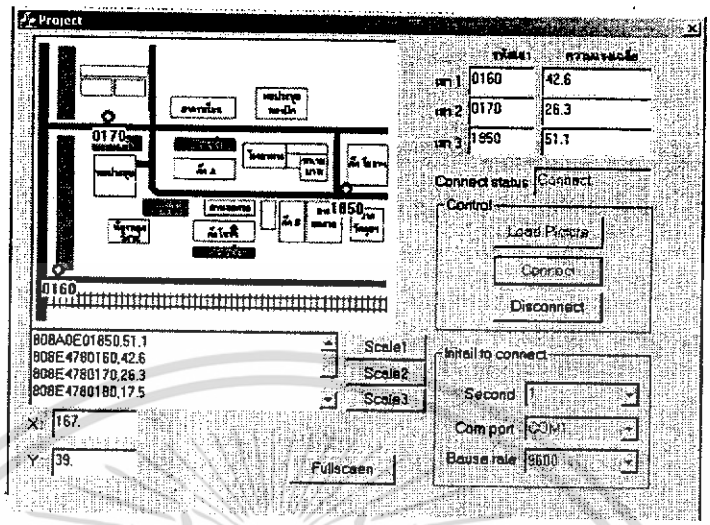
รูปที่ 4.11 ภาพถ่ายแสดงการเชื่อมต่อเครื่องวัดสัญญาณเข้ากับเครื่องคอมพิวเตอร์



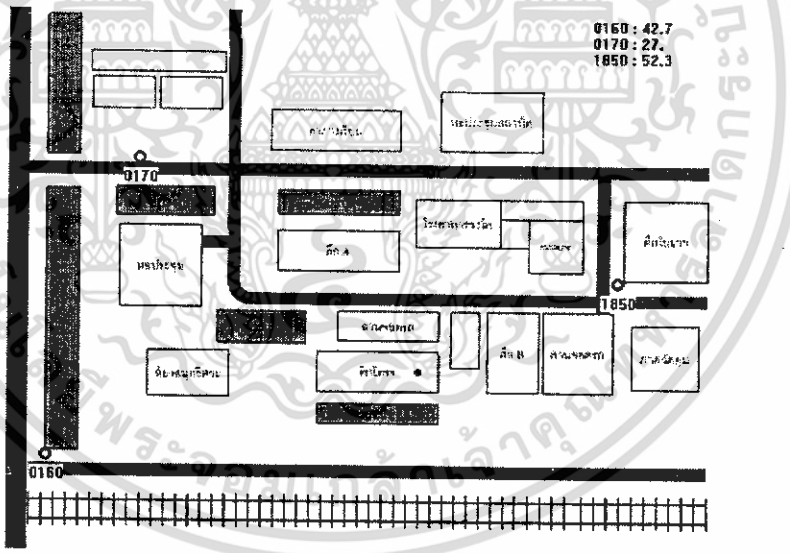
รูปที่ 4.12 แสดงรูปของโปรแกรมที่ใช้ในการแสดงตำแหน่งของผู้ใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อทดลองโปรแกรมเพื่อระบุตำแหน่งผู้ใช้โดยได้ทำการทดลองในห้อง T 106 จะเป็นไปในลักษณะดังรูปข้างล่าง



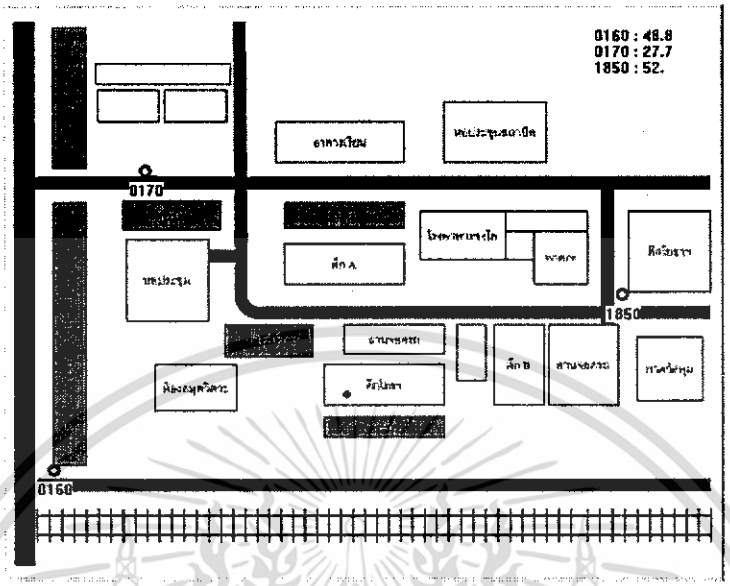
รูปที่ 4.13 แสดงรูปของโปรแกรมที่รับค่ามาจากเครื่องวัดสัญญาณ



รูปที่ 4.14 แสดงตำแหน่งผู้ใช้บนแผนที่พร้อมทั้งตำแหน่งสถานีเซล

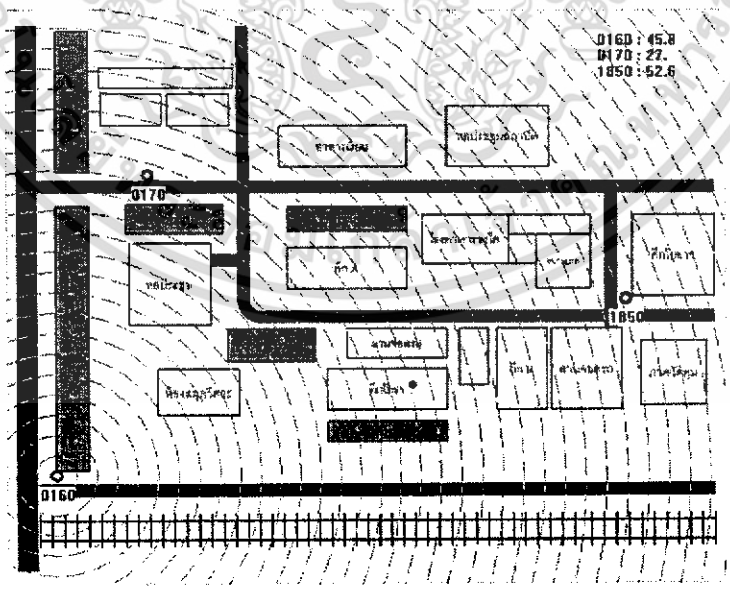
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อทำการเปลี่ยนตำแหน่งผู้ใช้โดยการเคลื่อนที่ห่างจากตำแหน่งเดิมเป็นระยะทาง 10 เมตร ไปตามทางเดินภายในอาคาร จะได้ผลออกมาดังรูปข้างล่างนี้



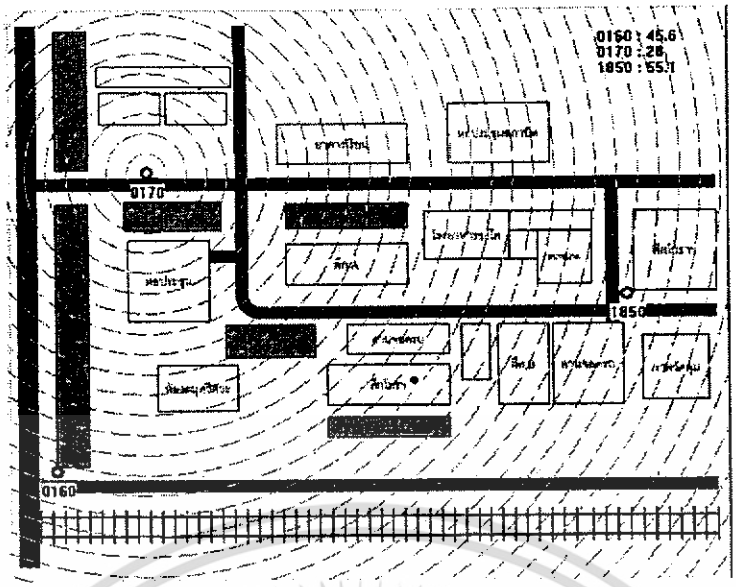
รูปที่ 4.15 แสดงตำแหน่งของผู้ใช้ห่างจากตำแหน่งเดิมเป็นระยะทาง 10 เมตร

ซึ่งในตัวโปรแกรมสามารถแสดงลักษณะการแพร่กระจายของสัญญาณแต่ละสถานีเซล โดยในแต่ละสถานีเซลจะมีหมายเลขประจำสถานีเซลนั้นๆ โดยรูปที่ 4.15 รูปที่ 4.16 และรูปที่ 4.17 จะเป็นการแพร่กระจายคลื่นของสถานีเซลที่ 1,2 และ3 ตามลำดับ

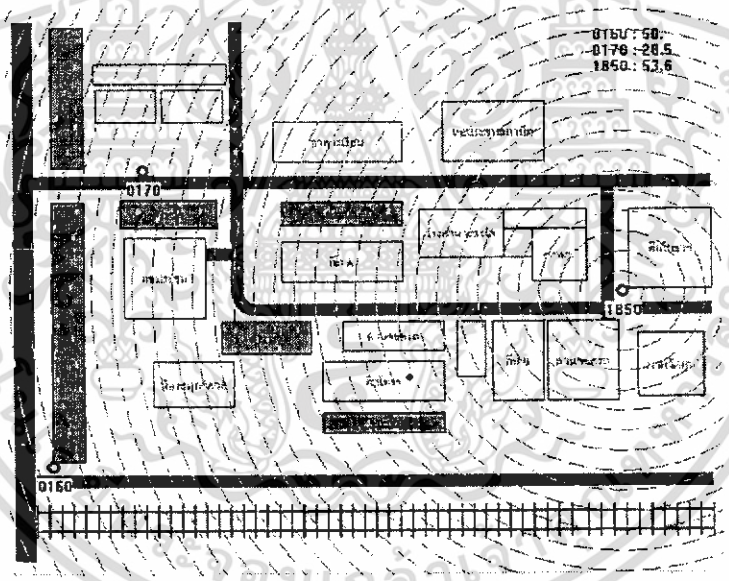


รูปที่ 4.16 แสดงการแพร่กระจายของสัญญาณที่สถานีเซล 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

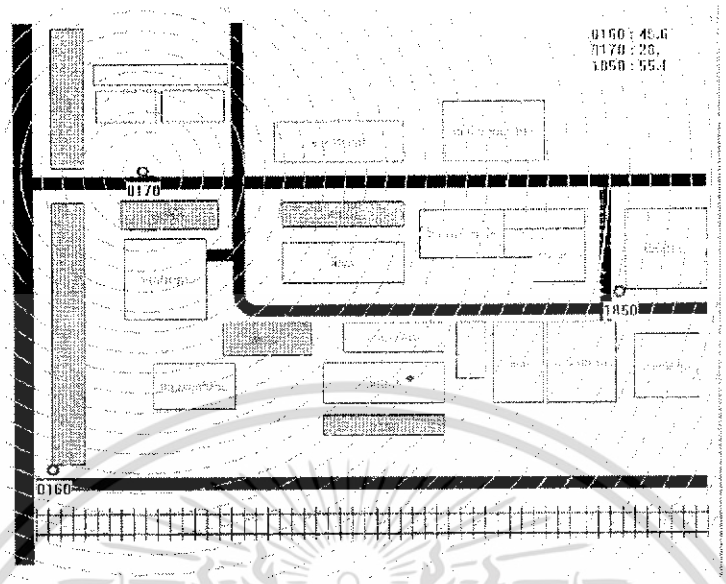


รูปที่ 4.17 แสดงการแพร่กระจายของสัญญาณที่สถานีเซล 2

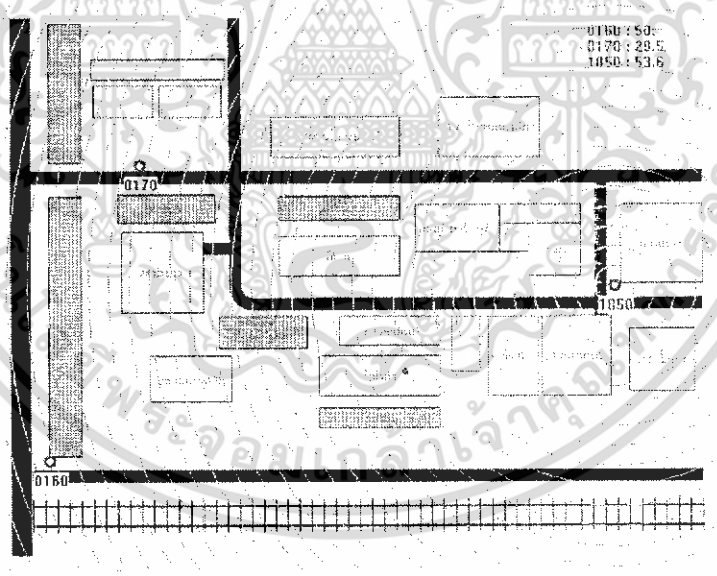


รูปที่ 4.18 แสดงการแพร่กระจายของสัญญาณที่สถานีเซล 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



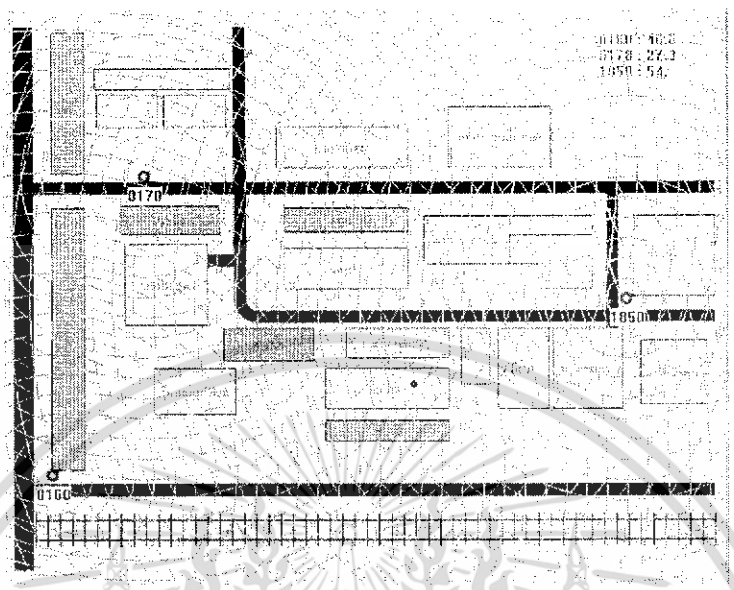
รูปที่ 4.17 แสดงการแพร่กระจายของสัญญาณที่สถานีเซล 2



รูปที่ 4.18 แสดงการแพร่กระจายของสัญญาณที่สถานีเซล 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการบอกตำแหน่งผู้ใช้นั้น สามารถทำได้โดยการหาตำแหน่งที่สัญญาณของทั้ง 3 สถานีเซลนั้นตัดกัน โดยสามารถแสดงให้เห็นได้ดังรูปที่ 4.19



รูปที่ 4.19 แสดงการแพร่กระจายของสัญญาณทุกสถานีเซล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
บทวิจารณ์และสรุปผล

ในปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ได้ทำการเสนอการแสดงตำแหน่งของผู้ใช้โดยใช้เครือข่ายพีซีที โครงงานนี้จะทำการศึกษาคุณลักษณะของสัญญาณ ซึ่งประกอบด้วยคุณลักษณะของรูปแบบการแพร่กระจายคลื่น การโพลาไรซ์ และอัตราการสูญเสีย เพื่อใช้สำหรับนำไปประยุกต์ใช้งาน วิธีการหาตำแหน่งผู้ใช้โดยเครือข่ายพีซีทีนั้น จากการทดสอบในการจำลองผลการทำงานด้วยค่าสัญญาณจากการประมาณจากการวัดระดับสัญญาณ และการคำนวณจากระยะทางบนแผนที่ ซึ่งได้ผลออกมาใกล้เคียงกันในทุกๆระยะ 10 เมตร จึงทำให้ต้องมีการเก็บค่าระดับสัญญาณเพื่อนำไปเป็นฐานข้อมูลเป็นจำนวนมาก จึงจะทำให้ได้ตำแหน่งของผู้ใช้ใกล้เคียงกับตำแหน่งจริงบนแผนที่ ค่าที่ส่งออกมาจากสถานีเซลของระบบโทรศัพท์พีซีทีนั้นจะมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา อันเนื่องมาจากการลดทอนจากสิ่งกีดขวางหรือสภาพอากาศรอบๆบริเวณที่ทำการวัด จึงทำให้ค่าที่ได้ในแต่ครั้งที่ทำการวัดนั้นคลาดเคลื่อนได้ จึงต้องมีการนำค่าที่ได้นั้นมาเฉลี่ยในจำนวนที่มากจึงจะได้ช่วงของระดับสัญญาณใกล้เคียงกับค่าจริงในเวลานั้นๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หนังสืออ้างอิง

[1] ยุทธนา ลีลาศวัฒนกุล, "คู่มือการเขียนโปรแกรมและใช้งาน Microsoft Visual C++ 6.0 ฉบับโปรแกรมเมอร์". อินโฟเพรส, นนทบุรี, 2544

[2] Chris Drane and Chris Rizos, "Positioning Systems in Intelligent Transportation Systems", Artech House Inc, 1998

[3] Leader Electronics Corp, "Instruction Manual PHS Field Protocol Analyzer", Japan, 1997

[4] Scott D.Elliott and Daniel J.Dailey, "Wireless Communications for Intelligent Transportation System", Artech House Inc, 1995

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
// ProjectDlg.cpp : implementation file
//

#include "stdafx.h"
#include "Project.h"
#include "ProjectDlg.h"
#include "FullDialog.h"

#ifdef _DEBUG
#define new DEBUG_NEW
#undef THIS_FILE
static char THIS_FILE[] = __FILE__;
#endif

const unsigned short MaxBuf = 100;
/////////////////////////////////////////////////////////////////////////////
// CAboutDlg dialog used for App About

class CAboutDlg : public CDialog
{
public:
	CAboutDlg();

// Dialog Data
	//{{AFX_DATA(CAboutDlg)
	enum { IDD = IDD_ABOUTBOX };
	//}}AFX_DATA

	// ClassWizard generated virtual function overrides
	//{{AFX_VIRTUAL(CAboutDlg)
	protected:
	virtual void DoDataExchange(CDataExchange* pDX);//DDX/DDV
support
	//}}AFX_VIRTUAL

// Implementation
protected:
	BOOL OpenPort(DCB dcb);
	//{{AFX_MSG(CAboutDlg)
	//}}AFX_MSG
	DECLARE_MESSAGE_MAP()
};

CAboutDlg::CAboutDlg() : CDialog(CAboutDlg::IDD)
{
	//{{AFX_DATA_INIT(CAboutDlg)
	//}}AFX_DATA_INIT
}

void CAboutDlg::DoDataExchange(CDataExchange* pDX)
{
	CDialog::DoDataExchange(pDX);
	//{{AFX_DATA_MAP(CAboutDlg)
	//}}AFX_DATA_MAP
}

BEGIN_MESSAGE_MAP(CAboutDlg, CDialog)
	//{{AFX_MSG_MAP(CAboutDlg)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            // No message handlers
      //}}AFX_MSG_MAP
END_MESSAGE_MAP()

/////////////////////////////////////////////////////////////////////////////
// CProjectDlg dialog

CProjectDlg::CProjectDlg(CWnd* pParent /*=NULL*/)
      : CDialog(CProjectDlg::IDD, pParent)
{
      //{{AFX_DATA_INIT(CProjectDlg)
      m_Baud = _T("9600");
      m_Port = _T("COM1");
      m_FData = _T("");
      m_Status = _T("Disconnect.");
      m_Second = _T("1");
      m_Picture = _T("");
      m_Id1 = _T("");
      m_Id2 = _T("");
      m_Id3 = _T("");
      PStatus = false;
      PActivate = false;
      ClosePortActivate = false;
      OpenPortActivate = false;
      Index = 0;
      Scal1 = false;
      Scal2= false;
      Scal3= false;
      Data1 = 0.0;
      Data2 = 0.0;
      Data3 = 0.0;
      SecoundNumber= 1;
      m_DataId1 = _T("");
      m_DataId2 = _T("");
      m_DataId3 = _T("");

      x1 = 0;
      y1 = 0;

      //}}AFX_DATA_INIT
      // Note that LoadIcon does not require a subsequent DestroyIcon
in Win32
      m_hIcon = AfxGetApp()->LoadIcon(IDR_MAINFRAME);
}

void CProjectDlg::DoDataExchange(CDataExchange* pDX)
{
      CDialog::DoDataExchange(pDX);
      //{{AFX_DATA_MAP(CProjectDlg)
      DDX_Text(pDX, IDC_BAUD, m_Baud);
      DDX_CBString(pDX, IDC_PORT, m_Port);
      DDX_Text(pDX, IDC_DATA, m_FData);
      DDX_Text(pDX, IDC_STATUS, m_Status);
      DDX_CBString(pDX, IDC_SECOND, m_Second);
      DDX_Text(pDX, IDC_PICTURE, m_Picture);
      DDX_Text(pDX, IDC_ID1, m_Id1);
      DDX_Text(pDX, IDC_ID2, m_Id2);
      DDX_Text(pDX, IDC_ID3, m_Id3);
      DDX_Text(pDX, IDC_DATAID1, m_DataId1);
      DDX_Text(pDX, IDC_DATAID2, m_DataId2);
      DDX_Text(pDX, IDC_DATAID3, m_DataId3);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
	//}}AFX_DATA_MAP
}

BEGIN_MESSAGE_MAP(CProjectDlg, CDialog)
	//{{AFX_MSG_MAP(CProjectDlg)
	ON_WM_SYSCOMMAND()
	ON_WM_PAINT()
	ON_WM_QUERYDRAGICON()
	ON_BN_CLICKED(IDC_BUTTONPIC, OnButtonpic)
	ON_BN_CLICKED(IDC_START, OnStart)
	ON_BN_CLICKED(IDC_STOP, OnStop)
	ON_BN_CLICKED(IDC_SCALE1, OnScale1)
	ON_BN_CLICKED(IDC_SCALE2, OnScale2)
	ON_BN_CLICKED(IDC_SCALE3, OnScale3)
	ON_BN_CLICKED(IDC_FULLSCEEN, OnFullsceen)
	//}}AFX_MSG_MAP
END_MESSAGE_MAP()

/////////////////////////////////////////////////////////////////////////////
// CProjectDlg message handlers

BOOL CProjectDlg::OnInitDialog()
{
	CDialog::OnInitDialog();

	// Add "About..." menu item to system menu.

	// IDM_ABOUTBOX must be in the system command range.
	ASSERT((IDM_ABOUTBOX & 0xFFF0) == IDM_ABOUTBOX);
	ASSERT(IDM_ABOUTBOX < 0xF000);

	CMenu* pSysMenu = GetSystemMenu(false);
	if (pSysMenu != NULL)
	{
	 CString strAboutMenu;
	 strAboutMenu.LoadString(IDS_ABOUTBOX);
	 if(!strAboutMenu.IsEmpty())
	   {
	    pSysMenu->AppendMenu(MF_SEPARATOR);
	    pSysMenu->AppendMenu(MF_STRING,IDM_ABOUTBOX, strAboutMenu);
	   }
	}

 //Set the icon for this dialog. The framework does this automatically
	//  when the application's main window is not a dialog
	SetIcon(m_hIcon, true);			// Set big icon
	SetIcon(m_hIcon, false);		// Set small icon

	// TODO: Add extra initialization here

	m_Data.SubclassDlgItem(IDC_DATA, this);
	m_Data.EnableWindow(true);

	GetDlgItem(IDC_START)->EnableWindow(true);
	GetDlgItem(IDC_STOP)->EnableWindow(false);

	GetDlgItem(IDC_SCALE1)->EnableWindow(false);
	GetDlgItem(IDC_SCALE2)->EnableWindow(false);
	GetDlgItem(IDC_SCALE3)->EnableWindow(false);
	GetDlgItem(IDC_FULLSCEEN)->EnableWindow(false);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
	GetDlgItem(IDC_DATA)->EnableWindow(false);
	GetDlgItem(IDC_POSTX)->EnableWindow(false);
	GetDlgItem(IDC_POSTY)->EnableWindow(false);

	GetDlgItem(IDC_ID1)->EnableWindow(false);
	GetDlgItem(IDC_ID2)->EnableWindow(false);
	GetDlgItem(IDC_ID3)->EnableWindow(false);

	GetDlgItem(IDC_DATAID1)->EnableWindow(false);
	GetDlgItem(IDC_DATAID2)->EnableWindow(false);
	GetDlgItem(IDC_DATAID3)->EnableWindow(false);


	CThread = (CWinThread*)AfxBeginThread(CommThread,
		    this, THREAD_PRIORITY_NORMAL, 0,
		        CREATE_SUSPENDED, NULL);
	CThread->m_bAutoDelete = false;

	return true;//return TRUE unless you set the focus to a control
}

void CProjectDlg::OnSysCommand(UINT nID, LPARAM lParam)
{
	if ((nID & 0xFFF0) == IDM_ABOUTBOX)
	{
		CAboutDlg dlgAbout;
		dlgAbout.DoModal();
	}
	else
	{
		CDialog::OnSysCommand(nID, lParam);
	}
}

// If you add a minimize button to your dialog, you will need the
//code below to draw the icon.  For MFC applications using the
//document/view model,this is automatically done for you by the
//framework.

void CProjectDlg::OnPaint()
{
	if (IsIconic())
	{
	   CPaintDC dc(this); // device context for painting

	   SendMessage(WM_ICONERASEBKGND, (WPARAM) dc.GetSafeHdc(), 0);

		// Center icon in client rectangle
		int cxIcon = GetSystemMetrics(SM_CXICON);
		int cyIcon = GetSystemMetrics(SM_CYICON);
		CRect rect;
		GetClientRect(&rect);
		int x = (rect.Width() - cxIcon + 1) / 2;
		int y = (rect.Height() - cyIcon + 1) / 2;

		// Draw the icon
		dc.DrawIcon(x, y, m_hIcon);
	}
	else
	{
		CDialog::OnPaint();
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
	}
}

// The system calls this to obtain the cursor to display while the //
// user drags the minimized window.
HCURSOR CProjectDlg::OnQueryDragIcon()
{
	return (HCURSOR) m_hIcon;
}

void CProjectDlg::OnButtonpic()
{
	// TODO: Add your control notification handler code here

	m_FData = "";

	CFileDialog FDialog(true,"All
Files||*.*|Bitmaps|*.bmp|GIFs|*.gif|JPEGs|*.jpg");

	if (FDialog.DoModal()==IDOK){
		CStdioFile file(FDialog.GetPathName(),CFile::modeRead);
		CString DBuf = FDialog.GetFileName()  ;
		m_Picture =  DBuf ;
		UpdateData(false);
	}

}

void CProjectDlg::UpConfig()
{
	CfgPort.ByteSize = 8;
	CfgPort.StopBits = ONESTOPBIT;
	CfgPort.Parity = NOPARITY;

	switch(atoi(m_Baud))
	{
		case 110:   CfgPort.BaudRate = CBR_110;
			    break;
		case 300:   CfgPort.BaudRate = CBR_300;
			    break;
		case 600:   CfgPort.BaudRate = CBR_600;
			    break;
		case 1200:  CfgPort.BaudRate = CBR_1200;
			    break;
		case 2400:  CfgPort.BaudRate = CBR_2400;
			    break;
		case 4800:  CfgPort.BaudRate = CBR_4800;
			    break;
		case 9600:  CfgPort.BaudRate = CBR_9600;
			    break;
		case 14400: CfgPort.BaudRate = CBR_14400;
			    break;
		case 19200: CfgPort.BaudRate = CBR_19200;
			    break;
		case 38400: CfgPort.BaudRate = CBR_38400;
			    break;
		case 56000: CfgPort.BaudRate = CBR_56000;
			    break;
		case 57600: CfgPort.BaudRate = CBR_57600;
			    break;
		case 115200:CfgPort.BaudRate = CBR_115200;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                        break;
                case 128000:CfgPort.BaudRate = CBR_128000;
                        break;
                case 256000:CfgPort.BaudRate = CBR_256000;
                        break;
                default:    break;
        }
}

BOOL CProjectDlg::OpenPort(DCB dcb, const char* pName)
{
        DCB DcbCfg;

        if(!PStatus)
        {
        PHandle = CreateFile(pName, GENERIC_READ | GENERIC_WRITE,0,
                                NULL, OPEN_EXISTING, 0, NULL);

                if(GetCommState(PHandle,&DcbCfg) == 0)
                {
                 AfxMessageBox("Get configuration port has problem.");
                 return false;
                }

                DcbCfg.ByteSize = dcb.ByteSize;
                DcbCfg.StopBits = dcb.StopBits;
                DcbCfg.Parity = dcb.Parity;
                DcbCfg.BaudRate = dcb.BaudRate;

                if(SetCommState(PHandle,&DcbCfg) == 0)
                {
                 AfxMessageBox("Set configuration port has problem.");
                 return false;
                }

                COMMTIMEOUTS CTO;
                CTO.ReadIntervalTimeout = 3;
                CTO.ReadTotalTimeoutMultiplier = 3;
                CTO.ReadTotalTimeoutConstant = 2;
                CTO.WriteTotalTimeoutMultiplier = 3;
                CTO.WriteTotalTimeoutConstant = 2;
                SetCommTimeouts(PHandle,&CTO);
                PStatus = true;
                return true;
        }
        return false;
}

BOOL CProjectDlg::ClosePort()
{
        if(PStatus)
        {
                PStatus = false;
                if(CloseHandle(PHandle) == 0)
                {
                        AfxMessageBox("Port Closeing isn't successed.");
                        return false;
                }
                return true;
        }
        return false;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
}
void CProjectDlg::SwapPlot(int swap)
{

      CPen pen;
      CBrush brush;
      ::ReleaseCapture ();
      ::ClipCursor  (NULL);
      CClientDC ClientDC (this);
//    ClientDC.SetROP2 (R2_NOT);
      if (swap == 0){
      pen.CreatePen (2,3,RGB(0,0,255));
      brush.CreateHatchBrush (5,RGB(255,0,0));
      }else{
            pen.CreatePen (2,3,RGB(255,0,0));
            brush.CreateHatchBrush (5,RGB(0,255,0));
      }
      ClientDC.SelectObject (brush);
      ClientDC.SelectObject (&pen);
      ClientDC.Ellipse (x1,y1,x1+5,y1+5);

}
UINT CProjectDlg::CommThread(LPVOID Para)
//Loop get String from frequency machin
{
      //CProjectDlg*

      CProjectDlg* m_LogView    = (CProjectDlg*) Para;
      int swapNum = 0;
      int loop = 1;
      int inputTime = atoi(m_LogView->m_Second);
      BOOL FagString = true;
      BOOL FagPlot = false;
      m_LogView->ResetDataId();

      while(true)
      {
       swapNum++;
       static CString OutData;
       if(!m_LogView->PStatus && m_LogView->OpenPortActivate)
         {
          if(m_LogView->OpenPort(m_LogView->CfgPort, m_LogView-
             >m_Port))
            {
             char TData[16] = "MMO 2\r\nMST 2\r\n";
             unsigned long len;
             m_LogView->SetDlgItemText(IDC_STATUS,"Connect.");
             m_LogView->TxData(TData,strlen(TData),len);
            }
          else
            {
             m_LogView->PActivate = false;
             m_LogView->CThread->SuspendThread();
            }
         }
      else if(m_LogView->OpenPortActivate)
            {
             char TData[MaxBuf] ="MDA\r\n";
             unsigned long LenData;
             unsigned int LenBuf = MaxBuf;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                m_LogView->TxData(TData,strlen(TData),LenData);

                if (m_LogView->RxData(TData,LenBuf,LenData) == TRUE)
                   {

                    if (LenData > 0)
                       {
                        OutData =  TData;

                        if ( m_LogView->Find3String(OutData,LenData ))
                           {
////////////////////CheckIDInput/////////////////////////////////////
                    if (FagString)
                      {
                       m_LogView->InitialID((CString)OutData,LenData );
                       FagString = false;
                      }
              if (!m_LogView->FindString((CString)OutData,LenData ))
                 {
                  //AfxMessageBox("no 3 String");
                    loop--;
                 }
              m_LogView->SetDlgItemText(IDC_DATA,OutData);

//////////////////////////////////////////////////////////////////////
                           }
                        else
                           {
                             loop--;
                           }
                       }
                    else
                        {
                          m_LogView->PActivate = false;
                        }
                   }
              }
              if(m_LogView->ClosePortActivate == TRUE)
              {
               if(m_LogView->ClosePort() == TRUE)
                 {
                   m_LogView->SetDlgItemText(IDC_STATUS,"Disconnect.");
                   m_LogView->ClosePortActivate = false;
                   OutData.Format("");
                   m_LogView->CThread->SuspendThread();
                 }
              }

              if (m_LogView->CheckScl1())
                    m_LogView->DrawScal1();
              if (m_LogView->CheckScl2())
                    m_LogView->DrawScal2();
              if (m_LogView->CheckScl3())
                    m_LogView->DrawScal3();

              m_LogView->SwapPlot (swapNum%2);
        if((double)(loop*1000)>=double)(m_LogView->InitSecound()*1000))
           {
              if (loop > 1){
              loop--;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            }
          else
            {
              loop = 1;
            }
              //AfxMessageBox("test");
              // Second Complate !
              char buffer[20];
              double Data1,Data2,Data3;
              m_LogView->SetDlgItemText(IDC_ID1,m_LogView->DataID[0] );
              m_LogView->SetDlgItemText(IDC_ID2,m_LogView->DataID[1] );
              m_LogView->SetDlgItemText(IDC_ID3,m_LogView->DataID[2] );

              Data1 = m_LogView->GetData(1);
              Data2 = m_LogView->GetData(2);
              Data3 = m_LogView->GetData(3);
              m_LogView->ResetDataId();

              Data1 =  (double)(Data1/loop);
              Data2 =  (double)(Data2/loop);
              Data3 =  (double)(Data3/loop);
              m_LogView->GenVolt(Data1,Data2,Data3);
              //m_LogView->GenVolt(110,0,0);

            if((Data1 != 0 )&&(Data2 != 0 )&&(Data3 != 0 ))
              {
               gcvt(Data1,6,buffer);
               //   AfxMessageBox((CString)buffer );
               m_LogView->SetDlgItemText(IDC_DATAID1,(CString)buffer );
               gcvt(Data2,6,buffer);
               m_LogView->SetDlgItemText(IDC_DATAID2,(CString)buffer );
               gcvt(Data3,6,buffer);
               m_LogView->SetDlgItemText(IDC_DATAID3,(CString)buffer );

              }

             loop = 1;
             m_LogView->ShowPoint();
             if ((Data1 != 0 )&&(Data2 != 0 )&&(Data3 != 0 ))
               {
                 m_LogView->InitailDb();  /// Calculate XX YY
               }

           }
        m_LogView->ShowPoint();
        Sleep(1000);
        loop++;
        }
        return 0;
}

BOOL CProjectDlg::GenVolt(double data1,double data2,double data3)
{
        Volt[0] = data1;
        Volt[1] = data2;
        Volt[2] = data3;
        return true;
}
void CProjectDlg::InitialID(CString s,int Leng)
{
/*     int loop = 0;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        char temp[100] ;
        int indexLoop ;
        while(loop < Leng)
        {
          // id1
          indexLoop = 0;
          while(s.GetAt(loop) != ',' )
               {
                temp[indexLoop++] =  (char)s.GetAt(loop);
                loop++;
               }
          DataID[0] = (CString)temp[indexLoop-4]+temp[indexLoop-3]+
                      temp[indexLoop-2]+temp[indexLoop-1]+'\0';

          // id2
          indexLoop = 0;
          loop++;
          while(s.GetAt(loop) != ',' )
               {
                temp[indexLoop++] =  (char)s.GetAt(loop);
                loop++;
               }
          DataID[1] = (CString)temp[indexLoop-4]+temp[indexLoop-3]+
                      temp[indexLoop-2]+temp[indexLoop-1]+'\0';

          // id3
          indexLoop = 0;
          loop++;
          while(s.GetAt(loop) != ',' )
               {
                temp[indexLoop++] =  (char)s.GetAt(loop);
                loop++;
               }
          DataID[2] = (CString)temp[indexLoop-4]+temp[indexLoop-3]+
                      temp[indexLoop-2]+temp[indexLoop-1]+'\0';
          break;
        }
        Index++; */

        DataID[0] = "0160";
        DataID[1] = "0170";
        DataID[2] = "1850";

}

BOOL CProjectDlg::CheckScl1(void)
{
        if (Scal1)
            return true;
        return false;
}

BOOL CProjectDlg::CheckScl2(void)
{
        if (Scal2)
            return true;
        return false;
}
BOOL CProjectDlg::CheckScl3(void)
{
        if (Scal3)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            return true;
      return false;
}
BOOL CProjectDlg::Find3String(CString s,long len)
{
      long num = len;
      if (num > 0 )
      {
            int numloop = 0;
            for(int i=0;i<num;i++)
            {
                  if ((char)s.GetAt(i)== ',' )
                  {
                        numloop ++;
                        if (numloop  == 3)
                              return true;
                  }
            }
      }
      return false;
}
void CProjectDlg::ResetDataId(void)
{
       Data1 = 0;
       Data2 = 0;
       Data3 = 0;
}
BOOL CProjectDlg::FindString(CString s,long len)
{
      int loop = 0;
      CString TempId;
      char temp[5];
      char IDtemp[5];

      while(loop<len)
      {
            if (s.GetAt (loop) == ','){
                  if( loop > 5 ){
                        break;
                  }else {
      //                  AfxMessageBox("Test Debug");
                        if(!findID(s,len)){
                              return false;
                        }else
                        {
                              break;
                        }
                  }
            }
            loop++;
      }
      loop= 0;
//    AfxMessageBox("true 3");
      while(loop < len)
      {

        for (int i=0;i<3;i++)
            {
             while(s.GetAt(loop++) != ',' );
             if (loop>6 ) {
                              IDtemp[0] = s.GetAt((loop-5));
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                                IDtemp[1] = s.GetAt((loop-4));
                                IDtemp[2] = s.GetAt((loop-3));
                                IDtemp[3] = s.GetAt((loop-2));
                                IDtemp[4] = '\0';
                                TempId = (CString)IDtemp;

                                temp[0] = s.GetAt(loop++);
                                temp[1] = s.GetAt(loop++);
                                temp[2] = s.GetAt(loop++);
                                temp[3] = s.GetAt(loop++);
                                temp[4] = '\0';

                                //      AfxMessageBox(TempId);
                                if (TempId == DataID[0] )
                                    Data1 += atof(temp);
                                else if (TempId == DataID[1] )
                                    Data2 += atof(temp);
                                else if (TempId == DataID[2] )
                                    Data3 += atof(temp);
                            }
                        }

                        break;
                }
                Index++;
                return true;
}
BOOL CProjectDlg::findID(CString Data,int len)
{
                int loop = 0;
                CString TempId;
                int Check = 0;
                int CheckID = 0;
                char IDtemp[5];

                while(loop< len)
                {
                    if( Data.GetAt (loop) == ',' )
                      {
                       Check++;
                      }
                    if((Data.GetAt (loop) == ',') &&( Check != 1))
                      {
                       IDtemp[0] = Data.GetAt((loop-4));
                       IDtemp[1] = Data.GetAt((loop-3));
                       IDtemp[2] = Data.GetAt((loop-2));
                       IDtemp[3] = Data.GetAt((loop-1));
                       IDtemp[4] = '\0';
                       TempId = (CString)IDtemp;
                      //AfxMessageBox(TempId);

            if(TempId==DataID[0]||TempId==DataID[1]||TempId==DataID[2])
              {
               ///              AfxMessageBox("true");
                                CheckID++;
                                if(CheckID >= 3 )
                                {
                                            return true;
                                }
                        }
                    }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                loop++;
            }
            return false;
}
double CProjectDlg::GetData(int Select)
{

      switch(Select) ///  1 = Data1 ,2 = Data2 , 3 = Data3
      {
      case 1:
            return Data1;
      case 2:
            return Data2;
      case 3:
            return Data3;
      }
      return 1;   //// load Data Flied
}

void CProjectDlg::ShowPoint(void)
{
      CPen pen;
      CBrush brush;
      ::ReleaseCapture ();
      ::ClipCursor  (NULL);
      CClientDC ClientDC (this);
      //ClientDC.SetROP2 (R2_NOT);

      pen.CreatePen (2,3,RGB(255,0,0));
      brush.CreateHatchBrush (5,RGB(255,255,0));
      ClientDC.SelectObject (brush);
      ClientDC.SelectObject (&pen);

      ClientDC.Ellipse (35,220,45,230);
      //ScalePoint();
      ClientDC.TextOut (25,235,DataID[0]);
      ClientDC.Ellipse (80,75,90,85);
      ClientDC.TextOut (70,90,DataID[1]);
      ClientDC.Ellipse (305,140,315,150);
      ClientDC.TextOut (295,155,DataID[2]);

}
void CProjectDlg::ScalePoint(void)
{
      CPen pen;
      CBrush brush;
      ::ReleaseCapture ();
      ::ClipCursor  (NULL);
      CClientDC ClientDC (this);
      //ClientDC.SetROP2 (R2_NOT);

      pen.CreatePen (PS_DOT,1,RGB(0,255,0));
      ClientDC.SelectObject (&pen);
      brush.CreateHatchBrush (0,RGB(255,255,255));
      ClientDC.SelectObject (&brush);

      for (int i=10;i<80;i++)
            ClientDC.Ellipse (130-i,170-i,140+i,180+i);

}
void CProjectDlg::LoadBitmap(CString BitName)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
{
      AfxMessageBox(BitName);
}

BOOL CProjectDlg::RxData(char *InData, const unsigned int &BufSize,
                         unsigned long &Len)
{
  if(ReadFile(PHandle, InData, BufSize,&Len, NULL) == 0)
    {
       AfxMessageBox("Reading of serial communication has problem.");
       return false;
    }
  if(Len > 0)
    {
      InData[Len] = NULL;
      return true;
    }
  return true;
}

BOOL CProjectDlg::TxData(LPCVOID OutData, const unsigned int &BufSize,
                         unsigned long &Len)
{
      if (Len > 0)
      {

      if(WriteFile(PHandle, OutData, BufSize, &Len, NULL)==0)
        {
        fxMessageBox("Reading of serial communication has problem.");
        return false;
        }
       return true;
      }
  return false;
}

void CProjectDlg::OnStart()
{
      // TODO: Add your control notification handler code here
      Index = 0;
      UpdateData(true);
      SecoundNumber = atoi(m_Second);

      SetDlgItemText(IDC_DATA,"");
      UpConfig();
      PActivate = true;
      OpenPortActivate = true;
      ClosePortActivate = false;

      CThread->ResumeThread();

      GetDlgItem(IDC_STOP)->EnableWindow(true);
      GetDlgItem(IDC_START)->EnableWindow(false);
      GetDlgItem(IDC_SECOND)->EnableWindow(false);
      GetDlgItem(IDC_BUTTONPIC)->EnableWindow(false);
      GetDlgItem(IDC_BAUD)->EnableWindow(false);
      GetDlgItem(IDC_PORT)->EnableWindow(false);

      GetDlgItem(IDC_SCALE1)->EnableWindow(true);
      GetDlgItem(IDC_SCALE2)->EnableWindow(true);
      GetDlgItem(IDC_SCALE3)->EnableWindow(true);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
	GetDlgItem(IDC_FULLSCEEN)->EnableWindow(true);

	GetDlgItem(IDC_DATA)->EnableWindow(true);
	GetDlgItem(IDC_POSTX)->EnableWindow(true);
	GetDlgItem(IDC_POSTY)->EnableWindow(true);

	GetDlgItem(IDC_ID1)->EnableWindow(true);
	GetDlgItem(IDC_ID2)->EnableWindow(true);
	GetDlgItem(IDC_ID3)->EnableWindow(true);
	GetDlgItem(IDC_DATAID1)->EnableWindow(true);
	GetDlgItem(IDC_DATAID2)->EnableWindow(true);
	GetDlgItem(IDC_DATAID3)->EnableWindow(true);
	Scal1 = false;
	Scal2 = false;
	Scal3 = false;
	InvalidateRect(CRect(10,5,390,280),true);
	UpdateData(false);
}

void CProjectDlg::OnStop()
{
	// TODO: Add your control notification handler code here
	OpenPortActivate = false;
	ClosePortActivate = true;
	SecoundNumber = 1;

	GetDlgItem(IDC_STOP)->EnableWindow(false);
	GetDlgItem(IDC_START)->EnableWindow(true);
	GetDlgItem(IDC_BUTTONPIC)->EnableWindow(true);
	GetDlgItem(IDC_SECOND)->EnableWindow(true);
	GetDlgItem(IDC_BAUD)->EnableWindow(true);
	GetDlgItem(IDC_PORT)->EnableWindow(true);

	GetDlgItem(IDC_SCALE1)->EnableWindow(false);
	GetDlgItem(IDC_SCALE2)->EnableWindow(false);
	GetDlgItem(IDC_SCALE3)->EnableWindow(false);
	GetDlgItem(IDC_FULLSCEEN)->EnableWindow(false);

	GetDlgItem(IDC_DATA)->EnableWindow(false);
	GetDlgItem(IDC_POSTX)->EnableWindow(false);
	GetDlgItem(IDC_POSTY)->EnableWindow(false);

	GetDlgItem(IDC_ID1)->EnableWindow(false);
	GetDlgItem(IDC_ID2)->EnableWindow(false);
	GetDlgItem(IDC_ID3)->EnableWindow(false);

	GetDlgItem(IDC_DATAID1)->EnableWindow(false);
	GetDlgItem(IDC_DATAID2)->EnableWindow(false);
	GetDlgItem(IDC_DATAID3)->EnableWindow(false);

	Scal1 = false;
	Scal2 = false;
	Scal3 = false;
	InvalidateRect(CRect(10,5,390,280),true);


}
void CProjectDlg::InitailDb(void)
{
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        int R[3] = {0,0,0};
        double  XX,YY;
        int X2 = 45,Y2 = 145 ,X3 = 270 ,Y3 = 80;

        int dBmax[3][18]={{84,80,77,73,70,66,64,61,59,
                           57,53,50,46,43,41,37,33,30},
                          {76,71,69,65,61,57,53,50,46,42,39,
                           35,31,27,22,18,15,10},
                          {73,71,68,65,63,61,59,55,52,47,42,38,
                           34,28,25,20,15,5}};


        int dBmin[3][18]={{81,78,74,71,67,65,62,60,58,
                           54,51,47,44,42,38,34,31,20},
                          {72,70,66,62,58,54,51,47,43,40,36,
                           32,28,23,19,16,11,5},
                          {72,69,66,64,62,60,56,53,48,43,39,35,
                           29,26,21,16,6,1}};

        for(int i = 0;i< 3;i++)
           {
            for(int j = 0;j<18;j++)
              {
               if((Volt[i]<=dBmax[i][j])&&(Volt[i]>=dBmin[i][j]))
                 {
                   R[i] = 9*j;
                   break;
                 }
              }
           }

/*      R[0] = 10;
        R[1] = 90;
        R[2] = 140;*/

        XX = ((1-(Y3/Y2))*(R[0]*R[0])+(Y3/Y2)*(R[1]*R[1])-(R[2]*R[2])-
             (Y3/Y2)*((X2*X2)+(Y2*Y2))+(X3*X3)+(Y3*Y3))/(2*X3-2*X2*
             (Y3/Y2));
        YY = ((1-(X3/X2))*(R[0]*R[0])+(X3/X2)*(R[1]*R[1])-(R[2]*R[2])-
             (X3/X2)*((X2*X2)+(Y2*Y2))+(X3*X3)+(Y3*Y3))/(2*Y3-2*Y2*
             (X3/X2));

//      XX = ( XX - 79 );              // Adjust for Machian numberic
//      YY= (YY + 10);                 // Adjust for Machian numberic

        char buffer [20];
        gcvt (XX,6,buffer);
        SetDlgItemText(IDC_POSTX,(CString)buffer);
        gcvt (YY,6,buffer);
        SetDlgItemText(IDC_POSTY,(CString)buffer);

        Plot(XX,YY,"<oo>");
}

void CProjectDlg::Plot(double x,double y,CString Name)
{
        double xx = 40,yy = 225; // point refferent (0,0)
//      View->plot (x,y);
        if ((int)(xx+x-5) != x1 || (int)(yy-y-5) != y1 )
              InvalidateRect(CRect(x1-5,y1-5,x1+10,y1+10),true);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
	x1 = (int)(xx+x-5);
	y1 = (int)(yy-y-5);


	CPen pen;
	CBrush brush;
	::ReleaseCapture ();
	::ClipCursor  (NULL);
	CClientDC ClientDC (this);
//	ClientDC.SetROP2 (R2_NOT);

	pen.CreatePen (2,3,RGB(0,0,255));
	brush.CreateHatchBrush (5,RGB(255,0,0));
	ClientDC.SelectObject (brush);
	ClientDC.SelectObject (&pen);
	ClientDC.Ellipse (x1,y1,x1+5,y1+5);

}

void CProjectDlg::DrawScal1(void)
{
	int xx = 40,yy = 225; // point refferent (0,0)

	CPen pen;
	::ReleaseCapture ();
	::ClipCursor  (NULL);
	CClientDC ClientDC (this);
//	ClientDC.SetROP2 (R2_NOT);

	pen.CreatePen (1,1,RGB(0,200,0));
	ClientDC.SelectObject (&pen);

	for (int i=0;i<30;i+=10)
		ClientDC.Arc (xx-i,yy-i,xx+i,yy+i,0,0,0,0);

	ClientDC.Arc (xx-i,yy-i,xx+i,yy+i,15,240,15,210);
//	ClientDC.Arc (xx-40,yy-40,xx+40,yy+40,0,0,0,0);
	ClientDC.Arc (xx-40,yy-40,xx+40,yy+40,110,277,15,154);
	ClientDC.Arc (xx-50,yy-50,xx+50,yy+50,15,258,45,277);
	ClientDC.Arc (xx-60,yy-60,xx+60,yy+60,110,277,15,154);
	ClientDC.Arc (xx-70,yy-70,xx+70,yy+70,125,277,15,140);

	ClientDC.Arc (xx-80,yy-80,xx+80,yy+80,110,277,15,154);
	ClientDC.Arc (xx-90,yy-90,xx+90,yy+90,125,277,15,140);
	ClientDC.Arc (xx-100,yy-100,xx+100,yy+100,140,277,15,126);
	ClientDC.Arc (xx-110,yy-110,xx+110,yy+110,155,277,15,114);
	ClientDC.Arc (xx-120,yy-120,xx+120,yy+120,167,277,15,104);
	ClientDC.Arc (xx-130,yy-130,xx+130,yy+130,179,277,15,93);
	ClientDC.Arc (xx-140,yy-140,xx+140,yy+140,190,277,15,85);
	ClientDC.Arc (xx-150,yy-150,xx+150,yy+150,200,277,15,70);
	ClientDC.Arc (xx-160,yy-160,xx+160,yy+160,210,277,15,60);
	ClientDC.Arc (xx-170,yy-170,xx+170,yy+170,223,277,15,50);
	ClientDC.Arc (xx-180,yy-180,xx+180,yy+180,233,277,15,40);
	ClientDC.Arc (xx-190,yy-190,xx+190,yy+190,243,277,15,30);
	ClientDC.Arc (xx-200,yy-200,xx+200,yy+200,253,277,15,18);
	ClientDC.Arc (xx-210,yy-210,xx+210,yy+210,263,277,135,18);
	ClientDC.Arc (xx-220,yy-220,xx+220,yy+220,273,277,160,18);
	ClientDC.Arc (xx-230,yy-230,xx+230,yy+230,283,277,180,18);
	ClientDC.Arc (xx-240,yy-240,xx+240,yy+240,293,277,200,18);
	ClientDC.Arc (xx-250,yy-250,xx+250,yy+250,300,277,215,18);
	ClientDC.Arc (xx-260,yy-260,xx+260,yy+260,310,277,230,18);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
	ClientDC.Arc (xx-270,yy-270,xx+270,yy+270,320,277,245,18);
	ClientDC.Arc (xx-280,yy-280,xx+280,yy+280,330,277,258,18);
	ClientDC.Arc (xx-290,yy-290,xx+290,yy+290,340,277,270,18);
	ClientDC.Arc (xx-300,yy-300,xx+300,yy+300,350,277,285,18);
	ClientDC.Arc (xx-310,yy-310,xx+310,yy+310,360,277,295,18);
	ClientDC.Arc (xx-320,yy-320,xx+320,yy+320,360,148,310,18);
	ClientDC.Arc (xx-330,yy-330,xx+330,yy+330,360,115,320,18);
	ClientDC.Arc (xx-340,yy-340,xx+340,yy+340,360,85,333,18);
	ClientDC.Arc (xx-350,yy-350,xx+350,yy+350,360,65,345,18);
	ClientDC.Arc (xx-360,yy-360,xx+360,yy+360,360,45,355,18);

//	ClientDC.SetPixel(110,277,RGB(255,0,0));

}

void CProjectDlg::DrawScal2(void)
{

	CPen pen;
	::ReleaseCapture ();
	::ClipCursor  (NULL);
	CClientDC ClientDC (this);
//	ClientDC.SetROP2 (R2_NOT);

	pen.CreatePen (1,1,RGB(0,200,0));
	ClientDC.SelectObject (&pen);

	int   xx = 85;
	int yy = 80;

	for (int i=0;i<80;i+=10)
		ClientDC.Arc (xx-i,yy-i,xx+i,yy+i,0,0,0,0);
	ClientDC.Arc (xx-i,yy-i,xx+i,yy+i,175,18,235,18);
	ClientDC.Arc (xx-90,yy-90,xx+90,yy+90,160,18,250,18);
	ClientDC.Arc (xx-100,yy-100,xx+100,yy+100,145,18,265,18);
	ClientDC.Arc (xx-110,yy-110,xx+110,yy+110,135,18,275,18);
	ClientDC.Arc (xx-120,yy-120,xx+120,yy+120,125,18,285,18);
	ClientDC.Arc (xx-130,yy-130,xx+130,yy+130,115,18,295,18);
	ClientDC.Arc (xx-140,yy-140,xx+140,yy+140,105,18,305,18);
	ClientDC.Arc (xx-150,yy-150,xx+150,yy+150,95,18,315,18);
	ClientDC.Arc (xx-160,yy-160,xx+160,yy+160,85,18,325,18);
	ClientDC.Arc (xx-170,yy-170,xx+170,yy+170,75,18,335,18);
	ClientDC.Arc (xx-180,yy-180,xx+180,yy+180,65,18,345,18);
	ClientDC.Arc (xx-190,yy-190,xx+190,yy+190,55,18,345,115);
	ClientDC.Arc (xx-200,yy-200,xx+200,yy+200,15,135,345,135);

//	ClientDC.SetPixel(110,277,RGB(255,0,0));

}

void CProjectDlg::DrawScal3(void)
{
	CPen pen;
	::ReleaseCapture ();
	::ClipCursor  (NULL);
	CClientDC ClientDC (this);
//	ClientDC.SetROP2 (R2_NOT);

	pen.CreatePen (1,1,RGB(0,200,0));
	ClientDC.SelectObject (&pen);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
	int xx = 310;
	int yy = 145;

	for (int i=0;i<50;i+=10)
			ClientDC.Arc (xx-i,yy-i,xx+i,yy+i,0,0,0,0);

	ClientDC.Arc (xx-i,yy-i,xx+i,yy+i,370,115,370,180);
	ClientDC.Arc (xx-60,yy-60,xx+60,yy+60,380,75,370,200);
	ClientDC.Arc (xx-70,yy-70,xx+70,yy+70,370,50,370,210);
	ClientDC.Arc (xx-80,yy-80,xx+80,yy+80,370,50,370,250);
	ClientDC.Arc (xx-90,yy-90,xx+90,yy+90,360,50,370,250);
	ClientDC.Arc (xx-100,yy-100,xx+100,yy+100,360,40,330,280);
	ClientDC.Arc (xx-110,yy-110,xx+110,yy+110,360,10,330,300);
	ClientDC.Arc (xx-120,yy-120,xx+120,yy+120,360,12,320,298);
	ClientDC.Arc (xx-130,yy-130,xx+130,yy+130,360,10,250,288);
	ClientDC.Arc (xx-140,yy-140,xx+140,yy+140,360,0,242,218);
	ClientDC.Arc (xx-150,yy-150,xx+150,yy+150,360,0,240,218);

	ClientDC.Arc (xx-160,yy-160,xx+160,yy+160,302,36,232,218);
	ClientDC.Arc (xx-170,yy-170,xx+170,yy+170,283,36,230,218);
	ClientDC.Arc (xx-180,yy-180,xx+180,yy+180,266,36,225,218);
	ClientDC.Arc (xx-190,yy-190,xx+190,yy+190,250,36,215,218);

	ClientDC.Arc (xx-200,yy-200,xx+200,yy+200,238,36,215,218);
	ClientDC.Arc (xx-210,yy-210,xx+210,yy+210,228,36,205,218);
	ClientDC.Arc (xx-220,yy-220,xx+220,yy+220,218,36,195,218);
	ClientDC.Arc (xx-230,yy-230,xx+230,yy+230,207,36,185,218);

	ClientDC.Arc (xx-240,yy-240,xx+240,yy+240,195,36,175,218);
	ClientDC.Arc (xx-250,yy-250,xx+250,yy+250,185,36,165,218);
	ClientDC.Arc (xx-260,yy-260,xx+260,yy+260,176,36,155,218);
	ClientDC.Arc (xx-270,yy-270,xx+270,yy+270,166,36,145,218);

	ClientDC.Arc (xx-280,yy-280,xx+280,yy+280,156,36,138,218);
	ClientDC.Arc (xx-290,yy-290,xx+290,yy+290,146,36,130,218);

}

void CProjectDlg::OnScale1()
{
	// TODO: Add your control notification handler code here

	InvalidateRect (CRect(0,0,390,280),true);
	if (Scal1 == false )
		Scal1 = true;
	else
		Scal1 = false;

}

void CProjectDlg::OnScale2()
{
	// TODO: Add your control notification handler code here
	InvalidateRect (CRect(0,0,390,280),true);
		if (Scal2 == false )
		Scal2 = true;
	else
		Scal2 = false;

}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
void CProjectDlg::OnScale3()
{
	// TODO: Add your control notification handler code here
	InvalidateRect (CRect(0,0,390,280),true);
	if (Scal3 == false )
	{
		Scal3 = true;
	}else{
		Scal3 = false;
	}
}

int  CProjectDlg::InitSecound()
{
	//UpdateData(true);
	return SecoundNumber;
}
void CProjectDlg::OnFullsceen()
{
	// TODO: Add your control notification handler code here

	OpenPortActivate = false;
	ClosePortActivate = true;
	SecoundNumber = 1;
	PStatus = true;
	ResetDataId();

	if(ClosePortActivate == TRUE)
		{
			if(ClosePort() == TRUE)
			{
				SetDlgItemText(IDC_STATUS,"Disconnect.");
				ClosePortActivate = false;
				CThread->SuspendThread();
			}
		}

	FullDialog fullDialog;
	fullDialog.GenSecond(atoi(m_Second));
	if (fullDialog.DoModal()){
		Index = 0;
		UpdateData(true);
		SecoundNumber = atoi(m_Second);

		SetDlgItemText(IDC_DATA,"");
		UpConfig();
		PActivate = true;
		OpenPortActivate = true;
		ClosePortActivate = false;


		CThread->ResumeThread();

	}

}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมการจำลองรัศมีเซลโดยใช้โปรแกรม MATLAB

เมื่อกำหนดให้สถานีฐานที่ 1 เป็นสถานีอ้างอิงอยู่ที่จุด (0, 0)

```
Name = [1 2 3];
Volt = [35 40 25];
hold on
grid on
X2 = 50;  Y2 = 130;  X3 = 190;  Y3 = 70;
plot(0,0,'ko');
plot(X2,Y2,'go');
plot(X3,Y3,'ro');
Base = [1 2 3];
dBmax = [84 80 77 73 70 66 64 61 59 57 53 50 46 43 41 37 33 30
         76 71 69 65 61 57 53 50 46 42 39 35 31 27 22 18 15 10
         73 71 68 65 63 61 59 55 52 47 42 38 34 28 25 20 15  5];
dBmin = [81 78 74 71 67 65 62 60 58 54 51 47 44 42 38 34 31 20
         72 70 66 62 58 54 51 47 43 40 36 32 28 23 19 16 11  5
         72 69 66 64 62 60 56 53 48 43 39 35 29 26 21 16  6  1];
for k=1:3
for i=1:3
 if Name(1,k) == Base(1,i)
  for j=1:13
  if Volt(1,k) < = dBmax(i,j) & Volt(1,k) > = dBmin(i,j)
 R(1,k) = 10*(j-1);
 end
 end
 end
 end
 end
XX = ((1-(Y3/Y2))*R(1,1)^2 + (Y3/Y2)*R(1,2)^2 - R(1,3)^2 -
(Y3/Y2)*(X2^2 + Y2^2) + X3^2 + Y3^2) / (2*X3 - 2*X2*(Y3/Y2));
YY = ((1-(X3/X2))*R(1,1)^2 + (X3/X2)*R(1,2)^2 - R(1,3)^2 -
(X3/X2)*(X2^2 + Y2^2) + X3^2 + Y3^2) / (2*Y3 - 2*Y2*(X3/X2));
plot(XX,YY,'rx');
axis([0 200 0 200]);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อกำหนดให้สถานีฐานที่ 3 เป็นสถานีอ้างอิงอยู่ที่จุด (0, 0)

```
Name = [1 2 3];
Volt = [35 40 25];
hold on
grid on
X2 = -140;  Y2 = 70;  X3 = -190;  Y3 = -70;
plot(0,0,'ko');
plot(X2,Y2,'go');
plot(X3,Y3,'ro');
Base = [1 2 3];
dBmax = [84 80 77 73 70 66 64 61 59 57 53 50 46 43 41 37 33 30
         76 71 69 65 61 57 53 50 46 42 39 35 31 27 22 18 15 10
         73 71 68 65 63 61 59 55 52 47 42 38 34 28 25 20 15  5];
dBmin = [81 78 74 71 67 65 62 60 58 54 51 47 44 42 38 34 31 20
         72 70 66 62 58 54 51 47 43 40 36 32 28 23 19 16 11  5
         72 69 66 64 62 60 56 53 48 43 39 35 29 26 21 16  6  1];
for k=1:3
for i=1:3
 if Name(1,k) == Base(1,i)
 for j=1:13
 if Volt(1,k) <= dBmax(i,j) & Volt(1,k) >= dBmin(i,j)
 R(1,k) = 10*(j-1);
 end
 end
 end
 end
 end
XX = ((1-(Y3/Y2))*R(1,1)^2 + (Y3/Y2)*R(1,2)^2 - R(1,3)^2 -
(Y3/Y2)*(X2^2 + Y2^2) + X3^2 - Y3^2) / (2*X3 - 2*X2*(Y3/Y2));
YY = ((1-(X3/X2))*R(1,1)^2 + (X3/X2)*R(1,2)^2 - R(1,3)^2 -
(X3/X2)*(X2^2 + Y2^2) + X3^2 - Y3^2) / (2*Y3 - 2*Y2*(X3/X2));
plot(XX,YY,'rx');
axis([-200 200 -200 200]);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้