

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

**ระบบการแสดงตำแหน่งผู้ใช้ PCT โดยใช้โครงข่าย
PCT USER LOCATION SYSTEM BY NETWORK**



โดย

นายชลวิทย์ ตันไชย

นายศิริวัชร พรหมจรรย์

๙๒๒๘๘
๙๐๔๙

เลขหมู่.....

เลขทะเบียน..... 62473

วัน,เดือน,ปี..... 18 ส.ค. 2549

b..... 1162๕๖๕๙
i.....

**ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2548**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา 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

ผ่านการตรวจรูปเล่มแล้ว

(ลงชื่อ).....ผู้ตรวจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ (ลงชื่อ).....ผู้ตรวจ
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญาโทปีการศึกษา 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 ม่วงนวด)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบการแสดงตำแหน่งผู้ใช้ PCT โดยใช้โครงข่าย
PCT USER LOCATION SYSTEM BY NETWORK

โดย นาย ชลวิทย์ ดันไชย 46015048
นาย ศิริวัชร พรหมจรรย์ 46015072

อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.พิเชฐ ม่วงนวล

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์นี้นำเสนอการพัฒนาาระบบบอกตำแหน่งของผู้ใช้โดยอาศัยเครือข่ายระบบ 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 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา 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 แอแดปเตอร์ของพอร์ตอนุกรม | 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
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

| | หน้า |
|--|------|
| รูปที่ 2.1 แสดงแบบจำลองของโครงข่าย FPLMTS ที่มีอินเตอร์เฟส 4 รูปแบบ | 3 |
| รูปที่ 2.2 แสดงแถบความถี่ใช้งานของระบบ โทรศัพท์เคลื่อนที่สำหรับอนาคต 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 แสดง โครงสร้างของโครงข่ายโทรศัพท์ทศพหุส่วนบุคคล PHS | 13 |
| รูปที่ 2.9 แสดง โครงสร้างโครงข่ายของระบบโครงข่ายโทรศัพท์ทศพหุส่วนบุคคล PHS | 15 |
| รูปที่ 2.10 โครงสร้างของโครงข่ายโทรศัพท์พื้นฐานทศพหุส่วนบุคคลพีซีที | 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 แสดงการแอสต์โอเวอร์ทั้ง 3 แบบในระบบโทรศัพท์พื้นฐานทศพหุส่วนบุคคลพีซีที | 23 |
| รูปที่ 2.17 แสดงระดับของสัญญาณที่ใช้ในการแอสต์โอเวอร์ข้ามเซลล์หนึ่ง ไปอีกเซลล์หนึ่ง | 23 |
| รูปที่ 2.18 แสดงระดับขั้นของโปรโตคอลสำหรับสัญญาณควบคุมหมายเลข 7 และรายละเอียดของสัญญาณควบคุม | 24 |
| รูปที่ 2.19 ลำดับการเรียกของระบบโทรศัพท์พื้นฐานทศพหุส่วนบุคคลพีซีที | 25 |
| รูปที่ 2.20 แสดงโปรโตคอลของการแอสต์โอเวอร์จากเซลล์หนึ่ง ไปยังอีกเซลล์หนึ่ง | 26 |
| รูปที่ 2.21 แสดงโปรโตคอลของการกลับมาใช้เซลล์เดิมเมื่อทำการแอสต์โอเวอร์ไม่สำเร็จ | 27 |
| รูปที่ 2.22 แสดงเซลล์ต้นของระบบโทรศัพท์ทศพหุส่วนบุคคลพีซีที | 28 |
| รูปที่ 2.23 แสดงเครื่อง PS ของระบบโทรศัพท์พื้นฐานทศพหุส่วนบุคคลพีซีที | 28 |
| รูปที่ 2.24 แสดงสายอากาศแบบ 2 dBi, 4 dBi, 7 dBi และ 9 dBi | 29 |
| รูปที่ 2.25 แสดงเส้นทางการเชื่อมโยงสัญญาณเมื่อมีการเรียกเข้าและออกจาก โทรศัพท์พื้นฐานส่วนบุคคลพีซีที | 30 |
| รูปที่ 2.26 แสดงลำดับการดำเนินงานของการใช้งานพอร์ตสื่อสาร | 31 |
| รูปที่ 2.27 แสดงคอนเน็กเตอร์อนุกรม 9 ขา หรือแบบ DB-9 (มองจากด้านหลังคอมพิวเตอร์) | 33 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา 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 กราฟแสดงระดับสัญญาณของพีซีที่ 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 แสดงตำแหน่งผู้ใช้ที่สมมติขึ้น โดยมีระดับความแรงของสัญญาณเท่าเดิม | 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 แสดงตำแหน่งผู้ใช้นบนแผนที่พร้อมทั้งตำแหน่งสถานีเซล | 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 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา 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 แสดงการจัดขาของคอนเน็คเตอร์พอร์ตอนุกรมตามมาตรฐาน RS-232 | 33 |
| ตารางที่ 2.7 แสดงข้อมูลในแอดเดรส 0000 : 0411H ที่ใช้แจ้งจำนวนพอร์ตอนุกรม | 36 |



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

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

ซึ่งข้อดีของการระบุตำแหน่งเมื่อเปรียบเทียบกับระบบจีพีเอสนั้น พบว่ามีความละเอียดมากกว่า และมีความคลาดเคลื่อนที่น้อยกว่า และเครือข่ายระบบโทรศัพท์พื้นฐานส่วนบุคคลพีซีทีนั้น เป็นเครือข่ายที่บริษัทผู้ให้บริการได้ทำการติดตั้งอุปกรณ์ส่งสัญญาณให้บริการไว้แล้วอยู่เป็นจำนวนมาก ซึ่งสามารถนำมาใช้อ้างอิงในการบอกตำแหน่งเช่นเดียวกับระบบจีพีเอสได้ โดยไม่ทำให้เกิดการรบกวนกับเครือข่ายเดิม หรือเกิดความเสียหายแต่อย่างใด ซึ่งสามารถที่จะพัฒนาโปรแกรมและอุปกรณ์การรับสัญญาณให้มีความสะดวก และเหมาะสมในการใช้งานได้ในอนาคต

บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ

ในปัจจุบัน ระบบ PCS (Personal Communication Service) หรือระบบสื่อสารไร้สายส่วนบุคคล เป็นระบบที่ได้รับความนิยมอย่างมาก โดยเป้าหมายสำคัญของระบบก็คือ การใช้งานที่เป็นส่วนตัว หรือ การใช้งานภายในหน่วยงาน 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 มีช่วงความถี่ที่ใช้งานได้ถึง ด้านละ 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 จึงทำให้ขนาดพื้นที่ครอบคลุมเซลล์แต่ละเซลล์ในระบบ PCS จะมีขนาดเล็กมาก

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

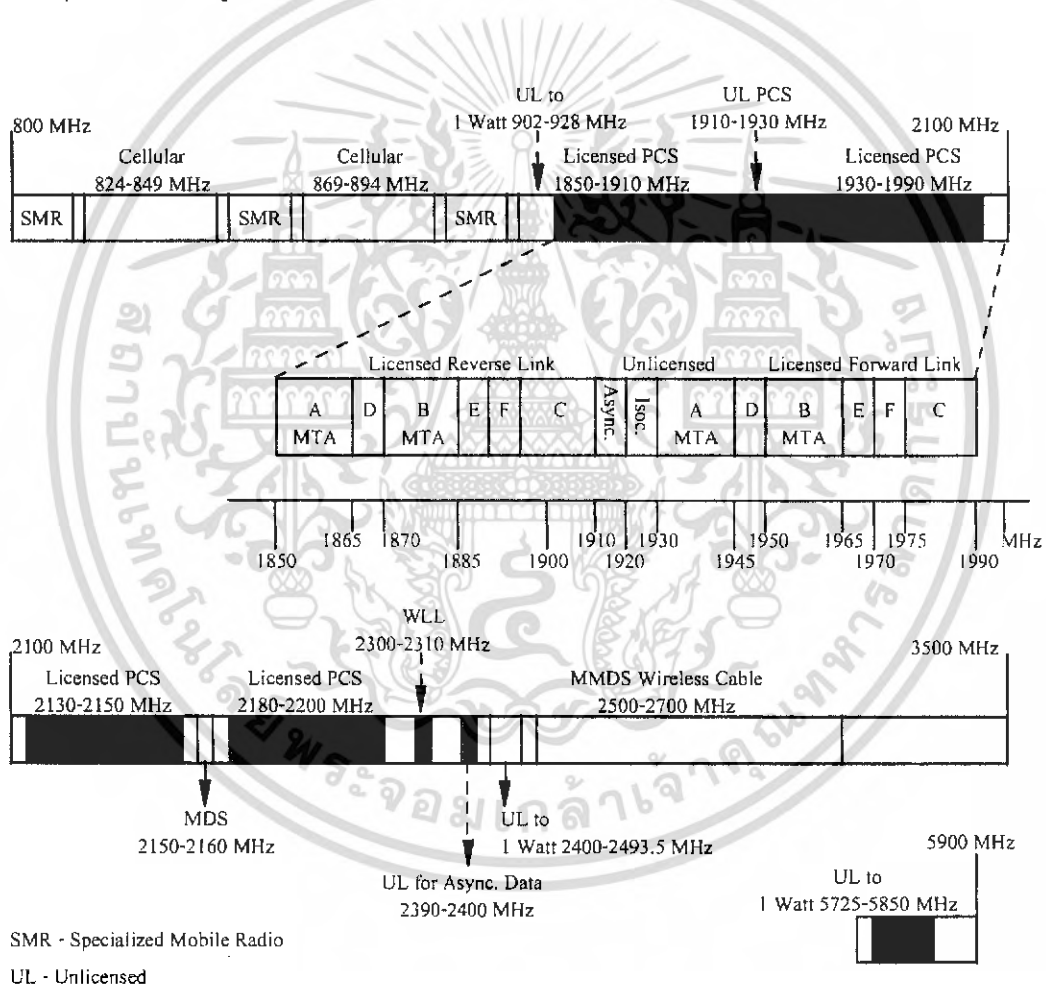
สำหรับวัตถุประสงค์การใช้งานระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่สาธารณะสำหรับอนาคตที่ถูกกำหนดโดย ITU คือ

1. ต้องการให้ระบบ FPLMTS เป็นเป้าหมายของการพัฒนาระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ในอนาคตที่ให้ประสิทธิภาพสูงในการใช้งาน มีราคาถูก และเป็นการใช้งานความถี่ที่มีอยู่อย่างจำกัดอย่างคุ้มค่า เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา 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 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 ระบบโทรศัพท์ไร้สายส่วนบุคคลแบบดิจิทัล

การพัฒนาาระบบสื่อสารแบบไร้สายนั้น หลายๆ ระบบได้พัฒนาจากระบบอนาล็อกสู่ระบบดิจิทัลเพื่อให้สามารถใช้งานในรูปแบบมัลติมีเดียร่วมกับโครงข่ายอินเทอร์เน็ต ระบบสื่อสารไร้สายส่วนบุคคลแบบดิจิทัลจะมีพื้นที่ครอบคลุมน้อยกว่าระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่เซลลูลาร์ จึงได้มีการนำเทคนิคการใช้เซลขนาดเล็กลงมาใช้ เพื่อขยายพื้นที่การให้บริการ และพัฒนาไปสู่ระบบการสื่อสารส่วนบุคคล ระบบโทรศัพท์ไร้สายแบบดิจิทัลที่เป็นที่นิยมใช้มากในปัจจุบัน 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 โดยในแต่ละช่องสัญญาณของสถานีฐานและเครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่ จะสลับกันส่งข้อมูลโดยใช้เทคนิค TDD (Time Division Duplex) ในการส่งสัญญาณโดยใช้เทคนิค TDD นั้นสถานีฐานกับเครื่องโทรศัพท์ไร้สายจะสลับกันส่งและรับข้อมูลครั้งละ 1 ms สำหรับการใช้งานช่องสัญญาณ เครื่องโทรศัพท์ จะทำการเลือกใช้งานช่องสัญญาณที่มีสัญญาณรบกวนน้อยที่สุด โดยเครื่องจะมีการเปลี่ยนแปลงความถี่อย่างรวดเร็ว ถ้าค่า BER (Bit Error Rate) ของช่องสัญญาณที่เลือกไม่อยู่ในขอบเขตที่สามารถยอมรับได้ ในส่วนของโครงสร้างของสัญญาณในระบบนั้นจะประกอบไปด้วยข้อมูลขนาด 72 kbps โดยแต่ละ 72 บิตของข้อมูลจะเป็นสัญญาณเสียงพูด สัญญาณควบคุม สัญญาณซิงโครไนซ์ ระหว่างสถานีฐานกับโทรศัพท์เคลื่อนที่ นอกจากนี้ ยังมี Guard time ระหว่างชุดของข้อมูลเพื่อให้ผู้ส่งข้อมูลหยุดการส่งข้อมูลและเปลี่ยนมาเป็นการรับข้อมูล สำหรับ Guard time นี้จะมีความยาวประมาณ 4 บิต ทั้งสองด้านของการเชื่อมต่อ ทั้งนี้เพื่อให้แน่ใจว่าผู้รับสามารถถอดรหัสของสัญญาณชุดแรกและชุดต่อๆ มาได้อย่างแน่นอน

การมอดูเลชันของระบบ 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

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 |
| กำลังงานเอาต์พุตของสถานีฐาน | 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 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

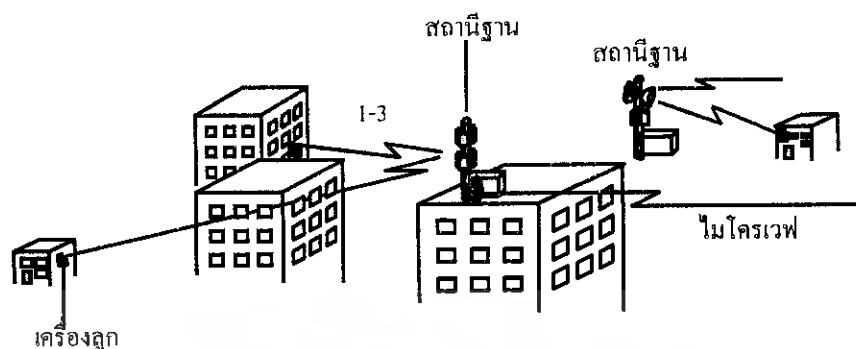
ตารางที่ 2.2 (ต่อ)

| พารามิเตอร์ | คุณสมบัติ |
|-----------------------------------|--|
| การเข้ารหัสสัญญาณเสียง | 32 kbps ADPCM |
| กำลังงานเฉลี่ยในการส่งสัญญาณ | 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 |
| การมอดูเลชัน | GFSK (BT = 0.3) |
| รัศมีคลื่นวิทยุ | 50-150 เมตร |
| การเคลื่อนที่ | ความเร็วในการเดิน |

เทคโนโลยีการสื่อสารแบบไร้สายด้วยระบบ DECT นั้น เกิดขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์ คือ

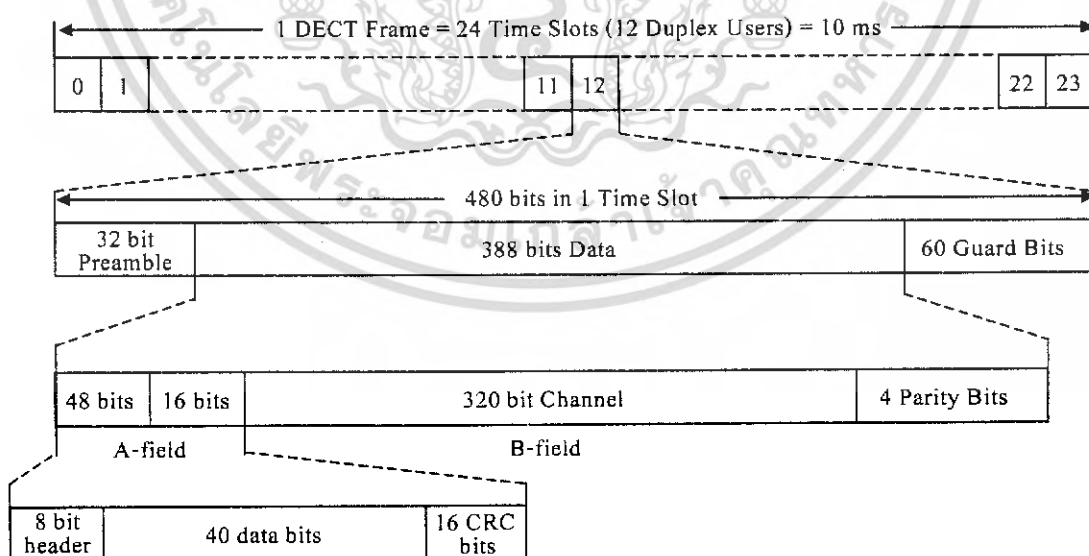
1. สามารถส่งสัญญาณเสียงที่มีความเร็วของสัญญาณ 32 kbps โดยใช้เทคนิคของ ADPCM ทำให้การสนทนามีความชัดเจนใกล้เคียงกับโทรศัพท์แบบใช้สาย แต่ในการใช้งานจะมีพื้นที่การครอบคลุมของสถานีฐานในรัศมีประมาณ 100 เมตรเท่านั้น
2. สามารถต่อเข้ากับอุปกรณ์อินเตอร์เฟสแบบดิจิทัลด้วยความเร็วสูงถึง 1,152 kbps นั่นก็หมายความว่า สามารถใช้ระบบ DECT เป็นโครงข่ายในการส่งสัญญาณให้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้น ในการใช้งานคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลที่อยู่ภายในห้องเดียวกันหรือสำนักงานเดียวกัน เมื่อต่อกับเครื่อง DECT แล้วจะสามารถโยกย้ายเปลี่ยนตำแหน่งได้ โดยไม่มีปัญหาใดๆ เหมือนกับที่เป็นปัญหาในระบบโทรศัพท์แบบใช้สาย
3. จำนวนช่องสัญญาณต่อหนึ่งเซลล์ของระบบ DECT มี 12 ช่องสัญญาณต่อแคเรียร์ โดยใช้เทคนิคของ TDD ดังนั้น ในการติดตั้งเซลล์ในระบบ DECT 1 เซลล์ต่อ 1 ช่องทำงาน จึงสามารถทำให้เพียงพอกับความต้องการ โดยไม่ต้องเพิ่มเซลล์ ใดๆก็ตาม การมีจำนวนช่องสัญญาณมากๆ นั้นทำให้ราคาเครื่อง DECT ค่อนข้างสูง อาจจะมีราคาใกล้เคียงกับโทรศัพท์เคลื่อนที่เซลล์สูงๆ
4. สามารถสร้างโครงข่ายแบบ WLL (Wireless Local Loop) ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยการใช้สายอากาศแบบพิเศษ ทำให้สามารถสื่อสารได้ระยะไกล อาจจะได้ 1-3 กิโลเมตร ดังแสดงในรูปที่ 2.3 ซึ่งจะทำให้ลดการวางโครงข่ายสายลงได้ในบริเวณที่วางโครงข่ายสายทำได้ลำบาก เช่น ข้ามฝั่งแม่น้ำ หรือข้ามถนน เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.3 แสดงการส่งสัญญาณในรูปแบบของ WLL โดยใช้ระบบ DECT

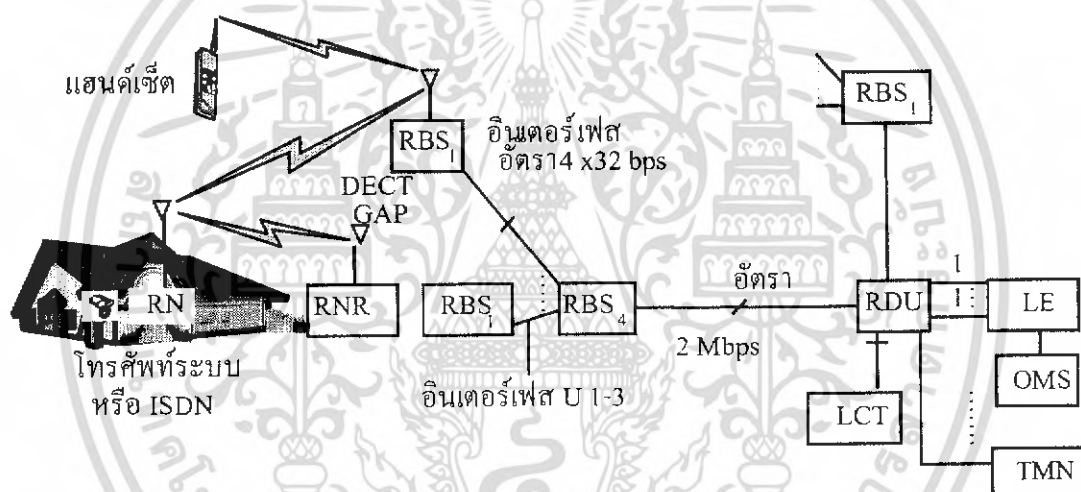
โครงสร้างของระบบ DECT มีมาตรฐานตาม OSI โดยระบบถูกออกแบบมาให้ใช้งานในแบบเรดิโอโลคัลลูป (radio local loop) หรือ เพื่อใช้งานในเขตเมือง แต่ก็สามารถที่จะใช้งานในบริเวณจุดเชื่อมต่อกับระบบสื่อสารไร้สายแบบอื่นๆ เช่น GSM ได้ สำหรับระบบ DECT นั้นจะใช้ช่องสัญญาณที่มีความกว้าง 1,728 KHz ซึ่งถือว่ามีความกว้างมาก 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 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงสร้างของโครงข่ายจะประกอบด้วย 3 ส่วนใหญ่ๆ ดังรูปที่ 2.5 โดยส่วนแรกเป็นส่วนของ แชนด์เซ็ดที่มีขนาดเท่ามือถือทุกๆ ไป ซึ่งในทางทฤษฎีแล้วจะสามารถใช้งานในขณะที่เคลื่อนที่ได้ด้วยความเร็วที่ต่ำมาก 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 ระบบปฏิบัติการและบำรุงรักษา หรือ OMS (Operation and Maintenance System) และส่วนของการบริหารโครงข่าย TMN (Telecommunication Management Network)



รูปที่ 2.5 แสดง โครงสร้างของโครงข่ายในระบบ 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) ซึ่งการจัดความถี่ในลักษณะนี้จะเป็นการจัดในลักษณะเดียวกับระบบโทรศัพท์มือถือเซลลูลาร์ต่างๆ ไป โดยจะใช้การจัดการความถี่ในลักษณะของ Fixed Assign ซึ่งจะต้องมีการจัดวางสถานีฐานในระบบ PACS ให้มีประสิทธิภาพ และการเพิ่มสถานีฐานภายหลังจะต้องเอกสารเป็นเอกสารที่ส่งมอบให้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการศึกษาไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

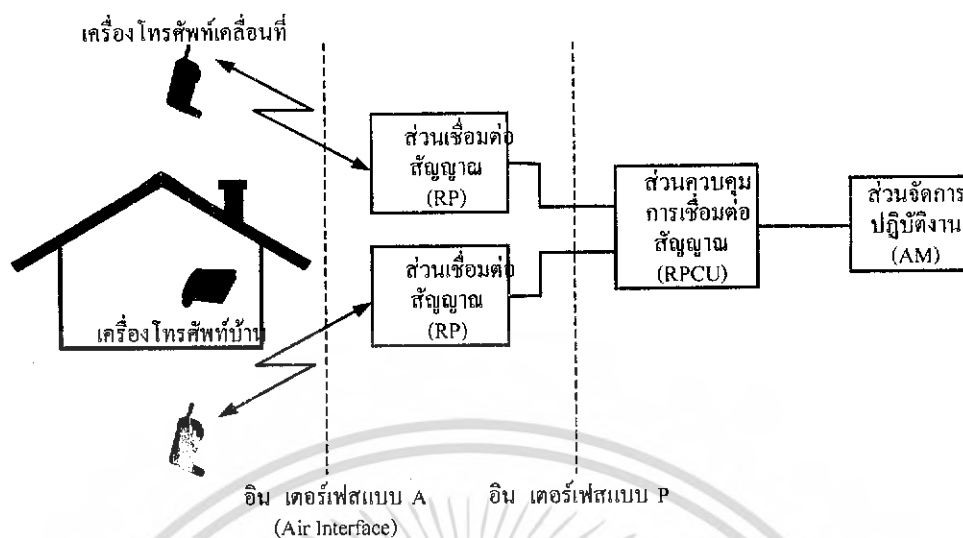
ปรับโครงสร้างของเซลล์ก็เลยทุกครั้งไป ตรงจุดนี้ระบบ PACS จึงค่อนข้างเสียเปรียบระบบไร้สายส่วนบุคคลแบบอื่นๆ เช่น ระบบ PHS หรือระบบ DECT เนื่องจากสองระบบหลังนี้จะมีการจัดความถี่ที่เรียกกันว่า Dynamic Assign ที่มีการจัดความถี่อัตโนมัติ เพื่อหลีกเลี่ยงความถี่ที่ใช้อยู่แล้ว อย่างไรก็ตาม เมื่อเปรียบเทียบกับระบบเซลล์ลาร์แล้ว ระบบ PACS นั้นยังถือว่ายังมีความได้เปรียบอยู่ ทั้งนี้ เพราะในระบบ PACS นั้น จะใช้ความถี่ที่สูงกว่า คือ ย่าน 1,900 MHz จึงทำให้โอกาสในการพัฒนาขนาดของอุปกรณ์ให้มีขนาดเล็กทำได้ง่าย ประกอบกับโครงสร้างของเซลล์ที่มีขนาดเล็กกว่าระบบเซลล์ลาร์ จึงทำให้จำนวนช่องต่อพื้นที่มีมากกว่า และการดูแลลูกค้าในหนึ่งเซลล์สามารถกระทำได้ดีกว่าเนื่องจากลูกค้าในหนึ่งเซลล์มีไม่มากนัก

ระบบ PACS เป็นระบบการสื่อสารส่วนบุคคลรุ่นที่ 3 ซึ่งถูกพัฒนาและนำเสนอโดยบริษัท Bellcore ในปี ค.ศ. 1992 โดยระบบ PACS เป็นระบบที่สามารถรองรับการใช้งานด้านเสียง ข้อมูลและภาพ วิดีโอภายในอาคารและการทำงานแบบไมโครเซลล์ ระบบ PACS ถูกออกแบบให้มีรัศมีของการให้บริการประมาณ 500 เมตร สำหรับวัตถุประสงค์หลักของระบบ PACS คือ เพื่อรวมระบบการสื่อสารแบบ WLL (Wireless Local Loop) ทุกรูปแบบให้อยู่ในระบบเดียวกัน และมีฟังก์ชันการใช้งานโทรศัพท์เต็มรูปแบบ 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 ไม่ว่าจะเป็นการสื่อสารส่วนบุคคลหรือใช้งานในรูปแบบของโทรศัพท์สาธารณะ ซึ่งมีการให้บริการในย่านความถี่ PCS ระบบ PACS อาจจะมีการเชื่อมต่อเข้ากับชุมสายอัตโนมัติ (PABX: Private Branch Exchange) หรือเชื่อมต่อกับชุมสายโทรศัพท์ (CENTREX: Central Office Exchange Service) และอาจจะให้บริการเป็นชุมสายโทรศัพท์ในพื้นที่ที่เป็นที่อยู่อาศัยได้อีกด้วย

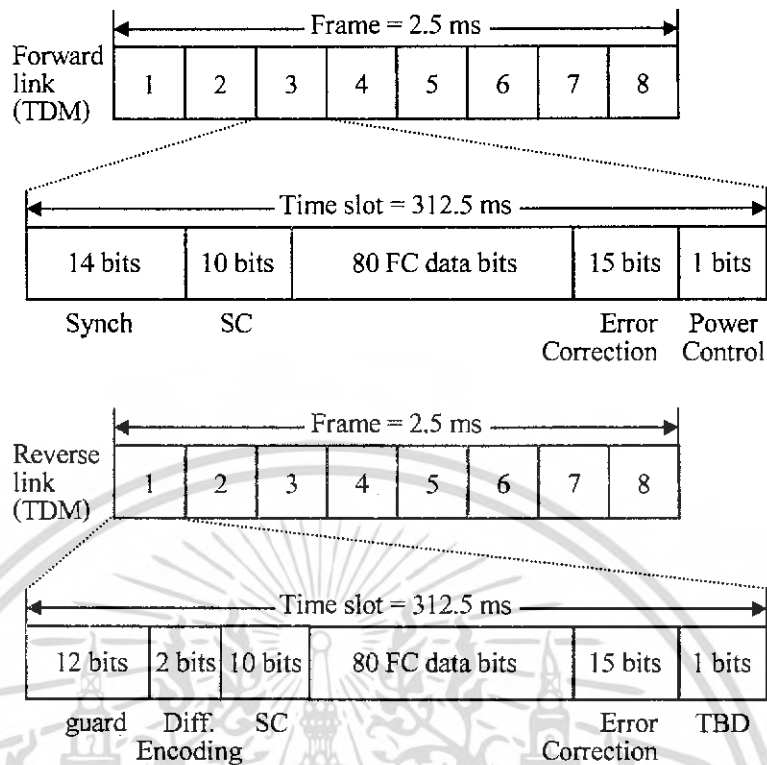
โครงสร้างโครงข่ายของระบบ PACS จะประกอบด้วย เครื่องของผู้ใช้บริการ (SU: Subscriber Unit) ซึ่งอาจจะเป็นโทรศัพท์พื้นฐานหรือโทรศัพท์เคลื่อนที่ก็ได้ ส่วนเชื่อมต่อสัญญาณ (RP: Radio Port) ซึ่งจะเชื่อมต่อกับส่วนควบคุมการเชื่อมต่อสัญญาณ (RPCU: Radio Ports Control Unit) และส่วนจัดการปฏิบัติงาน (AM: Access Manager)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



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) โดยแต่ละช่องสัญญาณสามารถส่งสัญญาณเสียงที่มีความเร็วของสัญญาณดิจิทัลขนาด 32 kbps หรือสามารถส่งสัญญาณอื่นๆที่เป็นข้อมูลดิจิทัลด้วยความเร็วสูงถึง 384 kbps นั่นก็หมายความว่าสามารถใช้งานในรูปแบบของเครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่สามารถทำงานได้ดีเหมือนกับระบบ PHS และดีกว่าระบบ DECT หลายเท่าตัว สำหรับการถ่ายโอนข้อมูลจากเซลล์หนึ่งไปอีกเซลล์หนึ่งของระบบ PACS นั้น สามารถทำได้ในเวลาเพียง 0.3 ms และส่วนหนึ่งยังเป็นผลอันเนื่องมาจากการใช้สายอากาศแบบสองคันคู่ (Diversity) สำหรับลักษณะของโทรมส์ลีสต์ และโครงสร้างของเฟรมของระบบ PACS นั้น แสดงดังรูปที่ 2.7 และในตาราง 2.3 จะเป็นการแสดงคุณสมบัติต่างๆของระบบ PACS



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

รูปที่ 2.7 ลักษณะของไทม์สล็อตและ โครงสร้างของเฟรมของระบบ 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 |
| การมอดูเลชัน | $\pi / 4$ QPSK |
| สมรรถนะการใช้ความถี่ | 300 kHz \times 2, 8 ch (75 kHz/ch) |
| กำลังงานเอาต์พุต CS | 100 mW Ave. (800 mW) |
| กำลังงานเอาต์พุต PS | 25 mW Ave. (200 mW) |
| เฟรม TDMA | 2.5 ms |

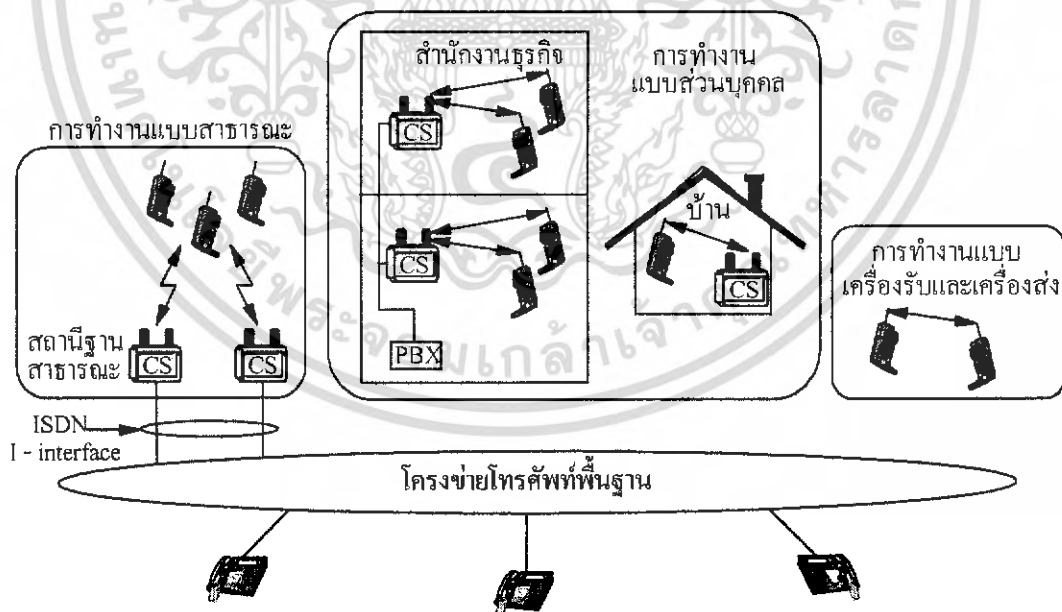
เอกสารนี้เป็นลิขสิทธิ์สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษานั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.3 (ต่อ)

| พารามิเตอร์ | คุณสมบัติ |
|------------------|-------------------------------|
| จำนวนโหนดต่อเฟรม | 5 |
| การจัดช่องสัญญาณ | แบบคยตัวหรือแบบกึ่งอัตโนมัติ |
| รัศมีคลื่นวิทยุ | 500 m |
| การเคลื่อนที่ | ความเร็วของรถยนต์ในย่านธุรกิจ |
| รูปแบบการติดต่อ | แบบสองทิศทาง |

2.2.4 ระบบโทรศัพท์ที่พกพาส่วนบุคคล PHS

เป็นระบบโทรศัพท์ไร้สายแบบดิจิทัลที่สามารถใช้งานได้ทั้งที่บ้าน ที่ทำงาน เขตพื้นที่ชุมชน ย่านธุรกิจ และพื้นที่สาธารณะต่างๆ ในระบบโทรศัพท์ที่พกพาส่วนบุคคล PHS สถานีฐานจะเรียกว่า สถานีเซลหรือเซลสเตชัน CS (Cell Station) และเครื่องลูกข่ายจะเรียกว่า เครื่อง PS (Personal Station) สำหรับเซลจะมีขนาดเล็กในระดับไมโครเซล มีรัศมีการให้บริการเพียง 100-300 เมตรเท่านั้น ทั้งนี้ เพื่อเป็นการเพิ่มความจุของระบบ และเป็นการประหยัดพลังงานเพื่อเพิ่มอายุการใช้งานของแบตเตอรี่เครื่อง PS ทั้งยังเป็นการลดราคาของเซลสเตชัน



รูปที่ 2.8 แสดงโครงสร้างของโครงข่ายโทรศัพท์ที่พกพาส่วนบุคคล PHS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

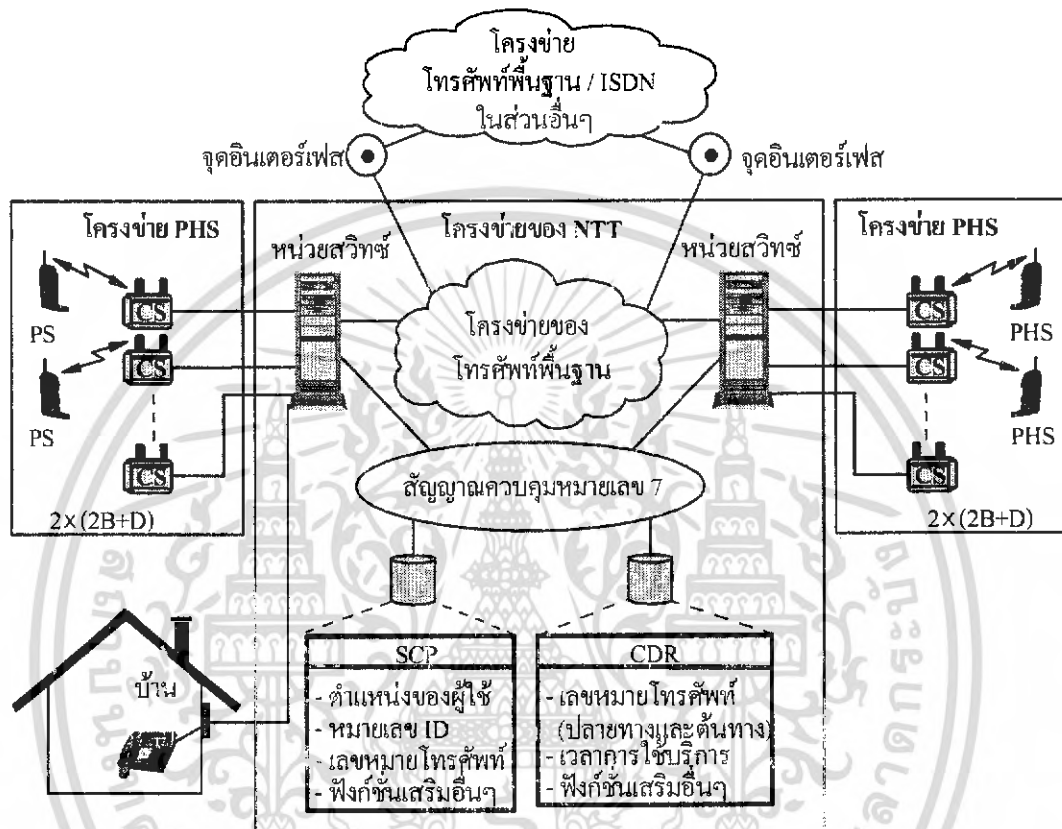
1. มีคุณภาพของสัญญาณเสียงและความปลอดภัยในการสื่อสารข้อมูลสูง
2. มีความจุช่องสัญญาณสูง เนื่องมาจากการใช้เซลล์ในแบบไมโครเซลล์ และใช้เทคนิคการจัดช่องสัญญาณแบบชั่วคราว (Dynamic Channel Assignment)
3. สามารถให้บริการมัลติมีเดีย ซึ่งมีอัตราการส่งข้อมูลที่สูงถึง 64 kbps
4. การจัดแถบความถี่ใช้งานมีการจัดช่องสัญญาณแบบชั่วคราว

2.2.4.1 โครงสร้างของโครงข่ายโทรศัพท์พกพาส่วนบุคคล PHS

เป็นโครงข่ายที่มีการใช้งานร่วมกับระบบโทรศัพท์พื้นฐาน ดังแสดงในรูปที่ 2.9 โดยผู้ให้บริการโครงข่ายของระบบโทรศัพท์พกพาส่วนบุคคล PHS จะเป็นเพียงผู้จัดการเชื่อมต่อระหว่างเซลล์เสตชันกับเครื่อง PS นอกจากนี้ ยังทำหน้าที่ดูแลเซลล์เสตชันและฐานข้อมูลของผู้ใช้บริการ สำหรับเซลล์เสตชันในพื้นที่ต่างๆ จะถูกเชื่อมต่อกับชุมสายท้องถิ่น โดยมีการเชื่อมต่อแบบ ISDN ซึ่งเป็นการเชื่อมต่อแบบ I-interface ที่เพิ่มการจัดการที่มีความคล่องตัวมากขึ้น และลักษณะทางฟิสิกส์ของช่องสัญญาณจะทำการส่งข้อมูลโดยใช้ช่องสัญญาณ B ในแต่ละเซลล์เสตชันจะสามารถรองรับได้ 4 ช่องสัญญาณ โดยใช้สายที่มีการเชื่อมต่อแบบ ISDN I- interface 2 เส้น เชื่อมต่อเซลล์เสตชันกับชุมสายท้องถิ่น สำหรับข้อมูลต่างๆ ของผู้ให้บริการ เช่น การดูแลการเปลี่ยนแปลงข้อมูล ข้อมูลของผู้ใช้บริการหรือหมายเลขของผู้ใช้บริการจะถูกเก็บไว้ในส่วนควบคุมการให้บริการ SCP (Service Control Point) และการบันทึกข้อมูลการเรียกของผู้ใช้บริการ CDR (Call Detail Record) เช่น หมายเลขโทรศัพท์ที่ทำการเรียก หมายเลขโทรศัพท์ที่ถูกเรียก และเวลาในการสนทนา ข้อมูลเหล่านี้จะถูกส่งผ่านไปยัง SS7 (Signaling System No.7)

2.2.4.2 การใช้งานแถบความถี่ในระบบความถี่ในระบบโทรศัพท์พหุภาคส่วนบุคคล PHS

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



รูปที่ 2.9 แสดงโครงสร้างโครงข่ายของระบบโครงข่ายโทรศัพท์พหุภาคส่วนบุคคล PHS

2.2.4.3 ลักษณะการทำงานของระบบโทรศัพท์พหุภาคส่วนบุคคล PHS

คุณสมบัติการทำงานของระบบโทรศัพท์พหุภาคส่วนบุคคล PHS เปรียบเทียบกับระบบโทรศัพท์ไร้สายดิจิทัลแบบอื่นๆ 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 (World Administrative Radio Conference-92) ซึ่งในระบบโทรศัพท์พหุภาคส่วนบุคคล PHS จะใช้เทคนิคการมอดูเลชันแบบ $\pi/4$ QPSK เพื่อให้ระบบมีความจุของช่องสัญญาณสูง และเพื่อลดผลกระทบแบบไม่เป็นเชิงเส้นที่ส่วนขยายสัญญาณของตัวส่งสัญญาณ

ในการปฏิบัติงานจะใช้ช่องสัญญาณซึ่งมีมอดูเลชันแบบ TDMA/TDD จำนวน 4 ช่องสัญญาณ และสำหรับการเข้ารหัสและถอดรหัสสัญญาณเสียงในระบบโทรศัพท์พหุภาคส่วนบุคคล PHS จะใช้เทคนิคเอคอสารนี้เป็นเอคอสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการศึกษาไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ADPCM 32 kbps ซึ่งมีคุณภาพเท่ากับเทคนิค PCM 64 kbps โดยเฟรม TDMA/TDD ที่ใช้งานมีความยาว 5 ms ทำให้มีช่วงเวลาที่เสถียร และเนื่องจากเซลล์ในระบบโทรศัพท์พกพาส่วนบุคคล PHS มีขนาดเล็กในระดับของไมโครเซลล์ ดังนั้นค่าดีเลย์สูงสุดของการกระจายสัญญาณจึงน้อยมากเมื่อเทียบกับระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่แบบเซลลูลาร์

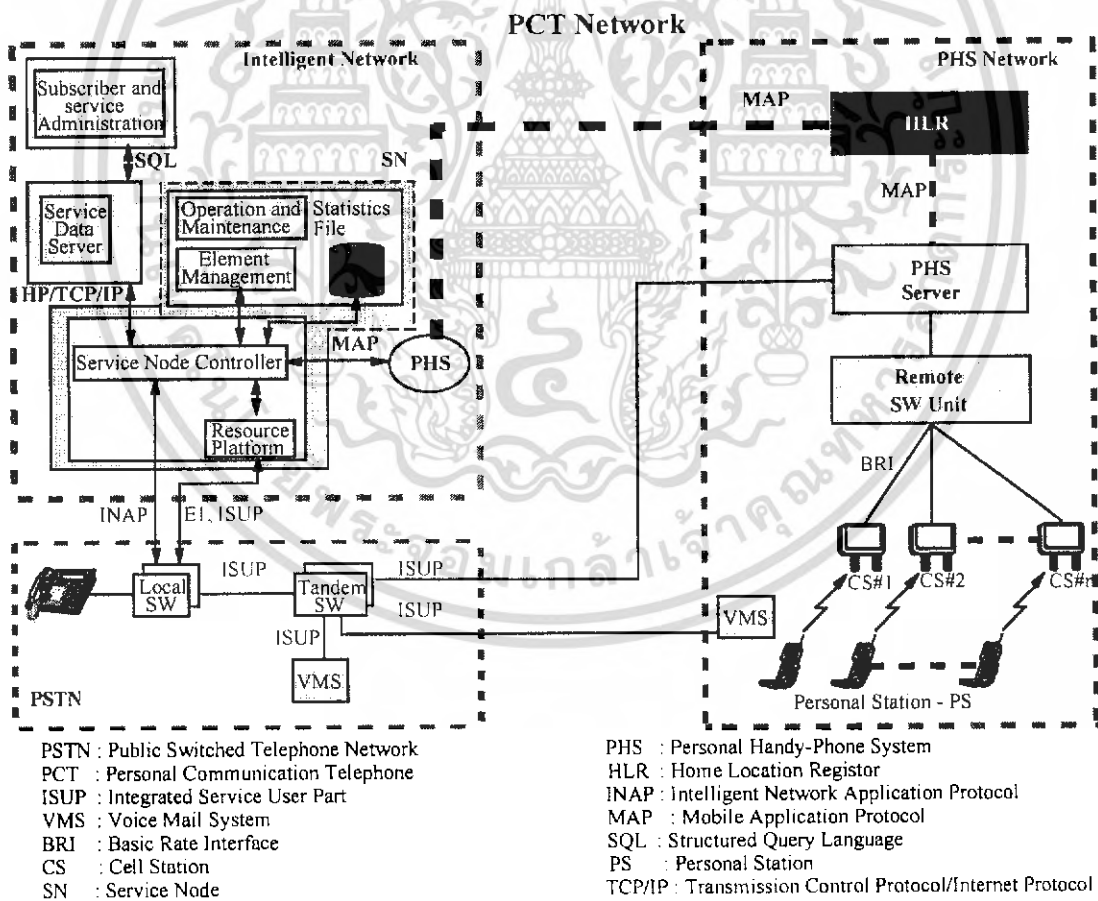
ตารางที่ 2.4 แสดงการใช้งานความถี่ของระบบโทรศัพท์พกพาส่วนบุคคล PHS

| 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 |

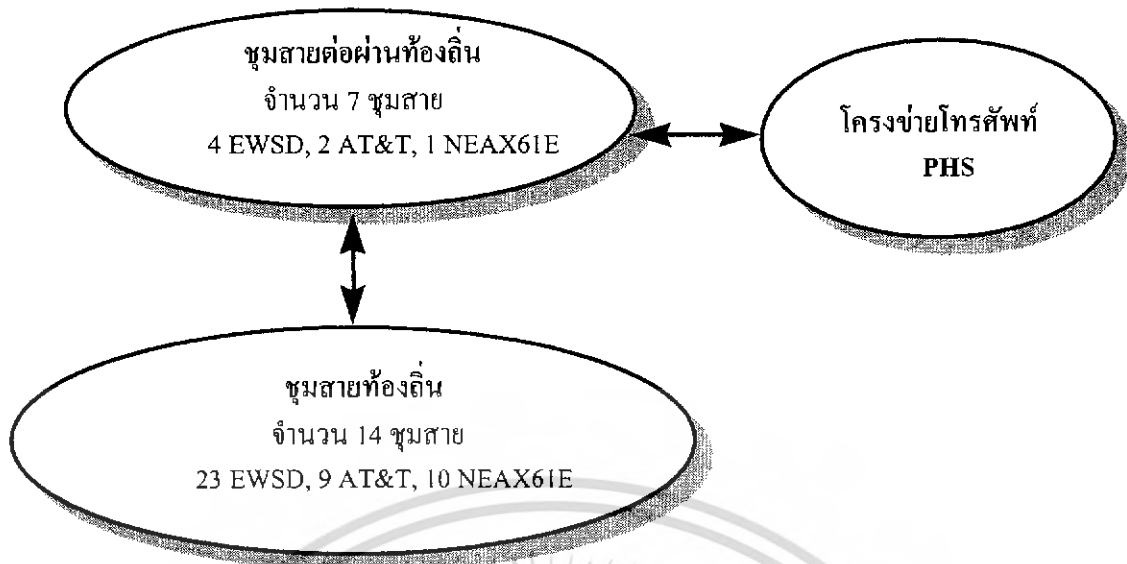
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 โครงสร้างของระบบโทรศัพท์พื้นฐานพกพาส่วนบุคคลพีซีที

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



รูปที่ 2.10 โครงสร้างของโครงข่ายโทรศัพท์พื้นฐานพกพาส่วนบุคคลพีซีที



GPS: Group Switching Processor

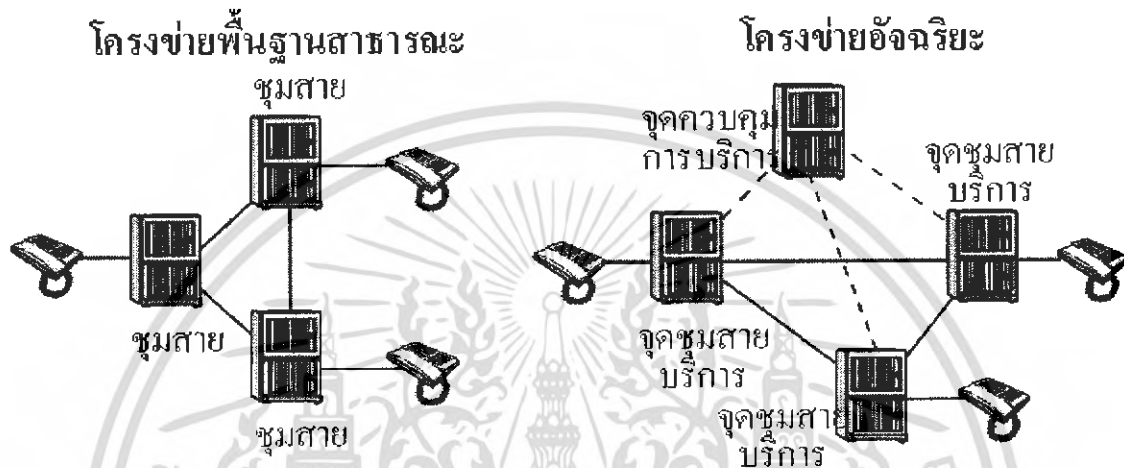
รูปที่ 2.11 โครงสร้างของโครงข่ายโทรศัพท์พื้นฐานสาธารณะ

2.3.1 โครงข่ายโทรศัพท์พื้นฐานสาธารณะ โครงข่ายโทรศัพท์พื้นฐานสาธารณะ จะเป็นการใช้งานโครงข่ายโทรศัพท์พื้นฐานเดิมของบริษัท เทเลคอมเอเชีย 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) ในระบบโทรศัพท์พื้นฐานพหุส่วนบุคคลพีซีที ชุมสายต่อผ่านท้องถิ่นจะต่อกับโครงข่ายโทรศัพท์พหุส่วนบุคคลพีเอชเอส ดังแสดงในรูปที่ 2.11

2.3.2 **โครงข่ายอัจฉริยะ** โครงข่ายอัจฉริยะเป็นส่วนที่เพิ่มเติมเข้าไปในโครงข่าย เพื่อเพิ่มความสามารถของโครงข่ายในด้านต่างๆ เช่น การให้บริการรูปแบบใหม่ หรือการให้บริการเสริมกับโครงข่าย ซึ่งกระทำโดยการต่อระบบคอมพิวเตอร์เข้ากับโครงข่ายและทำการเชื่อมต่อเข้ากับระบบต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการให้บริการเสริม โดยเป็นการแยกฟังก์ชันในการควบคุมการเรียก (Call control function) ออกจากฟังก์ชันของการให้บริการ (Service control function) ส่งผลให้ผู้ให้บริการโครงข่ายสามารถที่จะพัฒนาโครงข่าย เพื่อให้บริการได้อย่างรวดเร็ว



รูปที่ 2.12 เปรียบเทียบการทำงานระหว่างโครงข่ายโทรศัพท์พื้นฐานสาธารณะธรรมดา กับโครงข่ายโทรศัพท์พื้นฐานสาธารณะที่ทำงานร่วมกับโครงข่ายอัจฉริยะ

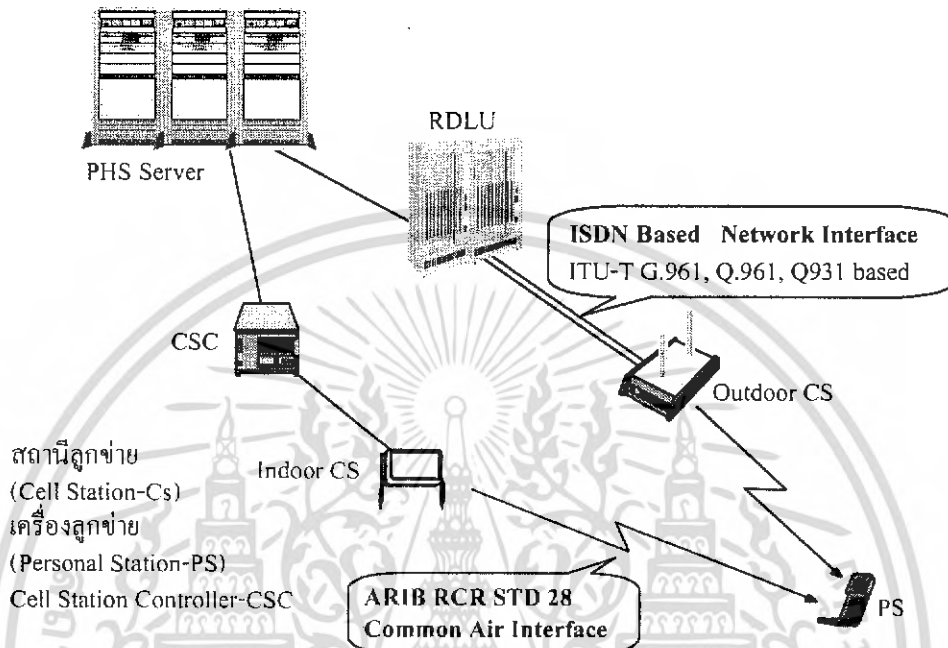
จากรูป 2.12 ถ้าผู้เรียกต้องการใช้บริการของโครงข่ายอัจฉริยะ จุดชุมสายบริการก็จะส่งเลขหมายไปที่จุดควบคุมการบริการซึ่งเป็นฮาร์ดแวร์ของโครงข่ายอัจฉริยะที่แยกออกต่างหากจากระบบเครื่องชุมสาย โดยจุดควบคุมการบริการจะทำหน้าที่เลือกเส้นทางและหาตำแหน่งของเครื่องลูกข่าย หลังจากนั้น จึงสั่งให้อุปกรณ์ชุมสายทำการสร้างเส้นทางในการเรียกไปยังปลายทางที่ต้องการต่อไป

2.4 คุณสมบัติทางเทคนิคของระบบโทรศัพท์พื้นฐานพหุพาสส่วนบุคคลพีซีที

2.4.1 มาตรฐานการเชื่อมต่อ

การเชื่อมโยงระหว่างเซสชันกับโครงข่าย (Network Interface) โทรศัพท์พื้นฐานพหุพาสส่วนบุคคลพีซีทีจะใช้มาตรฐาน 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) ซึ่งตามข้อกำหนดนี้โครงสร้างโครงข่ายของระบบโทรศัพท์พื้นฐานพหุพาสส่วนบุคคลพีซีที จะมีลักษณะดังแสดงในรูปที่ 2.13 โดยสัญญาณที่เชื่อมโยงระหว่างเซสชันกับ

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



รูปที่ 2.13 แสดงรายละเอียดการเชื่อมต่อ

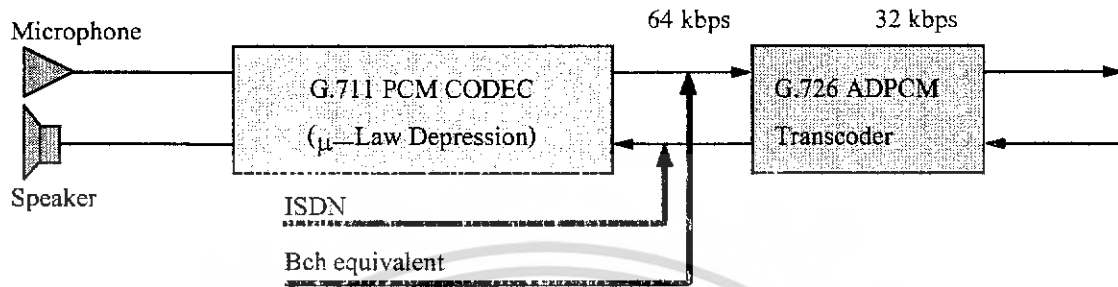
2.4.2 ความถี่ใช้งาน

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

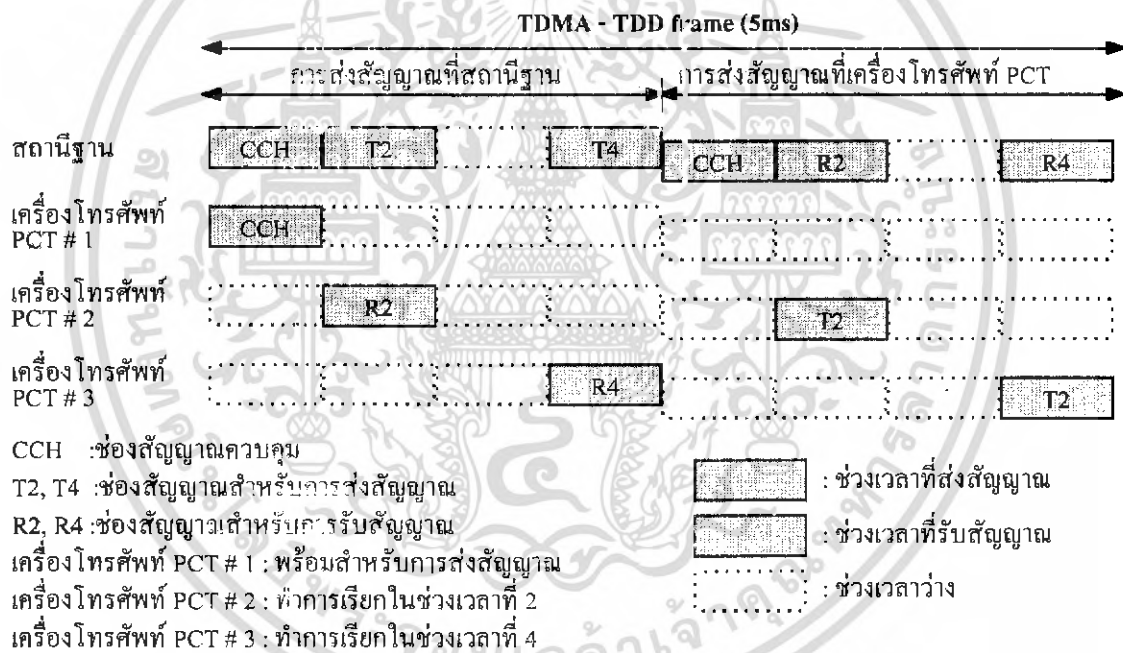
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.3 เทคนิคการเข้ารหัสสัญญาณเสียงและการมอดิเฟอ์ชของสัญญาณ

การเข้ารหัสสัญญาณเสียงของระบบ จะใช้วิธีการเข้ารหัสสัญญาณแบบ ADPCM ตามมาตรฐาน G.711 และ G.726 ของ ITU-T ซึ่งมีรายละเอียดดังบล็อกไออะแกรมในรูปที่ 2.14



รูปที่ 2.14 แสดงบล็อกไออะแกรมการเข้ารหัสแบบ ADPCM สำหรับเสียงพูด



รูปที่ 2.15 แสดงการจัดช่องสัญญาณแบบ TDMA-TDD

จากรูป 2.15 แสดงการจัดช่องสัญญาณของระบบโทรศัพท์พื้นฐานพหุพาส่วนบุคคลพีซีที 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 เซลของระบบโทรศัพท์พื้นฐานพหุพาส่วนบุคคลพีซีทีจะสามารถทำการติดต่อได้พร้อมๆกัน 3 คู่สนทนา นั่นคือ เซลสเตชัน 1 ตัว จะใช้เครื่องถูกข้ายได้ 3 ตัวพร้อมๆกัน

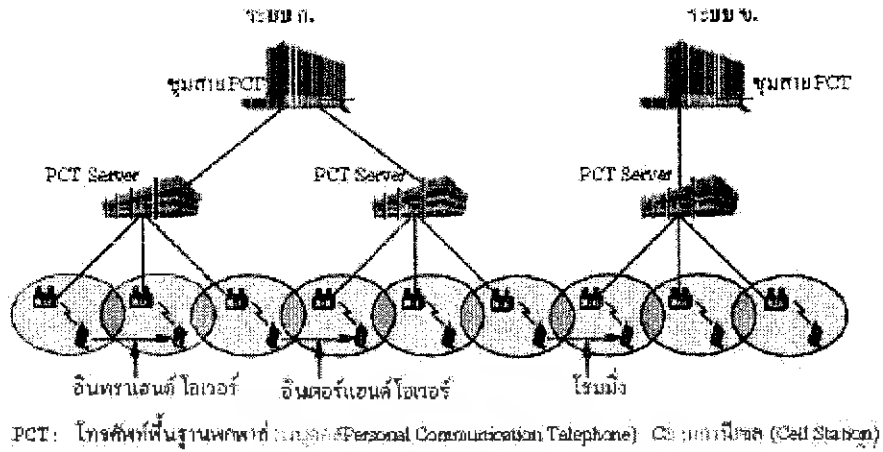
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.4 วิธีการมอดูเลตสัญญาณ

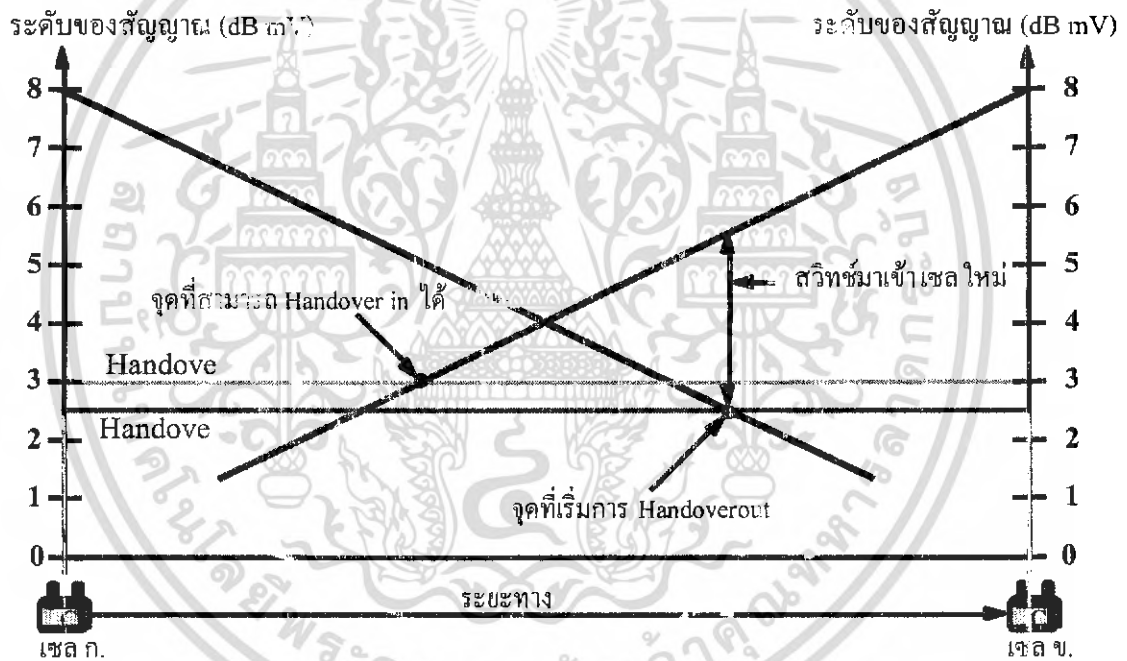
ระบบโทรศัพท์พื้นฐานพกพาส่วนบุคคลพีซีทีนั้นเป็นระบบโทรศัพท์แบบดิจิทัล ข้อมูลที่ออกมาจากเครื่องลูกข่ายจะถูกแปลงให้เป็นสัญญาณดิจิทัล โดยใช้เทคนิคการแปลงสัญญาณแบบ ADPCM และใช้เทคนิคการมอดูเลตสัญญาณแบบ $\pi/4$ QPSK ($\pi/4$ Quadrature Phase Shift Keying) ซึ่งเป็นเทคนิคการมอดูเลตสัญญาณที่ปรับปรุงมาจากการมอดูเลตแบบ QPSK โดยเทคนิคการเข้ารหัสสัญญาณแบบ $\pi/4$ QPSK สามารถใช้ได้กับการเข้ารหัสสัญญาณทั้งแบบ Absolute phase encoding และแบบ Differential phase encoding

2.4.5 การข้ามเซลล์ในระบบโทรศัพท์พื้นฐานพกพาส่วนบุคคลพีซีที

การข้ามเซลล์ของระบบพื้นฐานพกพาส่วนบุคคลพีซีที จะใช้เทคนิคการแฮนด์โอเวอร์ (Handover) เนื่องจากเซลล์มีขนาดเล็กมาก ระดับไมโครเซลล์มีรัศมีครอบคลุมการให้บริการใน 1 เซลล์ประมาณ 300-500 เมตรเท่านั้น การติดต่อสื่อสารในลักษณะที่มีการเคลื่อนที่จากเซลล์หนึ่งไปยังอีกเซลล์หนึ่งไม่สามารถใช้เทคนิคการแฮนด์ออฟ (Hand-off) ในการข้ามเซลล์เหมือนในโทรศัพท์เคลื่อนที่แบบเซลล์ลาร์ทั่วๆ ไป เพราะเทคนิคการแฮนด์ออฟจำเป็นต้องมีการส่งถ่ายข้อมูลของเครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่แบบเซลล์ลาร์จากเซลล์หนึ่งไปอีกเซลล์หนึ่ง เพื่อทำการจัดเตรียมช่องสัญญาณเอาไว้รองรับล่วงหน้า ซึ่งจะต้องใช้เวลาในการถ่ายโอนข้อมูลพอสมควร ในกรณีที่เซลล์มีขนาดเล็กจะไม่มีเวลาเพียงพอสำหรับการถ่ายโอนข้อมูล การแฮนด์โอเวอร์จะการทำงานคือ เมื่อสัญญาณที่รับได้จากเครื่อง PS มีระดับของสัญญาณต่ำลงจนถึงระดับ 25 dB μ V เครื่อง PS ก็จะทำการตรวจหาสัญญาณจากเซลล์ข้างเคียง โดยจะเลือกเซลล์ที่สัญญาณแรงที่สุด แต่ในกรณีที่ช่องสัญญาณของเซลล์ที่มีสัญญาณแรงที่สุดเต็ม เครื่อง PS ก็จะเปลี่ยนไปเลือกเซลล์ที่มีสัญญาณแรงเป็นอันดับ 2 แทน และเมื่อหาเซลล์ใหม่ที่มีสัญญาณแรงที่สุดได้แล้ว เครื่อง PS ก็จะทำการยกเลิกการสื่อสารในเซลล์เดิมและเปลี่ยนไปใช้ช่องสัญญาณในเซลล์ใหม่ เพื่อทำการสื่อสารต่อไป สำหรับในช่วงเวลาที่มีการข้ามเซลล์นี้ เครื่อง PS จะส่งสัญญาณควบคุมไปจับช่องสัญญาณควบคุมในเซลล์ใหม่ โดยไม่สนใจการติดต่อสื่อสารในช่วงเวลานั้น ซึ่งจะส่งผลให้ผู้ที่ใช้เครื่อง PS อยู่ในช่วงเวลาที่มีการข้ามเซลล์ จะไม่ได้ยินเสียงการสนทนาหรือที่เรียกว่า Muting เป็นเวลาประมาณ 2-3 วินาที สำหรับการใช้งานโทรศัพท์พื้นฐานพกพาส่วนบุคคลพีซีที เมื่อมีการเคลื่อนที่ โดยทั่วไปจะสามารถใช้งานได้ที่ความเร็วไม่เกิน 60 กิโลเมตรต่อชั่วโมงเท่านั้น ในรูปที่ 2.16 แสดงการแฮนด์โอเวอร์ ซึ่งการแฮนด์โอเวอร์สามารถแบ่งได้เป็น 3 รูปแบบคือ แบบที่ 1 เรียกว่า อินทราแฮนด์โอเวอร์ เป็นการข้ามเซลล์ในกลุ่มของ PCT Server เดียวกัน แบบที่ 2 เรียกว่า อินเตอร์แฮนด์โอเวอร์ เป็นการข้ามเซลล์ที่อยู่ต่าง PCT Server กัน และในแบบที่ 3 เรียกว่า การโรมมิ่ง(Roaming) คือ การข้ามเซลล์ในระบบพื้นฐานพกพาส่วนบุคคลพีซีทีต่างผู้ให้บริการกัน ในการข้ามเซลล์ด้วยวิธีการแฮนด์โอเวอร์แต่ละแบบนี้จะใช้เวลาไม่เท่ากัน ซึ่งจะประมาณ 2, 3 และ 4 วินาที ตามลำดับ จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องวางรูปแบบของเซลล์ให้มีการข้ามเซลล์อยู่ในกลุ่มของ PCT Server เดียวกัน เพื่อลดเวลาการ Muting ให้เหลือน้อยที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้

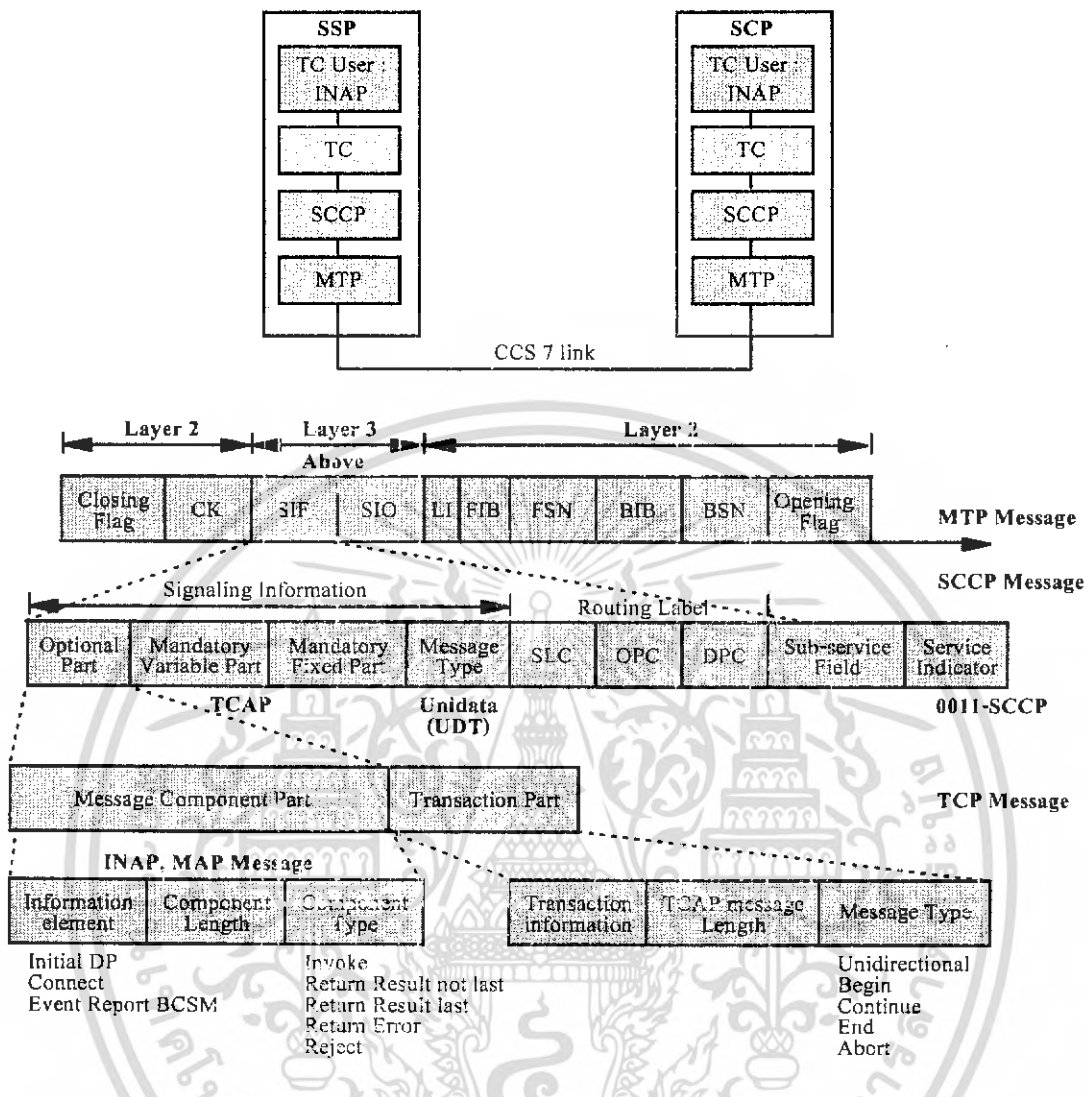


รูปที่ 2.16 แสดงการแฮนด์โอเวอร์ทั้ง 3 แบบ ในระบบโทรศัพท์พื้นฐานพกพาส่วนบุคคลพีซีที



รูปที่ 2.17 แสดงระดับของสัญญาณที่ใช้ในการแฮนด์โอเวอร์ข้ามเซลล์หนึ่งไปอีกเซลล์หนึ่ง

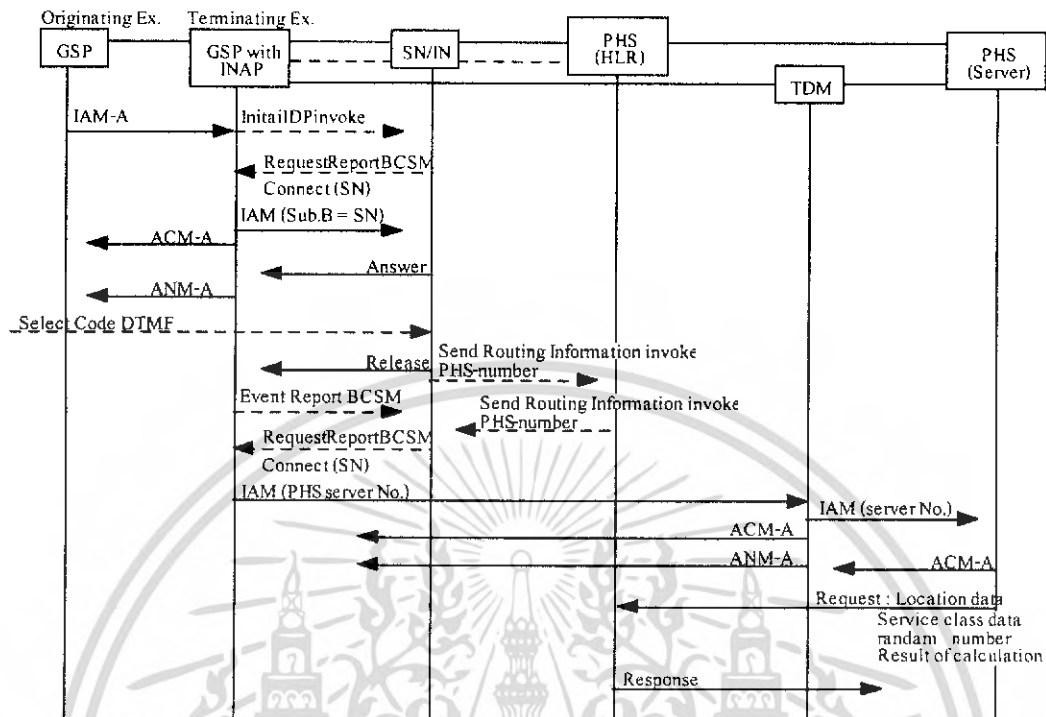
สำหรับการข้ามเซลล์ด้วยการใช้เทคนิคการแฮนด์โอเวอร์นั้นจะใช้ระดับของสัญญาณเป็นตัวกำหนด โดยระดับสัญญาณที่เครื่อง PS เริ่มทำการแฮนด์โอเวอร์เราเรียกว่า ระดับสัญญาณแฮนด์โอเวอร์เอาท์ (Handover out : 25 dBμV) และระดับสัญญาณของอีกเซลล์หนึ่งที่มีารรองรับการแฮนด์โอเวอร์เข้ามาในเซลล์ใหม่ เรียกว่า ระดับสัญญาณแฮนด์โอเวอร์อิน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



รูปที่ 2.18 แสดงระดับชั้นของโปรโตคอลสำหรับสัญญาณควบคุมหมายเลข 7 และรายละเอียดของสัญญาณควบคุม

2.4.6 ระบบโปรโตคอลในระบบโทรศัพท์พื้นฐานพหุส่วนบุคคลพีซีที

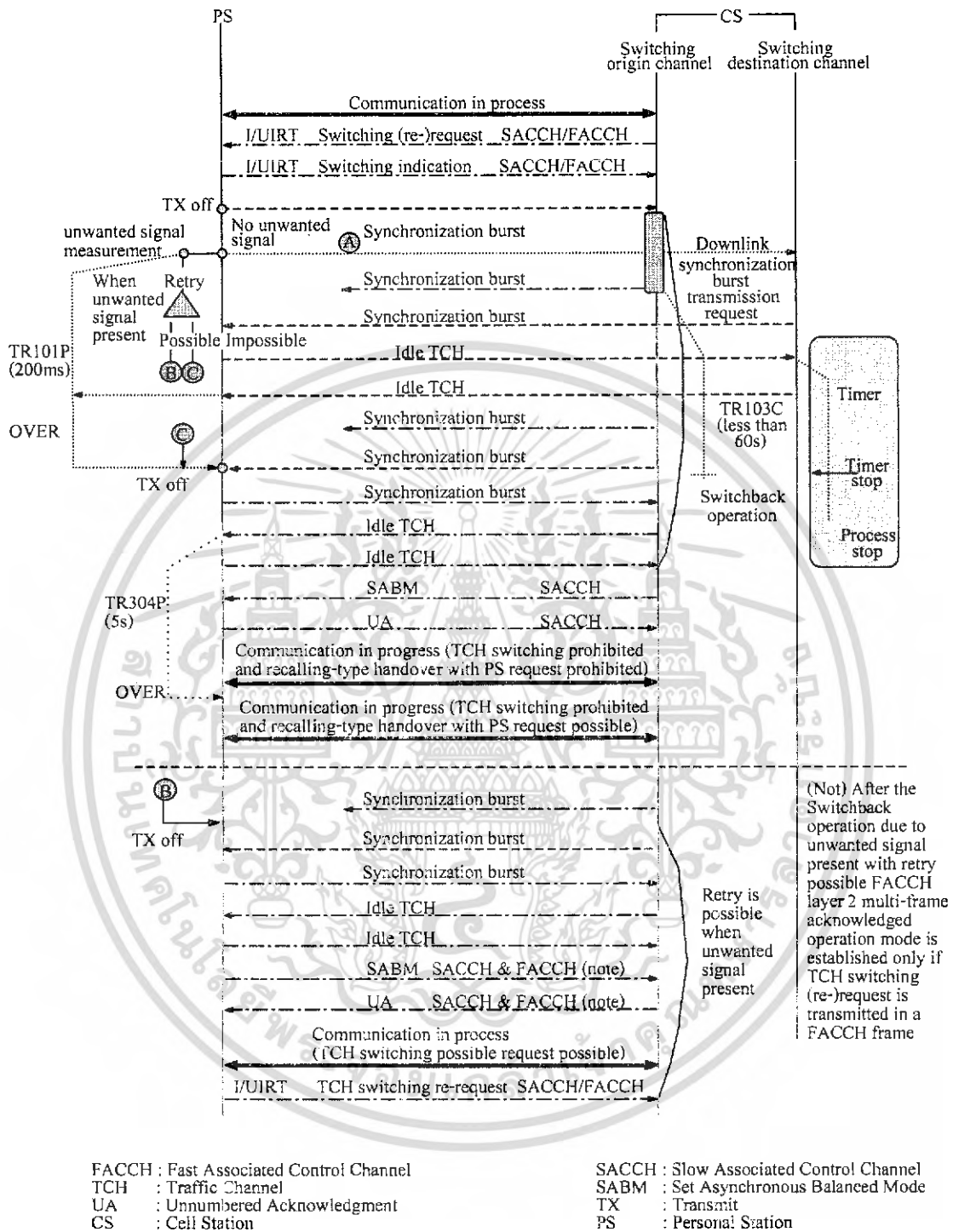
โปรโตคอลในระบบโทรศัพท์พื้นฐานพหุส่วนบุคคลพีซีที ใช้สำหรับการติดต่อระหว่างชุมสาย (SSP: Service Switching Point) กับส่วนของการควบคุมการให้บริการ (SCP: Service Control Point) นั้น จะใช้ฟังก์ชันของการทำงานในระบบควบคุมสัญญาณหมายเลข 7 (CCS No.7) โดยระดับของโปรโตคอล และเฟรมของสัญญาณควบคุมจะแสดงดังในรูปที่ 2.18 สำหรับลำดับขั้นของการติดต่อสื่อสารจะแสดงดังรูปที่ 2.19



รูปที่ 2.19 ลำดับการเรียกของระบบ โทรศัพท์พื้นฐานพกพาส่วนบุคคลพีซีที

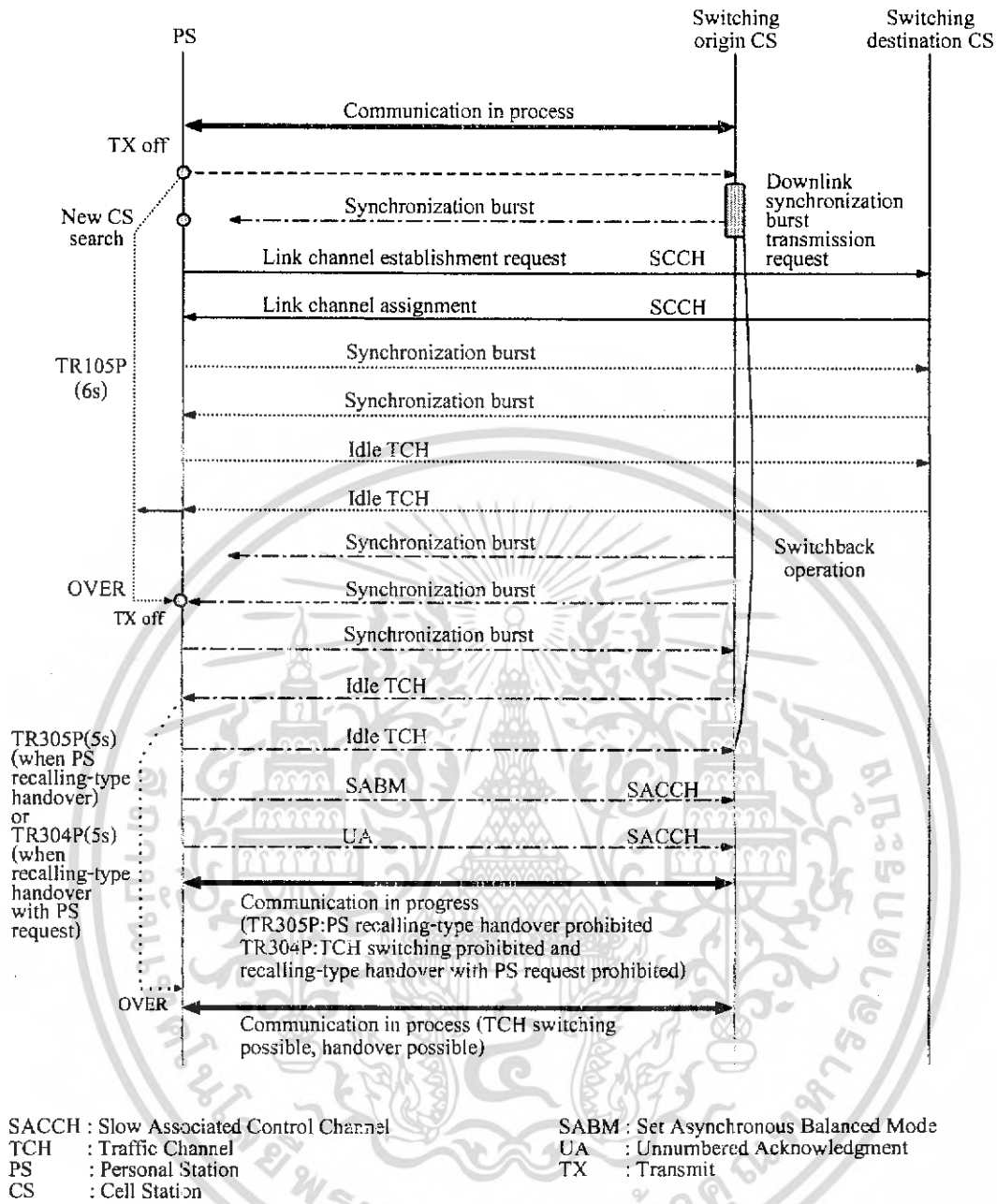
2.4.7 รายละเอียดของเซลล์เคลื่อนที่และเครื่องลูกข่าย (เครื่อง PS)

เซลล์เคลื่อนที่ที่นำมาใช้ในโครงข่ายโทรศัพท์พื้นฐานพกพาส่วนบุคคลพีซีทีจะมีอยู่ 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 มีข้อดีสำหรับการให้บริการข้อมูลแบบดิจิทัล เช่น FAX, Data terminal ฯลฯ ลักษณะของเซลล์เคลื่อนที่ CS และเครื่อง PS แสดงในรูปที่ 2.22 และรูปที่ 2.23 ตามลำดับ



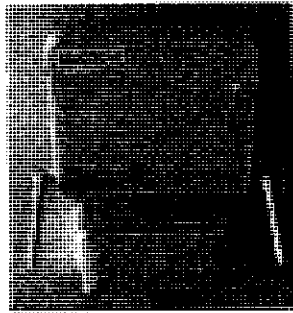
รูปที่ 2.20 แสดงโปรโตคอลของการแฮนด์โอเวอร์จากเซลล์หนึ่งไปยังอีกเซลล์หนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

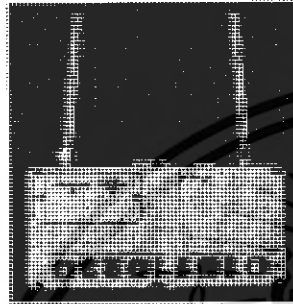


รูปที่ 2.21 แสดงโปรโตคอลของการกลับมาใช้เซลล์เดิมเมื่อทำการแฮนด์โอเวอร์ไม่สำเร็จ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก) แบบ 10 mW



(ข) แบบ 20 mW



(ค) แบบ 200 mW

รูปที่ 2.22 แสดงเซลล์เตชันของระบบโทรศัพท์พกพาส่วนบุคคลพีซีที



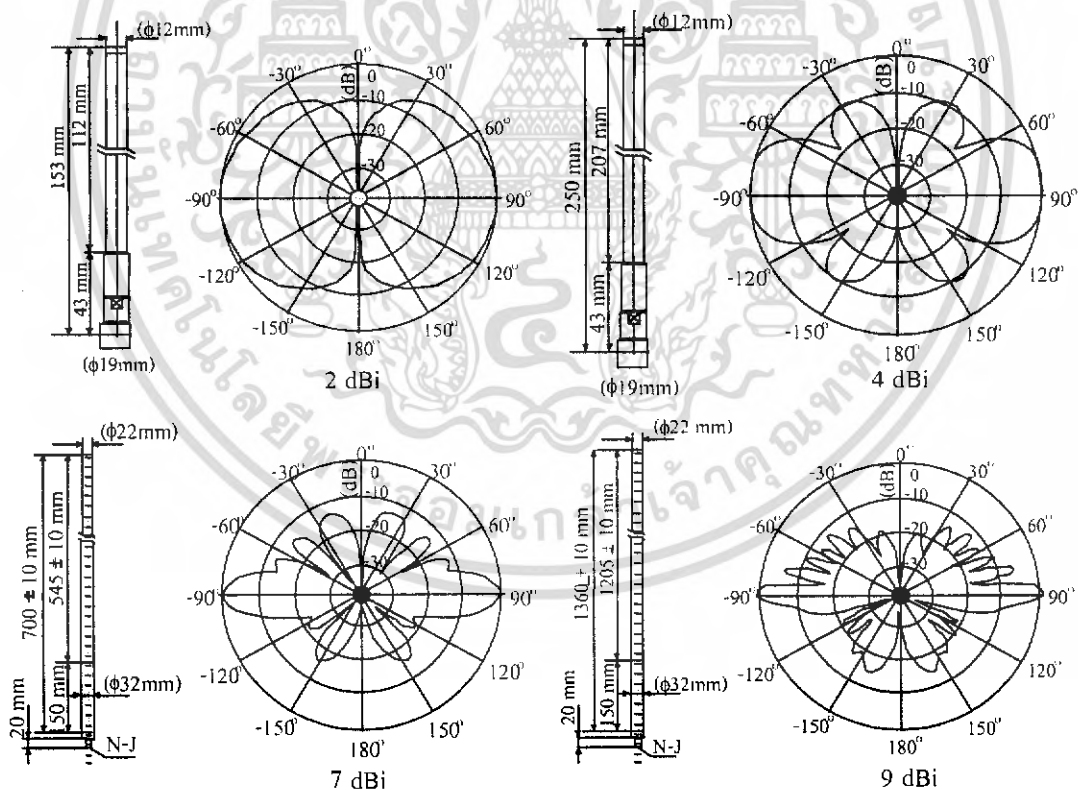
รูปที่ 2.23 แสดงเครื่อง PS ของระบบโทรศัพท์พื้นฐานพกพาส่วนบุคคลพีซีที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สายอากาศของเซลล์เคลื่อนที่ติดตั้งในประเทศไทยจะใช้สายอากาศที่มีค่าเกน 4 แบบ มีลักษณะดังรูปที่ 2.24 คือ 2dBi 4dBi 7dBi และ 9dBi ซึ่งสายอากาศที่มีค่าเกนสูง จะสามารถกระจายคลื่นในแนวนอนได้ดี ถึงแม้ว่าแนวตั้งจะมีปัญหาบ้าง เพราะมีไซดโลปมาก ซึ่งจะเป็นผลให้การกระจายคลื่นไปยังอาคารสูงทำได้ไม่ดีเท่าที่ควร

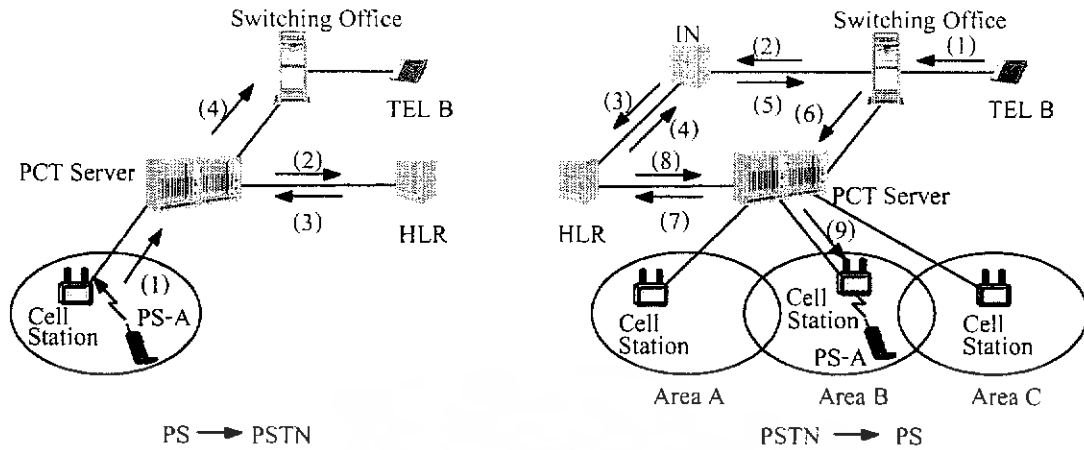
2.5 กรรมวิธีในการเรียกของระบบโทรศัพท์พื้นฐานพกพาส่วนบุคคลพีซีที

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 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.25 แสดงเส้นทางการเชื่อมโยงสัญญาณเมื่อมีการเรียกเข้าและเรียกออกจากโทรศัพท์พื้นฐานส่วนบุคคลพีซีที

2.6 วิธีการคำนวณพื้นที่ครอบคลุมของเซลล์ในระบบการสื่อสารไร้สายส่วนบุคคลพีซีที

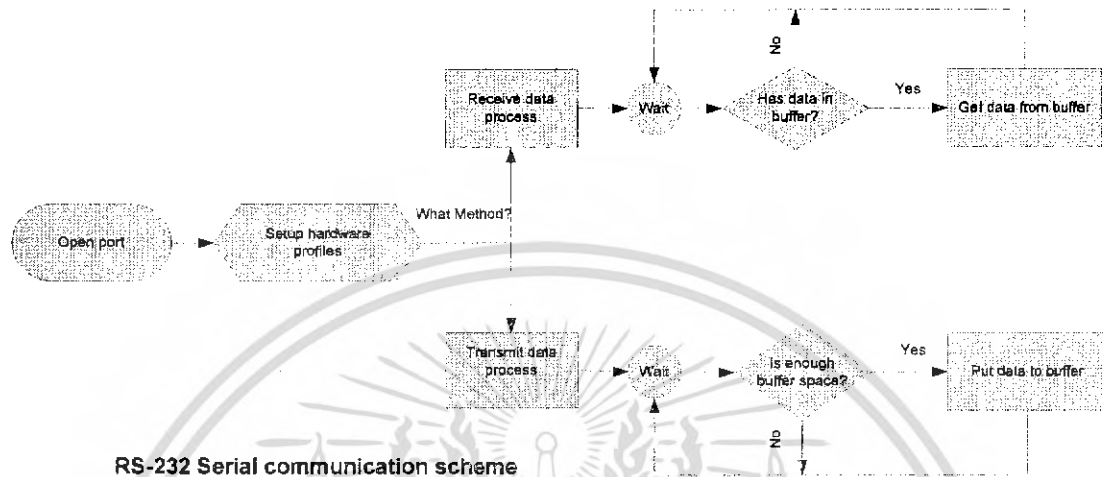
วิธีการหาค่าการลดทอนของสัญญาณในระบบการสื่อสารด้วยคลื่นวิทยุ จะสามารถอธิบายได้ 2 ลักษณะ ได้แก่ การอธิบายโดยอาศัยวิธีการวิเคราะห์ (Analytical Method) การลดทอนของสัญญาณและการอธิบายโดยวิธีการสังเกต (Empirical Method) โดยสามารถนำมาใช้ในการอธิบายร่วมกันได้ ซึ่งการอธิบายโดยวิธีการสังเกต จะใช้หลักการที่เรียกว่า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

2.7 สายสัญญาณ

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

2.7.1 หลักการ

ในการใช้งานพอร์ตสื่อสาร ได้กำหนดลำดับขั้นตอนดำเนินการออกเป็นส่วนย่อยๆ เพื่อให้บริการพอร์ตสื่อสารกับระบบวินโดวส์ มีลำดับการดำเนินงานดังต่อไปนี้



รูปที่ 2.26 แสดงลำดับการดำเนินงานของการใช้งานพอร์ตสื่อสาร

ตารางที่ 2.5 แสดงการทำหน้าที่ของเครื่องต้นทางและเครื่องปลายทาง

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

กล่าวคือเมื่อดำเนินการเปิดพอร์ตสื่อสารแล้ว จะต้องดำเนินการกำหนดค่าเบื้องต้นให้กับพอร์ตสื่อสาร เช่น ความเร็วที่ใช้ในการติดต่อ ชนิดข้อมูล เป็นต้น และตรวจสอบบัฟเฟอร์ภายในว่ามีข้อมูลหรือเนื้อหาว่างพอที่จะทำกิจกรรมการรับส่งข้อมูลหรือไม่ แล้วจึงดำเนินกิจกรรมตามที่ต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.2 การสื่อสารแบบอนุกรม

การสื่อสารแบบอนุกรมนี้อาจแบ่งออกได้เป็น 2 แบบ คือ การสื่อสารแบบซิงโครนัส และการสื่อสารแบบอะซิงโครนัส การสื่อสารแบบซิงโครนัสจะมีสัญญาณนาฬิกา ร่วมอยู่กับการรับการส่งสัญญาณด้วย ตัวอย่างการส่งแบบซิงโครนัส ก็คือคีย์บอร์ดของคอมพิวเตอร์ 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)

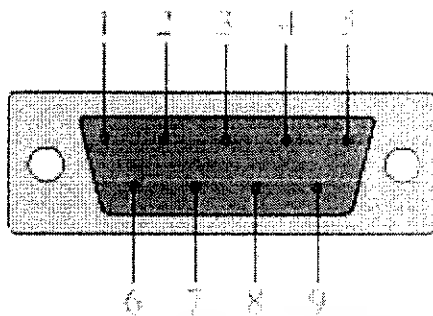
มาตรฐาน RS-232 ได้กำหนดรูปแบบของอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อข้อมูล (Data Terminal Equipment: DTE) กับวงจรข้อมูลปลายทาง (Data Communication Equipment: DCE) ไว้ว่า อุปกรณ์ DTE จะต้องเป็นอุปกรณ์ที่มีการประมวลผลในตัว เช่น ไมโครคอนโทรลเลอร์ หรือ ไมโครคอมพิวเตอร์ ซึ่งมีความสามารถในการสร้างบิตข้อมูลแบบอนุกรมได้ ส่วนอุปกรณ์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

ข้อแตกต่างของอุปกรณ์ DTE และอุปกรณ์ DCE อย่างหนึ่งที่เราเห็นได้ชัดคือ คอนเน็กเตอร์ของ DTE จะเป็นตัวผู้ ส่วนคอนเน็กเตอร์ของ DCE จะเป็นตัวเมีย ซึ่งพอร์ตอนุกรมของคอมพิวเตอร์ที่ใช้กันอยู่ทั่วไปจะเป็นแบบ DTE ส่วนคอนเน็กเตอร์ที่อยู่โมเด็มจะเป็นแบบ 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 ปัจจุบันมีการใช้งานไม่มากนัก จึงถูกยกเลิกไป โดยแสดงรูปร่างและตำแหน่งขาในรูปที่ 2.27

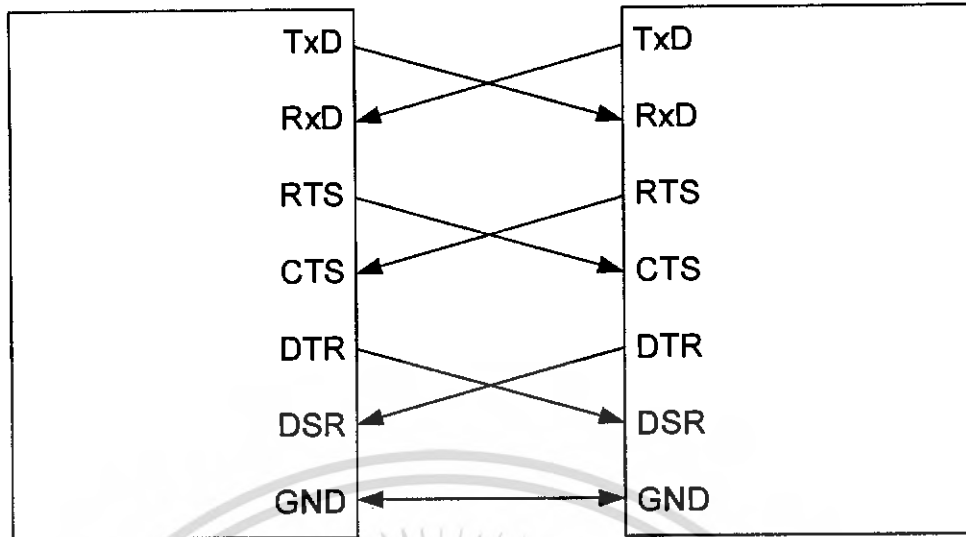


รูปที่ 2.27 แสดงคอนเน็กเตอร์อนุกรม 9 ขา หรือแบบ DB-9 (มองจากด้านหลังคอมพิวเตอร์)

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 |

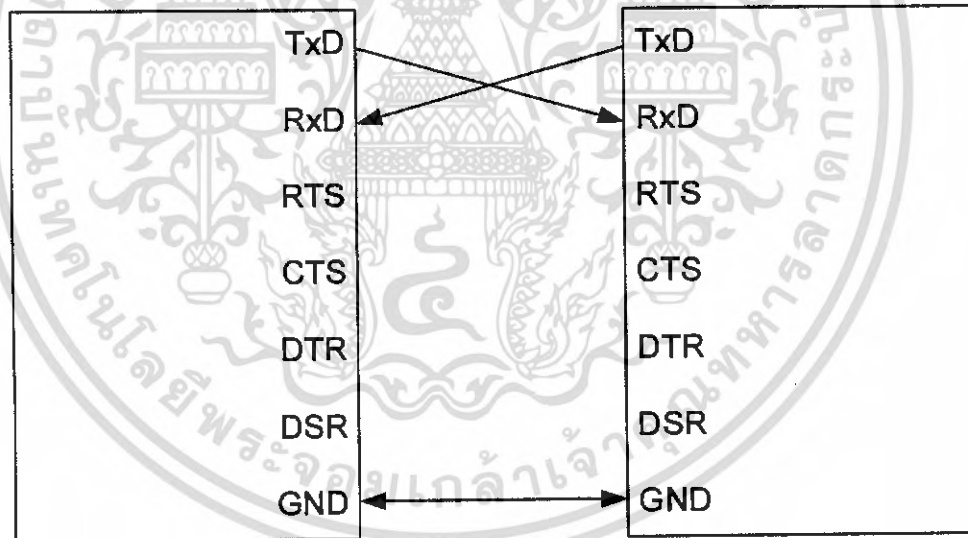
สำหรับการเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์กับอุปกรณ์ภายนอกแสดงดังรูปที่ 2.28 ถูกสรในรูปแสดงถึงทิศทางของข้อมูล ในรูปที่ 2.28 (ก) เป็นการเชื่อมต่อแบบ Null modem หรือการเชื่อมต่อโดยตรงโดยไม่ต้องผ่านโมเด็ม โดยมีการตรวจสอบหรือแฮนด์เช็กเต็มรูปแบบ ส่วนในรูปที่ 2.28 (ข) เป็นการเชื่อมต่อแบบ Null modem ในลักษณะที่ใช้สายสัญญาณเพียง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



คอมพิวเตอร์

อุปกรณ์ภายนอก

(ก) การต่ออุปกรณ์ภายนอกเข้ากับคอมพิวเตอร์แบบ Null modem



คอมพิวเตอร์

อุปกรณ์ภายนอก

(ข) การต่ออุปกรณ์ภายนอกเข้ากับคอมพิวเตอร์แบบ RS-232 โดยใช้สายสัญญาณเพียง 3 เส้น

รูปที่ 2.28 แสดงการต่ออุปกรณ์ภายนอกกับพอร์ตอนุกรมของคอมพิวเตอร์ในลักษณะต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- **Data Carrier Detect: DCD** หรืออาจเรียกว่า Carrier Detect: CD ขานี้จะแอ็คทีฟเมื่อมีการส่งสัญญาณพาห้จากอุปกรณ์สื่อสารข้อมูล เช่น โมเด็ม สำหรับการใช้งานปกติขานี้จะไม่ได้ถูกใช้งานมากนัก
- **Received Data: RD** หรือ RxD ขานี้ใช้เพื่อรับสัญญาณอนุกรมเข้ามายังคอมพิวเตอร์ โดยนำข้อมูลที่อ่านได้เก็บไว้ในรีจิสเตอร์ บัฟเฟอร์
- **Transmitted Data: TD** หรือ TxD ขานี้ใช้เพื่อส่งข้อมูลจากคอมพิวเตอร์ โดยนำข้อมูลที่เก็บอยู่ในบัฟเฟอร์สำหรับส่งข้อมูลออกไป
- **Data Terminal Ready: DTR** เป็นขาสัญญาณที่ส่งออกจากเครื่องคอมพิวเตอร์เพื่อให้อุปกรณ์ปลายทางรับรู้ว่าการติดต่อด้วย โดยขา DTR นี้จะต้องเชื่อมต่อกับขา DSR ของอุปกรณ์ปลายทาง และขา DTR ของอุปกรณ์ปลายทางจะต้องเชื่อมต่อกับขา DSR ของคอมพิวเตอร์ ถ้าใช้การเชื่อมต่อเป็นแบบ Null Modem ซึ่งใช้สายในการเชื่อมต่อเพียง 3 เส้น จะต้องต่อขา DTR และ DSR ของตัวมันเองเข้าด้วยกัน และต้องต่อกับขา DCD ด้วยกรณีที่ใช้โปรแกรมสื่อสารที่ใช้มีการตรวจจับสัญญาณพาห้
- **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 จะต้องเชื่อมต่อกับขา RTS และ CTS ของตัวมันเองเข้าด้วยกัน เพื่อให้การรับส่งข้อมูลสามารถเกิดขึ้นได้ตลอดเวลา
- **Clear To Send: CTS** ขานี้จะคอยรับสัญญาณจากขา RTS เมื่อรับสัญญาณได้ข้อมูลที่ขา TxD จะถูกส่งออกไป ดังนั้น ขานี้จึงถูกใช้เพื่อตรวจสอบอุปกรณ์ต่อพ่วงว่าพร้อมจะรับข้อมูลหรือไม่
- **Ring Indicator: RI** ใช้แสดงสถานะสัญญาณเรียกจากสายโทรศัพท์ ปกติในการสื่อสารโดยทั่วไปสายนี้จะไม่ถูกใช้งาน จะใช้งานก็ต่อเมื่อมีการเชื่อมต่อกับโมเด็มและโปรแกรมมีการตรวจสอบสัญญาณนี้เท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา 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

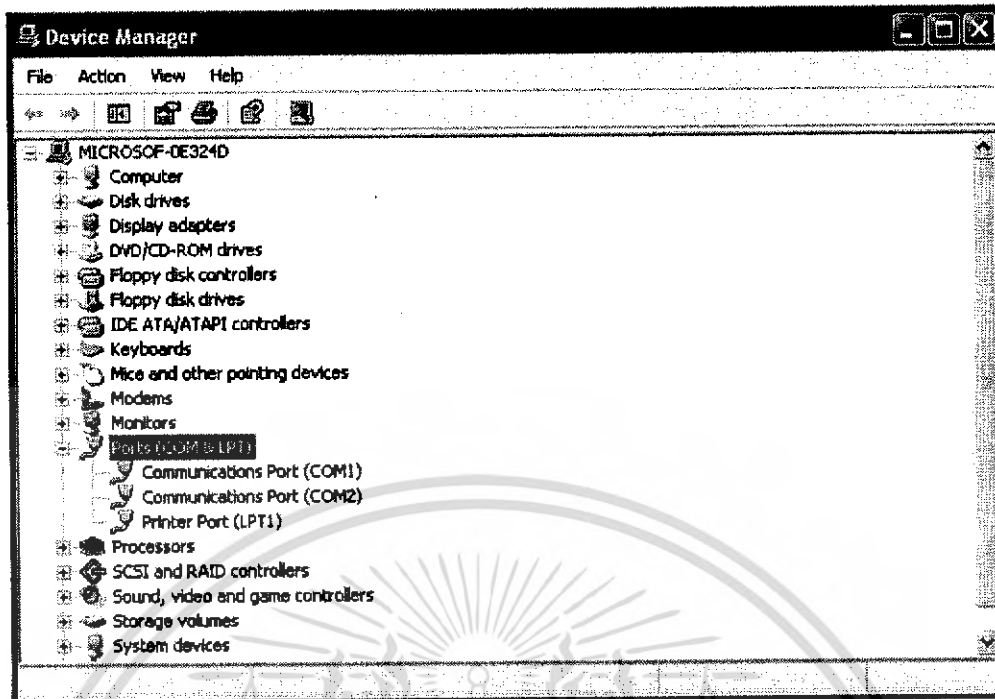
COM4 = 0000 : 0406H – 0000 : 0407H

นอกจากนี้ หน่วยความจำแอดเดรส 0000 : 0411H ยังใช้สำหรับแสดงจำนวนพอร์ตอนุกรมที่มีอยู่ในคอมพิวเตอร์อีกด้วย โดยมีรายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 2.7

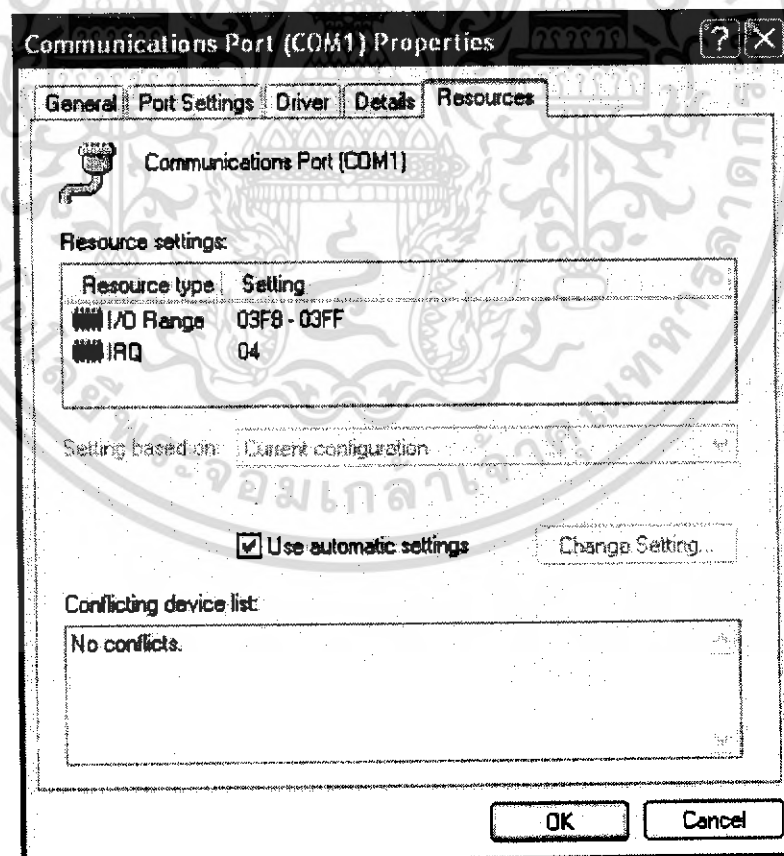
ตารางที่ 2.7 แสดงข้อมูลในแอดเดรส 0000 : 0411H ที่ใช้แจ้งจำนวนพอร์ตอนุกรม

| 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 ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.29 แสดงตำแหน่งของพอร์ตอนุกรมบนระบบปฏิบัติการวินโดวส์ XP



รูปที่ 2.30 หน้าต่างแสดงรายละเอียดของพอร์ตอนุกรมบนวินโดวส์ XP

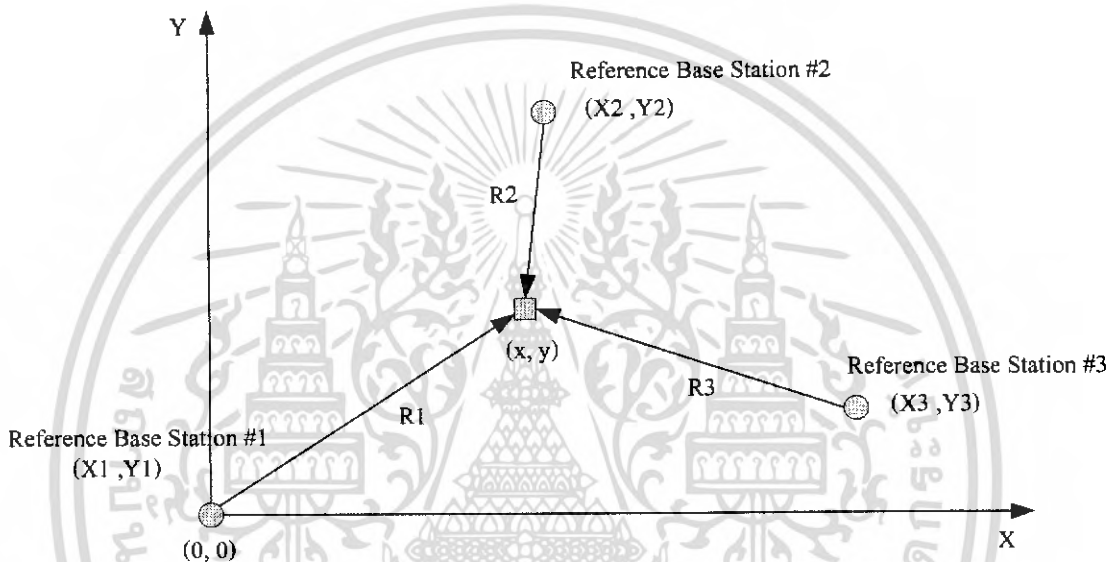
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การวิเคราะห์ คำนวณ และการออกแบบ

3.1 การคำนวณหาตำแหน่งผู้ใช้

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



รูปที่ 3.1 แสดงพิกัดของสถานีฐานและเครื่องโทรศัพท์ที่สมมติขึ้น

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

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กำหนดให้

x : ตำแหน่งของเครื่องโทรศัพท์บนแกน x

y : ตำแหน่งของเครื่องโทรศัพท์บนแกน y

X_1 : ตำแหน่งอ้างอิงสถานีฐานที่ 1 บนแกน x (สมมติให้อยู่ที่ตำแหน่ง 0)

Y_1 : ตำแหน่งอ้างอิงสถานีฐานที่ 1 บนแกน y (สมมติให้อยู่ที่ตำแหน่ง 0)

X_2 : ตำแหน่งอ้างอิงสถานีฐานที่ 2 บนแกน x

Y_2 : ตำแหน่งอ้างอิงสถานีฐานที่ 2 บนแกน y

X_3 : ตำแหน่งอ้างอิงสถานีฐานที่ 3 บนแกน x

Y_3 : ตำแหน่งอ้างอิงสถานีฐานที่ 3 บนแกน y

R_1 : ระยะทางจากสถานีฐานที่ 1 ถึงเครื่องโทรศัพท์ (เมตร)

R_2 : ระยะทางจากสถานีฐานที่ 2 ถึงเครื่องโทรศัพท์ (เมตร)

R_3 : ระยะทางจากสถานีฐานที่ 3 ถึงเครื่องโทรศัพท์ (เมตร)

จากสมการที่ (3.1) หาได้จากสมการวงกลมของแต่ละสถานีฐานดังนี้

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

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

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

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

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา 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

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

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 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

ดังนั้นจะได้สมการค่าตำแหน่ง x ของเครื่องรับโทรศัพท์ดังนี้

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

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

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

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

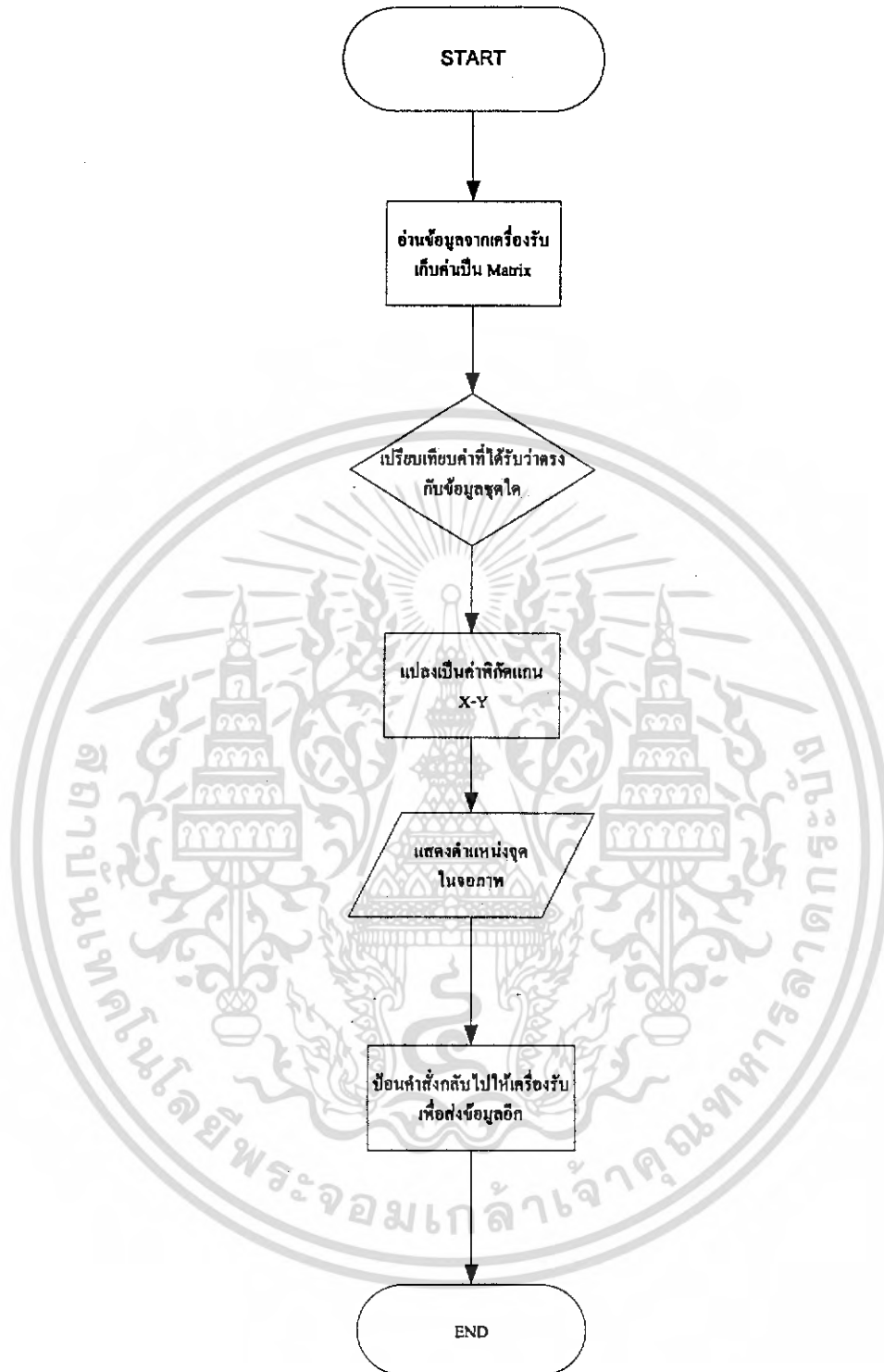
$$2yy_3 - \frac{x_3}{x_2}(2yy_2) = \left(1 - \frac{x_3}{x_2}\right)R_1^2 - R_3^2 + \frac{x_3}{x_2}R_2^2 + (x_3^2 + y_3^2) - \frac{x_3}{x_2}(x_2^2 + y_2^2)$$

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

ดังนั้นจะได้สมการค่าตำแหน่ง y ของเครื่องรับโทรศัพท์ดังนี้

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.2 โฟลว์ชาร์ตการทำงานของโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

จากการทดลองวัดค่าระดับสัญญาณด้วยเครื่อง PHS FIELD PROTOCOL ANALYZER จะได้ค่าความแรงของสัญญาณจากสถานีเซลทั้ง 3 สถานี ดังนี้

สถานีเซลที่ 1 หมายเลข ID 808E4780160

| ระยะห่างจากสถานีเซล (เมตร) | ความแรงของสัญญาณ (dB μ V) |
|----------------------------|-------------------------------|
| 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 | 35.5 |
| 170 | 30.0 |
| 180 | 19.8 |
| 190 | 17.0 |
| 200 | 15.1 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สถานีเซลล์ที่ 2 หมายเลข ID 808E4780170

| ระยะห่างจากสถานีเซลล์ (เมตร) | ความแรงของสัญญาณ (dB μ V) |
|------------------------------|-------------------------------|
| 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 |

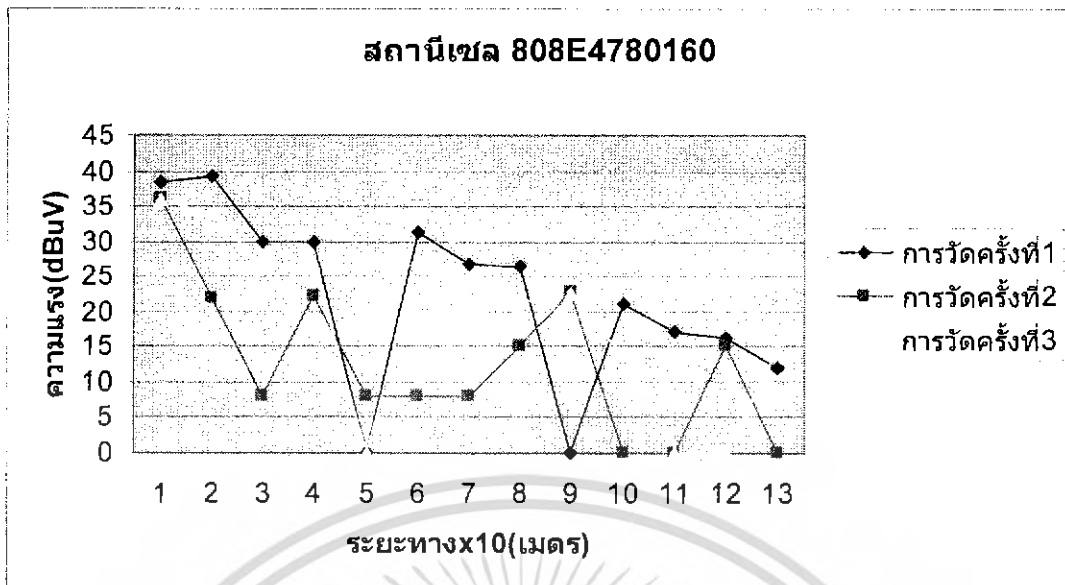
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สถานีเซลล์ที่ 3 หมายเลข ID 808A0E01850

| ระยะห่างจากสถานีเซลล์ (เมตร) | ความแรงของสัญญาณ (dB μ V) |
|------------------------------|-------------------------------|
| 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 | 8.8 |
| 190 | 5.1 |
| 200 | 1.0 |

จากสัญญาณที่ได้ในการวัดไปตามเส้นทางใดๆนั้นเมื่อนำค่าความแรงของสถานีเซลล์ใดๆ มาพล็อตกราฟจะได้กราฟเป็นลักษณะดังรูปที่ 4.1 ซึ่งในโครงการนี้จะใช้ค่าระดับสัญญาณจากสถานีเซลล์ที่มีความแรงที่สุดในพื้นที่จำนวน 3 สถานี เพื่อนำไปหาตำแหน่งของผู้ใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

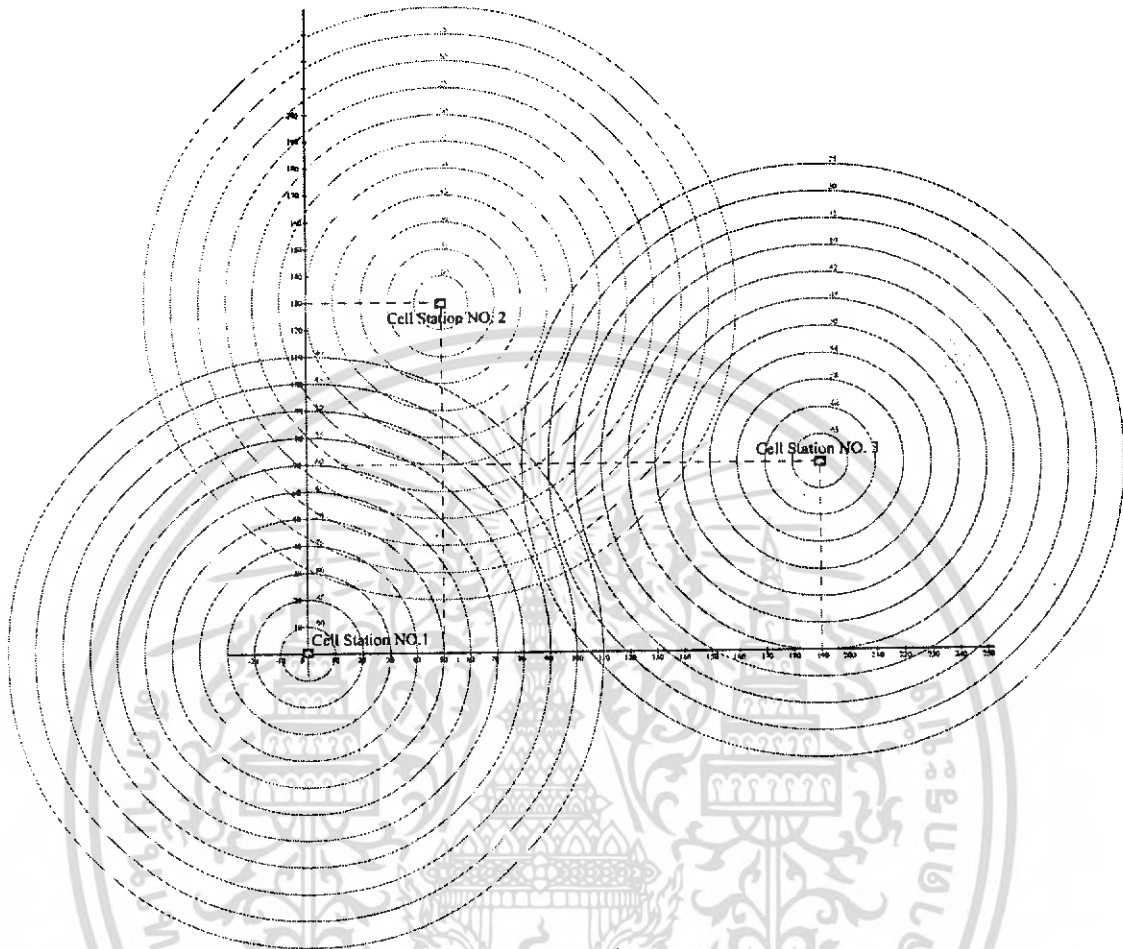


รูปที่ 4.1 กราฟแสดงระดับสัญญาณของสถานีเซลล์พีซีทีหมายเลข 808E4780160

จากกราฟที่ได้แสดงให้เห็นถึงความไม่คงที่ของสัญญาณที่วัดได้ในจุดเดียวกันในแต่ละครั้ง โดยค่าของสัญญาณจุดๆ หนึ่งจะมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา แต่กระนั้น สัญญาณดังกล่าวจะมีการเปลี่ยนแปลงระดับสัญญาณที่ตำแหน่งหนึ่งๆ อยู่เป็นช่วงๆ และจะมีค่าเป็นค่าสูงสุดและต่ำสุดไม่กว้างมากนัก สามารถหาค่าเฉลี่ยของสัญญาณในทุกๆ ระยะที่ทำการวัดได้

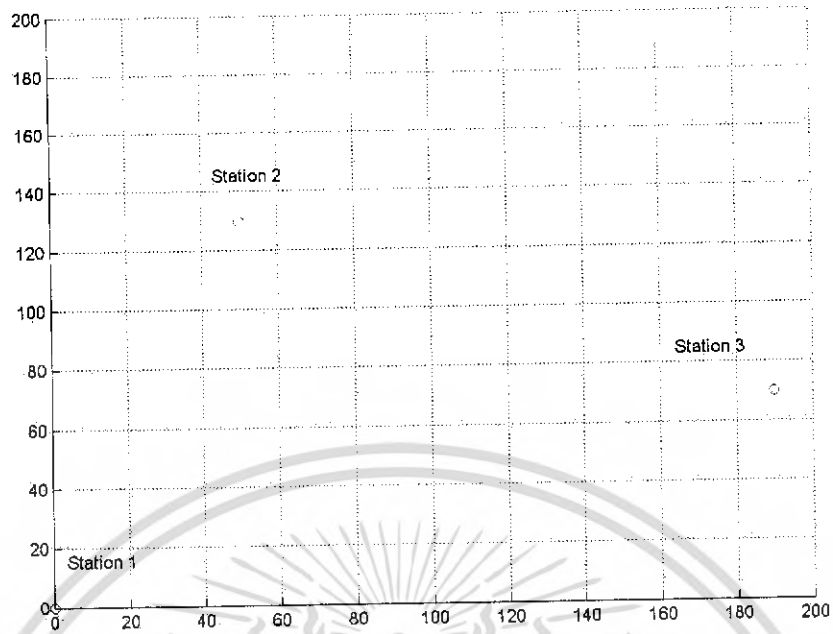
ในส่วนของการบอกตำแหน่งนั้นจะใช้จุดตัดของสัญญาณทั้ง 3 สถานีเซลล์ที่ระยะนั้นๆ เป็นตัวกำหนด โดยจะทำการจำลองการออกแบบโปรแกรมและส่วนแสดงผลก่อนการลงมือเขียนโปรแกรมเพื่อนำไปใช้งานจริง ซึ่งจะกำหนดระดับสัญญาณและตำแหน่งของสถานีเซลล์ไว้ โดยค่าที่นำมาใช้แทนระดับความแรงของสัญญาณนั้นได้มาจากการเก็บค่าจริงแล้วนำมาเฉลี่ยให้ได้ค่าที่เหมาะสม จากการคำนวณค่าโดยกำหนดสัญญาณให้เป็นรัศมีวงกลมเท่าๆ กัน และในแต่ละวงของแต่ละสถานีเซลล์ กำหนดค่าในแต่ละวงเป็นค่าสูงสุดต่ำสุด และให้ระยะห่างในแต่ละวงของแต่ละสถานีเซลล์ห่างกัน 10 เมตร ในการจำลองผลการทำงานจะกำหนดให้การลดลงของสัญญาณในแต่ละวงของแต่ละสถานีเซลล์นั้นเท่าๆ กัน เพื่อให้สะดวกแก่การคำนวณหาตำแหน่งของผู้ใช้

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



รูปที่ 4.2 แสดงระดับสัญญาณและตำแหน่งของสถานีเซลล์ทั้ง 3 สถานี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

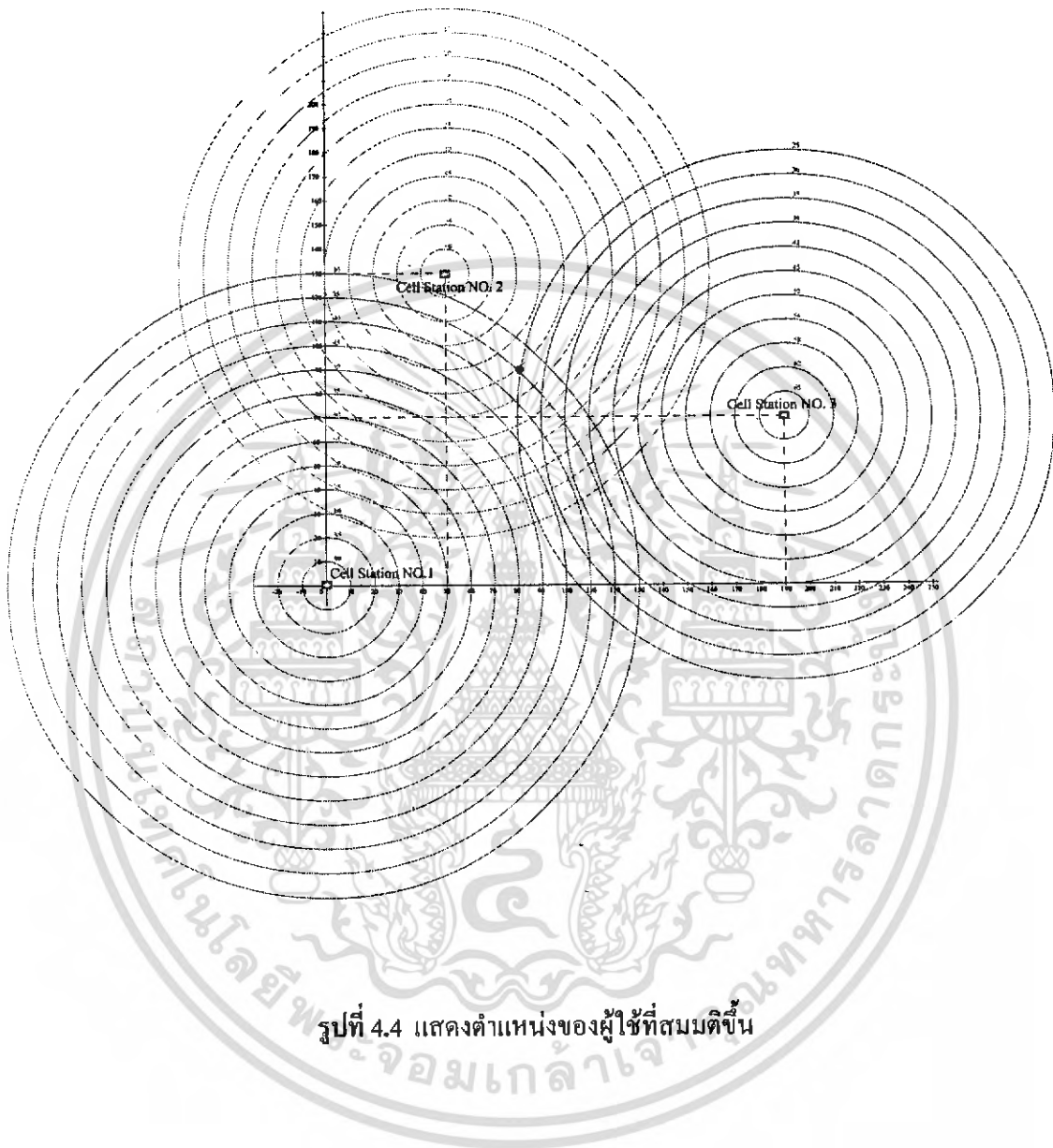


รูปที่ 4.3 แสดงตำแหน่งของสถานีในโปรแกรม MATLAB

ในการออกแบบโปรแกรมจะกำหนดค่าระดับสัญญาณไว้ในตัวโปรแกรม จะมีลักษณะดังรูปที่ 4.3 ซึ่งไม่สามารถแสดงผลให้เห็นระดับสัญญาณที่มีค่าเป็นวงกลมได้ในตัวโปรแกรม MATLAB

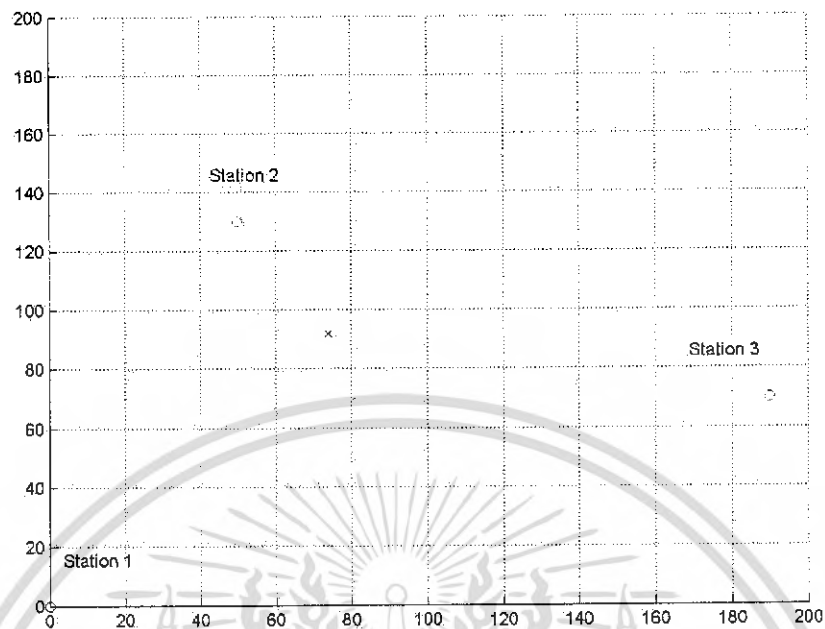
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อกำหนดให้สัญญาณที่รับได้จากสถานีเซลล์ 1,2 และ 3 เท่ากับ $35 \text{ dB}\mu\text{V}$, $40 \text{ dB}\mu\text{V}$, $25 \text{ dB}\mu\text{V}$ ตามลำดับ



รูปที่ 4.4 แสดงตำแหน่งของผู้ใช้ที่สมมติขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.5 แสดงผลที่โปรแกรม MATLAB คำนวณหาตำแหน่งได้

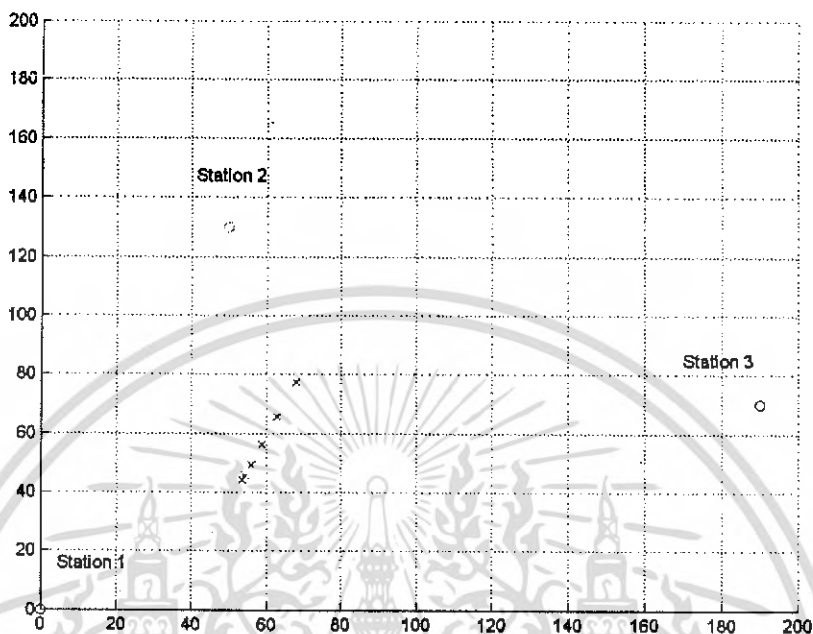
ค่าที่ได้จากการคำนวณหารัศมีของจุดตัดสัญญาณทั้ง 3 สถานีในแกน x, y จะได้ค่า

$$x = 82.901$$

$$y = 84.269$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

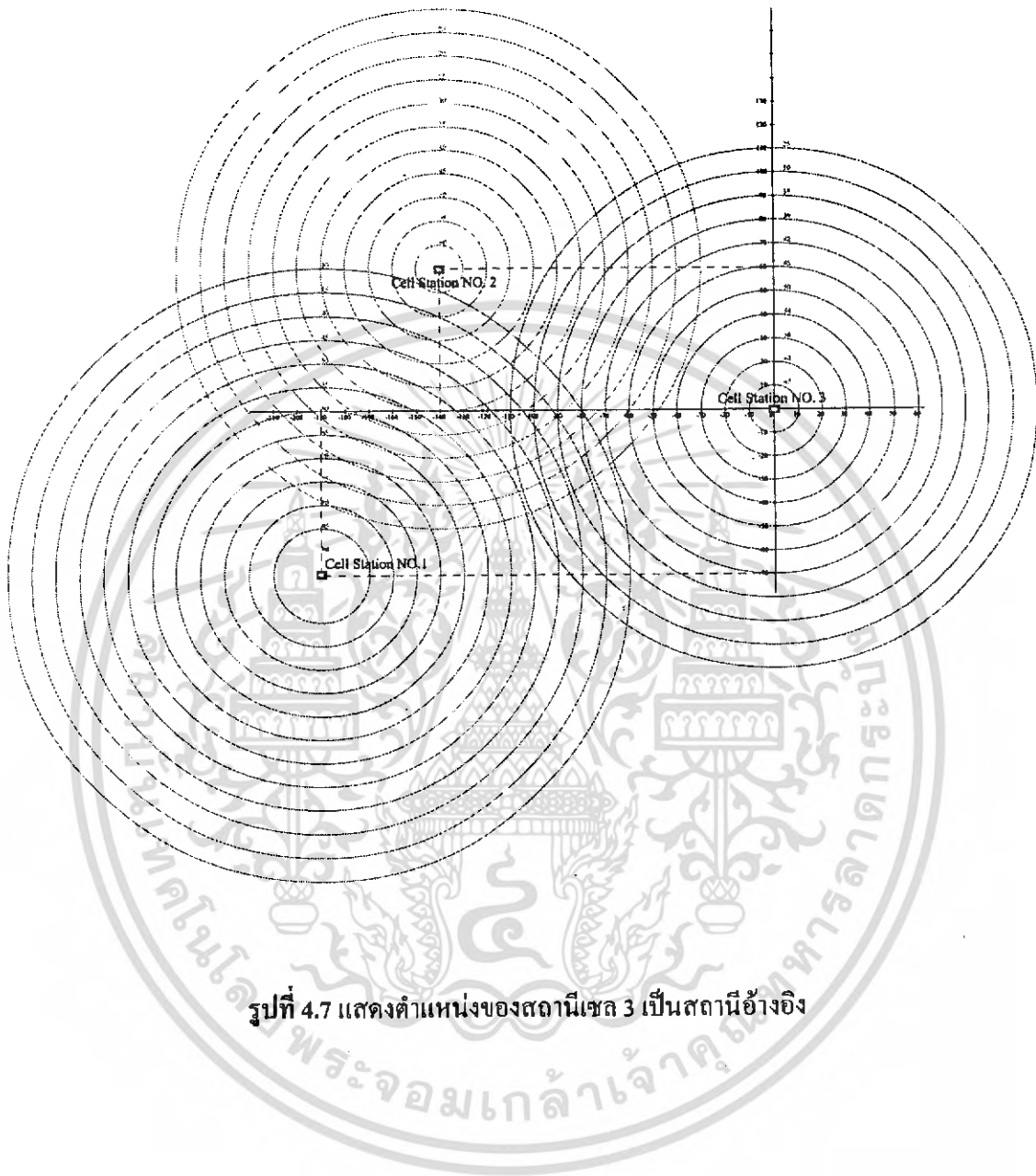
เมื่อกำหนดให้ค่าสัญญาณที่รับได้ที่ สถานีเซล1 มากกว่าหรือน้อยกว่า ค่าที่รับได้จริง จะได้ค่าที่ตำแหน่ง x, y ที่ผิดพลาดมาก



รูปที่ 4.6 แสดงผลที่เกิดความผิดพลาดเนื่องจากระดับสัญญาณที่ได้จากสถานีเซลไม่ตรงกับค่าจริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

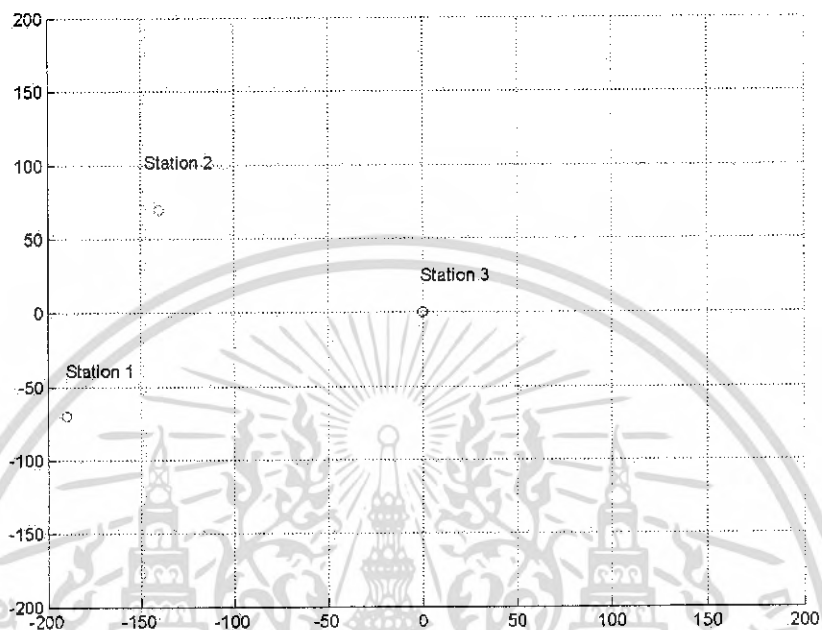
ทดลองเปลี่ยนตำแหน่งสถานีเซลให้สถานีเซล 3 เป็นสถานีอ้างอิงอยู่ที่ตำแหน่ง (0,0)



รูปที่ 4.7 แสดงตำแหน่งของสถานีเซล 3 เป็นสถานีอ้างอิง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

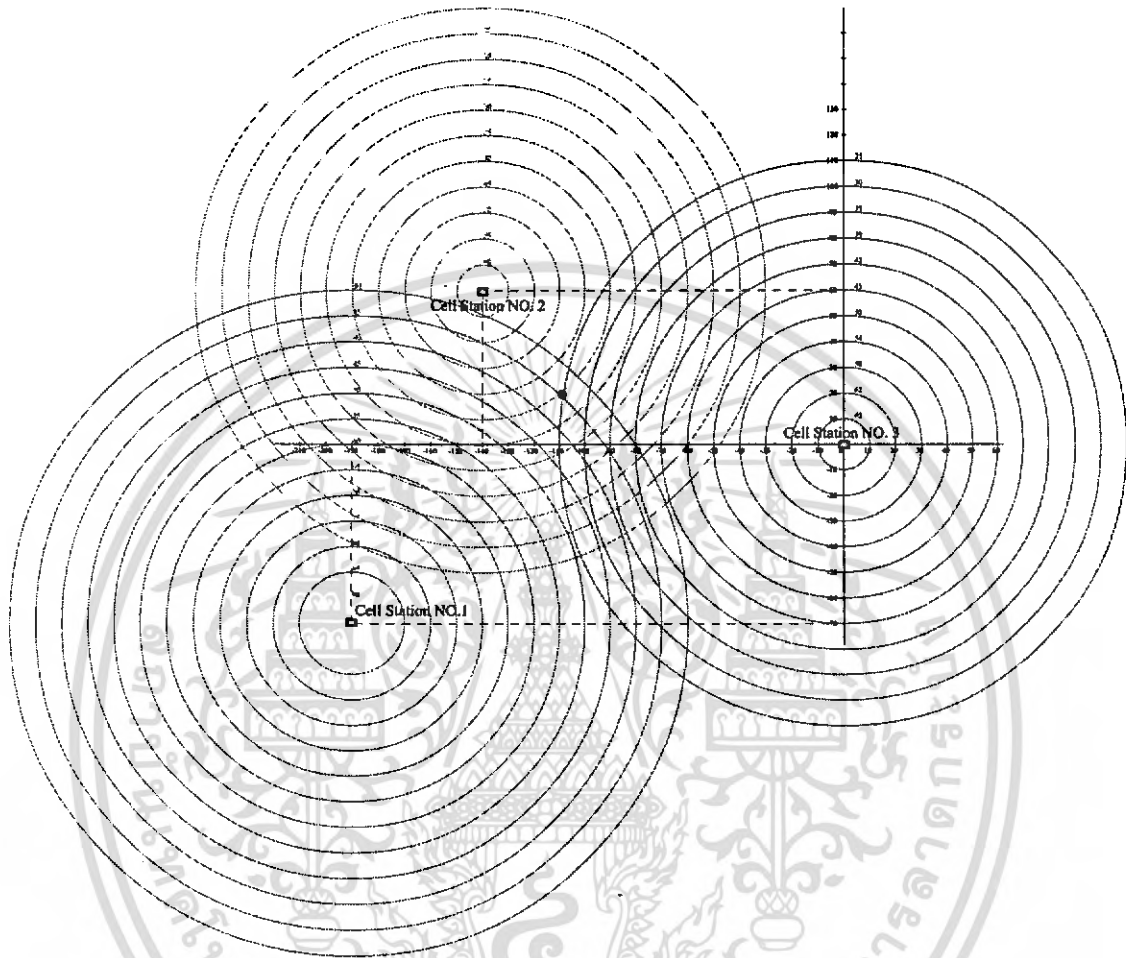
เมื่อกำหนดสถานีเซล 3 เป็นสถานีอ้างอิง คือ เป็นการสมมติให้มีสถานีเซลอยู่ทางฝั่งซ้ายของสถานีอ้างอิง และให้ระดับความแรงของสัญญาณในแต่ละสถานีเซลมีค่าเท่าเดิม



รูปที่ 4.8 แสดงผลจากโปรแกรม MATLAB ที่กำหนดให้สถานีเซล 3 เป็นสถานีอ้างอิง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

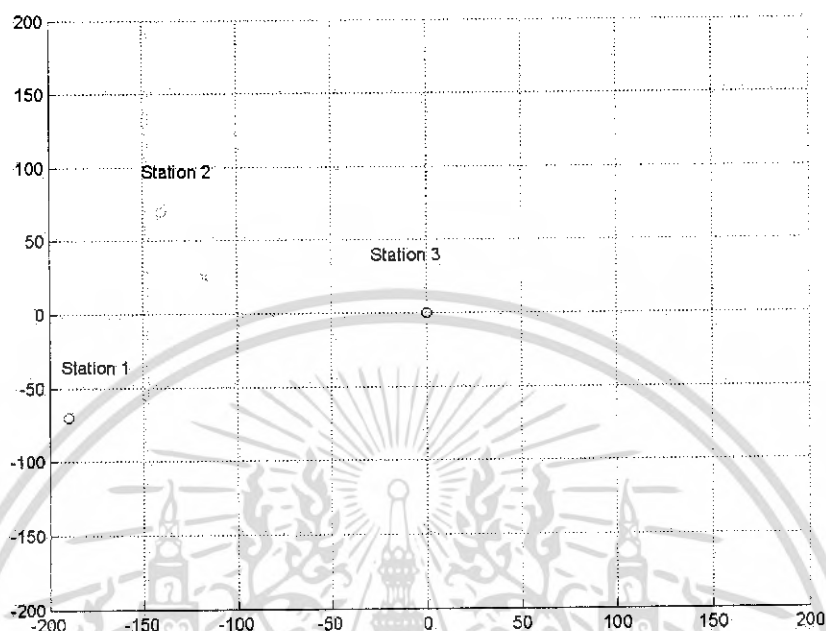
เมื่อกำหนดให้สัญญาณที่รับได้ที่ สถานีเขต 1,2 และ 3 เท่ากับ $35 \text{ dB}\mu\text{V}$, $40 \text{ dB}\mu\text{V}$, $25 \text{ dB}\mu\text{V}$ ตามลำดับ



รูปที่ 4.9 แสดงตำแหน่งผู้ใช้ที่สมมติขึ้นโดยมีระดับความแรงของสัญญาณเท่าเดิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะได้ตำแหน่งของผู้ใช้ที่ได้จากการคำนวณของโปรแกรม MATLAB ดังรูปข้างล่างนี้



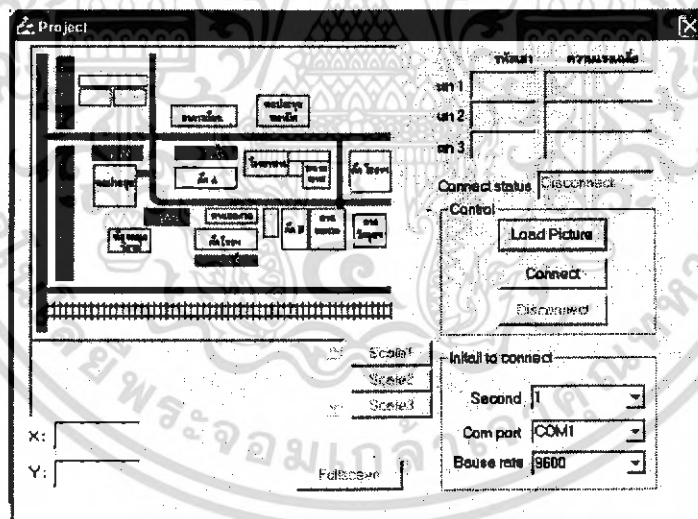
รูปที่ 4.10 แสดงผลที่ได้จากโปรแกรม MATLAB เมื่อเปลี่ยนสถานีอ้างอิงเป็นสถานี 3

ผลจากโปรแกรมที่แสดงให้เห็นจะพบว่า ตำแหน่งของผู้ใช้ไม่ว่าจะอ้างอิงกับสถานีเซลล์ใดๆ จะต้องมีการคำนวณจำนวนสถานีเซลล์ไม่น้อยกว่า 3 สถานี จึงจะสามารถหาตำแหน่งของผู้ใช้ได้ โดยใช้รัศมีของระดับสัญญาณในแต่ละสถานีเซลล์

รูปการอินเตอร์เฟซของเครื่องวัดสัญญาณ PHS FIELD PROTOCOL ANALYZER กับ เครื่องคอมพิวเตอร์จะได้ผลออกมาดังรูปที่ 4.10



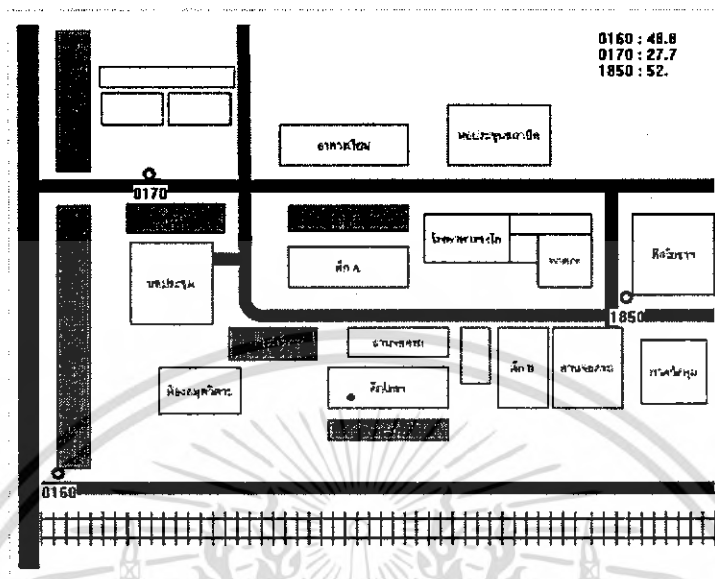
รูปที่ 4.11 ภาพถ่ายแสดงการเชื่อมต่อเครื่องวัดสัญญาณเข้ากับเครื่องคอมพิวเตอร์



รูปที่ 4.12 แสดงรูปของ โปรแกรมที่ใช้ในการแสดงตำแหน่งของผู้ใช้

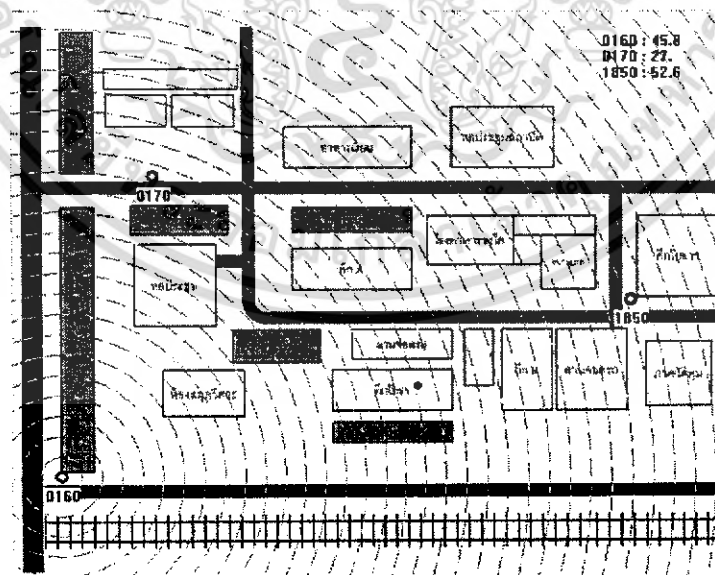
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อทำการเปลี่ยนตำแหน่งผู้ใช้โดยการเคลื่อนที่ห่างจากตำแหน่งเดิมเป็นระยะทาง 10 เมตร ไปตามทางเดินภายในอาคาร จะได้ผลออกมาดังรูปข้างล่างนี้



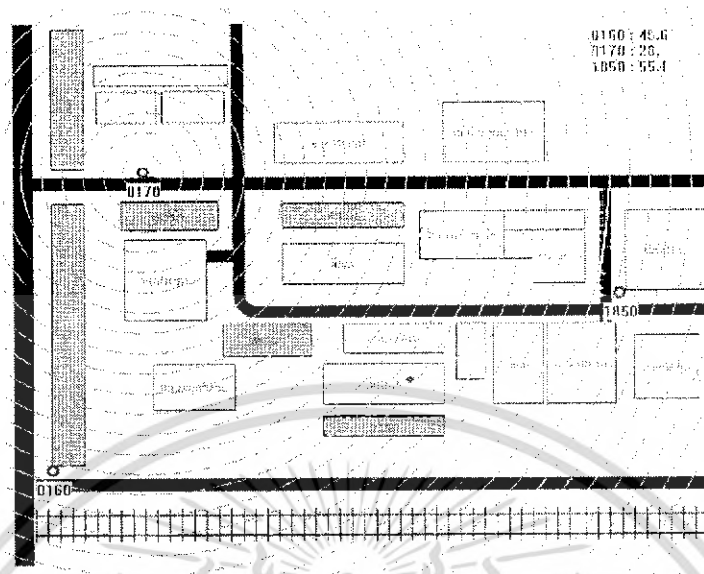
รูปที่ 4.15 แสดงตำแหน่งของผู้ใช้ห่างจากตำแหน่งเดิมเป็นระยะทาง 10 เมตร

ซึ่งในตัวโปรแกรมสามารถแสดงลักษณะการแพร่กระจายของสัญญาณแต่ละสถานีเซล โดยในแต่ละสถานีเซลจะมีหมายเลขประจำสถานีเซลนั้นๆ โดยรูปที่ 4.15 รูปที่ 4.16 และรูปที่ 4.17 จะเป็นการแพร่กระจายคลื่นของสถานีเซลที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ

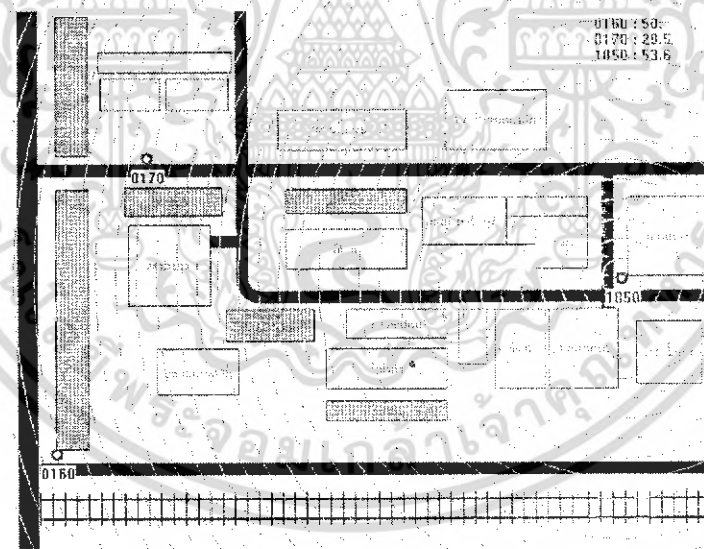


รูปที่ 4.16 แสดงการแพร่กระจายของสัญญาณที่สถานีเซล 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



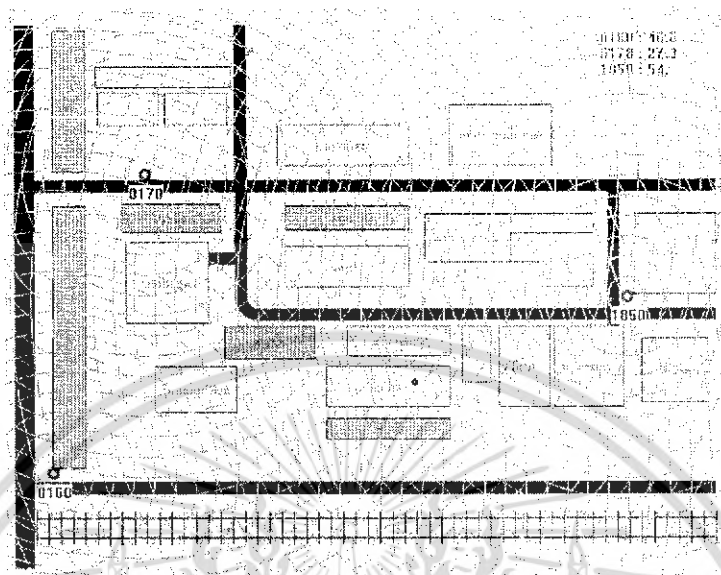
รูปที่ 4.17 แสดงการแพร่กระจายของสัญญาณที่สถานีเซต 2



รูปที่ 4.18 แสดงการแพร่กระจายของสัญญาณที่สถานีเซต 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการบอกตำแหน่งผู้ใช้นั้น สามารถทำได้โดยการหาตำแหน่งที่สัญญาณของทั้ง 3 สถานีเซลล์นั้นตัดกัน โดยสามารถแสดงให้เห็นได้ดังรูปที่ 4.19



รูปที่ 4.19 แสดงการแพร่กระจายของสัญญาณทุกสถานีเซลล์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
บทวิจารณ์และสรุปผล

ในปฏิญยานิพนธ์ฉบับนี้ได้ทำการเสนอการแสดงผลตำแหน่งของผู้ใช้โดยใช้เครือข่ายพีซีที่
โครงการนี้จะทำการศึกษาคูณลักษณะของสัญญาณ ซึ่งประกอบด้วยคุณลักษณะของรูปแบบการ
แพร่กระจายคลื่น การโพลาไรซ์ และอัตราการสูญเสีย เพื่อใช้สำหรับนำไปประยุกต์ใช้งาน วิธีการหา
ตำแหน่งผู้ใช้โดยเครือข่ายพีซีที่นั่น จากการทดสอบในการจำลองผลการทำงานด้วยค่าสัญญาณจากการ
ประมาณจากการวัดระดับสัญญาณ และการคำนวณจากระยะทางบนแผนที่ ซึ่งได้ผลออกมาใกล้เคียงกัน
ในทุกๆระยะ 10 เมตร จึงทำให้ต้องมีการเก็บค่าระดับสัญญาณเพื่อนำไปเป็นฐานข้อมูลเป็นจำนวนมาก จึง
จะทำให้ได้ตำแหน่งของผู้ใช้ใกล้เคียงกับตำแหน่งจริงบนแผนที่ ค่าที่ส่งออกมาจากสถานีเซสของระบบ
โทรศัพท์พีซีที่นั่นจะมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา อันเนื่องมาจากการลดทอนจากสิ่งกีดขวางหรือ
สภาพอากาศรอบๆบริเวณที่ทำการวัด จึงทำให้ค่าที่ได้ในแต่ละครั้งที่ทำการวัดนั้นคลาดเคลื่อนได้ จึงต้องมี
การนำค่าที่ได้นั้นมาเฉลี่ยในจำนวนที่มากจึงจะได้ช่วงของระดับสัญญาณใกล้เคียงกับค่าจริงในเวลานั้นๆ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา 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 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมแสดงตำแหน่งของผู้ใช้ ด้วยโปรแกรม Visual C++

```
// 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
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา 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;
    Scall = 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
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา 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_FULLSCREEN, OnFullscreen)
//}}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_FULLSCREEN)->EnableWindow(false);
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา 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 & 0xFFFF0) == 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_ICONERASEBKGD, (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
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา 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
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา 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 Closing isn't succeeded.");
            return false;
        }
        return true;
    }
    return false;
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา 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 ไม่อนุญาตให้拿去ใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา 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->CheckSc11())
    m_LogView->DrawScal1();
if (m_LogView->CheckSc12())
    m_LogView->DrawScal2();
if (m_LogView->CheckSc13())
    m_LogView->DrawScal3();

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

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

    }
else
{
    loop = 1;
}
//AfxMessageBox("test");
// Second Complete !
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
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา 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::CheckSc11(void)
{
    if (Scal1)
        return true;
    return false;
}

BOOL CProjectDlg::CheckSc12(void)
{
    if (Scal2)
        return true;
    return false;
}

BOOL CProjectDlg::CheckSc13(void)
{
    if (Scal3)

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา 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
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา 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
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา 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 Flieed
}

```

```

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
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา 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)
        {
            AfxMessageBox("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
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น.อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

GetDlgItem(IDC_FULLSCREEN)->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_FULLSCREEN)->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
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา 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 numeric
// YY= (YY + 10); // Adjust for Machian numeric

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 referent (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
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา 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::DrawScall(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
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา 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
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา 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 (Scale == false)
        Scale = true;
    else
        Scale = false;
}

void CProjectDlg::OnScale2()
{
    // TODO: Add your control notification handler code here
    InvalidateRect (CRect(0,0,390,280),true);
    if (Scale2 == false )
        Scale2 = true;
    else
        Scale2 = false;
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา 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::OnFullscreen()
{
    // 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.GenSecound(atoi(m_Secound));
    if (fullDialog.DoModal()){
        Index = 0;
        UpdateData(true);
        SecoundNumber = atoi(m_Secound);

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

        CThread->ResumeThread();
    }
}
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมการจำลองรัศมีเขตโดยใช้โปรแกรม 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
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา 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
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้