

การวิเคราะห์ทางเลือกในการนำชุดวิทยุสนามมาใช้กับ
หน่วยพร้อมรบเคลื่อนที่เร็ว

Alternative Analysis in Applying Field Radio Set
to Rapid Deployment Force



วัน เดือน ปี.....	0 6 ส.ค. 2550
เลขทะเบียน.....	02502
เลขเรียกหนังสือ.....	อจพ. พ 179ก. 2541
"ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สจธ."	

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของวิชาโครงการศึกษารณพิเศษ
หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ
ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2541
คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ชื่อหัวข้อ	การวิเคราะห์ทางเลือกในการนำชุดวิทยุสนามมาใช้กับหน่วยพร้อมรบเคลื่อนที่เร็ว
นักศึกษา	ร้อยเอกเพชรพล สิ้นธวงศานนท์
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์ไอฟาร์ วงศ์วิรัตน์
ระดับการศึกษา	วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ
แขนงวิชา	การจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศ
พ.ศ.	2541

บทคัดย่อ

เนื่องด้วยนโยบายของผู้บังคับบัญชาระดับสูงของกองทัพบก ต้องการจัดหาชุดวิทยุสนามแบบใหม่เพื่อมาทดแทนระบบการติดต่อสื่อสารแบบเดิมซึ่งเป็นระบบทางสาย ในการติดต่อสื่อสารระหว่างที่บัญชาการหลักของกองพลในสนามกับที่บัญชาการหลักของหน่วยพร้อมรบเคลื่อนที่เร็วในแนวหน้า ในการปฏิบัติการกิจตามพื้นที่ต่างๆของประเทศไทย ทั้งนี้เพื่อให้สามารถรองรับได้ทั้งระบบการสื่อสารประเภทเสียงและข้อมูลในสนามได้ ในการวางแผนและสั่งการจากผู้บังคับบัญชาไปยังหน่วยปฏิบัติในแนวหน้า

ดังนั้น โครงการศึกษากรณีพิเศษนี้ จึงเป็นโครงการที่ศึกษาวิเคราะห์และเปรียบเทียบชุดวิทยุสนามที่จะได้พิจารณานำมาใช้ จำนวน 2 ชุด โดยเปรียบเทียบ คุณลักษณะ,ขีดความสามารถ,ค่าใช้จ่าย ข้อดีและข้อเสีย รวมทั้งปัญหาและอุปสรรค ที่จะนำชุดวิทยุสนามดังกล่าวมาใช้ และเพื่อนำไปใช้เป็นข้อมูลสำหรับการตัดสินใจและการวางแผนในการจัดซื้อของผู้บังคับบัญชาระดับสูงต่อไปในอนาคต

Title Alternative Analysis in Applying Field Radio Set to Rapid Deployment Force
Student Capt. Pasharapol Sintuwongsanondh
Advisor Mr.Olarn Wongwirat
Level of Study Master of Science in Information Technology
Major Information Technology Management
Year 1998



ABSTRACT

According to the high commander's policy of The Royal Thai Army, requiring to provide the new field radio set , which supports both voice and data communication in order to plan and order in missions from the commander to the officer , is instead of the existing communication system that is line communication between the field headquarter of the Division and the front headquarter of the Rapid Deployment Force (RDF) in committing any missions along any parts of Thailand.

Therefore this project is a special project that both field radio set analysis and comparison will be described. The project will be characteristics , cost-effective and advantages/disadvantages comparison between various field radio sets , including with problems and limitations , to be compared. The outcome of the project will be used for decision making as well as planning in the field radio set acquisition for the high commander in the future.

กิตติกรรมประกาศ

รายงานโครงการศึกษาระณีพิเศษนี้ สำเร็จลงได้เนื่องจากผู้ศึกษาได้รับความช่วยเหลือเป็นอย่างดีจากอาจารย์โอฬาร วงศ์วิรัตน์ อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการศึกษาระณีพิเศษ ซึ่งได้ให้คำแนะนำทางด้านวิชาการ คำปรึกษาและการปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่อง ในการวางแผนแผนตลอดจนข้อคิดเห็นต่างๆมาโดยตลอด ทำให้โครงการกรณีศึกษาพิเศษนี้สำเร็จลงได้

นอกจากนี้แล้วผู้ศึกษายังได้รับความกรุณาจาก ร.อ.นพรัตน์ แสงหนุ่ม ประจํากรมการทหารสื่อสาร และ ร.ท.เอกพล จุฑะพันธ์ รอง ผบ.ร้อย สวท. รวมถึงผู้บังคับบัญชาและกำลังพลอีกหลายท่านที่มีส่วนช่วยเหลือนี้ ได้ให้คำแนะนำและความช่วยเหลือในเรื่องข้อมูลและรายละเอียดในส่วนที่เกี่ยวข้องต่างๆ อันทำให้โครงการศึกษาระณีพิเศษนี้สำเร็จลงด้วยดี

ร.อ.เพชรพล สิ้นธวงศานนท์

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	VI
สารบัญภาพ.....	VII
บทที่	
1. บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์.....	1
1.3 ขอบเขตของโครงการ.....	2
1.4 แผนการดำเนินการศึกษา.....	2
1.5 กำหนดการทำงาน.....	2
1.6 ผลที่จะได้รับจากโครงการ.....	3
2. แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....	4
2.1 หลักนิยมการสื่อสารทางยุทธวิธี.....	4
2.2 สงครามอิเล็กทรอนิกส์.....	7
2.3 การสื่อสารข้อมูลเบื้องต้น.....	9
2.4 การสื่อสารไมโครเวฟ.....	13
2.5 การสื่อสารด้วยสัญญาณวิทยุ.....	14
2.6 สายอากาศวิทยุ.....	15
2.7 การแผ่กระจายของคลื่น.....	16
2.8 ข้อพิจารณาในการเลือกเครื่องมือสื่อสาร.....	19
3. การศึกษาและวิเคราะห์ชุดวิทยุสนามแบบเดิมที่ใช้กับหน่วยพร้อมรบเคลื่อนที่เร็ว.....	22
3.1 หน่วยพร้อมรบเคลื่อนที่เร็ว.....	22
3.2 ที่บัญชาการหลักของหน่วยระดับกองพลในสนาม.....	22

สารบัญ(ต่อ)

บทที่	หน้า
3.3 ระบบการติดต่อสื่อสาร.....	23
3.4 วิเคราะห์ปัญหาในระบบสื่อสารแบบเดิม.....	28
3.5 แนวทางการแก้ปัญหา.....	31
4. แนวคิดในการเลือกใช้ชุดวิทยุสนาม.....	33
4.1 ชุดวิทยุสนามแบบ CNR-900.....	33
4.2 ชุดวิทยุถ่ายทอด RL-422A.....	39
4.3 ข้อพิจารณาในการเลือกใช้ชุดวิทยุสนาม.....	44
5. แผนงบประมาณและแผนการดำเนินงาน.....	61
5.1 แผนงบประมาณ.....	61
5.2 แผนการดำเนินงาน.....	62
6. บทสรุป.....	64
6.1 ข้อสรุป.....	64
6.2 ข้อเสนอแนะ.....	65
บรรณานุกรม.....	66
ภาคผนวก	
คุณลักษณะและราคาของชุดวิทยุ CNR-900.....	68
คุณลักษณะและราคาของชุดวิทยุถ่ายทอด RL-422A.....	80
ประวัติผู้เขียน.....	94

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่

1. แสดงระยะเวลาที่กำหนดการทำงาน.....	2
2. การแบ่งช่องความถี่วิทยุ.....	16
3. สรุปปัญหาที่พบจากการศึกษาวิเคราะห์.....	31
4. แสดงค่าน้ำหนักที่กำหนดสำหรับแต่ละปัจจัย.....	46
5. แสดงคุณลักษณะทางเทคนิคกับความต้องการพื้นฐาน.....	51
6. ข้อดีและข้อเสีย ตามคุณลักษณะทางเทคนิคของชุดวิทยุทั้ง 2 ชนิด.....	52
7. สรุปคุณลักษณะทางเทคนิคและพิจารณาด้วยการกำหนดน้ำหนักของชุดวิทยุทั้ง 2 ชนิด Weight = 40%.....	53
8. แสดงข้อดีและข้อเสีย ตามคุณลักษณะทางยุทธวิธีของชุดวิทยุทั้ง 2 ชนิด.....	56
9. แสดงสรุปคุณลักษณะทางยุทธวิธีของชุดวิทยุทั้ง 2 ชนิด Weight = 40%.....	57
10. ราคาของชุดวิทยุสนาม CNR-900 และ RL-422A Weight = 15%.....	58
11. แสดงค่าใช้จ่ายด้านต่างๆของชุดวิทยุสนาม CNR-900 Weight = 5%.....	59
12. เปรียบเทียบข้อดีข้อเสียโดยรวมของชุดวิทยุทั้ง 2 แบบ.....	60
13. แสดงค่าคะแนนโดยรวมในการวิเคราะห์ทางเลือกจากปัจจัยทั้ง 4 ข้อ.....	60
14. แผนการประมาณการงบประมาณในการจัดซื้อชุดวิทยุ.....	61
15. แสดงแผนการดำเนินงาน.....	63

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1. การสื่อสารข้อมูลเบื้องต้น.....	9
2. การสื่อสารด้วยการแพร่กระจายคลื่นวิทยุ.....	10
3. การสื่อสารด้วยไมโครเวฟ.....	11
4. การสื่อสารด้วยดาวเทียม.....	11
5. การรวมช่องสัญญาณ.....	12
6. การสื่อสารด้วยไมโครเวฟ เมื่อใช้สถานีทวนสัญญาณ.....	14
7. คลื่นท้องฟ้ามีผลต่อการสื่อสารในย่านความถี่ที่มีการผ่านชั้นบรรยากาศ.....	18
8. คลื่นตรงและคลื่นพื้นดิน มีผลต่อการสื่อสารด้วยไมโครเวฟ.....	18
9. แสดงเขตพื้นที่ในการติดต่อสื่อสาร.....	24
10. การวางสายใต้น้ำ.....	25
11. การสร้างสายข้ามถนนโดยใช้เสาข้ามสาย.....	25
12. การวางสายข้ามถนนโดยการฝังในร่อง.....	25
13. การวางสายลอดทางรถไฟ.....	25
14. การติดต่อสื่อสารในระบบเดิม.....	26
15. ตู้สลับสายสนาม SB-86/P.....	27
16. โทรศัพท์สนาม TA-312/PT.....	28
17. ชุดวิทยุสนาม CNR-900.....	34
18. การทำงานในสนามเมื่อใช้การทวนสัญญาณของชุดวิทยุ CNR-900.....	36
19. ชุดวิทยุ CNR-900สามารถเชื่อมต่อกับ Computer.....	37
20. ระบบการติดต่อสื่อสารของ CNR-900.....	38
21. ชุดวิทยุถ่ายทอด RL-422A.....	39
22. ชุดวิทยุถ่ายทอด RL-422A สามารถเชื่อมต่อกับ Computer ได้โดยตรง.....	41
23. ระบบการติดต่อสื่อสารของ RL-422A.....	43

บทที่ 1

บทนำ

1.1. ความเป็นมาของปัญหา

ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีในการติดต่อสื่อสารในยุคปัจจุบันเป็นบทบาทที่สำคัญและมีผลอย่างมากสำหรับกองทัพไทย ข่าวสารจึงกลายเป็นปัจจัยหลักที่ต้องการนำมาใช้ในการปฏิบัติทางทหารทุกชั้นตอน ตั้งแต่การประมาณการ การวางแผน การกำหนดแนวคิดต่างๆ ซึ่งก็รวมไปถึงขั้นตอนในการตัดสินใจของผู้บังคับบัญชา ระดับสูงในการสั่งการไปยังหน่วยปฏิบัติในสนาม ซึ่งแต่ละขั้นตอนมีสิ่งอันพึงประสงค์ที่สำคัญคือ ความถูกต้อง ความชัดเจน ความรวดเร็ว และความปลอดภัย ทั้งนี้เพื่อรองความได้เปรียบเชิงยุทธขณะปฏิบัติภารกิจแก่ฝ่ายตรงข้าม

เนื่องด้วยในภาวะปัจจุบันการรบอย่างเต็มรูปแบบแทบจะไม่มีแล้ว แต่ภัยคุกคามที่ยังเป็นปัญหาก็คือปัญหาตามแนวชายแดนไม่ว่าจะเป็นการปล้นสดมภ์ชาวบ้านจากกองกำลังชนกลุ่มน้อย หรือการอพยพของผู้ลี้ภัยจากประเทศเพื่อนบ้านของเรา ดังนั้นนโยบายของผู้บัญชาการทหารบกจึงต้องการที่จะจัดตั้งหน่วยระดับกองพันเฉพาะกิจที่มีชื่อว่า หน่วยพร้อมรบเคลื่อนที่เร็ว เพื่อแก้ปัญหาตามแนวชายแดนในทุกภาคของประเทศไทย และต้องการให้การบังคับบัญชาสั่งการจากหน่วยบัญชาการหลักไปยังหน่วยบัญชาการรองในทุกกองทัพภาค และลงไปจนถึงหน่วยระดับกองพันเฉพาะกิจซึ่งเป็นหน่วยปฏิบัติดังกล่าว เป็นไปด้วยความถูกต้อง ชัดเจน รวดเร็ว และมีความปลอดภัย ดังนั้น ความต้องการเร่งด่วนในการบังคับบัญชาสั่งการและติดต่อสื่อสารระหว่างที่บัญชาการหลักในสนามกับหน่วยพร้อมรบเคลื่อนที่เร็ว ก็คือ ต้องการระบบการติดต่อสื่อสารทางวิทยุมาทดแทนระบบการติดต่อสื่อสารแบบเดิมซึ่งเป็นระบบทางสายที่มีใช้งานมานานแล้ว ซึ่งพบว่ามีปัญหาเป็นอย่างมาก โดยให้ศึกษาถึงความเหมาะสมในด้านต่างๆและค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการดำเนินการทั้งหมดของการนำชุดวิทยุสนามมาใช้ 2 แบบ คือ แบบที่ 1 การใช้วิทยุสนามแบบ CNR-900 ซึ่งทำงานในย่านความถี่ VHF และแบบที่ 2 การใช้วิทยุถ่ายทอดแบบ RL-422A ซึ่งทำงานในย่านความถี่ UHF เพื่อนำมาตัดสินใจในการเลือกใช้ชุดวิทยุสนามที่มีความเหมาะสมและมีประสิทธิภาพที่สุด รวมทั้งจัดทำแผนการดำเนินการเพื่อขออนุมัติงบประมาณด้วย

1.2. วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อศึกษาและพิจารณาถึงคุณลักษณะ, เทคโนโลยี, ชีตความสามารถ, ต้นทุน, ค่าใช้จ่าย, ข้อดีและข้อเสีย รวมทั้งปัญหาและอุปสรรคต่างๆของการนำชุดวิทยุสนามแบบใหม่แต่ละชนิด มาใช้ในการสื่อสารระหว่างที่บัญชาการหลักในสนามกับที่บัญชาการของหน่วยพร้อมรบเคลื่อนที่เร็ว

1.2.2 เพื่อนำผลที่ได้จากการศึกษาวิเคราะห์ข้อ 1.2.1 มาเป็นหนทางเลือกที่เหมาะสมให้กับผู้บังคับบัญชา รวมทั้งการจัดทำแผนการดำเนินการ เพื่อนำเสนอขออนุมัติงบประมาณในการจัดซื้อชุดวิทยุสนามต่อไป

1.2.3 เพื่อเป็นแนวทางในการเลือกและจัดซื้อเครื่องมือสื่อสาร ตามภารกิจอื่นๆของกองทัพต่อไปในอนาคต

1.3 ขอบเขตของโครงการ

1.3.1 ทำการวิเคราะห์ปัญหาของระบบการติดต่อสื่อสารแบบเดิมซึ่งเป็นระบบทางสาย ว่ามีผลกระทบในด้านใด และมีผลกระทบอย่างไร

1.3.2 ศึกษาแนวคิด ทฤษฎีและหลักเกณฑ์ที่เกี่ยวข้อง เพื่อสนับสนุนแนวทางในการเลือกและจัดซื้อชุดวิทยุสนามที่มีความเหมาะสมและเกิดประโยชน์สูงสุดกับระบบการติดต่อสื่อสาร

1.3.3 ทำการศึกษวิเคราะห์รายละเอียดต่างๆในด้าน คุณลักษณะ, เทคโนโลยี, ชีตความสามารถ, ต้นทุน, ค่าใช้จ่าย, ข้อดี, ข้อเสีย รวมทั้งปัญหาและอุปสรรคต่างๆของชุดวิทยุสนามแต่ละชนิด

1.4 แผนการดำเนินการศึกษา

1.4.1 ศึกษาและวิเคราะห์ปัญหาของระบบการติดต่อสื่อสารแบบเดิมที่ใช้ระหว่างที่บัญชาการหลักกับที่บัญชาการของหน่วยพร้อมรบเคลื่อนที่เร็ว

1.4.2 ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และหลักเกณฑ์ที่เกี่ยวข้อง กับงานในโครงการทั้งหมด

1.4.3 ศึกษาคุณลักษณะและขีดความสามารถของชุดวิทยุสนามแบบใหม่แต่ละชนิดที่ได้มีการนำเสนอ

1.4.4 ศึกษาความเหมาะสมและความเป็นไปได้ในการนำชุดวิทยุสนามแบบใหม่ มาทดแทนระบบทางสายที่มีอยู่เดิมเดิม จากที่ได้มีการศึกษาและวิเคราะห์ในข้อ 1.4.1 จนถึง 1.4.3

1.4.5 ศึกษาวิเคราะห์และเปรียบเทียบชุดวิทยุสนามแบบใหม่แต่ละชนิด โดยการพิจารณาจาก คุณลักษณะ เทคโนโลยี, ชีตความสามารถ, ต้นทุน, ค่าใช้จ่าย, ข้อดี, ข้อเสีย, ปัญหาและอุปสรรคต่างๆ

1.4.6 จัดทำแผนการดำเนินการในการจัดซื้อชุดวิทยุสนาม เพื่อนำไปใช้งานจริง

1.5 กำหนดการทำงาน

หัวข้อ	ระยะเวลา	หัวข้อ	ระยะเวลา
1.4.1 และ 1.4.2	มิ.ย. - ก.ค.	1.4.5	ส.ค. - ต.ค.
1.4.3 และ 1.4.4	ก.ค. - ส.ค.	1.4.6	ก.ย. - ต.ค.

ตารางที่ 1 แสดงระยะเวลากำหนดการทำงาน

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

1.6 ผลที่จะได้รับจากโครงการ

1.6.1 ทำให้สามารถวิเคราะห์การเลือกชุดวิทยุสนามที่เหมาะสม เพื่อการนำมาทดแทนระบบสื่อสารทางสายแบบเดิม ได้อย่างเหมาะสมและเกิดประโยชน์สูงสุด

1.6.2 ผลจากการศึกษาและวิเคราะห์ จะทำให้กองทัพได้ทราบถึงค่าใช้จ่ายในการดำเนินการทั้งหมด และคุณลักษณะขีดความสามารถ และความเหมาะสมทางยุทธวิธีของชุดวิทยุสนาม รวมทั้งแผนการดำเนินการในการจัดซื้อชุดวิทยุสนามดังกล่าว สามารถนำไปปฏิบัติงานจริงได้

1.6.3 เป็นแนวทางในการเลือกซื้อเครื่องมือสื่อสารทางทหารประเภทอื่น ๆ ต่อไปในอนาคต



บทที่ 2

แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 หลักนิยมการสื่อสารทางยุทธวิธี

2.1.1 การสื่อสารทางยุทธวิธี

การสื่อสารทางยุทธวิธี คือ ระบบการสื่อสารและเครื่องมือสื่อสารต่างๆซึ่งสนับสนุนส่วนต่างๆของหน่วยในระดับต่างๆของกองทัพในสนาม ส่วนในการจัดตั้งและซ่อมบำรุงการสื่อสารนั้น เป็นความรับผิดชอบทางภารกิจบังคับบัญชา กล่าวคือ ผู้บังคับบัญชาแต่ผู้เดียวเป็นผู้รับผิดชอบในการจัดให้มีระบบการสื่อสารภายในหน่วยอย่างพอเพียง และใช้ระบบการสื่อสารนั้นอย่างถูกต้อง ตลอดจนจัดให้มีการปฏิบัติงานอย่างมีประสิทธิภาพในระบบการสื่อสารของหน่วยเหนือถัดไป

2.1.2 หลักการสื่อสารทางยุทธวิธีเบื้องต้น

2.1.2.1 การจำกัดการใช้ คือ เครื่องมือสื่อสารมีไว้ให้ผู้บังคับบัญชาและบุคคลที่กำหนดให้ใช้โดยเฉพาะและการใช้จะต้องให้น้อยที่สุดแต่ต้องสามารถสนองตอบภารกิจหรือความมุ่งหมายได้

2.1.2.2 ความเหมาะสมในการใช้เครื่องมือ คือ การเลือกใช้ชนิดของการสื่อสารเหมาะสมกับสิ่งแวดล้อมต่างๆ กัน โดยเปรียบเทียบน้ำหนักของปัจจัยต่างๆ ได้แก่ ความเร่งด่วนทางการยุทธ เวลาในการติดตั้งเวลาในการส่ง จุดอ่อนต่อการปฏิบัติของข้าศึกความเชื่อถือและราคาของทรัพย์สิน

2.1.2.3 ความอ่อนตัว ระบบการติดต่อสื่อสารจะต้องมีความอ่อนตัวและสามารถสนับสนุนความผันแปรของสถานการณ์ทางยุทธวิธี

2.1.2.4 การกระจายกำลัง จะต้องกระจายอุปกรณ์การสื่อสารออกไปตามส่วนสัมพันธ์กับหน่วยที่รับบริการการสื่อสารให้มากที่สุด เพื่อไม่ให้เป้าหมายที่คุ้มค่าของข้าศึกและให้ข่าวสารเกี่ยวกับทำเนียบกำลังรบจนจากการแพร่กระจายคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าให้น้อยที่สุด

2.1.2.5 ความง่ายในการปฏิบัติงาน ถึงแม้เทคนิคภายในเครื่องมือต่างๆจะซับซ้อน แต่การใช้ควรจะให้ใช้ได้ง่าย แต่ถ้ามีความซับซ้อนมากยิ่งขึ้น ก็ควรมีระเบียบปฏิบัติที่ง่ายและมีการฝึกการปฏิบัติมาแล้วอย่างดี

2.1.2.6 เครื่องมือประจำหน่วย โดยทั่วไปหน่วยระดับกรมลงไปจะใช้เครื่องมือประจำหน่วย ส่วนหน่วยระดับกองพลขึ้นไปนั้นตามปกติจะใช้ระบบการสื่อสารใช้ร่วมซึ่งหน่วยทหารสื่อสารเป็นผู้ติดตั้งและปฏิบัติงานให้

2.1.2.7 การรักษาความปลอดภัย เพื่อที่จะให้ได้มาซึ่งความปลอดภัยในการสื่อสารอย่างดีที่สุดจะต้องมีการรักษาความปลอดภัยทางการสื่อสาร (รปก.ส.) ในทุกวิถีทางโดยให้สอดคล้องกับสถานการณ์และความเร่งด่วนทางยุทธวิธีเป็นหลัก

2.1.3 การใช้การสื่อสารทางยุทธวิธี

2.1.3.1 ความต้องการเบื้องต้นของระบบการสื่อสารทางยุทธวิธี คือ มี ความรวดเร็ว ความเชื่อถือได้ (ความแน่นอน) และความปลอดภัย

2.1.3.2 หลักการใช้เครื่องมือสื่อสารที่ถูกต้อง จะต้องใช้แต่เพียงเท่าที่ต้องการ หรือ ใช้เท่าที่หน่วยจะสามารถให้การสนับสนุนได้

2.1.3.3 ในระบบการสื่อสารทางยุทธวิธีต้องออกแบบสร้างและใช้ให้เหมาะสมกับขีดความสามารถของกำลังคนและตรงกับความต้องการของภารกิจทางยุทธวิธีของหน่วยซึ่งผู้บังคับหน่วยและฝ่ายอำนวยการจะต้อง

- 1) ไม่ร้องขอหรือจะต้องไม่หวังพึ่งพาระบบการสื่อสารที่นอกเหนือจากความมุ่งหมายหลักของหน่วย
- 2) จำกัดการใช้ระบบสื่อสารเฉพาะข่าวที่สำคัญเท่านั้น
- 3) ไม่จัดระบบการสื่อสารให้มีลักษณะที่จะให้มีการส่งข่าวกันอย่างฟุ่มเฟือย
- 4) ใช้วินัยทางการบังคับบัญชาในการควบคุมระบบการสื่อสารทางยุทธวิธีให้เกิดประโยชน์สูงสุด

2.1.4 มัชฌิมการสื่อสาร

2.1.4.1 มัชฌิมการสื่อสาร คือ บรรดาเครื่องมือที่ใช้ในการรับส่งหรือนำส่งข่าวทางทหาร แม้ว่าเราจะอยู่ห่างไกลกัน แต่เราก็สามารถส่งข่าวถึงกันได้โดยการใช้ตัวแทนหรือสัญญาณโดยที่ตัวแทนอาจจะเป็นพลนำสาร การไปรษณีย์ หรือ สัตว์นำสารก็ได้ และสัญญาณอาจจะเป็น เสียง ทักษะ หรือไฟฟาก็ได้ ซึ่งมีมัชฌิมทั้งหมดที่ใช้สัญญาณเรียกว่า การโทรคมนาคม

2.1.4.2 มัชฌิมของการสื่อสาร แบ่งตามการใช้ทางทหารออกเป็น

- 1) พลนำสาร (Messenger) เป็นวิธีการส่งข่าวที่เก่าแก่ที่สุด แม้ว่าปัจจุบันจะเข้ามามีบทบาทในระบบสื่อสารก็ตาม ซึ่งพลนำสารก็ยังมิใช้อยู่ในการส่งข่าวระยะทางไกลๆ แต่ก็อาจเกิดความเสี่ยงได้จากการกระทำของข้าศึก
- 2) การไปรษณีย์ (Mail) ใช้กับการส่งข่าวสารที่ไม่มีลำดับความเร่งด่วน ถ้ามีการกำหนดความเร่งด่วนต้องใช้มัชฌิมประเภทอื่นที่รวดเร็วกว่า
- 3) สัตว์นำสาร (Trained Animal) เป็นสัตว์ที่ได้รับการฝึกมาให้ส่งข่าวสาร ซึ่งมีอยู่ 2 ชนิดคือ นกพิราบนำสารและสุนัขนำสาร
- 4) การโทรคมนาคม (Telecommunication) เป็นวิธีการรับส่งข่าวระยะไกลโดยใช้สัญญาณเป็นตัวแทนข้อความของข่าว สัญญาณทางโทรคมนาคม ได้แก่ สัญญาณคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า สัญญาณไฟฟ้า สัญญาณเสียง และ สัญญาณแสง โดยที่มัชฌิมการสื่อสารทางโทรคมนาคมทางทหาร มี 4 อย่างคือ ทักษะสัญญาณเสียงสัญญาณ ทางสาย และวิทยุ

2.1.5 การสื่อสารประเภทสาย

2.1.5.1 ระบบทางสาย เป็นมัชฌิมการสื่อสารประเภทไฟฟ้าซึ่งใช้ตัวนำไฟฟ้าเป็นสายเชื่อมโยงระหว่างสถานีส่งและสถานีรับ

2.1.5.2 การส่งข่าวด้วยระบบทางสายมีใช้มานานแล้ว เนื่องจากให้ความปลอดภัยกว่าการส่งข่าวทางระบบวิทยุ แต่ดวงจรทางสายก็สามารถถูกแกะดักฟังได้

2.1.5.3 ปัจจัยที่ควรนำมาพิจารณาในการใช้ระบบทางสาย ได้แก่ เวลา เนื่องจากการติดตั้งทางสายเสียเวลามากกว่าการติดตั้งมีขดเคเบิลสื่อสารอย่างอื่น เช่น วิทยุ และอีกประการหนึ่ง วงจรทางสายอาจเปลี่ยนแปลงไปเนื่องจากอากาศขึ้น รอยต่อของสายไม่ดี ฉนวนหุ้มสายชำรุด

2.1.6 การสื่อสารประเภทวิทยุ

2.1.6.1 การสื่อสารทางวิทยุ ประกอบด้วยการส่งสัญญาณแม่เหล็กไฟฟ้า แผ่กระจายออกไปโดยไม่ต้องอาศัยตัวนำไฟฟ้าเป็นสื่อสามารถทำการส่งข่าวจากเครื่องส่งไปยังเครื่องรับได้

2.1.6.2 ชุดวิทยุสนามประกอบด้วยหลัก 4 ส่วนคือ เครื่องส่ง เครื่องรับ สายอากาศ และแหล่งจ่ายกำลังงาน โดยชุดวิทยุสนามจะทำการติดต่อกันได้จะต้องมีคุณสมบัติ ดังนี้ คือ มีความถี่ตรงกัน มีการปรับคลื่นแบบเดียวกัน และอยู่ในรัศมีทำการของเครื่องส่ง

2.1.6.3 การสื่อสารทางวิทยุจะมีประสิทธิภาพเพียงใดนั้น ย่อมขึ้นอยู่กับปัจจัย ดังนี้คือ ความถี่ใช้งาน กำลังออกอากาศ ลักษณะของภูมิประเทศ สภาพบรรยากาศ และความชำนาญของพนักงาน

2.1.6.4 การสื่อสารทางวิทยุ ถือว่ามีความปลอดภัยในระดับหนึ่ง แม้จะส่งข่าวที่เข้ารหัสลับแล้วก็ตาม ข้าศึกอาจวิเคราะห์ข่าวสารของเรา หรือแม้จะไม่สามารถวิเคราะห์ข่าวสารได้ แต่ก็อาจวิเคราะห์ระบบการสื่อสารของเรา ซึ่งทำให้ทราบที่ตั้งและข้อมูลอื่นๆ เกี่ยวกับหน่วย และในด้านการใช้วิทยุ นั้น ผู้ใช้ต้องคำนึงถึงข้อจำกัด เช่น รับส่งข่าวได้น้อย อาจถูกรบกวนได้ง่ายทั้งจากธรรมชาติ จากการกระทำของฝ่ายเรา และฝ่ายข้าศึก มีรัศมีการทำงานขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมทางธรรมชาติและลักษณะภูมิประเทศของที่ตั้งสถานี เป็นต้น แต่อย่างไรก็ตาม ในการเลือกใช้ระหว่างระบบการสื่อสารทางสายและวิทยุ นั้น มีปัจจัยเปรียบเทียบที่สำคัญในการพิจารณาเลือกใช้ ดังนี้

- 1) เวลาในการติดตั้งวิทยุใช้น้อยกว่าระบบทางสาย
- 2) ความคล่องแคล่วในการเคลื่อนที่ ระบบทางสายไม่สามารถเคลื่อนที่ได้ แต่วิทยุสามารถเคลื่อนที่ได้ในขณะที่ทำการสื่อสาร
- 3) วงจรทางสายเสี่ยงอันตรายต่อการขาดหรือชำรุดได้ตลอดเวลา
- 4) วงจรทางสายมีโอกาสถูกดักฟังจากข้าศึกน้อยกว่า

2.1.6 การสื่อสารทางยุทธวิธีระหว่างที่บัญชาการหลักกับหน่วยปฏิบัติ

ที่บัญชาการหลักในสนามจะเป็นที่อยู่ของผู้บังคับบัญชาระดับสูง ที่ใช้ในการสั่งการไปยังหน่วยปฏิบัติในแนวหน้า เพื่อดำรงการติดต่อสื่อสารในการสั่งการให้เป็นไปตามสายการบังคับบัญชา โดยปกติที่บัญชาการหลักจะมีผู้บังคับหน่วยระดับกองพลเป็นผู้บังคับบัญชาสั่งการไปยังหน่วยปฏิบัติซึ่งเป็นหน่วยระดับกองพันในแนวหน้า สำหรับในระบบการสื่อสารภายในที่บัญชาการหลักซึ่งในปัจจุบันจะเป็นระบบทางสายนั้น จะมีศูนย์การสื่อสารเป็นผู้ดูแลรับผิดชอบ รวมทั้งจัดให้มีการนำสารขึ้นในระยะใกล้ ส่วนรัศมีในการติดต่อสื่อสารจากที่บัญชาการหลักไปยังหน่วยปฏิบัติในแนวหน้าจะรักษาระยะการติดต่อสื่อสารไว้ให้ได้ประมาณ 25-40 กิโลเมตร

2.1.7 ข่าวทางทหาร

ในการติดต่อสื่อสารของทางทหารข้อมูลข่าวสารหรือการสั่งการจากผู้บังคับบัญชาในระดับต่างๆ เราจะเรียกว่า ข่าวทางทหาร ซึ่งได้แก่ จดหมาย คำแนะนำ รายงาน คำสั่ง เอกสาร ภาพ แผนที่ เรื่องราว หรือสัญญาณอื่นใด อาจจะเป็นข้อความธรรมดาหรือข้อความที่เข้ารหัสลับ

2.1.8 การรักษาความปลอดภัยเกี่ยวกับการสื่อสาร (รปภ.ส.)

รปภ.ส. มีความสำคัญมากในระบบสื่อสาร เนื่องจากเป็นการใช้มาตรการที่กำหนดขึ้นเพื่อควบคุมพิทักษ์รักษาและป้องกันมิให้ความลับของทางราชการอันเนื่องมาจากการสื่อสารรั่วไหลหรือตกไปอยู่กับบุคคลผู้ไม่มีอำนาจหน้าที่หรือฝ่ายตรงข้าม สำหรับรปภ.ส. สามารถแบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ

- 1) การรักษาความปลอดภัยในการส่งข่าว หมายถึง มาตรการที่กำหนดขึ้นสำหรับการปฏิบัติต่อการส่งข่าว เพื่อป้องกันมิให้ผู้ไม่มีอำนาจหน้าที่ได้ล่วงรู้ หรือรอดพ้นจากการดักจับ การวิเคราะห์การรับ - ส่งข่าว
- 2) การรักษาความปลอดภัยทางการรหัส หมายถึง มาตรการที่กำหนดขึ้นสำหรับปฏิบัติต่อข่าว ที่มีชั้นความลับ โดยการนำเอาระบบการรหัสที่ได้อนุมัติแล้ว ไปใช้อย่างถูกต้องเพื่อป้องกันมิให้เปิดเผยแก่ บุคคลผู้ที่ไม่มีความอำนาจหน้าที่
- 3) การรักษาความปลอดภัยเกี่ยวกับสถานที่ทางการสื่อสาร หมายถึง มาตรการที่กำหนดขึ้นเพื่อพิทักษ์รักษาอาคาร สถานที่ วัสดุ อุปกรณ์ เจ้าหน้าที่และเอกสารที่ใช้ดำเนินการเกี่ยวกับการสื่อสารให้พ้นจากการจารกรรม การก่อวินาศกรรม การถ่ายภาพ ตลอดจนการเข้าถึงผู้ที่ไม่มีความอำนาจหน้าที่

2.2 สงครามอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Warfare)

ในปัจจุบัน สิ่งต้องคำนึงมากที่สุดในระบบการติดต่อสื่อสารก็คือ ระบบการสื่อสารจะต้องตอบสนองต่อรูปแบบของสงครามอิเล็กทรอนิกส์ให้ได้ เนื่องจากนานาประเทศนอกจากจะมีขีดความสามารถทางอาวุธแล้ว เครื่องมือสื่อสารก็ต้องมีขีดความสามารถทางอิเล็กทรอนิกส์ด้วย ดังนั้นการเลือกใช้เครื่องมือสื่อสารในปัจจุบันและอนาคต ปัจจัยสำคัญที่จะต้องพิจารณาก็คือ ขีดความสามารถของเครื่องมือสื่อสารที่จะต้องรองรับรูปแบบของสงครามอิเล็กทรอนิกส์ด้วย

2.2.1 กล่าวทั่วไป

สงครามอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Warfare) หรือเรียกกันย่อๆว่า EW คือ การปฏิบัติการทางทหารที่เกี่ยวข้องกับการใช้พลังงานคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ากระทำต่อการปฏิบัติทางแม่เหล็กไฟฟ้าของข้าศึก ข้อมูลที่ได้จากการกระทำดังกล่าวเรียกว่า ข่าวกรองทางการสื่อสาร (Signal Intellegent : SIGINT) ซึ่งก็คือ การหาข่าวเกี่ยวกับการปฏิบัติการ และการเคลื่อนไหวของฝ่ายตรงข้าม หรือของประเทศที่อาจเป็นปฏิปักษ์ต่อฝ่ายเรา

2.2.2 มาตรการการทำสงครามอิเล็กทรอนิกส์ต่อฝ่ายตรงข้าม มีอยู่ 3 มาตรการคือ

2.2.2.1 มาตรการการสนับสนุนทางอิเล็กทรอนิกส์ (Electronics Support Measure : ESM) คือ มาตรการสงครามอิเล็กทรอนิกส์ที่เกี่ยวกับการค้นหา การดักจับ การกำหนดจุดที่ตั้งที่มาของสัญญาณ การบันทึก และการวิเคราะห์ จากการใช้พลังงานแม่เหล็กไฟฟ้าของฝ่ายตรงข้าม เพื่อรวบรวมเป็นข้อมูลนำมา

สนับสนุนการปฏิบัติการทางมาตรการต่อต้านทางอิเล็กทรอนิกส์ มาตรการตอบโต้การต่อต้านทางอิเล็กทรอนิกส์ และการใช้กำลังทางยุทธวิธีอื่นๆ

2.2.2.2 มาตรการต่อต้านทางอิเล็กทรอนิกส์ (Electronics Counter Measure : ECM) คือ การปฏิบัติการเพื่อลดประสิทธิภาพหรือป้องกันการใช้ประโยชน์จากการแพร่กระจายคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าของข้าศึก ประกอบด้วย

1) การรบกวนทางอิเล็กทรอนิกส์ (Electronics Jamming) เป็นได้ทั้งการแพร่กระจายคลื่น (Radiation) หรือ การสะท้อนคลื่น (Reflection) ด้วยประสงค์จะลบล้างการใช้คลื่นของข้าศึก

2) การลวงทางอิเล็กทรอนิกส์ (Electronics Deception) เป็นไปได้ทั้งการส่งแพร่กระจายคลื่น หรือการสะท้อนคลื่น เพื่อประสงค์จะให้ข้าศึกหลงผิดในข้อมูลทางการแพร่กระจายคลื่นหรือข้าศึกได้รับข้อมูลที่ผิด

2.2.2.3 มาตรการตอบโต้การต่อต้านทางอิเล็กทรอนิกส์ (Electronics Counter Counter Measure : ECCM) คือ มาตรการป้องกันตนเองของฝ่ายเราเพื่อให้มีการดำรงประสิทธิภาพ การใช้ประโยชน์ในการแพร่กระจายคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าของฝ่ายเราได้อย่างมั่นคง ปลอดภัย และแน่นอน

2.2.3 การดำเนินสงครามทางอิเล็กทรอนิกส์

2.2.3.1 ด้านมาตรการสนับสนุนทางอิเล็กทรอนิกส์ (ESM) การดำเนินการปฏิบัติ ESM นี้เรียกว่า การลาดตระเวนทางอิเล็กทรอนิกส์ (Electronics Reconnaissance) ซึ่งอาจจะใช้อุปกรณ์ที่ติดตั้งบนดาวเทียม อากาศยานเร็ว หรือเป็นสถานีบนพื้นดิน ที่เคลื่อนที่และประจำที่ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับ ลักษณะของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในช่วงคลื่นที่เราสนใจที่จะค้นหา หรือตรวจจับต่อคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่เราต้องการข้อมูล

2.2.3.2 ด้านมาตรการต่อต้านทางอิเล็กทรอนิกส์ (ECM) เป็นการดำเนินการโดยใช้เครื่องมือสื่อสารทางอิเล็กทรอนิกส์และเทคนิคต่างๆของฝ่ายเรา เพื่อที่จะลดประสิทธิภาพ หรือ ทำลายเครื่องช่วยรบทางอิเล็กทรอนิกส์ของฝ่ายตรงข้าม ในเรื่องของการใช้เทคนิคทำ ECM แบ่งการดำเนินการออกเป็น 2 ประเภท คือ Active และ Passive โดยที่ Active ECM หมายถึง มาตรการทั้งหมดซึ่งเกี่ยวกับการแพร่กระจายคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า เพื่อลดประสิทธิภาพการทำงานของเรดาร์ฝ่ายตรงข้าม เทคนิคการทำ ECM โดยทั่วไปคือ การรบกวนซึ่งจะต้องสามารถทำการรบกวนต่อเครื่องมือสื่อสารทางอิเล็กทรอนิกส์ของฝ่ายตรงข้ามได้ทุกระบบที่ต้องการ ส่วน Passive ECM หมายถึง เทคนิคทั้งหลายที่ไม่มีการแพร่กระจายคลื่นเพื่อใช้กับเรดาร์ ประกอบด้วย Chaff ซึ่งจะปรากฏคล้ายกับเป็นเป้าหมายเคลื่อนที่ในอากาศ , Flare ใช้ในการต่อต้านอาวุธนำวิถีด้วยความร้อน หรือรังสีอินฟราเรด เมื่อปล่อย Flares ออกมาก็จะเป็นแหล่งพลังงานความร้อนแทนเครื่องบินจนทำให้อาวุธทำลาย Flares แทน และ Decoy ใช้เป็นการลวงในระบบเรดาร์ของฝ่ายตรงข้ามให้หลงเป้าหมาย โดยไม่สามารถแยกออกได้ว่าเป้าหมายใดเป็นเป้าหมายจริง หรือเป้าหมายปลอมในจอเรดาร์

2.2.3.3 ด้านมาตรการตอบโต้การต่อต้านทางอิเล็กทรอนิกส์ ECCM

ในการดำเนินการ ECCM ในระบบสื่อสารทางวิทยุ เราจะใช้มาตรการบางประการ เช่น การเปลี่ยนความถี่ การแยกความถี่ให้ห่างกัน , การห้ามใช้วิทยุ , นามเรียกขานและความถี่สำรอง , การลดกำลังส่ง , เครื่องเข้า และถอดรหัส เป็นต้น

2.3 การสื่อสารข้อมูลเบื้องต้น

ในปัจจุบัน ในยุคของการสื่อสารไร้พรมแดนได้เข้ามามีบทบาทกับทุกสังคมซึ่งก็รวมถึงบทบาททางทหารด้วยการสื่อสารข้อมูลจึงเป็นปัจจัยที่สำคัญสำหรับรูปแบบของการสื่อสารในทางทหารในระดับต่างๆตั้งแต่ การสั่งการ การวางแผน รวมทั้งการประมาณการในทางยุทธวิธีต่างๆ สำหรับผู้บังคับบัญชาาระดับสูง

2.3.1 กล่าวทั่วไป

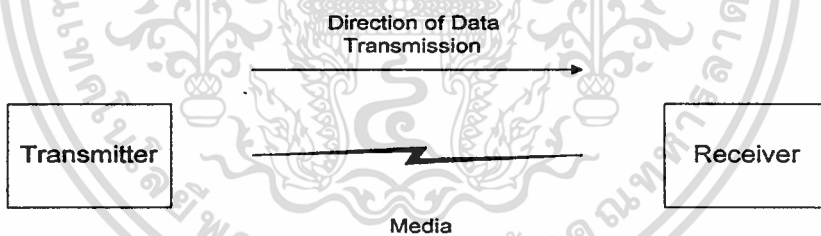
การสื่อสารข้อมูล เป็นการแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารระหว่างต้นทางกับปลายทาง หรือระหว่างผู้รับกับผู้ส่ง (Transmitter & Receiver) โดยผ่านระบบคอมพิวเตอร์หรืออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ โดยอาศัยสื่อกลางในการส่งข้อมูล สำหรับหลักการของการสื่อสารข้อมูลเบื้องต้นนั้น มีองค์ประกอบที่สำคัญ 4 อย่าง คือ

2.3.1.1 ผู้ส่งข้อมูล (Transmitter) และผู้รับข้อมูล (Receiver)

2.3.1.2 ข่าวสาร (Information) เช่น เสียง ข้อมูล ข้อความ

2.3.1.3 สื่อกลาง (Media) เพื่อเป็นตัวนำพาข้อมูลจากผู้ส่งไปยังผู้รับ เช่น สายไฟเบอร์ออปติก สายโทรศัพท์ คลื่นวิทยุและไมโครเวฟ หรือดาวเทียม เป็นต้น

2.3.1.4 ซอฟต์แวร์ (Software) เป็นโปรแกรมที่ช่วยในการจัดการสื่อสารข้อมูล



รูปที่ 1 การสื่อสารข้อมูลเบื้องต้น

2.3.2 ความรู้พื้นฐานในการสื่อสารข้อมูล

ในการสื่อสารข้อมูลนั้น ควรจะมีความรู้พื้นฐานบางอย่าง ได้แก่

2.3.2.1 ช่องทางในการสื่อสาร (Channel) หมายถึง ช่องทางที่จะรวมทุกอย่างที่ให้ข่าวสารอิเล็กทรอนิกส์เดินทางจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่ง โดยสามารถเปลี่ยนพลังงานจากรูปแบบหนึ่งไปเป็นอีกรูปหนึ่งได้

2.3.2.2 ชนิดของช่องทางการสื่อสาร (Channel types) มีอยู่ 2 ชนิด คือ ช่องทางอนาล็อก ที่ใช้รับส่งข่าวสารข้อมูลที่เป็นสัญญาณอนาล็อก และช่องทางดิจิทัล สำหรับใช้รับส่งข้อมูลที่เป็นดิจิทัล

2.3.2.3 แบนด์วิดท์ (Bandwidth) หมายถึง ช่องทางการสื่อสารที่นำข่าวสารผ่านช่องทางในเวลาที่กำหนด

2.3.2.4 อัตราบิต (Bit Rate) คือ จำนวนบิตที่ช่องทางสามารถนำผ่านได้ภายใน 1 วินาที มีหน่วยเป็นบิตต่อวินาที (bps หรือ bit per second) ซึ่งเรียกว่า อัตราบิต (Bit Rate)

2.3.3 ชนิดของสื่อกลางในการสื่อสารข้อมูล

การเลือกใช้สายสื่อสารที่เหมาะสมกับเครือข่ายก็เป็นอีกเรื่องหนึ่งที่มีความสำคัญมาก หลักเกณฑ์การเลือกใช้สายสื่อสารมีหลายตัวแปรที่ต้องนำมาประกอบการพิจารณา ตัวอย่างเช่น ราคาของสายสื่อสาร อัตราเร็วในการส่งข้อมูล รูปแบบการเชื่อมโยงของเครือข่าย ปริมาณงานในเครือข่ายสถานที่ติดตั้ง เทคโนโลยีการติดตั้ง การดูแลรักษาซ่อมบำรุง อายุการใช้งาน และอื่นๆ สำหรับสื่อกลางที่ใช้ในการส่งข้อมูลแบ่งได้เป็น

2.3.3.1 สื่อกลางประเภทใช้สาย (Conducted Media)

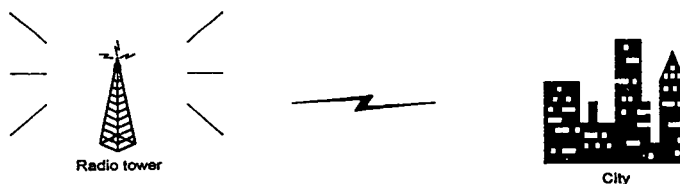
1) สายลวดทองแดง (Wires) เป็นสื่อกลางที่ใช้ในการส่งข้อมูลมานานและใช้มาก่อนสายประเภทอื่น เพราะสายประเภทนี้มีวิวัฒนาการมาจากงานทางโทรศัพท์และโทรพิมพ์ ซึ่งปัจจุบันก็ยังคงมีใช้กันอยู่มาก เพราะหาง่ายและราคาถูก แต่ข้อเสียเปรียบก็มีอยู่มาก เช่น อัตราการส่งข้อมูลต่ำและอัตราการเกิดข้อผิดพลาดสูง

2) สายโคแอกเชียล (Coaxial Cable) เป็นสายที่นิยมใช้กันมากในเครือข่ายแบบแลน มีขนาดเล็กและขนาดปานกลาง ภายในประกอบด้วยแกนกลางที่เป็นลวดตัวนำ หุ้มด้วยฉนวน ถัดมาจะถูกชีลด์อีกชั้นหนึ่ง และภายนอกสุดจะเป็นฉนวนอีกชั้นหนึ่ง มีคุณภาพดีกว่าสายลวดทองแดงที่กล่าวมา สายโคแอกเชียลมีอัตราเร็วในการส่งข้อมูลยังต้องขึ้นอยู่กับจำนวนอุปกรณ์ที่ต่อเข้ากับสายสื่อสาร รูปแบบการเชื่อมโยงของเครือข่าย และเทคนิคการส่งสัญญาณข้อมูลอีกด้วย

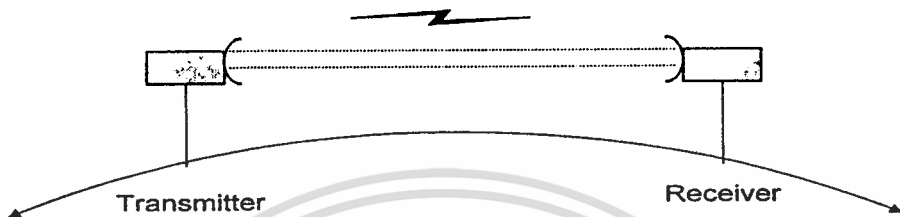
3) เส้นใยแก้วนำแสง (Fiber Optic) เป็นสายสื่อสารที่ให้ประสิทธิภาพในการส่งข้อมูลในรูปของแสงได้ดีที่สุด สามารถส่งข้อมูลได้ด้วยอัตราเร็วถึง 2 Gbps และส่งสัญญาณได้ระยะทางไกลๆโดยไม่จำเป็นต้องใช้รีพีตเตอร์เพื่อทวนสัญญาณ แต่อย่างไรก็ตาม ราคาของสายประเภทนี้และเทคนิคในการติดตั้งยังคงเป็นอุปสรรคต่อการนำมาใช้ในการสื่อสารข้อมูลในปัจจุบัน ส่วนที่มีใช้กันอยู่บ้างก็คงเป็นการนำมาใช้เชื่อมต่อแบบจุดต่อจุดเท่านั้น

2.3.3.2 สื่อกลางประเภทไร้สาย (Radiated Media)

1) สัญญาณวิทยุ (Broadcast Radio) เป็นสัญญาณวิทยุที่มีการปรับคลื่นแบบ FM, AM ส่วนมาก รวมทั้งสัญญาณที่มีย่านความถี่ต่ำ (Shortwave) ตัวอย่างที่เห็นได้ชัดของการสื่อสารที่ใช้สื่อกลางประเภทนี้ ก็คือ การแพร่ภาพทางโทรทัศน์และการกระจายเสียงทางวิทยุ

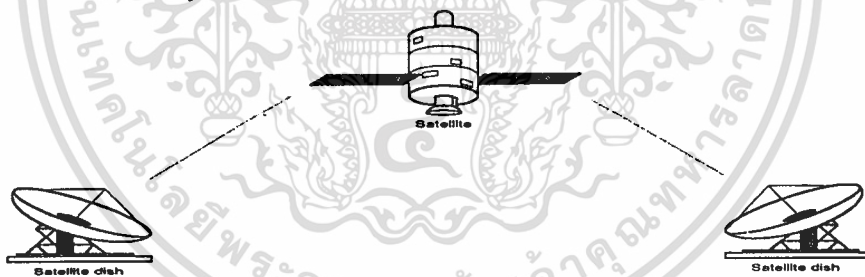


2) สัญญาณไมโครเวฟ (Microwave Radio) เป็นสื่อกลางที่มีย่านความถี่สูงกว่าสัญญาณวิทยุแบบแรก ดังนั้น การเดินทางของคลื่นจึงอยู่ในระดับสายตา หรือ แนวเส้นตรง



รูปที่ 3 การสื่อสารด้วยไมโครเวฟ

3) สัญญาณดาวเทียม (Satellite Radio) เป็นสัญญาณไมโครเวฟประเภทหนึ่ง แต่อาศัยตัวทวนสัญญาณที่เป็นดาวเทียม ที่ถูกส่งขึ้นไปบนวงโคจรรอบโลก ดังนั้นสื่อกลางประเภทนี้ จึงครอบคลุมพื้นที่ที่กว้างกว่าสัญญาณแบบที่สอง



รูปที่ 4 การสื่อสารด้วยดาวเทียม

2.3.4 การส่งและรับข้อมูล (Data Transmission)

ในการส่งและรับข้อมูลนั้น ข้อมูลที่ถูกส่งออกไปจะอยู่ในรูปของสัญญาณซึ่งสามารถแบ่งได้ 2 ลักษณะ คือ

- 1) เป็นแบบสัญญาณอนาล็อก คือ สัญญาณที่ส่งออกไปจะมีความต่อเนื่องตลอดเวลา เช่น การส่งข้อมูลผ่านเครือข่ายโทรศัพท์อนาล็อก เป็นต้น
- 2) เป็นแบบสัญญาณดิจิทัล คือ การส่งสัญญาณข้อมูลที่เป็นเลขไบนารี (Binary) ซึ่งจะไม่มีความต่อเนื่อง แต่จะอยู่ในรูปของตัวเลข 0,1

ตัวอย่างของการส่งข้อมูลที่เป็นสัญญาณดิจิทัล โดยผ่านช่องทางการสื่อสารที่เป็นแบบอนาล็อก เช่น สายโทรศัพท์ ได้แก่ การส่งข้อมูลคอมพิวเตอร์ผ่านทางเครือข่ายโทรศัพท์สาธารณะ โดยอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่แปลงสัญญาณดิจิทัลให้เป็นสัญญาณอนาล็อก เราเรียกว่า โมเด็ม (Modem) และในทางกลับกัน เราสามารถส่ง

สัญญาณอนาล็อกผ่านเข้าไปในระบบเครือข่ายดิจิทัลได้โดยการเปลี่ยนแปลงสัญญาณอนาล็อกให้เป็นสัญญาณดิจิทัลก่อน โดยอุปกรณ์ที่ทำงานตรงข้ามกับโมเด็ม เรียกว่า Codec

ส่วนในการส่งและรับข้อมูลจากต้นทางไปยังปลายทาง สามารถแบ่งได้เป็น 3 แบบ คือ

- 1) แบบทิศทางเดียว (Simplex) ในการส่งสัญญาณแบบนี้ข้อมูลจะถูกส่งไปในทิศทางเดียว เช่น การแพร่ภาพทางทีวีหรือการกระจายเสียงวิทยุ (Broadcast) เป็นต้น
- 2) แบบกึ่งทางคู่ (Half Duplex) การส่งสัญญาณแบบนี้เราไม่สามารถส่งข้อมูลสวนทางกันได้แต่ต้องสลับกันส่ง จะทำในเวลาเดียวกันไม่ได้ เช่น วิทยุสื่อสาร เป็นต้น
- 3) แบบทางคู่ (Full Duplex) การส่งสัญญาณแบบนี้เราสามารถรับส่งข้อมูลกันได้พร้อมๆ กันทั้ง 2 ทาง เช่น การพูดโทรศัพท์สามารถพูดสวนทางกันได้ เป็นต้น

และสำหรับอัตราเร็วในการส่งข้อมูล ถูกแบ่งออกเป็น 3 ระดับ คือ อัตราเร็วต่ำ (ประมาณ 300 บิตต่อวินาที) อัตราเร็วปานกลาง (อยู่ในช่วง 1200 - 9600 บิตต่อวินาที) และ อัตราเร็วสูง (มากกว่า 9600 บิตต่อวินาที)

2.3.5 การรวมช่องสัญญาณและการปรับคลื่น (Multiplexing and Modulation)

2.3.5.1 การมัลติเพล็กซ์ (Multiplexing)

เป็นวิธีการรวมช่องทางการสื่อสารข้อมูลจากผู้ส่งข้อมูลจากแหล่งต้นทางจำนวนมาก ข้อมูลที่มาจากหลายช่องทาง เมื่อผ่านอุปกรณ์มัลติเพล็กซ์ มันจะถูกรวมกันอยู่ในสายส่งข้อมูลเพียงสายเดียว แล้วทำการส่งต่อไปยังอุปกรณ์ดีมัลติเพล็กซ์ซึ่งอยู่ปลายทางแต่ละช่องทาง เพื่อแยกช่องสัญญาณและส่งข้อมูลนั้นกลับไปยังปลายทาง ดังรูปที่ 5



รูปที่ 5 การรวมช่องสัญญาณ

2.3.5.2 การมอดูเลต (Modulation)

เป็นขบวนการในการเพิ่มพลังงานไฟฟ้าในการช่วยพาสัญญาณผ่านช่องทางการสื่อสาร โดยอาศัยคลื่นพาห์เพื่อเคลื่อนย้ายสัญญาณเหล่านั้นจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่งโดยอุปกรณ์มอดูเลตสัญญาณจะสร้างสัญญาณคลื่นพาห์และรวมเข้ากับสัญญาณข้อมูล เพื่อให้สัญญาณมีความแรงพอที่จะส่งผ่านสื่อกลางไปยังอีกจุดหนึ่งที่อยู่ไกลออกไป และเมื่อถึงปลายทางก็จะมีอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่แยกสัญญาณคลื่นพาห์ออกให้เหลือเพียงสัญญาณข้อมูลซึ่งเราเรียกวิธีการแยกสัญญาณนี้ว่า การดีมอดูเลต (Demodulation)

2.4 การสื่อสารไมโครเวฟ (Microwave Radio)

ไมโครเวฟ โดยพื้นฐานแล้ว หมายถึง แถบคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความยาวคลื่นจาก 1 มิลลิเมตร จนถึง 30 เซนติเมตร หรือ มีแถบย่านความถี่จากความถี่ย่าน UHF ไปยังความถี่ย่าน SHF ถึง EHF หรือ ย่านความถี่ 1 GHz จนถึง 300 GHz อันเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความยาวคลื่นสั้นมาก แต่ยาวกว่าคลื่นอินฟราเรดเล็กน้อยเท่านั้น การเดินทางจะเป็นเส้นตรงในบรรยากาศและไม่มีผลกับการโอโอเอสในชั้นบรรยากาศต่างๆ ที่อยู่สูงมาก เทนือเส้นระดับสายตา (Line of Sight)

ไมโครเวฟเป็นสื่อที่มีการแผ่กระจายของคลื่นที่มีความถี่สูงที่ถูกส่งเป็นลำแคบ ทำให้ส่งสัญญาณไปได้ดี และเสียงรบกวนน้อย และเนื่องจากไมโครเวฟถูกส่งที่ความถี่สูง จึงทำให้สายอากาศมีขนาดเล็กลง เช่น ถ้าความถี่สูงกว่า 30 GHz ความยาวคลื่นจะมีความยาวเป็นมิลลิเมตรทำให้สายอากาศเล็กลง แต่อย่างไรก็ตาม เนื่องจาก ความยาวคลื่นสั้นมากๆ จะมีข้อเสียเปรียบที่ขึ้นกับอากาศบ้าง เช่น เมื่อฝนตก หยดน้ำฝนนี้จะดูดกลืนพลังงานได้ และทำให้สัญญาณกระจัดกระจายออกไป ในส่วนย่านความถี่ที่ต่ำกว่า 1 GHz นั้น จะใช้ในงาน เช่น งานทางสัญญาณโทรทัศน์ UHF และวิทยุมือถือรถยนต์ และส่วนสัญญาณที่สูงกว่า 1GHz นั้น จะใช้ในงาน เช่น งานด้านเรดาร์และการสื่อสารแถบกว้าง เป็นต้น สำหรับย่านความถี่ไมโครเวฟ ได้ถูกแบ่งใช้งานตามจุดประสงค์ต่างๆ

ไมโครเวฟ ถูกใช้งานอย่างกว้างขวางและมีประสิทธิภาพสูงในการส่งวิทยุโทรทัศน์ การสื่อสารผ่านระบบดาวเทียม ซึ่งแถบคลื่นดังกล่าวกว้างมาก จึงเหมาะสมสำหรับสัญญาณที่มีแถบคลื่นกว้างๆ แต่การแผ่กระจายคลื่นไมโครเวฟ อาจทำให้เกิดความร้อนกับโลหะบางชนิดได้ ดังนั้น จึงควรระวังลำแสงไมโครเวฟ ไม่ให้ถูกร่างกายหรือตาเรา เป็นเวลานานๆ

เนื่องจากการแผ่กระจายคลื่นของไมโครเวฟเป็นลำแสงตรง จากจุดหนึ่งถึงอีกจุดหนึ่ง เหมาะกับการสื่อสารในระยะสายตา (Line of Sight) ดังนั้น การสื่อสารไมโครเวฟ จึงเหมาะสำหรับติดต่อจุดถึงจุด ที่มีระยะทางประมาณ 40-60 กิโลเมตร แต่ถ้าต้องการติดต่อสื่อสารด้วยระบบไมโครเวฟเป็นระยะทางไกลๆ ก็จะต้องมี สถานีถ่ายทอด (Relay) อันประกอบด้วย เครื่องรับสัญญาณ เครื่องขยาย แล้วก็มีเครื่องส่งอีกหนึ่งความถี่ไปยังอีกสถานีหนึ่งออกไป ดังรูปที่ 6

สำหรับข้อดีของการสื่อสารด้วยไมโครเวฟ มีดังนี้

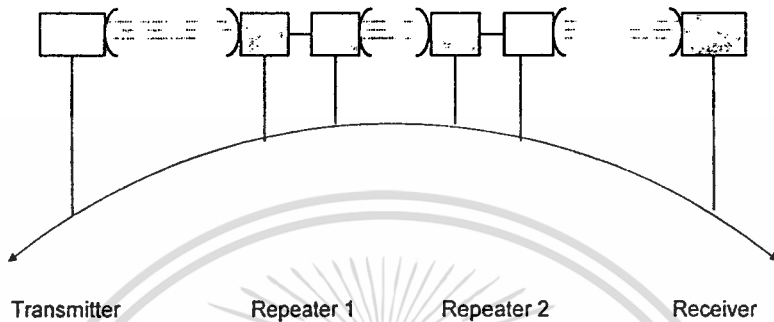
- 1) ให้ความเร็วในการส่งข้อมูลสูง (Speed)
- 2) ง่ายในการนำมาใช้งาน (Ease of Implementation)
- 3) ให้ความคุ้มค่าในเรื่องราคา (Cost-Effectiveness)

สำหรับข้อเสียของการสื่อสารด้วยไมโครเวฟ มีดังนี้

- 1) สัญญาณรบกวน (Interference) จากคลื่นวิทยุบางชนิด อาจมีผลกระทบต่อไมโครเวฟ
- 2) ชิดจำกัดในเรื่องการสื่อสารในระดับสายตา

3) ในการส่งข้อมูลบางครั้ง ไม่ปลอดภัย เนื่องจากผู้ที่มีเครื่องรับสัญญาณที่ใช้งานในย่านความถี่เดียวกันสามารถดักจับ (Intercept) ได้

- 4) ผู้ที่ใช้งานในย่านความถี่เดียวกัน และอยู่ใกล้กัน อาจเกิดการรบกวนกันเองได้ (Interfere)
- 5) ชีตจำกัดในเรื่องสภาพอากาศ เช่น ความชื้นสูงเมื่อฝนตก



รูปที่ 6 การสื่อสารด้วยไมโครเวฟ เมื่อใช้สถานีทวนสัญญาณ

2.5 การสื่อสารด้วยสัญญาณวิทยุ (Broadcast Radio)

เป็นสื่อกลางที่ใช้ในการสื่อสารด้วยการแพร่กระจายคลื่นวิทยุ ซึ่งไม่เพียงแต่ครอบคลุม การแพร่กระจายเสียงทางคลื่น FM และ AM แต่ยังรวมถึง การแพร่กระจายคลื่นด้วยคลื่นสั้น (Shortwave) ซึ่งอยู่ในช่วงความถี่ตั้งแต่ 500 KHz จนถึง 108 MHz ในสมัยเริ่มแรก การแพร่กระจายคลื่นวิทยุถูกใช้ในงานพวก Paging Terminals , ระบบโทรศัพท์ที่ใช้คลื่นวิทยุแบบวางฝั่ง (Cellular Radio Telephones) และในเครือข่ายระบบแลนแบบไร้สาย(Wireless LAN)

ตัวอย่างหนึ่งของการใช้สื่อกลางแบบนี้ ก็คือ การวางระบบการสื่อสารข้อมูลของมหาวิทยาลัยฮาวาย ที่ชื่อ AlohaNet ซึ่งการเลือกใช้การแพร่กระจายคลื่นวิทยุนี้เป็นสื่อกลางที่ถูกนำมาแก้ปัญหาคาการติดต่อสื่อสารภายในเกาะ โดยจะทดแทนการใช้สื่อกลางประเภทสายต่างๆ และก็แสดงให้เห็นว่า สามารถให้ประสิทธิภาพได้ดีในระดับหนึ่ง เมื่อจำนวนสถานีที่กระจายอยู่มีไม่มากนัก แต่ถ้ามีการเพิ่มจำนวนสถานี ปัญหาที่พบก็คือ การรบกวนกันเองระหว่างสถานีจึงทำให้ประสิทธิภาพของการใช้สื่อกลางแบบนี้ลดลง ดังนั้น ข้อเสียเปรียบอย่างหนึ่งที่พบก็คือ การรบกวน (Interference) จากสถานีแพร่กระจายเสียงแหล่งอื่น ส่วนข้อดีที่พบก็คือ ในการวางระบบสื่อสารข้อมูล นั้น ในจุดเชื่อมต่อต่างๆไม่ต้องกังวลมากเท่ากับการใช้สื่อพวกสาย เช่น กลัวว่าจะมีคนมาเดินสะดุดสายแล้วทำให้สายหลุด นอกจากนี้ ในเรื่องของการเปลี่ยนย้ายตำแหน่งของ workstations ต่างๆ ก็กระทำได้ง่าย

การสื่อสารข้อมูลแบบเคลื่อนที่ (Mobile Computing in Data Communications) ได้เพิ่มบทบาทให้กับ การใช้สื่อกลางประเภทหนึ่งก็คือ ในเรื่องของการจัดสรรหรือแบ่งช่องความถี่ต่างๆ เนื่องจากในปัจจุบันมี

การใช้ความถี่ในย่านต่างๆกันมากขึ้นแต่ช่องความถี่นั้นมีอยู่อย่างจำกัด สื่อกลางที่ใช้ในการสื่อสารข้อมูลแบบเคลื่อนที่ ที่ใช้กันอยู่ก็ เช่น Cellular Radio , Radio Nets และ Low-orbit Satellite

Cellular Radio เป็นสื่อที่ใช้กันมากเพราะในเรื่องความเหมาะสมของราคาแต่ให้ความเร็วในการส่งข้อมูลต่ำก็คือประมาณ 19200 bps หรือต่ำกว่านั้น และมีความผิดพลาดสูง (High Error Rates) จึงทำให้สื่อกลางแบบนี้เหมาะสำหรับการแลกเปลี่ยนข้อมูลที่มีไม่มากนัก เช่น E-mail messages

Radio Nets สื่อกลางแบบนี้ใช้ในโครงข่าย ซึ่งต้องใช้ Modem เพื่อใช้ในการส่งและรับข้อมูล ที่มีความเร็วสูงสุดที่ 19200 bps แต่ความเร็วอาจมากขึ้นกว่านี้ถ้ามีการขยายโครงข่าย

Low-orbit Satellite สื่อกลางแบบนี้จะต่างกับการใช้ดาวเทียมทั่วไป ตรงที่วงโคจร ซึ่งกลุ่มงานที่ใช้สื่อประเภทนี้ก็คือ Commercial Mobile Computing แต่ยังไม่ค่อยนิยมมากนัก

สำหรับเทคโนโลยีที่กล่าวมา ข้อเสียที่พบก็คือ ความเร็วในการส่งข้อมูลต่ำ มีโอกาสเกิดการรบกวน ขาดความปลอดภัย

2.5.1 Spread Spectrum Radio (SSR)

เป็นสื่อกลางที่ใช้การแพร่กระจายคลื่นอย่างหนึ่ง ใช้ในการสื่อสารข้อมูลในระบบแลนไร้สาย นอกจากนี้ยังใช้ในทางทหาร ในการสื่อสารภายในสนามรบที่ต้องการความเชื่อถือได้ของระบบ เมื่อเกิดการก่อกวนของข้าศึก สำหรับวิธีการที่สื่อแบบนี้ใช้ก็คือ Frequency Hopping และ Direct Sequencing

2.5.1.1 ความถี่ก้าวกระโดด (Frequency Hopping) เป็นหลักการที่ใช้ส่งข้อมูลที่มีความถี่หนึ่งและรับที่ความถี่หนึ่ง โดยฝั่งผู้ส่งและผู้รับจะกำหนดให้ตั้งไว้ที่โหมดใช้งานเดียวกันเพื่อว่า สามารถรับส่งข้อมูลกันได้ไม่ว่าความถี่จะกระโดดไปอย่างไร ส่วน Direct Sequencing เป็นหลักการที่ใช้ในการส่งข้อมูลไปในช่วงความถี่ต่างๆกันในเวลาเดียวกัน

2.6 สายอากาศวิทยุ (Radio Antenna)

สายอากาศ คือ อุปกรณ์ทางด้านสื่อสารชิ้นหนึ่งที่ทำด้วยโลหะ สามารถรับและส่งคลื่นวิทยุในอากาศได้ สายอากาศได้ถูกมนุษย์คิดค้นขึ้นมาใช้งาน ตั้งแต่ครั้งพยายามเอาคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า มาใช้ประโยชน์ในด้านการสื่อสาร ทั้งนี้มีความถี่ตั้งแต่ต่ำไปหาสูงการพัฒนาสายอากาศได้เริ่มเรื่อยมาจนปัจจุบันรูปร่างและลักษณะการใช้สอยของสายอากาศมีหลายรูปแบบมากมาย แต่ก็ใช้หลักทฤษฎีสนามแม่เหล็กไฟฟ้าวิเคราะห์คุณสมบัติของสายอากาศได้ทั้งสิ้น

การพัฒนาสายอากาศมีมาเป็นอันดับ ตั้งแต่ยุคแรกๆ ทำด้วยลวดโลหะหรือท่อ เป็นเส้นตรงง่ายๆ แล้วมาเป็นวงกลม , ลีเหลี่ยม , รูปกรวย , รูปปากแตร , ช่องเปิดและจาน เป็นต้น ความถี่ที่ใช้งานกันมากคือ VHF , UHF และ SHF วิทยุคลื่นยาว คือ ย่านความถี่กลาง Medium Frequency มีความถี่ตั้งแต่ 300-3000 KHz ตัวอย่าง เช่นสถานีวิทยุ AM ใช้ความถี่ย่าน 550 - 1600 KHz และสถานีวิทยุ FM ซึ่งใช้ความถี่ย่าน VHF อยู่ในช่วงความถี่ 88 - 108 MHz. ในการแบ่งช่องความถี่แสดงไว้ดังตารางที่ 2

ย่านความถี่	ชื่อเรียก
3-30 KHz	Very Low Frequency (VLF)
30-300 KHz	Low Frequency (LF)
300-3000 KHz	Medium Frequency (MF)
3-30 MHz	High Frequency (HF)
30-300 MHz	Very High Frequency (VHF)
300-3000 MHz	Ultra High Frequency (UHF)
3-30 GHz	Super High Frequency (SHF)
30-300 GHz	Extremely High Frequency (EHF)

ตารางที่ 2 การแบ่งช่องความถี่วิทยุ

2.7 การแผ่กระจายของคลื่น (Wave Propagation)

สายอากาศของเครื่องส่งวิทยุ ถูกออกแบบมาให้แผ่กระจายคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าไปในอากาศ ส่วนสายอากาศของเครื่องรับวิทยุจะรับคลื่นที่ส่งมาทางอากาศให้ได้มากที่สุด อันเป็นหน้าที่สิ้นๆและง่าย ๆ ของสายอากาศ และการที่คลื่นจะเดินทางไปในอากาศจะมีรูปลักษณะอย่างไร ตลอดจนเดินทางไปอย่างไรนั้น ชั้นของบรรยากาศจึงมีส่วนสำคัญมากต่อการแผ่กระจายของคลื่นและการสะท้อนของคลื่น เมื่อระยะไกลออกไปสัญญาณย่อมอ่อนลง และเสียงรบกวนก็มีส่วนเกี่ยวข้องด้วย

ระหว่างเครื่องส่งกับสายอากาศ และเครื่องรับกับสายอากาศก็ยังมีสายส่งต่อเชื่อมอยู่ สายส่งนี้ทำหน้าที่ส่งพลังงานสัญญาณไปให้แต่ก็มีการสูญเสียของสัญญาณสูงเช่นกัน พลังงานดังกล่าวมาในรูปแรงคลื่นและกระแสพลังงานที่แผ่ออกจากสายอากาศมีทั้งสนามไฟฟ้าและสนามแม่เหล็กในบรรยากาศ สนามไฟฟ้าและสนามแม่เหล็กไฟฟ้า จะแผ่ออกเป็นมุมฉากกัน ทิศทางของคลื่นพลังงานจะเป็นมุมฉากกันสนามทั้งสอง ความโค้งงอของโลกย่อมเป็นตัวแปรสำคัญต่อการแผ่กระจายของคลื่น สิ่งกีดขวาง ก็จะทำให้คลื่นบิดเบี้ยวไป

2.7.1 ชั้นบรรยากาศ Ionosphere ประกอบด้วยชั้นต่างๆ ดังนี้

2.7.1.1 ชั้น D จะปรากฏในเวลากลางวัน มีผลเพียงเล็กน้อยในการทำให้ทางเดินของคลื่นความถี่สูงโค้งไป ผลส่วนใหญ่ คือ จะลดความเข้มของความถี่ย่าน HF เมื่อเส้นทางนั้นอยู่บริเวณที่ได้รับแสงอาทิตย์

2.7.1.2 ชั้น E ใช้ตอนกลางวันสำหรับคลื่นความถี่สูง ได้ระยะปานกลาง น้อยกว่า 1500 ไมล์ ความเข้มของชั้น E จะลดลงตอนกลางคืนและไม่เกิดประโยชน์ในการส่งคลื่นวิทยุ

2.7.1.3 ชั้น F อยู่สูงจากผิวโลก 240 ไมล์ มีการแตกตัวเป็นไอออนทั้งกลางวันและกลางคืน สำหรับชั้น F นี้ ในเวลากลางคืนสามารถแบ่งได้เป็นอีก 2 ชั้นย่อย คือ ชั้น F1 และ F2 มีประโยชน์สำหรับการสื่อสารทางวิทยุระยะไกลๆ

2.7.2 โหมดของการแผ่กระจายคลื่น

สัญญาณหรือคลื่นที่แผ่กระจายออกจากสายอากาศมีได้หลายทาง เช่น คลื่นที่เดินทางไปตามผิวโลก เรียกว่า คลื่นดิน (Ground Wave) เป็นต้น การแผ่กระจายของคลื่นจะเป็นไปตามสภาพที่แตกต่างกัน ซึ่งจะไม่เหมือนการเดินทางของคลื่นโดยตรงในสุญญากาศ ดังนั้น เวลาต่างๆในวันหนึ่งๆ ฤดูกาลย่อมมีผลต่อการเดินทางของคลื่น ตลอดจนแบบของสายอากาศ มุมของสัญญาณที่ส่งออกไปกับผิวโลก ความถี่ เป็นต้น ผลจากดวงอาทิตย์ที่แผ่รังสีมายังโลก ย่อมมีผลต่อระบบสื่อสาร และแบบการแผ่กระจายตลอดจนเสียงรบกวนต่างๆ การสะท้อนของคลื่นตามชั้นของบรรยากาศ และผิวน้ำ

2.7.2.1 คลื่นผิวโลก (Ground Wave) ดังที่ทราบผิวโลกนั้นโค้ง เพราะโลกกลม และมีภูเขา , เทว , น้ำ อยู่ทั่วไปตลอดจนพื้นราบ ภูเขาช่วยทำให้คลื่นสะกดและสูญเสียกำลังเช่นเดียวกับน้ำที่เป็นตัวนำสูง(น้ำทะเล) อย่างไรก็ตาม คลื่นผิวโลกก็ยังเชื่อถือได้อยู่ในย่านความถี่ 2 ถึง 3 MHz ระยะทางที่คลื่นเดินทางไปบนผิวโลกเป็นร้อยๆ ไมล์ สายอากาศที่ให้คลื่นผิวโลกที่ดีต้องมีมุมการแผ่กระจายเล็กมาก ข้อจำกัดคลื่นผิวโลก คือระยะทางการติดต่อสื่อสารสั้นมาก ไม่สามารถใช้กับความถี่สูง ๆ ได้

2.7.2.2 คลื่นตรง (Direct Wave) เดินทางเป็นเส้นตรง ทางเครื่องส่งไปยังเครื่องรับ ระยะทางขึ้นอยู่กับความสูงของสายอากาศจากพื้นโลก เนื่องจากความโค้งของผิวโลกเป็นตัวจำกัดระดับสายตาไว้ โดยทางปฏิบัติระยะที่คลื่นจะไปถึงจากความสูงของสายอากาศ จะมากกว่าเศษ 4 ส่วน 3 ของระยะทาง เนื่องจากเกิดการหักเหของคลื่นที่ไปถึงขอบฟ้าที่มุมต่ำ ระยะจะดีขึ้นถ้าสายอากาศอยู่สูงขึ้นจากพื้นดิน ดังนั้น สัญญาณจะแรงที่สุดถ้ามุมของการแผ่ของสัญญาณจากสายอากาศตรงกับเส้นขอบฟ้าพอดี คลื่นตรงจะขึ้นอยู่กับความถี่มาก ซึ่งคลื่นดังกล่าวจะใช้ในระบบไมโครเวฟ

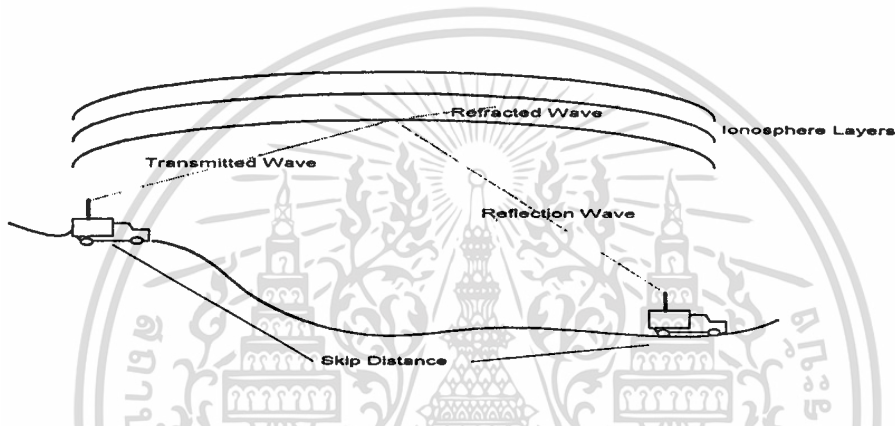
2.7.2.3 คลื่นท้องฟ้า (Sky Wave) จะมุ่งให้เครื่องรับอยู่บนท้องฟ้า จะต่างกับคลื่นผิวดินโดยสิ้นเชิง คลื่นท้องฟ้าจะได้เปรียบ เพราะใช้ชั้นของบรรยากาศไอโอโนสเฟียร์ ที่หุ้มโลกอยู่เป็นชั้นที่คลื่นสัญญาณผ่านทำให้การสื่อสารด้วยวิธีนี้กว้างขวางมาก และใช้ได้ผลดี , เชื่อถือได้ โดยใช้กำลังส่งพอสมควร ความคิดพื้นฐานคือ คลื่นท้องฟ้าจะแผ่สัญญาณไปยังชั้นไอโอโนสเฟียร์ แล้วสะท้อนกลับมายังโลก ด้วยระยะทางอันหนึ่งสัญญาณบางส่วนจะผ่านทะลุชั้นบรรยากาศไป แต่ก็มีบางส่วนของที่สะท้อนกลับมายังโลก และเข้าเครื่องรับที่มีความไวสูง ชั้นของบรรยากาศดังกล่าว สูงจากพื้นโลกมากกว่า 20 ถึง 250 ไมล์ การสะท้อนแต่ละครั้งจึงให้ระยะทางไกลมาก อีกระยะทางหนึ่งก็คือ คลื่นที่สะท้อนผิวโลกแล้วกลับไปยังชั้นของบรรยากาศอีกช่วงหนึ่ง (hop) ช่วงที่เพิ่มมากขึ้นเป็นทวีคูณ จึงเป็นการเพิ่มความสามารถให้โลกได้การสื่อสารเพิ่มมากขึ้น มุมของสัญญาณที่ส่งเป็นจุดวิกฤตกับระยะทาง ถ้าสูงเกินไปคลื่นที่สะท้อนกลับจะใกล้กันมากขึ้นหรือสัญญาณส่วนใหญ่จะผ่านทะลุชั้นบรรยากาศไปแทนที่จะสะท้อนกลับตามที่ควรจะเป็น ถ้ามุมแคบ (ทำกับระดับสายตา) คลื่นที่สะท้อนกลับก็จะห่างออกไปมาก ในกรณีนี้ ผู้รับฟังอยู่ใกล้อาจรับฟังไม่ได้เลยส่วนผู้ที่อยู่ห่างไกลออกไปกลับรับสัญญาณได้ชัดเจนดี พื้นที่กลับเครื่องส่งกลับคลื่นที่สะท้อนกลับ เรียกว่า พื้นที่สคิป (Skip Zone) การจัดมุมของสายอากาศจึงจำเป็น เพื่อให้ผู้รับฟังได้รับสัญญาณอย่างเต็มที่ เช่น การแพร่กระจายเสียงจากสหรัฐอเมริกาไปยังยุโรป ด้วยวิทยุคลื่นสั้น (30 MHz) ที่ผ่านมหาสมุทร

2.7.3 ผลของความถี่ต่อการแพร่กระจายคลื่น

2.7.3.1 ย่านความถี่ LF คลื่นพื้นดินจะมีประโยชน์มากที่สุดในการสื่อสารระยะทางไกลๆ สัญญาณค่อนข้างคงที่และมีการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลเพียงเล็กน้อย

2.7.3.2 ย่านความถี่ MF คลื่นพื้นดินจะมีระยะเปลี่ยนแปลงอยู่ 15 ไมล์ ที่ความถี่ 3000 KHz และประมาณ 400 ไมล์ ที่ความถี่ต่ำ

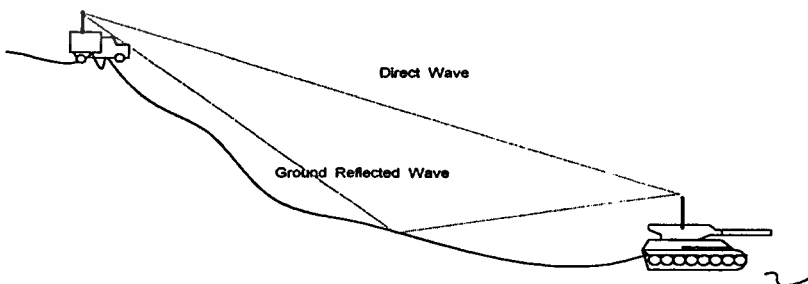
2.7.3.3 ย่านความถี่ HF ระยะของคลื่นพื้นดินลดลง เมื่อความถี่เพิ่มสูงขึ้นและชั้นบรรยากาศ จะมีอิทธิพลมากต่อคลื่นท้องฟ้า



รูปที่ 7 คลื่นท้องฟ้ามีผลต่อการสื่อสารในย่านความถี่ที่มีการผ่านชั้นบรรยากาศ

2.7.3.4 ย่านความถี่ VHF คลื่นพื้นดินใช้ไม่ได้และมีการหักเหของคลื่นท้องฟ้ากลับมาเล็กน้อย คลื่นตรงใช้เพื่อการสื่อสารได้ถ้าสายอากาศตั้งอยู่สูงเหนือพื้นโลกพอเพียง

2.7.3.5 ย่านความถี่ UHF ต้องใช้คลื่นตรง ทำการสื่อสารทางวิทยุโดยตลอด การรับส่งในระดับสายตาระทำได้เป็นอย่างดี



รูปที่ 8 คลื่นตรงและคลื่นพื้นดิน มีผลต่อการสื่อสารด้วยไมโครเวฟ

2.8 ข้อพิจารณาในการเลือกเครื่องมือสื่อสาร

2.8.1 กล่าวทั่วไปสำหรับขบวนการการจัดซื้อจัดหาอุปกรณ์ใดๆ

ทุกๆหน่วยงานย่อมมีขบวนการหรือวิธีการในการจัดซื้อจัดหาอุปกรณ์ เพื่อนำมาใช้ในด้านต่างๆตามแต่นโยบายขององค์กร ซึ่งโดยพื้นฐานแล้วมีขั้นตอนโดยรวมดังนี้ คือ

2.8.1.1 การกำหนดความต้องการ (Determination Needs)

เป็นขั้นตอนเริ่มต้นของขบวนการการจัดซื้อจัดหาอุปกรณ์ใดๆ ซึ่งขั้นตอนนี้จะเป็นการกำหนดความต้องการของหน่วยงานว่า ต้องการให้อุปกรณ์ที่จะจัดหามี Attribute อะไรบ้าง ทำอะไรได้บ้าง มีความสามารถอะไรบ้าง หรือมีฟังก์ชันอะไรบ้าง เป็นต้น ซึ่งความต้องการนี้อาจมาจาก

1) ปัจจัยภายใน (Internal Environment) เช่น ทรัพยากรและกิจกรรมที่มีอยู่ในส่วนต่างๆของหน่วยงาน เป็นต้น

1.1) ปัจจัยภายนอก (External Environment) แบ่งออกเป็น

1.1.1) ปัจจัยภายนอกโดยตรง (Direct External Environment) เช่น suppliers , stockholders , customers , คู่แข่งทางการค้า , สภาพการเงินของหน่วยงาน , การพัฒนาวิจัยในเรื่องต่างๆของหน่วยงาน ในขณะนั้น เป็นต้น

1.1.2) ปัจจัยภายนอกโดยทางอ้อม (Indirect External Environment) เช่น สภาพเศรษฐกิจ , สังคม การเมือง ในขณะนั้น เป็นต้น

สำหรับ Attribute ที่เราต้องการก็สามารถแบ่งได้เป็น Mandatory Attribute ก็คือ Attribute ที่จำเป็นต้องมี และ Desirable Attribute ก็คือ Attribute ที่มีก็ได้หรือไม่มีก็ได้

2.8.1.2 การสืบค้นขั้นต้น (Preliminary Investigation)

หลังจาก Attribute ได้ถูกกำหนดแล้วในขั้นตอนแรก ว่าต้องการให้อุปกรณ์มีอะไรบ้าง ขั้นตอนนี้จะเป็นขั้นตอนที่จะหาว่ามี Vendor ที่ราย ที่น่าเชื่อถือและหน่วยงานของเราให้ความสนใจในการจัดซื้อจัดหา กับ Vendor รายนั้นๆ โดยอาศัยแหล่งความรู้อื่นๆ เช่น สิ่งพิมพ์ , บทความ , วารสาร , ที่ปรึกษาหรือผู้ที่มีความรู้ในส่วนที่เกี่ยวข้องของหน่วยงาน เป็นต้น ต่อมา ก็จะเป็นการจัดทำรายงานขั้นต้นซึ่งไม่ต้องให้ลึกมากนัก แต่มีรายละเอียดเพียงพอ เช่น การทำวิเคราะห์อย่างคร่าวๆเกี่ยวกับ cost และ benefit ว่าเป็นเท่าไรบ้าง ถ้าจะจัดหาอุปกรณ์ที่เราต้องการ เป็นต้น และส่งให้ผู้บริหารเป็นผู้วิเคราะห์รายงานนั้น แล้วจะเป็นผู้ตัดสินใจว่าอุปกรณ์นี้ควรจะจัดซื้อหรือไม่ ถ้าผู้บริหารตัดสินใจที่จะจัดซื้ออุปกรณ์แล้ว จากรายงานดังกล่าวก็จะทำเป็นรายละเอียดของอุปกรณ์ที่ต้องการนั้นใน RFP (Request For Proposal) แล้วส่งให้ Vendor ที่หน่วยงานให้ความสนใจ

2.8.1.3 การจัดทำ RFP (Request For Proposal)

การจัดทำ RFP เป็นขั้นตอนที่สำคัญมากที่จัดทำให้รายละเอียดให้กับ Vendor ซึ่งโดยตัวมันเองแล้วไม่ได้เป็นสัญญาที่มีข้อผูกพันทางกฎหมาย แต่เมื่อเริ่มเข้าสู่ขบวนการของการจัดซื้อจัดหาแล้วจะมีผลทางกฎหมาย ดังนั้น ในการจัดทำ RFP จึงต้องมีความระมัดระวังมากเป็นพิเศษ

จุดประสงค์ของการทำ RFP ก็คือ เพื่อแสดงข้อมูลแก่ Vendor ว่า เราต้องการอะไร (What you want) ต้องการเมื่อไร (When you want it) และ มีวิธีจะเลือก Vendor ที่ดีที่สุดอย่างไร (How you will choose the best vendor) แต่ถ้าในการจัดซื้อจัดหานั้นมีความสำคัญน้อย เพื่อความรวดเร็วในขั้นตอนการจัดซื้อจัดหาอุปกรณ์ บางหน่วยงานอาจจะมีการเจาะจง Vendor โดยตรงเลย โดยไม่ต้องทำ RFP ก็ได้ สำหรับรูปแบบของ RFP ประกอบด้วย

2.8.1.4 การทำ Theoretical Benchmark

เมื่อ Vendor ได้รับ RFP แล้ว หลังจากนั้น Vendor ก็จะส่ง Proposal กลับคืนมาให้เรา ซึ่งในขั้นตอนนี้จะเป็นขบวนการประเมินผลของ Proposal ของ Vendor แต่ละราย โดยการทำ Benchmark ทางทฤษฎี ซึ่งจะแบ่งการประเมินออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่เป็น Mandatory Attribute และ Desirable Attribute

1) Mandatory Attribute Evaluation ถ้า Vendor รายใด ไม่ได้นำเสนอส่วนที่เป็น Mandatory Attribute บางส่วน จะถือว่า Proposal นั้นไม่ผ่าน และจะไม่พิจารณาในส่วนอื่นต่อไป แต่ถ้า Vendor รายใด ไม่มี Mandatory Attribute ที่ต้องการเลย ต้องมี reevaluated

2) Desirable Attribute Evaluation การประเมินในส่วนนี้จะมีความซับซ้อนกว่าส่วนแรก ดังนั้น การประเมินในส่วนนี้อาจจะใช้การกำหนดน้ำหนัก (weight) เป็นตัววัดว่า Attribute ที่เสนอมานั้นไปตามความต้องการมากน้อยแค่ไหน โดยจะมีการคำนวณและให้คะแนนทุกๆ Attribute สุดท้ายก็จะรวมออกมาเป็นคะแนนรวม ของแต่ละ Vendor และเพื่อไม่ให้เกิด bias จึงควรตกลงกันก่อนระหว่างหน่วยงานกับ Vendor ว่าจะกำหนดให้น้ำหนักเป็นเท่าไร ก่อนที่จะมีการส่ง Proposal และมีการประเมิน

สิ่งที่ควรระมัดระวังอีกอย่างคือ Attribute ไม่ควรมีมากเกินไป เพราะในขั้นตอนการทำ Physical Benchmark อาจจะมีกินเวลานานและค่าใช้จ่ายสูง

2.8.1.5 การทำ Physical Benchmark

เป็นขั้นตอนการทดสอบจริงกับอุปกรณ์ว่าที่ Vendor นำเสนอนั้นเป็นจริงตามขั้นตอนการทำ Theoretical Benchmark หรือไม่ ถ้าจะให้ดีที่สุดก็คือการทดสอบ ณ สถานที่จริงกับอุปกรณ์จริงภายใต้สภาวะที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน ส่วนหนทางเลือกในการทดสอบอื่นๆ เช่น การเช่าอุปกรณ์เพื่อทดสอบ การเลือกสถานที่อื่นที่ไม่ใช่สถานที่จริง ส่วนทางเลือกที่นิยมทำน้อยที่สุดก็คือทดสอบที่ Vendor เป็นต้น

2.8.1.6 ตัวแปรอื่นๆ (Additional Factors)

ยังมี Intangible Factors อื่นๆอีกที่เรารวดออกมาได้ยากหรือไม่สามารถวัดออกมาได้ ในขั้นตอนของการทำ Theoretical และ Physical Benchmark เช่น การบริการของ Vendor , ความเชื่อถือได้ของอุปกรณ์สถานภาพของ Vendor , การติดตั้งอุปกรณ์มีความง่ายมากน้อยแค่ไหน , การบำรุงรักษาอุปกรณ์ เป็นต้น

นอกจากนี้ก็ยังมีส่วนแปรอื่นๆอีก ความพอใจของผู้ใช้ที่มีต่ออุปกรณ์ ส่วนอีกตัวแปรที่มีความสำคัญสำหรับผู้บริหารก็คือ อุปกรณ์ที่ติดตั้งจะเข้ากับระบบโดยรวมได้หรือไม่ ส่วนกรณีที่มี Vendor เพียงรายเดียวสิ่งสำคัญที่สุดก็คือ การบำรุงรักษา เพราะ Vendor อาจจะเป็นผู้สร้างปัญหาเองได้ และสามารถถูกควบคุมได้จาก Vendor รายนั้น นั่นเอง

2.8.1.7 การตัดสินใจ (Acquisition Decision)

ในขั้นตอนนี้จะเป็นขั้นตอนการตัดสินใจจากผู้บริหาร โดยอาศัยข้อมูลและคำแนะนำจาก IS ของแต่ละหน่วยงาน และถ้าเป็นไปได้ ผู้ใช้อาจมีส่วนร่วมในการเลือกอุปกรณ์นั้นด้วย เช่น อาจจะดูจากความพึงพอใจที่มีวามากน้อยแค่ไหน เป็นต้น เพราะถ้าผู้ใช้ไม่มีส่วนเกี่ยวข้องเลย การจัดซื้อจัดหาอุปกรณ์นั้น อาจจะไม่ประสบความสำเร็จ รวมทั้งอุปกรณ์ที่มีอัตราค่า cost และ benefit สูงสุดจาก Vendor สมควรจะได้รับเลือก

2.8.1.8 ทางเลือกอื่นๆ (Alternatives Market)

อุปกรณ์บางชนิดอาจจะเป็นที่ต้องการหรือหาได้ง่ายในตลาด ทำให้บางครั้งแทนที่เราจะจัดซื้อจัดหาอุปกรณ์ชนิดใหม่เข้ามา เราสามารถจัดหาอุปกรณ์ที่ใช้แล้วได้

2.8.2 ปัจจัยที่จะนำมาพิจารณาในการเลือกชุดวิทยุสนาม

จากที่กล่าวมาแล้ว เป็นขั้นตอนโดยทั่วไปของขบวนการจัดซื้อจัดหาอุปกรณ์โดยทั่วไป และในส่วนของกองทัพนั้น ได้มีการพิจารณาได้ผ่านขั้นตอนต่างๆมาในบางขั้นตอนแล้ว ซึ่งทางผู้บังคับบัญชาได้ให้แนวทางและกำหนดให้พิจารณาชุดวิทยุสนามไว้ 2 ชนิด ซึ่งในโครงการนี้ นักศึกษาจะได้กล่าวถึงปัญหาและอุปสรรคที่เป็นข้อจำกัดในการทำการพิจารณาเปรียบเทียบการเลือกชุดวิทยุสนาม 2 ชนิด ที่จะนำมาทดแทนระบบทางสายเดิม ซึ่งใช้สื่อสารระหว่างที่บัญชาการหลักในสนามกับที่บัญชาการของหน่วยพร้อมเคลื่อนที่เร็ว ซึ่งการวิเคราะห์นี้จะกระทำอยู่ภายใต้ข้อจำกัดดังกล่าว โดยจะทำการประเมินและพิจารณาทางเลือกของชุดวิทยุสนามทั้ง 2 ชนิด มาพิจารณาเปรียบเทียบกันโดย พิจารณาตามปัจจัยดังนี้

2.8.2.1 คุณลักษณะและขีดความสามารถทางเทคนิค

2.8.2.2 คุณลักษณะทางการสื่อสารยุทธวิธีและการปฏิบัติงาน

2.8.2.3 ราคาของชุดวิทยุแต่ละชนิด

2.8.2.4 ค่าใช้จ่ายในด้านต่างๆ

นอกจากปัจจัยทั้ง 4 ข้อแล้ว ในการพิจารณาก็จะทำการสรุปคุณลักษณะและข้อดีและข้อเสียของชุดวิทยุสนามในปัจจัยในข้อ 1 และข้อ 2 รวมทั้งการสรุปโดยรวมทั้งหมดของทุกปัจจัยที่พิจารณามาอีกด้วย

2.8.3 การกำหนดน้ำหนักสำหรับแต่ละปัจจัย (The Weighing Approach)

เป็นวิธีการหนึ่งที่จะช่วยสนับสนุนในการตัดสินใจ เมื่อปัจจัยที่นำมาพิจารณาทางเลือกมีลำดับความสำคัญไม่เท่ากัน โดยวิธีการนี้จะเป็นการกำหนดให้มีความสำคัญของปัจจัยที่เราพิจารณาทั้งหมด ให้เท่ากับ 1 หน่วยหรือ 100 % และแต่ละปัจจัยก็จะกำหนดให้เป็นสัดส่วนที่แตกต่างกันไปตามลำดับความสำคัญ

เนื่องจากการวิเคราะห์ทางเลือกชุดวิทยุสนามสำหรับทางทหารก็เช่นกัน แต่ละปัจจัยหลักที่นำมาพิจารณารวมถึงรายละเอียดของแต่ละปัจจัยหลักมีลำดับความสำคัญแตกต่างกันไป ดังนั้นในโครงการนี้จึงนำการกำหนดน้ำหนักมาใช้ในการวิเคราะห์ทางเลือกด้วย เพื่อสนับสนุนการตัดสินใจให้กับผู้บังคับบัญชาอีกแนวทางหนึ่ง

บทที่ 3

การศึกษาและวิเคราะห์ระบบสื่อสารแบบเดิม

3.1 หน่วยพร้อมรบเคลื่อนที่เร็ว

หน่วยพร้อมรบเคลื่อนที่เร็วเป็นหน่วยระดับกองพันที่สมบูรณ์ที่สุด ถูกแปรสภาพมาจากกองพันทหารราบ มีการจัดกำลังที่มีความเหมาะสม มีความพร้อมในเรื่องอาวุธยุทโธปกรณ์ รวมทั้งมีการติดต่อสื่อสารที่ทันสมัยที่จะเข้าทำการรบได้ทันต่อเหตุการณ์และสถานการณ์ภัยคุกคามที่เปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็วและมีความไม่แน่นอนสูง มีความพร้อมที่จะปฏิบัติการในทันทีทันใด ซึ่งหน่วยนี้จะได้ถูกจัดตั้งขึ้นในทุกกองทัพภาคในอัตรา กองทัพภาคละ 1 กองพัน สำหรับเป็นหน่วยแก้ปัญหา สำหรับการฝึกคอบร้าโกลด์ และเตรียมไว้ในการกิจของ UN ถ้าได้รับการร้องขอ ต่อไปในอนาคต สำหรับคุณลักษณะและขีดความสามารถของหน่วยนี้ในขั้นต้นกำหนดให้เป็นหน่วยกำลังระดับกองพันทหารราบที่มีอำนาจกำลังรบสูงและมีความสมบูรณ์ในตัวเอง ทั้งในด้านกำลังพลและยุทโธปกรณ์ ในการปฏิบัติการเชิงรุกและมีความคล่องแคล่วในการเคลื่อนที่สูงสุดสามารถเข้าสู่พื้นที่การรบได้ทั้งทางพื้นดิน, ทางอากาศ และทางเรือ พร้อมทั้งจะปฏิบัติการภายใน 24 ชม. มีการติดต่อสื่อสารที่กว้างไกล สามารถทำการรบได้ในทุกภูมิประเทศและสภาพอากาศภายในเวลาจำกัด (ไม่เกิน 48 ชม.) โดยไม่ต้องส่งกำลังบำรุงเพิ่มเติม

การประกอบกำลังของหน่วยประกอบด้วย กองพันทหารราบ, กองร้อยปืนใหญ่, กองร้อยทหารม้าลาดตระเวน, กองร้อยปืนใหญ่ต่อสู้อากาศยาน, หมวดทหารช่างสนาม และชุดเฮลิคอปเตอร์โจมตี โดยภายในหน่วยพร้อมรบเคลื่อนที่เร็วจะมีผู้บังคับกองพันทหารราบซึ่งอยู่ที่บัญชาการหลักของหน่วยพร้อมรบเคลื่อนที่เร็วเป็นผู้บังคับบัญชาสั่งการภายในหน่วยในเขตพื้นที่ปฏิบัติแนวหน้า โดยมีผู้บังคับบัญชาระดับกองพลซึ่งอยู่ที่บัญชาการหลักในสนามของกองพลเป็นผู้สั่งการ ทั้งนี้เพื่อให้การปฏิบัติการกิจและรับการสนับสนุนเป็นไปตามสายการบังคับบัญชา

3.2 ที่บัญชาการหลักของหน่วยระดับกองพลในสนาม

เมื่อมีเหตุการณ์ไม่สงบตามแนวชายแดนเกิดขึ้น ในทางปฏิบัตินั้น หน่วยพร้อมรบเคลื่อนที่เร็วจะถูกส่งขึ้นไปในเขตพื้นที่แนวหน้าโดยมีผู้บังคับกองพันทหารราบเป็นผู้ควบคุม และมีผู้บัญชาการกองพลเป็นผู้สั่งการจากที่บัญชาการหลักของกองพลในสนามที่จะอยู่ห่างออกมาจากแนวหน้า โดยอยู่ภายในรัศมีที่กำหนด สำหรับการจัดตั้งที่บัญชาการหลักของกองพลนั้นการเลือกที่ตั้งควรคำนึงถึงปัจจัยดังนี้คือ เสียปราศจากเสียงรบกวน, กำบังจากข้าศึกได้เป็นอย่างดี, สามารถป้องกันจากลมฟ้าอากาศได้ดี, มีอุปกรณ์ในการพรางไฟหรือแสงสว่าง

ในเวลากลางคืน นอกจากนี้ภายในที่บัญชาการหลักนี้จะมีศูนย์การสื่อสารอยู่เพื่อทำหน้าที่ประสานการใช้ระบบสื่อสารในการสั่งการหรือการส่งข่าวสารจากผู้บัญชาการกองพลไปยังผู้บังคับกองพันของหน่วยพร้อมรบเคลื่อนที่เร็วในแนวหน้า ซึ่งโดยปกติแล้วรัศมีที่ใช้ในการสื่อสารจากที่บัญชาการหลักของกองพลในสนามไปยังที่บัญชาการหลักของหน่วยพร้อมรบเคลื่อนที่เร็วในแนวหน้านั้นจะถูกกำหนดไว้ที่ประมาณ 25-40 กิโลเมตร โดยเมื่อหน่วยพร้อมรบเคลื่อนที่เร็วมีการย้ายที่ตั้ง ที่บัญชาการของกองพลก็จะมีการย้ายตามไปด้วย ทั้งนี้เพื่อรักษารัศมีที่ใช้ในการสื่อสาร รวมทั้งเหตุผลในการสนับสนุนทางด้านอาวุธยุทโธปกรณ์และการส่งกำลังบำรุงด้านอื่นๆแก่หน่วยพร้อมรบเคลื่อนที่เร็วในแนวหน้าอีกด้วย

นอกจากนี้ภายในที่บัญชาการหลักของกองพล จะมีการจัดตั้งหน่วยสมทบเพื่อให้การสนับสนุนในด้านต่างๆ เช่น หน่วยแพทย์ซึ่งให้การสนับสนุนเมื่อมีผู้ป่วย, หน่วยสารวัตรทหารให้การสนับสนุนดูแลความเรียบร้อยหรือมีการอารักขาเมื่อผู้บังคับบัญชาาระดับสูงมาถึง หรือหน่วยพลธิการจะให้การสนับสนุนทางด้านน้ำมันแก๊ยานพาหนะรถยนต์หรือเฮลิคอปเตอร์ เป็นต้น ทั้งนี้ตามแต่จะมีการสั่งการหรือแล้วแต่ภารกิจที่ได้รับมอบ

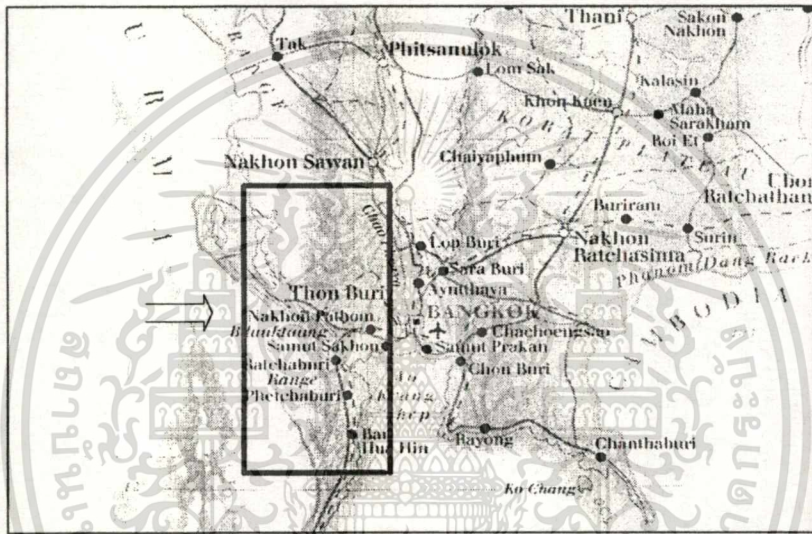
3.3 ระบบการติดต่อสื่อสาร

3.3.1 พื้นที่ที่ใช้ในการติดต่อสื่อสาร

ในหัวข้อนี้ ผู้ศึกษาจะทำการศึกษาวิเคราะห์พื้นที่ที่ใช้ในการติดต่อสื่อสารระหว่างที่บัญชาการหลักของกองพลในสนามกับที่บัญชาการหลักของหน่วยพร้อมรบเคลื่อนที่เร็วในแนวหน้า เพื่อที่จะทราบถึงปัญหาที่เกิดขึ้นจากการสื่อสาร และนำมาประกอบการพิจารณาการเลือกใช้ชุดวิทยุสนาม จากที่กล่าวมาในบทที่ 2 ความต้องการจริงๆ ในการจัดตั้งหน่วยพร้อมรบเคลื่อนที่เร็วของกองทัพบกนั้น จะจัดให้มีกองพันหรือหน่วยดังกล่าวให้ครบ 4 กองพันทั่วทุกกองทัพภาค เพื่อตอบสนองการปฏิบัติการได้ในทุกพื้นที่ของประเทศไทย แต่ในปัจจุบันหน่วยพร้อมรบเคลื่อนที่เร็วได้ถูกจัดตั้งขึ้นเพียง 1 กองพัน ทั้งนี้มาจากขีดจำกัดในเรื่องของงบประมาณและกำลังพลเป็นสำคัญ สำหรับหน่วยพร้อมรบเคลื่อนที่เร็วที่จัดขึ้นนี้ จะปฏิบัติการในเขตความรับผิดชอบของกองทัพภาคที่ 1 เป็นหลัก สำหรับในพื้นที่อื่นๆทุกกองทัพภาค ก็ให้การสนับสนุนด้วย ตามแต่จะร้องขอ และเนื่องจากหากจะทำการศึกษาวิเคราะห์พื้นที่ที่ใช้ในการสื่อสารจากที่บัญชาการหลักของกองพลในสนามกับที่บัญชาการหลักของหน่วยพร้อมรบเคลื่อนที่เร็วในแนวหน้าในทุกพื้นที่ของประเทศไทยก็จะเป็นเรื่องที่ซับซ้อน เพราะทุกพื้นที่มีลักษณะภูมิประเทศที่แตกต่างกันไป ดังนั้น ขอบเขตของโครงการ จึงเลือกที่จะทำการวิเคราะห์และศึกษาพื้นที่ที่ใช้ในการสื่อสาร เฉพาะเขตความรับผิดชอบของกองทัพภาคที่ 1 ซึ่งอยู่ในภาคกลางเป็นหลัก โดยจำกัดลงไปทีเขตจังหวัดกาญจนบุรี เนื่องจาก เป็นพื้นที่ที่ใช้ในการฝึกตรวจสอบภาคสนามเป็นส่วนมาก และเป็นพื้นที่ที่มีเหตุการณ์จริงเกิดขึ้น นั่นคือ มีเขตติดต่อตามแนวชายแดนที่ติดต่อกับประเทศพม่า ซึ่งพบว่ามีปัญหาตามแนวชายแดนอยู่บ่อยครั้ง

สำหรับลักษณะทางภูมิศาสตร์ของพื้นที่ปฏิบัติงานตามแนวชายแดน ภูมิประเทศส่วนมากจะเป็นเทือกเขาเป็นทิวแถวต่อเนื่องกันไปซึ่งปกคลุมไปด้วยป่าทึบและสลัดกับป่าโปร่งบ้างเป็นส่วนน้อย มีที่ราบซึ่งเป็นที่โล่งแจ้งอยู่น้อย

เส้นทางถนนสายหลักไม่มีฝ่าน มีแต่ถนนสายย่อยซึ่งเป็นถนนตามภูมิประเทศที่ใช้เป็นเส้นทางของชาวบ้าน มีแหล่งน้ำกระจายอยู่ตามภูมิประเทศสำหรับชาวบ้านและแม่น้ำสายหลักคือแม่น้ำแควใหญ่และแควน้อย ส่วนภูมิอากาศมีการเปลี่ยนแปลงอย่างเฉียบพลันในเวลากลางวันร้อนหรือจัด ในเวลากลางคืนหนาวหนาวจัด มีฝนตกและอากาศชื้นในเขตเทือกเขาและป่าทึบ สำหรับรูปที่ 9 แสดงเขตพื้นที่ที่มีการสื่อสารในเขตจังหวัดกาญจนบุรี

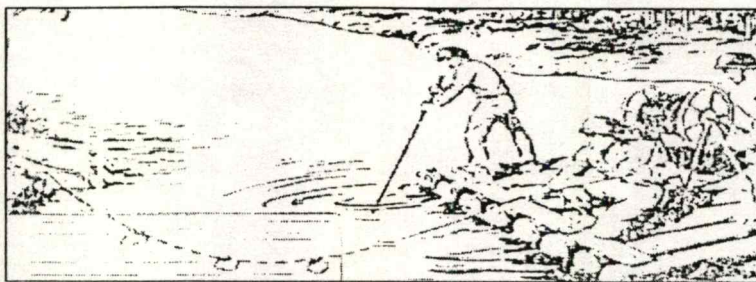


รูปที่ 9 แสดงเขตพื้นที่ในการติดต่อสื่อสาร

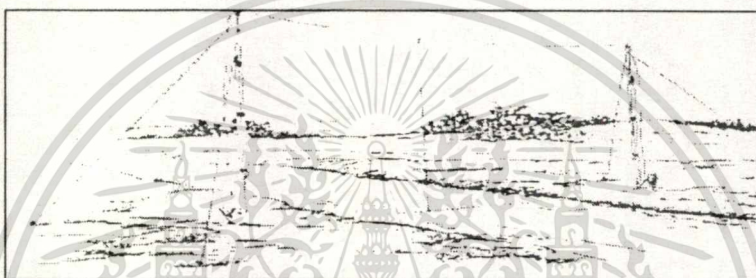
3.3.2 ระบบการสื่อสารที่ใช้อยู่

ระบบการติดต่อสื่อสารระหว่างที่บัญชาการหลักของกองพลในสนามกับที่บัญชาการหลักของหน่วยพร้อมรบเคลื่อนที่เร็วในแนวหน้า ใช้ระบบการสื่อสารที่เป็นระบบทางสายเป็นหลัก เนื่องจากเครื่องมือสื่อสารไม่ว่าจะเป็นโทรศัพท์สนาม, ตู้สลับสาย หรือสายโทรศัพท์สนาม ซึ่งเป็นระบบทางสายนั้นเป็นเครื่องมือสื่อสารยุคแรกที่กองทัพได้นำเข้ามาประจำการมานานแล้ว และระบบดังกล่าวได้ถูกนำมาใช้งานในระบบการสื่อสารส่วนมากในทุกระดับของหน่วยเมื่อปฏิบัติภารกิจ ซึ่งก็รวมถึงการติดต่อสื่อสารระหว่างที่บัญชาการหลักของกองพลในสนามกับที่บัญชาการหลักของหน่วยพร้อมรบเคลื่อนที่เร็วในแนวหน้าด้วย

ในระบบการสื่อสารทางสายจะรองรับการใช้งานประเภทโทรศัพท์สนามเป็นหลัก โดยในการวางระบบนั้นจะได้ทำการวางสายจากที่บัญชาการหลักของกองพลไปยังหน่วยพร้อมรบเคลื่อนที่เร็วในแนวหน้า ซึ่งใช้กำลังพลร่วมกับไปกับยานพาหนะซึ่งมีเครื่องต่างๆที่ใช้ในการวาง ซึ่งการวางสายนั้นจะทำการลากสายไปตามภูมิประเทศต่างๆไม่ว่าจะเป็นการวางสายข้ามลำน้ำ การลากสายผ่านถนน หรือทางรถไฟ เป็นต้น ดังแสดงไว้ดังรูปที่ 10-13



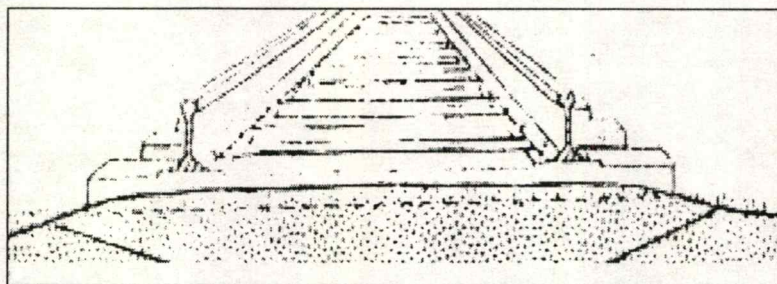
รูปที่ 10 การวางสายใต้ดิน



รูปที่ 11 การสร้างสายข้ามถนนโดยใช้เสาเค้งสาย

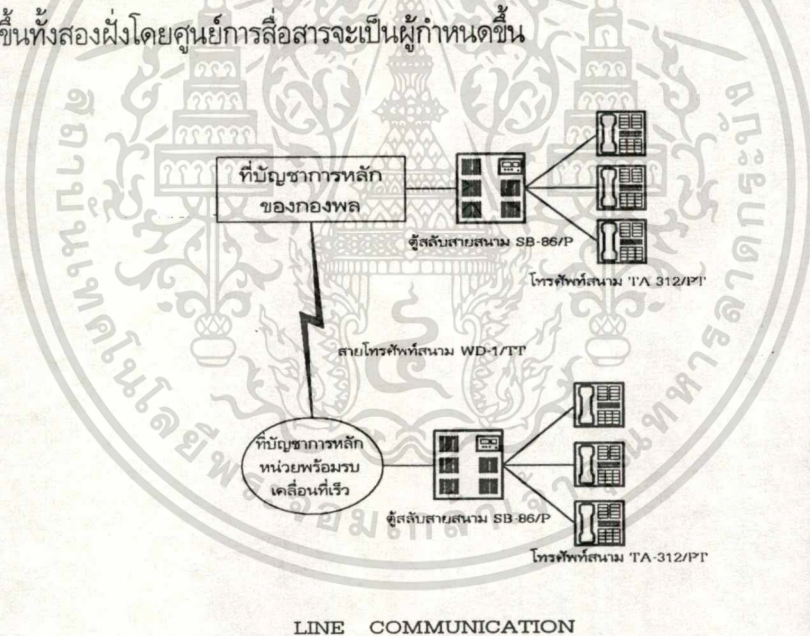


รูปที่ 12 การวางสายข้ามถนนโดยการฝังในร่อง



รูปที่ 13 การวางสายลอดทางรถไฟ

ในระบบทางสายที่มีการวางสายโทรศัพท์ไปตามภูมิภาคซึ่งมีระยะทางประมาณ 25-40 กิโลเมตร จะใช้เวลาโดยประมาณ 1-3 วัน สำหรับในการวางสายนั้นพบว่าจะใช้เวลานาน ก็เนื่องมาจากในการวางสายต้องคำนึงถึงความปลอดภัยของสายเป็นหลัก รวมทั้งปัจจัยอื่นๆด้วย เช่น สภาพภูมิประเทศ, สภาพภูมิอากาศ, อุปกรณ์ และกำลังพลที่มีอยู่ เป็นต้น การวางสายจึงต้องกระทำด้วยความระมัดระวังเพื่อให้การใช้งานในระบบการติดต่อสื่อสารมีประสิทธิภาพสูงสุด ส่วนสายโทรศัพท์ที่ใช้จะมีชื่อว่าสาย WD-1/TT และเครื่องมือสื่อสารที่มีใช้อยู่ก็คือ ตู้สลับสายโทรศัพท์สนามแบบ SB-86/P ซึ่งเปรียบเสมือนชุมสายโทรศัพท์ให้กับทางฝั่งที่บัญชาการหลักของกองพลและทางฝั่งที่บัญชาการหลักของหน่วยพร้อมรบเคลื่อนที่เร็วในแนวหน้า และยังมีโทรศัพท์สนามที่ใช้กันอยู่หลายชนิด แต่ที่ใช้กันมากก็คือ โทรศัพท์สนามแบบ TA-312/PT สำหรับระบบทางสายที่ใช้อยู่นี้ ไม่มีการใช้อุปกรณ์ในการทวนสัญญาณและไม่สามารถเชื่อมต่อกับองค์การโทรศัพท์เพื่อขอใช้สัญญาณโทรศัพท์จากองค์การได้ เนื่องจากขีดความสามารถของตู้สลับสายและโทรศัพท์สนามมีความล้าสมัยเพราะนำเข้าประจำการมานานแล้ว (ปี1960) นอกจากนี้เพื่อให้การบังคับบัญชามีเอกภาพ ในระบบการติดต่อสื่อสารจึงมีการกำหนดนามเรียกขานขึ้นทั้งสองฝั่งโดยศูนย์การสื่อสารจะเป็นผู้กำหนดขึ้น



รูปที่ 14 การติดต่อสื่อสารในระบบเดิม

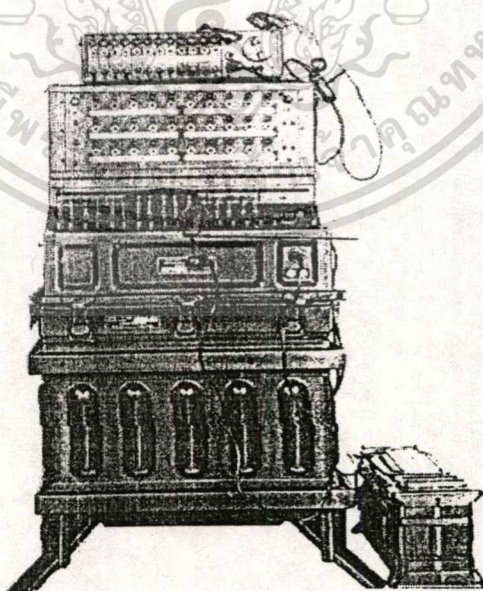
3.3.3 คุณลักษณะของสายและเครื่องมือสื่อสารที่ใช้ในระบบ

3.3.3.1 สายโทรศัพท์สนาม WD-1/TT

- 1) น้ำหนัก 48 ปอนด์ต่อความยาว 1 ไมล์ และทนแรงดึง 200 ปอนด์
- 2) มี Impedance 600 โอห์ม ที่ 1 KHz และมีความต้านทานไฟกระแสดตรง 230 โอห์ม
- 3) ความสูญเสียทางสาย ในสถานะสายเปียกที่ 2.5 db และสถานะสายแห้งที่ 1.6 db ต่อ 1 ไมล์ ที่ 1KHz
- 4) สายโทรศัพท์ภายในประกอบด้วยลวดทองแดงผสมดีบุก 4 เส้น และลวดเหล็กออบสังกะสี 3 เส้น

3.3.3.2 ตู้สลับสายสนาม SB-86/P (ดังรูปที่ 15)

- 1) ประจำการมา 30 ปีแล้ว
- 2) มีความจุทางสาย 30 ทางสาย และรวมกับแผงหน้าเครื่อง TA-207/P อีก 1 ชุด อีก 30 ทางสาย รวมทั้งหมด 60 ทางสาย
- 3) เลือกการทำงานได้ 2 แบบคือ แบบ Magneto Signaling ซึ่งใช้กำลังงานสัญญาณเรียกจากเครื่องโทรศัพท์ และแบบ Common Battery Signaling ซึ่งใช้กำลังงานสัญญาณเรียกจากเครื่องสลับสาย
- 4) ใช้พนักงานประจำเครื่อง
- 5) กำลังไฟสัญญาณเรียก
 - 5.1) แบบ Common Battery Signaling 30 VDC
 - 5.2) แบบ Magneto Signaling 90 VDC
- 6) น้ำหนัก 81.7 กิโลกรัม
- 7) ส่วนประกอบหลัก
 - 7.1) แผงสลับสายหน้าเครื่อง TA-207/P
 - 7.2) เครื่องต่อทางสาย SB-248/P
 - 7.3) ชุดปากพูดหูฟังพนักงาน H-91/U
 - 7.4) แหล่งจ่ายกำลังงาน PP-990/G



รูปที่ 15 ตู้สลับสายสนาม SB-86/P

3.3.3.3 โทรศัพท์สนาม TA-312/PT (ดังรูปที่ 16)

1) แบบของการทำงาน

- 1.1) Common Battery ทั้งเสียงและสัญญาณเรียกใช้กำลังงานจากเครื่องสลับสาย
- 1.2) Local Battery ทั้งเสียงและสัญญาณเรียกใช้กำลังงานจากเครื่องโทรศัพท์
- 1.3) Common Battery Signaling เฉพาะสัญญาณเรียกใช้กำลังงานจากเครื่องสลับสาย

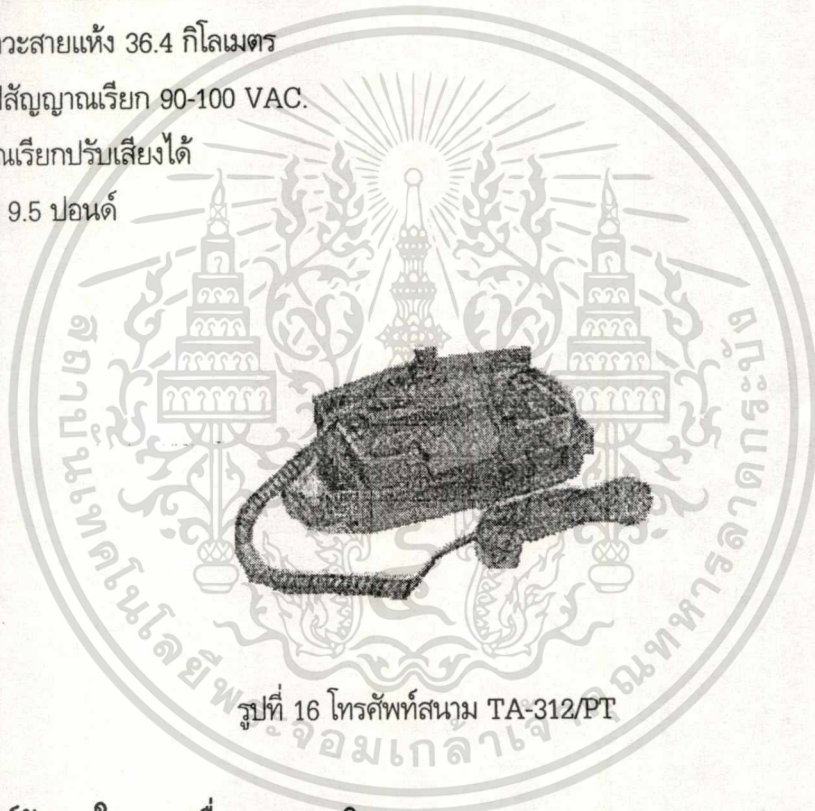
2) ระยะการติดต่อเมื่อใช้สายโทรศัพท์ WD-1/TT

- 2.1) สภาวะสายเบี่ยง 22.5 กิโลเมตร
- 2.2) สภาวะสายแห้ง 36.4 กิโลเมตร

3) กำลังไฟสัญญาณเรียก 90-100 VAC.

4) สัญญาณเรียกปรับเสียงได้

5) น้ำหนัก 9.5 ปอนด์



3.4 วิเคราะห์ปัญหาในระบบสื่อสารแบบเดิม

3.4.1 ปัญหาจากสภาพแวดล้อมภายนอก (External Environment)

จากที่ได้มีการศึกษาและเมื่อนำมาพิจารณาพบว่า ปัญหาจากสภาพแวดล้อมภายนอกที่เกิดขึ้นก็คือ

3.4.1.1 บทบาททางสังคม เนื่องจากความเปลี่ยนแปลงของสังคมโลกในปัจจุบันซึ่งอยู่ในยุคการสื่อสารแบบไร้พรมแดน สามารถทำการติดต่อสื่อสารได้ทั่วทุกพื้นที่และสื่อสารได้ทั้ง voice, data หรือ video จากความเปลี่ยนแปลงดังกล่าว จึงทำให้กองทัพได้เล็งเห็นถึงความสำคัญของระบบการติดต่อสื่อสารที่เป็นอยู่ จะมีบทบาทที่สำคัญกับการสั่งการบังคับบัญชาจากที่บัญชาการหลักของกองพลไปยังที่บัญชาการหลักของหน่วยพร้อมรบเคลื่อนที่เร็วในแนวหน้า และเนื่องจากระบบการสื่อสารทางสายที่ใช้อยู่ในนั้นไม่สามารถรองรับการสื่อสารข้อมูลได้ เพราะเครื่องมือที่มีใช้อยู่ (SB-86/P) มีความล้าสมัย และถึงแม้กองทัพจะมีเครื่องมือสื่อสารอื่นๆที่มีความทันสมัยกว่าเครื่องมือที่มีอยู่ก็ตาม แต่ก็ไม่มีความสะดวกที่จะนำมาใช้ในระบบสื่อสารนี้ เพราะเครื่องมือ

ที่ทันสมัยดังกล่าวถูกออกแบบไว้เพื่อใช้งานกับระบบการสื่อสารที่มีขนาดใหญ่และมีลูกข่ายจำนวนมาก ถ้าหากจะพิจารณาเข้ามาใช้กับระบบการสื่อสารระหว่างที่บัญชาการหลักของกองพลไปยังที่บัญชาการหลักของหน่วยหรือมรบเคลื่อนที่เร็วในแนวหน้า ก็จะเกินความจำเป็นและขาดความเหมาะสม ดังนั้น ผู้บังคับบัญชาระดับสูงจึงมีความต้องการที่จะให้มีระบบการติดต่อสื่อสารที่มีความสมบูรณ์กว่าที่เป็นอยู่ นั่นคือสามารถส่งได้ทั้ง voice และ data เพื่อให้สามารถใช้ข้อมูลข่าวสารทั้งหมดที่มีอยู่ในระบบ ในการประกอบการวางแผนและการตัดสินใจในการปฏิบัติการกิจต่างๆให้สำเร็จลงได้

3.4.1.2 บทบาทของการทหาร การทหารในต่างประเทศซึ่งก็รวมถึงประเทศเพื่อนบ้านของเรานั้น ได้ให้ความสำคัญกับการพัฒนาเครื่องมือสื่อสารที่มีความทันสมัย เพื่อตอบสนองและรองรับกับบทบาทของสงครามอิเล็กทรอนิกส์ ดังนั้น กองทัพจึงมีความจำเป็นที่จะต้องปรับเปลี่ยนหรือทดแทนระบบการติดต่อสื่อสารที่ใช้อยู่เดิมที่เป็นระบบทางสายซึ่งมีความล้าสมัย ด้วยการทดแทนด้วยระบบการสื่อสารที่มีความทันสมัยกว่าที่เป็นอยู่

3.4.2 ปัญหาจากสภาพแวดล้อมภายใน (Internal Environment)

จากการศึกษาและวิเคราะห์พบว่าปัญหาจากสภาพแวดล้อมภายในที่พบจะเกี่ยวข้องกับสภาพแวดล้อมและปัจจัยต่างๆที่เป็นอุปสรรคในการวางสาย ความล้าสมัยของชิ้นส่วนอุปกรณ์และคุณลักษณะทางเทคนิคของเครื่องมือสื่อสารที่ใช้อยู่ในระบบที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติงานจริงของหน่วยตั้งแต่ในอดีตจนถึงปัจจุบัน สามารถสรุปโดยรวมได้คือ

3.4.2.1 ความเก่าหรือล้าสมัยของชิ้นส่วนของเครื่องมือสื่อสาร

1) ตู้สลับสาย SB-86/P

เนื่องจากตู้สลับสาย SB-86/P ได้เข้าประจำการมาประมาณ 30 ปีแล้ว (ปี 1960) จึงทำให้เกิดปัญหาในเรื่องชิ้นส่วนต่างๆเกิดการชำรุดอยู่บ่อยครั้งและมีปัญหาเรื่องการส่งซ่อมชิ้นส่วนต่างๆ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้คือ

1.1) หัวแจ็ค (Line jack) , ช่องที่เสียบแจ็ค (Operator's plug) , ช่องแสดงว่ามีสัญญาณเรียกเข้า (Line signal) ที่ใช้บนแผง Switchboard รวมทั้ง Connector ต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นของปากพูดหูฟัง หรือ แหล่งจ่ายกำลังงาน เกิดการชำรุดอยู่บ่อยครั้ง

1.2) เมื่อทำงานในสภาพอากาศร้อนจัด ที่จังหวัดกาญจนบุรี จะทำให้ตัวเครื่องมีความร้อนสูง ซึ่งจะทำให้ Circuit ภายในต่างๆช็อตได้ และนำไปสู่การชำรุดของชิ้นส่วนอื่นๆ

1.3) เมื่อขนย้ายชิ้นส่วนประกอบต่างๆของตู้สลับสาย หากพนักงานไม่ระมัดระวังแล้วทำตกหรือกระแทก ชิ้นส่วนจะเสียหายได้ เพราะชิ้นส่วนเหล่านั้นใช้งานมานาน ความคงทนจึงลดลง

1.4) ในการส่งซ่อมและการเบิกทดแทนอุปกรณ์ ถ้าชิ้นส่วนอยู่ในระดับที่พอซ่อมได้ก็จะให้มีการซ่อม แต่เนื่องจากช่างซ่อมในปัจจุบันไม่ได้มีการศึกษาและอบรมตู้สลับสายแบบนี้มาโดยตรงและไม่มีความรู้ถึงปัญหาที่แท้จริง การซ่อมจึงไม่ใช่ระดับผู้ชำนาญ เป็นเพียงแค่ซ่อมเพื่อใช้งานในระยะเวลานึงเท่านั้น และถ้าความเสียหายไม่สามารถซ่อมได้ จะได้รับการทดแทนด้วยชิ้นส่วนเก่าที่มีอยู่ในคลัง ซึ่งชิ้นส่วนนี้จะเป็นของเก่าแต่มีการซ่อมจนใช้งานได้ หรือการทดแทนด้วยชิ้นส่วนใหม่ ที่มีการสั่งจากประเทศสหรัฐอเมริกา กรณีที่ชิ้นส่วนเก่าไม่มีอยู่

ในคลังแล้ว ต้องรอการเบิกทดแทน ซึ่งเวลาที่ใช้ในการเบิกนานมาก ในบางครั้งใช้เวลาเป็นปี เพราะหาได้ยาก เนื่องจากจะเลิกทำการผลิต เนื่องจากใช้มาเป็นเวลานานมากแล้ว

2) ไทร์คัทท์สนาม TA-312/PT

2.1) Connector สำหรับเสียบปากพุดหูฟังกับตัวเครื่องไทรคัทท์ และปุ่มกดต่างๆจะชำรุดอยู่บ่อยครั้ง

2.2) ขาของ Generator hand ringing ที่ใช้สำหรับหมุนเรียกสัญญาณ และ Cover ของที่ใส่แบตเตอรี่ จะมีการแตกหัก

3) สายไทรคัทท์สนาม WD-1/TT

3.1) สายไทรคัทท์ที่มีใช้งาน จะถูกเก็บไว้เป็นเวลานานเกินไปเพราะการเบิกกระทำได้ยาก ทำให้ความคงทนหรือสภาพของสายไม่สมบูรณ์เมื่อนำไปใช้งาน

3.4.2.2 คุณลักษณะทางเทคนิคของสายและเครื่องมือสื่อสาร

1) เนื่องจากเมื่อวางสายไทรคัทท์เสร็จ จะไม่สามารถดูแลและรักษาความปลอดภัยของสายได้อย่างทั่วถึงจึงอาจทำให้ข้าศึกสามารถดักฟังการใช้งานทางสายของฝ่ายเราได้ด้วยการเกาะสาย ทำให้ทราบถึงการปฏิบัติของฝ่ายเราได้ทั้งหมด ซึ่งเป็นผลต่อการทำการยุทธทุกรูปแบบและอาจนำมาสู่ความสูญเสียของฝ่ายเราได้

2) เนื่องจากสายไทรคัทท์ที่ใช้เป็นสาย Twisted-pair รวมทั้งระยะทางในการวางสายเป็นระยะทางที่ไกล และไม่มีอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ทวนสัญญาณ จึงมีข้อเสียเปรียบในเรื่องการลดทอนของสัญญาณและอัตราการส่งข้อมูลที่ต่ำ

3) ตู้สลับสายที่ใช้อยู่ไม่สามารถสื่อสารในแบบ Data Communication ได้ เพราะเครื่องมือดังกล่าวมีขีดจำกัดทางเทคนิค นั่นคือไม่สามารถเชื่อมต่อได้กับคอมพิวเตอร์ได้โดยตรง ทำให้มีผลกระทบต่อไปอีกในเรื่องการบังคับบัญชาสั่งการ เพราะข้อมูลข่าวสารที่เชื่อถือได้เป็นสิ่งที่จะต้องเป็น บางครั้งการสั่งการด้วยคำพูดแต่ไม่มีลายลักษณ์อักษรจะก่อให้เกิดการตัดสินใจของหน่วยปฏิบัติที่ผิดพลาดได้

3.4.2.3 ปัญหาอื่นๆที่ได้รับผลกระทบ

1) เวลาที่ใช้ในการวางและเก็บสายจะใช้เวลานาน เนื่องมาจากปัจจัยดังต่อไปนี้

1.1) ระยะทางจากที่บัญชาการหลักของกองพลในสนามไปยังที่บัญชาการหลักของหน่วยพร้อมรบเคลื่อนที่เร็วในแนวหน้า เป็นระยะทางประมาณ 25-40 กิโลเมตร ซึ่งเป็นระยะทางที่ไกลพอสมควร

1.2) ภูมิประเทศจากที่บัญชาการหลักของกองพลไปยังที่บัญชาการหลักของหน่วยพร้อมรบเคลื่อนที่เร็วในแนวหน้า ไม่ได้เป็นที่ราบเพียงอย่างเดียว แต่มีทั้ง ป่าไม้ ภูเขา แม่น้ำ ทางรถไฟ เส้นทางถนนตามภูมิประเทศ ทำให้การวางสายต้องกระทำด้วยความระมัดระวัง และเป็นไปด้วยความยากลำบาก

1.3) ภูมิอากาศและภัยธรรมชาติ เช่น เวลาอากาศร้อนจัด หนาวจัด มีฝนตก พายุ น้ำท่วม น้ำป่า ไฟป่า เป็นต้น เป็นอีกอุปสรรคที่มีผลต่อการวางสาย ทำให้เกิดความล่าช้าและยากลำบาก

2) ความเสียหายที่เกิดขึ้นกับสายไทรคัทท์ที่ได้มีการวางไปแล้วอาจเกิดได้ เนื่องมาจากปัจจัยดังต่อไปนี้

2.1) ภัยธรรมชาติ ก่อให้เกิดความเสียหายแก่สายได้ เช่น เมื่อมีพายุหรือฝนตกหนักทำให้สายเกิดการขาดหรือชำรุดได้

2.2) สัตว์ป่าหรือชาวบ้าน จะก่อให้เกิดความเสียหายแก่สายที่วางได้ เช่น สัตว์ป่ากัดหรือแทะสายโทรศัพท์ หรือ ชาวบ้านเดินสะดุดหรือตัดเอาสายโทรศัพท์ไปทำอย่างอื่น เป็นต้น

2.3) ถ้าการวางสายกระทำไม่ได้ ไม่ปกปิดให้มีดขีด เมื่อเข้าคิกรตรวจพบอาจจะมีการทำลายสายที่เราวางได้

3) การย้ายที่ตั้งของหน่วยพร้อมรถเคลื่อนที่เร็ว เมื่อหน่วยพร้อมรถเคลื่อนที่เร็วทำการย้ายที่ตั้งของหน่วยจะทำให้เสียเวลาไปกับ

3.1) การวางสายหรือเก็บสาย เมื่อหน่วยย้ายที่ตั้ง สายโทรศัพท์ที่วางไว้จะต้องย้ายตามหน่วยไปด้วยอีกทั้งระยะทางในการติดต่อก็เป็นระยะทางที่ไกล ทำให้ต้องเสียเวลาไปด้วย

3.2) การเคลื่อนย้ายอุปกรณ์ เนื่องจากอุปกรณ์ไม่ได้ถูกติดตั้งไว้ประจำยานพาหนะตามอัตราการจัดของยุทธโปกรณ์และอุปกรณ์ทางสายนั้นจะเหมาะสมกับการทำงานประจำที่ ไม่ต้องเคลื่อนย้ายไปไหน สำหรับปัญหาทั้งหมดเมื่อใช้ชุดวิทยุสนามแบบเดิม สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 3

ปัญหาจากสภาพแวดล้อมภายนอก	ปัญหาจากสภาพแวดล้อมภายใน
<p>1) ความเปลี่ยนแปลงของสังคมโลกปัจจุบันในยุคการสื่อสารไร้พรมแดน ทำให้มีผลต่อระบบการบังคับบัญชา ต้องการระบบการสื่อสารที่ให้ข้อมูลข่าวสารที่ทันสมัย และรองรับการสื่อสารให้ได้มากที่สุด ไม่ว่าจะ Voice หรือ Data communication</p> <p>2) บทบาททางการทหารของนานาประเทศ ซึ่งก็รวมทั้งประเทศเพื่อนบ้านของเรา ที่ให้ความสำคัญกับการพัฒนาและการใช้อุปกรณ์เครื่องมือสื่อสารที่มีความทันสมัย</p>	<p>1)ความเก่าล้าสมัยของอุปกรณ์ทำให้ชิ้นส่วนต่างๆภายในเกิดการชำรุดบ่อยครั้ง การทำงานขาดประสิทธิภาพ</p> <p>2)ความเก่าล้าสมัยทางเทคโนโลยีฟังก์ชันการทำงานทำให้ระบบการสื่อสารขาดประสิทธิภาพ</p> <p>3)ปัญหาในเรื่องอื่นๆ ที่มีผลกระทบ คือ</p> <p>3.1)เวลาในการวางสาย ซึ่งมาจากปัจจัยต่างๆ</p> <p>3.2)ความเสียหายของสายโทรศัพท์ จากปัจจัยต่างๆ</p> <p>3.3)การย้ายที่ตั้งหน่วย</p>

ตารางที่ 3 สรุปปัญหาที่พบจากการศึกษาวิเคราะห์

3.5 แนวทางการแก้ปัญหา

จากที่กล่าวมา ในระบบการบังคับบัญชาสั่งการจากผู้บังคับบัญชาาระดับสูงซึ่งอยู่ที่บัญชาการหลักของกองพลในสนามไปยังผู้บังคับบัญชาของหน่วยปฏิบัติซึ่งอยู่ที่บัญชาการหลักในแนวหน้านั้นมีความสำคัญมาก ระบบการติดต่อสื่อสารที่ใช้อยู่จึงเป็นปัจจัยที่สำคัญและมีผลต่อการปฏิบัติงานของหน่วยให้บรรลุภารกิจได้

สำหรับโครงการศึกษาระดับพิเศษนี้ ผู้ศึกษาได้มุ่งพิจารณาศึกษาวิเคราะห์ปัญหาจากพื้นที่ที่มีการวางระบบที่ใช้ในการติดต่อสื่อสารจริง ในเขตจังหวัดกาญจนบุรี เนื่องจากเป็นพื้นที่ที่เหมาะสมตามที่กล่าวมา และจากการศึกษาพบว่า จากระบบการติดต่อสื่อสารที่เป็นอยู่ในปัจจุบันซึ่งเป็นระบบทางสายนั้น ยังมีปัญหาและอุปสรรคอยู่มากไม่ว่าจะเป็นปัญหาที่มาจากสภาพแวดล้อมภายนอกหรือปัญหาจากสภาพแวดล้อมภายในตามที่กล่าวมา

ทั้งในเรื่องระยะเวลาในการวางสายเพื่อเชื่อมระบบ, ความเสียหายของสายโทรศัพท์ที่เกิดขึ้นจากปัจจัยต่าง ๆ การย้ายที่ตั้งของหน่วยตามภารกิจที่ปฏิบัติ, การจัดตั้งเพิ่มเติมหน่วยขึ้นในอนาคต อีกทั้งบทบาททางการทหารหรือบทบาททางสังคมในปัจจุบัน จากปัญหาดังกล่าวที่เกิดขึ้น จึงทำให้ผู้บังคับบัญชาระดับสูงมีแนวความคิดในการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นจากระบบการติดต่อสื่อสารเดิมซึ่งเป็นระบบทางสาย ด้วยการพิจารณาชุดวิทยุสนามแบบใหม่ซึ่งเป็นระบบการสื่อสารทางวิทยุมาทดแทนระบบการติดต่อสื่อสารทางสายเดิม โดยได้กำหนดนโยบายและความต้องการพื้นฐานไว้ดังนี้

3.5.1 นโยบาย

3.5.1.1 ให้ทดแทนระบบการสื่อสารทางสายเดิมด้วยการสื่อสารทางวิทยุ เพื่อแก้ไขปัญหาในเรื่องความล่าช้าและความเสียหายที่เกิดจากการวางสายโทรศัพท์ในระบบทางสาย

3.5.1.2 ชุดวิทยุสนามที่จะนำมาทดแทนระบบทางสายเดิม ต้องเป็นไปตามความต้องการพื้นฐานที่กำหนดขึ้น มีความเหมาะสมเป็นไปตามหลักนิยมการสื่อสารทางยุทธวิธี และรองรับกับปัญหาที่เกิดขึ้นได้

3.5.1.3 ชุดวิทยุสนามที่จะพิจารณานำมาใช้ จะต้องมีความทันสมัยกับการเปลี่ยนแปลงของยุคข้อมูลข่าวสารในโลกของการสื่อสารไร้พรมแดนและรองรับบทบาทของสงครามอิเล็กทรอนิกส์ทั้งในปัจจุบันและอนาคต

3.5.1.4 ชุดวิทยุสนามที่จะพิจารณานำมาใช้ จะต้องมีความคุ้มค่าและค่าใช้จ่ายที่เหมาะสมกับสภาพเศรษฐกิจในปัจจุบัน

3.5.2 ความต้องการพื้นฐานสำหรับชุดวิทยุสนาม

3.5.2.1 มีขีดความสามารถและเทคโนโลยีที่ทันสมัยและรองรับการรบแบบสงครามอิเล็กทรอนิกส์ นั่นคือ มีระบบรักษาความปลอดภัยในการป้องกันการดักฟัง (Anti-Intercepting) และป้องกันการก่อกวน (Anti-Jamming) จากฝ่ายตรงข้าม เช่น มีระบบการเข้ารหัสและถอดรหัส (Encryption & Decryption) มีระบบการใช้ความถี่ก้าวกระโดด (Frequency Hopping) หรือระบบอื่นๆ เป็นต้น

3.5.2.2 สามารถตอบสนองการสื่อสารข้อมูล นั่นคือ นอกจากส่ง Voice ซึ่งเป็นคุณลักษณะโดยพื้นฐานของชุดวิทยุ ได้แล้ว ต้องสามารถส่ง Data ได้ และในการส่งข้อมูลนั้นต้องส่งด้วยอัตราเร็วสูง (High Bit Rate)

สำหรับโครงการศึกษากรณีพิเศษนี้ ผู้ศึกษาจะทำการพิจารณาชุดวิทยุสนามแบบใหม่ 2 ชนิด ตามที่ผู้บังคับบัญชาได้กำหนดแนวทางในการศึกษาพิจารณา คือ ชุดวิทยุสนามแบบ CNR-900 ทำงานในย่านความถี่ VHF และชุดวิทยุถ่ายทอด RL-422A ทำงานในย่านความถี่ UHF ซึ่งรายละเอียดจะได้กล่าวต่อไปในบทที่ 4

บทที่ 4

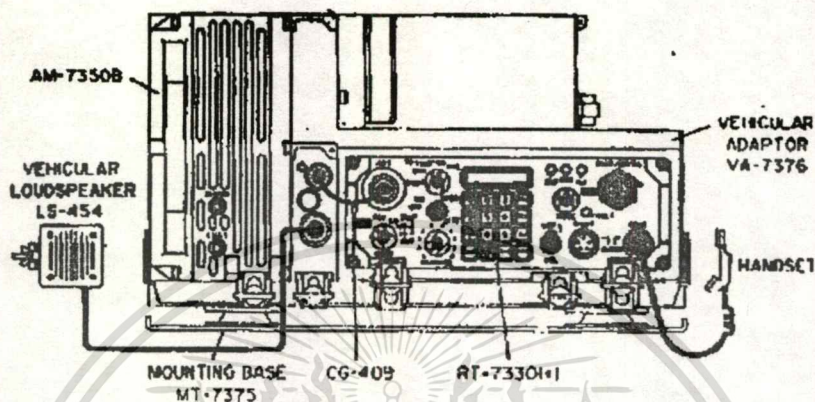
แนวคิดในการเลือกใช้ชุดวิทยุสนาม

จากการศึกษาและวิเคราะห์ระบบการติดต่อสื่อสารแบบเดิมที่ใช้ในการส่งการบังคับบัญชาระหว่างระหว่างที่บัญชาการหลักของกองพลในสนามกับที่บัญชาการหลักของหน่วยพร้อมรถเคลื่อนที่เร็วในแนวหน้า ซึ่งเป็นระบบทางสายนั้น พบว่ามีปัญหาที่เกิดขึ้นในระบบ ไม่ว่าจะเป็นในเรื่องความเก่าล้าสมัยและคุณลักษณะทางเทคนิคของชิ้นส่วนอุปกรณ์, เวลาที่เสียไปกับการวางสาย, ความเสียหายของสาย, การย้ายที่ตั้งของหน่วย เป็นต้น จึงทำให้ผู้บังคับบัญชามีแนวความคิดที่จะให้มีการนำชุดวิทยุสนามแบบใหม่ซึ่งเป็นระบบการสื่อสารทางวิทยุมาทดแทนระบบทางสายเดิมเพื่อแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น จึงได้กำหนดนโยบายและความต้องการพื้นฐานขึ้นเพื่อเป็นแนวทางในการศึกษาวิเคราะห์เปรียบเทียบการนำชุดวิทยุสนามแบบใหม่มาใช้ในการสื่อสารระหว่างพื้นที่ดังกล่าว โดยให้พิจารณาถึงปัจจัยทางด้านคุณลักษณะทางเทคนิค, ความเหมาะสมทางยุทธวิธี, ราคาของชุดวิทยุสนามและค่าใช้จ่ายในด้านต่างๆที่เกี่ยวข้อง ซึ่งในโครงการศึกษาระดับพิเศษนี้ ผู้ศึกษาจะได้ทำการศึกษาวิเคราะห์เปรียบเทียบชุดวิทยุสนามแบบใหม่ 2 แบบ ตามที่ผู้บังคับบัญชาได้ให้นโยบายและกำหนดมา คือ ชุดวิทยุสนามแบบ CNR-900 และ ชุดวิทยุถ่ายทอด RL-422A โดยจะได้ทำการศึกษาวิเคราะห์และเปรียบเทียบตามปัจจัยที่ได้กล่าวมาของชุดวิทยุสนามทั้งสองชนิด เพื่อนำผลที่ได้จากการศึกษาและวิเคราะห์มาเป็นแนวทางในการเลือกใช้ชุดวิทยุสนามแบบใหม่ให้กับผู้บังคับบัญชาและจัดทำเป็นแผนแม่บทต่อไป

4.1 ชุดวิทยุสนามแบบ CNR-900

ชุดวิทยุแบบ CNR-900 เป็นของบริษัท TADIRAN จากประเทศอิสราเอล ซึ่งเป็นบริษัทที่ทำหน้าที่ผลิตวิทยุทางทหารให้กับ กองทัพของอิสราเอล ทั้งกองทัพ บริษัท TADIRAN ได้เคยผลิตวิทยุซึ่งเป็นวิทยุความถี่ก้าวกระโดดเครื่องแรกของโลกออกสู่ตลาด ชื่อว่า VHF-88 ต่อมาชุดวิทยุ CNR-900 เป็นวิวัฒนาการอันดับสองของวิทยุความถี่ก้าวกระโดด เป็นวิทยุที่ TADIRAN นำประสบการณ์ที่ได้จากสนามรบจริงมาทำการออกแบบทำให้สามารถสื่อสารกันได้อย่างชัดเจนและแก้ปัญหาต่างๆ ที่วิทยุหลายแบบทำไม่ได้ เป็นต้นว่า การใช้งานใกล้กันโดยไม่มีการรบกวนซึ่งกันและกัน การรับส่งข้อมูลในพื้นที่ที่มีสัญญาณรบกวนสูงได้โดยไม่มีข้อผิดพลาด การมีสัญญาณเตือนเมื่อผู้ใช้ใช้งานผิดโหมด มีการเข้ารหัสและการใช้ความถี่ก้าวกระโดด เมื่อต้องการป้องกัน การก่อกวนจากฝ่ายตรงข้าม TADIRAN ยังนำเทคโนโลยีของ CNR-900 ไปทำการผลิตวิทยุความถี่ก้าวกระโดดให้กองทัพของประเทศสหรัฐอเมริกา โดยร่วมมือกับบริษัท GENERAL DYNAMICS โดยใช้ชื่อภายใต้โครงการ SINGARRS อีกด้วย ซึ่งปกติแล้วโปรแกรมความถี่ก้าวกระโดดถือเป็นความลับขั้นสูงสุดของกองทัพ ดังนั้น วิทยุความถี่ก้าวกระโดดที่ทางโรงงานผลิตขายให้กับประเทศต่าง ๆ นั้น จะใช้โปรแกรมต่างกัน

นั่นคือ วิทยุที่ใช้งานในประเทศหนึ่งจะไม่สามารถใช้งานร่วมกับอีกประเทศได้ในโหมดของความถี่กัวาระโดด ซึ่งในหนึ่งประเทศจะไม่มีการใช้ความถี่กัวาระโดดที่เกินกว่าหนึ่งแบบ



รูปที่ 17 ชุดวิทยุ CNR-900

4.1.1 คุณสมบัติของชุดวิทยุ CNR-900 (Specification)

4.1.1.1 คุณสมบัติทั่วไป (General Features)

- 1) ทำงานในช่วงความถี่ 30 - 87.975 MHz (ย่านความถี่ VHF)
- 2) จำนวนช่องการสื่อสาร (channels) 2320 ช่อง แต่ละช่องห่าง (spacing) 25 kHz นั่นคือ ชุดวิทยุแบบนี้จะสามารถตั้งหรือเลือกใช้ช่องความถี่ได้ 2320 ช่องความถี่ โดยที่แต่ละช่องความถี่ห่างกัน 25 kHz แต่อย่างไรก็ตาม ชุดวิทยุนี้สามารถตั้งช่องความถี่ได้ล่วงหน้า 10 ช่องในโหมดการทำงานปกติหรือโหมดการเข้ารหัสเท่านั้น
- 3) สายอากาศเป็นแบบ Whip หรือ Monopole และออกอากาศรอบทิศทาง (Omnidirectional) ชุดวิทยุนี้จึงรองรับการสื่อสารแบบ Point-to-Multipoint นั่นคือ ผู้ส่งเครื่องเดียวสามารถสื่อสารได้กับผู้รับหลายเครื่องพร้อมกัน โดยที่ทั้งฝั่งผู้ส่งและฝั่งผู้รับต้องเลือกใช้ช่องความถี่เดียวกันและรูปแบบโหมดการทำงานเหมือนกัน
- 4) เนื่องจากชุดวิทยุนี้เป็นการทำงานในย่านความถี่ VHF และระบบสายอากาศออกอากาศไม่ได้เป็นแบบบังคับทิศทาง แต่จะเป็นแบบ Omnidirectional ดังนั้น จะมีผลกระทบต่อภูมิประเทศและภูมิอากาศคือ

4.1) สิ่งกีดขวางตามธรรมชาติ เช่น ภูเขา เป็นต้น เนื่องจากชุดวิทยุนี้ใช้สายอากาศเป็นแบบรอบทิศทาง สิ่งกีดขวางจึงไม่ค่อยมีผลเท่ากับระบบสายอากาศที่เป็นแบบบังคับทิศทาง เช่น การสื่อสารด้วยไมโครเวฟ

4.2) สภาพอากาศ เช่น ฝนฟ้า เป็นต้น เนื่องจากชุดวิทยุนี้ทำงานในย่านความถี่ VHF การดูดกลืนคลื่นของเมฆฝนจึงไม่ค่อยมีผล เพราะเมื่อความถี่สูงขึ้น ความยาวคลื่นก็จะลดลง เมฆฝนก็จะดูดกลืนคลื่นได้มากขึ้นตามไปด้วย เช่น การสื่อสารของระบบดาวเทียม

- 5) การสื่อสารเป็นทั้ง Voice & Data Communication

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

5.1) การสื่อสารแบบ Voice Communication เป็นการสื่อสารโดยใช้ปุ่มกดแบบ Put-to-Talk ปกติ ซึ่งในการส่งสัญญาณจะใช้การปรับคลื่นทางความถี่ (Frequency Modulation)

5.2) การสื่อสารแบบ Data Communication เป็นการสื่อสารโดยการต่อเครื่องคอมพิวเตอร์ผ่านพอร์ต RMT-DATA ซึ่งชุดวิทยุนี้จะมีโมเด็มในตัวโดยที่โมเด็มนี้จะใช้การ Modulation แบบ FSK หรือ PSK ในการแปลงจากสัญญาณดิจิทัลไปเป็นอนาล็อก

6) ทิศทางการส่งสัญญาณ เป็นแบบ Half Duplex และแบบ Simplex

6.1) Half Duplex เป็นการทำงานตามปกติ คือทั้งสองฝั่งที่ทำการสื่อสารจะผลัดกันส่งผลัดกันรับ

6.2) Simplex ชุดวิทยุนี้สามารถเลือกทำงานในแบบ Simplex ได้โดยฝั่งผู้รับจะเลือกฟังก์ชันการทำงานที่ชื่อว่า Receiver Only

7) ระยะทางในการติดต่อสื่อสารประมาณ 8-50 กิโลเมตร ซึ่งขึ้นอยู่กับกำลังออกอากาศ นั่นคือ ถ้าเราเลือกส่งด้วยกำลังออกอากาศที่ต่ำ ระยะทางในการสื่อสารก็จะน้อย แต่ถ้าเราเลือกส่งด้วยกำลังออกอากาศที่สูง ระยะทางในการสื่อสารก็จะเพิ่มขึ้น

8) โหมดการทำงานมี 3 แบบ คือ

8.1) โหมดทำงานปกติ ในโหมดนี้จะไม่มีการเข้ารหัสและใช้ความถี่ก้าวกระโดด

8.2) โหมดเข้ารหัส ในโหมดนี้จะมีการเข้ารหัสเมื่อมีการสื่อสาร (ดูหัวข้อ 4.1.1.2)

8.3) โหมดเข้ารหัสและใช้ความถี่ก้าวกระโดด ในโหมดนี้จะใช้เมื่อต้องการป้องกันการก่อกวนจากฝ่ายตรงข้าม โดยจะมีทั้งการเข้ารหัสและใช้ความถี่ก้าวกระโดดควบคู่กันไปเมื่อมีการสื่อสาร (ดูหัวข้อ 4.1.1.3)

9) ควบคุมการใช้งานโดยเป็นปุ่มบนหน้าปัทม์

10) จอภาพจะชี้ให้ผู้ให้ทำตาม เพื่อให้ผู้ใช้งานมีความเข้าใจในการทำงานในฟังก์ชันต่างๆได้ง่ายขึ้น กรณีที่ผู้ใช้งานต้องการใช้งานในโหมดการทำงานความถี่ก้าวกระโดด เมื่อผู้ใช้เข้าไปในโหมดนั้นแล้วแต่เกิดสับสนขั้นตอนการทำงาน ในจอภาพก็จะบอกว่าผู้ใช้จะต้องทำอะไรบ้างเป็นขั้นตอนๆไป เป็นต้น

11) มีระบบตรวจสอบตัวเองโดยใช้ปุ่มฟังก์ชันที่เรียกว่า test นั่นคือ เมื่อผู้ใช้สงสัยว่าจะมีข้อผิดพลาดเกิดขึ้น ก็จะสามารถตรวจสอบได้โดยกดปุ่ม test นี้ ถ้าภายในเครื่องมี module ใดๆเกิดเสียขึ้นมา มันก็จะแสดงขึ้นที่หน้าจอกว่า module ใดที่เสีย

12) กำลังส่งออกอากาศเมื่อ มี 3 แบบคือ 0.25 วัตต์ , 4 วัตต์ และ 50 วัตต์

13) แรงดันไฟใช้งาน

13.1) 22 ถึง 30 V (ปกติ 28 V) เมื่อใช้แบตเตอรี่รถยนต์

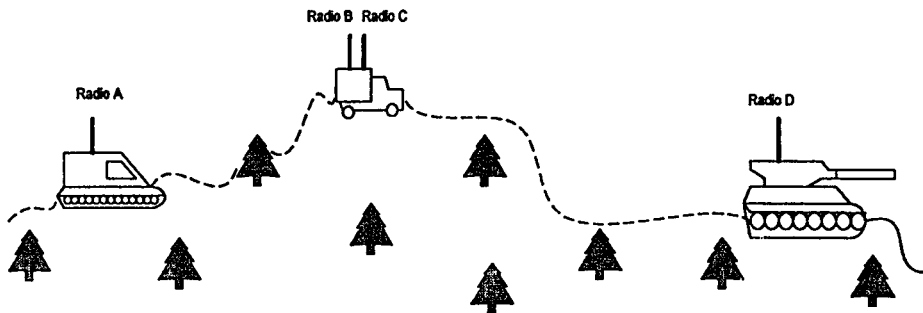
13.2) 12 V เมื่อใช้แบตเตอรี่แบบ Alkaline , Lithium หรือ NiCd

14) ทนต่อสภาพอากาศที่อุณหภูมิตั้งแต่ -40 องศาเซลเซียส จนถึง +65 องศาเซลเซียส

15) สามารถใช้งานได้ทั้ง เป็นบุคคล ; สถานีประจำที่และเคลื่อนที่โดยติดตั้งบนยานยนต์

16) เป็นสถานีถ่ายทอดเมื่อต้องการเพิ่มระยะการติดต่อสื่อสาร ซึ่งแสดงไว้ดังรูปที่ 18

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.



รูปที่ 18 การทำงานในสนามเมื่อใช้การทวนสัญญาณของชุดวิทยุ CNR-900

จากรูปในการใช้สถานีทวนสัญญาณนี้ จะกระทำเมื่อระยะทางในการติดต่อสื่อสารไกลเกินกว่าขีดความสามารถของชุดวิทยุที่รองรับได้เมื่อเลือกกำลังส่งออกอากาศสูงสุดแล้ว ซึ่งการทวนสัญญาณนี้ ในการส่งและรับสัญญาณเป็นดังนี้คือ

- 1) ผู้ส่งซึ่งใช้ Radio A ส่งที่ความถี่ A ไปยังชุดวิทยุตัวแรกของสถานีทวนสัญญาณ ซึ่งก็คือ Radio B ซึ่งใช้ความถี่ A
- 2) ที่สถานีทวนสัญญาณ วิทยุตัวแรก Radio B จะใช้ความถี่ A เพื่อรับสัญญาณจาก Radio A ของผู้ส่ง
- 3) จากนั้น Radio B จะเปลี่ยนจากความถี่ A ไปที่ความถี่ของวิทยุตัวที่สอง Radio C ซึ่งจะใช้ ความถี่ B
- 4) Radio C ซึ่งจะใช้ ความถี่ B จะส่งสัญญาณไปยังผู้รับซึ่งใช้ Radio D ซึ่งจะใช้ ความถี่ B
- 5) ผู้รับซึ่งใช้ Radio D รับที่ความถี่ B

4.1.1.2 การต่อต้านการก่อกวน (Anti-Jamming ECCM)

ชุดวิทยุ CNR-900 มีระบบต่อต้านการก่อกวน โดยใช้หลักการของความถี่ก้าวกระโดดนั่นคือ ทั้งฝั่งผู้ส่งและผู้รับจะต้องมีการกำหนดรูปแบบต่างๆให้ตรงกัน ซึ่งรูปแบบที่จะต้องตั้งให้ตรงกันมีดังนี้คือ

- 1) การ Synchronize ทางเวลา นั่นคือทั้งสองฝั่งจะต้องมีการตั้งเวลา ตั้งแต่ วินาที นาที ชั่วโมง วัน วันที่ เดือน และปี ให้ตรงกัน ถ้าทั้งสองฝั่งตั้งไม่ตรงกันแล้วไม่สามารถสื่อสารได้
- 2) Hopping Keys สำหรับชุดวิทยุแบบนี้จะมี Key ที่เป็นตัวกำหนดรูปแบบของการกระโดดจำนวน 10 Key นั่นคือทั้งสองฝั่งจะต้องมีการตั้ง Hopping Keys ให้ตรงกัน
- 3) ตารางความถี่ (Frequency Tables) สำหรับชุดวิทยุแบบนี้นอกจากจะมี Hopping Key ที่เป็นตัวกำหนดรูปแบบของการกระโดดแล้ว ยังมีตารางซึ่งเป็นตัวกำหนดความถี่ที่จะกระโดดอีก จำนวน 10 ตาราง และเช่นเดียวกันทั้งสองฝั่งจะต้องมีการตั้งตารางความถี่ให้ตรงกัน

นอกจากนี้สามารถ load โปรแกรมหรือข้อมูลเกี่ยวกับโหมดการทำงานความถี่ก้าวกระโดดจากคีย์บอร์ดเองแล้ว ยังสามารถ load ได้จากเครื่อง CNR-900 เครื่องอื่นได้ หรือจากเครื่องมือที่เรียกว่า Keygun Loaders

4.1.1.3 การรักษาความปลอดภัยและการเข้ารหัส (Communication Security & Encryption)

ชุดวิทยุ CNR-900 มีระบบรักษาความปลอดภัยทางการสื่อสารโดยใช้การเข้ารหัส (Encryption) ที่ภาคส่ง และใช้การถอดรหัส (Decryption) ที่ภาครับโดยใช้ Cipher Key จำนวน 10 Key ซึ่งแต่ละ Key นี้ก็จะเป็นตัวกำหนดรูปแบบของการเข้ารหัส โดยที่ Key แต่ละ Key จะมีทั้งหมด 45 Digits

สำหรับรูปแบบของการเข้ารหัสว่ามีอัลกอริทึมเป็นอย่างไรนั้น ทางบริษัทไม่สามารถเปิดเผยได้ แต่อย่างไรรูปแบบของการเข้ารหัสนี้ ในแต่ละประเทศที่ซื้อชุดวิทยุแบบนี้ไปก็จะมี Key และรูปแบบของการเข้ารหัสที่ไม่เหมือนกัน นั่นก็หมายความว่า ชุดวิทยุที่ใช้งานในประเทศหนึ่งไม่สามารถใช้งานกับอีกประเทศหนึ่งได้ (ระบบการเข้ารหัสเป็น Proprietary)

4.1.1.4 การสื่อสารข้อมูล (Data Communication)

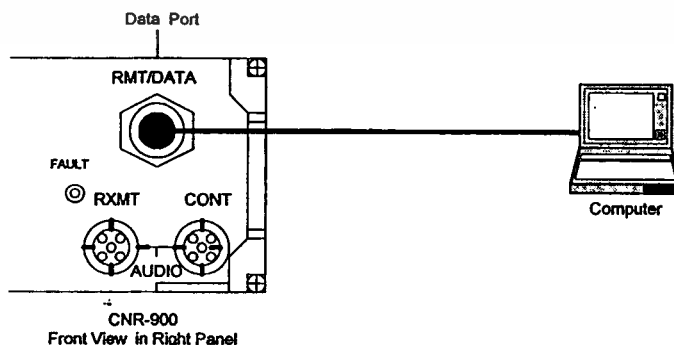
ในการส่งข้อมูลนั้นมีแบบ Synchronous และ Asynchronous ซึ่งความเร็วในการส่งข้อมูลมีอยู่ 2 อัตราคือ

1) ความเร็วปกติมีตั้งแต่ 50, 75, 100, 150, 300, 600, 1200, 2400 และ 4800bps โดยสามารถการแก้ไขข้อผิดพลาดได้ (Error Correction)

2) ความเร็ว 16 Kbps. แต่ไม่มีการแก้ไขข้อผิดพลาด (No Error Correction)

สำหรับชุดวิทยุนี้สามารถส่งข้อมูลผ่านคอมพิวเตอร์ได้โดยผ่านทางขั้วต่อ RMT/DATA เมื่อไม่ใช่เสียงพูด ถ้าวิทยุไม่มีโมดูล ECCM/COMSEC อยู่ด้วย จะส่งข้อมูลได้เฉพาะใน CLR และเป็น X - MODE เท่านั้น และ เครื่องรับ - ส่งข้อมูลที่น่ามาต่อต้องมีโมเด็มอยู่ด้วย แต่ถ้าชุดวิทยุแบบนี้มีโมดูล ECCM/COMSEC อยู่ การรับส่งข้อมูล ไม่ต้องมีโมเด็มมาต่อ เนื่องจากใช้โมเด็มในตัว

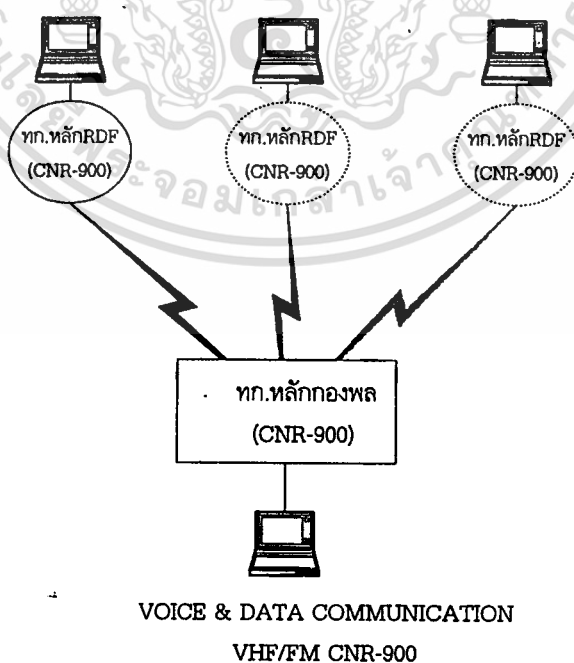
ในส่วน X - MODE วิทยุไม่ใช่โมเด็มในตัว จะทำหน้าที่ส่งเท่านั้น และการต่อสายส่งข้อมูล นอกเหนือจากตั้งเครื่องใช้งานตามปกติ ให้เพิ่มความเร็วส่งของข้อมูลส่งเข้าไปด้วย นอกจากนี้วิทยุจะปรับตัวเองในการรับส่งข้อมูล เราจึงรับข้อมูลได้ด้วยความเร็วตามมาตรฐาน ไม่ว่าจะเป็นเท่าใดก็ตาม



4.1.1.5 ระบบการติดต่อสื่อสาร

ชุดวิทยุสนามแบบ CNR-900 ทำงานในย่านความถี่ VHF จะใช้คลื่นวิทยุเป็นตัวกลางในการติดต่อสื่อสาร ซึ่งย่านความถี่นี้จะมีผลต่อสภาพภูมิอากาศฝนฟ้า หรือสิ่งกีดขวางทางธรรมชาติ เช่น ป่าไม้หรือภูเขา น้อยกว่า ย่านความถี่ที่สูงกว่าย่านนี้ เช่น ความถี่ย่าน UHF ชุดวิทยุนี้รองรับการติดต่อสื่อสารได้ทั้งการสื่อสารแบบ Voice Communication ซึ่งเป็นการทำงานปกติ (โดยการกดคีย์ put-to-talk ปกติ) และ แบบ Data Communication โดยต่อใช้สายต่อเข้ากับคอมพิวเตอร์ผ่านพอร์ต RMT/DATA ซึ่งใช้โมเด็มในตัว

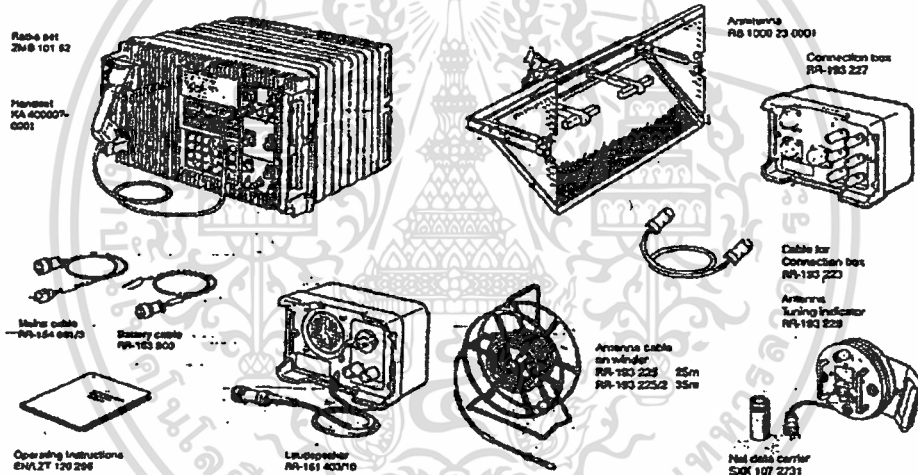
เนื่องจากชุดวิทยุนี้ใช้ระบบสายอากาศที่ออกอากาศแบบรอบทิศทาง (Omnidirectional) จึงสามารถรองรับการสื่อสารแบบ Point-to-Multipoint ได้ ทำให้ผู้ส่งสามารถสื่อสารได้กับผู้รับได้หลายเครื่อง ดังนั้นถ้ามีจัดตั้งหน่วยพร้อมรถเคลื่อนที่เร็วเพิ่มขึ้นในอนาคต ชุดวิทยุนี้จึงสามารถรองรับการติดต่อสื่อสารระหว่างที่บัญชาการหลักของกองพลกับที่บัญชาการหลักของหน่วยพร้อมรถเคลื่อนที่เร็วหลายหน่วยได้อีกด้วย นอกจากนี้ถ้าหน่วยแต่ละหน่วยมีการย้ายที่ตั้ง การปรับทิศทางของสายอากาศก็ไม่จำเป็นต้องมีการปรับ จึงมีความสะดวกมากกว่าระบบสายอากาศที่เป็นแบบบังคับทิศทาง และถ้าระยะทางในการติดต่อสื่อสารไกลมาก ชุดวิทยุสนามแบบ CNR-900 ยังสามารถเป็นสถานีทวนสัญญาณได้อีกด้วย แต่อย่างไรก็ตาม ระยะทางในการติดต่อสื่อสารระหว่างที่บัญชาการหลักของกองพลกับที่บัญชาการหลักของหน่วยพร้อมรถเคลื่อนที่เร็วที่พิจารณานั้น ไม่ไกลเกินกว่าขีดความสามารถของชุดวิทยุนี้ การพิจารณาใช้สถานีทวนสัญญาณจึงไม่จำเป็นต้องใช้ สำหรับการกำหนดแม่ข่ายที่ใช้ในการสื่อสารนั้น จะกำหนดให้ผู้บังคับบัญชาสูงสุดในภารกิจนั้นเป็นแม่ข่าย ดังแสดงไว้ดังรูปที่ 20



รูปที่ 20 ระบบการติดต่อสื่อสารของ CNR-900

4.2 ชุดวิทยุถ่ายทอด RL-422A

ชุดวิทยุถ่ายทอด RL-422A เป็นชุดวิทยุถ่ายทอดในตระกูล RL-402A ของบริษัท ERICSSON จากประเทศสวีเดน ERICSSON ซึ่งได้เคยผลิตชุดวิทยุถ่ายทอด ซึ่งทำงานในย่านความถี่ UHF ในตอนเริ่มแรก ก็คือ ชุดวิทยุถ่ายทอดในตระกูล RL-420 ซึ่งนอกจากจะมีขีดความสามารถในการสื่อสารทางวิทยุแล้วก็ยังมีขีดความสามารถในการเชื่อมต่อกับเครื่องมัลติเพล็กซ์ได้ด้วย แต่อย่างไรก็ตาม ชุดวิทยุถ่ายทอดแบบ RL-420 นี้ ยังไม่มีความสามารถในการป้องกันการก่อกวน (Jamming) จากฝ่ายตรงข้าม ต่อมาสงครามอิเล็กทรอนิกส์ได้เข้ามามีบทบาทกับการรบในขนาดสำหรับนานาประเทศ ดังนั้น ทางบริษัทจึงได้ผลิตชุดวิทยุซึ่งมีความสามารถในการต่อต้านการก่อกวน โดยใช้หลักการของความถี่ก้าวกระโดด (Frequency Hopping) ซึ่งก็คือ ชุดวิทยุถ่ายทอด RL-422A



รูปที่ 21 ชุดวิทยุถ่ายทอด RL-422A

4.2.1 คุณลักษณะของชุดวิทยุถ่ายทอด RL-422A (Specification)

4.2.1.1 คุณลักษณะทั่วไป (General Features)

- 1) ทำงานในช่วงความถี่ 610-960 MHz (ย่านความถี่ UHF)
- 2) มีจำนวนช่องการสื่อสาร 2800 ช่อง แต่ละช่องห่างกัน (spacing) เท่ากับ 125 KHz นั่นคือ ชุดวิทยุแบบนี้จะสามารถตั้งหรือเลือกใช้ช่องความถี่ได้ 2800 ช่องความถี่ โดยที่แต่ละช่องความถี่ห่างกัน 125 kHz โดยฝั่งผู้ส่งและรับจะตั้งความถี่ให้ตรงกัน
- 3) สายอากาศแบบ Corner Reflector ซึ่งอาศัยสายส่งหรือเวฟไกด์ ที่มีลักษณะเป็นท่อกว้างในการส่งสัญญาณออกไป และสายอากาศนี้จะออกอากาศในแบบบังคับทิศทาง ทำให้วิทยุนี้จึงรองรับการสื่อสารแบบ Point-to-Point เท่านั้นคือ ฝั่งผู้ส่งจะสามารถติดต่อสื่อสารได้กับฝั่งผู้รับได้เครื่องเดียวในเวลาเดียวกัน

4) เนื่องจากวิทยุนี้ทำงานในย่านความถี่ UHF ซึ่งเป็นการสื่อสารในระดับสายตา (Line of Sight) และ ออกอากาศแบบบังคับทิศทาง ดังนั้น จะมีผลกระทบต่อภูมิประเทศและภูมิอากาศคือ

4.1) สิ่งกีดขวางตามธรรมชาติ เช่น ภูเขาเป็นต้น เนื่องจากชุดวิทยุนี้ใช้สายอากาศที่ออกอากาศเป็นแบบบังคับทิศทาง ดังนั้น สิ่งกีดขวางจึงมีผลมากเพราะสิ่งกีดขวางอาจบดบังลำคลื่นที่มีลักษณะเป็นเส้นตรงได้

4.2) สภาพอากาศ เช่น ฝนฟ้า เป็นต้น เนื่องจากชุดวิทยุนี้ทำงานในย่านความถี่ UHF ซึ่งเป็นย่านความถี่สูงความยาวจึงคลื่นลดลง การดูดกลืนคลื่นของเม็ดฝนจึงมีผลมากกว่าย่านความถี่ที่ต่ำกว่า เช่น ย่านความถี่ VHF เป็นต้น

5) การสื่อสารเป็นทั้ง Voice & Data Communication

5.1) การสื่อสารแบบ Voice Communication เป็นการสื่อสารโดยใช้ปุ่มกดแบบ Put-to-Talk ปกติ ซึ่งในการส่งสัญญาณจะใช้การปรับคลื่นทางความถี่ (Frequency Modulation)

5.2) การสื่อสารแบบ Data Communication เป็นการสื่อสารโดยต่อเครื่องคอมพิวเตอร์ผ่านพอร์ท Net Data Carrier ซึ่งวิทยุนี้จะมีโมเด็มในตัวโดยที่โมเด็มนี้จะใช้การ Modulation แบบ PSK ในการแปลงจากสัญญาณดิจิทัลไปเป็นอนาล็อก

6) นอกจากรองรับการสื่อสารทั้งสองแบบในข้อ 5 แล้ว ชุดวิทยุถ่ายทอดนี้ยังสามารถรองรับการสื่อสารทางสายได้อีก นั่นคือ สามารถใช้งานร่วมกับเครื่องชุมสายแบบ DX-111 ซึ่งเป็นทั้ง Switching และ Multiplexing ได้ ที่วิทยุถ่ายทอดนี้ใช้งานร่วมกับ DX-111 ได้ เพราะทั้งวิทยุถ่ายทอดและเครื่องชุมสายสนามมี TDM-Interface ที่เป็นไปตามมาตรฐานเดียวกันของ Eurocom ทำให้วิทยุถ่ายทอดนี้สามารถใช้งานร่วมกับเครื่องชุมสายสนามได้ ดังนั้นชุดวิทยุนี้จึงมีข้อได้เปรียบตรงที่สามารถใช้งานทางโทรศัพท์ได้อีก โดยที่ชุดวิทยุถ่ายทอดนี้จะทำหน้าที่เสมือนตัวกลางให้กับเครื่องชุมสายสนามทั้งสองฝั่งนั่นเอง

7) ระยะทางในการติดต่อสื่อสาร เมื่อใช้สถานีในการทวนสัญญาณ ประมาณ 40 กิโลเมตร ขึ้นอยู่กับภูมิประเทศ สภาพภูมิอากาศ และกำลังออกอากาศ

8) โหมดการทำงาน มี 2 โหมดคือ

8.1) โหมดทำงานปกติ (Fixed Frequency) ในโหมดนี้จะไม่มีการใช้ความถี่ก้าวกระโดด

8.2) โหมดความถี่ก้าวกระโดด (Frequency Hopping) ในโหมดนี้จะมีการใช้ความถี่ก้าวกระโดด

9) ควบคุมการใช้งานโดยเป็นปุ่มบนหน้าปัทม์

10) ใช้ระบบ Processor Control ซึ่งมีการทำงานรูปแบบ Guide นำ ทำให้ลดข้อผิดพลาดของพนักงานได้ รวมทั้งสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง เช่น กรณีผู้ใช้ต้องการใช้งานในโหมดการทำงานความถี่ก้าวกระโดด เมื่อผู้ใช้เข้าไปในโหมดนั้นแล้วแต่เกิดลืมขั้นตอนการทำงาน กดปุ่มผิด ชุดวิทยุถ่ายทอดนี้ก็จะเตือนว่าผิดรวมทั้ง ที่จอก็จะบอกผู้ใช้จะต้องทำอะไรบ้างเป็นขั้นตอนๆไป เป็นต้น

11) ง่ายในการซ่อมบำรุงสามารถแยกได้จนถึง sub unit ที่เสีย เนื่องจากมีวงจรตรวจสอบตัวเองอัตโนมัติ ทำให้สามารถได้ว่ามีจุดใดเสียบ้าง คือ ชุดวิทยุนี้จะมีวงจรทำหน้าที่ตรวจสอบการทำงานของทุก Module โดยอัตโนมัติ เมื่อชุดวิทยุมีการทำงาน ถ้ามี Module ใดที่เสีย ก็จะมีไฟเตือน (Alarm) สีแดงที่จะคอยเตือนให้

ผู้ใช้ทราบว่ามี Module ใดบ้างที่เสีย นอกจากนี้ยังมีปุ่ม Test ที่ให้ผู้ใช้สามารถตรวจสอบได้ด้วยตนเองด้วย

12) แรงดันไฟใช้งาน

12.1) ใช้ไฟ 220 V.AC

12.2) ใช้ไฟ 24 V.DC ได้ในกรณีที่ไฟ 220 V.AC ชัดข้อง

13) กำลังออกอากาศ low 1 วัตต์ high 15 วัตต์ และ auto 1-15 วัตต์

14) สามารถใช้ได้แบบประจำที่(โดยใช้เสาสูง 18 เมตร ที่ชื่อ TAM-18) และแบบเคลื่อนที่ (โดยใช้สายอากาศแบบ Whip) และสามารถเป็นสถานีถ่ายทอดได้เมื่อต้องการเพิ่มระยะการติดต่อสื่อสาร

15) มีระบบแยกความถี่ที่มีคุณภาพการรับส่งที่เลวออกจากระบบ โดยเราสามารถกำหนดความถี่ห้ามใช้ได้จำนวนทั้งสิ้น 20 Subband

4.2.1.2 การต่อต้านการก่อกวน (Anti-Jamming ECCM)

ชุดวิทยุถ่ายทอด RL-422A มีระบบต่อต้านการก่อกวน โดยใช้หลักการของ

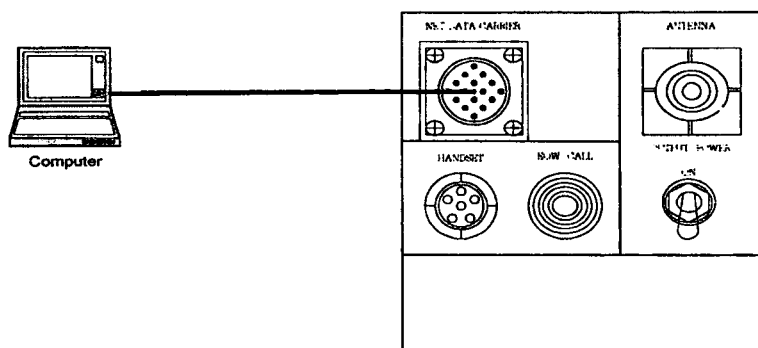
1) ความถี่ก้าวกระโดด (Frequency Hopping) นั่นคือ ทั้งฝั่งผู้ส่งและผู้รับจะต้องมีการกำหนดรูปแบบของ Key ให้ตรงกัน เพื่อกำหนดรูปแบบของการ Hopping โดยที่ Key นี้มีจำนวน 20 Key และเพื่อเป็น Synchronize การ Hop ด้วย

2) การจำกัดกำลังส่ง (Automatic Power Regulation) เพื่อหลีกเลี่ยงการรบกวนหรือการก่อกวนนั้น ชุดวิทยุถ่ายทอดนี้จะทำการลดกำลังส่งโดยอัตโนมัติ

4.2.1.3 การสื่อสารข้อมูล (Data Communication)

ในการส่งข้อมูลนั้นเป็นแบบ Synchronous อย่างเดียว ซึ่งความเร็วในการส่งข้อมูลมีอยู่ 2 อัตราคือ 512 และ 1024 Kbit/s และถ้าต้องการความเร็วที่ 256 และ 2048 Kbit/s ต้องมีการสั่งเป็นพิเศษ

สำหรับชุดวิทยุถ่ายทอดนี้สามารถส่งข้อมูลผ่านคอมพิวเตอร์ได้โดยต่อผ่านทางขั้วต่อ Net Data Carrier โดยไม่ต้องมีโมเด็มมาต่อ เนื่องจากใช้โมเด็มในตัว นอกจากนี้ชุดวิทยุถ่ายทอดจะปรับตัวเองในการส่งรับข้อมูลได้ตามกำลังส่งไม่ว่าจะเป็นเท่าใดก็ตาม ดังรูปที่ 22



4.2.1.4 การเลือกที่ตั้งสถานีสำหรับ RL-422A

ความถี่วิทยุที่ใช้ใน RL-422A เดินทางในลักษณะคล้ายคลึงกับการเดินทางของแสงเหนือพื้นดิน (คลื่นตรง) หรือเดินทางในระดับสายตา (Line of Sight) สิ่งกีดขวางขนาดใหญ่ในเส้นทางระหว่างเครื่องส่งและเครื่องรับ เช่น ภูเขา ป่าทึบ อาคารขนาดใหญ่ และโครงสร้างที่ทำด้วยเหล็ก ล้วนแล้วแต่เป็นสิ่งที่ลดทอนกำลังของคลื่นวิทยุเป็นอย่างมาก ดังนั้นเมื่อจะทำการเลือกที่ตั้งสถานีจะต้องใช้ความระมัดระวังดังกล่าว และต้องพิจารณาถึงสภาพภูมิประเทศและระยะทางระหว่างสถานี เพราะในพื้นที่ที่ตั้งสถานีที่เหมาะสมและปราศจากสิ่งกีดขวาง จะทำให้ได้ค่าการทำงานของระบบมีประสิทธิภาพที่ดี (System Value) และเพื่อหลีกเลี่ยงการรบกวนที่เกิดจากไฟฟ้า ไม่ควรตั้งสถานีใกล้สายไฟฟ้าหรือถนนที่มีการจราจรหนาแน่น ถ้าหากในกรณีพื้นที่หรือภูมิประเทศมีภูเขาจำนวนมากจนไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้ หรือ กรณีในพื้นที่ปฏิบัติการของหน่วยปฏิบัติในสนามมีขอบเขตครอบคลุมพื้นที่ เกินระยะการติดต่อสื่อสารของชุดวิทยุถ่ายทอดจากเครื่องส่งไปยังเครื่องรับ ซึ่งประมาณ 25 ไมล์ สำหรับข้อพิจารณาในการแก้ปัญหาก็คือ การใช้สถานีทวนสัญญาณเพิ่มขึ้น หรือเป็นการเพิ่ม hop ในการติดต่อสื่อสารนั่นเอง แต่อย่างไรก็ตาม ก็ต้องพิจารณาจำนวนเครื่องมือสื่อสารที่เราถืออยู่เป็นทางเลือกประกอบกับพื้นที่ปฏิบัติการเป็นอีกกรณีหนึ่งด้วย โดยสรุปคือ

- 1) พิจารณาระยะทางในการติดต่อสื่อสารว่าประมาณเท่าไร
- 2) พิจารณาสภาพภูมิประเทศจากแผนที่และตรวจดูว่าไม่มีสิ่งกีดขวาง ตั้งอยู่ในเส้นทางในการติดต่อสื่อสาร
- 3) เลือกที่ตั้งสถานีที่สามารถหลีกเลี่ยงสิ่งกีดขวางที่อาจจะลดทอนความแรงของคลื่นวิทยุในพื้นที่รอบๆที่ตั้งในการเลือกที่ตั้งสถานี อาจจะเป็นข้อดี ถ้าสามารถเลือกที่ตั้งสถานีที่ไกลเขาในทิศทางที่ติดต่อสื่อสารได้
- 4) แต่ถ้าหากกรณีหลีกเลี่ยงสิ่งกีดขวางไม่ได้จริงๆก็ต้องพิจารณาการใช้สถานีทวนสัญญาณ
- 5) กำหนดจำนวนของชุดวิทยุถ่ายทอดที่ต้องใช้ในการปฏิบัติการ

4.2.1.5 ระบบการติดต่อสื่อสาร

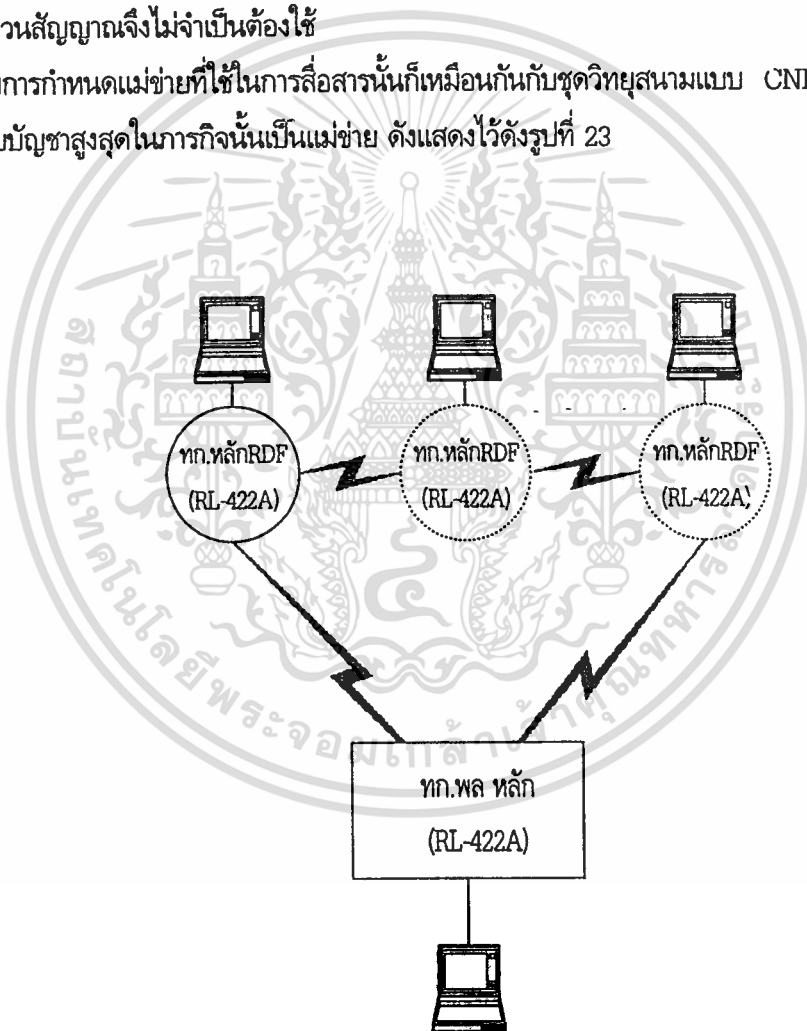
ชุดวิทยุถ่ายทอดสนามแบบ RL-422A ทำงานในย่านความถี่ UHF จะใช้คลื่นวิทยุไมโครเวฟเป็นตัวกลางในการติดต่อสื่อสาร การเดินทางของคลื่นจึงอยู่ในระดับสายตา ดังนั้น ย่านความถี่นี้จะมีผลต่อสภาพภูมิอากาศ เช่น ฝนฟ้า ในเรื่องของเม็ดฝนจะดูดกลืนคลื่น หรือสิ่งกีดขวางทางธรรมชาติ เช่น ป่าไม้หรือภูเขา จะเป็นอุปสรรคในการเดินทางของคลื่น มากกว่าย่านความถี่ที่ต่ำกว่าย่านนี้ เช่น ความถี่ย่าน VHF เป็นต้น

ชุดวิทยุถ่ายทอดนี้สามารถรองรับการติดต่อสื่อสารได้ทั้งแบบ Voice Communication ซึ่งเป็นการทำงานปกติโดยใช้ Handset และ แบบ Data Communication โดยต่อใช้สายต่อเข้ากับคอมพิวเตอร์ผ่านพอร์ต Net Data Carrier

เนื่องจากชุดวิทยุถ่ายทอดนี้ใช้ระบบสายอากาศที่ออกอากาศแบบบังคับทิศทาง และคลื่นไมโครเวฟมีลักษณะการเดินทางเป็นเส้นตรง จึงสามารถรองรับการสื่อสารแบบ Point-to-point เท่านั้น ทำให้ผู้ส่งสามารถสื่อสารได้กับผู้รับได้เครื่องเดียว ณ เวลาหนึ่งเท่านั้น ดังนั้นถ้ามีการจัดตั้งหน่วยพร้อมรถเคลื่อนที่เร็วเพิ่มขึ้นในอนาคต ชุดวิทยุนี้จึงมีขีดจำกัดตรงที่ไม่สามารถรองรับการติดต่อสื่อสารระหว่างที่บัญชาการหลักของกองพลกับที่บัญชาการหลักของหน่วยพร้อมรถเคลื่อนที่เร็วหลายๆหน่วยพร้อมกันได้ อย่างไรก็ตามถ้ามีหน่วยเพิ่มขึ้นเรา

สามารถเชื่อมโยงระบบเข้าเป็น loop ได้ แต่การสื่อสารจากกองพลไปยังหน่วยพร้อมรบเคลื่อนที่เร็วหลายหน่วยก็ไม่สามารถสื่อสารพร้อมกันได้ นอกจากนี้ถ้าหน่วยมีการย้ายที่ตั้ง การปรับทิศทางของสายอากาศก็มีความจำเป็นที่จะต้องมีการปรับจูนสายอากาศของทั้งสองฝั่งให้มีทิศทางตรงกันด้วย และถ้าระยะทางในการติดต่อสื่อสารไกลมากชุดวิทยุถ่ายทอดแบบ RL-422A ยังสามารถเป็นสถานีทวนสัญญาณได้อีกด้วย ซึ่งการทวนสัญญาณนี้ที่สถานีทวนสัญญาณจะใช้การรับที่ความถี่หนึ่งจากเครื่องส่งและส่งที่อีกความถี่หนึ่งไปยังเครื่องรับ แต่อย่างไรก็ตาม ระยะทางในการติดต่อสื่อสารระหว่างที่บัญชาการหลักของกองพลกับที่บัญชาการหลักของหน่วยพร้อมรบเคลื่อนที่เร็วที่พิจารณานั้น ไม่ไกลเกินกว่าขีดความสามารถของชุดวิทยุถ่ายทอดนี้ การพิจารณาใช้สถานีทวนสัญญาณจึงไม่จำเป็นต้องใช้

สำหรับการกำหนดแม่ข่ายที่ใช้ในการสื่อสารนั้นก็เหมือนกับชุดวิทยุสนามแบบ CNR-900 คือจะกำหนดให้ผู้บังคับบัญชาสูงสุดในภารกิจนั้นเป็นแม่ข่าย ดังแสดงไว้ดังรูปที่ 23



VOICE & DATA COMMUNICATION

UHF/FM RL-422A

4.3 ข้อพิจารณาในการเลือกใช้วิทยุสนาม

4.3.1 ปัญหาอุปสรรคและข้อจำกัดในการเลือกชุดวิทยุ

ในการศึกษาวิเคราะห์และพิจารณาการนำชุดวิทยุสนามมาใช้ในการติดต่อสื่อสารนั้น อยู่ภายใต้ปัญหาและอุปสรรคหรือข้อจำกัด ดังต่อไปนี้ คือ

4.3.1.1 พื้นที่ในการติดต่อสื่อสารระหว่างที่บัญชาการหลักของกองพลกับที่บัญชาการหลักของหน่วยพร้อมรบเคลื่อนที่เร็วในแนวหน้าที่ทำการศึกษาเพื่อประกอบในการพิจารณาชุดวิทยุสนามมาใช้นั้น ไม่สามารถศึกษาได้ทั่วทุกพื้นที่ของประเทศไทย แต่จะกระทำได้เฉพาะพื้นที่หนึ่งเท่านั้น

4.3.1.2 จากการศึกษาในด้านคุณลักษณะทางเทคนิคของชุดวิทยุสนามนั้น ยังมีข้อจำกัดในเรื่องของรายละเอียดภายในของเทคนิคบางเทคนิค เช่น เทคนิคของความถี่ก้าวกระโดดว่าทำงานอย่างไร ใช้อัลกอริทึมแบบไหน ที่เป็น Proprietary ของทางบริษัทซึ่งไม่สามารถเปิดเผยได้

4.3.1.3 การทดสอบขีดความสามารถเพื่อใช้ในการศึกษาอาศัยการทดลองบางส่วนในห้องปฏิบัติการเท่านั้น ซึ่งเราไม่สามารถทราบถึงขีดความสามารถในการทำงานจริงได้ เนื่องจากขีดความสามารถจะวัดได้จริงๆก็จะต้องอาศัยการทดสอบทางกายภาพ ภายใต้สภาพภูมิประเทศและภูมิอากาศจากพื้นที่ปฏิบัติงานจริง

4.3.2 ปัจจัยที่นำมาพิจารณา

สำหรับแต่ละปัจจัยที่จะนำมาพิจารณาการเลือกใช้ชุดวิทยุสนามนั้น จะกระทำภายใต้ปัญหาอุปสรรคและข้อจำกัดดังกล่าวข้างต้น ซึ่งปัจจัยที่จะนำมาพิจารณาเปรียบเทียบมีดังนี้

4.3.2.1 คุณลักษณะและขีดความสามารถทางเทคนิค

ปัจจัยข้อนี้จะทำการเปรียบเทียบขีดความสามารถหลักๆของแต่ละชุดวิทยุสนามที่สามารถแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจากระบบเดิม ซึ่งแบ่งเป็นหัวข้อย่อยที่จะนำมาเปรียบเทียบดังนี้คือ

- 1) ระบบรักษาความปลอดภัย
- 2) อัตราเร็วในการส่งข้อมูล
- 3) กำลังส่งหรือกำลังออกอากาศ
- 4) แหล่งจ่ายพลังงาน
- 5) ระยะทางในการติดต่อสื่อสาร
- 6) สื่อกลางที่ใช้, ผลของคลื่นและสภาพภูมิประเทศและภูมิอากาศที่มีผลกระทบ
- 7) การสื่อสารข้อมูล

4.3.2.2 คุณลักษณะทางการสื่อสารยุทธวิธีและการปฏิบัติงาน

นอกจากขีดความสามารถทางเทคนิคที่เหมาะสมแล้ว ความเหมาะสมทางยุทธวิธีเป็นอีกปัจจัยที่สำคัญในการพิจารณาเครื่องมือสื่อสารมาใช้ระหว่างหน่วยทางทหาร ซึ่งแบ่งเป็นหัวข้อย่อยที่จะนำมาเปรียบเทียบดังนี้คือ

- 1) ตอบสนองความต้องการเบื้องต้นของการสื่อสารทางยุทธวิธี นั่นคือ เครื่องมือสื่อสารที่ใช้ต้องให้การสื่อสารที่มีความรวดเร็ว, มีความแน่นอนและมีความปลอดภัย
- 2) ความเหมาะสมของเครื่องมือสื่อสาร ซึ่งจะพิจารณาที่

- 2.1) เวลาในการติดตั้ง
- 2.2) จุดอ่อนต่อการปฏิบัติของข้าศึก
- 2.3) ความคงทนต่อสภาพภูมิประเทศและภูมิอากาศ
- 3) สามารถสนับสนุนส่วนต่างๆในสนามได้ จะพิจารณาที่
 - 3.1) การจัดตั้งหน่วยเพิ่มเติมในอนาคต
- 4) ความง่ายในการปฏิบัติงาน
- 5) การรักษาความปลอดภัย ในข้อนี้พิจารณาเช่นเดียวกับข้อย่อยที่ 1 ของหัวข้อ 4.3.2.1
- 6) ความอ่อนตัว จะพิจารณาที่
 - 6.1) ความผันแปรตามสถานการณ์
 - 6.2) การย้ายที่ตั้งของหน่วย

4.3.2.3 ราคาของชุดวิทยุแต่ละชนิด

ในปัจจัยข้อนี้จะเป็นการเปรียบเทียบราคาของชุดวิทยุสนามทั้ง 2 ชุด ที่ประกอบด้วยอุปกรณ์มาตรฐานว่าจะ เป็นจำนวนเงินเท่าไร

4.3.2.4 ค่าใช้จ่ายในด้านต่างๆ

ในปัจจัยข้อนี้ จะเป็นค่าใช้จ่ายที่ทางกองทัพต้องเป็นผู้เสียค่าใช้จ่ายโดยที่ทางบริษัทมิได้เป็นผู้รับผิดชอบ ซึ่ง แบ่งออกเป็นเรื่องต่อไปนี้คือ

- 1) ค่าใช้จ่ายในการอบรมศึกษา แบ่งเป็นค่าใช้จ่ายในเรื่อง
 - 1.1) ค่าใช้จ่ายฝึกอบรมเจ้าหน้าที่ระดับผู้ใช้งานและการบำรุงรักษาในภาคสนาม เป็นเวลา 2 สัปดาห์
 - 1.1.1) ค่าเบี้ยเลี้ยงของกำลังพล ทั้งชั้นนายทหารและนายสิบ
 - 1.1.2) ค่าใช้จ่ายการใช้แหล่งจ่ายพลังงาน ระยะเวลาในการฝึกอบรม 8 ชั่วโมงต่อ 1 สัปดาห์
 - เมื่อใช้ไฟ 24VDC ของยานพาหนะ อัตราสิ้นเปลือง 5 ลิตรต่อ 1 ชั่วโมง (CNR-900)
 - เมื่อใช้ไฟ 220VDC ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า อัตราสิ้นเปลือง 2.5 ลิตรต่อ 1 ชั่วโมง (RL-422A)
- 2) ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา ระยะเวลา 5 ปี
 - 2.1) ค่าเสื่อมราคาของเครื่องมือสื่อสาร คิดที่ 5% ต่อ 1 ปี

4.3.3 วิธีการที่ใช้พิจารณา

วิธีการพิจารณาปัจจัยทั้ง 4 ข้อ มีดังนี้คือ

4.3.3.1 กำหนดค่าน้ำหนักโดยรวมของทั้ง 4 ปัจจัยที่นำมาพิจารณา

4.3.3.2 ปัจจัยข้อที่ 1 และปัจจัยข้อที่ 2 จะใช้การพิจารณาดังนี้คือ

- 1) ทำการแยกพิจารณาทั่วไปในหัวข้อย่อยของปัจจัยทั้ง 2 ข้อของแต่ละชุดวิทยุ แล้วจึงสรุปข้อดีข้อเสียและ คุณลักษณะของปัจจัยทั้ง 2 ข้อโดยรวม
- 2) ในข้อสรุปคุณลักษณะของปัจจัยทั้ง 2 ข้อ แล้วใช้วิธีการกำหนดค่าน้ำหนัก โดย
 - 2.1) กำหนดน้ำหนักย่อยลงไปให้กับแต่ละหัวข้อย่อยตามความสำคัญเป็นสัดส่วนไปใน 100 % จากนั้นมา

ให้คะแนนแต่ละหัวข้อย่อย โดยมีคะแนนเต็ม 10 คะแนน จากนั้นก็นำคะแนนที่ได้ให้คูณกับค่าน้ำหนักของแต่ละหัวข้อย่อย สุดท้ายก็จะทำการรวมคะแนนที่ได้จากการคูณกับค่าน้ำหนัก

2.2) นำคะแนนรวมที่ได้จากการคูณน้ำหนักแล้วของข้อย่อยในข้อ 2.1 มาคูณกับน้ำหนักโดยรวมของแต่ละปัจจัยได้รับในข้อ 4.3.3.1

4.3.3.3 ปัจจัยข้อที่ 3 และปัจจัยข้อที่ 4 จะใช้การพิจารณาดังนี้คือ

- 1) ทำตารางเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายของแต่ละชุดวิทยุ ที่เป็นตัวเงิน
- 2) จากตารางเปรียบเทียบของปัจจัยทั้ง 2 ข้อและรวมค่าใช้จ่าย จากนั้นใช้วิธีการกำหนดค่าน้ำหนักโดย

2.1) กำหนดคะแนนเต็ม 10 คะแนน และทำการให้คะแนนแก่แต่ละชุดวิทยุโดยที่ ถ้าชุดวิทยุใดมีค่าใช้จ่ายรวมถูกกว่า จะได้รับคะแนนเต็ม 10 คะแนน ส่วนรองมาจะได้รับ คะแนน 9 คะแนน

2.2) นำคะแนนในข้อ 2.2.1 มาคูณกับน้ำหนักโดยรวมที่แต่ละปัจจัยได้รับในข้อ 4.3.3.1

4.3.3.4 ข้อสรุปจากการพิจารณา จากข้อ 4.3.3.2 และข้อ 4.3.3.3

- 1) สรุปข้อดีและข้อเสียของชุดวิทยุสนามทั้ง 2 ชนิดโดยรวม
- 2) สรุปวิธีการที่ใช้การกำหนดค่าน้ำหนักโดยรวม
- 3) เลือกชุดวิทยุสนามที่เหมาะสมที่มีการพิจารณาตามที่กล่าวมา

4.3.4 การพิจารณา

4.3.4.1 การกำหนดน้ำหนักโดยรวมของปัจจัยทั้ง 4 ข้อ

การกำหนดน้ำหนัก เป็นวิธีการหนึ่งที่จะช่วยสนับสนุนในการตัดสินใจ โดยวิธีการนี้จะเป็นการกำหนดให้ความสำคัญของปัจจัยที่เราพิจารณาทั้งหมด ให้เท่ากับ 1 หน่วยหรือ 100 % และแต่ละปัจจัยก็จะกำหนดให้เป็นสัดส่วนที่แตกต่างกันไปตามลำดับความสำคัญ เนื่องจากการวิเคราะห์ทางเลือกชุดวิทยุสนามสำหรับทางทหารก็เช่นกัน แต่ละปัจจัยที่นำมาพิจารณามีลำดับความสำคัญแตกต่างกันไป ดังนั้นในโครงการนี้จึงนำการกำหนดน้ำหนักมาใช้ในการวิเคราะห์ทางเลือกด้วย เพื่อสนับสนุนการตัดสินใจให้กับผู้บังคับบัญชา โดยเกณฑ์กำหนดน้ำหนักสำหรับแต่ละปัจจัยนี้จะกำหนดจาก นโยบายของผู้บังคับบัญชาเป็นเกณฑ์ ดังนี้

ปัจจัย (Criteria)	ค่าน้ำหนักที่กำหนด (Weight)
1. คุณลักษณะทางเทคนิคและความต้องการพื้นฐาน	40%
2. ความเหมาะสมตามหลักนิยมทางยุทธวิธี	40 %
3. ราคาต้นทุน	15 %
4. ค่าใช้จ่ายในด้านต่างๆ	5 %

จากตารางกำหนดน้ำหนักนี้ จะพบว่าความสำคัญของคุณลักษณะทางเทคนิคและความเหมาะสมทางยุทธวิธี มีความสำคัญที่สุดทั้ง 2 ปัจจัย เนื่องจากชุดวิทยุที่จะนำมาใช้นั้นจะต้องตอบสนองการปฏิบัติงานทางยุทธวิธี และมีขีดความสามารถทางเทคนิคที่รองรับความต้องการพื้นฐานได้ จึงจะทำให้การนำชุดวิทยุดังกล่าวไปใช้งาน ด้านการสื่อสารกับหน่วยพร้อมรบเคลื่อนที่เร็ว ก่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด จึงกำหนดค่าน้ำหนักไว้ที่ 40% เท่ากัน ส่วนปัจจัยของราคาชุดวิทยุเป็นปัจจัยรองลงมา เนื่องจากเป็นราคาค่อนข้างสูง จึงกำหนดค่าน้ำหนักไว้ที่ 15% และสุดท้ายจะเป็นค่าใช้จ่ายในด้านต่างๆที่มีความสำคัญน้อยที่สุด จึงกำหนดค่าน้ำหนักไว้ที่ 5%

4.3.4.2 ข้อพิจารณาปัจจัยที่ 1 และปัจจัยที่ 2

ปัจจัยที่ 1 คุณลักษณะและขีดความสามารถทางเทคนิคของชุดวิทยุแต่ละชนิด

ในการศึกษาหัวข้อนี้ จะได้พิจารณาถึงขีดความสามารถทางเทคนิคที่มีความสำคัญของแต่ละชุดวิทยุสนาม ที่มีผลต่อประสิทธิภาพของระบบการติดต่อสื่อสาร ซึ่งผู้ศึกษาได้กำหนดหัวข้อตามที่ผู้บังคับบัญชาได้ให้คำแนะนำและกำหนดขึ้น โดยอาศัยความต้องการพื้นฐานขั้นต้นและพิจารณาจากปัญหาที่เกิดขึ้นของระบบการสื่อสารเดิมในการพิจารณาควบคู่กันไป สำหรับหัวข้อที่ใช้พิจารณาขีดความสามารถทางเทคนิคมีดังนี้คือ

1.1) ระบบรักษาความปลอดภัย (Security System)

จากปัญหาเดิมที่เกิดขึ้น ระบบความปลอดภัยมีความสำคัญต่อระบบการสื่อสารมาก ซึ่งจากระบบทางสายเดิม ก่อให้เกิดปัญหา เช่น ความเสียหายของสายโทรศัพท์ที่เกิดขึ้น, การดักฟังการสื่อสารโดยการเกาะสาย เป็นต้น จากปัญหาดังกล่าวจะทำให้ระบบการสื่อสารขาดความปลอดภัยและไม่มีประสิทธิภาพ ทำให้ข้อมูลข่าวสารอาจตกอยู่ในความครอบครองของฝ่ายตรงข้ามได้ ดังนั้น ระบบการรักษาความปลอดภัยจึงเป็นคุณลักษณะหนึ่งที่จะเป็น สำหรับการพิจารณาชุดวิทยุสนามแบบใหม่ เพื่อให้สามารถรองรับกับปัญหาที่เกิดขึ้นจากระบบทางสายเดิมได้

สำหรับ CNR-900 มีระบบรักษาความปลอดภัย โดยใช้เทคนิคของระบบการเข้ารหัสและถอดรหัส (Encryption & Decryption) ซึ่งใช้ Cipher Key หรือกุญแจรหัส จำนวน 10 key ซึ่ง Key นี้จะเป็นตัวกำหนดรูปแบบ (Patterns) ของการเข้ารหัสว่าจะเข้ารหัสแบบไหน จึงทำให้ฝ่ายตรงข้ามไม่สามารถทราบข้อมูลจริงที่ทำการส่งได้ ถึงแม้จะดักจับได้แต่ไม่สามารถถอดรหัสได้(ถึงได้แต่ก็ใช้เวลานาน) และยังมีระบบป้องกันการก่อกวน (Anti-Jamming) จากฝ่ายตรงข้าม โดยใช้ความถี่ที่ก้าวกระโดด (Frequency Hopping) โดยใช้ key เพื่อกำหนดรูปแบบของการ hop ของทั้ง 2 ฝั่ง จำนวน 10 key ซึ่งประโยชน์ของหลักการนี้ใช้ได้ทั้งในแง่ของการป้องกันการดักจับและป้องกันการก่อกวนจากฝ่ายตรงข้าม เนื่องจากความถี่ที่ใช้ในการส่งและรับข้อมูลนั้นจะกระโดดไปมาตามรูปแบบที่ถูกกำหนดขึ้น การดักจับและการก่อกวนจึงกระทำได้ยากมาก ยกเว้นเมื่อถูกก่อกวนแบบตลอดทั้งย่านความถี่ ซึ่งการก่อกวนแบบนี้ไม่นิยมเนื่องจากใช้กำลังออกอากาศสูงมาก สำหรับเทคนิคทั้ง 2 แบบที่ใช้ นี้ จะเป็น Proprietary ของทางบริษัท

RL-422A มีระบบรักษาความปลอดภัย ซึ่งป้องกันการก่อกวน (Anti-Jamming) จากฝ่ายตรงข้าม โดยใช้เทคนิคของความถี่ที่ก้าวกระโดด (Frequency Hopping) โดยใช้ key เพื่อกำหนดรูปแบบของการ hop ของทั้ง 2 ฝั่ง จำนวน 20 key ซึ่งแต่ละ Key นี้จะเป็นตัวกำหนดรูปแบบของการเข้ารหัสว่าจะเข้ารหัสแบบไหน เช่นเดียวกันและยังใช้เทคนิคของการจำกัดกำลังส่งโดยอัตโนมัติเมื่อถูกก่อกวน (Automatic Power Regulation)

โดยกำลังส่งหรือออกอากาศของเครื่องส่ง จะถูกจำกัดโดยอัตโนมัติเมื่อถูกก่อกวน แต่ทั้งนี้การจำกัดการส่ง ต้องให้เครื่องรับของฝ่ายเราสามารถรับได้ในระดับสัญญาณมีคุณภาพเพียงพอที่ทั้งคู่สถานีนั้นยอมรับได้ เช่นเดียวกันเทคนิคของการใช้ความถี่ก้ำวาระโดดเป็น Proprietary ของทางบริษัท

นอกจากในแง่ของการป้องกันและรักษาความปลอดภัยในการติดต่อสื่อสารที่กล่าวมาแล้วนั้น ชุดวิทยุทั้งสองชนิดยังรองรับปัญหาที่เกิดจากการวางระบบติดต่อสื่อสาร นั่นคือ ในระบบทางสายเดิมนั้นปัญหาที่ต้องกังวลและยุ่งยากก็คือในเรื่องของสายโทรศัพท์ที่ใช้เป็นตัวกลาง เพราะไม่สามารถดูแลป้องกันได้ตลอดเส้นทางที่ทำการวางสาย แต่ชุดวิทยุแบบใหม่ทั้งสองชนิดจะตัดปัญหาตรงนี้ได้เนื่องจากใช้คลื่นวิทยุเป็นตัวกลางในการเชื่อมต่อระบบการสื่อสาร

จากการพิจารณาสรุปได้ว่า เทคโนโลยีในการรักษาความปลอดภัยของทั้งสองชุดวิทยุ สำหรับการป้องกันการก่อกวนต่างก็ใช้หลักการของความถี่ก้ำวาระโดดเป็นหลักซึ่ง RL-422A จะมี Key ซึ่งเป็นตัวกำหนดรูปแบบของการ Hopping ที่มากกว่า CNR-900

นอกจากนี้ CNR-900 ยังมีการใช้เทคนิคของการเข้ารหัสเพื่อรักษาความปลอดภัยในการส่งข้อมูลด้วย แต่ RL-422A ไม่มี และในส่วนของเทคนิคของการจำกัดกำลังส่งโดยอัตโนมัติซึ่ง CNR-900 ไม่มี แต่ที่ RL-422A มีใช้นั้น ถึงแม้จะเป็นเทคนิคที่นำมาใช้เพื่อการป้องกันการก่อกวนแต่ก็ไม่มีประสิทธิภาพเท่ากับการใช้ความถี่ก้ำวาระโดดและมีขีดจำกัดด้วย เพราะการลดกำลังส่งจะส่งผลต่อการออกอากาศที่จะทำให้ระยะทางในการติดต่อสื่อสารลดลงด้วย

1.2) อัตราเร็วในการส่งข้อมูล

CNR-900 มีอัตราเร็วในการส่งข้อมูล 2 แบบ คือ แบบที่มี Error Correction ซึ่งให้อัตราเร็วต่ำจนถึงอัตราเร็วปานกลาง คือตั้งแต่ 50-4800 bps และ แบบที่ไม่มี Error Correction ซึ่งให้อัตราเร็วในการส่งข้อมูลสูงคือที่ 16Kbps (อัตราเร็วสูงสุดของ CNR-900)

RL-422A มีอัตราเร็วในการส่งข้อมูล แบบเดียวคือ ไม่มี Error Correction ซึ่งมีให้เลือก 2 ชนิด คือ 512 และ 1024 Kbps ส่วน 256 และ 2048 Kbps เป็น optional ต้องสั่งพิเศษ

จากการพิจารณาสรุปได้ว่า เมื่อพิจารณาการทำงานที่ไม่มี Error Correction แล้ว ความเร็วในการส่งข้อมูล RL-422A จะมีอัตราการส่งข้อมูลที่เร็วกว่า CNR-900 แต่อย่างไรก็ตาม CNR-900 ก็มีข้อได้เปรียบตรงที่มีโหมดของ Error Correction ซึ่ง RL-422A ไม่มี

1.3) กำลังออกอากาศ (Power Output)

เนื่องมาจากระยะทางในการติดต่อสื่อสารระหว่างที่บัญชาการหลักของกองพลกับที่บัญชาการหลักของหน่วยพร้อมรบเคลื่อนที่เร็วในแนวหน้านั้น เป็นระยะทางประมาณ 25-40 กม. อีกทั้งเส้นทางในการสื่อสารไม่ได้เป็นพื้นราบแต่มีลักษณะเป็นภูมิประเทศมีทั้งป่าไม้และภูเขา กำลังออกอากาศจึงเป็นคุณลักษณะทางเทคนิคที่สำคัญต่อประสิทธิภาพของระบบการติดต่อสื่อสาร

สำหรับ CNR-900 มีกำลังออกอากาศต่ำสุดที่ 0.25w ขนาดกลาง 4w และสูงสุดที่ 50 w ส่วน RL-422A มีกำลังออกอากาศ ที่ต่ำสุดที่ 1w สูงสุดที่ 15w และแบบอัตโนมัติตั้งแต่ 0.1-15 w

จากการพิจารณาสรุปได้ว่า CNR-900 มีกำลังออกอากาศที่สูงกว่า RL-422A จึงทำให้สามารถส่งสัญญาณได้ไกลกว่า ส่วน RL-422A มีข้อได้เปรียบตรงที่กำลังออกอากาศสามารถเลือกเป็นแบบอัตโนมัติ ทำให้ใช้ Automatic Power Regulation ในการป้องกันการก่อคลื่นได้ แต่อย่างไรก็ตามขีดจำกัดในเรื่องระยะทางในการติดต่อสื่อสารจะมีปัญหาได้เนื่องจากกำลังออกอากาศต่ำเกินไป

1.4) แหล่งจ่ายพลังงาน (Power Supply)

แหล่งจ่ายพลังงานเป็นอีกคุณลักษณะที่มีความสำคัญ เนื่องจากเวลาในการปฏิบัติภารกิจอาจไม่แน่นอน การดำรงการติดต่อสื่อสารไว้ให้ได้ตลอดเวลาจึงมีความสำคัญ ถ้าการสื่อสารขาดความต่อเนื่องแล้วการสื่อสารอาจจะล้มเหลวได้

สำหรับ CNR-900 ใช้ Power Supply ได้เฉพาะไฟ DC โดยใช้ไฟ 24VDC nominal จากแบตเตอรี่รถยนต์เป็นหลัก ซึ่งเมื่อมีการใช้งานนั้น ระยะเวลาที่ใช้งานจึงขึ้นอยู่กับน้ำมันของยานพาหนะ ซึ่งโดยปกติแล้วยานพาหนะที่ใช้เมื่อเติมน้ำมันเต็มถังจะให้การใช้งานกับชุดวิทยุได้ 24 ชั่วโมง นอกจากนี้ CNR-900 ยังใช้ไฟ 12 VDC nominal จากถ่านแบตเตอรี่ได้อีก แต่ไม่นิยมเนื่องจากให้เวลาในการปฏิบัติงานน้อยกว่าการใช้แบตเตอรี่รถยนต์ (ประมาณ 4-5 ชั่วโมง)

สำหรับ RL-422A จะใช้ Power Supply จาก ไฟ 220 VAC จากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเป็นหลัก ซึ่งเมื่อมีการใช้งานนั้น ระยะเวลาที่ใช้งานจึงขึ้นอยู่กับน้ำมันของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเป็นหลัก ซึ่งโดยปกติเมื่อใช้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าจะให้การใช้งานกับชุดวิทยุได้ประมาณ 24 ชั่วโมง (อัตราสิ้นเปลือง 2.5 ลิตรต่อชั่วโมง และความจุ 60 ลิตร)และนอกจากนี้ RL-422A ยังใช้ไฟ 24VDC nominal จากแบตเตอรี่รถยนต์ได้อีกทางหนึ่ง เนื่องจากให้เวลาใช้งานได้นานเช่นเดียวกัน โดยมีระยะเวลาการใช้งานได้ 24 ชั่วโมง เช่นเดียวกับ CNR-900 (ระยะเวลาเท่ากันเนื่องจากชุดวิทยุทั้ง 2 ชนิดใช้ยานพาหนะที่เหมือนกัน)

จากการพิจารณาสรุปได้ว่า RL-422A มีข้อได้เปรียบตรงที่สามารถใช้แหล่งจ่ายได้ทั้งแบตเตอรี่รถยนต์และแหล่งกำเนิดไฟฟ้าซึ่งทั้ง 2 แหล่งจ่ายให้เวลาการใช้งานที่นาน แต่ CNR-900 ใช้แหล่งจ่ายที่ให้เวลาการใช้งานที่นานได้เฉพาะจากแบตเตอรี่รถยนต์เท่านั้น

1.5) ระยะทางในการติดต่อสื่อสาร

- คุณลักษณะข้อนี้เป็นผลต่อเนื่องมาจากกำลังออกอากาศของแต่ละชุดวิทยุที่จะทำการติดต่อสื่อสารนั้นไกลได้มากน้อยแค่ไหน

สำหรับ CNR-900 นั้นมีระยะทางในการติดต่อสื่อสารประมาณ 8-50 กิโลเมตร ขึ้นอยู่กับกำลังออกอากาศ แต่ถ้าต้องการเพิ่มระยะการติดต่อสื่อสารก็สามารถใช้สถานีถ่ายทอดได้ ซึ่งเหมาะกับการสื่อสารตั้งแต่ระยะใกล้จนถึงระยะไกล และเนื่องจาก CNR-900 ใช้สายอากาศแบบออกอากาศรอบทิศทาง การแพร่กระจายคลื่นจึงเป็นแบบรอบทิศทาง ดังนั้นสิ่งกีดขวางทางธรรมชาติจึงไม่มีผลต่อการแพร่กระจายคลื่น เท่ากับ RL-422A ที่ใช้สายอากาศแบบบังคับทิศทาง

ส่วน RL-422A มีระยะทางในการติดต่อสื่อสาร 40 กิโลเมตรต่อ 1 hop เมื่อติดต่อสื่อสารในระดับสายตา กำลังออกอากาศไม่มีผลเท่ากับการกีดขวางทางเดินของคลื่น แต่ถ้าต้องการเพิ่มระยะการติดต่อสื่อสารหรือมี

สิ่งกีดขวางทางธรรมชาติ ก็สามารถใช้สถานีถ่ายทอดได้ ซึ่งเหมาะกับการสื่อสารระยะไกลแบบจุดต่อจุด และเนื่องจาก RL-422A ใช้สายอากาศแบบบังดับทิศ การแพร่กระจายคลื่นจึงเป็นแบบเส้นตรง ดังนั้นสิ่งกีดขวางทางธรรมชาติจึงมีผลมากต่อการแพร่กระจายคลื่นที่เป็นเส้นตรง

จากการพิจารณาสรุปได้ว่า CNR-900 เหมาะกับการสื่อสารตั้งแต่ระยะใกล้ๆจนถึงระยะไกล แต่ RL-422A เหมาะกับการสื่อสารระยะทางไกลๆแบบจุดต่อจุด เพราะระยะทางไกลๆ การตั้งเสาหรือการจัดชุดอาจมีความสิ้นเปลืองมากกว่าชุดวิทยุ CNR-900 แต่เมื่อพิจารณาจากระยะทางในการติดต่อสื่อสารระหว่างที่บัญชาการหลักของกองพลกับที่บัญชาการหลักของหน่วยพร้อมรบเคลื่อนที่เร็วในแนวหน้านั้น ทั้งสองวิทยุไม่จำเป็นต้องใช้สถานีทวนสัญญาณ นอกจากนี้ข้อเสียเปรียบของ RL-422A ก็คือต้องพิจารณาเรื่องของสิ่งกีดขวางทางธรรมชาติเพิ่มขึ้นมาอีกปัจจัยด้วย เนื่องจากการเดินทางของคลื่นเป็นแบบเส้นตรง

1.6) สื่อกลางที่ใช้, ผลของคลื่น, สภาพภูมิประเทศและภูมิอากาศที่มีผลกระทบต่อ

เนื่องจากชุดวิทยุทั้งสองชนิดใช้ย่านความถี่ VHF และ UHF ซึ่งการสื่อสารจะเป็นใช้การแพร่กระจายคลื่นเหมือนกัน แต่ก็จะมีจุดที่แตกต่างกันตามความถี่ที่ใช้นั้นคือ ยิ่งคลื่นความถี่ที่สูงขึ้นลำคลื่นที่ถูกส่งไปก็จะแคบขึ้น ทำให้ผลกระทบของคลื่นพื้นดิน, คลื่นตรงและคลื่นฟ้า มีผลต่อการสื่อสารด้วย

สำหรับ CNR-900 เป็นชุดวิทยุสนามย่านความถี่ VHF ที่อาศัยสื่อกลางการแพร่กระจายสัญญาณวิทยุในการติดต่อสื่อสาร ซึ่งสัญญาณที่ส่งออกไปจะไม่ต้องอาศัยตัวนำทางไฟฟ้า ทำให้ส่งสัญญาณจากเครื่องเดียวไปยังเครื่องรับหลายเครื่องได้เพราะสายอากาศจะออกอากาศแบบรอบทิศ ผลของคลื่นมีผลกระทบคือคลื่นพื้นดินไม่มีผล ส่วนคลื่นท้องฟ้าจะมีผล เนื่องจากสัญญาณจะสะท้อนกับชั้นบรรยากาศไอโอโนสเฟียร์ทำให้เกิดการหักเหกลับมายังพื้นโลกเพียงเล็กน้อย ส่วนคลื่นตรงจะมีผลถ้าสายอากาศตั้งอยู่เหนือผิวโลกเพียงพอ และสภาพภูมิประเทศที่เป็นป่าภูเขาไม่ค่อยมีผลกระทบ ภูมิอากาศ เช่น ฝนฟ้า ในเรื่องของเม็ดฝนจะไม่ค่อยมีผลในการดูดกลืนคลื่นเท่ากับย่านความถี่ที่สูงกว่าย่านนี้

RL-422A เป็นชุดวิทยุสนามย่านความถี่ UHF ที่อาศัยสื่อกลางไมโครเวฟที่มีการแพร่กระจายคลื่นที่มีความถี่สูงและส่งไปเป็นลำแคบ เนื่องจากการแพร่กระจายคลื่นของไมโครเวฟเป็นลำแสงตรง จากจุดหนึ่งถึงอีกจุดหนึ่ง เหมาะกับการสื่อสารในระยะสายตา ดังนั้น RL-422A จึงเป็นชุดวิทยุที่เหมาะสมสำหรับการติดต่อแบบจุดถึงจุด แต่ถ้าต้องการให้การติดต่อสื่อสารมีระยะทางไกลขึ้นหรือหลบเลี่ยงสิ่งกีดขวางทางธรรมชาติอันมีผลต่อการแพร่กระจายคลื่นของไมโครเวฟ ก็จะต้องมี สถานีถ่ายทอด และผลของคลื่นมีผลกระทบคือ คลื่นพื้นดินจะมีผลบ้างแต่น้อยมาก ส่วนคลื่นท้องฟ้าจะไม่มีผลเนื่องจากสัญญาณจะไม่สะท้อนกับชั้นบรรยากาศไอโอโนสเฟียร์ ส่วนคลื่นตรงจะมีผลที่สุด เนื่องจากคลื่นมีความถี่สูงถูกส่งเป็นลำแคบและเป็นเส้นตรง การรับส่งในแนวระดับสายตาโดยสายอากาศจะต้องตั้งอยู่เหนือผิวโลก และสภาพภูมิประเทศที่เป็นป่าภูเขาจะมีผลกระทบอย่างมาก เนื่องจากจะเป็นตัวกีดขวางทางเดินของคลื่นที่เป็นเส้นตรง ส่วนภูมิอากาศ เช่น ฝนฟ้า ในเรื่องของเม็ดฝนนั้น เนื่องจากความถี่ย่านนี้มีความยาวคลื่นสูงกว่าย่าน VHF ดังนั้นจึงมีผลในการดูดกลืนคลื่นมากกว่าย่านความถี่ที่ต่ำกว่าย่านนี้

จากการพิจารณาสรุปได้ว่า ชุดวิทยุ CNR-900 มีความเหมาะสมกว่า RL-422A เนื่องจากระยะทางรวมทั้งพื้นที่ในการสื่อสารที่นำมาศึกษานั้นเป็นระยะทางที่ไกล มีลักษณะภูมิประเทศเป็นป่าและภูเขาเป็นส่วนมาก และถ้ามีฝนตก ชุดวิทยุถ่ายทอด RL-422A ที่ใช้ไมโครเวฟในการส่งสัญญาณ จะมีขีดจำกัดตรงที่อาจจะต้องมีการตั้งเสาอากาศบนยอดเขาหรือบนสันเขา เพื่อให้การติดต่อสื่อสารอยู่ในระดับสายตา ไม่เช่นนั้นแล้ว ภูเขาซึ่งเป็นสิ่งกีดขวางทางธรรมชาติจะเป็นอุปสรรคของคลื่นในการเดินทางจากจุดหนึ่งไปจุดหนึ่ง นอกจากนั้นการตั้งเสาสูงอาจจะเป็นที่สังเกตได้ง่ายและเป็นจุดอ่อนต่อการปฏิบัติของฝ่ายตรงข้าม หรือ ถ้าจะมีการพิจารณาใช้สถานีถ่ายทอดเพื่อหลีกเลี่ยงการตั้งบนยอดเขาหรือสันเขา ปัญหาที่จะตามมาก็คือจะต้องใช้จำนวนชุดของ RL-422A มากขึ้นด้วย รวมทั้งการดูคลื่นของเมื่อดฝน เมื่อฝนตก จะมีผลกระทบอีกด้วย

1.7 การสื่อสารข้อมูล

CNR-900 สามารถรองรับการติดต่อสื่อสารได้ทั้ง voice และ data โดยที่การส่ง data นั้น จะสามารถต่อ PC เข้ากับ port ของชุดวิทยุได้โดยตรง ด้วยอัตราเร็วที่มีให้เลือกตั้งแต่ 50 จนถึง 4800 bps และในอัตราเร็วสูงสุดที่ 16 Kbps ในโหมดที่ไม่มี Error Correction โดยที่การเชื่อมต่อระหว่าง PC กับชุดวิทยุ นั้น ไม่ต้องใช้ modem (มี modem ในตัว) และเลือกส่งข้อมูลได้ทั้งแบบ Synchronous และ Asynchronous อีกด้วย

RL-422A รองรับการติดต่อสื่อสารทั้ง voice และ data ได้โดยตรง โดยจะสามารถต่อ PC เข้ากับ port ของชุดวิทยุได้ ด้วยอัตราเร็วที่มีให้เลือก 2 อัตรา คือ 512 และ 1024 Kbps โดยไม่ต้องต่อโมเด็ม

จากการพิจารณาสรุปได้ว่า ชุดวิทยุทั้งสองชนิดสามารถรองรับได้ทั้ง Voice และ Data Communication โดยที่ RL-422A จะให้อัตราการส่งข้อมูลที่สูงกว่า CNR-900

สำหรับตารางที่ 5 แสดงคุณลักษณะของชุดวิทยุทั้งสองชนิดกับความต้องการพื้นฐาน

ความต้องการพื้นฐาน	CNR-900	RL-422A
1) ระบบรักษาความปลอดภัย	1.ใช้หลักการของการเข้ารหัส 2.ใช้หลักการของความถี่ก้าวกระโดด	1.ใช้หลักการของความถี่ก้าวกระโดด 2.ใช้หลักการของการจำกัดกำลังส่งโดยอัตโนมัติ
2) รองรับการสื่อสารข้อมูล	สามารถต่อคอมพิวเตอร์เข้ากับชุดวิทยุได้โดยตรงและส่งข้อมูลด้วยความเร็ว 50-4800 bps และที่ความเร็วสูงสุดที่ 16 Kbps	สามารถต่อคอมพิวเตอร์เข้ากับชุดวิทยุได้โดยตรง และส่งข้อมูลได้ที่ความเร็ว 512 และ 1024 Kbps

จากตารางที่ 5 สรุปได้ว่าคุณลักษณะทางเทคนิคโดยพื้นฐานแล้วทั้ง 2 ชุดวิทยุสนามเป็นไปตามความต้องการพื้นฐาน แต่จะแตกต่างกันบ้างตรงที่หลักการที่ใช้ ซึ่งนอกจากคุณลักษณะทางเทคนิคที่นำมาพิจารณาแล้ว ในการพิจารณาความเหมาะสมด้านอื่น ๆ ก็มีความจำเป็น ดังจะได้กล่าวต่อไป

และสำหรับข้อดีข้อเสียและการพิจารณารายละเอียดทางเทคนิคโดยใช้การกำหนดน้ำหนัก สามารถสรุปได้ตามตารางที่ 6 และตารางที่ 7 ดังนี้

รายละเอียดทางเทคนิค	CNR-900	RL-422A
ข้อดี	1) มีการ Encryption 2) มี Frequency Hopping 3) ความเร็วในการส่งข้อมูลมีทางเลือกมากกว่า RL-422A 4) มี Error Correction 5) กำลังออกอากาศสูงกว่า RL-422A 6) เป็นสถานีถ่ายทอดได้ 7) เหมาะกับการติดต่อสื่อสารตั้งแต่ระยะใกล้ถึงระยะไกล 8) ส่งข้อมูลได้ทั้ง Synchronous และ Asynchronous 9) รองรับการสื่อสาร Voice & Data Communication 10) ลังก็คขวางไม่มีผลมากเหมือนกับ RL-422A และรองรับการสื่อสารแบบ Point-to-Multipoint	1) มี Frequency Hopping ใช้ Key มากกว่า CNR-900 2) มี Automatic Power Regulation ซึ่งสามารถจำกัดกำลังออกอากาศได้ แต่ CNR-900 ไม่มี 3) ความเร็วในการส่งข้อมูลที่สูงกว่า CNR-900 4) แหล่งจ่ายพลังงาน ใช้ได้ทั้งไฟ AC และ DC 5) เป็นสถานีถ่ายทอดได้ 6) รองรับการสื่อสารแบบ Point-to-Point 7) เหมาะกับการติดต่อสื่อสารระยะไกลที่ไม่มีสิ่งกีดขวาง 8) รองรับการสื่อสาร Voice & Data Communication
ข้อเสีย	1) Frequency Hopping ใช้ Key น้อยกว่า CNR-900 2) ไม่มี Automatic Power Regulation 3) ความเร็วในการส่งข้อมูลที่ต่ำกว่า RL-422A 4) แหล่งจ่ายพลังงาน ไม่สามารถใช้ไฟ AC	1) ไม่มีการ Encryption และ Error Correction 2) กำลังออกอากาศต่ำกว่า RL-422A 3) ไม่เหมาะกับการสื่อสารระยะไกล 4) มีขีดจำกัดเรื่องสิ่งกีดขวางทางธรรมชาติและภูมิอากาศ 5) ส่งข้อมูลแบบ Asynchronous ไม่ได้ 6) ไม่สามารถสื่อสารแบบ Point-to-Multipoint

คุณลักษณะทางเทคนิคที่สำคัญ	CNR-900			RL-422A		
	รายละเอียด	คะแนนที่ได้รับ	คะแนน* weight	รายละเอียด	คะแนนที่ได้รับ	คะแนน* weight
1. การรักษาความปลอดภัย Weight = 20 %	1) Frequency Hopping ใช้ Key กำหนดรูปแบบของ Hop จำนวน 10 Key 2) เทคนิคอื่นๆ ใช้ Encryption ใช้ Key กำหนดรูปแบบของการเข้ารหัสจำนวน 10 Key	7 2	1.4 0.4	1) Frequency Hopping ใช้ Key กำหนดรูปแบบของ Hopping จำนวน 20 Key 2) เทคนิคอื่นๆ ใช้ Automatic Power Regulation จะจำกัดกำลังส่งโดยอัตโนมัติเมื่อมีการรบกวนจากเครื่องอื่น ๆ	8 1	1.6 0.2
2. อัตราเร็วในการส่งข้อมูล Weight = 15%	ความเร็วตั้งแต่ 50 bps - 16 Kbps ซึ่งมีทั้งมีและไม่มี Error Correction	9	1.35	มี 2 อัตรา คือ 512 , 1024 Kbps ซึ่งไม่มี Error Correction	10	1.5
3. กำลังออกอากาศ Weight = 15%	1) ต่ำสุดที่ 0.25W 2) ปานกลางที่ 4W 3) สูงสุดที่ 50W	10	1.5	1) ต่ำสุดที่ 1W 2) สูงสุดที่ 15W 3) อัตราโมดูลตั้งแต่ 0.1-15W	9	1.35
4. แหล่งจ่ายพลังงาน Weight = 10%	1) ไฟ DC 24V จากแบตเตอรี่รถยนต์ และ 12V จากถ่านแบตเตอรี่	8	0.8	1) ไฟ DC 24V จากแบตเตอรี่รถยนต์ 2) ไฟ AC 220V จากเครื่องกำเนิดไฟฟ้า	8 2	0.8 0.2
5. ระยะการติดต่อสื่อสาร Weight = 10%	8-50 กิโลเมตร และเพิ่มระยะได้ด้วยการใช้สถานีถ่ายทอด	10	1.0	40 กิโลเมตรต่อ 1 hop และเพิ่มระยะได้ด้วยสถานีถ่ายทอด	10	1.0
6. สื่อกลางที่ใช้, ผลของคลื่น, สภาพภูมิประเทศและสภาพภูมิอากาศ Weight = 15%	1) VHF และ รองรับการสื่อสารแบบ Point-to-Multipoint 2) Ground wave ไม่มีผล ส่วน Sky wave มีผลเนื่องจากสัญญาณจะสะท้อนขึ้นบรรยากาศไอโอโนสเฟียร์ Direct wave มีผลถ้าสายอากาศสูงเหนือผิวโลก ภูมิประเทศและภูมิอากาศไม่มีผล	5 5	0.75 0.75	1) UHF และ รองรับการสื่อสารแบบ Point-to-Point 2) Ground wave มีผลน้อย - Sky wave ไม่มีผล เพราะสัญญาณไม่สะท้อนขึ้นบรรยากาศไอโอโนสเฟียร์ Direct wave มีผลที่สุดเพราะเป็นการสื่อสารระดับสายตาดูภูมิประเทศและภูมิอากาศมีผล	4 4	0.6 0.6
7. การสื่อสารข้อมูล Weight = 15%	1) เชื่อมต่อกับ PC ได้ 2) ความเร็วในการส่งข้อมูลที่ 16 Kbps และส่งข้อมูลได้ทั้งแบบ Synchronous และ แบบ Asynchronous	5 4.5	0.75 0.675	1) เชื่อมต่อกับ PC ได้ 2) ความเร็วในการส่งข้อมูลที่ 1024 Kbps ส่งข้อมูลได้เฉพาะ Synchronous	5 5	0.75 0.75
รวมคะแนนทั้งหมด			9.375			9.35
คิดเป็นน้ำหนักเฉลี่ยของ 40%	3.75			3.74		

ตารางที่ 7 สรุปคุณลักษณะทางเทคนิคและการพิจารณาด้วยการกำหนดน้ำหนักของชุดวิทยุทั้ง 2 ชนิด
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
ที่ Weight = 40%
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ปัจจัยที่ 2 คุณลักษณะทางการสื่อสารยุทธวิธีและการปฏิบัติงานของชุดวิทยุแต่ละชนิด

2.1) ตอบสนองความต้องการเบื้องต้นของการสื่อสารทางยุทธวิธี

CNR-900 มีการตอบสนองความต้องการเบื้องต้นของการสื่อสารทางยุทธวิธี นั่นคือ มีอัตราการส่งข้อมูลที่รวดเร็ว มีความเชื่อถือได้และมีความปลอดภัย เนื่องจากชุดวิทยุมีการเข้ารหัสข้อมูลและการใช้ความถี่ก้าวกระโดด เพื่อป้องกันการก่อกวนและการดักจับจากฝ่ายตรงข้าม ซึ่งเป็นไปตามความต้องการพื้นฐานของชุดวิทยุสนามที่จะนำมาใช้ติดต่อสื่อสารระหว่างที่บัญชาการหลักของกองพลกับที่บัญชาการหลักของหน่วยพร้อมรบเคลื่อนที่เร็วในแนวหน้า

RL-422A มีการตอบสนองความต้องการเบื้องต้นของการสื่อสารทางยุทธวิธี นั่นคือ มีอัตราการส่งข้อมูลที่รวดเร็ว มีความเชื่อถือได้และมีความปลอดภัย เนื่องจากชุดวิทยุมีการเข้ารหัสข้อมูลและการใช้ความถี่ก้าวกระโดด เพื่อป้องกันการก่อกวนและการดักจับจากฝ่ายตรงข้าม เช่นเดียวกับ CNR-900 ซึ่งเป็นไปตามความต้องการพื้นฐานของชุดวิทยุสนามที่จะนำมาใช้เช่นเดียวกัน

จากการพิจารณาสรุปได้ว่าทั้งชุดวิทยุ CNR-900 และ RL-422A สามารถตอบสนองตามหลักการสื่อสารทางยุทธวิธีเบื้องต้น

2.2) ความเหมาะสมของเครื่องมือสื่อสาร

CNR-900 เมื่อใช้งานขณะเคลื่อนที่โดยติดตั้งบนยานยนต์ (ในระบบติดต่อสื่อสารนั้นปกติทก.หลักกองพลจะอยู่ประจำที่ไม่มีการเคลื่อนย้าย แต่ทก.หลักของหน่วยพร้อมรบเคลื่อนที่เร็วอาจจะอยู่ประจำที่หรือมีการเคลื่อนย้าย ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับภารกิจ ดังนั้นการพิจารณาความเหมาะสมของชุดวิทยุจึงต้องพิจารณาคณะลักษณะขีดความสามารถของชุดวิทยุในขณะเคลื่อนที่ด้วย) ไม่เสียเวลาติดตั้งเนื่องจากใช้สายอากาศที่เป็นแบบ whip ซึ่งติดตั้งประจำยานพาหนะอยู่แล้ว และไม่เป็นจุดอ่อนต่อการปฏิบัติของข้าศึก แต่ถ้าติดตั้งประจำที่ที่ต้องใช้เวลาในการติดตั้ง ประมาณ 3-5 นาที และไม่เป็นจุดอ่อนต่อการปฏิบัติของข้าศึก เนื่องจากขนาดของเสาไม่ใหญ่และความสูง ส่วนความคงทน มีความคงทนต่อสภาพอากาศและลักษณะภูมิประเทศต่างๆได้ (โดยส่วนมากแล้วเครื่องมือสื่อสารทางทหารทุกประเภทไม่ค่อยมีปัญหาเรื่องนี้ เนื่องจากถูกออกแบบมาเพื่อการใช้งานทางทหารโดยเฉพาะ)

สำหรับ RL-422A โดยปกติแล้ว ชุดวิทยุแบบนี้ถูกออกแบบเพื่อใช้งานแบบประจำที่เป็นหลักแต่สามารถดัดแปลงให้ใช้งานขณะเคลื่อนที่ได้โดยใช้สายอากาศที่เป็นแบบ Whip ซึ่งเมื่อใช้งานขณะเคลื่อนที่จึงไม่ต้องใช้เวลาติดตั้ง และไม่เป็นจุดอ่อนต่อการปฏิบัติของข้าศึก แต่ถ้าติดตั้งประจำที่แล้วต้องใช้เวลาในการติดตั้ง ประมาณ 7-10 นาที และยังเป็นจุดอ่อนต่อการปฏิบัติของข้าศึก เนื่องจากขนาดของเสามีความความใหญ่และความสูง 18 เมตร และทำนองเดียวกัน เรื่องความคงทน RL-422A มีความคงทนต่อสภาพอากาศและลักษณะภูมิประเทศต่างๆได้ เช่นเดียวกับ CNR-900

จากการพิจารณาสรุปได้ว่า CNR-900 มีความเหมาะสมมากกว่า RL-422A เพราะไม่เป็นจุดอ่อนต่อการปฏิบัติของฝ่ายตรงข้ามและใช้เวลาในการติดตั้งที่น้อยกว่า ทั้งการใช้งานขณะเคลื่อนที่และประจำที่ ส่วนความ

คงทนต่อสภาพอากาศและภูมิประเทศทั้งสองชุดวิทยุใกล้เคียงกัน แต่ก็ต้องอาศัยการทดสอบจริงประกอบการตัดสินใจ

2.3) สามารถสนับสนุนส่วนต่างๆทั้งหมดของหน่วยในสนามได้

CNR-900 สามารถสนับสนุนส่วนต่างๆทั้งหมดของหน่วยในสนามได้เมื่อมีการจัดตั้งหน่วยเพิ่มขึ้นในอนาคต เนื่องจากชุดวิทยุนี้รองรับการสื่อสารแบบ Point-to-Multipoint ดังนั้นจึงสามารถรองรับหน่วยที่ถูกจัดตั้งเพิ่มขึ้นได้โดยไม่ต้องมีการดัดแปลงเสาอากาศ

สำหรับ RL-422A จะมีขีดจำกัดในการสนับสนุนส่วนต่างๆทั้งหมดของหน่วยในสนามเมื่อมีการจัดตั้งหน่วยเพิ่มขึ้นในอนาคตถึงแม้ว่าจะให้มีการเชื่อมโยงระบบเข้าเป็น loop ก็ตาม แต่เนื่องจากชุดวิทยุถ่ายทอดจะรองรับการสื่อสารแบบ Point-to-Point เท่านั้น ดังนั้น RL-422A จึงไม่สามารถรองรับหน่วยได้ในการสื่อสารกับทุกหน่วยในเวลาพร้อมกัน

จากการพิจารณาสรุปได้ว่า CNR-900 มีข้อได้เปรียบกว่า RL-422A ในการให้การสนับสนุนกับหน่วยในสนาม เมื่อมีการจัดตั้งหน่วยเพิ่มขึ้นในอนาคต

2.4) มีความง่ายในการปฏิบัติงาน

CNR-900 และ RL-422A มีความง่ายในการปฏิบัติงานซึ่ง CNR-900 จะมีจอภาพที่จะคอยชี้แนะให้ผู้ใช้งานตามในขั้นตอนต่างๆ ส่วน RL-422A จะใช้ระบบ Guide นำ คอยชี้แนะให้ผู้ใช้งานตามในขั้นตอนต่างๆ เช่นกัน

จากการพิจารณาสรุปได้ว่า CNR-900 และ RL-422A มีความง่ายและสะดวกในการปฏิบัติงาน

2.5) การรักษาความปลอดภัย

CNR-900 มีการรักษาความปลอดภัยในการสื่อสาร โดยใช้เทคนิคของความถี่ก้าวกระโดด เพื่อหลบเลี่ยงการถูกก่อกวนจากฝ่ายตรงข้าม นั่นคือ มีระบบ ECCM นอกจากนี้ยังมีระบบการเข้ารหัสและถอดรหัส เพื่อป้องกันการถูกดักฟังข่าวสารจากฝ่ายตรงข้าม

สำหรับ RL-422A มีการรักษาความปลอดภัยในการสื่อสาร โดยใช้เทคนิคของความถี่ก้าวกระโดด เพื่อหลบเลี่ยงการถูกก่อกวนจากฝ่ายตรงข้าม นั่นคือ มีระบบ ECCM นอกจากนี้ยังมีการลดกำลังส่งโดยอัตโนมัติเพื่อหลีกเลี่ยงการถูกก่อกวนหรือการดักฟังข่าวสารจากฝ่ายตรงข้าม

จากการพิจารณาสรุปได้ว่า CNR-900 และ RL-422A เป็นไปตามระบบรักษาความปลอดภัย แต่จะต่างกันบ้างในทางเทคนิคเล็กน้อย การวิเคราะห์ข้อนี้ให้ดูหัวข้อย่อยที่ 1.1 ของหัวข้อ 4.3.4.2 ประกอบ

2.6) ความอ่อนตัว

CNR-900 มีความอ่อนตัวตามความผันแปรของสถานการณ์ทางยุทธวิธีโดยสามารถติดตั้งได้บนยานยนต์ ทำให้สามารถรองรับการติดต่อสื่อสารเมื่อหน่วยจะต้องมีการย้ายที่ตั้ง นอกจากนี้ยังสามารถติดตั้งเป็นสถานีประจำที่ได้ด้วย

สำหรับ RL-422A ความอ่อนตัวตามความผันแปรของสถานการณ์ทางยุทธวิธีและขีดความสามารถในการรองรับการติดต่อสื่อสารเมื่อหน่วยจะต้องมีการย้ายที่ตั้งยังมีขีดจำกัดและไม่สะดวกเพราะต้องมีการปรับทิศทางของสายอากาศด้วย นอกจากนี้ยังสามารถติดตั้งเป็นสถานีประจำที่ได้เช่นกัน

จากการพิจารณาสรุปได้ว่า CNR-900 มีความอ่อนตัวมากกว่า RL-422A ตรงที่เมื่อหน่วยมีการย้ายที่ตั้งจะไม่เสียเวลาในการปรับทิศทางสายอากาศ เพราะเป็นสายอากาศที่ออกอากาศแบบรอบทิศ

สำหรับข้อดีและข้อเสียของคุณลักษณะทางยุทธวิธีของชุดวิทยุทั้ง 2 ชนิด แสดงไว้ดังตารางที่ 8 และการพิจารณารายละเอียดทางคุณลักษณะทางยุทธวิธีและการปฏิบัติงานโดยใช้การกำหนดน้ำหนัก สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 9

ข้อดีและข้อเสีย	CNR-900	RL-422A
ข้อดี	<ol style="list-style-type: none"> 1) ตอบสนองยุทธวิธีเบื้องต้น 2) ใช้เวลาติดตั้งไม่นานเมื่อประจำที่ 3) ไม่เป็นจุดอ่อนต่อข้าศึก เมื่อประจำที่ 4) คงทนต่อสภาพอากาศ 5) สนับสนุนส่วนต่างๆในสนามได้ เมื่อหน่วยถูกจัดตั้งขึ้นในอนาคต 6) มีความง่ายในการปฏิบัติงาน คือมีจอภาพชี้มาให้ผู้ใช้ปฏิบัติตาม 7) มีระบบรักษาความปลอดภัย 8) มีความอ่อนตัว คือใช้ได้ทั้งประเภทบุคคล ติดตั้งประจำที่ และติดตั้งบนยานยนต์ 9) รองรับระบบการสื่อสาร เมื่อหน่วยมีการย้ายที่ตั้ง 	<ol style="list-style-type: none"> 1) ตอบสนองยุทธวิธีเบื้องต้น 2) คงทนต่อสภาพอากาศ 3) มีความง่ายในการปฏิบัติงาน คือมีแผนผังอธิบายการทำงานอยู่บนแผงหน้าปัทม์ 4) มีการรักษาความปลอดภัย 5) มีความอ่อนตัว คือใช้ได้ทั้งประเภท ติดตั้งประจำที่ และติดตั้งบนยานยนต์
ข้อเสีย	<ol style="list-style-type: none"> 1) การตอบสนองทางยุทธวิธีเบื้องต้นยังมีข้อเสียเปรียบ เรื่องความรวดเร็วในการส่งข้อมูล ยังช้ากว่า RL-422A 	<ol style="list-style-type: none"> 1) ใช้เวลาติดตั้งนานกว่า CNR-900 เมื่อติดตั้งเป็นสถานีประจำที่ 2) เป็นจุดอ่อนต่อข้าศึก เมื่อติดตั้งประจำที่ เนื่องจากเสาอากาศมีขนาดใหญ่ 3) มีขีดจำกัด เมื่อสนับสนุนหน่วยในสนามที่ถูกจัดตั้งเพิ่มขึ้นในอนาคต เพราะเป็นการสื่อสารแบบ Point-to-Point 4) มีขีดจำกัดเรื่องความอ่อนตัว คือไม่สามารถใช้แบบประเภทบุคคล 5) มีขีดจำกัดเมื่อหน่วยมีการย้ายที่ตั้ง เพราะต้องดัดแปลงสายอากาศ

ตารางที่ 8 แสดงข้อดีและข้อเสีย ตามคุณลักษณะทางยุทธวิธีของชุดวิทยุทั้ง 2 ชนิด

คุณลักษณะทางยุทธวิธี และการปฏิบัติงาน	CNR-900			RL-422A		
	รายละเอียด	คะแนน ที่ได้รับ	คะแนน* weight	รายละเอียด	คะแนน ที่ได้รับ	คะแนน* weight
1. ตอบสนองยุทธวิธีเบื้องต้น Weight = 20%	การส่งข้อมูลรวดเร็ว แน่นนอน และ มีความปลอดภัย	9	1.8	การส่งข้อมูลรวดเร็ว แน่นนอน และ มีความปลอดภัย	9.5	1.9
2. เครื่องมือมีความเหมาะสม Weight = 20%	1) เวลาติดตั้ง 1.1) เมื่อใช้งานขณะเคลื่อนที่ ไม่ใช้เวลาดำเนินการ 1.2) เมื่อใช้งานประจำที่ ใช้เวลา ติดตั้ง 3-5 นาที 2) ไม่เป็นจุดอ่อนต่อข้าศึก เนื่อง จากสายอากาศที่ใช้ไม่ใหญ่มาก 3) คงทนต่อสภาพอากาศ	2 4 3	0.4 0.8 0.6	1) เวลาติดตั้ง 1.1) เมื่อใช้งานขณะเคลื่อนที่ เสีย เวลาดำเนินการ 1.2) เมื่อใช้งานประจำที่ ใช้เวลาติด ตั้ง 7-10 นาที 2) เป็นจุดอ่อนต่อข้าศึก เนื่องจาก สายอากาศที่ใช้มีขนาดใหญ่ 3) คงทนต่อสภาพอากาศ	1 3 3	0.2 0.6 0.6
3. สัมผัสส่วนต่างๆในสนาม Weight = 15%	ใช้ได้กับทุกหน่วยในสนาม -ในปัจจุบัน -หน่วยถูกจัดตั้งเพิ่มขึ้นในอนาคต (Point-to-Multipoint)	8 2	1.2 0.3	ใช้ได้กับทุกหน่วยในสนาม -ในปัจจุบัน -การจัดตั้งเพิ่มขึ้นในอนาคตมีขีด จำกัด (Point-to-Point)	8 1	1.2 0.15
4. มีความง่ายในการปฏิบัติงาน Weight = 10%	มีจอภาพให้ผู้ปฏิบัติงาน	10	1.0	ใช้ระบบ guide ให้ผู้ปฏิบัติงาน	10	1.0
5. มีการรักษาความปลอดภัย Weight = 20%	ใช้ Frequency Hopping และ Encryption	9	1.8	ใช้ Frequency Hopping และ Automatic Power Regulation	9	1.8
6. มีความอ่อนตัว Weight = 15%	1) แบบประจำที่และยานยนต์ 2) รองรับระบบการสื่อสาร เมื่อ หน่วยมีการย้ายที่ตั้ง	5 5	0.75 0.75	1) แบบประจำที่เป็นหลัก 2) มีขีดจำกัดในการรองรับระบบการ สื่อสาร เมื่อหน่วยมีการย้ายที่ตั้ง	4 4	0.6 0.6
รวมคะแนน ทั้งหมด			9.4			8.65
คิดเป็นน้ำหนักเฉลี่ย ของ 40 %		3.76		3.46		

ตารางที่ 9 สรุปคุณลักษณะทางยุทธวิธีของชุดวิทยุทั้ง 2 ชนิด Weight = 40%

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

4.3.4.3 ข้อพิจารณาปัจจัยที่ 3 และปัจจัยที่ 4

ปัจจัยที่ 3 ราคาของชุดวิทยุแต่ละชนิด

ในหัวข้อนี้จะเป็นการศึกษาราคาของชุดวิทยุแต่ละชนิดในจำนวน 1 ชุด โดยที่แต่ละชุดประกอบด้วยอุปกรณ์มาตรฐาน ซึ่งอุปกรณ์มาตรฐานในที่นี้หมายถึง ส่วนประกอบหลักของชุดวิทยุแต่ละชนิดที่จำเป็นต้องมี เมื่อประกอบอุปกรณ์มาตรฐานแต่ละชิ้นเข้าเป็นชุดวิทยุแล้วสามารถทำการติดต่อสื่อสารได้ สำหรับการกำหนดอุปกรณ์มาตรฐานนี้ทางบริษัทจะเป็นผู้กำหนดขึ้น และในส่วนของที่มาของราคาของแต่ละชุดวิทยุนั้นจะอยู่ในภาคผนวก

ทางเลือกชุดวิทยุ	CNR-900	RL-422A
อุปกรณ์มาตรฐาน	1) เครื่องรับส่ง RT-7330 2) ชุดปากพูด H-250U 3) ชุดฐานติดตั้ง MT-7375 4) อุปกรณ์ Adapter ยานยนต์ VA-7376 5) ภาคขยาย AM-7350B 6) ชุดสายอากาศยานยนต์ AS-1288 7) ชุดลำโพงยานยนต์ LS-454 8) สาย Power CX-8120 9) สาย Coaxial CG-409 10) สาย Coaxial CG-1773 11) Operator manual 12) Maintenance manual	1) เครื่องรับส่ง ZMB 101 52 2) ชุดปากพูด KA 400007-0001 3) สายเคเบิลหลัก RR-1C4 881/3 4) สายเคเบิลแมตเตอร์ RR-183 900 5) ชุดลำโพง RR-161 403/10 6) ชุดสายอากาศ RB 1000 23-0001 7) สายเคเบิลสายอากาศพร้อมวงล้อ 8) เสา TAM-18 9) เครื่องกำเนิดไฟฟ้า RGX-5500 10) สายเคเบิล TDM RR-211-775/2 11) ECCM module 12) Operator manual 13) Service manual 14) Local accessory 14.1 Antenna Tuning Indicator 14.2 Connection Box พร้อมสาย 14.3 Net Data Carrier
ราคาต่อชุด (\$)*	22,000 US.Dollars	54,200 US.Dollars
ราคาต่อชุด (บาท)	880,000 บาท	2,168,000 บาท
คะแนนของชุดวิทยุที่ได้รับ	10	8
คิดเป็นน้ำหนักเฉลี่ยของ 15%	1.5	1.2

* พิจารณา 1 U.S. Dollar เท่ากับ 40 บาท

ตารางที่ 10 ราคาของชุดวิทยุสนาม CNR-900 และ RL-422A [ภาคผนวก] Weight = 15%

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ปัจจัยที่ 4 ค่าใช้จ่ายในด้านต่างๆของชุดวิทยุแต่ละชนิด
ในปัจจัยข้อนี้ จะเป็นค่าใช้จ่ายในเรื่องต่อไปนี้คือ

1) ค่าใช้จ่ายในการอบรมศึกษา แบ่งเป็นค่าใช้จ่ายในเรื่อง

1.1) ค่าใช้จ่ายฝึกอบรมเจ้าหน้าที่ระดับผู้ใช้งานและการบำรุงรักษาในภาคสนาม เป็นเวลา 2 สัปดาห์

1.1.1) ค่าเบี้ยเลี้ยงของกำลังพล ทั้งชั้นนายทหารและนายสิบ

1.1.2) ค่าใช้จ่ายการใช้แหล่งจ่ายพลังงาน ระยะเวลาในการฝึกอบรม 8 ชั่วโมงต่อ 1 สัปดาห์

-เมื่อใช้ไฟ 24VDC ของยานพาหนะ อัตราสิ้นเปลือง 5 ลิตรต่อ 1 ชั่วโมง (CNR-900)

-เมื่อใช้ไฟ 220VDC ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า อัตราสิ้นเปลือง 2.5 ลิตรต่อ 1 ชั่วโมง (RL-422A)

2) ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา ระยะเวลา 5 ปี

2.1) ค่าเสื่อมราคาของเครื่องมือสื่อสาร คิดที่ 5% ต่อ 1 ปี

รายละเอียด ค่าใช้จ่าย	CNR-900				RL-422A			
	ระยะเวลา	จำนวน คน	อัตรา บาท/คน/วัน	รวม ค่าใช้จ่าย(บาท)	ระยะเวลา	จำนวน คน	อัตรา บาท/คน/วัน	รวม ค่าใช้จ่าย(บาท)
1) ค่าใช้จ่ายในการอบรมศึกษา ในภาคสนาม	14 วัน				14 วัน			
1.1) ค่าเบี้ยเลี้ยงในการอบรม*								
-นายสิบ		20 นาย	60 บาท	16,800		20 นาย	60 บาท	16,800
-นายทหาร		5 นาย	90 บาท	6,300		5 นาย	90 บาท	6,300
1.2) ค่าใช้จ่ายแหล่งจ่ายพลังงาน ระยะเวลาการฝึก 8 ชม. / 1 วัน	14 วัน				14 วัน			
-ไฟ 24VAC ใช้ดีเซล คิดที่อัตรา 6 ลิตร/ชม. ลิตรละ 8 บาท				4,480				
-ไฟ 220VDC ใช้เบนซิน คิดที่ อัตรา 2.5ลิตร/ชม.ลิตรละ10 บาท								2,800
2) ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา	5 ปี			220,000	5 ปี			542,000
2.1) ค่าเสื่อมราคา 5% ต่อ 1 ปี								
รวมค่าใช้จ่าย				247,680				567,900
คะแนนของชุดวิทยุ ที่ได้รับ			10				8	
คิดเป็นน้ำหนักเฉลี่ย ของ 5%			0.5				0.4	

* ระเบียบกระทรวงการคลังว่าด้วยการเบิกจ่ายเบี้ยเลี้ยงเดินทางและค่าเช่าที่พักในการเดินทางไปราชการ ฉบับที่ 6 พ.ศ.2539

ตารางที่ 11 แสดงค่าใช้จ่ายด้านต่างๆของชุดวิทยุสนาม CNR-900 Weight = 5 %

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

4.3.4.4 ข้อสรุปในการพิจารณา

จากที่มีการพิจารณาข้อดีข้อเสียและการพิจารณาด้วยการกำหนดน้ำหนักของปัจจัยทั้ง 4 ข้อคือ คุณลักษณะทางเทคนิคที่สำคัญ, คุณลักษณะความเหมาะสมทางยุทธวิธีและการปฏิบัติงาน, ราคาชุดวิทยุและค่าใช้จ่ายในด้านต่างๆ สามารถสรุปรวมได้ดังตารางที่ 12 และ ตารางที่ 13

ชุดวิทยุ	ข้อดี	ข้อเสีย
CNR-900	1.ราคาต้นทุนถูกกว่า 2.ค่าใช้จ่ายด้านต่างๆถูกกว่า 3.คุณลักษณะทางเทคนิคเป็นไปตามความต้องการพื้นฐาน 4.คุณลักษณะทางยุทธวิธีมีความเหมาะสมกว่า RL-422A เมื่อพิจารณาจากระบบการสื่อสาร	1.มีคุณลักษณะทางเทคนิคบางข้อน้อยกว่า RL-422A
RL-422A	1.คุณลักษณะทางเทคนิคเป็นไปตามความต้องการพื้นฐาน	1.ราคาต้นทุนแพงกว่า 2.ค่าใช้จ่ายด้านต่างๆแพงกว่า 3.มีคุณลักษณะทางเทคนิคบางข้อน้อยกว่า CNR-900 4.คุณลักษณะทางยุทธวิธีมีความเหมาะสมน้อยกว่า CNR-900 เมื่อพิจารณาจากระบบการสื่อสาร

ตารางที่ 12 เปรียบเทียบข้อดีข้อเสียโดยรวมของชุดวิทยุทั้ง 2 แบบ

ปัจจัยที่ (Criteria)	น้ำหนัก (Weight)	คะแนนรวม CNR-900	คะแนนรวม RL-422A
1	0.40	3.75	3.74
2	0.40	3.76	3.46
3	0.15	1.5	1.2
4	0.05	0.5	0.4
รวม	1.0	9.51	8.80

ตารางที่ 13 แสดงค่าคะแนนโดยรวมในการวิเคราะห์ทางเลือกจากปัจจัยทั้ง 4 ข้อ

จากตารางที่ 12 เปรียบเทียบข้อดีและข้อเสียของทางเลือกทั้ง 2 แบบ และตารางที่ 13 ที่แสดงค่าคะแนนโดยรวมในการวิเคราะห์ทางเลือกจากปัจจัยทั้ง 4 ข้อจะพบว่าชุดวิทยุสนามแบบ CNR-900 มีความเหมาะสมกว่าชุดวิทยุถ่ายทอด RL-422A ทั้งในด้านราคาต้นทุน ค่าใช้จ่ายในด้านต่างๆ ความเหมาะสมทางยุทธวิธีและการปฏิบัติงาน รวมทั้งขีดความสามารถทางเทคนิค ซึ่งเป็นไปตามนโยบายของผู้บังคับบัญชาระดับสูงก็คือเลือกชุดวิทยุที่มีความเหมาะสมกับหน่วยที่สุด สามารถรองรับหรือแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นกับหน่วยได้ และคำนึงถึงราคาของชุดวิทยุด้วย เนื่องจากสภาพเศรษฐกิจที่ไม่ดีนักในปัจจุบัน

บทที่ 5

แผนงบประมาณและแผนการดำเนินงาน

จากการพิจารณาศึกษาและเปรียบเทียบชุดวิทยุสนามทั้ง 2 แบบ เพื่อนำมาทดแทนระบบการติดต่อสื่อสารระหว่างที่บัญชาการหลักของกองพลกับหน่วยพร้อมรบเคลื่อนที่เร็วซึ่งเป็นระบบทางสายเดิม ทำให้สามารถเลือกชุดวิทยุสนามที่มีความเหมาะสม คือ ชุดวิทยุสนามแบบ CNR-900 ซึ่งได้ทราบถึงราคาของชุดวิทยุสนาม ค่าใช้จ่ายด้านต่างๆที่เกี่ยวข้อง, ความเหมาะสมทางยุทธวิธีและการปฏิบัติงาน และคุณลักษณะทางเทคนิคพอสมควร เพื่อนำไปใช้เป็นแนวทางในการตัดสินใจแก่ผู้บังคับบัญชาในระดับต่างๆต่อไปตามสายการบังคับบัญชา

5.1 แผนงบประมาณ

- 1) การประมาณการเพื่อขออนุมัติงบประมาณในการจัดซื้อชุดวิทยุสนาม พิจารณาจากราคาของชุดวิทยุสนาม, ค่าใช้จ่ายในด้านการฝึกอบรมศึกษาและค่าเสื่อมราคาของเครื่องมือสื่อสาร ในระยะเวลา 5 ปี
- 2) การจัดซื้อนี้จะจัดซื้อเป็นจำนวน 4 ชุด ดังนี้คือ
 - 2.1) ประจําที่บัญชาการหลักของหน่วยพร้อมรบเคลื่อนที่เร็ว 1 ชุดและเป็นอะไหล่ 1 ชุด
 - 2.2) ประจําที่บัญชาการหลักของกองพล 1 ชุดและเป็นอะไหล่ 1 ชุด

รายละเอียดในการประมาณการทั้งหมดสามารถสรุปได้ดังนี้คือ

ลำดับ ที่	รายการ	จำนวน นับ	หน่วย ละ (บาท)	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4	ปีที่ 5
				รวม	รวม	รวม	รวม	รวม
1	ชุดวิทยุ CNR-900	4 ชุด	880,000	3,520,000	-	-	-	-
2	ค่าเสื่อมราคา 5%	4 ชุด	176,000	176,000	176,000	176,000	176,000	176,000
3	การฝึกอบรมศึกษา	-	-	27,580	-	-	-	-
	รวมเป็นเงิน			3,723,580	176,000	176,000	176,000	176,000
	รวมทั้งสิ้น							4,427,580

ตารางที่ 14 แผนการประมาณการงบประมาณในการจัดซื้อชุดวิทยุ

จากการประมาณการทำให้ทราบงบประมาณที่ต้องใช้ในการจัดซื้อชุดวิทยุสนาม CNR-900 เป็นจำนวนเงินเท่ากับ 4,500,000 บาท

5.2 แผนการดำเนินงาน

ในส่วนของแผนการดำเนินการสำหรับการนำชุดวิทยุสนามแบบ CNR-900 มาใช้ในระบบการติดต่อสื่อสาร มีขั้นตอนดำเนินการดังต่อไปนี้คือ

ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาวิเคราะห์ระบบการติดต่อสื่อสารเดิมที่ใช้

เป็นการศึกษาและวิเคราะห์ระบบสื่อสารระหว่างที่บัญชาการหลักของกองพลกับหน่วยพร้อมรบเคลื่อนที่เร็ว ซึ่งเป็นระบบทางสายเดิม ว่ามีปัญหาที่พบอะไรบ้าง เมื่อออกทำการฝึกและปฏิบัติการกิจภาคสนามตามพื้นที่ต่างๆของประเทศ โดยอาศัยข้อมูลจากที่ได้มีการศึกษามาและจากการจัดชุดตรวจเพื่อรับทราบปัญหา ขั้นตอนนี้ใช้เวลาประมาณ 5 สัปดาห์

ขั้นตอนที่ 2 กำหนดความต้องการขั้นต้นสำหรับคุณลักษณะของชุดวิทยุสนามแบบใหม่ที่จะทดแทน

หลังจากที่รับทราบปัญหาที่เกิดขึ้น ผู้บังคับบัญชาจะกำหนดนโยบายและสำรวจความต้องการขั้นพื้นฐานสำหรับชุดวิทยุสนามแบบใหม่ที่จะมาทดแทนระบบการสื่อสารทางสายเดิม เพื่อให้สามารถรองรับปัญหาที่เกิดขึ้นได้ สำหรับขั้นตอนนี้ใช้เวลาประมาณ 2 สัปดาห์

ขั้นตอนที่ 3 ศึกษาวิเคราะห์คุณลักษณะของชุดวิทยุสนามแบบใหม่

หลังจากกำหนดความต้องการพื้นฐานแล้ว ต่อไปจะเป็นการพิจารณาเลือกระหว่างชุดวิทยุสนามทั้ง 2 แบบ ที่กรมสื่อสารได้พิจารณาและผู้บังคับบัญชาได้กำหนดแนวทางมา โดยให้คำนึงถึงความเหมาะสมตามหลักนิยามทางยุทธวิธี, คุณลักษณะขีดความสามารถทางเทคนิค, ราคาของแต่ละชุดวิทยุ และค่าใช้จ่ายในด้านต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติงาน สำหรับขั้นตอนนี้ใช้เวลาประมาณ 6 สัปดาห์

ขั้นตอนที่ 4 ทดสอบในห้องปฏิบัติการและจากการปฏิบัติงานในพื้นที่จริง

หลังจากที่ทราบทางเลือกที่เหมาะสมแล้ว ขั้นตอนนี้จะเป็นการทดสอบชุดวิทยุสนามที่ได้เลือกไว้ โดยที่กรมการสื่อสารจะเป็นผู้สั่งการแต่งตั้งให้หน่วยใดหน่วยหนึ่งเป็นผู้ทำการทดสอบในสนามซึ่งเป็นพื้นที่จริงตามระยะเวลาและแบบทดสอบที่หน่วยนั้นๆเป็นผู้กำหนดขึ้น และให้กองวิทยาการ กรมการทหารสื่อสารเป็นผู้ทำการทดสอบในห้องทดลอง เพื่อตรวจสอบได้ว่าสามารถทำงานได้จริงตามที่ได้เสนอไว้ สำหรับขั้นตอนนี้ใช้เวลาประมาณ 4 สัปดาห์

ขั้นตอนที่ 5 จัดทำโครงการและงบประมาณของโครงการ

เมื่อทำการทดสอบเป็นไปตามขั้นตอนและรับทราบผลจากการทดสอบแล้ว ต่อมากรมการทหารสื่อสารจะจัดทำโครงการและขออนุมัติงบประมาณในการจัดซื้อชุดวิทยุสนามซึ่งอยู่ในวงเงินประมาณ 4,500,000 บาท ตามที่ได้ประมาณการมา และสำหรับขั้นตอนนี้ใช้เวลาประมาณ 2 สัปดาห์

ขั้นตอนที่ 6 จัดทำคุณลักษณะเฉพาะของชุดวิทยุสนามแบบใหม่

เมื่ออนุมัติงบประมาณในการจัดซื้อแล้ว กรมการทหารสื่อสารจะเป็นผู้กำหนดคุณลักษณะเฉพาะขึ้นมาสำหรับชุดวิทยุสนามที่ได้มีการพิจารณาแล้วว่ามีความเหมาะสม และสำหรับขั้นตอนนี้ใช้เวลา 1 สัปดาห์

ขั้นตอนที่ 7 ส่งมอบชุดวิทยุสนามแบบใหม่และอบรมศึกษาการใช้งาน

ขั้นตอนนี้ทางบริษัทจะเป็นผู้ส่งมอบชุดวิทยุสนามและเอกสารรายละเอียดทั้งหมดให้กับกรมการทหารสื่อสาร และส่งมอบให้กับหน่วยใช้ตามลำดับ และจัดให้มีการอบรมกำลังพลผู้ใช้งานของหน่วยตามระยะเวลาที่บริษัท กำหนดเป็นเวลา 1 สัปดาห์ และเนื่องจากการจัดซื้อชุดวิทยุสนามให้กับหน่วยพร้อมรถเคลื่อนที่เร็ว นั้นไม่ได้สั่งซื้อเป็นจำนวนมาก โดยในการจัดซื้อชุดวิทยุสนามให้กับหน่วยนั้นได้จัดซื้อเป็นจำนวน 4 ชุด ดังนั้นการส่งมอบ จะกระทำแค่งวดเดียว และสำหรับขั้นตอนนี้ใช้เวลาประมาณ 2 สัปดาห์

ขั้นตอนที่ 8 การนำไปใช้งานจริง

เมื่อส่งมอบและอบรมเรียบร้อยแล้ว ก็จะเป็นขั้นตอนการนำไปใช้งานจริง ซึ่งกำหนด Milestones ประมาณ ต้นเดือน เมษายน 2542

จากขั้นตอนทั้งหมด รวมระยะเวลาดำเนินการทั้งสิ้น 5-6 เดือน หรือประมาณ 22 สัปดาห์ ดังตารางที่ 15 แสดงแผนการดำเนินงาน

ระยะเวลา ขั้นตอนดำเนินงาน	ปี 2542					
	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.
1.ศึกษาวิเคราะห์ระบบการสื่อสารเดิม	←→					
2.กำหนดความต้องการขั้นต้น		←→				
3.ศึกษาวิเคราะห์ชุดวิทยุสนามแบบใหม่			←→			
4.ทดสอบในห้องและพื้นที่จริง				←→		
5.ทำโครงการขออนุมัติงบประมาณ					←→	
6.จัดทำคู่มือลักษณะเฉพาะ					←→	
7.ส่งมอบและอบรมการใช้งาน						←→
8.นำไปใช้งานจริง						■

ตารางที่ 15 แสดงแผนการดำเนินงาน

จากการดำเนินการดังกล่าวจะพบว่าระยะเวลาที่ใช้ในการดำเนินการทั้งหมด ประมาณ 5-6 เดือน ซึ่งเป็นเวลานานพอสมควร เนื่องจากขบวนการวิเคราะห์ในการนำชุดวิทยุสนามที่เหมาะสมมาใช้ในระบบการติดต่อสื่อสาร รวมทั้งขบวนการจัดซื้อและขออนุมัติเงินที่ใช้ในการดำเนินการ ต้องเป็นตามระเบียบขั้นตอนของทางราชการ

บทที่ 6

บทสรุป

6.1 ข้อสรุป

ในการศึกษาพิจารณาและเปรียบเทียบการเลือกใช้ชุดวิทยุสนามมาใช้ในการติดต่อสื่อสาร ระหว่างที่บัญชาการหลักของกองพลในสนามกับที่บัญชาการหลักของหน่วยพร้อมรบเคลื่อนที่เร็วในแนวหน้านี้ เป็นการศึกษาและวิเคราะห์จากปัญหาที่เกิดขึ้นของระบบการติดต่อสื่อสารเดิมซึ่งเป็นระบบทางสาย จึงทำให้ทราบถึงปัญหาที่เกิดขึ้นว่ามีอะไรบ้าง โดยผู้บังคับบัญชาจะได้นำข้อมูลดังกล่าวมาเพื่อกำหนดเป็นนโยบายและความต้องการขั้นต้นให้กับชุดวิทยุสนามแบบใหม่ที่จะนำมาทดแทนระบบทางสายเดิม ซึ่งในโครงการนี้ผู้ศึกษาได้ทำการศึกษาชุดวิทยุสนามตามนโยบายของผู้บังคับบัญชาไว้ 2 แบบ คือ ชุดวิทยุสนามแบบ CNR-900 เป็นชุดวิทยุสนามที่ใช้การแพร่กระจายคลื่นในย่าน VHF และ ชุดวิทยุถ่ายทอด RL-422A เป็นชุดวิทยุสนามที่ใช้การแพร่กระจายคลื่นในย่าน UHF หรือไมโครเวฟ โดยการพิจารณวิเคราะห์เปรียบเทียบการเลือกชุดวิทยุสนามแบบใหม่นั้น ได้มีการศึกษาถึง ราคาของชุดวิทยุแต่ละชนิด, ค่าใช้จ่ายในด้านต่างๆ, คุณลักษณะและขีดความสามารถทางเทคนิค, ความเหมาะสมตามหลักนियมการสื่อสารทางยุทธวิธี, ข้อดีและข้อเสียของชุดวิทยุสนามแต่ละแบบ และการพิจารณาความเหมาะสมด้วยการกำหนดน้ำหนัก ซึ่งผลจากการศึกษาวิเคราะห์ที่ปัจจัยต่างๆที่กล่าวมาพบว่า ชุดวิทยุสนาม CNR-900 มีความเหมาะสมกับหน่วยพร้อมรบเคลื่อนที่เร็วมากกว่า เพราะ

- 1) มีคุณลักษณะทางเทคนิคที่สำคัญดีกว่าและเป็นไปตามความต้องการพื้นฐานขั้นต้น
- 2) มีความเหมาะสมและการปฏิบัติการทางยุทธวิธีมากกว่า
- 3) มีราคาต่อชุดที่ถูกกว่า
- 4) ค่าใช้จ่ายในด้านต่างๆ ที่ถูกกว่า

โครงการศึกษากรณีพิเศษ (Special Study Project) นี้ เป็นโครงการที่ได้ทำการศึกษาวิเคราะห์เปรียบเทียบการเลือกใช้วิทยุสนามทั้งสองแบบภายใต้ข้อจำกัดที่กล่าวมาแล้วข้างต้น โดยได้เปรียบเทียบเทคโนโลยีของชุดวิทยุสนามทั้ง 2 แบบ ค่าใช้จ่าย ข้อดีข้อเสีย และแผนการดำเนินการ ผลจากการศึกษาจะทำให้เป็นแนวทางในการตัดสินใจให้กับผู้บังคับบัญชาและสามารถใช้สร้าง Master Plan ของงานจริงสำหรับการทดแทนระบบทางสายเดิม โดยการนำชุดวิทยุสนามแบบใหม่มาใช้กับระบบการติดต่อสื่อสารระหว่างที่บัญชาการหลักของกองพลในสนามกับที่บัญชาการหลักของหน่วยพร้อมรบเคลื่อนที่เร็วในแนวหน้า และทำให้หน่วยงานอื่นของกองทัพภกใช้เป็นแนวทางในการเลือกชุดวิทยุสนามหรือยุทธโปกรณ์สื่อสารอื่นๆมาใช้กับระบบการติดต่อสื่อสารหรือมาใช้กับหน่วยอื่นๆต่อไปในอนาคต

6.2 ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาและพิจารณาพบว่าการใช้ชุดวิทยุสนามแบบ CNR-900 เพื่อใช้ในการสั่งการและการบังคับบัญชาระหว่างกองพลกับหน่วยพร้อมรบเคลื่อนที่เร็ว นั้น มีความเหมาะสมกับการติดต่อสื่อสารระหว่างที่บัญชาการหลักของกองพลในสนามกับที่บัญชาการหลักของหน่วยพร้อมรบเคลื่อนที่เร็วในแนวหน้า ซึ่งอยู่ในพื้นที่เดียวกันตามพื้นที่ของแต่ละกองทัพนคร แต่ถ้านอนาคตหน่วยพร้อมรบเคลื่อนที่เร็วหลายๆหน่วยได้ถูกจัดตั้งเพิ่มขึ้นทั่วทุกกองทัพนครตามแผนการปฏิบัติของกองทัพนครแล้ว ระบบการติดต่อสื่อสารเพื่อใช้ในการวางแผนและประสานการปฏิบัติงานร่วมกันของแต่ละกองพลซึ่งอยู่ในความรับผิดชอบของแต่ละกองทัพนครนั้น จะเข้ามามีบทบาทอย่างมาก ถ้าหากจะใช้ชุดวิทยุสนามแบบ CNR-900 ในการสื่อสารจะกระทำได้อย่างยากเนื่องจากขีดจำกัดในเรื่องระยะทางเป็นสำคัญ ดังนั้นเราอาจจะสามารถพิจารณาการนำชุดวิทยุถ่ายทอด RL-422A มาประยุกต์การใช้งานข้ามพื้นที่เพื่อเชื่อมระบบการสื่อสารระหว่างกองพลแต่ละกองพลได้ เนื่องจากชุดวิทยุแบบนี้สามารถเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ DX-111 ที่กองทัพนครมีใช้งานอยู่แล้ว ดังต่อไปนี้คือ

- 1) ณ ที่บัญชาการหลักของแต่ละกองพล พิจารณานำชุดวิทยุถ่ายทอดแบบ RL-422A มาใช้งาน โดยเชื่อมต่อเข้ากับเครื่องชุมสายโทรศัพท์สนามแบบ DX-111
- 2) ณ ศูนย์โทรคมนาคมของจังหวัดทหารบกที่อยู่ในพื้นที่เดียวกับแต่ละกองพลนั้นๆ พิจารณานำชุดวิทยุถ่ายทอดแบบ RL-422A มาใช้ โดยเชื่อมต่อเข้ากับเครื่องชุมสายโทรศัพท์สนามแบบ DX-111 เช่นเดียวกัน โดยที่ DX-111 สามารถขอใช้สัญญาณจากองค์การโทรศัพท์ได้
- 3) ทำการเชื่อมต่อสื่อสารจากข้อ 1) เข้ากับข้อ 2) โดยที่ RL-422A จะเปรียบเสมือน Radio Link ให้กับเครื่องชุมสายโทรศัพท์สนามแบบ DX-111
- 4) ถักระยะทางจากกองพลกับศูนย์โทรคมนาคมห่างไกลกันเกินขีดความสามารถของ RL-422A ควรจะมีการพิจารณาใช้สถานีทวนสัญญาณ
- 5) จากการเชื่อมต่อระบบการติดต่อสื่อสารดังกล่าวในแต่ละกองพลตามพื้นที่ของกองทัพนครนั้นๆ จะทำให้ระบบการติดต่อสื่อสารข้ามพื้นที่ของแต่ละกองพลสามารถติดต่อสื่อสารถึงกันได้ โดยที่สัญญาณโทรศัพท์ขององค์การโทรศัพท์จะเปรียบเสมือนตัวกลางในการสื่อสารนั่นเอง ซึ่งควรจะพิจารณาถึงระบบรักษาความปลอดภัยเพิ่มเติมในการใช้สัญญาณโทรศัพท์ด้วย
- 6) นอกจากนี้ เทคโนโลยีอื่นๆสามารถนำมาประยุกต์ใช้งานด้วย เช่น การใช้เทคโนโลยี Multimedia , การใช้เทคโนโลยี Video Conference เป็นต้น

บรรณานุกรม

- กรมการทหารสื่อสาร. การสื่อสารประเภทวิทยุ. กรุงเทพฯ : กองการศึกษา, 2534.
- กรมการทหารสื่อสาร. นส. 24-5. กรุงเทพฯ : กองการศึกษา, 2538.
- กองพลที่ 1 รักษาพระองค์. หน่วยพร้อมรบเคลื่อนที่เร็ว.ทบ. กรุงเทพฯ : กองยุทธการและการข่าว, 2540.
- โรงเรียนเสนาธิการทหารบก. สรุปหลักพื้นฐานทางวิชาการเหล่าทหารสื่อสาร. กรุงเทพฯ : ห้างหุ้นส่วนจำกัด
อุดมศึกษา, 2537.
- ฟ้าพื้น เบญจจดล. พื้นฐานโทรคมนาคม. ปทุมธานี : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรังสิต , ม.ป.ป.
- ERICSSON. RL-402A. Links with stronger links. Stockholm : Defense Communications.
- Mensching, James R. and Dennis A. Adams. Managing. An Information System
New Jersey : Prentice-Hall ,1991.
- Stamper, David A. Business Data Communication. , 4th ed. Redwood : The Benjamin
Cummings Publishing , 1994.
- TADIRAN. VHF/FM CNR-900. Tel Aviv : Tactical Communication Division.





2235

53800



CNR-900

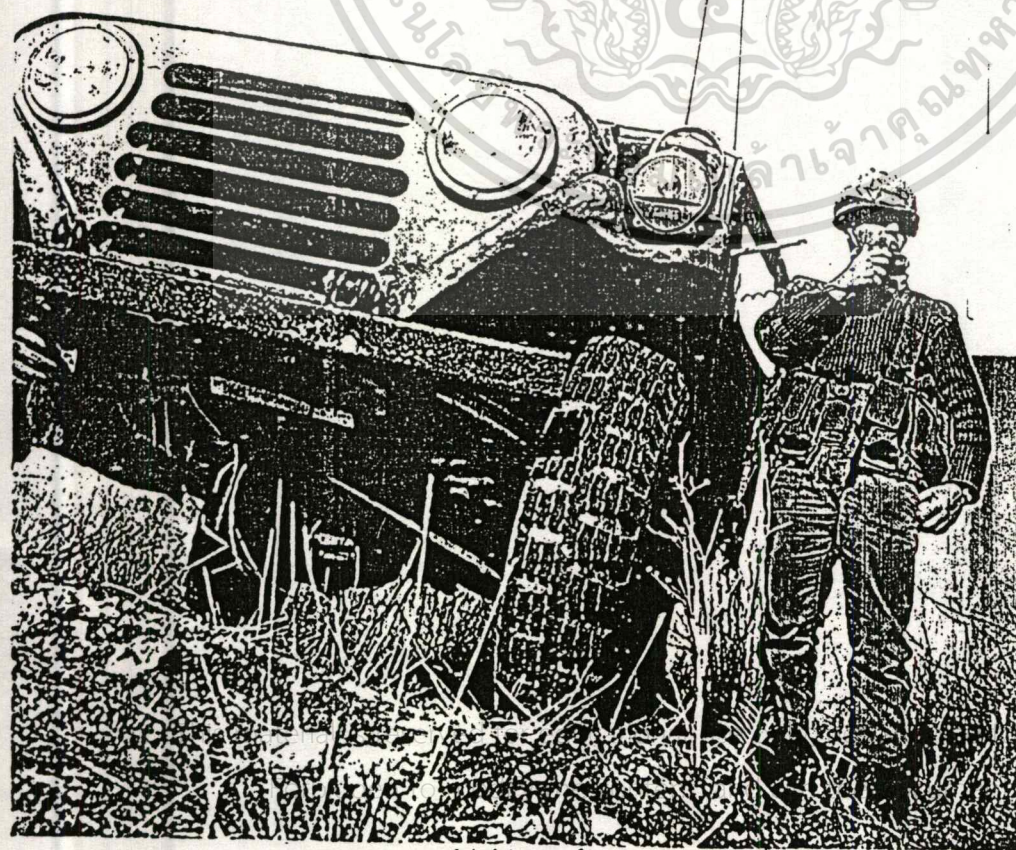
**Military VHF-FM voice/data radio system
with state-of-the-art EW protection**

Quantum Jump in Frequency Hopping

On today's battlefield, success comes with Command/Control/Communication/Intelligence (C³i). Radio messages must get through under all conditions and the enemy's electronic warfare must be overcome.

Present-day tactical communication systems address various parts of the overall problem, but none of them has made the breakthroughs of **CNR-900**: the only *second-generation* frequency-hopper incorporating the improvements that *real* combat experience has proven to be necessary. Along with its own exclusive features, **CNR-900** combines and synthesizes the best capabilities of older equipment, resulting in a superior-performance VHF radio that can defeat the most persistent and powerful EW disruptions and interception attempts.

CNR-900
Military VHF-FM voice / data radio system
with state-of-the-art EW protection



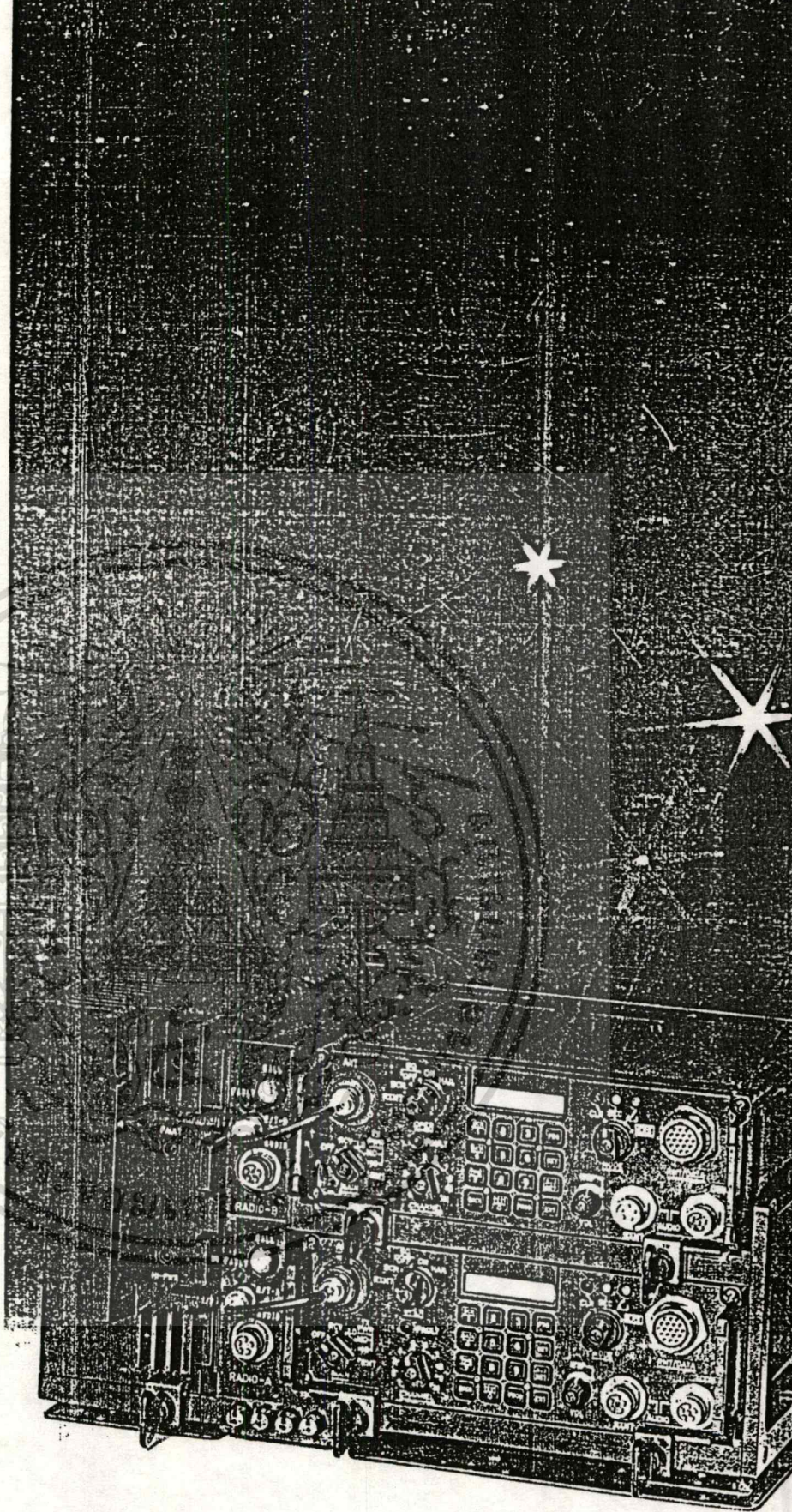
commercial use.
when use.

CNR-900 Ends Your Search for:

- A total-system solution for tactical communication over the VHF band as well as system-compatible HF and UHF options.
- A system: to supersede all others of its type presently on the market.
- The only comprehensive radio set to meet all ECCM and operational/logistics needs in the field.
- Simplicity of use in all modes of operation. The operator just presses the PTT and obtains immediate service even in multinet or late-entry conditions. No special skills, no waiting for synchronization and no master stations are involved.
- Full compatibility with existing radio equipment.
- Field-proven solutions for operation free of friendly interference even in concentrated radio environments (collocation) in any mode of operation.

CNR-900 Dominates the Field with:

- Operational and logistic flexibility through use of common PRC/VRC.
- Functional simplicity (e.g. only two selectors to set for normal use) and user-friendliness due to emphasis on human engineering.
- Ease of maintenance (BITE) and low life cycle cost.
- Optional plug-in module for ECCM and COMSEC with built-in data rate adapter.
- Advanced second-generation ECCM features.
- Dual high-power vehicular configuration in single mounting.



ed for educational use only; not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

CNR-900 Features

Radio Characteristics

- Voice & data communication.
- 30-88 MHz range with 2320 channels spaced every 25 kHz.
- Ten preset channels.
- Scanning over up to 4 preselected channels and 3 modes of operation.
- Whisper function for special assignments.
- High-grade BITE.
- Excellent collocation capabilities.
- High MTBF (3500 hours for PRC).
- Modular construction for easy maintenance.
- Compatible with other radios (with or without 150-Hz squelch).

COMSEC

- Very high level of voice/data security.
- Ten independent cipher keys protected against unauthorized access.
- Key entry via panel keyboard or external loader.

- Failsafe protection against clear-message transmission.
- CLEAR override and SECURE reception indication.
- Quick emergency erasure of cipher keys.

Anti-Jamming ECCM

- Medium hopping rate.
- Hopping over the entire VHF band.
- Ten hopping keys, 10 frequency tables, 4 sets of 64 orthogonal nets over any frequency table.
- Parameter entry via panel keyboard or external loader.
- Mutual synchronization between the various nets in the battlefield (orthogonality), avoiding any friendly interference even in high radio concentrations (collocation).
- Immediate readiness for operation (PTT-oriented synchronization) dispensing with any need for "masters".

- Wide TOD (time-of-day) difference allowed (up to 4.5 minutes); automatic time spread.
- Latecomer entry capability without any precautions and/or preparations.
- Hailing from single-frequency channels to hopping channels and vice-versa.
- Quick emergency erasure of keys and tables.

Human Engineering

- Low level of skill required with all functions unambiguously identified and requiring only a single action to execute.
- Display provides guidance for every operation... including data loading.
- Easy operation with gloved hands and in the dark.
- Control handset allows manpack operation without dismounting.
- Audible alerts.
- Simple initial loading by external keygun loader or from another CNR-900.

Digital Data Communication (Secure & Anti-Jamming Modes)

- Synchronous and asynchronous communication at rates up to 16 kbps.
- Internal data adapter for error detection and correction.
- Successful data transfer under very severe jamming conditions where voice communication would be impossible.

Built-In Relay Station Capability

- Dual VHF vehicle mounting configuration gives a self-contained automatic relay station with 50-watt transmission power in each direction.
- Relay station using two manpacks.
- No external control boxes needed for any operational mode (clear, secure, anti-jamming).
- Automatic communication security protection (e.g. SECURE message forbidden to be retransmitted in CLEAR mode).



Whip/ANTenna socket and 500 BNC
coaxial connector

OPERation control, SQUelch ON/OFF,
SCANning function, HAIling function,
automatic retransmission (RXMT)

Display light ON/OFF (LITE)

Dot matrix, easy-to-read, backlit
interactive LCD



LED indication of FAULT

MAIN control of radio OFF, RCV only,
three levels of output power, Remote
control

Entry of operational data, protected
against unauthorized access to
confidential parameters

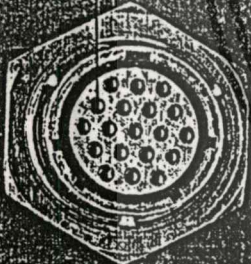
CHANNEL selector, 1-9 for programmed
channels, Manual selection

Interactive Keyboard & Display

MODE select: CLeaR speech and data;
SECure: internal cryptography;
Anti-Jamming: frequency hopping;
Emergency ERaSure of memory.

Baseband: input and outputs; connection
for keygun, loader, remote control unit,
modems, etc.

ERS

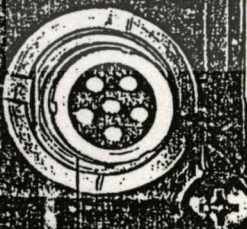


RMT/DATA

CDNT



AUDIO

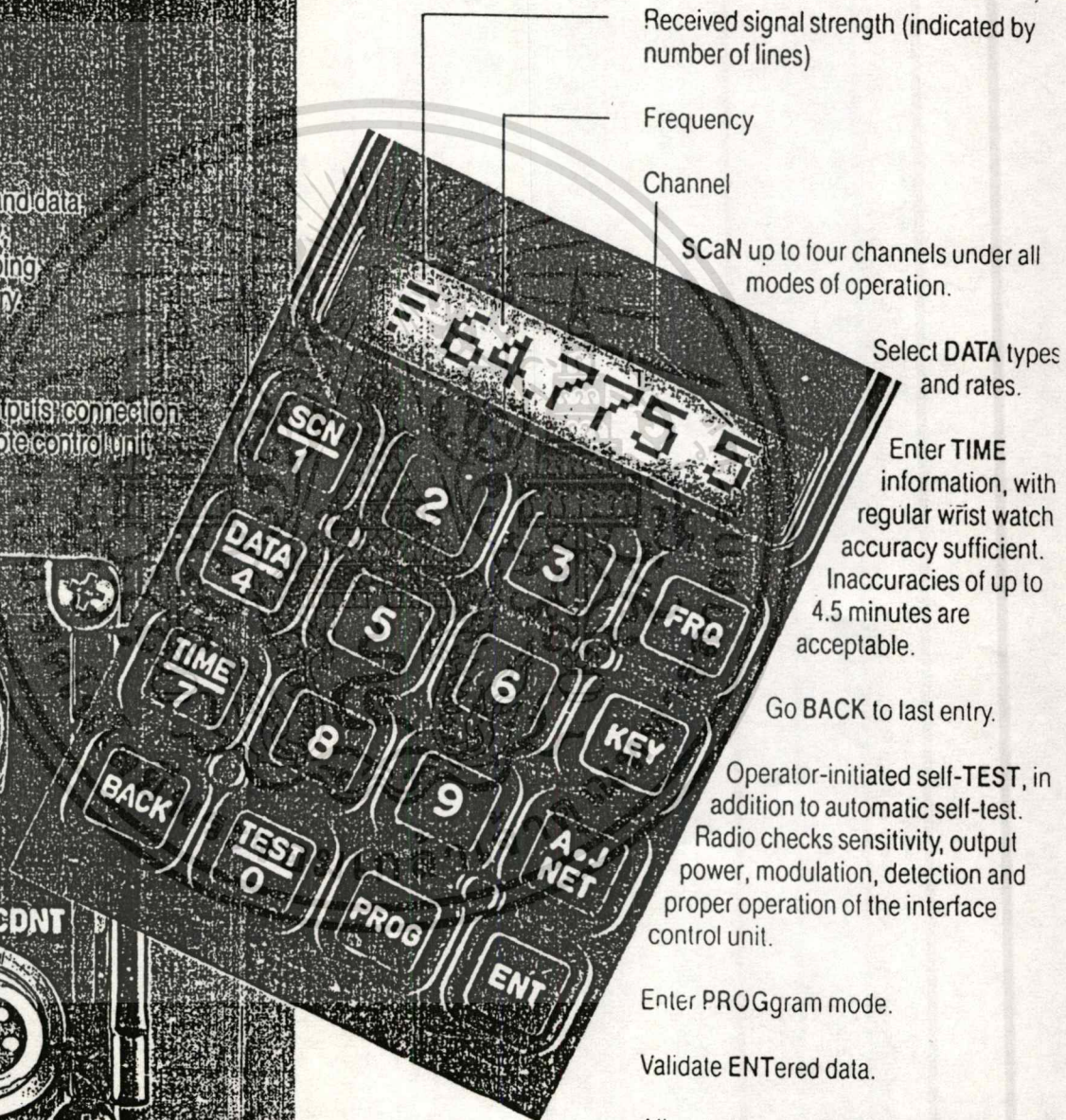


Regular or CONTROL handset connector

Handset connector serves also for
retransmission with other types of radio
sets

Whisper operation for covert missions

continuous VOX line adjustment



Received signal strength (indicated by
number of lines)

Frequency

Channel

SCaN up to four channels under all
modes of operation.

Select DATA types
and rates.

Enter TIME
information, with
regular wrist watch
accuracy sufficient.
Inaccuracies of up to
4.5 minutes are
acceptable.

Go BACK to last entry.

Operator-initiated self-TEST, in
addition to automatic self-test.
Radio checks sensitivity, output
power, modulation, detection and
proper operation of the interface
control unit.

Enter PROGgram mode.

Validate ENTERed data.

Allocate hopping NETs, enter hopping
parameters for Anti-Jamming.

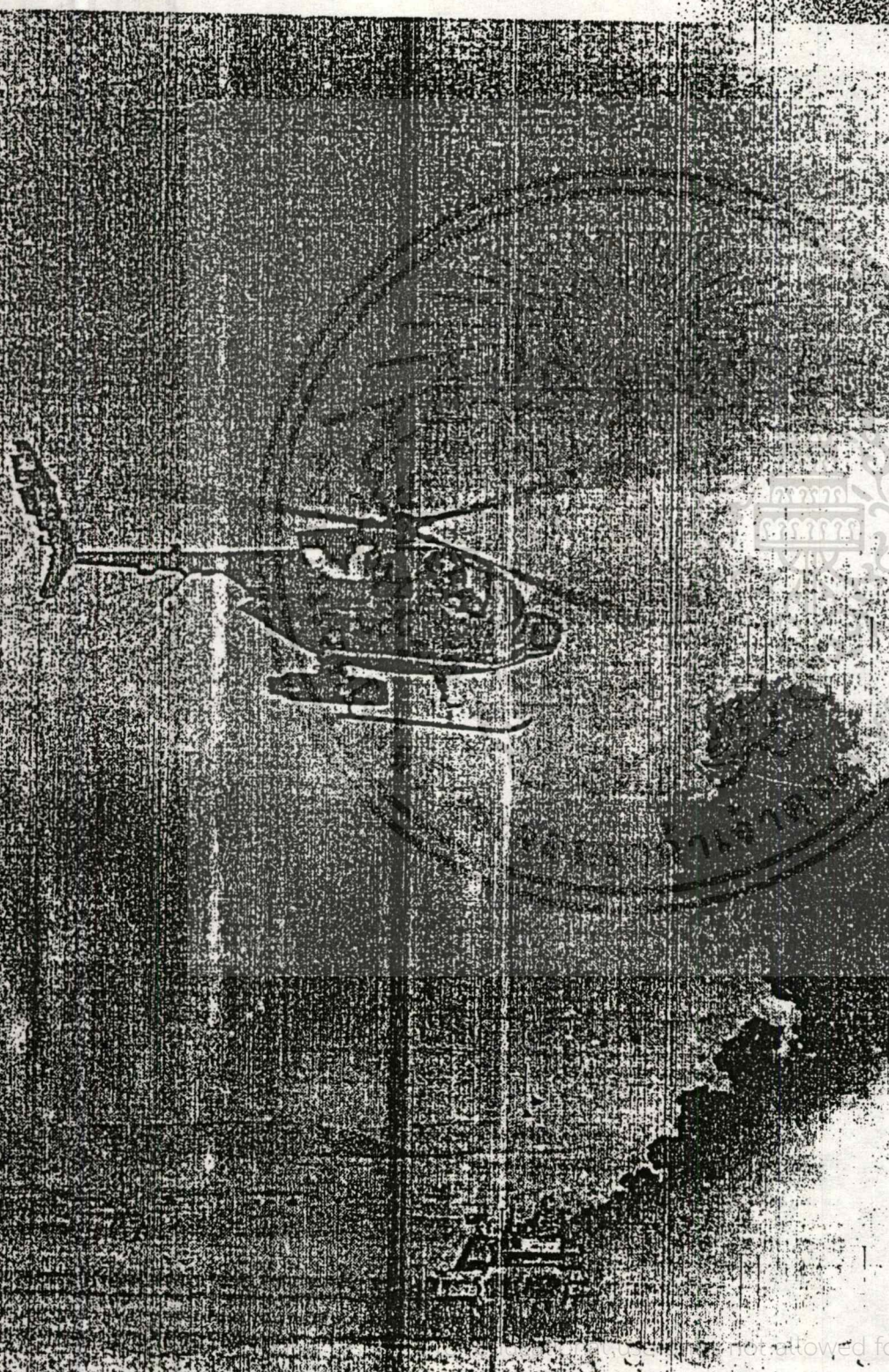
Allocate KEYS; up to 10 different
allocations are possible.

Enter FREquency information.

ional use only, not allowed for commercial use.

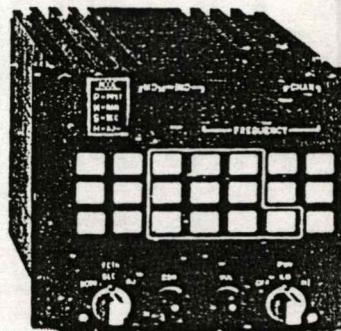
ntent, and cite the document when use.

CNR-900 Airborne



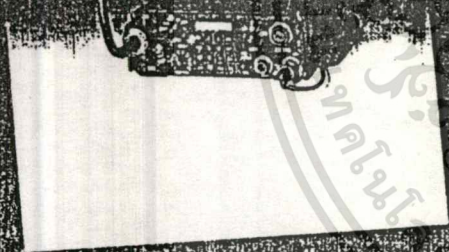
เรลาดกระบัง

CNR-900
Military VHF-FM voice / data radio system
with state-of-the-art EW protection

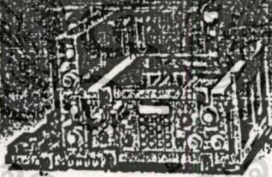


not allowed for commercial use.
CNR-900U Airborne radio
see document when use.

Configurations



PRC-730 (*) Manpack radio



VRC-742(*) Vehicular, short-range



VRC-745(*) Vehicular, long-range

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

* Note: When the suffix (S) is present, this indicates ECCM and COMSEC capability. Other suffixes denote specific system configurations.

CNR-900 Extras

Keygun Loader

- Automatic loading of all parameters data.
- Data entry from paper tape, preloaded radio, another loader or computer.
- Protected against unauthorized access.
- Quick emergency erasure.

External Encryption Devices & Modems

- Compatible with all current types of modems and terminals (teleprinters, facsimile machines, digital message entry device, etc.).
- FSK or PSK transmission at up to 2400 bps via handset connector.
- Wideband X-mode input and output enable operation with data terminals or existing cryptographic devices.

Intercommunication Systems

- Compatible with most conventional intercom systems in current use (such as VIC-1).
- Connections easily accessible through vehicular mounting.

Remote Controls

- Remote operation box for channel/mode/power selection.
- Full remote control over telephone wires (2-wire system).
- Custom-made units for special purposes (command centers, computer control).

Air-to-Ground Communication

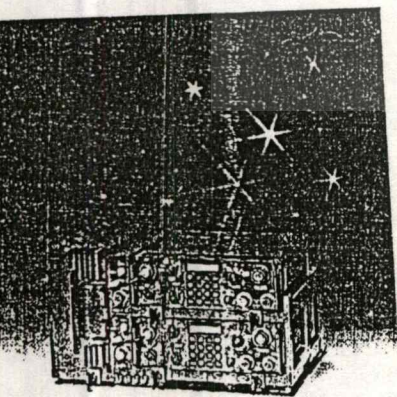
- CNR-900U fully compatible with PRC and VRC radios in all operational modes.

System Expansion

- CNR-900 has matching HF and UHF radios which share the same accessories:
 - HF-2000 SSB hopping radio, 2.0 to 30 MHz.
 - UHF-STAR hopping radio, 108 to 174 and 225 to 400 MHz.
- The MT-7370 vehicle mounting accepts any of these radios, which provides complete configuration flexibility in the single mounting—e.g.:
 - VHF-UHF giving 30 to 88 MHz, 108 to 174 MHz and 225 to 400 MHz operation.
 - HF-VHF giving 2 to 88 MHz operation.
 - HF-RTCE giving real-time adaptive HF channel allocation capability.
 - VHF-VHF giving dual VHF channel operation and automatic relay station.

Accessories & Ancillaries

- Portable RF amplifier.
- Handset H-189 or H-250.
- Control handset H-739 provides for mode/channel and volume selection of manpack without dismounting.
- Loudspeaker LS-454.
- MT-7370—mounting occupying the same space and requiring the same mounting hole pattern as the standard VRC-12 family.
- Intercom system VIC-1 or equivalent.
- Vehicular wideband antennas—long-range AS-1288 and low-profile AS-1188 (match to entire frequency band).
- Short and long manpack antennas.
- Carrying harness.
- Batteries (primary lithium / NiCd rechargeable).
- Battery charger.



Specifications

General

Frequency Range: 30.000 to 87.975 MHz
No. of Channels: 2320, at 25 kHz spacing
Modulation Type: F3 simplex, voice, analog and digital data at up to 16 kbps
Modes of Operation: Single channel CLEAR and SECURE (encryption), frequency hopping
No. of Preset Channels: 10 fixed-frequencies + 10 hopping nets
Frequency Stability: ± 2 ppm
Scanning Capability: over up to 4 pre-selected channels and 3 modes of operation
Self-Test: Self and operator-initiated, microprocessor controlled
Power Source: Manpack: 12V nom., primary (lithium) or 9-14V rechargeable (NiCd) battery,
Vehicular: +28 Vdc, per MIL-STD-1275

Receiver

Sensitivity: -115 dBm for 10 dB SINAD or BER of 10^{-1}
Spurious Response: 75 dB min
IF Rejection: 100 dB min
Audio Outputs: Earphone: 20 mW/600 Ω
Loudspeaker: 1 W/600 Ω
Fixed Level: 220 mV/150 Ω
Squelch Types: 150 Hz tone or noise
Front End Protection: +35 dBm signals

Transmitter

Power Output: Manpack: 0.25 W and 4.0 W
Vehicular, low power: 0.25 W and 4.0 W
Vehicular, high power: 0.25 W, 4.0 W, and 50 W
Spurious Emission: -80 dBc
Harmonic Suppression: -47 dBc
Wideband Noise Level: -137 dBm/Hz
Frequency Deviation: 6.2 kHz

ECCM

ECCM Technique: Frequency hopping over entire range
Hopping Rate: Medium
No. of Preset Hopping Keys: 10
No. of Frequency Tables: 10
Permissible Difference Between TODs: Up to 4.5 min
Orthogonal Nets: 4 sets of 64 orthogonal nets over any frequency table
Resynchronization ("bridge effect"): Capability
Late Entry Penalty: None
Special Features: Hailing, Scanning
Programming: Via keyboard, keygun loader or another CNR-900

COMSEC (encryption)

Type: Digital encryption/decryption using very long non-linear "white" sequences
No. of Preset Keys: 10
Synchronization Time: Less than 25
Programming: Via keyboard, keygun loader or another CNR-900

Data Communication (in ECCM and COMSEC modes)

Asynchronous: 50, 100, 300, 600, 1200, 2400 bps with an internal data rate adapter
Synchronous: 75, 150, 300, 600, 1200, 2400 bps with an internal data rate adapter and 16,000 bps without
Error Correction: By internal data rate adapter

Environmental

Operating Temperature Range: -40 to +65 $^{\circ}$ C
Mechanical Environment: Military trucks and wheeled vehicles, per MIL-STD-883C

Physical

Dimensions (HXWxD)
Manpack: 85X240X310 mm
Vehicular (dual transceiver and 50W amplifier): 226X405X330 mm
Weight:
Manpack (with NiCd battery):
Clear radio—7.5 kg
ECCM radio—8.0 kg

Tadiran produces equipment to all relevant Defence Standards.

All data subject to change without notice.

TADIRAN



Tadiran Ltd.
11 Ben-Gurion Street, Givat Shmuel
P.O. Box 648, Tel Aviv 61006, Israel
Telephone: (972-3) 713111
Telex: 341692, 33537

Forbidden to modify or cite the document when use. allowed for commercial use.

LIST OF ITEMS FOR CNR-900 SET

DESCRIPTION	QUANTITY PER SET
1. TRANSCEIVER RT-7330	1
2. MOUNTING BASE MT-7375	1
3. VEHICULAR ADAPTER VA-7376	1
4. LOUDSPEAKER LS-454/U	1
5. ANTENNA CABLE CG-1773	1
6. ANTENNA VEHICULAR AS-1288/B	1
7. POWER AMPLIFIER AM-7350	1
8. HANDSET H-250/U	1
9. POWER CABLE CX-8120	1
10. RF CABLE CG-409	1
11. OPERATOR MANUAL	1
12. MAINTENANCE MANUAL	1/10

ONE UNIT PRICE:

22,000 US.D.

Technology on the Move

**TADIRAN
COM. LTD.**

For further information please contact: not allowed for commercial use.
 Tadiran Com. Ltd., 26 Hashgotim St., P.O. Box 267, Holon 58102, Israel
 Tel: (972) 3-557-4661, (972) 3-557-4500, Fax: (972) 3-557-4494, 557-4270
 Tadiran Electronic Industries Inc., 575 Lexington Ave., 21st Fl., New York, NY 10022, USA
 Tel: (212) 751-5061, Fax: (212) 751-5181/2

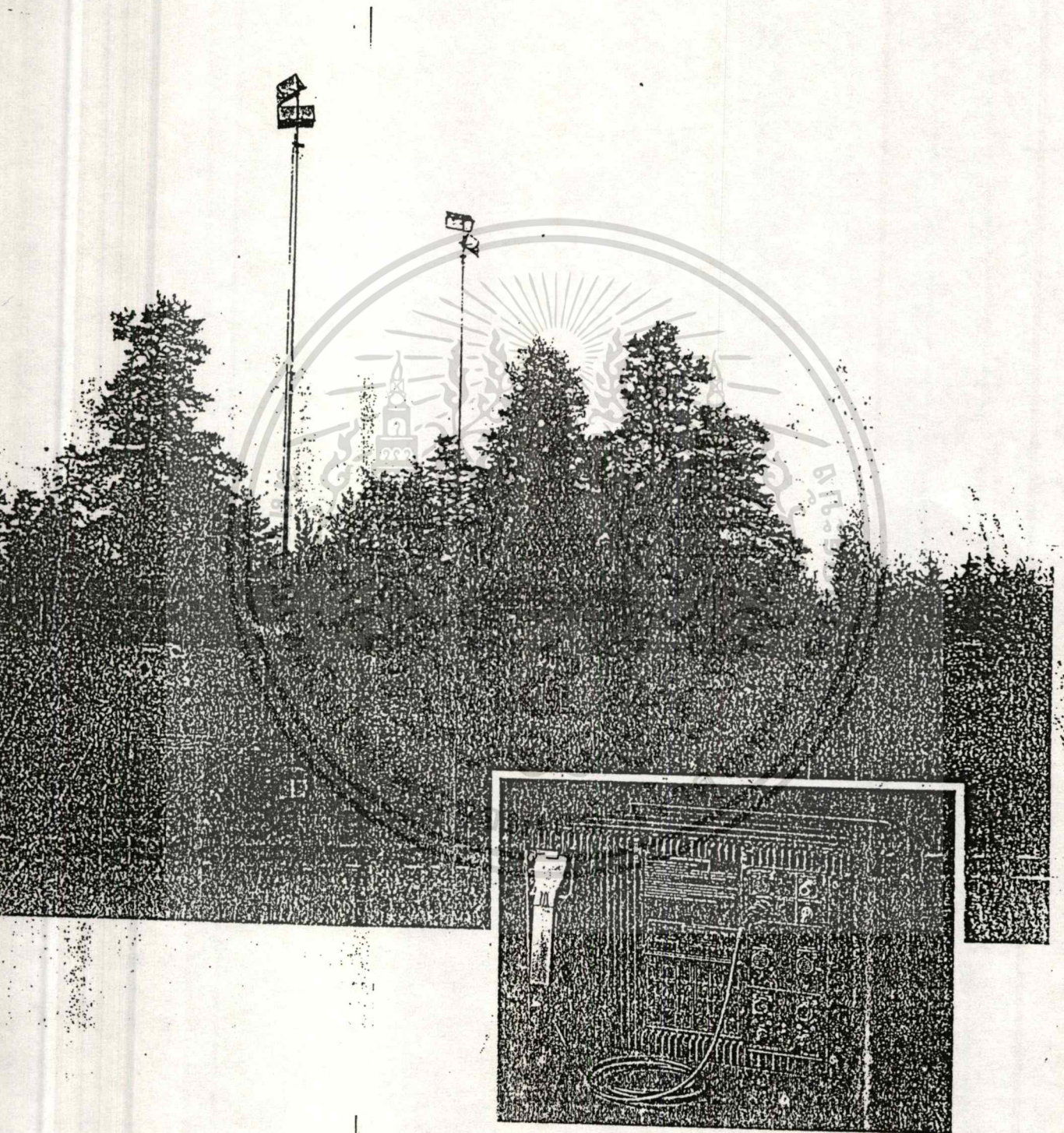
The seal of Rajabhat Surin University is a circular emblem. It features a central sunburst with rays emanating from a central point. Below the sunburst are three tiered stupas or pagodas, each supported by a decorative base. The entire emblem is surrounded by a circular border containing Thai text. The text at the top reads 'มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์' (Mahavithayalai Rajabhat Surin) and the text at the bottom reads 'พระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง' (Phra Chomklao Chao Khan Thara Ladkrabang).

คุณลักษณะและราคาของชุดวิทยุถ่ายทอด RL-422A

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

RL402A.
Links with stronger links.



This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

ERICSSON  to modify the content, and cite the document when use.

Make sure your transmission will survive the EW of tomorrow

The RL402A radio relay provides reliable and secure telecommunications links in a hostile electronic warfare (EW) environment.

The unique ECCM methods used are a combination of the automatic output power control and an advanced frequency-hopping technique.

The RL402A is self-instructing. Thanks to a high degree of automatic functions, it is extremely easy to operate. A link can be established in a very short time.

The RL402A is designed to give reliable operation in the most hostile of environments and complies, in every respect, with military specifications.

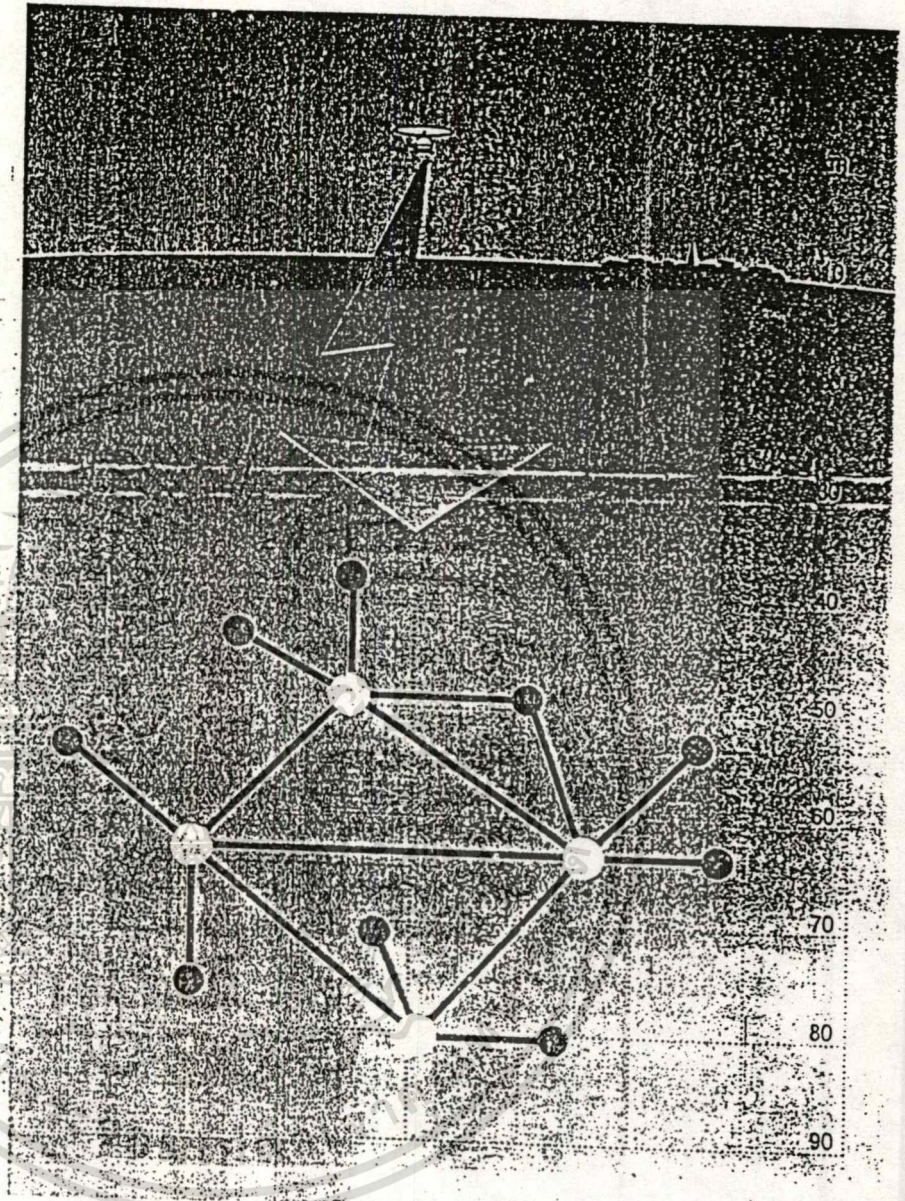
Coping with future EW

Electronic warfare methods are sophisticated and will be even more so in the future. It is not difficult to imagine what an intelligent and resource-full adversary can do to your communication when you look at the example described beside. Since most of the links will not be operating, the possibility of communicating will decrease drastically.

Frequency-hopping for increased TRANSEC*

Maintaining secure and reliable communication links, when these are jammed – whether through partial-band, broadband or high-power pulsed jamming – requires state-of-the-art ECCM methods.

The solution in the RL402A is crypto-controlled frequency-hopping (FH) with virtually unbreakable codes and routines. Conventional or adaptive FH can be used. These modes may be combined with high, low and adaptive output power modes. The combination of adaptive FH and adaptive output power is highly resistant to high-power pulsed jamming and immune to partial-band jamming.



The jamming effect on a tactical network is considerable. The helicopter is flying at an altitude of 150 to 200 meters with a jammer with an output power of 10 kW_{ERP}. Radio links marked red will only survive if they use FH. Topography is not considered.

The RL402A is open-ended for enhancements of the ECCM functions in order to meet the need for high protection against even more advanced EW measures in the future.

Continuous improvements

The first version of the RL400, launched in 1980, was a combined analog and digital fixed frequency

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

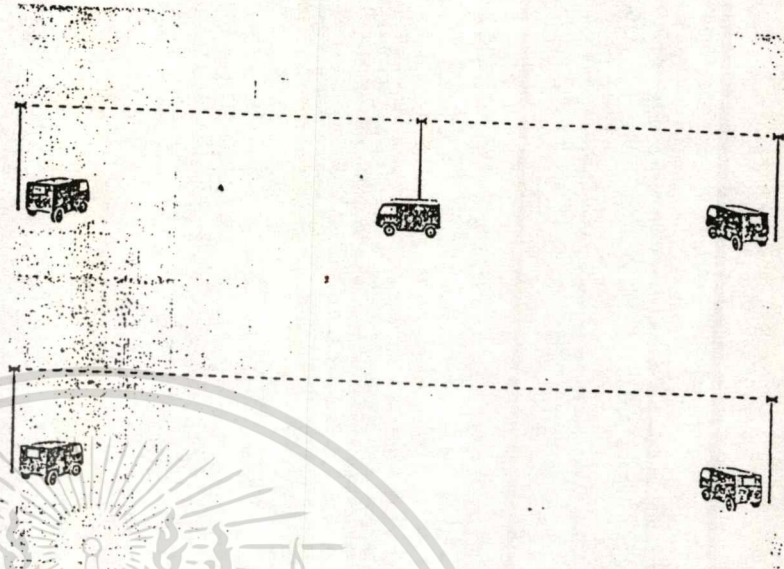
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

radio relay. Since then, major and minor improvements have been implemented continuously. Today's version - RL402A - is frequency-hopping and has tunable filters instead of fixed broad band filters making utilization of the frequency band more flexible. One version without FH, designated RL402, is also available.

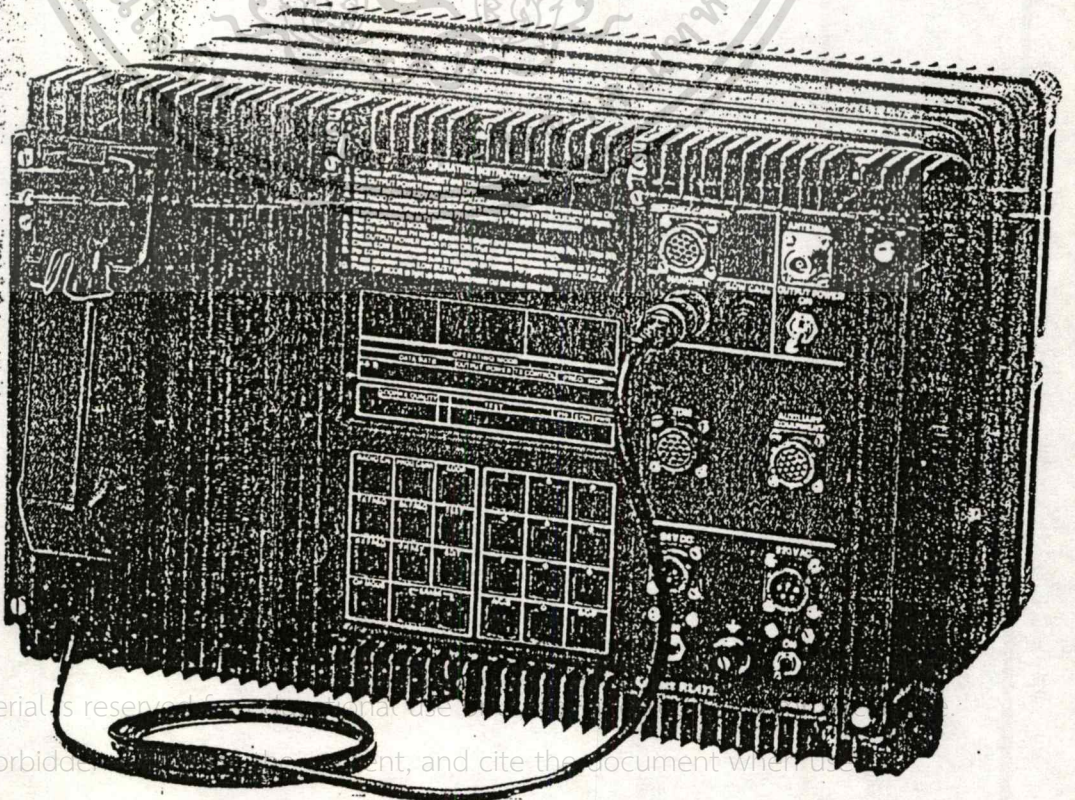
Eurocom standard interface, and others

The RL402A has a standard Eurocom multiplex interface, providing the possibility of being integrated into any Eurocom network. This makes it possible to build flexible and cost-effective networks with the required anti-jamming characteristics.

Other types of interface, compatible with TRI-JAC, VINSON and CCITT G 703, are also available. The RL401 and RL402 are easily up-graded to RL401A and RL402A respectively. This makes it possible for a customer to build up ECM protection step-by-step.



The utilization of FH in jamming situations is very cost-effective. The jamming resistance is equal if you compare a fixed line with one repeater and a FH link. This applies to transmission ranges from 15 up to 30 km. The added investment in FH performance will cost a fraction of a fully-equipped repeater vehicle.



The RL402A adapts when operating in an EW environment

The choice of technology to obtain secure multi-channel radio communication in warfare situations is essential. The radios must be hard to detect and have good jamming resistance. They must be able to be deployed together on a site and operate without interference. And they must be easy to use and administrate.

The use of crypto-controlled FH over the available bandwidth has many advantages. High output power can be obtained for each hop in the sequence. A broadband jammer is then forced to have the upper hand in power over the full bandwidth continuously. This may be possible in theory, but hardly in practice since it requires an enormous amount of power.

On the other hand, if the FH system is jammed through partial-band jamming, focusing on a specific band, the FH system can make use of the rest of the bandwidth.

The combination of adaptive FH and adaptive output power control gives the RL402A very strong ECM protection.

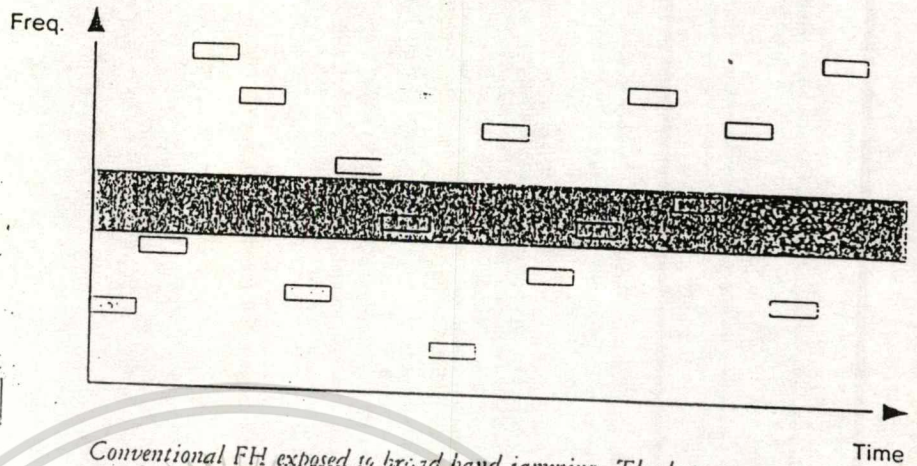
For co-existence with fixed frequency links, the FH versions have the capability to exclude and block specific channels.

FH in brief

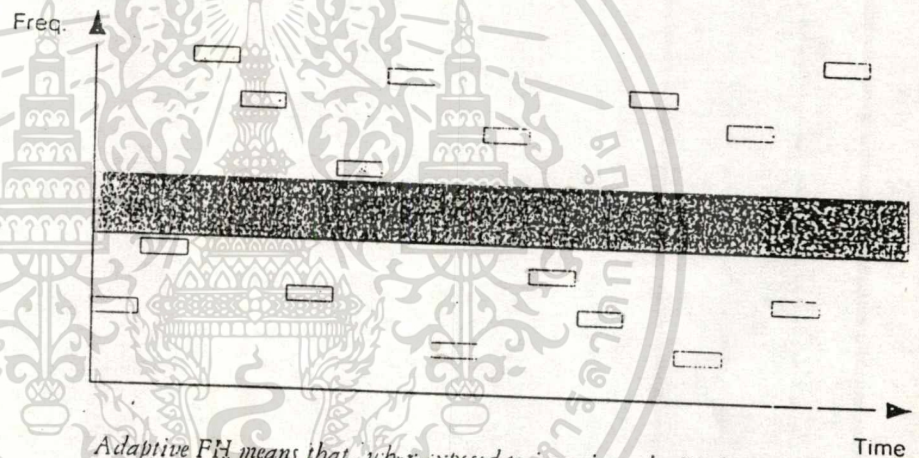
FH means that you divide the continuous data signal from the multiplexer into small blocks and then send each block on different frequencies. To avoid partial-band jamming the hopping band must be wide. To avoid frequency-following jammers the blocks must be short and it must be impossible to predict the frequencies in advance.

Conventional FH

In the mode conventional FH, the built-in crypto-system determines the radio channels to be used. This means that all channels will be used with the same probability. Conventional FH is most effective against broadband jamming.



Conventional FH exposed to broadband jamming. The hops are spread over the selected frequency band. Hops that coincide with the jamming signal will be lost.



Adaptive FH means that, when exposed to jamming, the RL402A avoids using the frequencies jammed and all the signals will be properly received.

Adaptive FH

In adaptive FH mode, the transmission supervision function evaluates the quality of each individual hop. If a channel is of poor quality – due to jamming or other interference – the system automatically excludes this channel from carrying traffic and selects a channel with good quality. This means that the RL402A automatically avoids jammed radio channels, which makes it immune to partial band jamming.

Hop synchronization

In order to eliminate the advantages a jammer could possibly have to

learn the behaviour of synchronization, all procedures in establishing and maintaining a transmission link are controlled by pseudo-random generators with very high cryptological power.

Special care has been taken to make the hop and bit synchronization insensitive to different forms of matched jamming. Synchronization information is sent during each hop, spread all over the hop, so that only a minor part of a hop is sufficient to maintain synchronization. A number of hops can also be lost without the need to resynchronize.

The synchronization information is changed between each hop to preclude any possibility of imitating it. The sequence of hop frequencies is selected by pseudo-random generators, independently for either direction of the radio link.

Adaptive output power

The automatic adaptive output power function keeps the signal at a level that is just sufficient for proper reception. If interfered with, for example by a broadband jammer, the transmission supervision automatically increases the power output until a level that gives clear reception is reached again.

Adaptive output power can be used in fixed frequency mode, as well as in conventional FH and adaptive FH modes.

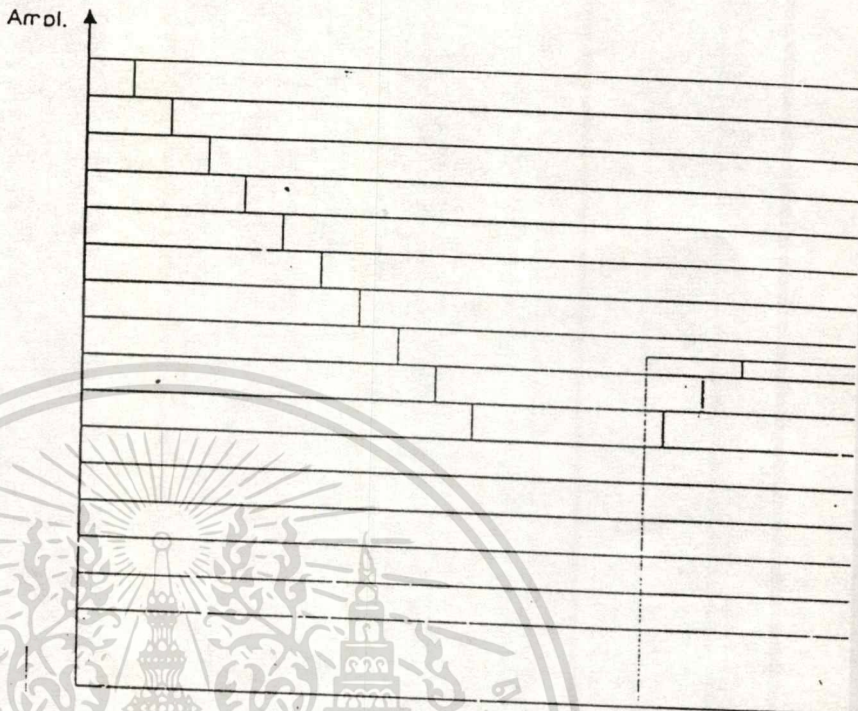
The combination of adaptive output power and antennas with high side and backlobe attenuation reduces the risk of detection. It also reduces the risk of interference when two or more radios, fixed frequency or FH, is deployed together.

The clock recovery part is designed to withstand interference of long duration without loss of synchronization. All system procedures are operable at very high error rates.

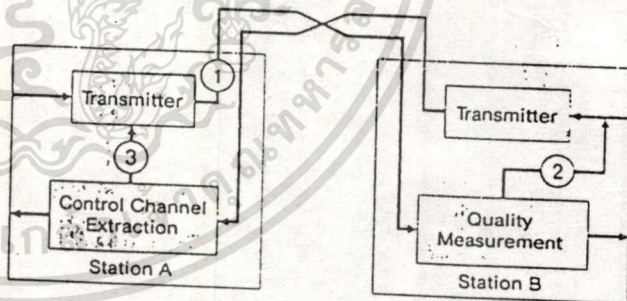
Transmission supervision

Based upon the received synchronization information, the transmission quality can be evaluated. This quality measure is used for various control functions. Information from received transmission is sent back to the transmitter via a feedback channel to make it possible to adapt the behaviour of the system to the jamming situation. This transmission is interleaved with other data in each hop and protected through very high redundancy.

The individual measurements are integrated over time to build up a quality measure for transmission. This quality measure controls the output power level used for transmission.



The adaptive output power function steps down the output power to a level acceptable for reception. If the receiver is jammed (red signal) the output power will step up to get superior to the jamming signal.



The transmission supervision operates continuously. The transmitted signal (1) contains synchronization information, which is measured in the receiver. The result (2) is sent back to the control channel extraction in station A. This unit decides to increase or decrease the output power, and if in FH, to exclude frequencies from use (3).

Mixed fixed and FH

To have interference-free operation of fixed frequency radios and FH radios in a network, the RL402A can exclude the use of up to 20 frequency bands. Each band can be set to any number of channels. By excluding the channels used by the co-sited

fixed frequency links, FH links can be integrated into a fixed frequency network without any interference. This makes the frequency planning flexible and simple, and offers extended co-siting possibilities.

The RL402A radio relay system

Useful accessories facilitate operation

A handful of accessories help the operator to programme, start-up and maintain radio link communications. They are easy to use and designed for rough handling.

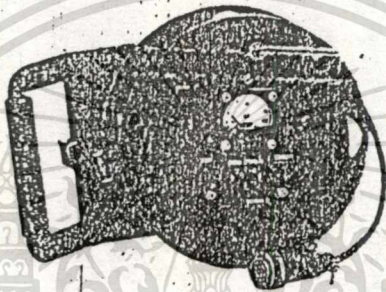
NET DATA CARRIER

The net data carrier is used for simple and secure distribution of network data.



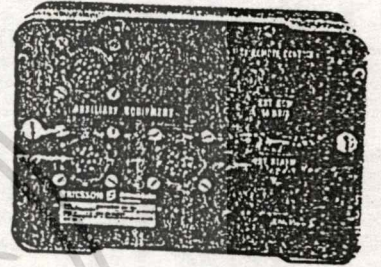
ANTENNA TUNING INDICATOR

The antenna tuning indicator (ATI) is a useful timesaver when adjusting the antenna bearing. The ATI is mounted on a cable reel and connected to the RL402A to indicate the received signal strength. It is used at the foot of the mast while directing the antenna. It features remote analog reading of "RF input local".



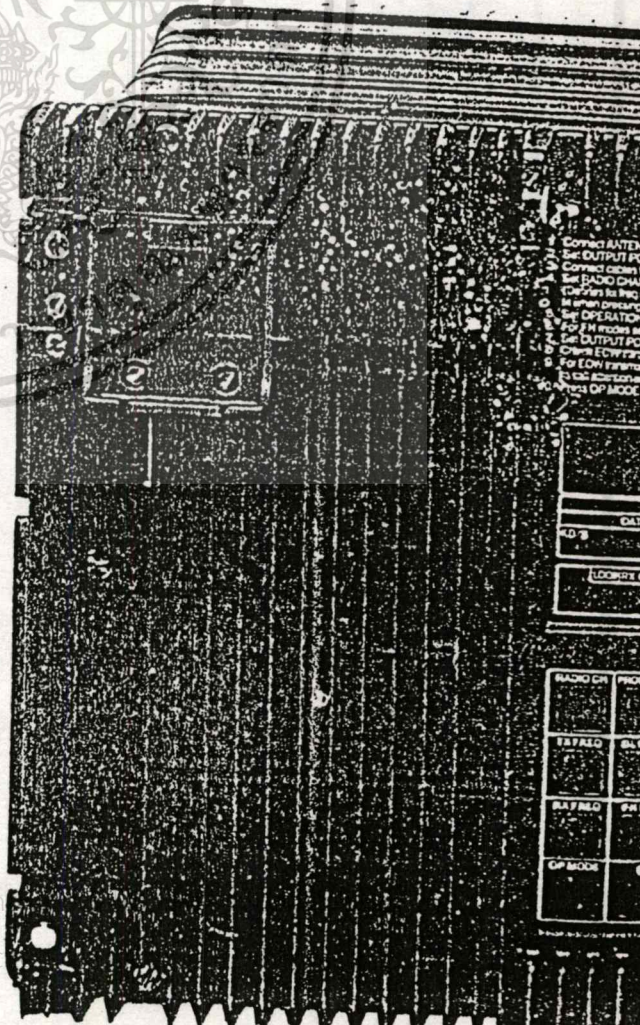
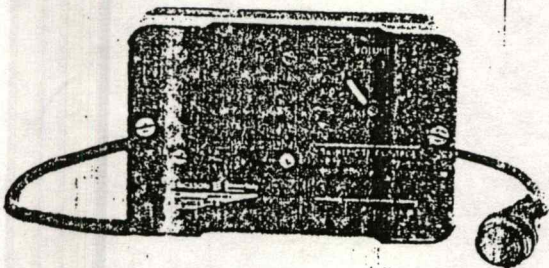
CONNECTION BOX

The connection box is used when the loudspeaker and the antenna tuning indicator are to be connected at the same time. It can also be used for removing alarm functions and engineering order wire telephone.



HANDSET AND LOUDSPEAKER

The handset and loudspeaker are used for communication on the engineering order wire circuit.

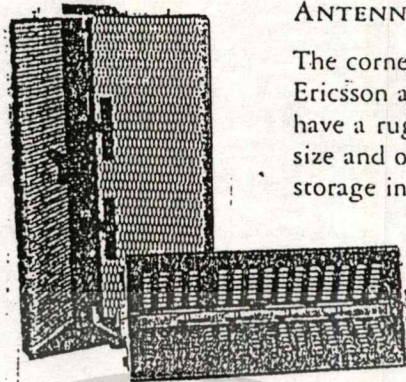


Antennas, masts and cables matched for mobility

Using special Ericsson-designed antennas, masts and cables, a trained crew can set up an operational station in less than 10 minutes. The very sturdy design of the radio relay system ensures reliable operation even in the most severe environment.

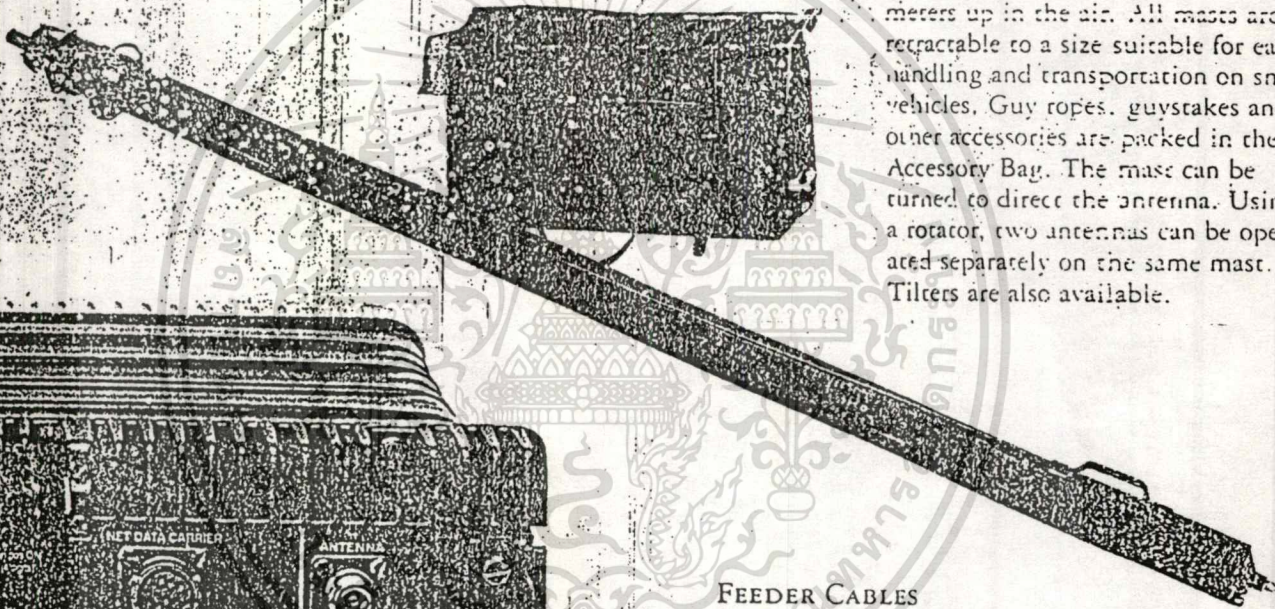
ANTENNAS

The corner reflector antennas developed by Ericsson are specially designed for field use. They have a rugged construction, low weight, compact size and optimal gain, and they fold up for easy storage in a vehicle.



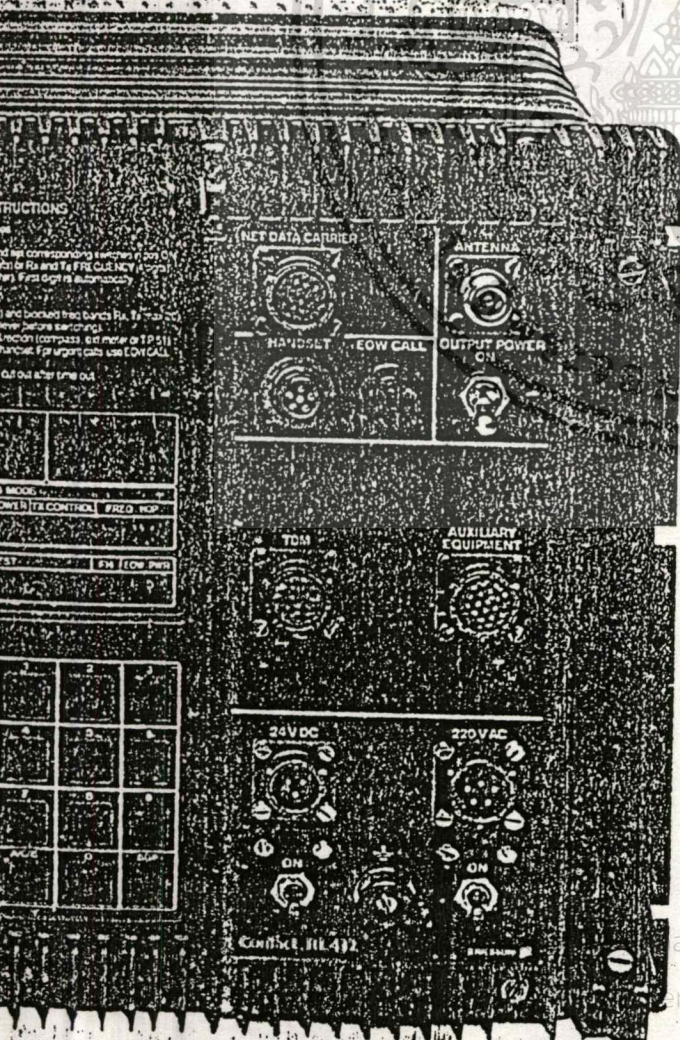
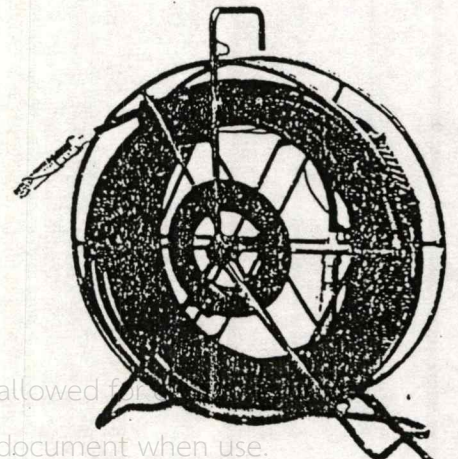
TELESCOPIC MASTS

Ericsson can offer telescopic masts of various lengths and performance. The highest lifts an antenna 24 metres up in the air. All masts are retractable to a size suitable for easy handling and transportation on small vehicles. Guy ropes, guystakes and other accessories are packed in the Accessory Bag. The mast can be turned to direct the antenna. Using a rotator, two antennas can be operated separately on the same mast. Tilters are also available.



FEEDER CABLES

Feeder cables are dimensioned to minimize signal attenuation. They are manufactured from first-rate materials for optimum strength and resistance to sharp fluctuations in temperature. Cables are normally supplied in lengths of 25 or 35 metres with or without cable reels.



Easy to operate

Ease of operation is a major feature of the RL402A. It is demonstrated by the fact that all essential operator instructions appear on the front panel. The system has a number of microprocessor controls, which automate many operating steps and simplify the operator's task. Training can be reduced to a minimum, and operators need no specialist qualifications to use the easy-to-grasp manual.

The built-in processor control supervises operation and reduces operator errors. Supervision of transmission is continuous, and the operator is alerted in the event of a fault. The

radio set has an engineering order wire circuit system for operator communication.

All network data are easily and safely distributed to and loaded in the RL402A by means of the Net Data Carrier.

The RL402A versions are equipped with tunable filters covering the full band which offers considerable freedom of choice and simplifies frequency planning.

The RL402A is preprogrammed for Channel Pair Selection, which gives Tx and Rx frequencies with fixed duplex space. By selecting a channel pair, the RL402A is ready for com-

munication. No additional tuning is needed. Individual setting of Tx and Rx frequencies is, of course, also possible.

A display that tells you a lot

The display gives you information during set-up and operation. The RADIO CH shows the selected radio channel. If FH mode is used, the same display indicates the setting of the key.

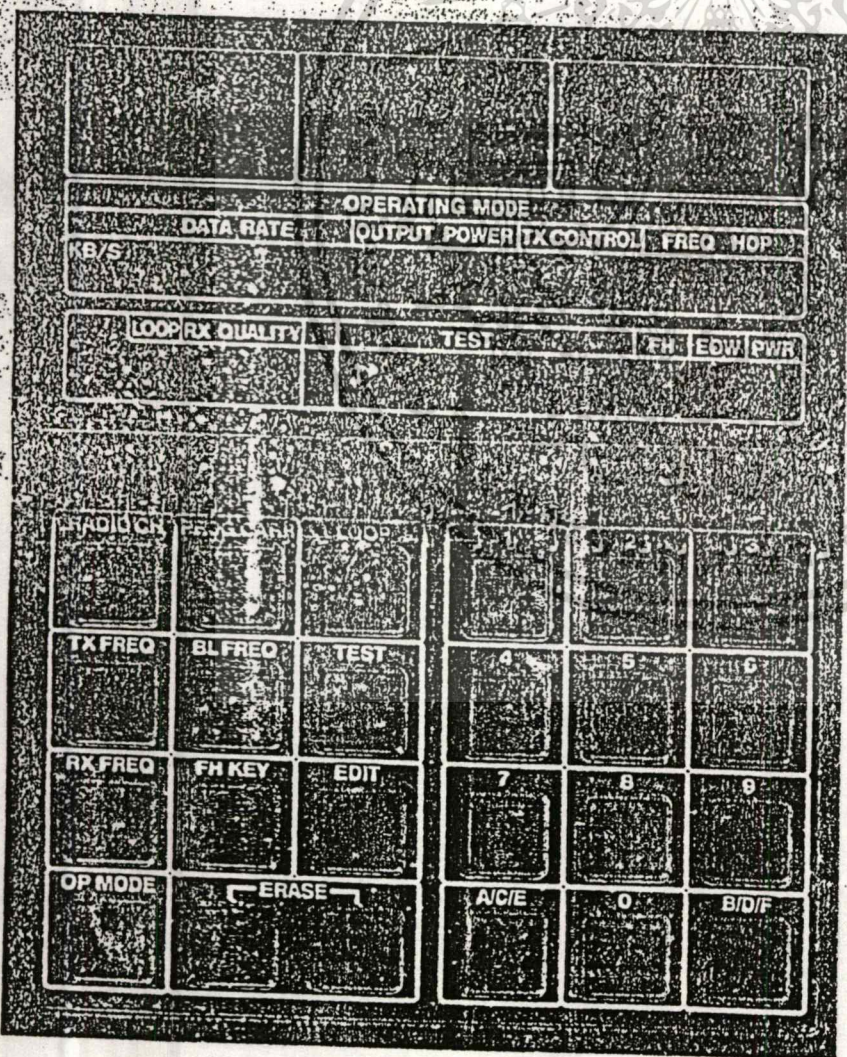
In the TX FREQ and RX FREQ windows, the transmitted and received frequencies are shown. Start and stop frequencies for ranges to be blocked in FH can also be displayed in these windows.

The operating mode section tells you about data rate, output power, transmit control and modes of FH.

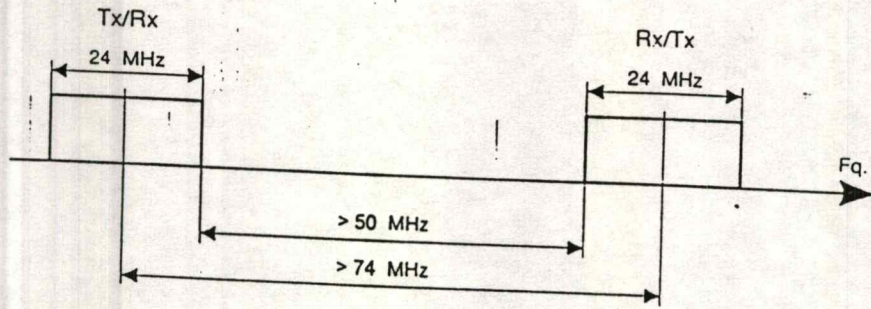
The lower section is reserved for various test system information. The quality of the received signal is continuously displayed. Here, the operator can check various functions of the radio set by means of BITE.

Net Data Carrier

Secure distribution of network data is essential. Errors when loading crypto-keys for FH, fixed frequencies and excluded frequencies must be avoided. Net Data Carriers are programmed centrally by means of an RL402A or a personal computer. Then, they are distributed to the communication sites where they can be connected to each radio for automatic setting.



The keypad is divided into two 12-key units: one for function keys and one for numeric entry. Seven of the function keys are used for operational programming; two for checkouts and one for loading network data.



A principle duplex pattern of an RL402A in FH mode. The spreading bandwidth can be set up to 24 MHz. The minimum duplex space is 50 MHz and since the hopping bands are defined by the center frequencies, the distance between those must exceed 74 MHz. The center frequencies are defined as Tx and Rx frequencies in fixed frequency mode when programming.

typical examples of test point measurements; other examples are transmission output power and Rx signal level. Fault conditions can be rapidly restored since the equipment initiates an alarm as soon as the failure occurs and displays the faulty subunit. This minimizes the risk of interruptions and downtime in the communication.

LOOP TEST

The operator can use two different types of loop test to conduct a simple check of the equipment. Using the RF LOOP TEST, the entire radio unit is switched into loop mode to check the RL402A together with the multiplexer/exchange and the encryption unit. Using the BB LOOP TEST, the radio parts are excluded and the operator restricts the check to the baseband section in the RL402A.

Remote control, BITE and Test data statistics

Remote control of all keyboard functions, as well as monitoring and supervision of BITE and alarm information, can be performed from a standard data terminal or personal computer connected to the auxiliary connector on the front.

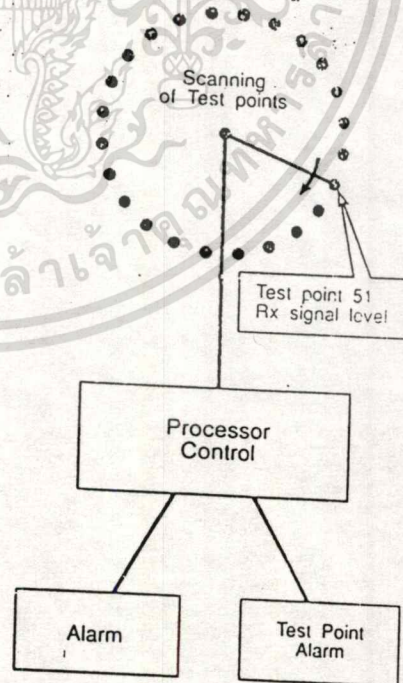
The operator can read the value in the test point that is outside the limits, and then take the necessary action. The operator can, of course, check all test points at any time. Modulator and synthesizer levels and transmitter temperature are

Self-test for reliability

The RL402A features two special test functions: BITE and LOOP TEST. BITE (built-in test equipment) is a function that continuously monitors levels and values in critical test points. The operator uses the LOOP TEST to check the functions of his own equipment.

BITE

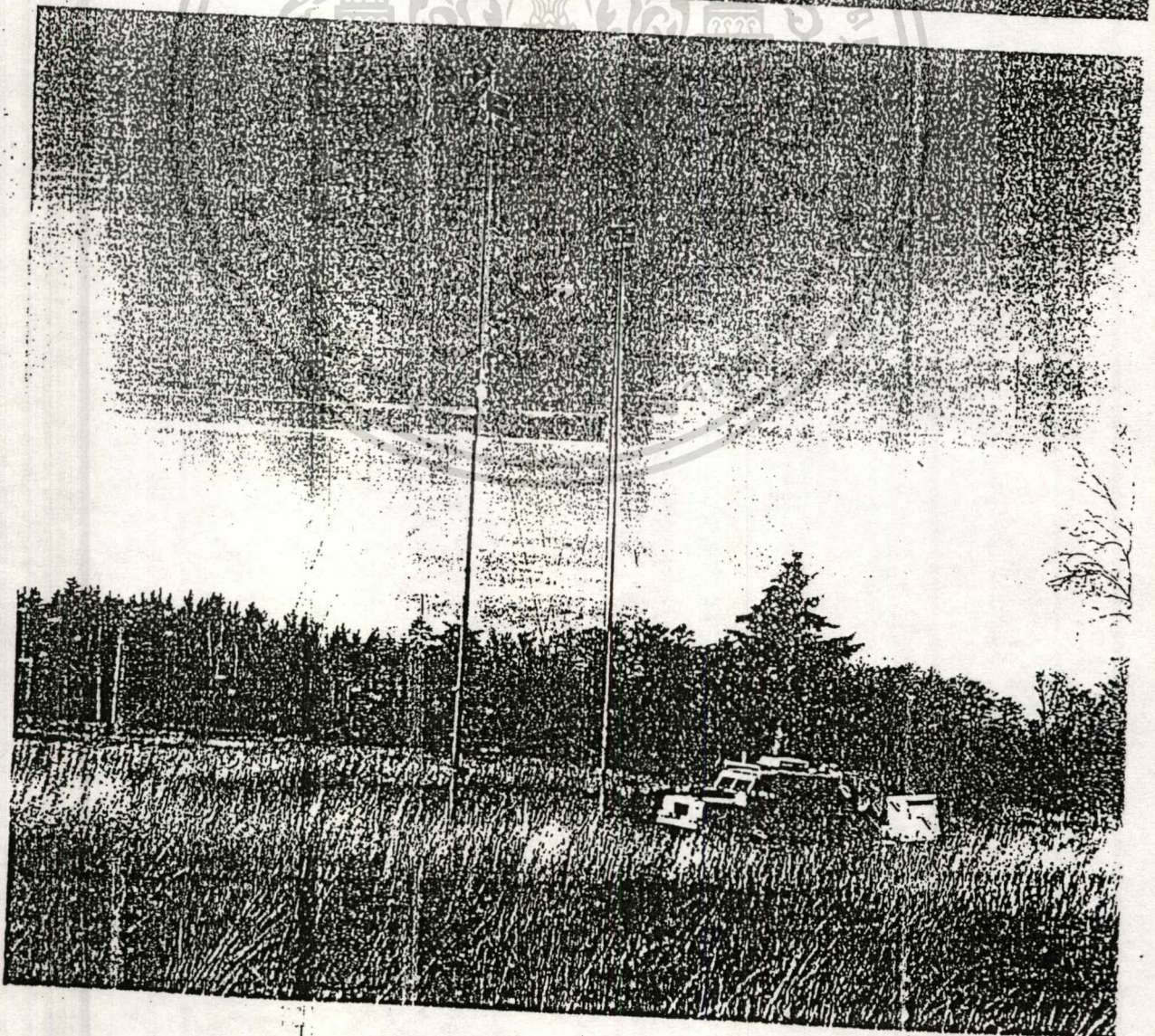
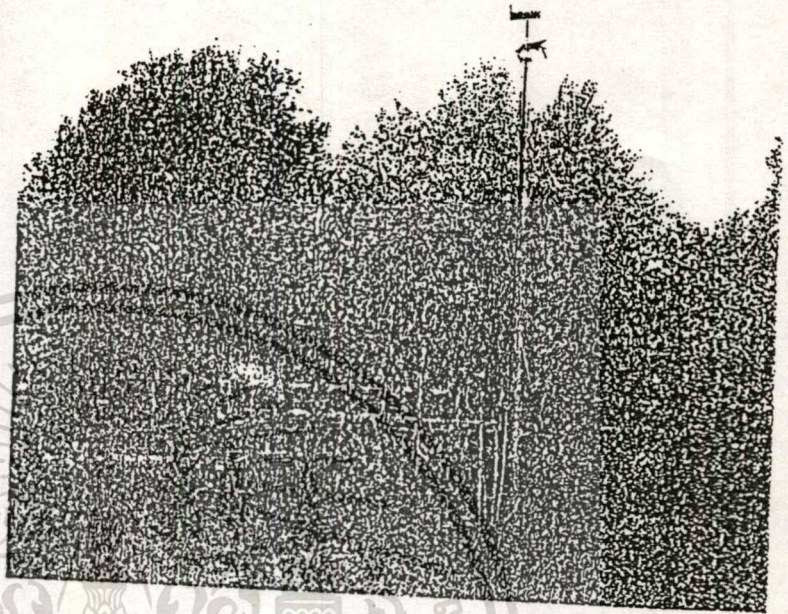
BITE continually monitors equipment performance to ensure that specified values are not exceeded. When the main function of the radio set drops out, there will be an ALARM. TEST POINT ALARM is triggered when anyone out of 20 test points exceeds the limits specified, but the radio will continue to operate. By pressing the TEST KEY, the



The continuous supervision of important functions in the RL-02A is performed by the built-in test equipment, BITE. Any deviation from normal conditions causes an ALARM or TEST POINT ALARM. The operator can look up any test point, in this case Tp51, to find faults quicker.

Flexibility gives freedom

Today's communication equipment is small, light, and easily installed in a variety of small off-road vehicles. This gives the user the freedom to deploy his communication units at points that optimize his communication, irrespective of the type of terrain.



Technical data

THE TECHNICAL DATA GIVEN BELOW ARE TYPICAL DATA

	RL 412	RL 422	RL 432
General			
Frequency range	225-400 MHz	610-960 MHz	1.35-1.85 GHz
Duplex space	min 50 MHz	min 50 MHz	min 50 MHz
Channel spacing	125 kHz	125 kHz	125 kHz
Transmission capacity	256*, 512, 1024 and 2048* kb/s	256*, 512, 1024 and 2048* kb/s	256*, 512, 1024 and 2048* kb/s
Orderwire	Digital, 16 kb/s	Digital, 16 kb/s	Digital, 16 kb/s
Transmitter			
Output power, high	15W	15W	7W
Output power, low	1W	1W	0.5W
Output power, auto	0.1-15W	0.1-15W	0.05-7W
Spurious attenuation	80 dB	80 dB	80 dB
Harmonic attenuation	60 dB	60 dB	60 dB
Frequency stability	± 20 ppm	± 20 ppm	± 20 ppm
Receiver			
Noise figure	6 dB	6 dB	6 dB
Spurious attenuation	80 dB	80 dB	80 dB
Frequency stability	± 20 ppm	± 20 ppm	± 20 ppm
Sensitivity for BER = 10 ⁻³			
256 kb/s	-100 dBm	-100 dBm	-100 dBm
512 kb/s	-96 dBm	-96 dBm	-96 dBm
1024 kb/s	-93 dBm	-93 dBm	-93 dBm
2048 kb/s	-91 dBm	-91 dBm	-91 dBm
ECCM Versions			
Spreading bandwidth	RL 412A 10 MHz	RL 422A 20 MHz	RL 432A 24 MHz
Jamming protection in conventional FH mode			
256 kb/s	9 dB	13 dB	13 dB
512 kb/s	9 dB	13 dB	13 dB
1024 kb/s	6 dB	10 dB	10 dB
TDM-interface Eurocom D/1			
Physical interface	4 balanced pairs		
Level, data	1 V p-p (AMI)		
Level, clock	1 V p-p (NRZ)		
Impedance	130 ohm balanced		
TDM-interface TRI-TAC*			
TDM-interface ATACS*			
TDM-interface HDB3*			
Power supply			
Input voltage	21-32 V DC		
Input voltage (mains)	95-255 V AC		
Input frequency	45-65 Hz		
Power consumption, maximum	200 W		
Dimensions and weight			
Height	310 mm		
Width (total)	482 mm		
Width in 19" rack	437 mm		
Depth (total)	385 mm		
Depth in 19" rack	306 mm		
Weight	42 kg		

*Options

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

THIS PUBLICATION IS INTENDED AS GENERAL INFORMATION AND CANNOT BE REFERRED TO IN LEGAL NEGOTIATIONS OR AS A CONTRACT DOCUMENT. DESIGN AND SPECIFICATIONS ARE SUBJECT TO CHANGE WITHOUT NOTICE

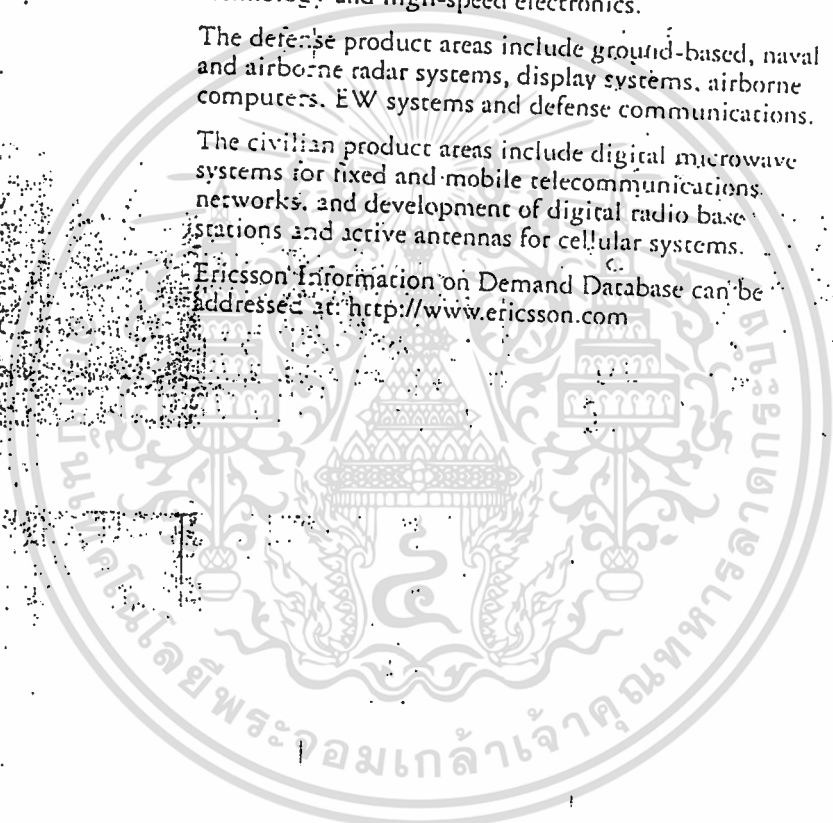
Ericsson's 90 000 employees are active in more than 130 countries. Their combined expertise in switching, radio and networking makes Ericsson the world leading supplier in telecommunications.

Ericsson Microwave Systems AB is Ericsson's core company for defense electronics and microwave communications as well as R&D center for microwave technology and high-speed electronics.

The defense product areas include ground-based, naval and airborne radar systems, display systems, airborne computers, EW systems and defense communications.

The civilian product areas include digital microwave systems for fixed and mobile telecommunications networks, and development of digital radio base stations and active antennas for cellular systems.

Ericsson Information on Demand Database can be addressed at: <http://www.ericsson.com>



Ericsson Microwave Systems AB
Defense Communications
Box 42;
S-164 93 Stockholm, Sweden
Telephone: +46 8 757 01 00
Telefax: +46 8 751 71 41

Ericsson Radio, S.A.
Torre Suecia
Retama, 1
280 45 Madrid, Spain
Telephone: +34 1 339 23 59
Telefax: +34 1 339 31 60

NFT Ericsson
Communications ANS
P.O. Box 87
N-1361 Billingstad, Norway
Telephone: +47 66 84 24 00
Telefax: +47 66 84 82 30

QUATATION FOR TACTICAL RADIO RELAY STATION RL-422A

One Set of Terminal Station comprising :

DESCRIPTION	QTY
1. One set of Contact RL-422A frequency range 610-960 MHz data rate 512 and 1024 kbit/s consisting of	1
1ea. ZMB 101 52/4	Radio Set
1ea. RR-154 881/3	Main Cable
1ea. RR-183 900	Battery Cable
1ea. KA-400007 0001	Handset
1ea. RR-161 403/10	Loudspeaker
1ea. LZT 120	Operator's Manual
1ea. LZB 115	Service Manual
2. RB-100023-0001	Antenna CA-720
3. RR-193 225/2	Antenna Cable 35m on Reel
4. DB-100101-0001	Antenna Mast TAM-18
5. RGX-5500	ROBIN Generator Set 5KVA
6. RR-211-775/2	TDM Line Cable
7. ECCM Module for RL-422A	
8. One Set Local Accessory	
1ea. RR-193 227	Connection box
1ea. RR-193 223	Cable for connection box
1ea. RR-193 228	Antenna tuning indicator
1ea. SXX 107 2731	Net data carrier

Total Price for One (1) complete radio relay station
item 1-8 above

\$ 54,200 (U.S. Dollars)

Ericsson Microwave Systems AB

Styrelscens saic - Registered office : Molndal

Momsnr-F.A.T. No. SE556028162702
Organisationsnr-Reg.No. 556028-1627

Postaddress - Mail
S-164 84 STOCKHOLM
SWEDEN

Besöksadress - Office address
Torshamnsgatan 32 C
Kista

Telefon - Telephone
Nat 08-757 30 00
Int +46 8 757 30 00

Telefax - Telefax
Nat 08-752 81 72
Int +46 8 752 81 72

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ นามสกุล ร้อยเอก พชรพล สินธุวงศานนท์
 วัน เดือน ปี เกิด 27 กรกฎาคม 2514
 ประวัติการศึกษา วิทยาศาสตร์บัณฑิต (ทบ.) โรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า
 ประวัติการทำงาน น.โพรคัพท์ ส.พัน 101
 น.โพรคัพท์ ส.พัน 1 รอ.
 รอง ผบ.ร้อย สวถ. ส.พัน 1 รอ.
 นสส. กสส.สส.

