



**ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO EXTENSIÓN
LATACUNGA**

**“PROPUESTA DE DISEÑO, PARA MODERNIZAR EL SISTEMA DE
INTERCEPTACIÓN EN TELECOMUNICACIONES (SIMTEL), APLICANDO
EL SISTEMA COMINT DE GUERRA ELECTRÓNICA”**

**PROYECTO PREVIO LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE TECNÓLOGOS
EN ELECTRÓNICA E INSTRUMENTACIÓN**

**LIGÑA DIAZ DANIEL BENJAMIN
YASELGA PAVON LUIS EDUARDO**

DIRECTOR: ING. NANCY GUERRÓN

CODIRECTOR: ING. CÉSAR NARANJO

Latacunga, Noviembre del 2011

CERTIFICACIÓN

Se certifica que el presente trabajo fue desarrollado por el Cbop de A. Yaselga Pavón Luis y el Cbop de Com. Ligña Díaz Daniel, bajo mi supervisión.

Ing. Nancy Guerrón
DIRECTORA DEL PROYECTO

Ing. Cesar Naranjo
CODIRECTOR DEL PROYECTO

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
EXTENSIÓN LATACUNGA
JEFATURA DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN CON LA
COLECTIVIDAD

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Nosotros:

Cbop de A. Yaselga Pavón Luis Eduardo
Cbop de Com. Ligña Díaz Daniel Benjamín.

DECLARAMOS QUE:

El proyecto de grado denominado: **“PROPUESTA DE DISEÑO, PARA MODERNIZAR EL SISTEMA DE INTERCEPTACIÓN EN TELECOMUNICACIONES (SIMTEL), APLICANDO EL SISTEMA COMINT DE GUERRA ELECTRÓNICA”**, ha sido desarrollado con base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía.

Consecuentemente este trabajo es de nuestra autoría.

En virtud de esta declaración, nos responsabilizamos del contenido, veracidad y alcance científico del proyecto de grado en mención.

Latacunga, Noviembre del 2011

Cbop de A Yaselga Luis

C.I. 1002801353

Cbop de Com Ligña Daniel

C.I. 1714986849

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
EXTENSIÓN LATACUNGA
JEFATURA DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN CON LA
COLECTIVIDAD
AUTORIZACIÓN

Nosotros:

Cbop de A. Yaselga Pavón Luis Eduardo

Cbop de Com. Ligña Díaz Daniel Benjamín

Autorizamos a la Escuela Politécnica del Ejército, la publicación en la Biblioteca virtual de la Institución, del trabajo denominado: **“PROPUESTA DE DISEÑO, PARA MODERNIZAR EL SISTEMA DE INTERCEPTACIÓN EN TELECOMUNICACIONES (SIMTEL), APLICANDO EL SISTEMA COMINT DE GUERRA ELECTRÓNICA”**, cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra exclusiva responsabilidad y autoría.

Latacunga, Noviembre 2011

Cbop de A Yaselga Luis

C.I. 1002801353

Cbop de Com Ligña Daniel

C.I. 1714986849

DEDICATORIA

Dedico este proyecto a Dios, a mi madre, a mi esposa y a mi hijo. A Dios porque ha estado conmigo a cada paso que doy, cuidándome y dándome fortaleza para continuar.

A mi madre, quien a lo largo de mi vida ha velado por mi bienestar y educación siendo mi apoyo en todo momento. Depositando su entera confianza en cada reto que se me presentaba sin dudar ni un solo momento en mi inteligencia y capacidad.

A mi esposa, por abrirme las puertas de su corazón, y entregarme su amistad, su respeto y cariño, y sobre todo por su apoyo incondicional.

Además quiero dedicar este trabajo a una persona en especial, a mi hijo Ederson Eduardo Yaselga Araque, recuerda que la vida es lo más valioso que tenemos, cada sueño demanda sacrificio, esfuerzo y sobre todo trabajo, si tú te lo propones puedes alcanzar muchas cosas, pero sobre todo puedes alcanzar la felicidad.

Es por ello que soy lo que soy ahora.

DEDICATORIA

Dedico este proyecto a Dios, a mis padres, a mi esposa y a mis hijos. A Dios porque ha estado conmigo a cada paso que doy, cuidándome y dándome fortaleza para continuar.

A mis padres, quien a lo largo de mi vida ha velado por mi bienestar y educación siendo mi apoyo en todo momento. Depositando su entera confianza en cada reto que se me presentaba sin dudar ni un solo momento en mi inteligencia y capacidad.

A mi esposa, por abrirme las puertas de su corazón, y entregarme su amistad, su respeto y cariño, y sobre todo por su apoyo incondicional.

Además quiero dedicar este trabajo para unas personas que son mi razón de existir, a mis hijos Stiven y Daniela Ligña Díaz, recordando que a pesar de todo son ellos los que me dieron la fuerza suficiente para alcanzar la meta deseada después de aprender a luchar y salir de una operación del corazón abierto me enseñó que en la vida nada es fácil pero no existe la palabra imposible.

Es por ello que soy lo que soy ahora.

PRESENTACIÓN

Aunque una de las razones principales es el hecho de que este tipo de Estudio no ha sido llevado a cabo hasta el momento dentro de la Escuela Politécnica del Ejercito, la justificación más importante del presente Proyecto es el interés de entregar a la Universidad una obra que reúna información, lo más completa posible sobre el Desarrollo de la Inteligencia de Comunicaciones COMINT, como una parte fundamental de las Telecomunicaciones, y en base a ello, proporcionar una fuente de consulta al alcance de todos los estudiantes interesados en el tema.

RESUMEN

La guerra electrónica consiste en una actividad tecnológica y electrónica con el fin de determinar, explotar, reducir o impedir el uso hostil de todos los espectros de energía, por ejemplo el electromagnético, etc. por parte del adversario y a la vez conservar la utilización de dicho espectro en beneficio propio.

La utilización militar de equipos electrónicos alcanza a todos los niveles y modalidades de combate. Los equipos de comunicaciones permiten el control en tiempo real de todos los escalones de las fuerzas de combate y facilita al jefe de las mismas los datos necesarios para evaluar la situación. Las redes de radar (siglas inglesas de "Radio Detección and Ranging", detección y telemetría por radio) facilitan una alerta previa de un ataque aéreo enemigo, y los sistemas electrónicos de dirección de tiro ayudan a la defensa antiaérea. Estas redes electrónicas pueden guiar a los aviones de interceptación contra la fuerza atacante. Estos mismos aviones cuentan con un sofisticado conjunto de equipos para la detección de blancos, navegación y guiado de las armas hasta el objetivo. Sin embargo, como la totalidad de estos sistemas dependen en gran medida del espectro electromagnético en lo relativo a inteligencia y operatividad, las fuerzas oponentes pueden utilizar otros dispositivos electromagnéticos para reducir su utilización óptima e incluso servirse de nuestro sistema. El objetivo de este proyecto es proporcionar un sistema de monitoreo y radio localización de Guerra Electrónica, para que en caso de requerirlo, se lo pueda implementar en el CC.FF.AA. y se pueda continuar con La misión, que es la de monitorear el espectro radioeléctrico, para coordinar acciones contra actividades ilegales que atenten contra la seguridad del Estado Ecuatoriano.

INDICE DE CONTENIDO

1.1 introducción a la guerra electrónica.	1
1.2. concepto de guerra electrónica (ge).....	3
1.4.1 las tareas principales de las sigint son:.....	5
1.4.2 las medidas de apoyo a la guerra electrónica (mae),	5
1.4.3 diferencias entre las mae y la sigint.....	6
1.4.4. medidas de apoyo de guerra electrónica (esm).....	6
1.4.5 contramedidas electrónicas (cme).....	7
1.4.5.1 perturbación electrónica.....	8
1.4.5.2 decripción electrónica.	8
1.4.6 contra contra medidas electrónicas (ccme).....	8
1.5 formas de interceptación.....	8
1.5.1 interceptación de la voz.....	9
1.5.2 interceptación del texto.....	9
1.5.2.1 criptografía.....	10
1.5.2.2 interceptación de canales con señales.....	11
1.6. análisis de interceptación.....	12
1.7 características de la guerra electrónica.....	13
1.7.1 características técnicas de la emisión.....	14
1.8 inteligencia de comunicaciones (comint).....	14

1.9 características generales del sistema comint.....	14
1.10 ventajas del sistema comint.....	16
1.10.1 reducción de la detección de las fuerzas enemigas.....	16
1.10.2 impedir la identificación por parte del enemigo.....	16
1.10.3 complicar la solución de control de tiro del enemigo.....	17
1.10.4 incrementar la eficacia de la fuerza mientras está bajo ataque.....	17
1.11 desventajas del sistema comint.....	18
1.11.1 pérdida de información de la detección.....	18
1.11.2 impedir el comando y control.....	18
1.11.3 impedir la seguridad.....	18

CAPITULO II

características de los sistemas y equipos modernos.....	19
2.1. sistema de monitorización.....	19
2.1.2sistema de radiogoniometría (df).....	21
2.2centro de control.....	22
2.3software de control.....	23
2.3.1requerimientos del sistema.....	23
2.4análisis de selección de un sistema aplicable a nuestro entorno.....	27
2.5definición del sistema comint.	27
2.5.1descripcion del sistemas de inteligencia de comunicaciones.....	30
2.5.2sistema de inteceptación de frecuencias en comint:.....	30

2.5.3	componentes y funciones de un comint.....	31
2.5.4	funcionamiento del sistemas comint.....	34
2.5.5	características principales de un sistema comint.....	35
2.6	flexibilidad y escalabilidad.....	35
2.7	movilidad e interconectividad.....	36
2.8	capacidad de control remoto.....	36
2.9	estación supervisora fija.....	37
2.10	equipos del sistema.....	39.
2.10.1	equipos de pruebas y de mediciones.....	39
2.10.2	analizadores de espectro.....	39
	datos técnicos de los equipos de analizadores de espectro.....	40
2.10.3.	equipos de búsqueda de rumbo.....	41
2.10.3.	subsistema antena.....	42
2.11	administración del espectro radioeléctrico.....	45
	CAPITULO III.....	46
3.1	datos tecnicos del actual sistema de guerra.....	46
3.1.2	integración de sensores en la estructura	50
3.1.3	equipos de guerra electrónica completamente digitales.....	51
3.2	diseño del nuevo sistema a implementarse.....	52
3.3	software de clasificación de señales	60
3.4	diagrama en bloques de la distribución de equipos del sistema...61	

3.5.2. productos de g.e.....	62
3.5.3 capacidad industrial.	63
3.5.4 eads-casa.....	63
3.5.6 gmv.....	64
3.5.7 experiencia en ge.....	64
3.5.8 productos que desarrolla.....	64
3.5.9 capacidad industrial.....	64
3.6. simave.....	64
3.6.1 experiencia en ge.....	65
3.6.2 productos que desarrolla.....	65
3.6.3 capacidad industrial.....	65
3.7 a continuacion se muestra, tabla con la solucion.....	65
3.7.1 equipos y costos del sistema de monitoreo (comint).....	65
3.7.2 wavecom.....	67
3.7.3 wavecom w61pc datos decodificador digital card.....	68
3.8 receptor hf.....	69
3.8.1 wr-g303i.....	69
3.8.2 wr-g315e.....	70
3.9 sistemas multicanales de vigilancia y monitoreo..	71
3.9.1 ms-8118/g3.....	71
3.9.2 sistema portátil de monitoreo y registro.....	72

3.9.3 receptor de vhf/uhf modelo tci 2612.....	73
3.10 receptor de gps y antena.....	75
3.11 análisis de costos de para la implementación.....	75
3.12 aceptación y puesta en marcha.....	77
3.12.1 garantía.....	78
3.12.2 capacitación.....	78
3.12.3 repuestos.....	79
3.12.4 herramientas e instrumentos de montaje y medida.....	79
3.12.5 manuales de operación y mantenimiento.....	79
3.12.5 documentación.....	80
3.12.6 plazo de entrega.....	80
CAPITULO IV.....	80
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	81
bibliografía y webgrafía.....	84
glosario de terminos.....	85
anexo “a”.....	87
sistemas.....	89
anexo “b”.....	90
anexo “c”.....	91

INDICE DE FIGURAS

figura nº 1.1 proceso de descifrado del análisis criptográfico.....	10
figura nº 1.2 avión nimrod mr2 xv230.....	12
figura nº 1.3 cómo se encuentra una posición con elint.....	13
figura nº 1.4 antena parabólica unidireccional.....	15
figura no 2.1 imagen de un perturbador portátil en mochila.....	24
figura nº 2.2 diagrama de un sistema un comint.....	31
figura nº 2.3 componentes y funciones de un comint.....	33
figura nº 2.4 componentes y funciones de un comint actual	33
figura nº 2.5 una red de radio localización.....	37
figura nº 2.6 ejemplo de una estación supervisora fija.....	38
figura nº 2.7 ejemplo de una estación supervisora fija. Actual.....	38
figura nº 2.8 antena del equipo selector de búsqueda.....	42
figura nº 2.9 sistema de antenas fijo.....	42
figura nº 2.10 sistema de antenas móvil.....	43
figura nº 3.1 vehículos terrestre y antenas array.....	51
figura nº 3.3 diagrama en bloques de los equipos comínt.....	61
figura nº 3.4 diagrama físico de cómo se conectan los equipos.....	61
figura no 3.5 logotipo de indra.....	62
figura no 3.6 logotipo empresa eads.....	63
figura no 3.7 logotipo de gmv.....	64

figura no 3.9 logotipo de simave.....	65
figura no 3.10 software defined radio.....	67
figura no 3.11 software defined radio.....	68
figura nº 3.13 un receptor hf el g303i.....	69
figura nº 3.14 un receptor hf el g303e.....	69
figura nº 3.15 el modelo wr-g305i viene con un demodulador sta.....	70
figura nº 3.16 el modelo wr-g315e viene con un demodulador.....	71
figura nº 3.17 sistema portátil de monitoreo el ms-8118/g3.....	71
figura nº 3.18 sistema portátil de monitoreo de señales pfsi-g3.....	72

INDICE DE TABLAS

tabla nº 2.7 analizadores de espectro más comunes en el mundo.	40
tabla 2.10.1 agilent technologies modulo.....	40
tabla 2.10.2 motorola modulo.....	41
tabla 3.1 especificaciones técnicas y requerimientos.....	52
tabla 3.2 especificaciones técnicas y requerimientos.....	56
tabla 3.3 especificaciones técnicas y requerimientos del sistema.....	57
tabla 3.4 centro de control y cada puesto de trabajo.....	59
tabla 3.5 características del software.....	59
tabla 3.6 especificaciones técnicas y requerimientos del sistema.....	60

CAPÍTULO I

1. GENERALIDADES.

Es este capítulo se explica los fundamentos de la guerra electrónica y sus definiciones en el ámbito estratégico de la misión asignada.

1.1 INTRODUCCIÓN A LA GUERRA ELECTRÓNICA.

La utilización de equipos electrónicos alcanza a todos los niveles y modalidades de combate. Los equipos de comunicaciones permiten el control en tiempo real de todos los escalones de las fuerzas de combate y facilita al jefe de las mismas los datos necesarios para evaluar la situación.

El concepto moderno de la Guerra Electrónica se ve caracterizado por la lucha por el control del espectro electromagnético y por la explotación tecnológica de los Sistemas de Armas tendientes a la destrucción de los sistemas enemigos y a la protección de los propios, cuya supervivencia dependerá de la aplicación sistemática y coordinada de los sistemas electrónicos en el momento y lugar adecuados a fin de contrarrestar las acciones del enemigo.

Los sistemas bélicos modernos tienen un control y aplicación en tiempo real, sustituyen en gran parte las funciones que desempeñaba el hombre, pero será éste quién en última instancia contribuya a la efectividad de estos sistemas, debiendo por lo tanto, poseer un profundo conocimiento de los mismos, en su operación y manera de explotarlos.

El campo de la Guerra Electrónica es complejo, debido a que abarca el control de todo el espectro electromagnético, con facultades limitadas, difíciles de predecir y controlar, cuyo desarrollo de una medida electrónica, se hace en forma paralela a la contra medida que se crea y para esta, una contra contra medida electrónica conformándose lo que es conocido como Combate Electrónico, el cual tecnológicamente puede llegar a lo impredecible.

Al igual que todos los campos del arte de la guerra, la aplicación de la Guerra Electrónica obedece a una doctrina, que define de manera general los principios, normas y conceptos indispensables para orientar la preparación y fortalecimiento del poder militar durante el tiempo de paz y su eficaz empleo en situaciones de guerra.

Una doctrina: Es el conjunto de principios, normas y conceptos desarrollados por la experiencia o la teoría, que representa el mejor pensamiento disponible sobre una materia y que aplicados a un medio determinado, generan métodos y procedimientos característicos y peculiares, que norman las acciones dirigidas a la consecución de una finalidad y objetivo determinado.

El conocimiento de la doctrina de Guerra Electrónica debe ser mandatorio para todos los miembros de la institución armada, pero debido a su naturaleza eminentemente técnica, requiere de permanente actualización, conforme a la evolución y progreso de la Ciencia y Tecnología.

Cuando se opera en una red integrada de defensa, es fundamental que la fuerza de penetración disponga de informaciones relativas a la ubicación y características técnicas de los sistemas electrónicos contra los cuales se enfrente; esta función es propia de la inteligencia.

La Guerra Electrónica, por la tecnología en la que se apoya, es objeto de permanente evolución, al igual que su clasificación, obligada a dar cabida a nuevos conceptos y formas de interrelación de sus diferentes disciplinas.

Es importante aclarar que la inteligencia de comunicaciones, nace como una consecuencia del desarrollo de la inteligencia electrónica, la misma que a su vez constituye el principal actor de los acontecimientos dados en la historia y citados en este capítulo.

Cabe mencionar que, si bien el país no se encuentra en un estado de alerta de guerra o atentados de la guerrilla, se requiere un constante monitoreo y análisis de cualquier tipo de comunicación, para proporcionar información temprana y preventiva a las unidades especializadas del

Ejército, con el fin de que puedan detectar comunicaciones que atenten contra la seguridad del Estado y el bienestar ciudadano.

Para el Ejército es de suma importancia tener información completa y detallada, con respaldos de memoria digital de las transmisiones y de las ubicaciones de los emisores de estas señales electromagnéticas, para poder realizar un seguimiento de todas las comunicaciones de interés a lo largo del territorio ecuatoriano.

1.2. CONCEPTO DE GUERRA ELECTRÓNICA (GE)

La Guerra Electrónica es una acción militar, conducida de acuerdo a los principios de la guerra, en coordinación con el uso de las armas. El planeamiento de la Guerra Electrónica debe tomar en consideración la estructura de comando y control para asegurar:

- ✓ La coordinación efectiva en todo el teatro de la guerra.
- ✓ Optimizar el empleo adecuado de las fuerzas.
- ✓ La explotación sincronizada de todas las oportunidades para efectuar Guerra Electrónica.
- ✓ La reacción oportuna a la información relacionada con la Guerra Electrónica.
- ✓ La prevención de la sorpresa.
- ✓ El logro de la sorpresa.

1.3. MISIÓN DE LA GUERRA ELECTRÓNICA.

La misión de la G.E es asegurar el dominio permanente del teatro de operaciones, mediante la acción conjunta de los mandos, que empleando el espectro electromagnético, les permita estar informados de los propósitos o intenciones del enemigo, con el fin de actuar contra él y proteger a las fuerzas propias. Para conseguir una estrategia adecuada para dicho objetivo, será necesario:

- Determinar la existencia, disposición y amenaza potencial de todas las armas importantes ya sean estas en sistemas completos como radares, sensores y sistemas de comunicación que utilizan energía electromagnética.
- Impedir al enemigo el uso efectivo de sus sistemas y equipos que utilizan la energía electromagnética, destruyéndolos, anulándolos o haciéndolos ineficaces para concluir una misión estratégica de guerra.
- Asegurar la eficacia y seguridad de la capacidad electromagnética propia a pesar de las acciones electromagnéticas hostiles del enemigo.

1.4 CLASIFICACIÓN DE LA GUERRA ELECTRÓNICA.

La Guerra Electrónica (G.E.) tiene cuatro divisiones:

- La inteligencia de señales (SIGINT) empleada a nivel estratégico.
- Las medidas de apoyo a la Guerra Electrónica (MAE), como apoyo a las fuerzas de combate.
- Contramedidas electrónicas (CME).
- Contra contramedidas electrónicas (CCME).

1.4.1 La inteligencia de señales (SIGINT) empleada a nivel estratégico.

La inteligencia de señales (SIGINT) cubre todas aquellas actividades inherentes a la recolección, análisis y evaluación de las emisiones de radio, radar y otras de tipo electromagnético, en tiempo de paz a nivel estratégico. La actividad de SIGINT dedicada específicamente a las señales de radar y control de armas guiadas por radar y navegación se denomina inteligencia electrónica (ELINT), mientras las que se refieren a

comunicaciones y transmisión de datos, se conoce como inteligencia de comunicaciones (COMINT).

La importancia primaria de la SIGINT (Inteligencia de Señales) reside en el hecho de que, no es posible organizar los recursos defensivos de un país durante el tiempo de paz, con el propósito de contrarrestar una posible amenaza, si no existe el conocimiento “a priori” de las características técnicas y capacidades operacionales de esta amenaza. Es una consecuencia muy lógica que la nación que obtenga informaciones decisivas para el combate e incluso para la guerra, de la captación y eventual descifrado y del conocimiento de los emplazamientos de los centros de mando enemigos, no solamente mantenga esto en rigurosos secreto, sino que amplíe esta clase de posibilidades y las distribuya a las fuerzas.

Estas actividades arriba mencionadas demandan un esfuerzo continuo y permanente por parte del personal y equipos involucrados. Esto se debe a que no solamente es imperativo que las nuevas frecuencias de operación usadas por el probable enemigo sean interceptadas lo más pronto posible, sino también para disponer de una base de datos actualizada de cualquier cambio que haya tenido lugar (tipos de modulación, potencia de salida, empleo, etc.).

1.4.1 Las tareas principales de las SIGINT son:

- ✓ Interceptación de señales y vigilancia de emisiones del enemigo
- ✓ Localización de los emisores del enemigo
- ✓ Análisis de las emisiones captadas
- ✓ Monitorización, registro y reconocimiento de las radiaciones electromagnéticas.

1.4.2 Las medidas de apoyo a la Guerra Electrónica (MAE), como apoyo a las fuerzas de combate.

Las MAE comprenden las acciones militares llevadas a cabo para buscar, interceptar, localizar, analizar, registrar y explotar las emisiones

electromagnéticas enemigas a fin de conducir CME, CCME, control de emisiones (CONEM), detección de amenazas, identificación, alerta, evasión, posición de blancos y otras acciones. Los propósitos específicos de la SIGINT y MAE son los siguientes:

- ✓ Obtener información sobre la localización de las instalaciones y armamento enemigos.
- ✓ Obtener información sobre la localización, identificación, composición, intenciones y posibles movimientos de las unidades enemigas.
- ✓ Proporcionar información que puede ser usada para contrarrestar las armas controladas electrónicamente, los sistemas de comunicaciones y los sistemas de comando y control del enemigo.

1.4.3 Diferencias entre las MAE y la SIGINT.

Las funciones de búsqueda, interceptación, localización, análisis y registro de emisiones son comunes en las operaciones de MAE y SIGINT. La diferencia radica en que:

- ✓ Las operaciones MAE, son una función integral de los sistemas de combate de las fuerzas para proporcionar información específica.
- ✓ Las operaciones MAE están bajo el control directo del comandante operacional. Las operaciones SIGINT, se conducen con el propósito de desarrollar informaciones para satisfacer las necesidades de inteligencia nacionales. Los recursos de la SIGINT se dedican a apoyar a las fuerzas y se realizan especialmente en tiempo de paz.

1.4.4. Medidas de Apoyo de Guerra Electrónica (ESM)

La función de la ESM consiste en investigar, interceptar, localizar, registrar y analizar la energía electromagnética, con el fin de aprovecharla para las acciones militares. Mediante su empleo se pretende obtener la mayor cantidad de información posible acerca de los radares, radios, sistemas electro-ópticos, láser y otros sistemas emisores del adversario. En el sentido más común se espera detectar y ubicar geográficamente los equipos enemigos para poder neutralizarlos mediante acciones pasivas

(interferencia, bloqueo, etc.) y activas como (destrucción con misiles anti radiación o artillería antiaérea). En la actualidad los equipos destinados a este tipo de labores son completamente automáticos, es decir las frecuencias que monitorean o interceptan van en el orden de los Giga-Hertzios por microsegundo y están clasificados en cuatro categorías principales:

- ✓ El IFM (Medidor Instantáneo de Frecuencia).
- ✓ El CSR (Receptor Superheterodino Canalizado).
- ✓ El SSR (Receptor Explorador Superheterodino)
- ✓ CVR (que forma parte de los sistemas de alerta de radar).

1.4.5 Contramedidas Electrónicas (CME).

El propósito específico de las CME es prevenir o reducir el uso efectivo por parte del enemigo del espectro electromagnético para ejercer el comando, realizar control, empleo de las armas y comunicaciones, mediante el empleo del bloqueo y/o engaño electrónicos (manipulativo e imitativo), como sea apropiado, contra:

- ✓ Sistemas de radar de vigilancia aérea y alerta temprana.
- ✓ sistemas electro-ópticos e infrarrojos.
- ✓ Radares de misiles con guiado activo.
- ✓ Sistemas de comunicaciones.
- ✓ Sistemas de navegación electromagnéticos.
- ✓ Sistemas electromagnéticos de identificación (I.F.F.).
- ✓ Sistemas de medidas electrónicas de apoyo (MAE) e inteligencia de señales (SIGINT).

Se utiliza con eficacia para proteger avión de misiles dirigidos. La mayoría fuerzas aéreas utilice el CME para proteger su avión contra ataques tierra aire, mar tierra y aire tierra.

Las contramedidas electrónicas a su vez pueden ser:

1.4.5.1 Perturbación electrónica. Consiste en la radiación, o reflexión de energía electromagnética, con el propósito de limitar o impedir el uso de equipos o sistemas electrónicos, Construidos para interceptación de señales por parte del adversario.

1.4.5.2 Decipción electrónica. Se refiere a la radiación, alteración, absorción o reflexión de energía electromagnética buscando desorientar al enemigo en la interpretación o empleo de la información recibida a través de sus sistemas electrónicos. Existen dos categorías de decepción electrónica:

- ✓ Decepción electrónica manipulativa: La alteración o simulación de radiaciones electromagnéticas amigas, con el fin de lograr la decepción.
- ✓ Decepción electromagnética imitativa: Introducción de radiaciones en los canales enemigos, con el propósito de simular sus propias emisiones.

1.4.6 Contra contra medidas electrónicas (CCME).

Las CCME consiste en asegurar el uso efectivo del espectro electromagnético, para detectar, identificar y anular o reducir la efectividad del bloqueo (interferencia) y/o el engaño electrónico (imitativo o manipulativo) en nuestras armas controladas electrónicamente, sistemas de comando, control y comunicaciones por medio del uso prudente de los sistemas integrados y/o técnicas del operador.

1.5 FORMAS DE INTERCEPTACIÓN.

La utilización militar de equipos electrónicos alcanza a todos los niveles y modalidades de combate. Los equipos de comunicaciones permiten el control en tiempo real de todos los escalones de las fuerzas de combate y

facilita al jefe de las mismas los datos necesarios para evaluar la situación. Es por eso que existen los siguientes tipos de interceptación:

- ✓ Interceptación de voz.
- ✓ Interceptación del texto.
- ✓ Interceptación de canales con señal

1.5.1 Interceptación de la voz.

Una técnica básica de COMINT es esperar y escuchar las comunicaciones de voz, generalmente radios de frecuencias HF, VHF, UHF, pero posiblemente escapándose de los teléfonos celulares. Si se cifran las comunicaciones de voz, el cifrado primero se debe solucionar con un proceso para escuchar la conversación, aunque el análisis de tráfico puede dar la información simplemente porque una estación está enviando a otra en un patrón radial.

1.5.2 Interceptación del texto.

Es una técnica que captura códigos, similares a la clave morse, donde cada código representa una letra, símbolo o número. Se realiza mediante equipos decodificadores los cuales captan la señal radio eléctrica emitida para luego obtener información en claro. No toda la comunicación está en voz. La interceptación del código Morse fue una vez muy importante, la telegrafía también es anticuada en el mundo occidental, pero se utilizada posiblemente en las operaciones de asalto de las fuerzas especiales, tales fuerzas en la actualidad tienen equipo criptográfico portable.

1.5.2.1 Criptografía

La palabra criptografía es un término genérico que describe todas las técnicas que permiten cifrar mensajes o hacerlos ininteligibles sin recurrir a una acción específica. El verbo asociado es cifrar.

La criptografía, consiste en transformar las letras que conforman el mensaje en una serie de números (en forma de bits ya que los equipos informáticos usan el sistema binario) y luego realizar cálculos con estos números para:

- ✓ modificarlos y hacerlos incomprensibles. El resultado de esta modificación (el mensaje cifrado) se llama texto cifrado, en contraste con el mensaje inicial, llamado texto simple.
- ✓ asegurarse de que el receptor pueda descifrarlos.
- ✓ El hecho de codificar un mensaje para que sea secreto se llama cifrado. El método inverso, que consiste en recuperar el mensaje original, se llama descifrado. Descifrado del análisis criptografía

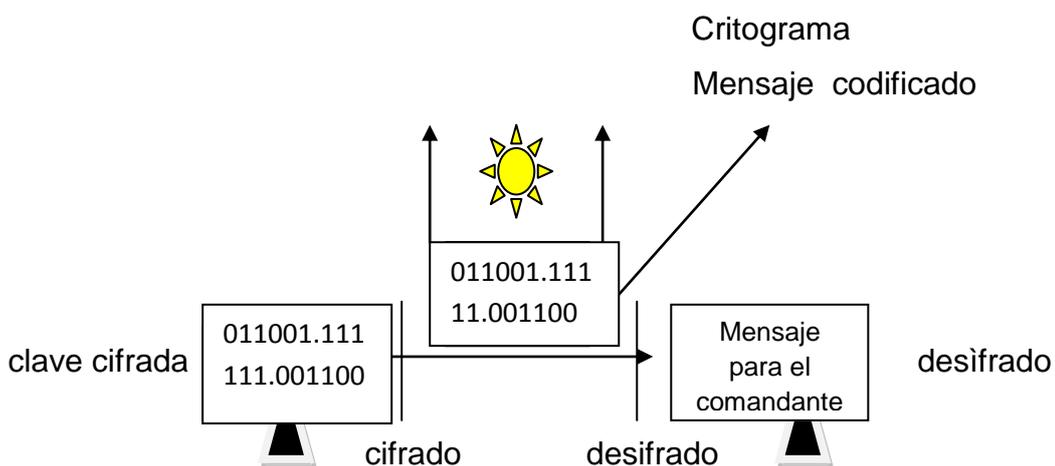


Figura N° 1.1 Proceso de descifrado del análisis criptográfico

El cifrado normalmente se realiza mediante una clave de cifrado y el descifrado requiere una clave de descifrado. En la figura N° 1.1 se

muestra el proceso que se realiza para un buen descifrado criptográfico. Las claves generalmente se dividen en dos tipos:

- ✓ Las claves simétricas: son las claves que se usan tanto para el cifrado como para el descifrado. En este caso se habla de cifrado simétrico o cifrado con clave secreta.
- ✓ Las claves asimétricas: son las claves que se usan en el caso del cifrado asimétrico (también llamado cifrado con clave pública). En este caso, se usa una clave para el cifrado y otra para el descifrado.

1.5.2.2 Interceptación de canales con señales.

En un puente de comunicaciones digital, puede haber millares o millones de comunicaciones de voz, especialmente en países desarrollados. Sin la dirección de la legalidad de tales acciones, el problema es de identificar, que canal contiene información útil para ser analizada, es decir la primera cosa interceptada es el canal que señala y lleva la información para instalar llamadas telefónicas.

En las líneas telefónicas civiles y también en las de uso militar, este canal, llevará mensajes adentro del sistema que señala los protocolos de comunicación.

El análisis retrospectivo de las llamadas telefónicas se puede hacer de expedientes, de detalle de la llamada, utilizado para mandar la cuenta las llamadas.

1.6. ANÁLISIS DE INTERCEPTACIÓN.

Todas las comunicaciones son señales del espectro electromagnético, que viajan y están en las mismas condiciones de ser interceptadas, analizadas y utilizadas para proporcionar información de utilidad para el receptor que las capta.

En el mundo del espionaje existe una tecnología en particular que permite efectuar esto, se llama SIGINT que es inteligencia de señales y relacionado con ELINT inteligencia electrónica.

Su función es des encriptar los mensajes codificados. Se analiza y descifra, a partir de señales del espectro electromagnético (radio, televisión, teléfono, móvil, Internet y cualquier otro aparato que envíe y reciba mensajes codificados) obtenidas mediante ELINT,

La interceptación de los mensajes es un caso de ELINT. ELINT se ocuparía de la señal, su fuerza y dirección, así como diversos parámetros del mensaje. El objetivo de ELINT es saber quién y dónde se emite dicha señal electromagnética, mediante sus sistemas pueden interceptar mensajes logrando dar un lugar exacto de sus emisiones.



Figura Nº 1.2 Avión Nimrod MR2 XV230

En la figura N°1.2, se observa el avión Nimrod MR2 XV230, utilizado en Afganistán para volar, haciendo un "8" sobre una determinada zona del país. Mediante sus antenas captaba los mensajes radio de los talibanes. Su computador de a bordo analizaba la señal, su fuerza y su frecuencia; y comparaba, mediante enlace Data-link o bien radio con una estación terrestre, los valores obtenidos, de la posición de emisión de los talibanes. Se consultaba al mando en tierra y según ordenase éste, se coordinaba a los cazas para atacar, o bien se registraban las coordenadas para posterior análisis en tierra, abordo del mismo avión.



Figura N° 1.3 Cómo se encuentra una posición con ELINT

En la figura N° 1.3 se puede apreciar la estrategia para la localización de un sitio determinado utilizando el sistema ELINT. Además se utiliza este sistema para encontrar pistas sobre tramas terroristas, planes del narcotráfico e inteligencia política y diplomática. Sus críticos afirman que el sistema es utilizado también para el espionaje de cualquier nación y la invasión de privacidad en gran escala.

1.7 CARACTERÍSTICAS DE LA GUERRA ELECTRÓNICA.

La Guerra Electrónica, como una rama especializada, tiene características que le hacen diferente y única en el complejo campo de la tecnología, constituyéndose en un elemento vital en apoyo al combate, así una

Unidad de Guerra Electrónica de la Fuerza, puede proporcionar información principalmente relacionada con:

- ✓ Contenido de mensajes,
- ✓ Actividad electromagnética adversaria,
- ✓ Despliegue de las unidades (incluidos los sistemas de armas),
- ✓ Localización de las fuerzas de tarea y los Puestos de Mando,
- ✓ Movimiento de los diferentes órganos de maniobra,
- ✓ En el aspecto técnico puede proporcionar información sobre:

1.7.1 Características técnicas de la emisión.

- ✓ Tipos de equipos empleados.
- ✓ Procedimiento de empleo de los medios.

En función de la tecnología que dispone la Fuerza Terrestre, se pueden llevar a cabo acciones de Guerra Electrónica como: Inteligencia de Comunicaciones (COMINT) e Inteligencia Electrónica (ELINT); limitándose a escucha, localización, perturbación y decepción.

1.8 INTELIGENCIA DE COMUNICACIONES (COMINT).

Es una parte de la Guerra Electrónica que se ocupa de las emisiones que tengan un contenido de información, como es el tráfico de mensajes cruzados en las redes de comunicaciones del enemigo.

Pero no son solo los contenidos de las informaciones propiamente dichas y los emplazamientos desde los cuales se emiten en forma de radiación electromagnética los que ofrecen informaciones valiosas.

No siempre se ha conseguido, y ni siquiera se consigue hoy día, descifrar los contenidos y convertirlos a su debido tiempo en texto claro para que resulten útiles al mando militar.

1.9 CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL SISTEMA COMINT.

La estación COMINT serviría para efectuar la búsqueda automática de comunicaciones, para posteriormente, determinar sus frecuencias, tipo de

modulación y definir la dirección de donde estas provienen. Además se contaría con la capacidad de almacenamiento de estos en cinta magnética para su posterior análisis en tierra.



Figura N° 1.4 Antena parabólica unidireccional

Por otra parte, la estación ELINT sería la encargada de medir, analizar, procesar, localizar emisores (por triangulación) y presentar las señales radales captadas; en la figura Figura N° 1.4 se puede apreciar como es una antena parabólica unidireccional, encargada de explorar los 360°. Este puesto estaría bajo el mando de un único operador responsable del control de la situación electromagnética de las distintas frecuencias de radar detectadas, que serían presentadas en forma gráfica a través de una “pantalla alfanumérica”. Esta estación presentaría como ventaja, el no tener que recurrir a anotaciones ya que contaría con la capacidad de grabación de la información para un posterior análisis.

De ser necesario, estos equipos podrían ser complementados con la adición de más módulos, los que se encontrarían bajo el control de un solo operador.

1.10 VENTAJAS DEL SISTEMA COMINT.

1.10.1 Reducción de la detección de las fuerzas enemigas.

Uno de los objetivos primarios del silencio electrónico es el de negar al enemigo la capacidad para detectar y localizar a las fuerzas propias a través de interceptaciones de emisiones electromagnéticas. Esto puede lograrse fácilmente si no se autorizaría ningún emisor. Mantener el silencio electrónico para evitar la detección presupone que las unidades hostiles requerirán del uso de sensores activos para la búsqueda de nuestras fuerzas. El comandante debe evaluar cuidadosamente la capacidad de la fuerza propia para detectar, identificar y localizar sensores hostiles cuando se opera bajo silencio electrónico. Las alternativas para el silencio electrónico total incluyen el uso de emisores no característicos, el uso de piquetes en diferentes estacionamientos para alerta temprana o con propósitos de diversión y el uso de aeronaves de alerta temprana para localizar fuerzas hostiles que penetren a las áreas de operación. Cuando se requiera el uso de sensores característicos, se debe determinar cuántos y qué tipo de sensores serán necesarios para mantener la integridad de la fuerza y cómo deben ser empleadas (ejemplo aleatoriamente, con un plan de distribución de tiempo o diversidad de frecuencia).

1.10.2 Impedir la identificación por parte del enemigo.

A pesar de que el enemigo pueda conocer la existencia y localización general de una fuerza, es necesario un gran esfuerzo de reconocimiento para determinar la composición, disposición y probables intenciones de esa fuerza.

Si el uso de los emisores está distribuido en el tiempo, al menos uno de los parámetros debe ser cambiado después de cada período de silencio.

El uso de emisores característicos (aquellos que identifican un tipo específico de unidad, tales como radares para control de misiles) puede

revelar la identidad de la plataforma y sus capacidades ofensivas/defensivas y debe ser cuidadosamente controlado.

1.10.3 Complicar la solución de control de tiro del enemigo.

Si el enemigo ha detectado a la fuerza, es probable que identificó a unidades específicas, el objetivo es entonces negar al enemigo una solución de tiro favorable. La operación intermitente de los sensores puede hacer más dificultoso al traqueo pasivo. Variados esfuerzos de decepción, junto con el uso de señuelos, puede retardar o impedir la secuencia de lanzamiento/disparo.

1.10.4 Incrementar la eficacia de la fuerza mientras está bajo ataque.

Aún cuando esté en progreso un ataque, es esencial considerar qué emisores deben ser empleados. Una consideración que se debe tener en cuenta es la capacidad de los misiles anti radiación (MAR) para engancharse en algunas emisiones específicas. Otra es la degradación de la capacidad de la fuerza propia a causa de la interferencia electromagnética. Para impedir la degradación de los esfuerzos de las fuerzas propias es necesario frecuentemente restringir las radiaciones para:

- ✓ Proporcionar a los equipos MAE propios del mejor ambiente para obtener eficiencia máxima.
- ✓ Impedir la degradación del rendimiento de los emisores electromagnéticos causados por las interferencias entre ellos.
- ✓ Mejorar la eficiencia del armamento (AR) y con capacidad de enganche en el bloqueo.
- ✓ Reducir la eficiencia del armamento AR y con capacidad de enganche en el bloqueo del enemigo.

1.11 DESVENTAJAS DEL SISTEMA COMINT.

1.11.1 Pérdida de información de la detección.

La desventaja más obvia de no usar emisores es que la información de detección y posición del enemigo tal vez no esté disponible si el enemigo también mantiene silencio electrónico.

1.11.2 Impedir el comando y control.

Si se mantiene el silencio en las redes de comunicaciones, esto podría degradar el control del comando de la fuerza sobre las unidades. Esta desventaja puede ser reducida usando alternativas a los procedimientos normales en HF/UHF. Estas alternativas incluyen: satélites UHF, medios visuales, comunicaciones HF de alcance limitado, etc. Todos con seguridad.

1.11.3 Impedir la seguridad.

En algunos casos, la seguridad puede comprometerse con una condición que restrinja radares, ayudas a la navegación y comunicaciones. Esto es particularmente cierto en el caso de aeronaves y helicópteros que tienden a depender fuertemente en el control directo para la navegación.

CAPITULO II

CARACTERISTICAS DE LOS SISTEMAS Y EQUIPOS MODERNOS DE MONITORIZACIÓN Y LOCALIZACIÓN EMPLEADOS EN COMINT.

2.1. SISTEMA DE MONITORIZACIÓN.

El monitoreo o seguimiento es un proceso de gestión moderna que consiste en el registro ordenado de los avances de un programa o proyecto, de manera sistemática, a fin de verificar el avance en el cumplimiento de actividades, la obtención de señales y el logro de objetivos planificados, detectando las dificultades que pudieran presentarse para adoptar las medidas necesarias para asegurar el éxito del proyecto o programa. En el caso de un programa que articula varios proyectos, el monitoreo, además de periódico, requiere ser estandarizado mediante herramientas básicas y el empleo de indicadores comunes entre los proyectos, con la finalidad de poder observar los resultados agregados o de conjunto. El punto de partida del monitoreo es la planificación, en la cual se precisan los indicadores y las metas que permitirán medir el logro de cada objetivo propuesto. El Sistema de Monitoreo debe disponer de seis receptores de banda ancha con sus respectivas antenas, de tal forma que permitan tener puestos de trabajo independientes, para realizar el monitoreo de señales diferentes y en forma simultánea. Los receptores deben ser de la misma casa fabricante, para su total integración. Cada receptor deben constituir un puesto de trabajo con capacidad de operar en forma controlada por el Centro de Control (asignación de misiones de monitoreo) o en forma independiente, y con la posibilidad de intercambiar información entre los puestos. Con el fin de interconectar las antenas a los diferentes receptores que conforman el sistema de monitoreo, debe existir un multi-acoplador, que permita en forma automática escoger la antena adecuada, dependiendo de la frecuencia de operación de cada receptor. De igual forma las antenas de monitoreo deben ser activas y de gran ganancia, lo que permitirá recibir señales de muy baja amplitud. En las frecuencias de operación de los

receptores, estos deben tener la capacidad de utilizar estas mismas antenas. El Sistema de Monitoreo debe tener la posibilidad de aumentar el número de receptores, sin necesidad de cambios extremos en su configuración; que estará diseñado para realizar monitoreo en la gama de frecuencias desde 9 KHz a 3 GHz.

El Sistema debe realizar la búsqueda, detección, monitorización, demodulación y grabación de las señales activas del espectro radioeléctrico. Para lo cual dispone de conversión análoga-digital y sistemas de procesamiento digital de señales (DSP), dentro de la gama de operación de 9 kHz a 3 GHz. La grabación de las señales monitorizadas debe realizarse en la estación de trabajo (PC) de cada receptor para su análisis online u offline.

Las características del Sistema deben permitir realizar las siguientes tareas:

- ✓ Barrido de frecuencias, con intervalos de frecuencia predeterminados.
- ✓ Barrido de memoria (mínimo 1000 canales de memoria).
- ✓ Monitorizadas de emisiones CW, AM, BLU, FM y digitales (QAM, PSK, FSK, entre otras).
- ✓ Identificación de señales.
- ✓ Otros dispondrán de las siguientes unidades internas funcionales:
- ✓ Módulos A/D y DSP con filtros digitales de FI, demoduladores analógicos y digitales, medición de parámetros y procesamiento FFT de la pantalla panorámica de FI.
- ✓ Preselección de banda y seguimiento
- ✓ Sintetizador de alta velocidad
- ✓ Sistema de procesamiento
- ✓ Unidad de control y pantalla

- ✓ Interfaz de control remoto (Full control remoto de todas las prestaciones)
- ✓ Modulo de grabación de las señales monitoreadas (cada receptor)

2.1.2 SISTEMA DE RADIOGONIOMETRÍA (DF)

El sistema de radiogoniometría es aquel que detecta la ubicación del enemigo en forma de coordenadas o en áreas específicas. Actualmente no es posible manejar satisfactoriamente la gran cantidad de tareas de “administración de frecuencias” sin el uso de radiogoniómetros; autoridades responsables de la soberanía nacionales de radiocomunicaciones, utilizan radiogoniómetros de radio vigilancia para localizar fuentes de interferencias, emisiones ilegibles o indeseadas. Y por último, el radiogoniómetro aplicado militarmente es un medio de radio interceptación para poder detectar el poder, las capacidades y probables intenciones de un adversario.

Las características técnicas gonio métricas más importantes son:

- ✓ Precisión
- ✓ Sensibilidad
- ✓ Inmunidad contra frentes de onda distorsionados
- ✓ Inmunidad contra variaciones del plano de polarización
- ✓ Inmunidad contra interferencias en el mismo canal
- ✓ Respuesta rápida.

El Sistema de Radiogoniometría (DF) estará en condiciones de trabajar conjuntamente con el Sistema de Monitoreo para la adquisición y procesamiento de señales a ser localizadas.

El Radiogoniómetro debe tener la capacidad de realizar mediciones radiogoniometrías simultáneas de todas las señales activas detectadas en forma simultánea y también de señales de corta duración (\leq a 1 ms)

El Sistema debe tener la capacidad de realizar la monitorización y radiogoniometría de las señales interceptadas en forma simultánea, **incluida señales con salto de frecuencia, Spreed Spectrun, otras.**

Su configuración estará diseñada para realizar radio localización desde 20 MHz hasta 3 GHz radio localización (con apoyo de otra u otras unidades de DF, triangulación). El método de radiogoniometría será Interferómetro de Correlación.

La función de radiogoniometría debe estar controlada por estación de trabajo PC, Centro del Control y desde los puestos de monitorización.

La Base debe tener una interface para comunicaciones (data interface) tipo Ethernet 10/100/1000 BASE T que permita enviar y recibir la información desde el Centro de Control y hacia otras Bases similares.

Las especificaciones técnicas mínimas requeridas del sistema requerido constan en el Anexo "A"

2.2 CENTRO DE CONTROL

El Centro de Control debe poder integrar y controlar las actividades del Sistema de la Base desde un sitio geográfico distinto al de ubicación de los equipos que conforman la Base, realizando todas las funciones que se realizan en forma local.

El Centro de Control debe realizar la supervisión y asignación de misiones de búsqueda, detección, monitoreo, demodulación y grabación de las señales activas del espectro radioeléctrico a los Sistemas de Monitoreo y Radiogoniometría.

Debe disponerse del número adecuado de computadoras para replicar cada puesto de trabajo de la Base, incluido el radiogoniómetro. Su hardware y software debe proporcionar la capacidad de analizar (online y offline) y almacenar información obtenida del monitoreo y localización de señales.

El Centro de Control debe tener una interface para comunicaciones (data interface) tipo Ethernet 10/100/1000 BASE T que permita enviar y recibir la información desde las Base de Guerra Electrónica.

2.3 SOFTWARE DE CONTROL.

El sistema debe determinar las características o parámetros de la señal detectada y su marcación o azimut, y pasar a las estaciones de trabajo del sistema, en tiempo real. Esta misma información debe ser automáticamente almacenada en la base de datos del sistema. El operador debe poder ordenar, desde su estación de trabajo, la localización de una señal de interés; el sistema como respuesta debe procesar los datos que obtiene en tiempo real para encontrar la señal de interés y su localización geográfica, presentar esta información.

2.3.1 Requerimientos del sistema.

El Sistema de Monitoreo debe disponer de seis receptores de banda ancha con sus respectivas antenas, de tal forma que permitan tener puestos de trabajo independientes, para realizar el monitoreo de señales diferentes y en forma simultánea. Los receptores deben ser de la misma casa fabricante, para su total integración.

A continuación se enumeran las principales tendencias futuras en sistemas de GE, tomando como horizonte temporal el año 2030:

1. Utilización de Vehículos Aéreos no Tripulados (UAVs) de pequeño tamaño para Guerra Electrónica.
2. Integración de Sensores de Guerra Electrónica en la Estructura de la Plataforma.
3. Guerra Electrónica en Red.
4. Sistemas de RF Multifuncionales, Escalables y Modulares.
5. Equipos de Guerra Electrónica completamente Digitales y Reconfigurables.
6. Sistemas de Autoprotección Integrados.

7. Sistemas de Energía Dirigida de RF para el Ataque Electrónico.
Sistemas Portátiles de Guerra Electrónica
8. En la actualidad, el peso, volumen y consumo energético que presentan los equipos de GE dificulta que dichos equipos puedan ser transportados por un único soldado a pie.



Figura No 2.1 Imagen de un perturbador portátil en mochila

El operador debe poder ordenar, desde su estación de trabajo, la localización de una señal de interés; el sistema como respuesta debe procesar los datos que obtiene en tiempo real para encontrar la señal de interés y su localización geográfica, presentar esta información.

El sistema debe tener la capacidad de realizar búsqueda y filtrado de datos en base a los siguientes parámetros:

- ✓ Frecuencia de la señal.
- ✓ Dirección (marcación).
- ✓ Ubicación.
- ✓ Duración.
- ✓ Ancho de banda.
- ✓ Tipo de señal.

El sistema debe tener la capacidad de realizar análisis en forma automática, sobre cualquier señal y determinar:

- ✓ Frecuencia
- ✓ Marcación de la señal y/o localización
- ✓ Ancho de Banda
- ✓ Fecha / hora de transmisión
- ✓ El sistema debe:
 - ✓ Procesar los datos de la señal en tiempo real, como en diferido
 - ✓ Procesar los datos de la base de datos en tiempo real, como en diferido.
 - ✓ Ya sea en tiempo real, como en diferido el Operador debe tener a su disposición todas las herramientas del sistema, incluyendo espectrogramas, acimut grammas y demás presentaciones.

El sistema debe procesar automáticamente la información para reducir significativamente el flujo de datos entre estaciones y reducir así la necesidad de ancho de banda del medio de comunicaciones a emplearse en un sistema multi-estaciones.

Los datos deben estar disponibles en la red en cualquier momento, en tiempo real. El sistema debe igualmente tener la capacidad de transferir datos crudos o digitalizados entre estaciones, cuando sea necesario, en una red de ancho de banda limitado, ajustando la velocidad de transferencia al ancho de banda disponible.

El sistema debe tener la capacidad de supresión automática de ruido y de interferencias entre canales contiguos.

El sistema debe tener los interfaces externos necesarios para su operación, incluyendo los que requiere para la operación en sistema global multi-sitio.

Los equipos y el software serán modulares, escalables, y actualizables. Las actualizaciones por versión del software se podrán realizar sin interferir con el funcionamiento diario de los Sistemas.

La documentación facilitará el mantenimiento y la actualización del hardware y del software. Los lenguajes de programación facilitarán también los cambios y las actualizaciones.

El diseño del software estará correctamente estructurado y documentado, de acuerdo a los principios, y la documentación facilitará la comprensión rápida gracias al uso de técnicas avanzadas de expresión de la funcionalidad, de los procesos, de los flujos de datos y de las alternativas lógicas.

Los equipos serán nuevos, de diseño tecnológico de última generación, y controlados por procesadores. El sistema debe incluir todos los elementos, cables, conectores, accesorios necesarios para la operación adecuada de los Sistemas.

El software responderá a los más recientes avances en la concepción, estructuración y programación de software.

Los Sistemas, además de poseer alta confiabilidad, estarán diseñados para su eficiente mantenimiento y reparación, contarán con el recurso de auto diagnóstico y verificación incorporada como parte del equipo.

El diseño de los Sistemas tendrá un grado de desacoplamiento que permita el funcionamiento parcial al máximo en caso de una falla en una de sus partes, mediante la reconfiguración de sus funciones y equipos. El Sistema cumplirá con las normas y las calificaciones ISO pertinentes.

El diseño y la construcción serán de alta calidad y de terminaciones y revestimientos controlados por normas reconocidas.

2.4 ANÁLISIS DE SELECCIÓN DE UN SISTEMA APLICABLE A NUESTRO ENTORNO.

El Sistema de Monitorización incluirá un Paquete de Software para manejar las actividades a través de la definición de tareas secuenciales en un programa, para supervisar su progreso y para controlar su desarrollo. El software incluirá los módulos para:

- ✓ Capacidades
- ✓ Formas de interceptación
- ✓ Realizar mediciones (modo automático y/o manual asistido).
- ✓ La creación, definición, asignación y seguimiento de Misiones con el apoyo de un instrumento para definir cronogramas.
- ✓ Presentación gráfica de los resultados y preparación de reportes.
- ✓ La gestión del Sistema de Monitorización.

Debe incorporarse un Software (si es necesario el Hardware correspondiente) que permita la **Decodificación, Clasificación, Análisis y Procesamiento de las señales**. Dentro de los diferentes Protocolos para señales transmitidas en HF, VHF y UHF.

2.5 DEFINICIÓN DEL SISTEMA COMINT.

COMINT (Comunicaciones e Inteligencia) es una sub-categoría de inteligencia de señales que se dedica a tratar con los mensajes de voz o la información derivada de la interceptación de las comunicaciones exteriores.

COMINT, define como se realiza la comunicación entre las personas, revelar alguno o todos los siguientes parámetros de la información:

- ✓ ¿Quién está transmitiendo.
- ✓ Donde se encuentran, y, si el transmisor está en movimiento, el informe puede dar una parcela de la señal frente a ubicación.

- ✓ Si se conoce, la función de organización del transmisor.
- ✓ El tiempo y la duración de la transmisión, así como el calendario si se trata de una transmisión periódica.
- ✓ Las frecuencias y otras características técnicas de su transmisión.
- ✓ Si la transmisión está codificada o no, y si puede ser descifrado.
- ✓ Si es posible interceptar un texto claro original de transmisión u obtenerlo a través de criptoanálisis, la lengua de la comunicación y la traducción (cuando sea necesario).
- ✓ Las direcciones, si la señal no es una difusión general y si las direcciones son accesibles a partir del mensaje.

Estas estaciones también puede ser COMINT (por ejemplo, una confirmación del mensaje o un mensaje de respuesta), ELINT (por ejemplo, un faro de navegación está activa) o ambos.

La vigilancia de las actividades de comunicaciones del enemigo, no constituye un cometido bélico. En tiempo de paz es imprescindible la monitorización de las redes estratégicas enemigas, durante las 24 horas del día, para confrontar cualquier amenaza potencial.

Durante las dos guerras mundiales, se reconoció que las maniobras del enemigo, suministran información valiosa sobre el dispositivo empleado, su asignación y los procedimientos empleados.

Además la cuidadosa evaluación del desarrollo de las maniobras permite obtener una serie de conocimientos sobre el comportamiento táctico y la capacidad de combate de las fuerzas.

El elevado nivel de la técnica en los sectores del registro en audio, vídeo y banda ancha, ofrece hoy día también las condiciones necesarias para registrar las señales durante mucho tiempo, para poder realizar su evaluación posterior según aspectos técnicos y tácticos.

Por lo tanto se puede definir a grandes rasgos las siguientes actividades para la inteligencia de las comunicaciones.

- ✓ Captar las emisiones del enemigo.
- ✓ Escuchar y/o registrar el contenido informativo .
- ✓ Localizar el emplazamiento de las emisoras por radiogoniometría.
- ✓ Aviso preferente de determinados acontecimientos.
- ✓ Evaluación técnica de las estructuras y contenido de las señales.
- ✓ Evaluación táctica de todos los resultados del reconocimiento, y, si es posible.
- ✓ Verificar los resultados del reconocimiento procedentes de otras fuentes (correlación de la información).

COMINT en forma similar nos permite realizar las siguientes tareas:

Debido al denso ambiente electromagnético constituido por las diversas redes de comunicaciones enemigas que presenta cualquier teatro de operaciones, se ha disminuido considerablemente el tiempo de reacción disponible para realizar operaciones de GE (Guerra Electrónica), por lo cual la detección, análisis, localización e identificación de la amenaza debe ser realizada en tiempo real. Planteada de esta manera la actividad de COMINT en el campo estratégico, queda por resolver.

- ✓ Evaluar la calidad de los datos con que se cuenta.
- ✓ Determinar la precisión que se quiere de la información disponible para la aplicación posterior.
- ✓ Una vez procesada la información, crear y/o mantener un archivo actualizado de emisiones radioeléctricas.
- ✓ Vigilancia de todas las bandas de frecuencia empleadas por los sistemas de comunicaciones.

- ✓ Análisis automático de todas las emisiones presentes en estas bandas.
- ✓ D/F de las emisiones interceptadas.
- ✓ Registro automático de la información analizada.

2.5.1 DESCRIPCION DEL SISTEMAS DE INTELIGENCIA DE COMUNICACIONES (COMINT).

La Inteligencia de Comunicaciones es un sistema de soporte técnico-administrativo que permite controlar y manejar el espectro radioeléctrico, con el propósito de regular el uso de frecuencias exclusivamente para operaciones legales dentro de nuestro territorio. Este tipo de sistemas, en general, son capaces de proporcionar una respuesta manual o automática, siendo posible realizar las siguientes funciones:

- ✓ Monitoreo (búsqueda) de frecuencias.
- ✓ Interceptación de frecuencias.
- ✓ Registro de señales.
- ✓ Detección de la dirección (DF).
- ✓ Perturbación (Jamming) de las señales no convenientes.

2.5.2 SISTEMA DE INTECEPTACIÓN DE FRECUENCIAS EN COMINT:

Son usados como componentes centrales en sistemas avanzados de radio monitoreo y radio localización. El software cubre una amplia gama de funciones puede ser usado para controlar el equipamiento, conectado a un computador, para almacenar y analizar los datos entregados por el equipamiento, para controlar y monitorear el flujo de información en un sistema configurado en red.

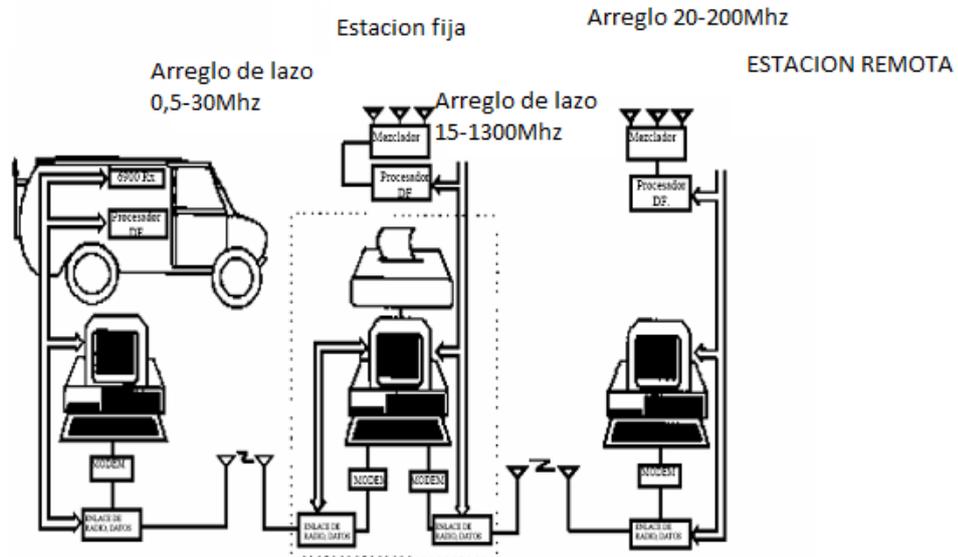


Figura Nº 2.2 Diagrama de un sistema un comint.

En la figura 2.2 se puede ver claramente como están conectados los equipos del sistema comint incluyendo varias estaciones de trabajo o sitios de sistema, y para simplificar tareas de rutina, tareas que son traducidas en secuencias completamente automáticas.

Redes inalámbricas se han vuelto un medio indispensable de comunicación cuando se trata de coordinar fuerzas en misiones civiles y militares. Todo tipo de comunicación deja sus huellas y puede por lo tanto utilizarse como fuente valiosa de información en aplicaciones de radio monitoreo de inteligencia de comunicaciones (COMINT).

También dispone de módulos especiales de hardware y software para sistemas de contramedidas electrónicas de comunicaciones (CECM).

2.5.3 COMPONENTES Y FUNCIONES DE UN COMINT.

Como se indicó anteriormente, un sistema COMINT es capaz de administrar y controlar el espectro de frecuencias. Para cumplir con la

detección y observación de emisiones de RF se, tienen las siguientes funciones:

- **Puesto de Búsqueda.** Realiza la búsqueda e identificación de emisiones electromagnéticas.
- **Puesto de Servicio.** Se dedica al control y escucha de operaciones.
- **Puesto de Escucha.** Realiza la observación y registro de las observaciones importantes.
- **Puesto de Radiogoniometría.** Realiza la localización de direcciones de llegada de transmisiones tácticas.
- **Puesto de análisis.** Evalúa y relaciona la información recogida por las bases remotas.
- **Puesto de bloqueo o Jamming.** Su misión es interferir o bloquear parcial o totalmente el espectro de frecuencia.

A continuación se muestra un Sistema de Manejo del Espectro típico, mismo que utiliza los siguientes equipos:

- ✓ Equipos de Prueba y mediciones. (Receptor Banda Ancha).
- ✓ Equipos de búsqueda de rumbo. (Procesador DF).
- ✓ Grabadoras de Sonido.
- ✓ Unidades de GPS.
- ✓ Computadoras.
- ✓ Vehículos.

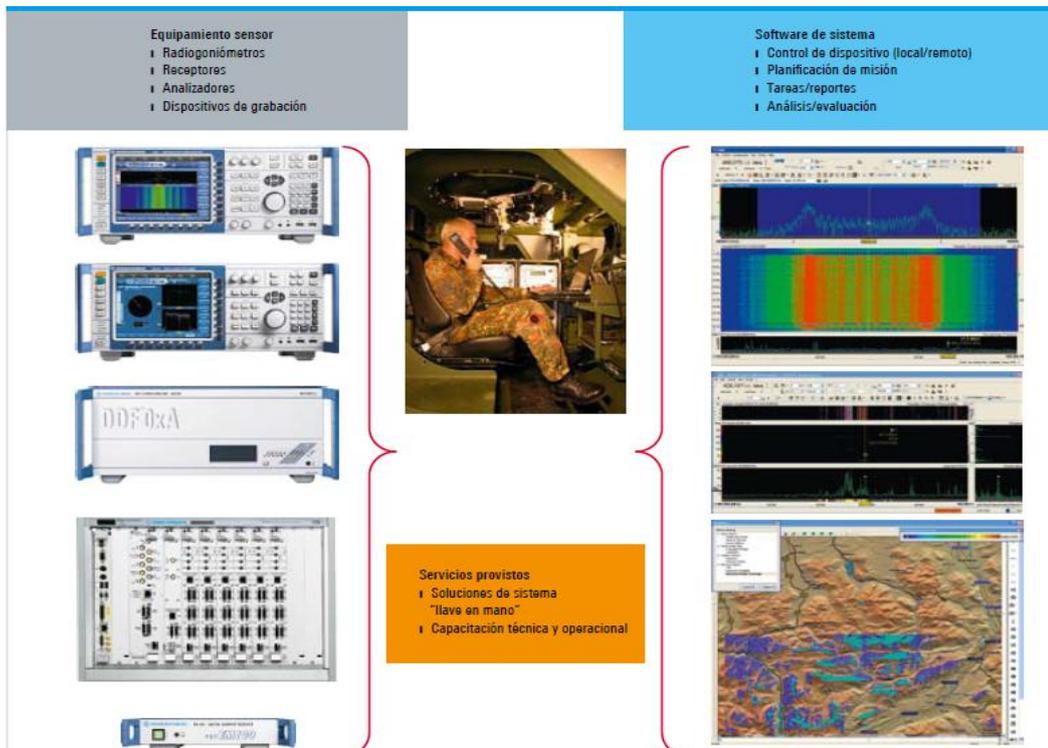


Figura Nº 2.3 Componentes y funciones de un Comint.



Figura Nº 2.4 Componentes y funciones de un Comint actual

2.5.4 FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMAS COMINT.

Los sistemas de comunicaciones modernos utilizan varios métodos de transmisión de espectro ensanchado:

Ellos se combinan con emisiones de señales cortas, pulsantes, con el objeto de hacer la interceptación lo más difícil posible. Estos sistemas están diseñados para manejar precisamente estos entornos de señal; su alta probabilidad de interceptación permite detectar fiablemente emisiones de baja probabilidad de interceptación incluyendo su localización y almacenamiento para procesamiento adicional.

La identificación posterior de un objeto se logra mediante el uso de sensores de banda ancha (receptores y radiogoniómetros) y algoritmos de detección que le permiten al usuario ver incluso las más breves emisiones. El software de sistema permite re-identificar tales emisiones en interceptaciones repetidas, para este propósito, el software compara automáticamente los valores de los parámetros medidos con los perfiles de señal almacenados en el banco de datos; se usan métodos inteligentes de compresión para la transmisión de datos también permiten la operación remota de sistemas para detectar señales

En sistemas avanzados de radio monitoreo y radio localización, el software cubre una amplia gama de funciones: puede ser usado para controlar el equipamiento conectado a un computador, para almacenar y analizar los datos entregados por el equipamiento, para controlar y monitorear el flujo de información en un sistema configurado en red, incluyendo varias estaciones de trabajo o sitios de sistema, y para simplificar tareas de rutina, tareas que son traducidas en secuencias completamente automáticas.

2.5.5 Características principales de un sistema comint.

El rango completo de componentes (hardware y software) y servicios (gestión de proyectos, ingeniería de sistema y capacitación de usuario), son esenciales para la operación exitosa de estos sistemas.

Esto incluye un amplio rango de antenas (desde 100 Hz hasta 40 GHz), sensores para radio monitoreo y radio goniometría/ radio localización, así como componentes de análisis de señal.

El software de sistema comprende un amplio rango de módulos para las siguientes tareas: planificación de misión, control de todos los sensores y del flujo de información dentro de un sistema distribuido, análisis, procesamiento y almacenamiento de todos los datos de interceptación y de referencia en sistemas de banco de datos, así como reportes. Los módulos de software son productos comerciales estandarizados (COTS) y están disponibles para los usuarios, son sustituidos por el fabricante

2.6 FLEXIBILIDAD Y ESCALABILIDAD.

Escalabilidad es una característica esencial de sistemas modernos de radio monitoreo, y está ganando mayor importancia especialmente desde un punto de vista operacional.

El sistema puede ser adaptado y reconfigurado por el cliente según se requiera para la tarea requerida (de acuerdo a la misión del momento), es de fácil ampliación y actualización para satisfacer requerimientos variables; las Interfaces permiten fácil integración en arquitecturas existentes.

La capacidad de control remoto permita cualquier tipo de enlace de comunicaciones alambicas o inalámbricas y tasas de datos variables.

2.7 MOVILIDAD E INTERCONECTIVIDAD.

Los sistemas de radio monitoreo para aplicaciones tácticas, como parte de misiones de pacificación o mantenimiento de la paz de la Naciones Unidas, son usados para cumplir las siguientes tareas:

1. Identificación de amenazas electrónicas.
2. Protección de las fuerzas propias.
3. Obtención de información y datos de referencia para planificar medidas de soporte electrónico (ESM) y contramedidas electrónicas (ECM).
4. Comunicación con estaciones remotas en el país de la misión y en el país propio para el intercambio de reportes

2.8 CAPACIDAD DE CONTROL REMOTO.

La capacidad de control remoto es una característica vital de los componentes del sistema; se usa usados para implementar medidas de soporte electrónico de comunicaciones. Es crucial en sistemas en los cuales varios subsistemas de sensores deben comunicarse entre sí mediante enlaces alámbricos o inalámbricos, por ejemplo, en una red de radio localización, incluyendo múltiples radiogoniómetros remotos.

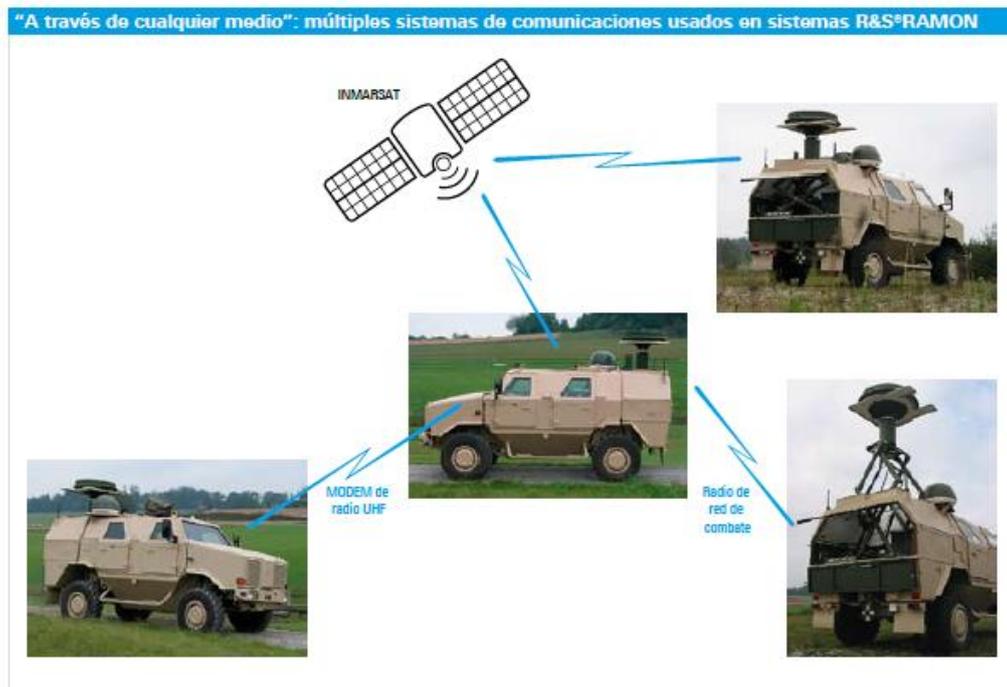


Figura N° 2.5 Una red de radio localización, incluyendo múltiples radiogoniómetros remotos.

2.9 ESTACIÓN SUPERVISORA FIJA.

Una estación supervisora fija es una estación de monitoreo de emisiones radioeléctricas, encargada de comprobar el correcto uso del espectro radioeléctrico por parte de los diferentes servicios de comunicación inalámbricos que van desde telefonía móvil, radiodifusión, TV, radio localización, meteorología por satélite, etc., así como el seguimiento y la localización de transmisores ocultos.

En cuanto al aspecto técnico, una estación supervisora fija es un sistema de mando central integrado, que posee funciones para el análisis de señales radioeléctricas en base a mediciones de frecuencia, tipo de modulación, amplitud, ancho de banda, etc.

Cabe notar que toda estación supervisora de radiofrecuencia opera expresamente bajo licencia del estado.



Figura N° 2.6 Ejemplo de una Estación Supervisora Fija.



Figura N° 2.7 Ejemplo de una estación Supervisora Fija. Actual

2.10 EQUIPOS DEL SISTEMA.

Los equipos del sistema constituyen todos los elementos que conforman la infraestructura de la estación de monitoreo; los mismos que se interrelacionan entre sí a partir del software que maneje la estación.

Cada dispositivo tiene a su cargo una función específica, a continuación se detallan tanto las características básicas como la función que desempeña cada uno de ellos.

2.10.1 Equipos de Pruebas y de Mediciones.

Como se mencionó al inicio de este capítulo, la administración del espectro radioeléctrico le compete de forma exclusiva al gobierno de cada nación. Las emisoras clandestinas ocupan el espectro de una forma no acorde a los criterios técnicos y demás disposiciones vigentes, convirtiéndose en fuentes de interferencia para el resto de estaciones que si operan de forma legal.

Cada país tiene la obligación de adoptar estándares nacionales que permitan la regulación interna del uso del espectro; estos a su vez deben considerar las actuales prácticas internacionales a fin de garantizar la compatibilidad de la red de telecomunicaciones nacional con los equipos y métodos empleados a nivel internacional.

La tecnología de medición mayormente empleada a nivel mundial lo constituyen los analizadores de espectro

2.10.2 Analizadores de Espectro.

Los analizadores de espectro son equipos que permiten realizar mediciones de una señal a partir de su análisis de frecuencia.

Técnicamente se efectúan mediciones de señales con respecto a la frecuencia para obtener información de la potencia disipada, área de cobertura, índices de modulación, ruido, etc.

En el mercado mundial es típico encontrar una amplia variedad de estos equipos, los más conocidos se mencionan en la tabla 3.7 a continuación:

Marca	Fabricante
Americana	AGILENT TECHNOLOGIES
Americana	MOTOROLA
Japonesa	ANRITSU
Alemana	ROHDE&SCHWARZ

Tabla Nº 2.7 Analizadores de espectro más comunes en el mundo.

A continuación se menciona los diferentes datos técnicos del analizador de espectro.

Datos técnicos de los equipos de Analizadores de Espectro.

Tabla 2.10.1 AGILENT TECHNOLOGIES MODULO

Rango de frecuencias: de 10MHz a 8GHz
Nivel de ruido (DANL): - 145dBm(1Hz)
DANL con preamplificador: - 160dBm(1Hz)
Nivel máximo de entrada: +10dBm
Tiempo de muestreo más corto: 10Ms
Anchos de banda de resolución (RBW): de 1kHz a 50MHz
Unidades: dbm, dbμV, V/m, A/m, W/m ²
Demodulación: AM, FM, PM
Entrada: 50 Ohm SMA AF (f)
Exactitud: +/- 2dB
Interfaz: USB 2.0/1.1
Peso: 430gr



Tabla 2.10.2 MOTOROLA MODULO

determinación de límites de emisión según DIN/VDE
Velocidad de barrido de hasta 100 veces más rápida que los aparatos V3
Sensibilidad hasta 70dB más alta en comparación con la línea V3
Amplificador de poco ruido (opción)
14Bit Dual-ADC
150 MIPS DSP (CPU)
Almacenador de datos (64K), ampliable con 1MB
Pantalla LCD extendida y más precisa (en comparación con los aparatos V3)
Visualización simultánea de la frecuencia y de la potencia del señal
Control remoto con USB en tiempo real
Gran pantalla LCD de alta resolución y multifuncional
Medición de vectores (I/Q)
Detector de potencia PICO en tiempo real (opción)



2.10.3. EQUIPOS DE BÚSQUEDA DE RUMBO.

La mayoría de los equipos empleados en la búsqueda de rumbo de transmisores radioeléctricos y principalmente aquellos considerados como clandestinos, son comercializados a nivel mundial por empresas de telecomunicaciones americanas y europeas.



Figura N° 2.8 Antena del equipo selector de búsqueda

2.10.3. Subsistema Antena.

Las antenas están configuradas dependiendo básicamente del servicio que van a prestar, esto a su vez depende del tipo de estación a la cual van a servir (fija ó móvil) y del rango de frecuencias que se espera cubrir (HF, VHF y UHF). Generalmente las antenas de sitio fijo proveen 360° de cubrimiento para el monitoreo y la búsqueda de rumbo. A continuación se los resume de acuerdo al subsistema al que pertenecen.

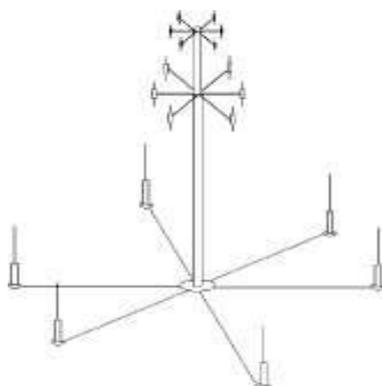


Figura N° 2.9 Sistema de antenas fijo.

En la figura N° 2.9 por ejemplo, se puede observar un sistema de antenas fijo que trabaja con tres bandas de frecuencia para una óptima calidad de la búsqueda de rumbo. Banda 0.1 - 30 MHz

- ✓ Seis mono polos polarizados verticalmente
- ✓ Arreglo de 11 metros de diámetro
- ✓ Altura de instalación sobre el nivel de tierra
- ✓ Banda II: 30-173 MHz
- ✓ Seis dipolos polarizados verticalmente
- ✓ Arreglo de 1.9 metros de diámetro
- ✓ Altura de instalación 10 metros sobre el nivel de tierra
- ✓ Banda III: 173-1000 MHz
- ✓ Seis dipolos polarizados verticalmente
- ✓ Arreglo de 0.3 metros de diámetro
- ✓ Altura de instalación 12 metros sobre el nivel de tierra.



Figura N° 2.10 Sistema de antenas móvil.

Por otro lado, la figura N° 2.10 muestra el ejemplo de un sistema de antenas móvil que opera en dos bandas de frecuencia, cuyo tamaño y abertura están limitados por el espacio disponible en el vehículo.

Banda 20-173 MHz

- ✓ Seis mono polos polarizados verticalmente
- ✓ Elementos de 0.6 metros de largo
- ✓ Arreglo de 1.9 metros de diámetro
- ✓ Instalación sobre la azotea del vehículo
- ✓ Banda II: 173 -1000 MHz
- ✓ Seis dipolos polarizados verticalmente
- ✓ Elementos de 0.3 metros de largo
- ✓ Arreglo de 0.3 metros de diámetro
- ✓ Altura de instalación 0.9 metros sobre la azotea del vehículo.

Las señales de control de antenas y de radio frecuencias están dirigidas a través de un combinado, las cuales permiten la selección de la antena ó arreglo de antenas, a través de una señal de control desde un procesador de DF.

2.10.4. Selector de Antenas.

El selector de antenas se encarga de dirigir la antena de interés hacia el receptor o receptores seleccionados (incluyendo el analizador de espectro); básicamente su función es el de una matriz de conmutación.

Las estructuras de soporte de las antenas deben ser adecuadas para captar eficientemente todos los tipos de emisiones producidas por antenas multibanda y para soportar los arreglos para radiogoniometría, considerando los errores eventualmente inducidos por dichas estructuras.

El diseño de las estructuras de soporte de las antenas (mástiles de antena) debe estar diseñado e instalado. La resistencia a vientos y ráfagas debe ser hasta 120 km/h. Los materiales de mástiles y antenas serán resistentes a los cambios meteorológicos. Las antenas de radiogoniometría no tendrán partes móviles.

El diseño del Sistema de antenas deberá incluir protección y conexión a tierra para proteger los equipos contra rayos o descargas eléctricas.

Un aspecto importante que debe ser considerado es la atenuación de señales provocadas por el selector de antenas, para ello cada entrada de antena debe poseer un amplificador activo que compense dichas pérdidas.

2.11 ADMINISTRACIÓN DEL ESPECTRO RADIOELÉCTRICO.

Los aspectos básicos que le competen al organismo encargado de la administración del espectro radioeléctrico son:

- ✓ Asignación de frecuencias de operación.
- ✓ Verificación de características técnicas de emisión.
- ✓ conforme al documento de autorización una vez que la estación ha sido instalada.

Detección y ubicación de emisoras clandestinas, nombradas así por ser estaciones transmisoras que no cuentan con la debida autorización

CAPÍTULO III

DISEÑO DE LA PROPUESTA

El objetivo de este capítulo es poner un diseño sobre la base de los modernos sistemas que se encuentran disponibles en el mercado y hacer un análisis de un sistema específico, de Guerra Electrónica aplicado al sistema de comint de nuestro país.

Esta exposición se estructura en dos niveles:

- ✓ En primer lugar, se presentan las tendencias más importantes de los sistemas de Guerra Electrónica
- ✓ En segundo lugar, se describen las principales tecnologías en las que se apoyarán estos sistemas.

El desarrollo y maduración de estas tecnologías será vital para poder obtener sistemas de Guerra Electrónica con las funcionalidades modernas de acuerdo al avance tecnológico requeridas.

3.1 DATOS TECNICOS DEL ACTUAL SISTEMA DE GUERRA ELECTRONICA DEL CC.FF.AA.

El actual sistema de Guerra Electrónica está compuesto de un equipo receptor E 1700 el mismo que está diseñado para la recepción en el margen de frecuencia de 1,5 KHz a 30 MHz A su vez estas bandas de recepción están divididas en dos sub-bandas de 10 KHz a 1.6 MHz a 30 MHz para las que indistintamente se han previsto una entrada de antenas especial. La comunicación entre ambas bandas se realiza automáticamente, en función del ajuste de la frecuencia de recepción

Tabla 3.1 características técnicas del receptor E 1700

Gama de frecuencia	1.5 a 30 MHz Se está preparando una ampliación hasta 1000Mhz
Régimen de funcionamiento	A1 Telegrafía, sin tono A2 Telegrafía, de tono modulado A3 Telefonía, amplitud modulada F3 Telefonía, frecuencia modulada P Modulación de impulsos
Sintonización de frecuencia: Por mando giratorio (X1) Con mando giratorio (X10)	72 KHz/vuelta 720 KHz /vuelta
Paso continuo de frecuencias (apretando un conmutador basculante) Paso normal Paso rápido	2 MHz/s 20 MHz/s
Indicador de la frecuencia	Indicación de 7 dígitos mediante elemento de 7 segmentos (LED). En la versión normal del E 1600 al ligar correspondiente a 100hz esta inhibido (la frecuencia se ajusta interiormente en pasos de 1000Hz), Mediante una ampliación del oscilador (solamente bajo pedido especial), es posible también ajustar la frecuencia en pasos de 100Hz. En este caso se emplea también la indicación correspondiente a los 100 Hz
Resolución	1000Hz (solamente bajo pedido especial: 100Hz)
Errores de indicación	Corresponde a la precisión del patrón de frecuencia error para el patrón de frecuencia interior $\leq 3 \times 10^{-7}$

TABLA 3.2 Ancho de banda y selector de filtros

Anchura de banda normal (KHz)	Anchura de banda de 6 db (Khz)	Ancho de banda de 60 db (Khz)
7,5	$\geq \pm 3,75$	$\leq \pm 10$
15	$\geq \pm 7,5$	$\leq \pm 17.5$
30	$\geq \pm 15$	$\leq \pm 35$
500	$\geq \pm 250$	$\leq \pm 1500$
1000	$\geq \pm 500$	$\leq \pm 2500$

Consiste del patrón de frecuencia para una variación de temperatura desde +10 grados hasta + 40 grados c. con una variación de tensión de red de $\pm 10\% \leq 3 \times 10^{-7}$

Envejecimiento por año	$\leq 1 \times 10^{-6}$
Entrada de Hf (antena)	
Sobretensión admisible	$\leq 10 \text{ V FEM}$
Resistencia	50Ω asimétrica
Características de ruido	Valor medio $\leq 9 \text{ KT}$
Tensión de perturbación del oscilador en 50Ω	$\leq 10\mu\text{v}$ para 681,4-1181.4 MHz
Salida de ancho de F1 para un aparato panorámico	
Frecuencia	21,4 MHz
Ancho de banda	5 MHz
Resistencia	50Ω
Ampliación sin regulación de HF	Aprox-21 dB

Ampliación con regulación de Hf	Aprox. -7 dB
Alimentación de corriente funcionando con la red	
Tensión de entrada	110/220 V±10%
Frecuencia	45 a 480 Hz
Potencia consumida	Aprox. 45VA

Tabla 3.3 características mecánicas del E 1700

Gama de temperatura	-20 a + 50 grados c. capaces de funcionar -40 a + 70 grados c posible de almacenaje
Resistencia de humedad	Es admisible el funcionamiento durante 96 horas con una humedad relativa del aire del 90% y una temperatura de unos 40grados C. A lo largo de toda la vida del aparato se admite en promedio una humedad relativa del aire del 75%
Resistencias a las sacudidas e impactos	No se producen daños, si el aparato encendido es sacudido con una frecuencia de 10 a 30 Hz y una amplitud de ±0,5 ms. O bien la gama de 30 y 70 Hz con una aceleración hasta 2 g El aparato sigue en condiciones de funcionamiento, si es sacudido con 5 Hz con una amplitud de ±1 mm

Para lo cual se recomienda la adquisición de nuevos equipos con las siguientes características técnicas:

- ✓ Integración de Sensores de Guerra Electrónica en la Estructura de la plataforma.
- ✓ Guerra Electrónica en Red.
- ✓ Sistemas de RF Multifuncionales, Escalables y Modulares.
- ✓ Sistemas de Energía Dirigida de RF para el Ataque Electrónico.

3.1.2 INTEGRACIÓN DE SENSORES EN LA ESTRUCTURA DE LA PLATAFORMA. DE GUERRA ELECTRÓNICA

Actualmente, los sensores de RF (antenas) se encuentran implementados sobre estructuras dedicadas (es decir, estructuras que no forman parte de la plataforma).

Existe actualmente un gran interés en conseguir que los sensores de RF puedan integrarse en la propia estructura de la plataforma, lo que haría innecesario el empleo de estas estructuras que forman parte del sistema.

La mejor manera de conseguir esta integración es mediante el empleo de antenas de tipo array. La forma de estas antenas se adapta a la geometría de la plataforma, bien recubriendo externamente la superficie de la misma, bien formando parte de la propia estructura de dicha plataforma denominadas Antenas de apuntamiento electrónico de apertura distribuida (Distributed-Aperture Electronically Steered Antenas). La apertura física de estas antenas de tipo array está formada por un conjunto de elementos o sus aperturas que no se encuentran distribuidas a intervalos regulares (como en el caso de las antenas de tipo array convencionales).

La principal ventaja de este tipo de antenas es que permiten aumentar de manera considerable el campo de visión de los sensores, a costa de complicar el proceso de formación de haz de la antena.



Figura Nº 3.1 Vehículos terrestre y Antenas array

Plataformas Terrestres: como se puede apreciar en la figura 3.1 la mayoría de los sistemas de G.E. instalados en vehículos terrestres, las mismas antenas deben elevarse una cierta altura sobre el terreno para aumentar su rango de cobertura y sortear los posibles obstáculos. Debido a este hecho, en las plataformas terrestres el beneficio de esta técnica es la integración de sensores de G.E.

3.1.3 EQUIPOS DE GUERRA ELECTRÓNICA COMPLETAMENTE DIGITALES Y RECONFIGURABLES.

Una de las tendencias tecnológicas principales de los sistemas de GE es el desarrollo de receptores digitales.

Esta tendencia viene condicionada por el desarrollo y evolución continua de las tecnologías de digitalización y proceso, que favorecen la aparición de sistemas que permiten adaptar su funcionamiento a diferentes situaciones o necesidades operativas mediante la programación de dispositivos y algoritmos específicos.

Los nuevos desarrollos de equipos de G.E. incluyen receptores digitales, que presentan numerosas ventajas tales como:

- ✓ Capacidad de trabajar en ambientes más densos y con señales que coincidan en el tiempo.
- ✓ Capacidad para trabajar en ambientes en los que coexistan señales pulsadas y de onda continua.

- ✓ Facilidad de reprogramación para poder adaptarse a diferentes misiones.
- ✓ Incremento de la sensibilidad respecto a receptores analógicos de banda ancha.

La facilidad de reprogramación en un futuro podría permitir que un mismo receptor, además de poder programarse para realizar diferentes misiones, pueda utilizarse en diferentes funciones (radio SW, generador de formas de onda para equipos ECM, funciones de GE tanto de comunicaciones como de no comunicaciones).

Esta facilidad de programación ya se está analizando actualmente principalmente para poder utilizar en las funciones de COMINT. Los nuevos sistemas tendrán una arquitectura HW multifuncional común, que incluirá una etapa de digitalización cuyas principales características será su gran ancho de banda y margen dinámico. La señal digitalizada pasará por dispositivos que permitan realizar un proceso HW específico, a alta velocidad y que sea reprogramable y los datos salientes podrán ser procesados con procesadores de propósito general o procesadores digitales de señal.

3.2 DISEÑO DEL NUEVO SISTEMA A IMPLEMENTARSE EN GUERRA ELECTRÓNICA DEL CC.FF.AA

A continuación se especifican los requerimientos y los datos técnicos del sistema que se propone implementar en el CC.FF.AA

Tabla 3.1 Especificaciones técnicas y requerimientos del sistema que conformarán las bases fija de monitoreo en hf, vhf, y uhf

OR D.	PARÁMETRO	REQUERIMIENTO	
		HF	VHF / UHF
1	Rango de Frecuencias de	De 9 KHz. a 30 MHz	De 20 MHz a 3.0 GHz

	Monitoreo		
2	Sensibilidad	dm. Promedio	≤ -110 dBm. Promedio
3	Estabilidad de frecuencia	≤ 3x10 ⁻⁷	≤ 3x10 ⁻⁷
4	Impedancia de entrada de antena	50 Ω	50 Ω
5	Tipo de conector de antena	“N” hembra	“N” hembra
6	Resolución de sintonía	Mínimo de 1 Hz.	Mínimo de 1 Hz.
7	Figura de Ruido del Receptor	≤14 dB.	≤ 12 db
8	IP2	≥ 40 dBm.	≥ 40 dBm.
9	IP3	≥ 20 dBm.	≥ 12 dBm
10	Ancho de Banda instantáneo	≥ 2MHz.	≥ 20 MHz
11	Velocidad de barrido	Mínimo 150 MHz / seg.	Mínimo 3 GHz. /seg.
12	Control de Ganancia	≥ 120 dB.	≥ 120 dB.
13	Modos de	Analógicos: AM, FM, SSB, CW.	

14	demodulación	Digitales: FSK, PSK, QAM
15	Alimentación de energía	AC. 120 V \pm 10 % ; 60 Hz.
16	Salidas	Salida de Banda Base digital
17		Salida de audio digital
18		Salida de FI para pantalla panorámica externa
19		Salida de AF balanceada
20		Salida para altoparlante externo
21		Salida para audífono
22	Interface de Datos y control	Para PC: USB 2.0 y/o RS232
23		Comunicación externa: Ethernet 10/100/1000 BASE T
24	Matriz de antenas	Para interconectar las antenas y controlado automáticamente de acuerdo al rango de frecuencias
25	Antenas y coaxiales de RF	Monitoreo de polarización vertical y horizontal.
26		Diagrama de irradiación para las polarizaciones "H" y "V". Ganancias y otros rendimientos (para distintos valores de frecuencia dentro de los rangos respectivos)
27		\geq 20 dB de ganancia.

28		Antenas activas omnidireccionales que permitan la cobertura de todo el rango de operación del Sistema
29		Cable Coaxial para RF. apropiados para los rangos de frecuencia de monitoreo
30		Resistencia a vientos mayores a 120 Km/h.
31	Rango de Temperatura de funcionamiento	Mínimo entre 0°C y +40°C
32	Humedad Relativa	95% sin condensación
33	Tiempo medio entre fallas, excepto PCs.	Mayor a 10.000 horas
34	Tiempo de operación	24 horas continua

Tabla 3.2 Especificaciones técnicas y requerimientos del sistema que conformarán las bases fija de un sistema de radiogoniometría en vhf/uhf.

ORD.	PARÁMETRO	VHF / UHF
1	Rango de frecuencias de Radiogoniometría	20 MHz a 3.000 MHz
2	Método radio gonio métrico	Interferômetro multicanal
3	Precisión de DF en ambiente libre de reflexión	$\leq 2^\circ$ RMS
4	Duración mínima de la señal	≤ 1 ms.
5	Resolución de DF	Menor a 1° RMS
6	Resolución de sintonía	Desde 1 Hz.
7	Ancho de Banda Instantáneo	≥ 20 MHz
8	Velocidad de Barrido	≥ 2.5 GHz/s
9	Modos de demodulación	MÍNIMO CW, AM, FM, SSB, FSK, PSK, QAM
10	IP2	≥ 40 dbm.
11	IP3	≥ 18 dbm.
12	Figura de ruido	≤ 12 dB.
13	Impedancia de entrada de antena	50 ohm.
14	MÍNIMOS Displays gráficos de DF LCD en panel frontal.	Histograma (az. vs. FREC.)
15		Nivel vs. Frecuencia
16		Diagrama Polar
17	Sensibilidad de DF	Menor a $10 \mu\text{V/m}$.

Tabla 3.3 Especificaciones técnicas y requerimientos del sistema que conformarán las bases fija de un sistema de radiogoniometría en hf.

ITEM	REQUERIMIENTO	ESPECIFICACIÓN
GLOBAL	Sistema de Radiogoniometría (DF)	Sistema de Radiogoniometría (DF), en banda ancha HF, completo, con todos los elementos y componentes para realizar la función indicada en la banda HF
1	Arquitectura	El sistema debe ser: De arquitectura abierta Modular Escalable Para operar como multiusuario Operar el configuración multi-sitio
2	Configuración	Sistema de banda ancha, con varios receptores (de ser posible un receptor por elemento de antena), procesadores DSP
3	Canales de DF	Multicanal, (dependiendo del principio gonio métrico ofertado)
4	Procesador DF	Debe emplear múltiples DSP, para procesar en tiempo real todas las señales detectadas, para esta función a parte de los DSP tiene los receptores. Con GPS incorporado, con interface TCP/IP incluido, operando bajo la versión de Windows más eficiente para el sistema
5	Almacenamiento en disco del Procesador de datos.	Capacidad mínima de 900 Gbytes
6	Montaje	Para ser montado en rack estándar de 19"
7	Control	Debe ser controlable desde cualquier estación de trabajo por un Operador, sobre una red TCP/IP (Local y remoto)

8	Rango de operación	Rango de operación: 3.0 a 30.0 MHz o más amplio, Indicar hasta que frecuencia puede ser expandido, a menos de 3.0 MHz
9	Antena	Sistema de antena para instalación fija, multi elementos, con cables y accesorios para su instalación.
10	Rango de sintonía	Rango de sintonía del receptor: mínimo de 3 a 30 MHz
11	Tiempo de sintonía	1 ms o menos
12	Rango dinámico	120 dB o más amplio
13	Resolución	1 Hz
14	Ancho de banda DF	Ancho de banda DF variable: capacidad de mayor ancho de banda 2 MHz, o mayor.(Que permita radio localizar emisiones con salto de frecuencia)
15	Duración de señal para interceptación y DF	Duración de la señal para ser interceptada y procesada: 10 ms o menos
16	Precisión de medición de acimut de la onda terrestre	Precisión angular RMS del sistema para onda celeste: 2 grados o menos
17	Precisión de medición del hardware del sistema	Precisión instrumental: 0.2 grados o mejor
18	Cobertura DF Acimutal	0-360°
19	Cobertura DF en elevación	0-90°
20	Velocidad de DF	2000 marcaciones DF/s, mínimo
21	Sensibilidad	10 dB SNR con ancho de banda de 3 kHz

Tabla 3.4 centro de control y cada puesto de trabajo.

ORD.	PARÁMETROS	CARACTERÍSTICAS MÍNIMAS.
1	Hardware: PCs. (No clon) con las siguientes características mínimas:	01 PC para cada puesto de trabajo
2	Procesador Intel I7, 1.6 GHz mínimo, Disco Duro de 1 TB mínimo, Maniobrad Intel, video sonido y red integrado, 6 G RAM DD3 1066 M de bus mínimo	01 PC para cada Sistema de Radiogoniometría
3		01 PC para replica de cada puesto de trabajo y radiogoniometría en el sitio de control

Tabla 3.5 características del software.

ORD.	PARÁMETRO	CARACTERÍSTICA MÍNIMA
1	Característica Del Software para El	Realiza mediciones (modo automático o manual asistido)
2	Centro de Control y para los Equipos de los Sistemas de	Creación, definición, asignación y seguimiento de Misiones
3	Monitoreo y Radio localización	Presentación gráfica de los resultados y preparación de reportes.

Tabla 3.6 Especificaciones técnicas y requerimientos del sistema que conformarán los ups. de las estaciones fijas

ORD.	PARÁMETRO	CARACTERÍSTICA
1	Voltaje de alimentación	110 VAC.
2	Voltaje de salida	110 VAC
3	Frecuencia de operación	Entre 55 y 65 Hz (auto detección)
4	Potencia	5 KVA.
5	Autonomía	30 minutos a plena carga
6	Tecnología	On-line (onda senoidal pura)
7	Tiempo de transferencia	0 ms (instantáneo)
8	Baterías	Secas selladas libres de mantenimiento
9	Protecciones	Filtro de ruidos, sobrecarga y cortocircuito

3.3 SOFTWARE DE CLASIFICACIÓN DE SEÑALES

Los siguientes parámetros deben ser provistos en cada señal clasificada:

- Tipo de modulación
- Frecuencia central
- Número de portadoras, en el caso de multi - carrier FSK
- Velocidad de datos de FSK o PSK

- Movimiento de frecuencia de FSK
- Ancho de banda
- Nivel de señal, como un porcentaje

3.4 DIAGRAMA EN BLOQUES DE LA DISTRIBUCIÓN DE EQUIPOS DEL SISTEMA COMINT.

El Sistema Comín, consta de los siguientes bloques:



Figura Nº 3.3 Diagrama en bloques de los equipos Comint.

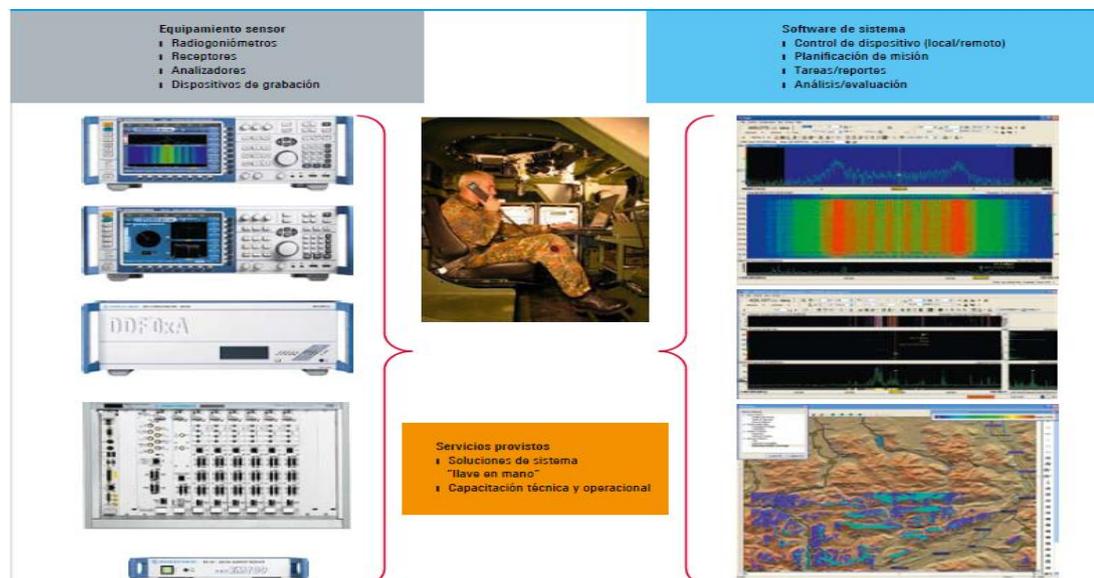


Figura Nº 3.4 Diagrama físico de cómo se conectan los equipos del sistema comint

3.5 ENTIDADES QUE SE ENCARGAN DE MODERNIZAR Y COMERCIALIZAR LOS SISTEMAS Y EQUIPOS DE GUERRA ELECTRÓNICA.



Figura No 3.5 logotipo de Indra

3.5.1 INDRA.

Se puede considerar a la empresa INDRA como el actor principal en GE, porque cuenta con una experiencia de más de veinte años en el desarrollo de estos sistemas. Su Dirección de Sensores y Defensa Electrónica cubre el diseño, desarrollo de sistemas de GE y su mantenimiento, incluyendo las necesarias modernizaciones y actividades encaminadas al desarrollo de nuevos proyectos. Sus sistemas comerciales cubren la mayor parte del espectro utilizado en GE y comprenden desde sistemas pasivos (ESM y SIGINT) en las bandas de no comunicaciones y de comunicaciones a sistemas activos (ECM) en dichas bandas, para aplicaciones aéreas, terrestres y navales.

3.5.2. PRODUCTOS DE G.E

En función del tipo de plataforma a la que van dirigidos, se puede realizar una clasificación de los productos de GE de la empresa en tres grandes grupos:

- ✓ Sistemas de GE Aerotransportados
- ✓ Sistemas de GE Navales
- ✓ Sistemas de GE Terrestres

El desarrollo de sistemas de GE terrestres está encaminado en el área de ESM, ECM y SIGINT y simuladores de señales. Dentro de esta clasificación, se consideras el Comín, como un S de ge terrestre.

3.5.3 CAPACIDAD INDUSTRIAL.

INDRA dispone de capacidad de diseño, desarrollo y fabricación de equipos y sistemas completos. Además, esta empresa posee una importante capacidad como integrador de los sensores y de sistemas de GE. Esta capacidad contempla todos los aspectos del desarrollo, desde el diseño y fabricación de HW específico (tanto de RF como de proceso de señal) hasta el desarrollo de SW, incluyendo el desarrollo de algoritmos, procesos específicos, integración de sistemas y desarrollo de la interfaz HMI.

3.5.4 EADS-CASA

Esta empresa se localiza en la ciudad España.



Figura No 3.6 Logotipo empresa EADs

EADS-CASA centra sus actividades en G.E en los trabajos relacionados con la integración de sistemas en plataformas aéreas. En dichos trabajos se incluyen simulaciones estudios de coberturas de los sensores, determinación de la posición óptima de los sensores, estudios de compatibilidad electromagnética y todo lo referente a la integración de subsistemas de diferentes fabricantes para la obtención de un sistema integrado de GE.

3.5.5 CAPACIDAD INDUSTRIAL.

EADS-CASA es la empresa de referencia (trabajando de manera conjunta con el INTA) para la integración de sistemas de G.E en aeronaves.

3.5.6 GMV

Entre sus áreas de especialidad también se encuentra el diseño y fabricación industrial de materiales absorbentes multicapa de señal radar.



Figura No 3.7 logotipo de GMV

3.5.7 EXPERIENCIA EN GE.

GMV ha participado desde sus inicios en programas de GE, principalmente en simulación de GE y sistemas SIGINT.

3.5.8 PRODUCTOS QUE DESARROLLA.

GMV ha desarrollado simuladores de GE de defensa. En el área de SIGINT y en subsistemas COMINT (programa AESCOM) como en parte del desarrollo de medios de análisis y evaluación SIGI

3.5.9 CAPACIDAD INDUSTRIAL.

GMV trabaja principalmente en temas de desarrollo SW de simuladores en la integración de sistemas completos de simulación, en el análisis de datos de GE y en centros de integración de información.

3.6. SIMAVE

Las líneas de actividad de SIMAVE en GE se centran principalmente en la integración de sistemas de radiogoniometría en la banda de comunicaciones y en desarrollos software (bases de datos y sistemas Actualmente, SIMAVE está desarrollando un simulador de escenarios radioeléctrico



Figura No 3.9 logotipo de SIMAVE.

3.6.1 EXPERIENCIA EN GE.

Las líneas de actividad de SIMAVE en GE se centran principalmente en la integración de sistemas de radiogoniometría en la banda de comunicaciones y en desarrollos de software.

3.6.2 PRODUCTOS QUE DESARROLLA.

SIMAVE ha participado en las siguientes actividades

- ✓ Desarrollo y mantenimiento del SW de gestión de bases de datos.
- ✓ Modernización del sistema de escuchas de GE en HF.
- ✓ Desarrollo software de un simulador de escenarios electromagnéticos de GE.

Actualmente, SIMAVE está desarrollando un simulador de escenarios radioeléctricos para el Estado Mayor de la Defensa.

3.6.3 CAPACIDAD INDUSTRIAL.

Desarrollo de software e integración de sistemas.

3.7 A CONTINUACION SE MUESTRA, TABLA CON LA SOLUCION DE EQUIPOS Y SUS COSTOS PARA MODERNIZAR

3.7.1 EQUIPOS Y COSTOS DEL SISTEMA DE MONITOREO (COMINT).

SOFTWARE	EUROS	DOLARES
Wavecom W-CODE decodificador digital de datos de software	± 6'538 EUR	9,299.02 USD
Wavecom W-CL-NB señal opción Clasificador de W-CODE sólo De banda estrecha = 8 kHz	± 8'731 EUR	12,414.73 USD

Wavecom W-CL-NB señal opción Clasificador de W-CODE sólo De banda estrecha = 8 kHz	$\pm 8'731$ EUR	12,414.73 USD
Wavecom W-CL-BM señal opción Clasificador de W-CODE sólo De ancho de banda = 96 kHz	$\pm 18'192$ EUR	25,869.53 USD
Wavecom W-CODE-SAT de recepción de satélites de software para W-CODE sólo	$\pm 3'692$ EUR	5,250.02 USD
Wavecom W61PC datos decodificador digital tarjeta PCI	$\pm 7'308$ EUR	10,391.07 USD
Wavecom Marcos W61LAN 2 Digital Data decodificador para aplicaciones LAN	$\pm 9'154$ EUR	13,016.88 USD
Wavecom señal W61CL software clasificador De banda estrecha = 8 kHz	$\pm 8'731$ EUR	12,415.38 USD
W61SAT Wavecom de recepción de satélites de software	$\pm 5'769$ EUR	8,203.47 USD
Wavecom-W-2 y CLOVER CLOVER-2000-y CODAN-9001 y PACTOR 3 Opciones de software precio del paquete para W61 W-CODE	$\pm 3'462$ EUR	4,923.38 USD

3.7.2 WAVECOM

La W-CODE está diseñada para trabajar con su equipo existente, ya que no se requiere hardware propietario.

Permite una integración perfecta con DEG estado de la técnica (Software Defined Radio) receptores con los datos de inteligencia o de salidas de audio digital: W-CODE ofrece todas las funciones necesarias para analizar, decodificar y procesar comunicaciones de datos de radio en todo el espectro (HF, VHF, UHF, SHF). Más de 200 modos están implementando actualmente, incluyendo los modos de INMARSAT.

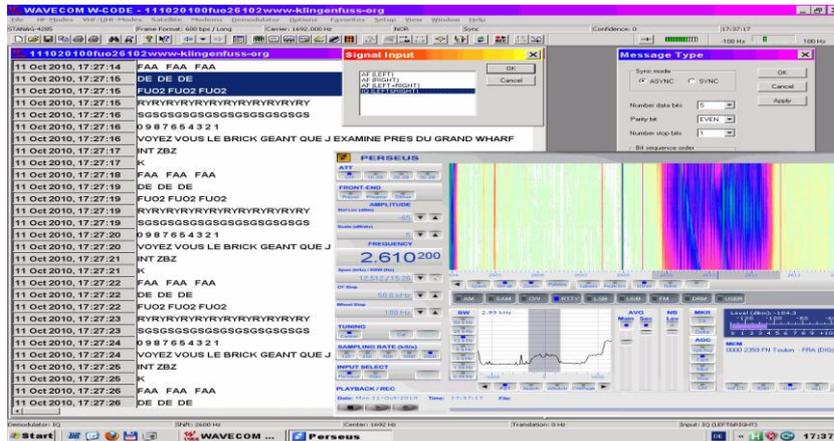


Figura No 3.10 Software Defined Radio.



Figura No 3.11 Software Defined Radio.

3.7.3 WAVECOM W61PC DATOS DECODIFICADOR DIGITAL CARD.

El W61PC decodificador digital de datos de tarjetas es la primera opción para la creación de monitoreo de radio y sistemas complejos de vigilancia del espectro.



Figura No 3.12 Decodificador digita W61PC

Se utiliza el mismo interfaz de fácil manejo hombre-máquina basada en Windows como el W40 y W41 y W51 y otra serie de productos. Sobre la base de la AF o SI la señal de entrada, el W61PC



Figura No 3.13 Software Decodificador digital.

Decodifica una variedad de datos, fax, gráficos y varios modos de transmisión de texto.

3.8 RECEPTOR HF.

Un receptor de HF, captura señales de RF en rangos inferiores a los 27Mhz, entre los que se encuentran en el mercado se tienen:

3.8.1 WR-G303i

El G303i es un receptor de HF de muy buena calidad, definido por software (SDR) para instalación interna dentro de una PC; dispone de varias opciones para usarse en aplicaciones especializadas o experimentales.



Figura N° 3.13 Un receptor HF El G303i.

3.8.2 WR-G303e.

El WR-G303e es una versión externa (con interfaz USB) de la versión interna mencionada arriba -WR-G303i – con rendimiento idéntico. La demodulación en sí es realizada por la PC utilizando técnicas de procesamiento digital. La instalación es muy simple, tipo "Plug and Play".



Figura N° 3.14 Un receptor HF El G303e.

3.8 RECEPTORES DE VHF/UHF PARA USO CON PC.

3.8.1 WR-G305i.

Este es un Receptor definido por Software (SDR) de tercera generación para las bandas de VHF y UHF. Con un rango de frecuencia de 9 kHz a 1,800 MHz este receptor tiene una etapa de entrada extraordinariamente sensible y ruido de fase muy bajo. El límite superior de frecuencia puede ser ampliado hasta los 3,500 MHz con un downconverter opcional. Para mantener los costos bajos este receptor usa la tarjeta de audio de la computadora para realizar el procesamiento DSP. Los modos de operación disponibles son AM, AMN, AMS, LSB, USB, CW, FM3, FM6, o FMN.



Figura Nº 3.15 El modelo WR-G305i viene con un Demodulador Standard.

3.8.2 WR-G315e.

Esta es una versión externa del WR-G315i con características similares. Este receptor se conecta a una computadora tipo IBM-compatible vía el puerto USB. Varios receptores pueden ser controlados por una sola PC haciendo posible la construcción de un sistema de receptores múltiples VHF/UHF.



Figura N° 3.16 El modelo WR-G315e viene con un Demodulador Standard.

3.9 SISTEMAS MULTICANALES DE VIGILANCIA Y MONITOREO.

3.9.1 MS-8118/G3.

El Sistema de Monitoreo Multicanal Winradio MS-8118/G3 es una solución totalmente integrada, ha sido específicamente diseñado para el monitoreo automáticas de frecuencias desde VLF hasta microondas en todos los principales esquemas de modulación. El sistema está diseñado para monitorización radio frecuencias en múltiples canales simultáneamente, a grabar señales en forma digital en el disco duro para su posterior recuperación, y para la toma de decisiones automáticamente basado en los parámetros de la señal recibida.



Figura N° 3.17 Sistema portátil de monitoreo El MS-8118/G3.

En la figura N° 3.17 se observa el equipo y su capacidad de monitorear y grabar frecuencias desde 9 kHz hasta 8.6 GHz Este sistema ofrece una

gran flexibilidad por su arquitectura definida por software, excelente rango dinámico, y alta sensibilidad

3.9.2 SISTEMA PORTÁTIL DE MONITOREO Y REGISTRO DE NIVEL DE SEÑALE PFSL-G3.

Este sistema portátil está diseñado específicamente para medición de señales y cobertura desde una unidad móvil o en forma ambulatoria, el equipo se utiliza para funciones de mapeo de nivel de señal, vigilancia móvil, y otras aplicaciones similares. La unidad emplea un receptor GPS integrado para mostrar y almacenar las coordenadas geográficas de la señal medida. Los datos almacenados incluyen la fecha, hora, latitudes, longitud, y altitud.



Figura N° 3.18 Sistema portátil de monitoreo de señales pfsi-g3.

El sistema viene en un maletín robusto y fácilmente transportable como se muestra en la figura N° 3.18 que contiene la computadora portátil de control, el receptor, y la batería recargable. Puede ser alimentado de diferentes fuentes: Las baterías internas recargables, alimentación de 12 VDC de un vehículo, o energía AC comercial. El equipo incluye los cables para DC y AC y el maletín incluye sistema de ventilación y fusibles para la protección del sistema. La antena del receptor, la antena GPS y los conectores de energía son fácilmente accesibles.

El nivel de la señal puede ser medido en μV , dBm o Unidades-S, y la fuerza del campo electromagnético puede ser presentada en $\mu\text{V}/\text{m}$ o dB

$\mu\text{V/m}$. También se puede mostrar en pantalla los valores pico o promedio de estos parámetros calculados a intervalos definidos por el usuario. Este equipo puede utilizar los receptores WR-G313e o WR-G315e, de tal forma que el rango de frecuencia puede ser de 9 kHz a 1,800 MHz

3.9.3 RECEPTOR DE VHF/UHF MODELO TCI 2612.

El TCI 2612 es un “front-end” de V/UHF RF de alto rendimiento basado en VME que filtra, y amplifica las señales de la antena a un ancho de banda-amplio “banda baja IF” que alimenta el digitalizador e alta velocidad.

El 2612 es un receptor de doble-canal súper heterodino de conversión triple que no utiliza ningún convertidor de bloque. Un sintetizador común de bajo ruido y rápida-sintonización maneja ambos, tiene un filtro preselector de 12-bandas, alto rango dinámico RF y etapas IF, filtros SAW IF de 20/2 MHz de ancho y un control digital de ganancia

El 2612 está diseñado como, un receptor de grado de instrumentación y emplea la tecnología moderna, de clase-mundial para el “front-end” RF, síntesis LO, control de ganancia de IF, y filtro de IF. El 2612 proporciona buena sensibilidad (figura de bajo ruido) para mediciones de señal débiles más excelente linealidad del nivel de señal alta (altas intercepciones IMD en-banda y fuera-de-banda) para operación libre de distorsión en ambientes de señal congestionados.

El 2612 incluye dos filtros IF SAW (onda acústica superficial) software-controlados, electrónicamente conmutables. Un filtro “ancho” de 20/2 MHz de ancho de banda se utiliza para escaneos rápidos del espectro, más detección rápida y precisa y procesamiento de señales de banda ancha. El filtro SAW de 20/2 MHz proporciona una excelente selectividad para la exclusión de señales fuera de banda no deseadas, para maximizar el rango dinámico de medición.

El control de ganancia del 2612 es digital (ningún AGC análogo) usando atenuadores de paso de precisión en las etapas RF e IF. Esto asegura la medición exacta y repetible de amplitud de la señal, permitiendo cambios rápidos de ganancia durante escaneos rápidos de frecuencia.

Un sintetizador de frecuencia común, conectado a la referencia de frecuencia incorporada de precisión de bajo ruido que está que está subordinada al GPS sintoniza los dos canales del 2612. Esto permite que el TCI 8068 (ADVANCED NOISE TECHNOLOGY)

Sintonice a una resolución de 1 Hz en todo el rango de 3 GHz con una precisión de frecuencia mejor que 5×10^{-10} cuando el receptor GPS integrado de 12-canales del sintetizador se sincroniza a tres o más satélites GPS.

El sintetizador TCI 3012 está diseñado con bajo espurios, ruido de fase bajo para maximizar el rango dinámico y la sensibilidad. El ruido de fase es mejor que -110 db/Hz a 100 kHz, -130 dB /Hz a 1 MHz de offset y cayendo hasta casi -150 db/Hz 10 MHz offset.



Figura N° 3.19 Downconverter TCI 2612.

3.10 RECEPTOR DE GPS Y ANTENA.

Un módulo receptor GPS está integrado en cada Procesador TCI de Monitoreo del Espectro de Radio. El GPS proporciona referencia de tiempo y frecuencia, así como información de ubicación precisa (Lat. /Long) en el momento de cada medición. La antena GPS está montada en el techo de la cubierta.

La señal de referencia GPS basada-en-satélite elimina muchas de las fuentes de incertidumbre inherentes en señales de referencia basadas-en-tierra, tales como cambios de temperaturas, ciclos de energía, etc. También elimina la necesidad de calibrar periódicamente un estándar de frecuencia localizado.

Además del suministro de una referencia de frecuencia precisa, el receptor GPS proporciona un estándar de tiempo a cada estación monitorea así como información de posición para todas las estaciones móviles. La móvil usa esta información de posición para determinar su posición exacta, que es necesaria para realizar DF precisa.

3.11 ANÁLISIS DE COSTOS DE PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN NUEVO SISTEMA DE MONITOREO CON PUESTOS Y ENTRENAMIENTO.

Luego de un análisis de las características que describen el sistema de GE, se ha considerado que los equipos que se requiere para su implementación son:

DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO	MÚMERO DE PUESTOS	SEMANAS DE ENTRENAMIENTO	COSTOS TOTAL
Base fija WB de	4 Puestos	tres semanas	

HF y DF	de Monitoreo	\$ 75,000	\$ 1'400,000:
Base fija de VHF /UHF (DF VHF /UHF	2 Puestos Monitoreo	2 Semanas; \$ 50,000	\$ 500,000
Base Transportable de VHF /UHF DF, HF	2 Puestos Monitoreo	2 semanas \$ 50,000	\$ 650,000
Base Móvil de VHF /UHF, DF y vehículo	1 Puesto de Monitoreo	2 semanas \$ 50,000	\$ 900,000
Base Móvil de Interceptación satelital Inmersa A, B, C, M y mini M Incluye vehículo	1 Puesto de Monitoreo	1 semana \$ 25,000	\$ 1'000,000

3.12 ACEPTACIÓN Y PUESTA EN MARCHA.

El programa de aceptación verificará de acuerdo al siguiente esquema:

- ✓ Revisión del Diseño.
- ✓ Pruebas de aceptación en fábrica.
- ✓ Lista de embarque de equipos.
- ✓ Verificación de la instalación.
- ✓ Capacitación.
- ✓ Aceptación.

Revisión del diseño; El Diseño de la integración e instalación del Sistema, deberá ser enviado al CC.FF.AA., permitiendo dos semanas para realizar observaciones y pedir aclaraciones.

Las Pruebas de Aceptación en Fábrica, incluyen ensayos de producción de equipos.

El Plan de Pruebas de Aceptación en Fábrica será propuesto por el oferente con dos semanas de antelación y aprobado por el CC. FF. AA., Los Procedimientos de Pruebas serán entregados al CC. FF. AA., una semana antes del comienzo de las mismas. Ellos contendrán los formularios de testimonio y conformidad que deben ir consignados.

Dichas pruebas serán efectuadas por un (01) operador y un (01) técnico, además del Gerente Técnico del Proyecto.

La verificación de la instalación, consiste en la comprobación del correcto estado y de la seguridad de la unidad. El oferente deberá realizar estas verificaciones con la presencia de representantes del CC. FF. AA., quienes podrán solicitar pruebas oculares adicionales.

La capacitación y el entrenamiento del personal están descritos posteriormente, la verificación de estos aspectos se realizará en detalle sobre los Sistemas integrados, de acuerdo al Plan de Pruebas de Aceptación.

3.12.1 GARANTÍA.

Los oferentes deben presentar una garantía técnica contra desperfectos, mal funcionamiento de todos los componentes y módulos de los Sistemas ofertados, así como de los bienes a suministrarse para asegurar la calidad y buen funcionamiento de los mismos. La garantía técnica deberá ser otorgada por el fabricante o por sus representantes, distribuidores o vendedores legalmente autorizados; abarcará las condiciones y términos de normal funcionamiento, usuales para el tipo de los bienes a adquirirse; y tendrá una vigencia de un año calendario, contando a partir de la fecha de entrega recepción definitiva de los bienes.

En dicho documento se expresará, además, el compromiso de reemplazar, bajo responsabilidad del oferente, aquellos bienes materiales o partes que resultaren de mala calidad, o con defectos de fabricación, durante la vigencia de la garantía técnica.

El oferente debe garantizar la provisión de repuestos de todos los equipos adquiridos por el un periodo de 10 años.

3.12.2 CAPACITACIÓN.

Los oferentes deberán presentar un Programa de Entrenamiento que capacitará y entrenará a los operadores, técnicos para el manejo del Sistemas que conforman las Bases de Monitoreo y Radiogoniometría de emisiones radioeléctricas.

El material utilizado en el entrenamiento será en el idioma español. Los participantes deberán recibir la documentación completa sobre las materias tratadas (en medio impreso y magnético). Los instructores deberán ser los técnicos que oferten el sistema de Monitoreo y Radiolocalización.

Esta capacitación deberá abarcar técnicos y operadores como mínimo de 3 personas, con una duración aproximada de cuarenta horas; con la posibilidad de organizar en función de las necesidades de la Fuerza

3.12.3 REPUESTOS.

El ofertante entregará un stock de repuestos, de los equipos adquiridos. Además deberá garantizar la disponibilidad de los mismos por un periodo de 10 años o más

El stock de repuestos corresponderá a los componentes más significativos de los sistemas ofertados, y el listado de los repuestos serán proporcionados por el comprador al oferente durante el año de vigencia de la garantía técnica del objeto del contrato a fin de que el ofertante proporcione un stock de repuestos hasta el término del año de garantía del objeto del contrato.

Las Licencias de Software del fabricante deberán estar acompañadas de una garantía de por lo menos 10 años de apoyo a los productos.

En caso de que se vayan a dejar de producir los repuestos, se exige al Proveedor que suministre las notificaciones y la información siguiente:

- ✓ Notificación anticipada al CC. FF. AA de que los repuestos cuando dejarán de fabricarse, con anticipación suficiente para que se pueda adquirir dichos repuestos.
- ✓ Los planos, diseños y especificaciones de los repuestos una vez que los repuestos se dejen de producir sin costo.

El precio de los repuestos está especificado en la Tabla de Precios suministrada por el Proveedor.

3.12.4 HERRAMIENTAS E INSTRUMENTOS DE MONTAJE Y MEDIDA.

El ofertante incluirá en su propuesta las herramientas e instrumentos que son imprescindibles para operar correctamente los Sistemas y que el Comprador debe recibir como parte del precio fijo de la oferta.

3.12.5 MANUALES DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.

El Proveedor suministrará los siguientes Manuales en español e inglés:

- ✓ Manual de los Sistema, dos copias + DVD
- ✓ Manual del Software de Monitoreo, dos copias + DVD

3.12.5 DOCUMENTACIÓN.

El Proveedor suministrará:

- ✓ La documentación completa del software de los Sistemas.
- ✓ Los Documentos de Diseño, incluyendo:

Los Documentos y Diagramas de los Sistemas, es decir, los dibujos y planos que contendrán la descripción de los Sistemas, tal cual habrá de resultar como consecuencia de las actividades de diseño, construcción e instalación.

Diagramas de funcionalidad y de operatividad del software.

Diagramas de los Sistemas que incluirán la visión funcional en conjunto de la Base, la localización de los recursos de software y hardware, y su interrelación lógica, la localización de las interfaces humanas y operacionales, los diagramas de flujo de operación, etc.

3.12.6 PLAZO DE ENTREGA.

La Base Fija de Monitoreo y Radiogoniometría de emisiones radioeléctricas, será instalada, puesta en funcionamiento, entregada, capacitado el personal y realizadas las pruebas de aceptación, a más tardar en seis (06) meses calendario, contados desde la fecha en que se efectúe el pago (%50 por ciento).

CAPITULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

En el desarrollo del proyecto “Propuesta de diseño, para modernizar el sistema de interceptación en telecomunicaciones (simtel), aplicando el sistema Comint de Guerra Electrónica”. Se obtuvo las siguientes conclusiones y recomendaciones.

4.1 CONCLUSIONES

- ✓ El presente proyecto permitirá realizar la Modernización del sistema de Guerra Electrónica del CC.FF.AA. mediante la ayuda de la Inteligencia de Comunicaciones (COMINT), para monitorizar las emisiones de radio eléctricas, y conseguir información de importancia para el CC.FF.AA.
- ✓ Se ha desarrollado una propuesta de diseño para modernizar el sistema de interceptación en telecomunicaciones, aplicando el sistema Comint de Guerra Electrónica; del Comando Conjunto de las Fuerzas Armadas
- ✓ La Inteligencia de Comunicaciones en el Ecuador es insuficiente, debido a que en la actualidad existe tecnología mucho más sofisticada, para realizar el monitoreo del espectro radioeléctrico.
- ✓ El Comando Conjunto de las Fuerzas Armadas posee sus propios sistemas COMMÍNT, pero sus equipos y su rango de operación es muchísimo menor para los que existen hoy en día, de ahí que sería necesario su modernización, mediante la implementación del proyecto presentado.
- ✓ Los equipos propuestos en este proyecto, se emplearán en la detección de señales interferentes, y en pocas ocasiones, para la localización de estaciones de transmisión clandestina; porque se priorizo la seguridad interna del país, se puede y el uso de la cual podemos utilizar la información para

prevenir atentados o ataques.

- ✓ Nuestro país no cuenta con un sistema COMINT lo bastante moderno, para lo cual es necesario modernizar el sistema de estación COMINT la cual se utiliza para efectuar la búsqueda automática de comunicaciones, para posteriormente determinar, sus frecuencias, tipo de modulación y definir la dirección de donde estas provienen
- ✓ Como toda tecnología actual, la Inteligencia de Comunicaciones sólo ha encontrado aplicaciones en el campo militar, muchas variaciones de ésta basadas en los principios de búsqueda de la dirección por radio localización, monitoreo y navegación.
- ✓ Con la adquisición de estos equipos logra la interceptación de las emisiones radio eléctricas de alta frecuencia obteniendo así la información de equipos satelitales, celulares y otras señales más que se encuentran en el espacio, que con los equipos actuales no se puede lograr; también se logra el ahorro de la energía eléctrica, porque los equipos cuentan con una tecnología de última generación en ahorro de energía

4.1.1 RECOMENDACIONES.

- ✓ El CC.FF.AA., Para estar acorde tecnológicamente a los momentos actuales, debe implementar una modernización de su equipo de monitoreo, de acuerdo a las posibilidades y disponibilidades económicas del país; así como la capacitación permanente del personal de Oficiales, Voluntarios y Empleados Civiles; que son especialistas en G.E.
- ✓ Se debe continuar con la ejecución de nueva investigaciones sobre lo concerniente a equipos y sistemas de Guerra Electrónica COMINT.

- ✓ En caso de implementarse este proyecto; que los operadores cuenten con conocimientos necesarios de computación, para así realizar una capacitación a todo el personal sobre el manejo del software y de hardware del sistema a implementarse.

- ✓ Se debe realizar mantenimiento técnico de todos los equipos del sistema, en caso de adquisición cada tres meses, para de este modo garantizar su correcto funcionamiento y durabilidad.

BIBLIOGRAFÍA Y WEBGRAFÍA

Henkel, B.; Pinch, H.; Spectre, H.E.; Precision VHF Direction Finder.
Schmengler, E.; PA 010 First shortwave Doppler Direction Finder.
Schemengler, E.; VHF-UHF Doppler Direction Finder
Horing, H.C.; Loci 01 root-mean-square error and error circle radius for 95% probability in triangulation procedures.
<file:///E:/TESIS/SIGINT.htm>
<http://gabrielzurita.files.wordpress.com/2010/08/tesis-final-gzv.pdf>
<http://repositorio.iaen.edu.ec/bitstream/123456789/313/1/IAEN-021-2001.pdf>
<http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/705/1/T-ESPE-014599.pdf>
http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lem/nocedal_d_jm/capitulo2.pdf
http://www.morcom.com/span/radio_surveillance.html
http://www.morcom.com/span/pc_based_receivers.html
http://www.morcom.com/span/multichannel_surveillance.html
http://www.morcom.com/span/about_morcom.html
<http://www.hispar.es/2009/04/regimiento-de-guerra-electronica-31.html>
<http://ccc.inaoep.mx/~cferegrino/cursos/comprcrip/Cripto1.pdf>
http://spi.dnp.gov.co/App_Themes/SeguimientoProyectos/ResumenEjecutivo/0047002630000.pdf

GLOSARIO DE TERMINOS

CCME:	Contra contra medidas electrónicas.
CME:	Contra medidas electrónicas.
CNI:	Comunicaciones, navegación e identificación.
COGE:	Centro operativo de Guerra Electrónica
COMINT:	Inteligencia de comunicaciones.
CONEM:	Control de emisiones.
DF:	Búsqueda de Dirección
ELINT:	Inteligencia electrónica
EM:	Electromagnética.
GE:	Guerra Electrónica
HF:	Alta frecuencia.
IFF:	Identificación amigo - enemigo.
MAE:	Medidas de apoyo a la Guerra Electrónica.
MF:	Frecuencia media.
SIGINT:	Inteligencia de señales
UHF:	Ultra alta frecuencia.
VHF:	Muy alta frecuencia.
VLF:	Muy Baja frecuencia.
IEEE:	Institute of Electrical and Electronics Engineers
QAM:	Modulación de amplitud de cuadratura

QPSK:	Transmisión por desplazamiento de fase
AFSK:	Transmisión por Desplazamiento de Audio Frecuencia.
AM:	Modulación de Amplitud.
AMPS:	Servicio de Telefonía Móvil Avanzado.
CDMA:	Múltiple Acceso por División de Código.
DSP:	Procesamiento Digital de Señales.
ELINT:	Inteligencia Electrónica
EW:	Guerra Electrónica
FM:	Modulación de Frecuencia
FSK:	Transmisión por Desplazamiento de Frecuencia.
GPS:	Sistema de Posicionamiento Global.
GSM:	Sistema Global para Comunicaciones Móviles.
IF:	Frecuencia Intermedia.
PM:	Modulación de Fase.
TCP/IP:	Protocolo de Control de Transporte / Protocolo Internet.
TDMA:	Múltiple Acceso por División de Tiempo.
UHF:	Ultra Alta Frecuencia.

ANEXO "A"

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL SISTEMA DE DECODIFICACIÓN, CLASIFICACIÓN, ANÁLISIS Y PROCESAMIENTO DE LAS SEÑALES PARA BASE FIJA DE MONITOREO EN H/V/UHF Y RADIOGONIOMETRÍA EN V/UHF DE EMISIONES RADIOELÉCTRICAS.

- ✓ Datos de entrada TCP/IP (LAN) para IQ o PCM códigos de datos
- ✓ Decodificación directa de archivos de audio

1. Modos de Análisis

Auto correlación	Bit entrar en funcionamiento MFSK
Análisis de Bit	FSK chequeo de código
Longitud de Bit	F7B análisis
Velocidad de Bit	IAS velocidad de Vaud
Bit entrar en funcionamiento FSK	MFSK análisis
Bit entrar en funcionamiento PSK	MIL/STANAG chequeo de código
Código estático	Modo
Transformadas de Faste Fourier (FFT) Velocidad de baud	PSK velocidad de bit
Transformadas de Fast Fourier (FFT) tiempo real de osciloscopio	PSK plano de fase
Transformadas de Fast Fourier (FFT) tiempo real de sonograma	QAM con diagrama de ojo
Transformadas de Fast Fourier (FFT) tiempo real de monograma y espectro	FSK dato puro

Transformadas de Fast Fourier (FFT) tiempo real de espectro	SELCAL análisis
Transformadas de Fast Fourier (FFT) tiempo real de cascada	
Transformadas de Fast Fourier (FFT) salto	

2 Demoduladores

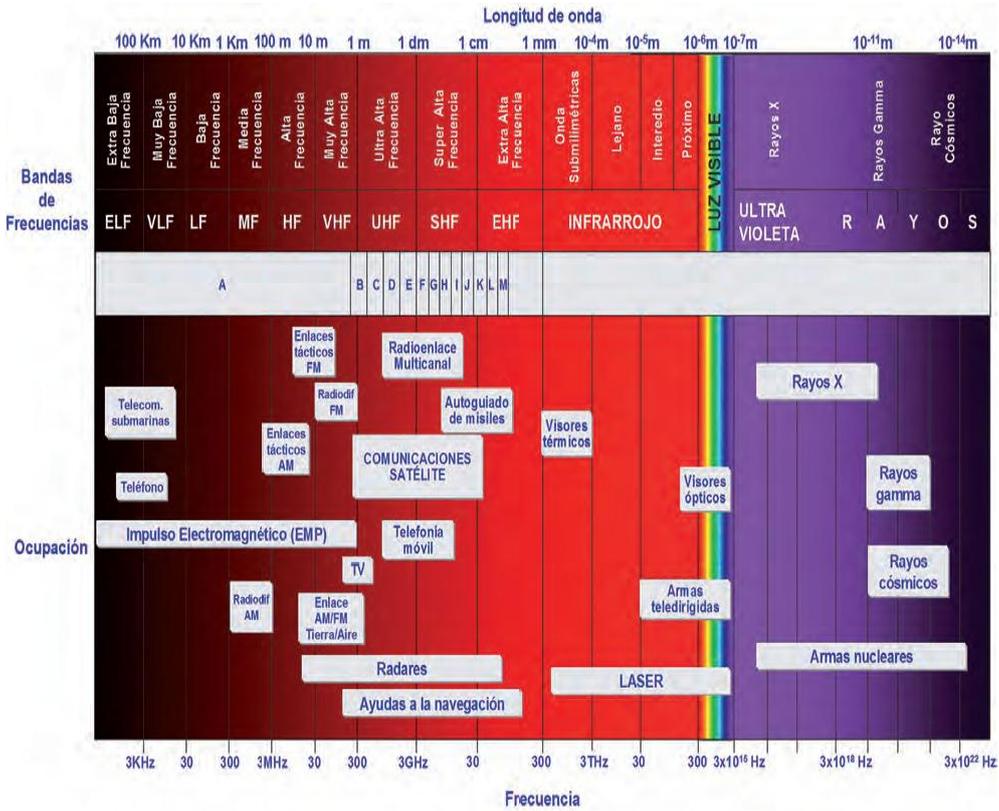
AM-Fax	F7B 4FSK
BPSK	GFSK
BR6028	MFSK
CTCSS	PSK2
CW (Morse)	PSK4
DPSK DBPSK DQPSK D8PSK D16PSK	PSK8
DXPSK de 2DPSK a D16PSK	OQPSK
DTMF	QPSK
FFSK	Software de demodulación para entrada de IF
FSK	4FSK
FSK marca-espacio	

Sistemas

ACARS-HF	IRA (ITA5) (ASCII)
ACARS-VHF	ITA2 (Baudot)
AIS	ITA5 (IRA) (ASCII)
ALE (MIL-STD-188-141A)	MD-674
ALE-400	Meteosat-Weatherfax
ALF-RDS	MFSK-8/16/20
ALIS	MIL-M55529-A
ALIS-2	MIL-STD-188-110A tonos seriales
AMSAT-P3-D	MIL-STD-188-110A 16 tonos
ARQ-E	MIL-STD-188-110A 39 tonos
ARQ-E3	MIL-STD-188-110B (Appendix B)
ARQ-M2-242	MIL-STD-188-110B (Appendice C)
ARQ-M2-342	MIL-STD-188-110B 16 tonos
ARQ-M4-242	MIL-STD-188-141A (ALE)
ARQ-M4-342	MIL-STD-188-141B
ARQ-N	MIL-M-55529 NB/WB
ARQ6-90	MOBITEX-1200 MOBITEX- 8000

ANEXO "B"

ESPECTRO ELECTROMAGNETICO



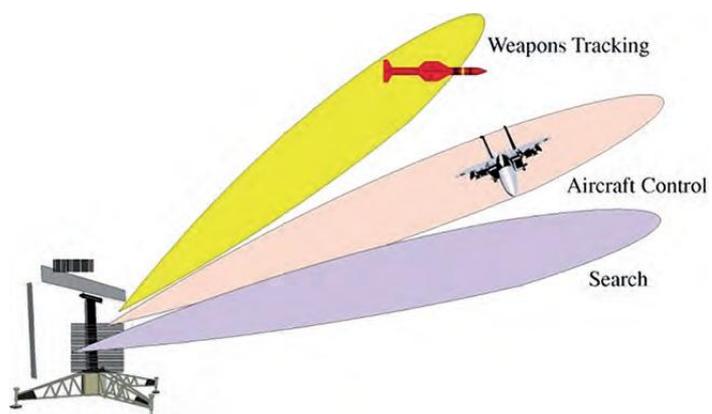
ANEXO "C"

LOS DIFERENTES TIPOS Y MODELOS DE ANTENAS TANTO PORTATILES COMO FIJAS PARA LAS DIFERENTES SEÑALES PARA BASE DE MONITOREO EN H/V/UHF Y RADIOGONIOMETRÍA EN V/UHF DE EMISIONES RADIOELÉCTRICAS.



Figura. Equipos del Sistema de GE RIGEL (Fuente: Ministerio de Defensa).





Antena ESA pueden realizar el seguimiento casi simultáneo de un gran número de objetivos

Latacunga, Noviembre del 2011

ELABORADO POR:

Cbop de Com. Ligña D. Daniel

Cbop De A. Yaselga P. Luis

APROBADO POR:

Ing. Armando Álvarez

DIRECTOR DE LA CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN
INSTRUMENTACIÓN

CERTIFICADO POR:

Dr. Rodrigo Vaca

SECRETARIO ACADÉMICO