

**ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO**

**DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA**

**CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y  
TELECOMUNICACIONES**

**PROYECTO DE GRADO PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
INGENIERÍA**

**“ESTUDIO PARA EL DESARROLLO DE LA INTEGRACION DE  
LAS COMUNICACIONES EN LA FUERZA TERRESTRE”**

**CAPT. HENRY OMAR CRUZ CARRILLO**

**SANGOLQUI – ECUADOR**

**2007**

## **CERTIFICACIÓN**

Certificamos que el Señor Capt. Henry Omar Cruz Carrillo, ha elaborado en su totalidad, bajo nuestra Dirección y Codirección el proyecto de grado titulado “Estudio para el desarrollo de la Integración de las Comunicaciones en la Fuerza Terrestre”.

---

Ing. Román Lara C. MS.

**DIRECTOR**

---

Ing. Raúl Haro.

**CODIRECTOR**

## **RESUMEN**

La Fuerza Terrestre posee equipos y sistemas de comunicaciones que operan bajo distintas plataformas tecnológicas, en distintas bandas de frecuencia y que además poseen características de fabricación diversas. Por lo que la opción planteada para lograr integración e interoperabilidad, es a través de la utilización del equipo modular ACU-1000. Para la aplicación de la plataforma tecnológica que maneja este equipo, ha sido necesario conocer que tipo de medios de comunicación dispone la Fuerza Terrestre y su organización. Conocer las redes de transporte de voz y datos, sus características, capacidades y debilidades.

Parte importante de este trabajo, constituye el diseño del Nodo del Sistema de Interoperabilidad de Area Amplia (WAIS) y de Area Local (LIS). Diseño en donde se ha establecido las diferentes vías de conversación que podrán interactuar. Además se ha expuesto las respectivas configuraciones y direccionamientos IP de los módulos en los diferentes LIS y en el Concentrador de Red. En forma adicional se ha establecido las respectivas coberturas de los LIS y del WAIS, en las diferentes zonas del País. Se ha planteado el equipo necesario y costos para la implementación del sistema, estableciendo además la factibilidad de la ejecución del proyecto.

También se conforman de los Centros de Gestión, Despacho y Control de los LIS, se establece los requerimientos de espacio e infraestructura y requerimientos de recurso humano necesario para el mantenimiento y administración del sistema.

## **DEDICATORIA**

A la Santísima Virgen María, que siempre me ha prodigado de bendiciones y cuidados.

A mis hijos Henry Sebastián y José David, que son la fuente de amor, paz, ternura, sencillez y júbilo para mi vida.

A mi esposa Daicy Alexandra, mujer abnegada al hogar, luchadora, honesta y sencilla, mi amiga, mi confidente, mi mujer.

A mis Padres Israel y Marianita, mi Norte, mi referencia, mi consuelo, mi sustento espiritual y moral.

A mis hermanos Ronny Israel y Juan Pablo, más que hermanos mis amigos. Representan para mí, el cimiento de superación, generosidad y lealtad.

**Capt. Henry O. Cruz C.**



## **AGRADECIMIENTO**

El autor de este trabajo agradece a los Señores Directivos, Cuerpo Docente y Personal Administrativo del Departamento de Eléctrica y Electrónica de la Escuela Politécnica del Ejército y de manera muy especial a los señores profesores; Ing. Román Lara (Director de Tesis) e Ing. Raúl Haro (Codirector de Tesis), en igual forma al Sr. Capt. de Com. Ing. Hugo Álvarez, por la colaboración prestada para la culminación de esta Tesis de grado.

**Capt. de Com. Henry Omar Cruz Carrillo.**

La gratitud es una de las virtudes que engrandecen el alma de un hombre y Yo como un instrumento más de Dios dentro de la creación, no puedo si no ser grato en primer lugar con el creador.

Gratitud en el término superlativo por darme a mis padres Israel y Marianita. Padres amorosos, luchadores, responsables, fieles cumplidores de sus principios, ejemplos vivos de valores, tanto a sus hijos como a la sociedad.

Por darme una hermosa esposa, Daicy Alexandra, que con sus virtudes, adorna mi vida, llenándola de mucho amor, fe, coraje y paciencia.

Por darme unos hermosos hijos Sebastián y José, mis pequeños retoños que son mi orgullo, mi sustento, la fuente de alegría, amor y de vida.

Por darme a mis hermanos, Ronny y Juan Pablo hombres fieles a sus principios, honestos, leales y amorosos, ejemplo de constancia y superación.

Gratitud a mis abuelitos Grimaneza y Arturo, quienes en mis primeros años de vida me prodigaron de cuidados y mucho amor.

Gratitud especial a mi querida Institución Armada. El siempre glorioso y vencedor Ejército Ecuatoriano, que ha confiado en su humilde servidor, un soldado de la Patria que ha cumplido con la misión encomendada.

Y en general mi reconocimiento y gratitud a todas y cada una de las personas que han contribuido para mi formación moral, intelectual y espiritual.

**Capt. de Com. Henry Omar Cruz Carrillo.**

## PROLOGO

Los sistemas de comunicaciones en la Fuerza Terrestre poseen debilidades y la principal esta la relacionada con la falta de compatibilidad entre los diferentes sistemas de radiocomunicaciones (HF, VHF, Troncalizado, civil, estándar MIL) y de telefonía (MODE, pública, celular, satelital) este ha sido un problema latente en la institución armada. La falta de comunicaciones entre las patrullas, el escalón superior, las redes de mando, las redes de apoyo logístico, el apoyo aéreo. Redes que trabajan independientemente con sistemas HF y VHF en los diferentes sectores de responsabilidad de las unidades militares.

Este proyecto de grado justamente va orientado ha realizar un estudio para resolver estos problemas de interoperabilidad e integración de todos estos medios y sistemas de comunicación de la Fuerza Terrestre. Este estudio incluye los siguientes temas:

- Análisis de la Situación actual de las comunicaciones de la Fuerza Terrestre.
- Investigación de los medios y sistemas que dispone la Fuerza Terrestre.
- Estudio de la plataforma tecnológica aplicada a la Integración e Interoperabilidad.
- Estudio de la Instalación y Operación del Sistema de Interoperabilidad proporcionado por el equipo modular ACU-1000.
- Diseño de los Nodos de Interoperabilidad de Area Local (LIS) de la Fuerza Terrestre.
- Diseño del Nodo de Interoperabilidad de Area Amplia (WAIS) de la Fuerza Terrestre.
- Estudio de la infraestructura y equipo necesario para la Implementación del Sistema de Interoperabilidad.
- Investigación de costos para la Implementación de la plataforma tecnológica de Integración e Interoperabilidad en la FF.TT.
- Estudio de funcionamiento de los Centros de Gestión, Despacho y Control.
- Establecimiento del orgánico funcional para estos Centros de Gestión y asignación de misiones y tareas a cumplir.

# ÍNDICE DE CONTENIDOS

## CAPÍTULO I INTRODUCCION

<b>1.1 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LAS REDES DE COMUNICACIONES EN LA FF.TT.</b>	<b>1</b>
1.1.1 Sistemas de Comunicación de Voz.	1
1.1.1.1 Nivel Divisional	2
1.1.1.2 Nivel Brigada	2
1.1.1.3 Nivel Batallón y Similares	2
1.1.1.4 Nivel Compañías y Similares	3
1.1.1.5 Nivel Pelotones, patrullas y Similares.	3
1.1.2 Sistemas de comunicación de Voz y datos.	3
1.1.2.1 Sistema Mode digital	3
1.1.2.2 Sistema Multiacceso A9800R2	4
1.1.2.3 Arquitectura Básica del Sistema Multiacceso	5
1.1.2.4 Estación de Base Central XBS.	6
1.1.2.5 Arquitectura de la Estación de Base Central (XBS).	6
1.1.2.6 Estación de Radio Central RSC	10
1.1.2.7 Estación de Radio RSN	11
1.1.2.8 Estación de Radio Terminal RST	12
1.1.2.9 Estación de operación y mantenimiento OMS	13
1.1.2.10 Red PDH	13
1.1.2.11 Red de Conmutación	15
1.1.2.12 Red Troncalizada	18
1.1.2.13 Red Analógica	20
1.1.2.14 Red IP	21
<b>1.2 ANÁLISIS DE LAS NECESIDADES ACTUALES DE COMUNICACIÓN DENTRO DE LOS DIFERENTES SECTORES DE RESPONSABILIDAD DE LA FF.TT.</b>	<b>22</b>
1.2.1 Sistemas de comunicación de Voz	22
1.2.2 Sistemas de comunicación de Voz y Datos	23
1.2.2.1 Análisis de Tráfico	23

1.2.2.2	Flujo de Tráfico	23
1.2.2.3	El grado de Servicio (GoS).	23
1.2.2.4	Tráfico para la Red Troncalizada	24
1.2.2.5	Análisis de Tráfico de la Red Multiacceso	28
1.2.2.6	Análisis de Tráfico de la Red de Conmutación.	28
1.2.2.7	Análisis de tráfico de la Red Analógica	29
<b>1.3</b>	<b>ANÁLISIS DE LAS NUEVAS TECNOLOGÍAS Y TENDENCIAS EN COMUNICACIONES A IMPLEMENTARSE EN LA FF.TT.</b>	<b>29</b>
1.3.1	Canales de Datos	29
1.3.2	Internet.	32
1.3.3	Video Conferencia	33
1.3.4	Correo Electrónico	34
1.3.5	Central de Conmutación con PSTN	35
<b>1.4</b>	<b>ANÁLISIS DE FUNCIONAMIENTO, OPERATIVIDAD Y RESULTADOS DE LA INTEGRACIÓN DE LAS COMUNICACIONES EN OTRAS ORGANIZACIONES GUBERNAMENTALES.</b>	<b>35</b>
1.4.1	En el Ecuador.	35
1.4.2	En el Exterior.	36

## **CAPÍTULO 2**

### **PLATAFORMA TECNOLÓGICA PARA LA INTEGRACION DE LOS SISTEMAS DE COMUNICACIÓN.**

<b>2.1</b>	<b>INTRODUCCIÓN A LA INTEGRACIÓN DE LOS SISTEMAS DE COMUNICACIONES.</b>	<b>38</b>
2.1.1	Interoperabilidad	38
<b>2.1</b>	<b>CONCEPTOS BÁSICOS USADOS PARA LA OPERACIÓN DEL INTEGRADOR DE COMUNICACIONES</b>	<b>40</b>
2.2.1	El radio bajo el concepto de Integración	40
2.2.1.1	Componentes de las Redes de paquete por radio.	41
2.2.1.2	El Equipo Terminal.	41
2.2.1.3	El TNC ( <i>Terminal Node Controller</i> )	42

2.2.1.4 El Radio	42
2.2.2 Redes de paquete por Radio (REDPR)	42
2.2.3 Esquemas de Acceso Múltiple para el Empaquetamiento de Señales de Radio	45
2.2.4 Protocolo TCP /IP para los paquetes de Radio	48
2.2.4.1 La Arquitectura TCP/IP	49
2.2.4.2 Características que distinguen a los servicios que ofrecen TCP/IP para Radio	51
2.2.5 Tipos de Procesamiento Digital de Señales asociados a la Integración de las comunicaciones.	52
2.2.6 Codificadores de voz	55
2.2.7 Redes y Servicios Digitales dentro de la Integración de los Servicios de Telecomunicaciones.	59
2.2.8 Los Servicios Integrados de Redes Digitales (ISDN) para la integración de comunicaciones.	61
<b>2.3 REDES IP ASOCIADAS A LA INTEGRACIÓN DE COMUNICACIONES</b>	
<b>VoIP.</b>	<b>62</b>
2.3.1 La Tecnología VoIP.	62
2.3.2 Funcionamiento de una Red VoIP.	63
<b>2.4 REDES DE RADIO ASOCIADAS A LA INTEGRACIÓN DE LAS COMUNICACIONES RoIP.</b>	<b>66</b>
2.4.1 RoIP a través del Integrador de comunicaciones	66
<b>2.5 ROIP VS. VOIP COMO TECNOLOGÍAS QUE PERMITEN LA INTEROPERATIVIDAD DE LOS SISTEMAS DE COMUNICACIÓN.</b>	<b>70</b>
2.5.1 Las semejanzas.	71
2.5.2 Las diferencias.	71
<b>2.6 PROBLEMAS CON LA INTEGRACIÓN DE LAS COMUNICACIONES</b>	<b>73</b>

### **CAPÍTULO III**

#### **LA INTEGRACION DE LOS SISTEMAS DE COMUNICACIONES BASADO EN EL SISTEMA DE INTEROPERATIVIDAD DE AREA EXTENDIDA (WAIS).**

<b>3.1</b>	<b>CONCEPTOS BÁSICOS Y DEFINICIONES.</b>	<b>75</b>
3.1.1	Interoperabilidad	75
3.1.2	CSAP	75
3.1.3	Interoperabilidad de área Local (LIS).	76
3.1.4	Interoperabilidad de área Amplia.	77
<b>3.2</b>	<b>UN SISTEMA WAIS SIMPLE</b>	<b>78</b>
3.2.1	Un dispositivo de cuatro-hilos	81
3.2.2	Un dispositivo de dos-hilos.	81
3.2.3	Interoperabilidad con los módulos CPM-4 y DSP-2	81
<b>3.3</b>	<b>CONEXIONES Y CONTROL DE OPERACIONES EN UN SISTEMA WAIS.</b>	<b>82</b>
3.3.1	Explicación Básica de Conexión Cruzada o <i>Cross Connection</i> .	82
3.3.2	Conexiones Cruzadas Múltiples.	84
3.3.3	Definiciones de conexión Cruzada Amplia y Local	85
3.3.4	Controlando las Conexiones Cruzadas ( <i>Cross- Connection</i> )	87
3.3.5	Concentrador de red NXU ( <i>Network Hub</i> )	94
3.3.6	Conexiones de Teléfono.	97
3.3.7	Procedimiento para Cortar las conexiones	98
<b>3.4</b>	<b>INSTALACIÓN DE UN SISTEMA WAIS.</b>	<b>99</b>
3.4.1	Instalación del Programa	99
3.4.2	Determinando los Requerimientos del Sistema WAIS	99
<b>3.5</b>	<b>PLANIFICACIÓN DE LA RED</b>	<b>101</b>
3.5.1	Terminología Básica usada en la Red	101
3.5.2	Requerimiento de Ancho de Banda de la Red	103
<b>3.6</b>	<b>CONFIGURACIÓN DE LOS DISPOSITIVOS DE RED</b>	<b>104</b>
3.6.1	Conexiones de CSAPs	104
3.6.2	Control de la Red y conexiones VoIP	104
<b>3.7</b>	<b>CONFIGURACIÓN DE LOS DISPOSITIVOS DE RED EN UN SISTEMA WAIS</b>	<b>106</b>

3.7.1	Configuración ETS-1/CPM-2 VS. CPM-4 y NXU-2/DSP-1 VS DSP-2.	106
3.7.2	Nodo WAIS del Sistema de Interoperabilidad Local	106
3.7.3	Comentarios en un Archivo <i>SiteInit</i> .	109
3.7.4	Nodo WAIS con una sola Vía de Conversación de Red	110
3.7.5	Nodo WAIS con un Concentrador de Red NXU ( <i>Network Hub</i> )	110
3.7.6	Archivo <i>SiteInit.txt</i> para el Sistema de Ejemplo	113
<b>3.8</b>	<b>CONTRASEÑAS Y PERMISOS</b>	<b>115</b>
3.8.1	La Vista de Administración de Usuarios	116
3.8.2	Permisos de Libreta Telefónica	118

## CAPÍTULO IV

### DISEÑO DE LAS NUEVAS REDES INTEGRADAS DE COMUNICACIONES PARA LA FF.TT.

<b>4.1</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>120</b>
4.1.1	Establecimiento de las Redes de Comunicación actual que podrían ser Integradas.	120
<b>4.2</b>	<b>LISTA DE SITIOS (<i>SITE LIST</i>) PARA EL DISEÑO DEL NODO WAIS PARA LA FF.TT.</b>	<b>121</b>
4.2.1	Diseño de los LIS para las redes de radio en HF, VHF, UHF (Sistema Troncalizado), telefonía fija (pública y multiacceso), telefonía móvil, telefonía Satelital.	122
<b>4.3</b>	<b>LIS I-DE / BIMOT-39 DE ACUERDO A LAS REDES DE RADIO EN HF, VHF, UHF Y A LOS SISTEMAS DE TELEFONÍA FIJA, MÓVIL Y SATELITAL A INTEGRAR.</b>	<b>122</b>
4.3.1	Puntos de Acceso al Sistema de Comunicaciones.	122
4.3.2	Formación de las Redes de Conversación ( <i>Network Talkpaths</i> ), a través de las redes de radio en HF, VHF, UHF y de los Sistemas de telefonía fija, telefonía móvil y satelital.	125
4.3.3	Establecimiento de los Sitios de Control	129
4.3.4	Diagrama de Bloques del LIS BIMOT-39	130
4.3.5	Posición de Despacho del Sistema WAIS para el LIS BIMOT-39	131

4.3.6 LIS BIMOT-39 con el módulo DSP-2 y la Posición de Despacho WAIS.	131
<b>4.4 LIS COCOM DE ACUERDO A LAS REDES DE RADIO EN HF, VHF, UHF Y A LOS SISTEMAS DE TELEFONÍA FIJA Y MÓVIL A INTEGRAR.</b>	
4.4.1 Puntos de Acceso al Sistema de Comunicaciones.	133
4.4.2 Establecimiento de módulos de acuerdo a las necesidades de integración de las diferentes redes para el COCOM	134
4.4.3 Formación de las Redes de Conversación ( <i>Network Talkpaths</i> ), a través de las redes de radio en HF, VHF, UHF y de los Sistemas de telefonía fija, telefonía móvil y satelital.	136
4.4.4 Establecimiento de los Sitios de Control	140
4.4.5 Diagrama de Bloques del LIS COCOM.	140
4.4.6 Posición de Despacho del Sistema WAIS para el COCOM	141
4.4.7 LIS COCOM con el módulo DSP-2 y la Posición de Despacho WAIS	141
<b>4.5 LIS II-DE DE ACUERDO A LAS REDES DE RADIO EN HF, VHF, UHF Y A LOS SISTEMAS DE TELEFONÍA FIJA Y MÓVIL A INTEGRAR</b>	<b>143</b>
4.5.1 Puntos de Acceso al Sistema de Comunicaciones.	143
4.5.2 Establecimiento de módulos de acuerdo a las necesidades de integración de las diferentes redes para la II-DE	144
4.5.3 Formación de las Redes de Conversación ( <i>Network Talkpaths</i> ), a través de las redes de radio en HF, VHF, UHF y de los Sistemas de telefonía fija, telefonía móvil y satelital.	146
4.5.4 Establecimiento de los Sitios de Control	150
4.5.5 Diagrama de Bloques del LIS II-DE.	150
4.5.6 Posición de Despacho del Sistema WAIS para la II-DE	151
4.5.7 LIS II-DE con el módulo DSP-2 y la Posición de Despacho WAIS.	152
<b>4.6 LIS III-DE DE ACUERDO A LAS REDES DE RADIO EN HF, VHF, UHF Y A LOS SISTEMAS DE TELEFONÍA FIJA Y MÓVIL A INTEGRAR.</b>	<b>154</b>
4.6.1 Puntos de Acceso al Sistema de Comunicaciones.	154
4.6.2 Establecimiento de módulos de acuerdo a las necesidades de integración de las diferentes redes para la III-DE	155



4.6.3	Formación de las Redes de Conversación ( <i>Network Talkpaths</i> ), a través de las redes de radio en HF, VHF, UHF y de los Sistemas de telefonía fija, telefonía móvil y satelital.	156
4.6.4	Establecimiento de los Sitios de Control	161
4.6.5	Diagrama de Bloques del LIS III-DE. 162	
4.6.6	Posición de Despacho del Sistema WAIS para la III-DE	162
4.6.7	LIS III-DE con el módulo DSP-2 y la Posición de Despacho WAIS	163
<b>4.7</b>	<b>LIS IV-DE/19-BS DE ACUERDO A LAS REDES DE RADIO EN HF, VHF, UHF Y A LOS SISTEMAS DE TELEFONÍA FIJA Y MÓVIL A INTEGRAR.</b>	<b>165</b>
4.7.1	Puntos de Acceso al Sistema de Comunicaciones.	165
4.7.2	Establecimiento de módulos de acuerdo a las necesidades de integración de las diferentes redes para la IV-DE/19-BS	166
4.7.3	Formación de las Redes de Conversación ( <i>Network Talkpaths</i> ), a través de las redes de radio en HF, VHF, UHF y de los Sistemas de telefonía fija, telefonía móvil y satelital.	167
4.7.4	Establecimiento de los Sitios de Control	172
4.7.5	Diagrama de Bloques del LIS IV-DE. 172	
4.7.6	Posición de Despacho del Sistema WAIS para la IV-DE	173
4.7.7	LIS IV-DE con el módulo DSP-2 y la Posición de Despacho WAIS.	174
<b>4.8</b>	<b>EL CONCENTRADOR DE RED NXU (<i>NETWORK HUB</i>) PARA EL NODO WAIS DE LA FF.TT.</b>	<b>176</b>
<b>4.9</b>	<b>ESTUDIO DE LA INTEGRACIÓN DE LAS COMUNICACIONES A TRAVÉS DE LA RED IP DE LA FF.TT.</b>	<b>178</b>
4.9.1	Direccionamiento IP para el LIS BIMOT-39 179	
4.9.2	Direccionamiento IP para el LIS COCOM	180
4.9.3	Direccionamiento IP para el LIS II-DE	181

4.9.4	Direccionamiento IP para el LIS III-DE	182
4.9.5	Direccionamiento IP para el LIS IV-DE/19-BS.	182
4.9.6	Direccionamiento IP para el Concentrador de Red NXU	183
<b>4.10</b>	<b>REQUERIMIENTO DE ANCHO DE BANDA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL NODO WAIS DE LA FF.TT.</b>	<b>184</b>
<b>4.11</b>	<b>CONFIGURACIÓN DE LOS DISPOSITIVOS DE RED PARA EL NODO WAIS DE LA FF.TT.</b>	<b>186</b>
4.11.1	Configuración del LIS BIMOT-39	186
4.11.2	Configuración del LIS COCOM	187
4.11.3	Configuración del LIS II-DE	188
4.11.4	Configuración del LIS III-DE	189
4.11.5	Configuración del LIS IV-DE	189
4.11.6	Configuración del Concentrador de Red	190
4.11.7	Archivo SiteInit.txt para el Sistema WAIS de la FF.TT.	191
4.11.8	Pruebas Preliminares del Sistema WAIS de la FF.TT.	194
4.11.9	El archivo SiteInit.txt para el Sistema WAIS de la FF.TT en el ambiente Windows.	194
<b>4.12</b>	<b>SECTORES DE RESPONSABILIDAD INTEGRADOS DENTRO DEL SISTEMA WAIS.</b>	<b>197</b>
4.12.1	Cobertura en la Frontera Norte	199
4.12.2	Cobertura en el Interior del País	203
4.12.3	Cobertura en la Zona Fronteriza del Sur del País	204
4.12.4	Establecimiento de las Redes Integradas de Comunicaciones de la FF.TT.	208

## **CAPÍTULO V**

### **EQUIPAMIENTO Y LA INFRAESTRUCTURA NECESARIA PARA LA NUEVA PLATAFORMA TECNOLÓGICA**

<b>5.1</b>	<b>INTRODUCCIÓN.</b>	<b>210</b>
<b>5.2</b>	<b>ESTUDIO Y DESCRIPCIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA A UTILIZAR.</b>	<b>210</b>
5.2.1	Infraestructura para el LIS BIMOT-39, LIS COCOM,	

LIS II-DE, LIS III-DE y LIS 19-BS.	
210	
5.2.2 Análisis de Reutilización de la Infraestructura existente	217
<b>5.3 ESTUDIO Y DESCRIPCIÓN DEL EQUIPAMIENTO A UTILIZAR.</b>	<b>217</b>
5.3.1 Establecimiento de redundancia para el nodo WAIS de la FF.TT.	219
5.3.2 Consolidado del Equipo ACU-1000 para la Implementación del Nodo WAIS de la FF.TT.	220
<b>CAPÍTULO VI</b>	
<b>MARCO ADMINISTRATIVO</b>	
<b>6.1 INTRODUCCIÓN.</b>	<b>224</b>
<b>6.2 ESTUDIO Y DISEÑO DEL CENTRO DE GESTIÓN, DESPACHO Y CONTROL.</b>	<b>224</b>
6.2.1 Misión de los Centros de Gestión, Despacho y Control	225
6.2.2 Funciones de los Centros de Gestión, Despacho y Control	225
<b>6.3 RECURSOS HUMANOS.</b>	<b>228</b>
6.3.1 Operadores.	230
6.3.2 Administrador.	230
6.3.3 Equipos de Trabajo.	232
6.3.4 Organigrama Estructural	233
<b>6.4 PRESUPUESTO A MANEJARSE.</b>	<b>234</b>
<b>6.5 ANÁLISIS DE LOS COSTOS GENERALES DE LA NUEVA PLATAFORMA TECNOLÓGICA DE INTEGRACIÓN E INTEROPERABILIDAD DE LAS COMUNICACIONES DE LA FF.TT.</b>	<b>238</b>
6.5.1 Análisis Costo-Beneficio	239
6.5.2 Ventajas de la migración a la nueva plataforma tecnológica.	246
6.5.3 Desventajas de la migración a la nueva plataforma tecnológica.	247

**CAPÍTULO VII**  
**CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

**7.1 CONCLUSIONES. 249**

**7.2 RECOMENDACIONES. 251**

## **INDICE DE TABLAS**

### **CAPÍTULO I**

#### **INTRODUCCION**

Tabla. 1.1. Características del Sistema Multiacceso de acuerdo a la capacidad de TX.	4
Tabla. 1.2. Ubicación de los Subsistemas del sistema Multiacceso	5
Tabla. 1.3. Parámetros del Sistema Troncalizado	20
Tabla 1.4. Disponibilidad de El's de acuerdo a las Centrales BTS.	24
Tabla 1.5. Total de llamadas tomadas en un período de 5 días y durante 1 hora	25
Tabla. 1.6. Cálculo del número de canales requerido para cada central BTS.	27
Tabla 1.7. Total de abonados para la red Analógica	29

### **CAPÍTULO III**

#### **LA INTEGRACION DE LOS SISTEMAS DE COMUNICACIONES BASADO EN EL SISTEMA DE INTEROPERABILIDAD DE AREA EXTENDIDA (WAIS).**

Tabla. 3.1. Perfiles de Usuarios Permanentes	116
--	-----

### **CAPÍTULO IV**

#### **DISEÑO DE LAS NUEVAS REDES INTEGRADAS DE COMUNICACIONES PARA LA FF.TT.**

Tabla. 4.1. Tabla de requerimiento de módulos NXU-2 y DSP-1 para la red Integrada BIMOT-39	123
Tabla 4.2 Asignación de NXU-2 para los DSP-1 del LIS BIMOT-39	124
Tabla 4.3 Tabla de requerimiento de módulos NXU-2 y DSP-1 para la red Integrada COCOM	134
Tabla 4.4 Asignación de NXU-2 para los DSP-1 del LIS COCOM	134
Tabla 4.5 Tabla de requerimiento de módulos NXU-2 y DSP-1 para la red Integrada II-DE.	144
Tabla. 4.6. Asignación de NXU-2 para los DSP-1 del LIS II-DE	145
Tabla 4.7 Tabla de requerimiento de módulos NXU-2 y DSP-1 para la red Integrada	

III-DE.	155
Tabla 4.8 Tabla de requerimiento de módulos NXU-2 y DSP-1 para la red Integrada	
IV-DE.	
166	
Tabla. 4.9. Ancho de Banda compartido en cada canal de datos para cada LIS	179
Tabla. 4.10. Direccionamiento IP del LIS BIMOT-39	180
Tabla 4.11 Direccionamiento IP del LIS COCOM	181
Tabla 4.12 Direccionamiento IP del LIS II-DE	181
Tabla 4.13 Direccionamiento IP del LIS III-DE	182
Tabla 4.14 Direccionamiento IP del LIS IV-DE/19-BS	183
Tabla 4.15 Direccionamiento IP del Concentrador de Red NXU	184

## **CAPÍTULO V**

### **EQUIPAMIENTO Y LA INFRAESTRUCTURA NECESARIA PARA LA NUEVA PLATAFORMA TECNOLÓGICA**

Tabla. 5.1. Requerimiento de los módulos para la conformación de los ACU-1000	218
Tabla 5.2 Set de repuestos modulares para el Nodo WAIS de la FF.TT.	
219	
Tabla 5.3 Establecimiento de redundancia para el Nodo WAIS de la FF.TT.	219
Tabla 5.4 Redes de radio de acuerdo al sistema a utilizar	220
Tabla. 5.5. Consolidado del equipo y material para implementar el Nodo WAIS de la FF.TT.	222

## **CAPÍTULO VI**

### **MARCO ADMINISTRATIVO**

Tabla 6.1 Requerimiento del Recurso Humano para el manejo control y administración del Nodo WAIS de la FF.TT.	229
Tabla 6.2 Cotización del equipamiento para la Implementación del Nodo WAIS de la FF.TT.	236
Tabla 6.3 Cotización de los servicios de Ingeniería e Instalación del Nodo WAIS de la FF.TT.	237
Tabla 6.4 Cotización de los servicios de Capacitación y Soporte	237
Tabla 6.5 Resumen de la Oferta Presentada	238
Tabla 6.6 Presupuesto referencial de la compra de equipos de radiocomunicación	

portátiles en HF.	241
Tabla 6.7 Cálculo Beneficio Radios HF STD-MIL	242
Tabla 6.7 Cálculo Beneficio del Sistema de Interoperabilidad	244

# INDICE DE FIGURAS

## CAPÍTULO I

### INTRODUCCION

Figura. 1.1. Arquitectura básica del Sistema Multiacceso	6
Figura 1.2. Aspecto físico de una XBS	7
Figura. 1.3. Conformación de la Estación Central	8
Figura. 1.4. Interfaces de la RSC	11
Figura. 1.5. Aspecto físico de una RSC	11
Figura. 1.6. Aspecto físico de una RSN	12
Figura. 1.7. Aspecto físico de una RST	12
Figura. 1.8. Anillos del Sistema PDH	14
Figura. 1.9. Centrales de la red de conmutación y los subcentros de gestión	17
Figura. 1.10. Conmutación del Sistema Troncalizado a través del Sistema MODE digital	18
Figura. 1.11. Sitios de repetición conmutados con el Sistema Troncalizado	19
Figura. 1.12. Red IP de la FF.TT.	21
Figura. 1.13. Organigrama de las Unidades de la FF.TT. a ser implementadas en el proyecto de Red de datos	30
Figura. 1.14. Diseño de la red de datos fase I	32
Figura. 1.15. Red de distribución instalada en el complejo Ministerial.	33
Figura. 1.16. Enlace de transmisión digital para videoconferencia.	34
Figura. 1.17. Configuración tipo para la red de Correo Electrónico de la FF.TT.	35

## CAPÍTULO II

### PLATAFORMA TECNOLÓGICA PARA LA INTEGRACION DE LOS SISTEMAS DE COMUNICACIÓN.

Figura. 2.1. Interoperabilidad entre Sistemas de Comunicación.	39
Figura. 2.2. Componentes de las Redes de paquete por radio.	41
Figura. 2.3. Representación de una REDPR <i>multihop</i> de 7 nodos y 20 enlaces.	45
Figura 2.4: Trama del protocolo MAC de ALOHA	46
Figura 2.5. Trama Protocolo CSMA	47
Figura. 2.6. Capas del modelo TCP/IP	49
Figura 2.7. Modelo de reproducción de los Vocoders	58



Figura 2.8. Flujo de un circuito de voz comprimido.	64
Figura. 2.9. Labor de codificación, decodificación o compresión del <i>Router</i>	64
Figura .2.10. Función de codificación y decodificación del PBAX digital.	65
Figura. 2.11. Parámetros para la TX y RX de radio.	67
Figura 2.12. Proceso de transmisión RoIP entre dos módulos DSP's.	68
Figura 2.13. Enlace de Radio a Radio Extendida	68
Figura. 2.14. Diagrama de Bloques de la VoIP	72
Figura 2.15. Diagrama de Bloques de la RoIP	72

### **CAPÍTULO III**

#### **LA INTEGRACION DE LOS SISTEMAS DE COMUNICACIONES BASADO EN EL SISTEMA DE INTEROPERABILIDAD DE AREA EXTENDIDA (WAIS).**

Figura. 3.1. Diagrama de un CSAP	76
Figura. 3.2. Diagrama de un LIS con el ACU-1000	76
Figura 3.3 Interoperabilidad a través de un WAIS	77
Figura.3.4 Módulos Enchufables en la Unidad ACU-1000	80
Figura. 3.5 ACU-1000 con módulos CPM-4 y DSP-2	82
Figura. 3.6. Conexiones Cruzadas Usando el ACU-1000	83
Figura. 3.7. Diagrama de conexiones Cruzadas Múltiples	84
Figura 3.8. Vista pictórica del Grupo de conversación Local	86
Figura. 3.9. Diagrama de Conexiones de un Grupo en Red	87
Figura 3.10 Inicio de una conexión cruzada Local – Paso1	88
Figura. 3.11. Diagrama de Bloques de la Conexión Cruzada Local	89
Figura. 3.12. Paso 2 de Conexión Cruzada	90
Figura. 3.13. Paso 3 de conexión Cruzada Local	90
Figura. 3.14. Diagrama de Bloques, Múltiples Grupos Locales	91
Figura 3.15 Diagrama de Bloques. Ejemplo de Red de Área Amplia	92
Figura. 3.16. Ingresando a la Vista Local	93
Figura. 3.17. Conexión Cruzada sin Concentrador de Red NXU	96
Figure. 3.18. Conexión cruzada ( <i>Cross-Connection</i> ) usando Concentrador de Red NXU ( <i>Network Hub</i> ).	96

Figura 3.19 Cuadro de Dialogo PSTN-1 Dial	97
Figura. 3.20. Cortar conexiones en la Vista Local	98
Figura. 3.21. Opciones de Control de Red y conexión VoIP	105
Figura. 3.22. LIS de <i>Durham County</i> , el canal de Audio del Enlace de Control no utilizada	107
Figura. 3.23. LIS de <i>Durham County</i> usa la vía o canal de Audio del Enlace de Control	108
Figura. 3.24. Nodo WAIS de la Patrulla del Puente ( <i>Bridge Patrol</i> )	110
Figura. 3.25. Concentrador de Red NXU ( <i>Network Hub</i> ), Sin usar la vía de Audio del Enlace de control.	111
Figura 3.26 Concentrador de Red NXU ( <i>Network Hub</i> ), Usando la vía o el canal de Audio del Enlace de Control	112
Figura 3.27. Lista de Sitios ( <i>Site List</i> ,) en el Sistema de Ejemplo	115
Figura. 3.28. Vista de Administración de Usuarios ( <i>User Administration View</i> )	117
Figura 3.29. Iconos de Permisos de Libreta Telefónica ( <i>Phone Book Permission</i> )	119

## CAPÍTULO IV

### DISEÑO DE LAS NUEVAS REDES INTEGRADAS DE COMUNICACIONES PARA LA FF.TT.

Figura. 4.1. Organigrama de las Unidades Militares a Integrar	121
Figura. 4.2. Diagrama de bloques de LIS BIMOT-39	130
Figura. 4.3. Diagrama de Bloques Posición de Despacho del LIS BIMOT-39	131
Figura 4.4 Diagrama de bloques del LIS-BIMOT-39	132
Figura 4.5 Ubicación de los módulos de conexión y control del ACU-1000 para el LIS BIMOT-39	133
Figura 4.6 Diagrama de bloques del LIS COCOM	140
Figura 4.7 Diagrama de Bloques Posición de Despacho del LIS COCOM	141
Figura 4.8 Diagrama de bloques del LIS COCOM	142
Figura 4.9 Ubicación de los módulos de conexión y control del ACU-1000 para el LIS COCOM	143
Figura. 4.10. Diagrama de bloques del LIS II-DE	151
Figura. 4.11. Diagrama de Bloques Posición de Despacho del LIS II-DE	152

Figura. 4.12. Diagrama de bloques del LIS II-DE	153
Figura. 4.13. Ubicación de los módulos de conexión y control del ACU-1000 para el LIS II-DE	154
Figura. 4.14. Diagrama de bloques del LIS III-DE	162
Figura. 4.15. Diagrama de Bloques Posición de Despacho del LIS III-DE	163
Figura 4.16 Diagrama de bloques del LIS III-DE	164
Figura. 4.17. Ubicación de los módulos de conexión y control del ACU-1000 para el LIS III-DE.	165
Figura 4.18 Diagrama de bloques de 19-BS	173
Figura 4.19 Diagrama de Bloques Posición de Despacho del LIS 19-BS	174
Figura 4.20 Diagrama de bloques del LIS 19-BS	175
Figura 4.21 Ubicación de los módulos de conexión y control del ACU-1000 para el LIS 19-BS.	176
Figura 4.22 Concentrador de Red en un Nodo WAIS	177
Figura. 4.23. Ubicación de los módulos de conexión y control del ACU-1000 para el Concentrador de Red	178
Figura. 4.24. Carpeta WAIS <i>Controller</i> en ambiente Windows.	195
Figura. 4.25. Presentación en Windows de software del Controlador WAIS.	196
Figura. 4.26. Presentación en el ambiente Windows del LIS III-DE	197
Figura. 4.28. Cobertura de los LIS del Nodo WAIS de la FF.TT.	198
Figura. 4.29. Los Centros de Despacho desde la Vista Inferior del Territorio Nacional Ecuatoriano	198
Figura. 4.30. Cobertura del LIS BIMOT-39 desde la Vista Frontal del Territorio Nacional Ecuatoriano	199
Figura 4.31 Cobertura del LIS BIMOT-39	200
Figura 4.32 Cobertura del LIS 19-BS	202
Figura 4.33 Zona de Interoperabilidad del Interior del País	203
Figura. 4.34. Zona de Interoperabilidad del LIS COCOM	204
Figura. 4.35. Cobertura de Interoperabilidad en el Sur del País.	205
Figura. 4.36. Zona de cobertura del LIS II-DE	206
Figura. 4.37. Cobertura del LIS III-DE	207
Figura. 4.38. Redes Integradas de Comunicaciones de la FF.TT.	208

## CAPÍTULO V

### EQUIPAMIENTO Y LA INFRAESTRUCTURA NECESARIA PARA LA NUEVA PLATAFORMA TECNOLÓGICA

Figura. 5.1. Versión transportable del Integrador de Comunicaciones TRP-1000	212
Figura. 5.2. Vistas del Equipo modular ACU-1000	214
Figura. 5.3. Bastidor estándar de recepción del equipo modular ACU-1000	215
Figura 5.4 Inmobiliario del Centro de Despacho del LIS COCOM	216
Figura. 5.5. Ubicación del cable de TX y RX a la DSP-2.	221
Figura. 5.6. Equipo ACU-1000 totalmente Instalado en el LIS COCOM	221

## **CAPÍTULO VI**

### **MARCO ADMINISTRATIVO**

Figura 6.1 Organigrama estructural del Sistema de Interoperabilidad de la FF.TT.	234
--	-----

# **INDICE DE CUADROS**

## **CAPÍTULO I INTRODUCCION**

Cuadro 1.1. Diagrama de la disponibilidad de canales para la Red Troncalizada.	27
Cuadro 1.2. Diagrama de la disponibilidad de canales para la red de multiacceso.	28
Cuadro 1.3. Diagrama de la disponibilidad de canales para la red de Conmutación.	28

## INDICE DE HOJAS TECNICAS

### A.- ANEXO "A"

A.1	Características Técnicas del Equipo Modular ACU-1000	254
A.2	Características Técnicas del Módulo HSP-2	255
A.3	Características Técnicas del Módulo DSP-1	256
A.4	Características Técnicas del Módulo PSTN-1	257
A.5	Características Técnicas del Módulo LP-1	258

# GLOSARIO

I-DE (Primera División de Ejército)  
II-DE (Segunda División de Ejército)  
III-DE (Tercera División de Ejército)  
IV-DE (Cuarta División de Ejército)  
VHF (Very High Frequency )  
HF (High Frequency)  
MODE (Sistema de Comunicaciones de las FF.AA. conformado por varias redes)  
FF.AA.(Fuerzas Armadas)  
UHF (Ultra High Frequency)  
CC.FF.AA.(Comando Conjunto de las FF.AA.)  
PDH (Jerarquía Digital Plesíncrona )  
A/D (Análogo-Digital)  
CODEC (Codificador-Decodificador)  
TDM (Múltiplexación por División de Tiempo)  
CPU (Unidad de Control de Procesamiento)  
ACT (Alcatel Cristal Technology)  
BTS (Terminal de Repetición Troncalizada)  
PSTN (Red de Telefonía Conmutada Pública)  
ESMIL (Escuela Superior Militar “Eloy Alfaro”).  
IP (Internet Protocol)  
SIFTE (Sistema Integrado de la Fuerza Terrestre)  
GoS (Grado de Servicio)  
CGFT (Comandancia General de la Fuerza Terrestre)  
FTP (File Transfer Protocol)  
HTML (Hyper Text Markup Language)  
VoIP (Voz sobre IP)  
RoIP (Radio sobre IP)  
REDPR (Redes de Paquete por Radio)  
TCP/IP (Transfer Control Protocol / Internet Protocol )  
PTT (Push to Talk)  
MAC (Control de Acceso al Medio)  
TDMA ( Time Division Multiple Access)  
ALOHA (Protocolo de Acceso Múltiple)

CSMA (Carrier Sense Multiple Access)  
DSP (Procesamiento Digital de Señales)  
LTI (Linear Time Invariant)  
AM (Amplitud Modulada)  
PBX (Private Branch Exchange)  
PABX (Private Automatic Branch Exchange)  
WAN (Wide Area Network)  
LAN (Local Area Network)  
COR (Carrier Operated Relay)  
ACU-1000 (Equipo de Interoperabilidad de Interconexión Modular)  
NXU (Unidad de Extensión de Red).  
DTMF (Dual Tone Multi Frequency), Marcación por Tonos  
QoS (Calidad y Servicio)  
19-BS (Brigada de Selva N° 19)  
BIMOT-39 (Batallón de Infantería Motoriza N° 39)  
PSM-1A (Modulo de Poder)  
CPM-4 (Módulo de Control)  
DSP-2 (Módulo de Interfaz de radio)  
PSTN-1 (Módulo de Interfaz telefónica)  
HSP-2 (Módulo de Monitoreo y gestión)  
LP-1 (Módulo de teléfono Local)



# **CAPITULO I**

## **INTRODUCCIÓN**

### **1.1 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LAS REDES DE COMUNICACIONES EN LA FF.TT.**

El Estudio a desarrollarse a continuación se basará en los Sistemas que en la actualidad se encuentran funcionando y/o que estén planificados para su operación.

Esta investigación nos permitirá obtener información actualizada, la misma que será procesada con la finalidad de conocer la situación en la que se desenvuelven las comunicaciones en la FF.TT. Los Sistemas de Comunicaciones en la actualidad en la Fuerza Terrestre son:

- Sistemas de Comunicación de Voz.
- Sistemas de Comunicación de Voz y Datos.

Para nuestro estudio se especificará cada uno de ellos.

#### **1.1.1 Sistemas de Comunicación de Voz**

El sistema principal para el enlace y comunicación dentro de las unidades Divisionales, Brigadas, Batallones, Grupos, etc. son los sistemas analógicos de comunicación, estos sistemas están materializados a través de redes de radio, operando con equipos de comunicación en bandas de frecuencias de HF, VHF, UHF.

Para lo concerniente a la comunicación de voz se dispone de equipos de radio Racal en sus versiones portátil PRM-4031 y fija TRA-931 operando en la banda de HF, adicionalmente de equipos Harris Falcon II operando en la misma banda. Operando en la banda de VHF tenemos al equipo Tadiran VRC-8000 y equipos Motorola portátiles. Por último operando en la banda de UHF se dispone de equipos tácticos Motorola en sus versiones ASTRO, QUANTAR y ESPECTRA. Las redes de radio actuales de acuerdo a la unidad a la que pertenezca y de acuerdo al nivel de operación se subdividen en:

### **1.1.1.1 Nivel Divisional.<sup>1</sup>**

I-DE “Shyris”, II-DE “Libertad”, III-DE “Tarqui”, IV-DE “Amazonas”:

Las Redes de Comunicación que existen para las unidades Divisionales son las siguientes:

Red del Escalón Superior, Red de Mando, Red Administrativa, Red de Apoyo Logístico. Todas estas redes constituidas a través de equipos Tadiran en VHF y Racal en HF. Adicionalmente para la comunicación de voz y datos se emplea el Sistema de Comunicaciones MODE digital de las FF.AA. y el Sistema de Comunicaciones Troncalizado en UHF.

### **1.1.1.2 Nivel Brigada:**

Para estas unidades se establecen las siguientes redes de comunicación:

Con el escalón Superior, Red de Mando, Red Administrativa, Red Interna y de Comandantes, Red de Apoyo de Fuegos. Todas estas redes constituidas a través de equipos Tadiran en VHF y Racal en HF tanto en equipos de aplicación táctica fija como en equipos tácticos móviles. Adicionalmente para la comunicación de voz y datos se emplea el Sistema de Comunicaciones MODE digital de las CC.FF.AA. y el Sistema de Comunicaciones Troncalizado.

### **1.1.1.3 Nivel Batallón y Similares:**

Para estas unidades, el enlace se establece a través de Sistemas de Comunicación de Voz y Datos como el Sistema MODE digital y Troncalizado. Adicionalmente se establecen Sistemas de Comunicación de voz a partir de las Redes de radio implementadas en las unidades superiores. Es decir las redes con el escalón superior, las redes de mando, las redes administrativas, redes de apoyo de fuegos, redes internas y otras básicamente están implementadas en base a equipos de radio enlace que trabajan en las bandas de HF con equipos Racal , VHF con equipos Tadiran, UHF con equipos Motorola.

---

<sup>1</sup> Tomado de los Diagramas de Redes de Radio de la FF.TT. (Fuerza Terrestre), octubre 2006.

#### **1.1.1.4 Nivel Compañías y Similares:**

Estas redes se constituyen a partir de las Redes de radio implementadas en las unidades superiores. Están implementadas en base a equipos de radio enlace de tipo fijo y móvil con equipos Tadiran, Racal, Harris, que trabajan en las bandas de HF y VHF con las mismas características de las unidades tipo Batallón.

Sin embargo en algunas unidades esta organización no funciona, puesto que actúan independientemente. Sus medios de comunicación son móviles con radios transportables en HF con tecnología Racal y Harris. No poseen repetidores ni tampoco son parte de una red, pero su operatividad en comunicaciones depende de la misma plataforma tecnológica de su escalón superior.

#### **1.1.1.5 Nivel Pelotones, patrullas y Similares:**

Para esta organización se usan medios fijos y transportables que trabajan principalmente en la banda de HF a través de radios Racal y Harris. En UHF a través de radios Motorola, sin embargo en algunas unidades esta organización no funciona puesto que actúan independientemente con sus medios, como teléfonos satelitales Iridium.

### **1.1.2 Sistemas de comunicación de Voz y datos:**

#### **1.1.2.1 Sistema Mode digital**

El Ejército Ecuatoriano como parte de las FF.AA. poseen un sistema digital de comunicaciones denominado MODE, este es un sistema de comunicaciones que enlaza a todas las unidades militares repartidas en las diferentes provincias del Ecuador. Se compone de las siguientes redes:

- Red PDH
- Red de Conmutación
- Red de Multiacceso
- Red Troncalizada
- Red Analógica
- Red IP de la FF.TT.

El back-bone del Sistema de comunicación MODE lo constituye la Red PDH del CC.FF.AA.

### 1.1.2.2 Sistema Multiacceso A9800R2

Dentro del sistema de comunicación por voz y datos existe el sistema multiacceso. El A9800R2 es un Sistema radio acceso digital punto-multipunto, diseñado para proporcionar servicios de telecomunicaciones a grupos de abonados distribuidos en lugares dispersos y con poca densidad poblacional.

Este sistema que esta diseñado principalmente para dar soluciones de comunicación de voz y puede soportar canales de datos hasta de 256 Kbps. Las características del Sistema de acuerdo a la capacidad de transmisión se resumen en la siguiente tabla 1.1.<sup>2</sup>

**Tabla. 1.1. Características del Sistema Multiacceso de acuerdo a la capacidad de TX.**

<b>Características</b>	<b>TX en 2Mbps</b>	<b>TX en 4Mbps</b>
Abonados (Red)	1024	2048
Estaciones de Radio	64	128
Abonados por RST	8,16,80	8,16,80
Canales de Tráfico	30 a (64 Kbps) 60 a (32 Kbps)	60 (64 Kbps) 120 (32 Kbps)

Los servicios que presta el Sistema Multiacceso son:

- Líneas telefónicas analógicas
- Canales de datos a 64 Kbps
- Datos a baja velocidad: fax, acceso de Internet por una línea telefónica.

El sistema multiacceso (Mode digital), brinda el servicio de telefonía militar al 95% de las unidades de la Fuerza Terrestre.

<sup>2</sup> Tomado del Manual de Operación del Sistema Multiacceso , DITELGE, Quito, 2002

El Sistema de comunicaciones Multiacceso se encuentra conformado por diez subsistemas distribuidos a nivel nacional los mismos que permiten la integración entre las diferentes unidades militares. Los subsistemas son los siguientes:

**Tabla. 1.2. Ubicación de los Subsistemas del sistema Multiacceso**<sup>3</sup>

Quito 1	Q1	Unidades Militares del Norte de Quito, Imbabura y Carchi
Quito 2	Q2	Unidades del resto de Quito, Santo Domingo y Esmeraldas
Quito 3	Q3	Unidades Militares de Chimborazo, Tungurahua, Cotopaxi.
Guayaquil 1	G1	Todas las Unidades Militares de Guayaquil
Guayaquil 2	G2	Unidades Militares de la Península
Guayaquil 3	G3	Unidades Militares de : Manabí, Los Ríos y Bolívar
Guayaquil 4	G4	Unidades Militares de : Azuay y Morona Santiago
Machala 1	M1	Unidades Militares de la provincia El Oro
Machala 2	M2	Unidades Militares de la provincia de Loja
El Coca 1	EC	Unidades Militares de Fco. de Orellana, Sucumbíos y Napo

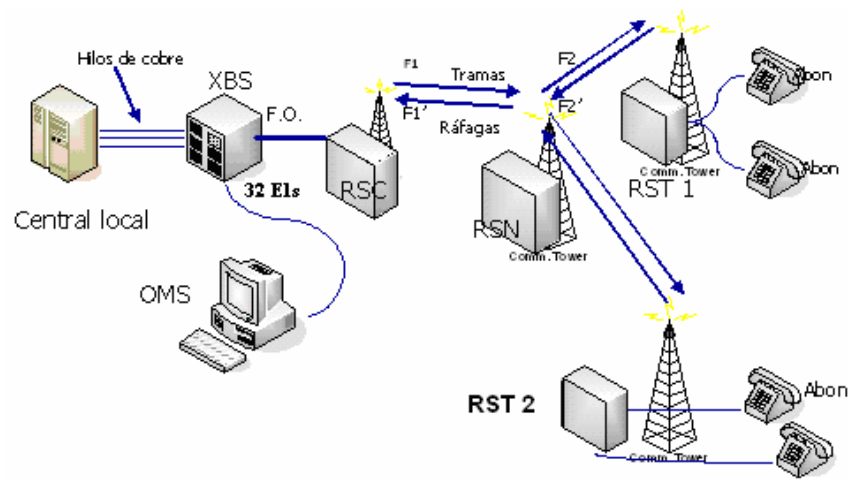
### 1.1.2.3 Arquitectura Básica del Sistema Multiacceso<sup>4</sup>

El sistema multiacceso básicamente esta conformado por las siguientes estaciones:

- a) Estación de base central (XBS)
- b) Estación de radio central (RSC)
- c) Estación de radio nodal (RSN)
- d) Estación de radio Terminal (RST)
- e) Estación de operación y Mantenimiento (OMS).

<sup>3</sup> Tomado del Manual de Operación del Sistema Multiacceso, DITELGE , Quito ,2002

<sup>4</sup> Installation and Operation System ALCATEL A9800R2, Paris-Francia, 1998



**Figura. 1.1. Arquitectura básica del Sistema Multiacceso**

Dentro de los equipos de radio estación terminal RST a través de la tarjeta RA10 se dispone Gestionar los pares de abonados (8) correspondientes a cada equipo Terminal.

Dentro de los equipos de radio estación terminal RST se dispone apenas de 4 slots. Cada uno de estos slots puede proporcionar una capacidad de 64 Kbps por lo que se podría permitir hasta un máximo de 256 Kbps para tarjetas de transmisión de datos. Lo mismo ocurre en las RSN (Estación de Radio Nodal) que son los puntos para la obtención de servicio al abonado.

#### **1.1.2.4 Estación de Base Central XBS.**

Es la estación de interior situada en la central. Controla la Red Multiacceso y contiene los interfaces para la central local; estos interfaces, para servicio telefónico, pueden ser del tipo convencional analógico a 2 hilos, o bien mediante enlaces digitales a 2 mbps. La estación de base central (XBS) es la interfaz entre la central local y la estación de radio central (RSC). Recibe la información a través de hilos de cobre, procesa y envía a la RSC en forma de E1.

#### **1.1.2.5 Arquitectura de la Estación de Base Central (XBS) .**

A continuación se presenta el aspecto Físico de una XBS.

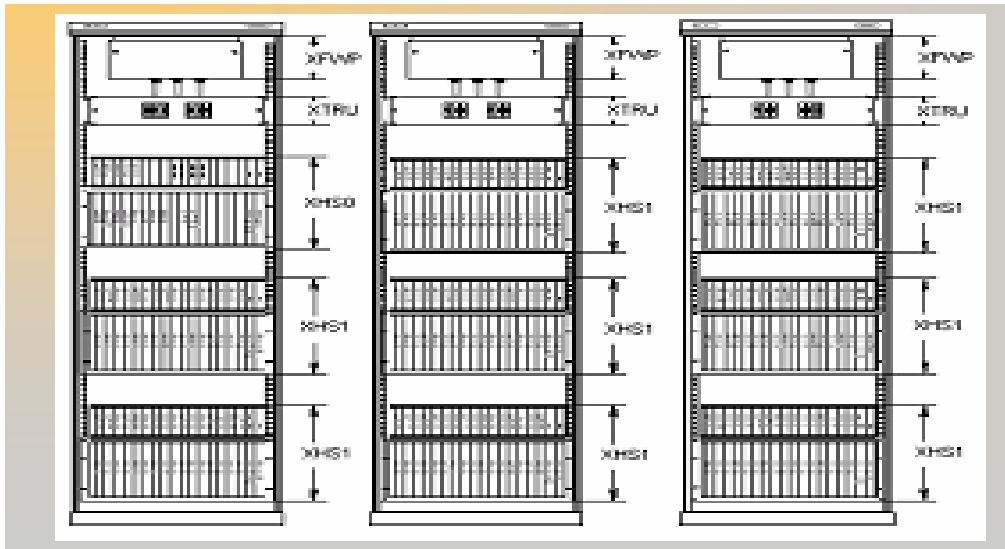


Figura 1.2. Aspecto físico de una XBS

La estación de base central se encuentra conformada por tres bastidores (figura 1.3):

1. bastidor de alimentación.
2. bastidor de control
3. bastidor de usuarios

El bastidor de alimentación contiene todos los elementos de alimentación, así como los disyuntores de control de alimentación para cada bastidor.

El bastidor de control contiene todas las tarjetas que permiten la gestión, control y procesamiento de la información.

El bastidor de servicios contiene todas las tarjetas que permiten dar servicios de voz y de datos.

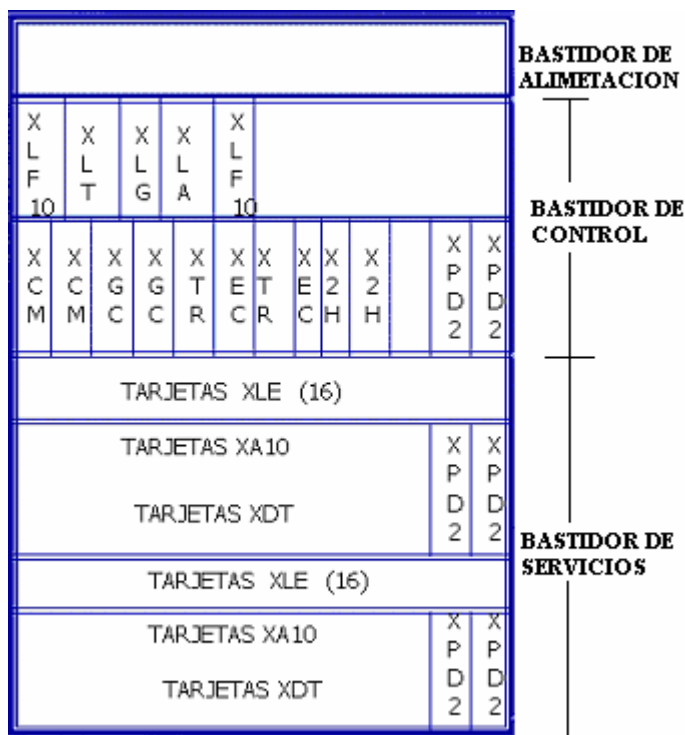


Figura. 1.3. Conformación de la Estación Central

- **XLF 10. Tarjeta de interfaz OMS – XBS.** Permite la conexión de un puerto asíncrono OMS RS 232. Protege contra transitorios de tensión y corriente en las líneas.
- **XLT Unidad de prueba de línea.** Ofrece protección contra sobre tensión y protección para el reloj externo y servicio telefónico. Permite la inserción y extracción de tonos externos e impedancia local.
- **XLG unidad de protección G703.** Facilita la conexión física de dos enlaces de 2 Mbps de acuerdo a la norma G703. Adecua los niveles eléctricos y la impedancia de acuerdo a la norma G703 de la UIT-T.
- **XLA unidad de alarma externa.** Ofrece protección contra sobre tensiones y aislamiento galvánico para las ocho líneas de alarma de colector abierto de salida.



- 
- **XCM unidad de control.** Controla el sistema a través de un canal de comunicaciones serie de alta velocidad. La operación y mantenimiento es a través de dos canales serie de X.25. Permite insertar y extraer; servicio telefónico, tono de prueba, sincronización entre las estaciones RST/S. Proporciona el reloj del sistema. Realiza el control de las unidades o tarjetas mediante un bus paralelo.
  - **XGC unidad de interfaz G703.** Esta unidad esta encargada de conectar por medio de los enlaces G703 a 2,048 Mbps la XBS y la RSC, proporcionando una capacidad total del sistema de 4,096 Mbps. Sincroniza el enlace. Proporciona los bits de datos a TX y sincroniza los recibidos. Implementa la señalización por canal común. Informa a la unidad de control de los posibles fallos detectados en la sincronización del enlace.
  - **XTR unidad transcodificadora.** Realiza la conversión PCM a ADPCM de canales de 64Kbps, para derivar canales de 32 Kbps duplicando el número de canales de 60 a 120. Conversión de ADPCM a PCM de canales de 32Kbps para derivar canales de 64Kbps.
  - **XEC unidad canceladora de eco.** Realiza el control de eco sobre canales a 32 Kbps, no teniendo efecto sobre canales a 64 Kbps.
  - **X2H unidad de concentración.** Realiza la función de multiplexación entre las vías PCM de entrada 1 a 16 que vienen de 8 grupos de placas de puerto en cuatro de salida que se dirigen a la XGC
  - **XPD 2.** Transforma la tensión nominal de -48Vcc en las tensiones necesarias para el funcionamiento de las diferentes unidades componentes del subrack.

- **XLE unidad de conexión de línea.** Proporciona protección contra sobre tensión a las unidades de puerto de la XBS. Es la tarjeta en donde se conecta los pares de hilos provenientes de la central local
- **XA 10 unidad de puerto analógico.** Esta tarjeta proporciona abonados analógicos (16 DE VOZ). Realiza la detección del estado de la línea de la central local, codificando su señalización y conversión en un mensaje de alto nivel, notificando esta información codificada a la XCM. Recibe la información de señalización de la XCM y genera la señalización para la central local. Convierte la señal analógica a digital y digital a analógica de las señales de voz. Detecta la corriente de llamada procedente de la central local. Detecta la ocupación del circuito de abonado de la central de conmutación o el estado del abonado, mediante la inversión de polaridad proporcionado por la central. Detecta los impulsos de computo a través de impulsos de 12/16 Khz. Apertura y cierre de la línea telefónica que provoca el descuelgue y cuelgue hacia la central. Seccionamiento de hilos a y b mediante relee, unos llevados lado central/equipos y otros lado XCM. Convierte las señales A/D y D/A mediante codec para brindar líneas a 64Kbps.
- **XDT unidad de puerto troncal digital.** Permite la conexión de abonados de datos G703 de 64Kbps del sistema A9800 hacia las unidades centrales.

#### 1.1.2.6 Estación de Radio Central RSC.

Es totalmente modular lo que nos permite un fácil mantenimiento y accesibilidad. Por cada red o sistema se instala una sola estación. La estación de radio central es el interfaz entre la estación de base central XBS y las estaciones de radio remotas (RSN/RST).

Recibe la información de la XBS mediante flujos hasta de 4 E1s, procesa y envía a las estaciones remotas tramas TDM de manera continua. De las estaciones remotas recibe información en forma de ráfagas.

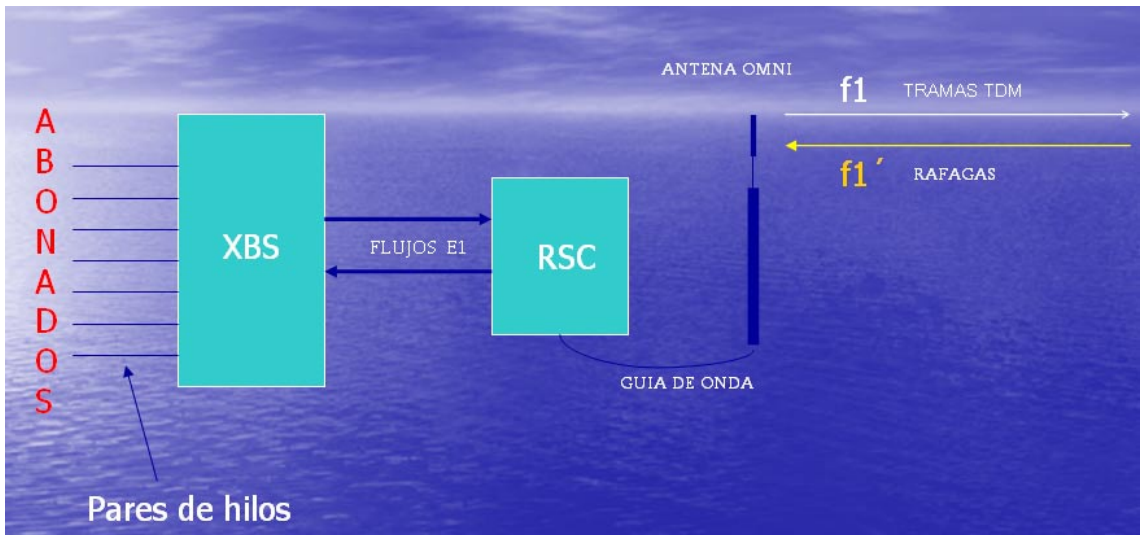


Figura. 1.4. Interfaces de la RSC

El aspecto físico de una RCS es el siguiente:

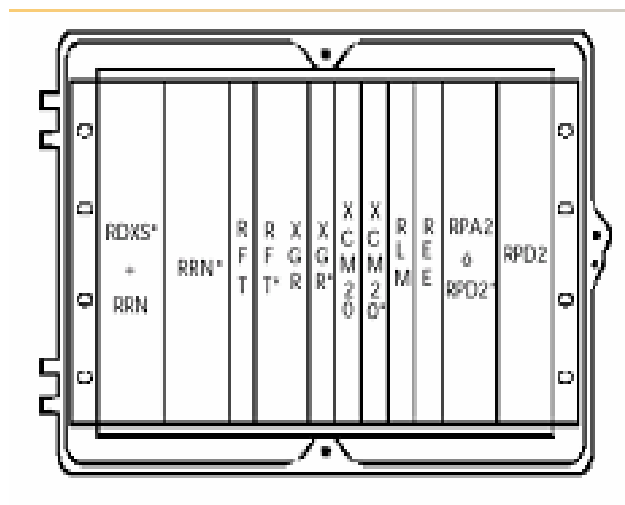


Figura. 1.5. Aspecto físico de una RSC

**1.1.2.7 Estación de radio RSN.**

La estación RSN, funciona como una estación repetidora, se constituye añadiendo un segundo tranceptor a una estación Terminal.

Se utiliza la RSN cuando; El trayecto radio entre la RSC y la RST está obstruido La distancia sea muy grande, (distancia máxima de 30 a 40 Km.).

Se puede configurar un máximo de 16 RSN por red. Una RSN puede ser configurada con o sin abonados, adicionalmente transmite tramas y recibe ráfagas. El Aspecto físico de una RSN es el siguiente:

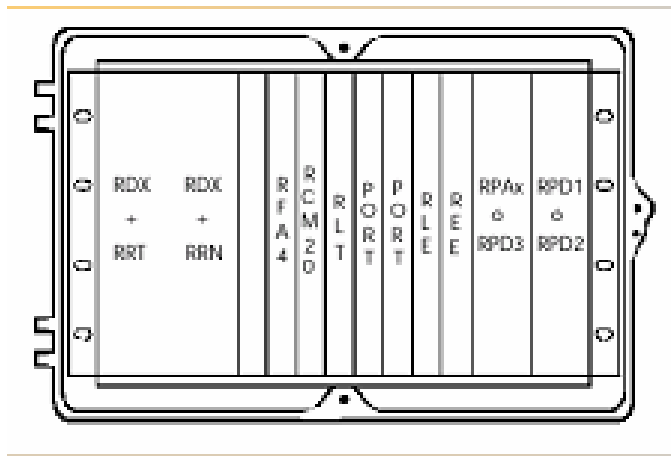


Figura. 1.6. Aspecto físico de una RSN

### 1.1.2.8 Estación de Radio Terminal RST.

La RST esta instalada lejos la central telefónica local y cerca de los usuarios o abonados. Está conectada a la RSC mediante enlace radio TDM/TDMA. Permite el acceso a todas las interfaces de abonados. El Aspecto físico de una RST/16 es el siguiente:

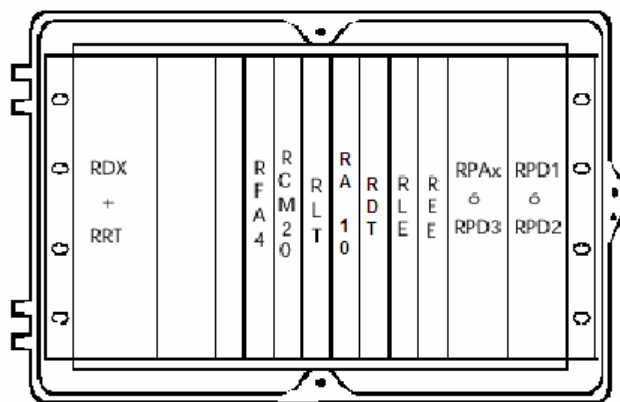


Figura. 1.7. Aspecto físico de una RST

- **RA10.** Esta unidad realiza entre otras funciones la de protección secundaria sobre tensiones en línea. Gestionar los pares de abonados (8) correspondientes a cada equipo Terminal. Realiza la concentración y expansión entre abonados y canales del bus interno. Conversión A/D y D/A mediante CODEC para entregar en 64Kbps.
- **RDT.** Esta tarjeta de troncal digital Permite tanto a la central como a las unidades remotas la conexión de abonados de datos (4) G.703 a 64Kbps al sistema A9800 R2. Realiza la concentración/expansión de los abonados.

#### **1.1.2.9 Estación de operación y mantenimiento OMS.**

Esta estación se encarga de realizar la operación, administración y mantenimiento del sistema o sistemas. Está dotada con un módulo de software que convierte la propia señalización del sistema en un interfaz gráfico interactivo para el operador/administrador. Mediante diálogo con la XCM, esta estación es capaz de proporcionar estadísticas del sistema, de modificar sus configuraciones, de almacenar datos de abonados, de supervisar y atender alarmas, de realizar diferentes tipos de pruebas, de revisar el estado del sistema y de los abonados, de gestionar hasta 14 sistemas simultáneamente en modo local o remoto y de otras funciones especiales.

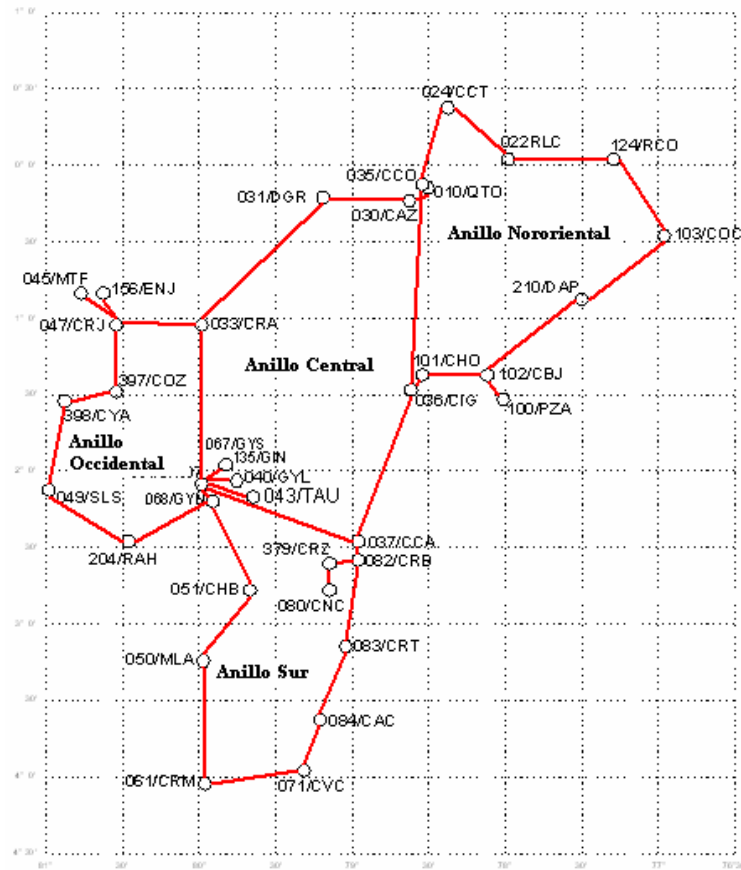
#### **1.1.2.10 Red PDH:**

En la actualidad la transferencia de datos se basa en el sistema PDH del CC.FF.AA. Está conformada por 4 anillos figura 1.8 <sup>5</sup>:

- Anillo Central
- Anillo Nor Oriental
- Anillo Occidental
- Anillo Sur

---

<sup>5</sup> Presentación PPT, Sistema MODE del CC.FF.AA., JMFT, domingo, 16 de noviembre de 2003.



**Figura. 1.8. Anillos del Sistema PDH**

La red PDH se compone de 28 estaciones repetidoras las cuales se distribuyen en los cuatro anillos mencionados, además existen 11 estaciones terminales que enlazan a las Unidades Militares que están fuera de los anillos PDH.

Las características del sistema se resume a continuación:

Equipo:	Alcatel 9470LX
Banda de frecuencia:	7.1-8.5 GHz.
Potencia de transmisión:	+27 dBm.
Modulación:	4 QAM
Umbral de recepción:	-87 dBm
Consumo:	105 W (1+1 HSB) 165 W (2+1 D/F)
Alimentación:	- 48 V

La configuración 2+1 indica que se tiene 2 equipos de radio operando y 1 equipo de radio de respaldo (Alcatel 9470LX). Cada enlace es de 32 Mbps.

Cada E1 presenta 32 canales de 64 Kbps, 1 canal de control, 1 canal de datos y 30 canales para uso de los abonados. En los enlaces punto a punto hay una capacidad de aproximada de 8 Mbps.

- **Enlaces.** De las 28 estaciones repetidoras, 17 poseen diversidad de espacio y 11 poseen diversidad de frecuencia.
- **Estaciones con diversidad de Espacio.** Utiliza dos trayectos radioelétricos distintos, con antenas receptoras separadas una distancia de varias longitudes de onda. La señal se recibe por dos antenas distintas (2 receptores). Los trayectos radioelétricos son ligeramente diferentes, al igual que los efectos de la señal. Así se dispone siempre de un alto porcentaje de tiempo, de una de las dos señales en los receptores.
- **Estaciones con diversidad de Frecuencia.** Utiliza transmisión en dos frecuencias distintas, para las que cambian las condiciones de propagación, y sus períodos de desvanecimiento varían entre 2 y 5 %. Utiliza un par de Frecuencias para TX y otro para RX<sup>6</sup>, de forma que si una de ellas se desvanece, la otra puede ofrecer la señal útil. La diferencia de frecuencia deberá ser del 3 al 5 %, aunque lo habitual es 1 o 2% debido a la escasez de frecuencias.

#### 1.1.2.11 Red de Conmutación.

La Red de Conmutación del Sistema MODE Digital, es una red de centrales telefónicas A4400 que se encuentran distribuidas a nivel nacional y cuyos enlaces inter-centrales se los realiza mediante:

- Sistema de Radio PDH con flujos de 2 Mbps.
- Cable de cobre
- Fibra Óptica.

---

<sup>6</sup> TX y RX (Transmisión y Recepción)

Estas centrales tienen la capacidad de transmitir: voz (64 Kbps), datos (64 y 128 Kbps) y video (128 Kbps).

Se encarga de realizar la gestión del Sistema Mode Digital, puede crear nuevos abonados o eliminarlos si es el caso, asigna la numeración a los abonados existentes sean digitales o analógicos de acuerdo al plan de numeración que dispone para la red Mode digital (5 dígitos). Asigna las características específicas a los canales para que sean de datos, de voz y permite el acceso a la red de telefonía móvil, pública, acceso vía Dial-Up a internet, etc. Define las cualidades de cada canal, realiza la tarificación. El Sistema posee los siguientes componentes:

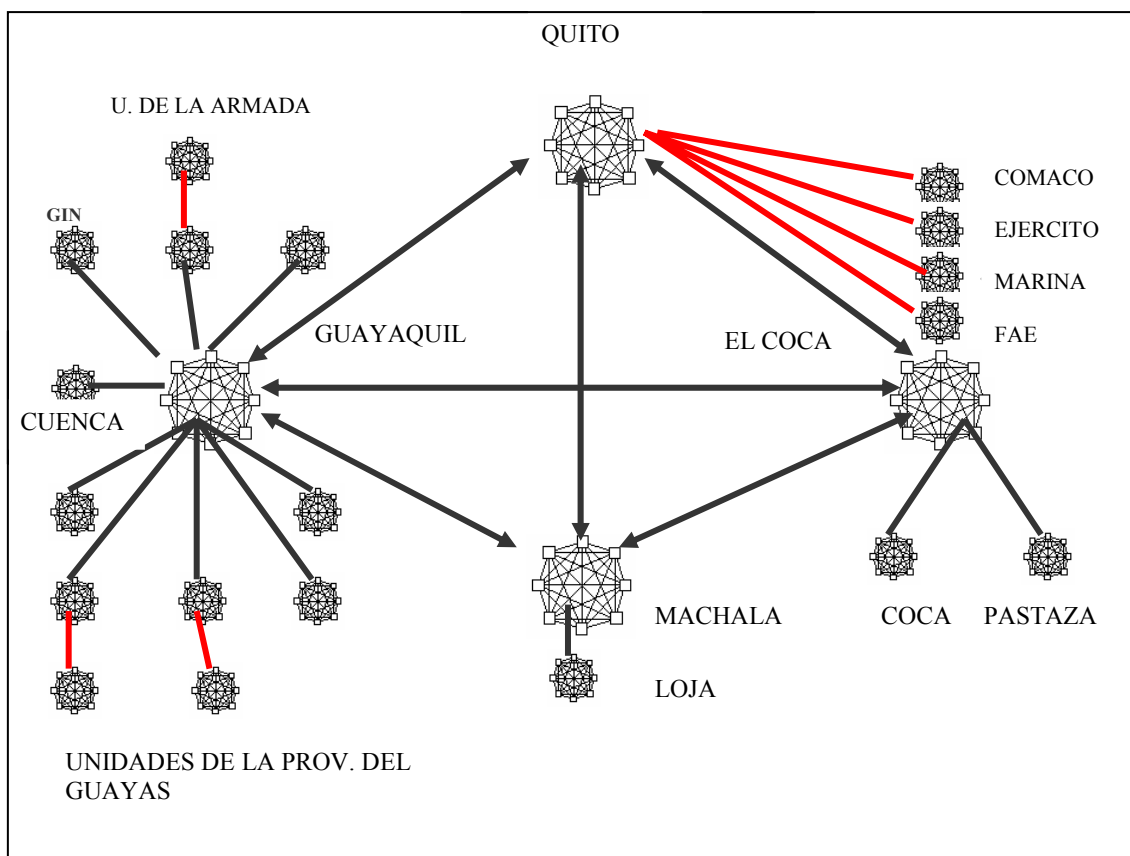
- **Nodo Central digital A4400.** que contiene una tarjeta informática denominada CPU-5 con microprocesador que permite gestionar y supervisar.
- **ACT.** (*Alcatel Cristal Technology*), que no dispone de microprocesador y depende de un nodo se conecta vía:
  - Radio (PDH)
  - Cobre (utilizando Tarjetas RT2)
  - Fibra Óptica (utilizando Tarjetas INTOF + COST).
- **Voice hub.** ACT de menor capacidad, 4 posiciones.
- **CPU-5.** Es el corazón del sistema, contiene el microprocesador y la aplicación telefónica. Sirve para gestionar la central A4400.

Existen 4 centrales que son: Quito, Guayaquil, Machala, El Coca. En el gráfico siguiente fig. 1.9 en la que se puede observar las centrales de la red de conmutación y los sub centros de gestión<sup>7</sup>.

---

<sup>7</sup> Archivo del Sistema MODE del CC.FF.AA.,DITELGE, Quito- mayo 2002





**Figura. 1.9. Centrales de la red de conmutación y los sub centros de gestión**

La red de Conmutación dispone de 19 módulos remotos o "ACT" (*Alcatel Crystal Technology*) que integran voz y datos provenientes de cualquier otra red.

El ACT se encarga de integrar la información proveniente de las diferentes redes sobre la red PDH.

Un ACT posee tarjetas (sistemas, interfaces, auxiliares, etc.) que están completamente interconectados y son gestionadas por una unidad central CPU (nodo). El límite de la ACT es de 28 tarjetas. Las configuraciones que se puede usar son:

- Configuración Mono ACT hasta 400 usuarios.
- Configuración Multi ACT hasta 2000 usuarios.

Un ACT permite descentralizar funciones: la conmutación de circuitos y paquetes, y las alimentaciones son distribuidas sobre cada placa del sistema.

El reloj de sincronización está centralizado en la CPU y es distribuido a todas las tarjetas para unificar los pulsos. El límite de la ACT es de 28 tarjetas.

### 1.1.2.12 Red Troncalizada.

Es un sistema Punto-Multipunto, se definen áreas de cobertura dentro de las cuales pueden estar los abonados móviles de la red Mode. Se asigna un número (de acuerdo al Plan de Numeración del sistema Mode), los abonados pueden llamar y ser llamados desde cualquier otro abonado fijo o móvil de la red. El enlace es punto multipunto y trabaja en la banda de UHF en los 800 Mhz., además tiene una velocidad máxima de datos 28,8 Kbps lo cual se muestra en la figura 1.10.

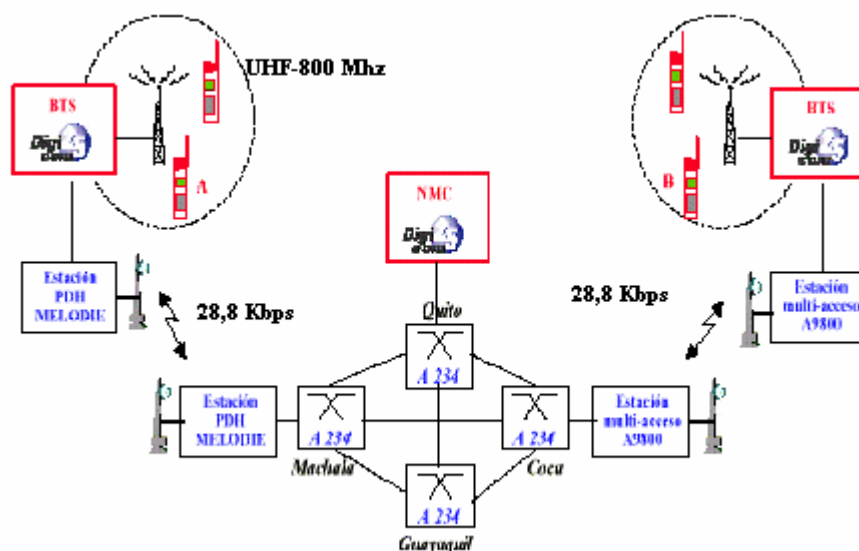


Figura. 1.10. Conmutación del Sistema Troncalizado a través del Sistema MODE digital

Los enlaces dentro del Sistema Troncalizado son realizados a través de microonda terrestre. La figura 1.11 muestra la red que constituye de 13 sitios de repetición (BTS), ubicados para proporcionar la mayor cobertura en el litoral, en las principales ciudades y en la zona Nor-Oriental.

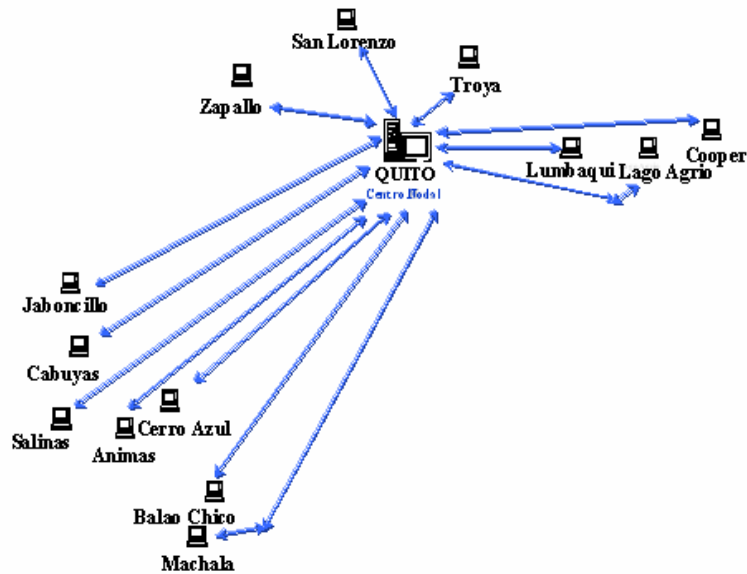


Figura. 1.11. Sitios de repetición conmutados con el Sistema Troncalizado

Como se puede observar en la figura 1.11 el Centro nodal es desde donde se establece el control, gestión y administración de Sistema, se encuentra ubicado en la ciudad de Quito en el Complejo Ministerial del CC.FF.AA.. Además se puede observar sus terminales de repetición (BTS) y enlace, terminales en donde también se generan grupos de conversación.

- **Servicios Básicos que brinda el sistema Troncalizado.** Dentro de los servicios primarios que brinda el Sistema tenemos los siguientes: llamada individual, llamada de grupo, llamada de central, llamada PSTN, mensajes cortos y transmisión de datos.
- **Servicios Adicionales que brinda el sistema Troncalizado.** Dentro de los servicios adicionales que brinda el sistema Troncalizado tenemos: acceso prioritario, llamada de emergencia, reenvío de llamada, memoria de llamada entrante, acceso tardío, reporte de llamada, desactivación de terminales, asignación dinámica de grupo, identificación de llamada, canal abierto, voz encriptada.

- **Características del Sistema Troncalizado.** Las características del Sistema Troncalizado se presentan en la siguiente tabla:

**Tabla. 1.3. Parámetros del Sistema Troncalizado**

<b>Parámetros</b>	<b>Valor del parámetro</b>
Ancho de Banda	380 a 400 MHz
Espaciamiento de los canales	25 KHz
Tipo de modulación	DQPSK (Modulación de fase)
Composición de una trama	Técnica TDMA
N. de canales por portadora	4
Señales de emisión/recepción	TX / RX
Velocidad máxima de datos	28,8 Kbit/s
Velocidad de datos no protegidos	7,2/14,4/21,6/28,8 Kbit/s
Velocidad de datos protegidos	4,8/9,6/14,4/19,2 Kbit/s
Longitud de los mensajes	16 a 2047 bits

#### 1.1.2.13 Red Analógica

Con la integración del Sistema Mode Digital y debido a que ciertos sectores no se pudieron enlazar a través de este Sistema, se ve la necesidad de reutilizar los equipos del anterior sistema Mode analógico y se crearon tres proyectos de reubicación: en Quito, en Pastaza y en Galápagos.

- **El Proyecto Quito.** Con esta Red se ha proporcionado comunicaciones a Unidades Militares que no fueron consideradas en la Red PDH como son: ESMIL, Escuela de Equitación entre otras, se trabaja con las repetidoras de Atacazo y Cruz Loma.
- **El Proyecto Pastaza.** Se encuentra operativo al 100%, utilizando las repetidoras de los cerros Abitahua, Calvario y Pavacachi, brindando comunicaciones a las siguientes Unidades:
  - Batallón de Selva N° 48 “Sangay” en Lorocachi.
  - Batallón de Selva N° 49 “Capt. Chiriboga” en Montalvo.
  - Batallón de Selva N° 50 “Morona” en Taisha.
  - Hospital Militar de la IV División en el Puyo.



## **1.2 ANÁLISIS DE LAS NECESIDADES ACTUALES DE COMUNICACIÓN DENTRO DE LOS DIFERENTES SECTORES DE RESPONSABILIDAD DE LA FF.TT.**

### **1.2.1 Sistemas de comunicación de Voz.**

Según el análisis hecho en el primer ítem de este capítulo se puede establecer que:

- La redes con material radio están debidamente organizadas en la FF.TT.
- Existen diferentes redes de radio de acuerdo a la necesidad que se establezca como por ejemplo; redes de administración logística, redes de mando (redes de enlace con los escalones superiores e inferiores), redes de apoyo de fuegos, entre otras.
- Todas las redes implementadas están trabajando con diferentes equipos y en diferentes bandas de HF, VHF, UHF.
- Los equipos de radio utilizados en cada red son tecnológicamente compatibles solo entre ellos. Marcas como Tadiran , Racal , Harris operan bajo sus propias plataformas tecnológicas y son incompatibles entre ellas .
- Existe redes de comunicación que se implementan a través de las redes PSTN y redes de telefonía Móvil.

Dentro de las operaciones militares, los medios de comunicación de voz representan el medio principal de uso. Es por eso que se establecen redes de radio con capacidad de manejar el tráfico que se necesitare.

El principal medio que se dispone para la comunicación al nivel operativo mas bajo (pelotones, patrullas o similares), son las radios portátiles de campaña que trabajan en frecuencias de HF.

Sin embargo una de las deficiencias que se tiene en los enlaces con los diferentes radios a este nivel, es la falta de seguridad en comunicación (encriptación), ítem imprescindible dentro de las comunicaciones militares, las comunicaciones en la banda en HF no dispone de encriptación, pero actualmente a través de la utilización de la tecnología Harris en sectores operativos del Ejército se esta consiguiendo seguridad y encriptación a través de estos equipos. Otra de las deficiencias detectadas

es la falta de compatibilidad existente entre las diferentes tecnologías y equipos. De existir caídas de los enlaces entre las repetidoras en las bandas de VHF y UHF la pérdida de la comunicación es inmediata.

## **1.2.2 Sistemas de comunicación de Voz y Datos.**

Aquí básicamente haremos un análisis del tráfico existente en el sistema MODE digital y con ello observar la capacidad en la que actualmente se encuentran los diferentes subsistemas y la disponibilidad de los mismos.

### **1.2.2.1 Análisis de Tráfico<sup>8</sup>.**

El Sistema Mode Digital, tiene una demanda de llamadas variante en cada una de las diferentes redes que lo componen, esta demanda puede ser determinada tomando mediciones en períodos de tiempo, y aplicando el concepto de análisis de tráfico. La intensidad de tráfico expresada en Erlangs representa:

“El número promedio de llamadas en progreso simultáneamente durante el período de una hora. El número promedio de llamadas originadas durante un período de tiempo igual al promedio de llamada normal. El tiempo total, expresado en horas, para transportar todas las llamadas”<sup>9</sup>.

### **1.2.2.2 Flujo de Tráfico.**

El flujo de tráfico que circula por una central se lo obtiene mediante la siguiente expresión:

$$A = C * T$$

Es decir el flujo de tráfico A (en Erlangs) equivale al producto del número de llamadas originadas en una hora (C) por el tiempo promedio de cada llamada (T).

### **1.2.2.3 El grado de Servicio (GoS).**

---

<sup>8</sup>Presentación PPT, Red Mode Digital del CC.FF.AA., D I C O M S I, JMSF, domingo, 16 de noviembre de 2003 22:33:42

<sup>9</sup> “El Chasqui” Revista Técnica del Arma de Comunicaciones , Manejo de tráfico de llamadas, COCOM, noviembre -2005

El Grado de servicio se refiere al número de llamadas que no se concretan durante la hora de mayor ocupación debido a la limitación de los equipos de conmutación o de la configuración de la red en sí.

$$\text{GoS} = (\text{número de llamadas perdidas}) / (\text{número total de llamadas ofrecidas})$$

Para el Mode se considera un GoS de 2%. Para el análisis de tráfico se debe tomar en cuenta cuales son las redes que tienen asignados tributarios de 2Mbps (E1's), y en cada caso se debe verificar como están ocupados los canales de 64 Kbps que conforman cada uno de esos E1's.

#### 1.2.2.4 Tráfico para la Red Troncalizada.

Dentro de lo que representa el sistema MODE utilizaremos la red Troncalizada como modelo para establecer en cada una de las diferentes redes el trafico actual del sistema. Existe en la actualidad para la red Troncalizada E1's disponibles que detallamos en la siguiente tabla <sup>10</sup>:

**Tabla 1.4. Disponibilidad de E1's de acuerdo a las Centrales BTS.**

Centrales BTS	E1's disponibles
Quito – Cabuyas	2
Quito – Jaboncillo	2
Quito – Cruz Loma	2
Guayaquil - Salinas	2
Guayaquil - Animas	2
Machala – Balao Chico	2
Machala – Cerro Azul	2
El Coca - Lumbaqui	3
<b>Total</b>	<b>17</b>

Una vez establecidos los E1's disponible procederemos a tomar los datos de la cantidad de llamadas efectuadas durante una hora y por un período de 5 días, esto

<sup>10</sup> Estadística de la Central de Conmutación del CC.FF.AA, Quito, abril 2006



desde el Lunes 9/10/2006 al viernes 13/10/2006. Esto con la finalidad de establecer el número pico de llamadas y proceder a realizar el cálculo de canales requerido (tráfico de llamadas).

En la tabla 1.5 se presenta los datos censados y en la que se puede observar un número pico de llamadas indistinto para cada una de las centrales BTS, dato que servirá como referente para el cálculo, de los minutos por día que duran estas llamadas, de las horas promedio al día que duran estas llamadas, el total de tráfico en un día promedio y con ello establecer la cantidad de canales de la red que utiliza este tráfico.

**Tabla 1.5. Total de llamadas tomadas en un período de 5 días y durante 1 hora**

<b>BTS</b>	<b>Lunes 9</b>	<b>Martes 10</b>	<b>Miércoles 11</b>	<b>Jueves 12</b>	<b>Viernes 13</b>
San Lorenzo	13	11	7	15	15
Esmeraldas	0	0	0	0	0
Jaboncillo	14	3	17	10	12
Cabuyas	0	0	0	0	0
Salinas	36	30	26	43	9
Animas	2	17	13	6	15
Guayaquil	33	62	64	47	46
Balao Chico	4	0	13	16	0
Machala	1	1	0	0	0
Lumbaqui	58	103	94	100	118
Lago Agrio	10	17	44	97	25
Cooper	0	0	0	0	0
Troya	0	0	0	0	0
<b>Total de llamadas</b>	<b>171</b>	<b>244</b>	<b>278</b>	<b>334</b>	<b>240</b>

De la tabla 1.5, se toma como ejemplo para efectos de cálculo la central BTS de Lumbaqui.

---

Número de llamadas:	118
Tiempo promedio por llamada:	4 minutos.
$118 * 4 = 472$	(minutos al día)
$472/60$	(horas promedio por día)

Como norma se establece que la cantidad de tráfico en Erlangs durante una hora pico del día corresponde del 15 % al 17 % del total de tráfico en un día promedio.

$$7.86 * 0.15 = 1.18$$

A este resultado se le multiplica por un factor de 1.10 (procesamiento del encabezado de la llamada)

$$1.18 * 1.10 = 1.298 \text{ (Erlangs)}$$

En la tabla de cálculo se busca el valor de GoS de 2%. Para este caso 1.298 Erlangs está entre 1.0923 que corresponde a 4 canales y 1.6571 que corresponde a 5 canales, se toma el valor superior, es decir 5 canales para esta estación BTS.

En la Tabla 1.6 se muestra los parámetros que se calcula en las centrales BTS de:

- Llamadas realizadas en un día.
- Tiempo en minutos que duraron estas llamadas.
- El 15% del tiempo en una hora pico.
- La cantidad de tráfico en Erlangs durante una hora pico.
- El número de canales requerido para este tráfico.

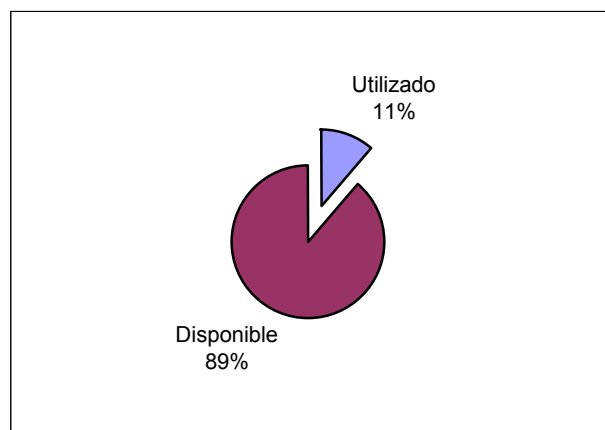
La finalidad es buscar el total de canales utilizado para un número determinado de llamadas realizadas en un día, es establecer la capacidad usada del sistema y la capacidad disponible del mismo.

Tabla. 1.6. Cálculo del número de canales requerido para cada central BTS

BTS	Llamadas realizadas en un día	Tiempo en minutos	15 % del tiempo en hora pico	Valor en Erlangs	Numero de canales requerido
San Lorenzo	15	60	0.15	0.165	2
Esmeraldas	0	0	0	0	1
Jaboncillo	17	68	0.17	0.187	2
Cabuyas	0	0	0	0	1
Salinas	43	172	0.43	0.473	3
Animas	17	68	0.17	0.187	2
Guayaquil	64	256	0.64	0.704	4
Balao Chico	16	64	0.16	0.176	2
Machala	1	4	0.01	0.011	1
Lumbaqui	118	472	1.18	1.298	5
Lago Agrio	97	388	0.97	1.067	4
Cooper	0	0	0	0	1
Troya	0	0	0	0	1
<b>Total de canales</b>					<b>29</b>

Luego de este cálculo se observa que para atender el tráfico que actualmente soporta la red Troncalizada se requiere de 29 canales de 64 Kbps de un total de 255 (510 / 2) canales asignados al momento (esto por cuanto son el enlace principal y el de respaldo), es decir la red es utilizada en un 11.37 % de su capacidad real la cual se muestra en el cuadro 1.1.

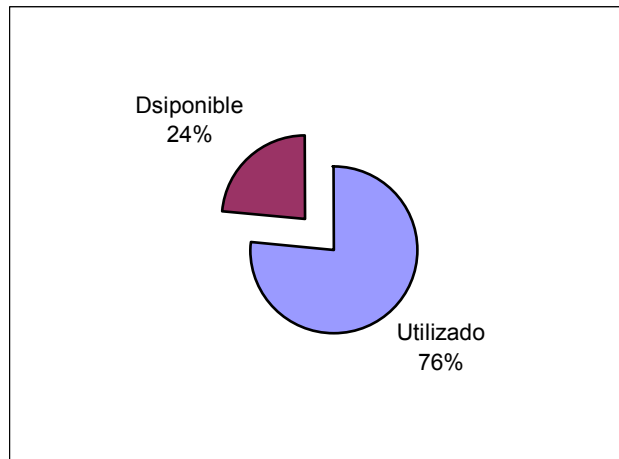
Cuadro 1.1. Diagrama de la disponibilidad de canales para la Red Troncalizada.



### 1.2.2.5 Análisis de Tráfico de la Red Multiacceso.

Dentro de lo que representa la red de multiacceso de los 480 canales (960 / 2, principal y respaldo) son explotados 322 canales, esto representa el 76.25 % de su capacidad total al momento la cual se muestra en el cuadro 1.2.

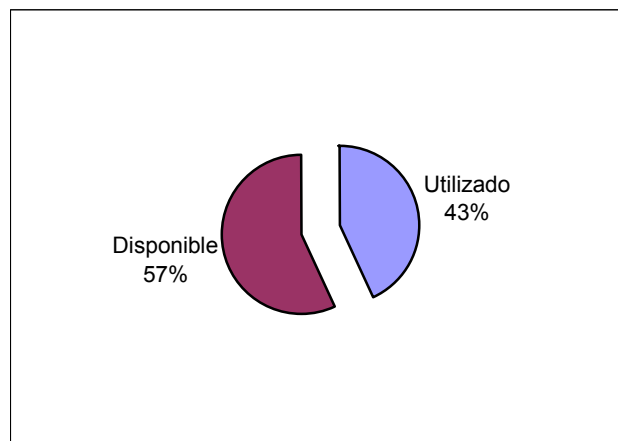
**Cuadro 1.2. Diagrama de la disponibilidad de canales para la red de multiacceso.**



### 1.2.2.6 Análisis de Tráfico de la Red de Conmutación.

Para la red de conmutación se observa que para atender el tráfico que actualmente soporta esta red se requiere de 294 canales de 64 Kbps, además de 68 canales de datos, esto da un total de 362 canales, se dispone de 840 (1680/2) canales asignados al momento, es decir la red es utilizada en un 43.08 % de su capacidad total la cual se muestra en el cuadro 1.3.

**Cuadro 1.3. Diagrama de la disponibilidad de canales para la red de Conmutación.**



### 1.2.2.7 Análisis de tráfico de la Red Analógica.

La capacidad de abonados dentro de la red analógica se resume en la tabla 1.7 a continuación<sup>11</sup>:

**Tabla 1.7. Total de abonados para la red Analógica.**

UNIDAD	NUMERO DE ABONADOS
BS – 48 Sangay (Taisha)	7
BS – 49 Capt. Chiriboga (Montalvo)	7
BS – 50 Morona (Lorocachi)	7
HB – 17 Hospital Militar del Puyo	4
Dirección de Movilización del Puyo	2
Total de abonados	27

La capacidad de la red analógica para abonados existentes es suficiente y brinda los servicios de comunicación de voz sin ninguna dificultad. Sin embargo cabe recalcar que las mismas no disponen de un sistema de comunicación de datos.

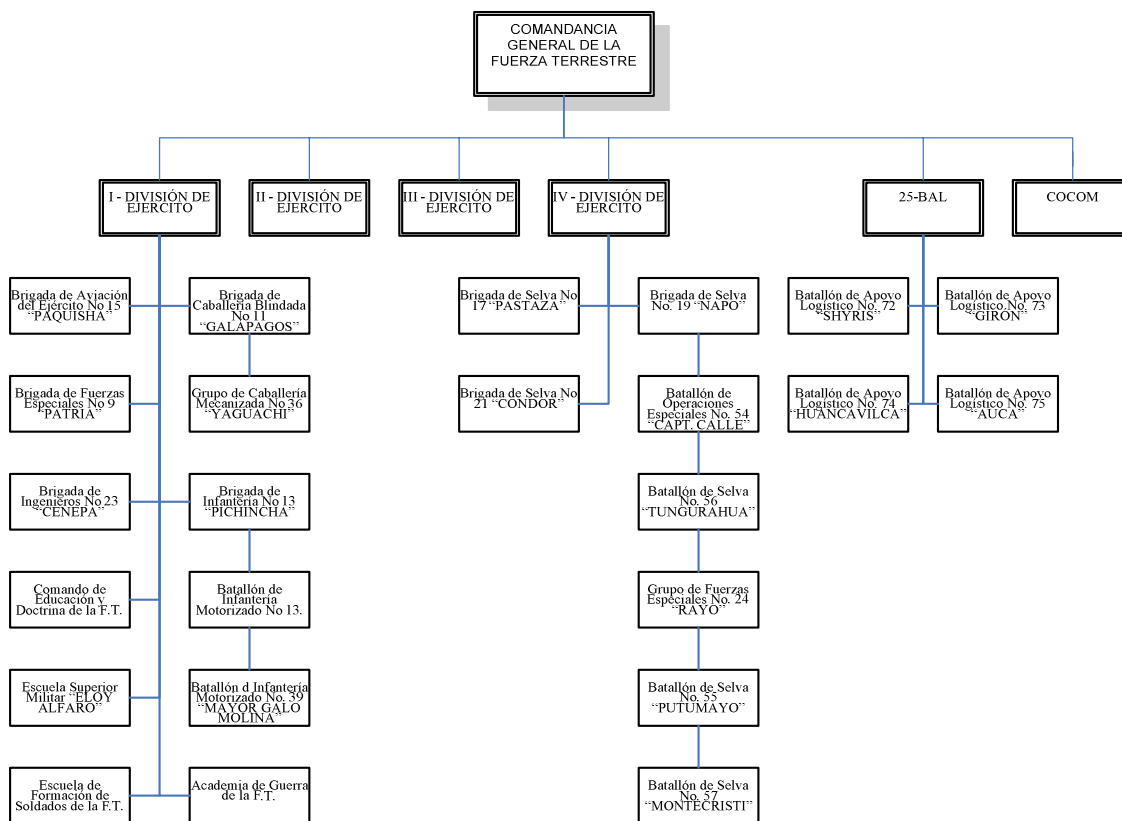
## 1.3 ANÁLISIS DE LAS NUEVAS TECNOLOGÍAS Y TENDENCIAS EN COMUNICACIONES A IMPLEMENTARSE EN LA FF.TT.

### 1.3.1 Canales de Datos.

En la actualidad la FF.TT. se encuentra ejecutando una serie de proyectos los cuales están orientados a establecer una Red de Datos que permitan el enlace a nivel nacional, a continuación (figura 1.13) , se presenta el organigrama de la unidades militares que podrían ser enlazadas<sup>12</sup>, a través de las diferentes redes disponibles (Red PDH, Red de multiacceso, Troncalizada y otras).

<sup>11</sup> Proyecto Sistema MODE del CC.FF.AA., mayo 1998

<sup>12</sup> Proyecto Red de Datos de la FF.TT, octubre 2006



**Figura. 1.13. Organigrama de las Unidades de la FF.TT. a ser implementadas en el proyecto de Red de datos**

Los servicios a instalarse a futuro y en función de los cuales se está ejecutando este proyecto son los siguientes:

- Tráfico de Intranet: incluyendo transferencia de archivos, aplicaciones FTP, HTML, E-mail.
- Sistema Integrado de la Fuerza Terrestre (SIFTE): réplica de datos para gestionar información administrativa, financiera y técnica, el ambiente tecnológico para la explotación segura del SIFTE, tiene los siguientes componentes principales: Oracle el software de base de datos, Power Designer el modelador de datos, Power Builder, Front End y EAServer el servidor de aplicaciones.
- Videoconferencia: transmisión de servicios multimedia (voz, video, datos, etc.).

- Correo Electrónico Militar: El mismo que esta en la actualidad implementado y funcionando como proyecto piloto en la C.G.F.T. Su aplicación permite con seguridad criptográfica establecer la asignación de correo a todos los usuarios en forma jerarquizada y segura.

Se debe tener en cuenta que las aplicaciones nuevas constantemente requieren de mayor ancho de banda, por lo que se debe tratar de dejar la mayor capacidad de ampliación. El enlace entre la Comandancia General de la Fuerza Terrestre y las diferentes Divisiones y unidades del Ejército se lo realiza mediante algunos medios entre ellos tenemos los siguientes; enlace por fibra óptica, enlaces a través del Sistema MODE digital. En la figura 1.14 se muestra la configuración de la red de datos de la FF.TT. en su primera fase.

Como se puede observar, la idea en una primera parte es enlazar a la C.G.F.T. con las unidades Divisionales, y con el Comando de Comunicaciones de la FF.TT., todo esto a través de diferentes medios de enlace, especificados anteriormente. Posteriormente se busca en una segunda fase del proyecto, el enlace con el resto de las unidades que se muestran en la figura 1.13.

Todo esto con la finalidad de integrar los servicios de Voz y Datos y explotar otras aplicaciones como la Integración de los sistemas análogos de comunicaciones, sistemas alámbricos e inalámbricos.

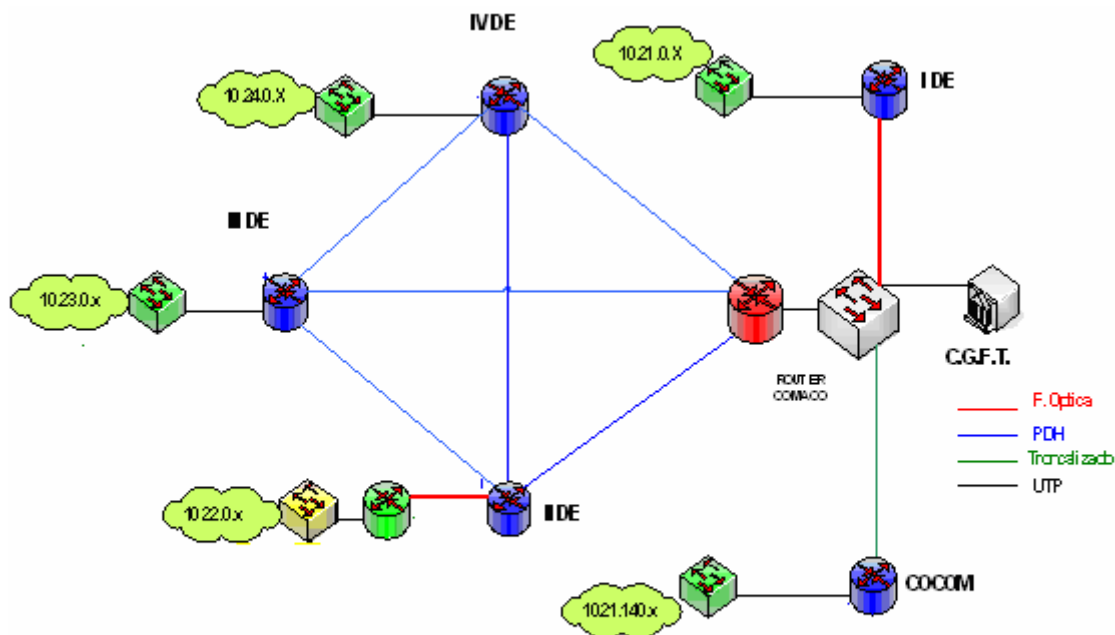


Figura. 1.14. Diseño de la red de datos fase I

A continuación se presentan algunas aplicaciones de la red de Comunicación de datos a través del MODE digital que se están ejecutando.

### 1.3.2 Internet.

La FF.TT. ha buscado realizar la implementación de nuevas tecnologías entre ellas la utilización del servicio de Internet para el edificio de la C.G.F.T. y unidades militares de la Fuerza Terrestre.

El Departamento de Telemática del CC.FF.AA. es el único encargado de proporcionar el servicio de Internet a FFAA. Al momento recibe un Ancho de Banda de 768 Kbps de AccessRam y lo distribuye en las unidades del Complejo Ministerial (128 Kbps a c/u de las 6 dependencias).

En la figura 1.15 se presenta el diagrama de configuración de la Red de Internet en el CC.FF.AA.





aplicativo de conferencia en tiempo real y su consiguiente transferencia de datos de video digital (videoconferencia), el requerimiento mínimo para esta transferencia de datos es de 128 Kbps. Las ventajas que proporciona este tipo de enlaces son ahorro de tiempo y recursos.

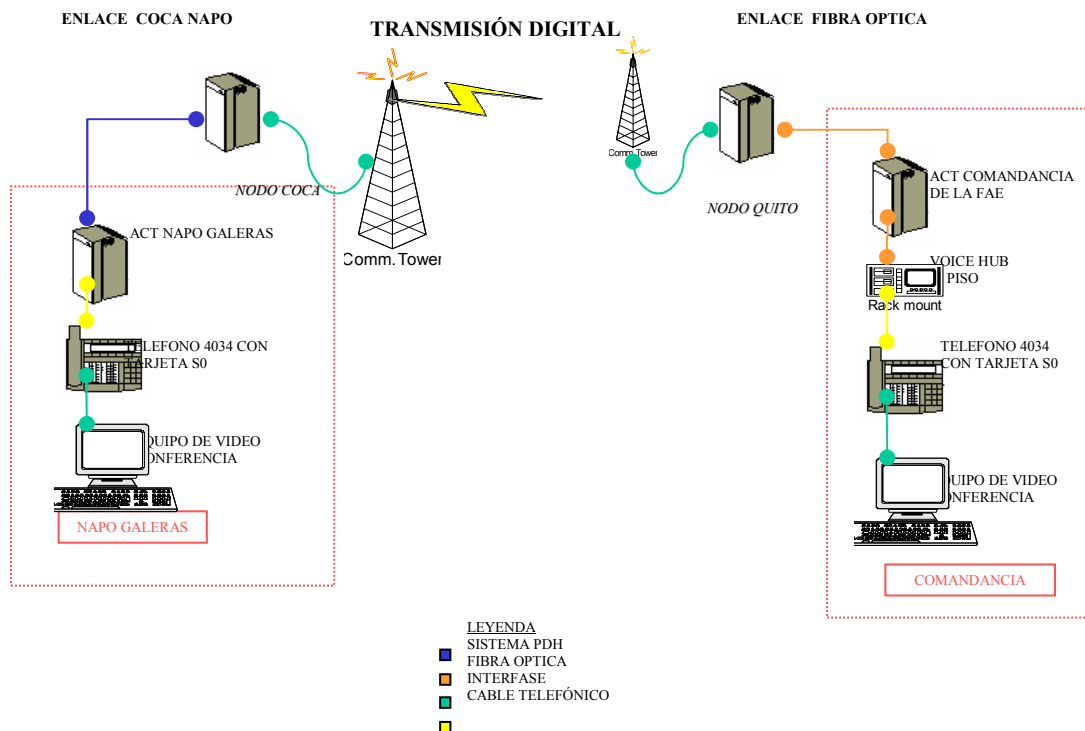
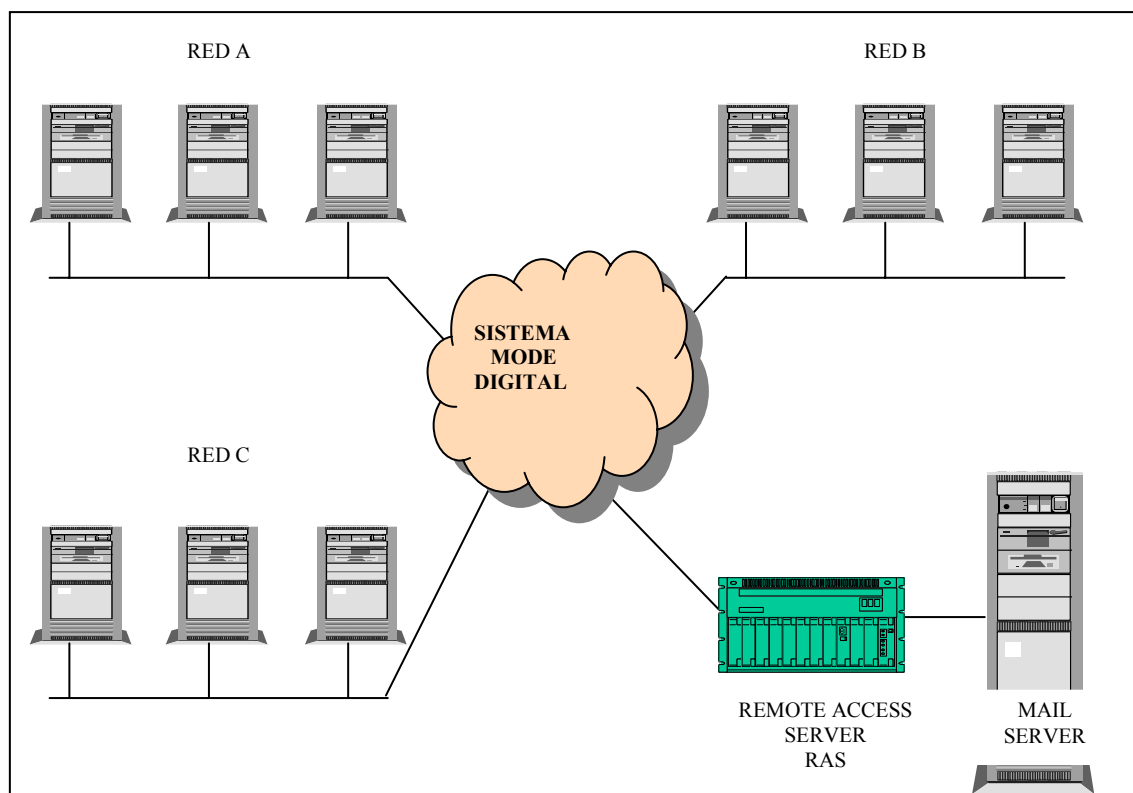


Figura. 1.16. Enlace de transmisión digital para videoconferencia.

### 1.3.4 Correo Electrónico.

Se puede asignar un canal de 128 Kbps. Sobre el Sistema Mode Digital se puede aplicar este tipo de comunicaciones de manera confiable.

Con las debidas seguridades como un Firewall, la red permanecería inmune a visitantes no deseados. A continuación en la figura 1.17 se muestra la configuración tipo para el correo electrónico de la FF.TT.



**Figura. 1.17. Configuración tipo para la red de Correo Electrónico de la FF.TT.**

### 1.3.5 Central de Conmutación con PSTN.

La Conmutación realizada es a través de la red de telefonía fija de Andinatel, la capacidad de la central es de 150 abonados. Las llamadas regionales o nacionales pueden ser facturadas como locales aprovechando el Sistema Mode Digital. Se requiere de centrales de conmutación con la red PSTN para que en la ciudad de destino se transfiera la llamada del Mode a la red pública.

## 1.4 ANÁLISIS DE FUNCIONAMIENTO, OPERATIBILIDAD Y RESULTADOS DE LA INTEGRACIÓN DE LAS COMUNICACIONES EN OTRAS ORGANIZACIONES GUBERNAMENTALES.

### 1.4.1 En el Ecuador.

En la actualidad en nuestro país la plataforma tecnológica de interoperabilidad e integración de los Sistemas y Medios de Comunicación, esta siendo utilizada por Petroecuador que le permite interoperabilidad de los Sistemas de radio comunicación

móvil a lo largo del proyecto Techint-OCP. Esta plataforma tecnológica implementada en el 2004, le ha dado excelentes resultados hasta la actualidad. Dentro de Instituciones de la Fuerza Pública en el Ecuador la FF.TT. es la pionera implementación, de este sistema.

#### **1.4.2 En el Exterior.**

Se puede también tomar referencia de la utilización de esta plataforma tecnológica, en organizaciones gubernamentales y no gubernamentales de los EE.UU, China, Afganistán entre otros.

El Departamento de Justicia de los EE.UU. reconociendo la necesidad urgente de implementar un Plan Nacional de Integración e Interoperabilidad entre las distintas redes y sistemas de comunicaciones con los que cuentan las diferentes fuerzas y agencias de defensa nacional, que actúan como primer frente de respuesta ante desastres naturales o actos terroristas, ha fundado el Programa Federal AGILE, que provee los fondos necesarios para la investigación y desarrollo de esta plataforma de integración.

La interoperabilidad y la integración de los Sistemas de Comunicaciones, es una plataforma que se viene desarrollando a la par del desarrollo de la tecnología de VoIP, pero a partir del 11 de septiembre del 2001 , en que los EE.UU. sufrieron un ataque terrorista, y debido a que las organizaciones gubernamentales y no gubernamentales de esta nación, no tuvieron la respuesta deseada para la coordinación, contingencia, auxilio inmediato, defensa y otros , el gobierno de los EE.UU. viò la necesidad de acelerar la implementación de esta tecnología para uso de defensa, de socorro, de primeros auxilios, defensa civil y otros. A continuación se presenta algunos eventos, emergencias naturales, ataque terroristas, y conflictos bélicos donde se ha puesto a prueba la tecnología de integración e interoperabilidad de los sistemas de comunicaciones.

- Ataques terroristas en Nueva York y al Pentágono en Septiembre 11, 2001.
- Terremotos en Turquía y Taiwán, 2002.
- Juegos Olímpicos de Invierno, Salt Lake - Utah, 2002.
- Combate al “francotirador” en el estado de Maryland y Washington, 2003.

- 
- Cumbres de Jefes de Estado de las Américas, México y Chile, 2002 y 2004.
  - Posesiones Presidenciales, EE.UU., 2001 y 2005.
  - Emergencia por los desastres del Katrina y Rita EE.UU. , 2005
  - Fuerzas Armadas de EE.UU. en la guerra de Irak 2005 y 2006

Las organizaciones Norteamericanas que en la actualidad utilizan este sistema son:

- El Departamento de Seguridad Interna de los EE.UU. :  
ODP (El Organismo Departamental de Policía de los EE.UU.), FEMA (Agencia Federal para manejo de Emergencias), El Departamento de Justicia Norteamericano (DOJ), El Departamento de Guarda Costas , La Administración Nacional para la Seguridad del Transporte (*Transportation Safety Administration* ).
- Otras Organizaciones Gubernamentales de los EE.UU.:  
DOE (El Departamento de Energía), DOI (El Departamento del Interior), El Departatamento de Salud (*Department of Health and Human Services*), entre otras

13

## **CAPITULO II**

### **PLATAFORMA TECNOLÓGICA PARA LA INTEGRACION DE LOS SISTEMAS DE COMUNICACIÓN.**

#### **2.1 INTRODUCCIÓN A LA INTEGRACIÓN DE LOS SISTEMAS DE COMUNICACIONES.**

El concepto de integración de las comunicaciones, esta basado en la posibilidad de que sistemas de comunicaciones no compatibles y desarrollados bajo tecnologías diferentes puedan, interactuar y a la vez enlazarse.

Todo esto en base a la aplicación de los conceptos de: procesamiento digital de señales, codificación de señales, esquemas de acceso múltiple, protocolos de enlace, plataformas tecnológicas de VoIP y RoIP.

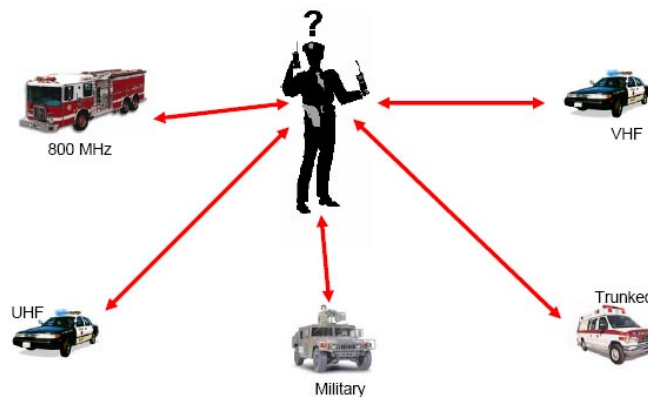
A partir de toda esta teoría, conceptualización, estandarización y tecnología, se puede generar este nuevo concepto de integración e interoperabilidad de los medios. A través de esto insertar en esta integración a medios de transmisión alámbricos (redes PSTN, redes de fibra óptica) y a medios de transmisión inalámbricos (Sistema Multiacceso, sistemas de radiofrecuencia, telefonía celular y otros).

Es necesario también denotar que previo al desarrollo de la plataforma tecnológica de Integración de los sistemas de comunicaciones, aparecieron tecnologías para el empaquetamiento de señales de radio frecuencia y transmisión codificada de las mismas como el *Packet Radio* y las REDPR (Redes de paquetes de radio).

##### **2.1.1 Interoperabilidad.**

“La capacidad de que usuarios de sistemas de comunicaciones dispares se comuniquen unos con otros”<sup>14</sup> (por ejemplo, una estaca base militar puede usar su radio VHF para hablar con un puesto militar móvil que está usando su radio de 800 Mhz en UHF).

También se lo puede definir como, la capacidad y la seguridad de hablar (establecimiento de un contacto) desde cualquier elemento de una red hacia cualquier otro, siempre que necesite, y cuando este autorizado. En el capítulo III se desglosará las características y tipos de interoperabilidad existente, ya en equipos definidos para cumplir tal función.



**Figura. 2.1. Interoperabilidad entre Sistemas de Comunicación.**

La complejidad creciente de los procesos y la aceleración de los flujos de trabajo demandan una transición entre las plataformas de comunicaciones anteriormente separadas. Esto es esencial para establecer el tipo de proceso necesario para manejar y controlar grandes cantidades de datos y de información, además para optimizar las comunicaciones.

En este nivel, las arquitecturas de sistemas para las comunicaciones de voz y de datos aun se encuentran separadas pero conectadas por una arquitectura de interoperabilidad. Tanto los terminales como los dispositivos se pueden utilizar para ambos mundos. Además, es posible una administración integrada del sistema común

<sup>14</sup> Installation and Operation Manual, ACU-1000, JPS Communications, Raleigh- EE.UU., January 2003, Pg. 12

tanto para voz como para datos. El sistema se puede utilizar como un repetidor bajo tierra y proporcionar igualmente cobertura, además es completamente configurable en red. Proporciona para sistemas de radio acoplamiento de *Internet Protocol* para señales de radiofrecuencia (RoIP) sobre la infraestructura de la red, usando protocolos de la arquitectura TCP/IP sobre una red de Ethernet.

Las ventajas adicionales de las capacidades del protocolo RoIP, incluyeron en la infraestructura de la red que permite un excelente alcance y una conectividad en un área amplia de los sistemas de radio, fuera de su área de cobertura. La flexibilidad de configuración de remota (a través de un PC en cualquier lugar de la red) apoyan un diseño distributivo y a un Sistema de administración de Red.

## **2.2 CONCEPTOS BÁSICOS USADOS PARA LA OPERACIÓN DEL INTEGRADOR DE COMUNICACIONES.**

### **2.2.1 El radio bajo el concepto de Integración.**

El modelo de integración de las comunicaciones surge a partir de la posibilidad del empaquetamiento de las señales analógicas. Uno de los primeros conceptos y primeras tecnologías que se ha desarrollado, justamente antes de llegar a esta posibilidad de transmisión de señales de radiofrecuencia a través de redes IP, fue la transmisión de señales de radio a través del empaquetamiento de las mismas (PR). A continuación se presenta lo que significan los paquetes de radio, cómo se conforman las Redes de paquete por Radio (REDPR), además su funcionalidad y aplicabilidad.

Cuando hablamos del equipo de radio nos referimos a un transceptor (transmisor-receptor) con su antena y su respectivo cable y su fuente de alimentación. La función del radio es la de transmitir y recibir información cualquiera que esta sea, a través del espacio libre, mediante una antena.

Dentro de la integración de los sistemas de radio frecuencia para la comunicación con tecnología de Paquetes por Radio (PR), se puede utilizar prácticamente cualquier transceptor que utilizamos para transmitir voz, desde un radio simplex comercial hasta un



radio táctico militar, si el radio es analógico se puede llegar a tener una velocidad de transmisión de 9600 Sps en la banda de VHF, pero si contamos con un radio digital, podríamos aumentar esta velocidad. Esto es porque un radio analógico necesita una cierta cantidad de tiempo para que pueda estar listo para transmitir o recibir después que el switch de transmisión-recepción es activado (PTT).

Un *Terminal Node Controller* (TNC) puede pasar del modo transmisor al receptor muy rápidamente, tanto que siempre tiene que esperar al radio antes de poder continuar la comunicación, esto hace que la transmisión de paquetes se haga más lenta. En cambio en los radios digitales este cambio se hace mas rápido permitiendo una mayor velocidad de transmisión. Para la operación en la banda UHF se puede aplicar fácilmente en transmisiones con ancho de banda bastantes grandes. La velocidad típica de transmisión en UHF usando la tecnología de paquetes por radio (PR) es de 19200 Sps.

### 2.2.1.1 Componentes de las Redes de paquete por radio.

La estación de PR se puede dividir en tres partes (Figura 2.2):

- El equipo terminal
- El TNC
- El radio.

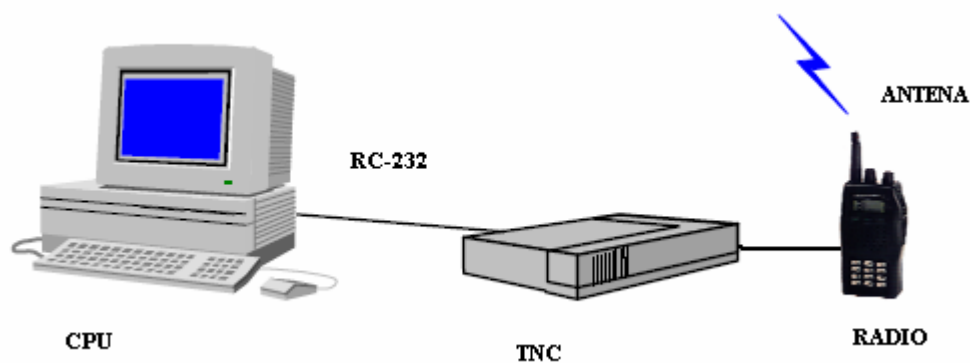


Figura. 2.2. Componentes de las Redes de paquete por radio.

### 2.2.1.2 El equipo terminal

Por lo general este equipo lo podemos clasificar en dos tipos:

Los terminales dedicados y las computadoras que emulan un terminal. El terminal más común consiste de algún tipo de monitor, un teclado y una interfase serie (típicamente RS-232).

### **2.2.1.3 El TNC (*Terminal Node Controller*)**

Este dispositivo tiene por tarea empaquetar los datos (de acuerdo a una norma) provenientes del terminal ó computadora, luego los pasa por un modem interno para que estos puedan ser enviados mediante un canal de radio analógico. En el otro extremo (o en la otra estación) el dispositivo se encarga de demodular los datos provenientes del radio y luego de desempaquetarlos para ser enviados al terminal, que presenta dichos datos en el monitor. Estos datos pueden ser almacenados en el disco duro de una máquina PC (Computadora Personal) o en un dispositivo de hardware de almacenamiento de memoria externo (*diskettes, cd, flash memory, etc*).

El TNC además de realizar la función de un modem, también realiza otras como controlar el PTT (*Push-To-Talk*) del radio, empaquetar/dempaquetar los datos añadiendo a la trama la dirección requerida para su transmisión, información de control y chequeo de errores, para que sea recibida la información sin errores en la otra estación. Uno de los protocolos de comunicación comúnmente usados en PR es llamado AX.25.

### **2.2.1.4 El radio.**

Es el dispositivo transmisor-receptor de información (señales), a través del espacio libre, mediante una antena. Adicionalmente es importante conocer que cualquier tipo de tranceptor a utilizar para la comunicación, es susceptible de ser aplicado a la tecnología de Paquetes por radio (PR) para transmitir voz.

## **2.2.2 Redes de paquete por Radio (REDPR)<sup>15</sup>.**

Las redes de Paquetes por Radio pretenden soportar comunicaciones entre usuarios sobre una amplia área geográfica, donde el uso de líneas telefónicas es difícil o no es posible. Tales redes pueden ser convenientes para aplicaciones de emergencia o militares, usuarios móviles, vigilancia de señales críticas y adquisición remota de señales.

---

<sup>15</sup>Artículo REDPR, Oscar Somarraba, Dpto. de Sistemas Digitales y Comunicaciones, UNI, Managua-Nicaragua, junio- 2002.

En una Red de Paquetes por Radio (REDPR) los mensajes recibidos o la señal recibida son divididos en paquetes a través de procesamiento digital de señales por parte del integrador estas nuevas señales obtenidas son codificadas y son enviadas desde una estación a otra. Estas redes usualmente transportan paquetes entre estaciones equipadas con radio transceptores y antenas omnidireccionales. Con el abaratamiento del costo de la unidad de Paquetes por Radio, las REDPRs se han convertido en una alternativa práctica de proveer comunicaciones.

Existen dos alternativas para el uso de paquetes por radio una es la descrita anteriormente, en donde el integrador se encarga de generar los paquetes por radio para ser transportado a través de las redes IP hacia otro equipo integrador o la alternativa descrita a continuación en donde dos equipos transmisores a través de sus TNC, empaqueta los datos (de acuerdo con una norma) provenientes del terminal ó computadora, luego los pasa por un modem interno para que estos puedan ser enviados mediante un canal de radio analógico. En el otro extremo (o en la otra estación) el dispositivo se encarga de demodular los datos provenientes del radio y luego de desempaquetarlos e ingresarlos al Integrador de comunicaciones para ser enviados a través de redes IP.

En muchas REDPRs, no todas las estaciones de paquetes por radio pueden comunicarse directamente debido a la interferencia, limitaciones de radio alcance, o a obstáculos naturales. En esta situación, un paquete transferido entre dos estaciones distantes deben ser retransmitidos por estaciones intermedias o nodos. Así, en una “red *multihop*<sup>16</sup> (de múltiple saltos), un paquete puede viajar largas distancias por medio de mecanismos de almacenamiento y envío”: un nodo transmite a otro nodo, el cual a su vez retransmite el paquete.

Este procedimiento es repetido hasta que el paquete arriba a su destino final. En cada fase de retransmisión, el nodo que en ese momento almacena el paquete hace uso del algoritmo de enrutamiento para determinar el próximo nodo en la cadena de transmisión.

---

<sup>16</sup> Multihop (Múltiples Saltos), Kleinrock, L., Silvester, J., “Spatial Reuse in Multihop Packet Radio Networks”, Proc. of the IEEE, Vol. 75, No. 1, Jan. 1987.

Además, de tomar decisiones acerca de cual trayectoria el mensaje debe viajar, cada estación debe tomar decisiones de cuando el mensaje debe ser transmitido al vecino, seleccionado por el algoritmo de enrutamiento empleado. Esta decisión está regida por el protocolo de acceso al medio MAC.

Debido a que transmisiones en los diferentes enlaces de la red podrían interferir con otros, los procedimientos de enrutamiento y de los protocolos de acceso al medio están fuertemente interconectados.

“El objetivo principal de los esquemas de enrutamiento y de acceso al medio es esencialmente minimizar el tiempo que toma un paquete en viajar a su destino final desde su nodo origen, llamado *Packet Delay*”<sup>17</sup>. Frecuentemente, pero no siempre, este objetivo coincide con maximizar el número de paquetes transportado exitosamente a través de la red, conocido como *Packet Throughput*.

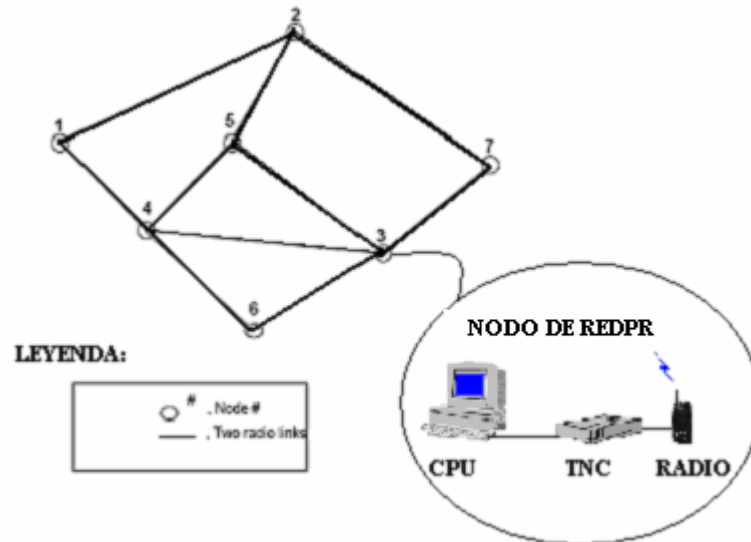
Resumiendo, los principales tópicos de diseño involucran los métodos de encontrar las rutas de los paquetes y/o los algoritmos de enrutamiento, y los protocolos que determinan cuales nodos comparten el canal de radio para transmitir sus paquetes. También, la potencia transmitida y el uso de antenas direccionales han sido estudiadas como parámetros importantes en el diseño de REDPRs .

Brevemente, las “REDPRs *multihop*”<sup>18</sup> son redes que poseen un control de acceso al medio en las cuáles no todos los nodos pueden oír las transmisiones de los otros nodos”. Esta propiedad es característica de la radio comunicación en línea de vista en las banda VHF (30-300 MHz) y la banda UHF (300-3000 MHz) así como de la comunicación en onda corta (HF, 3-30 MHz), donde no se necesita línea de vista. En la figura 2.3, se tiene una representación común de una REDPR *multihop*.

---

<sup>17</sup> Packet Delay (Retardo de Paquetes), Fifer, W.C., Bruno, F.J., “The Low Cost Packet Radio”, Proc. of the IEEE, Jan. 18-87, pp. 33-42.

<sup>18</sup> Kleinrock, L., Silvester, J., “Spatial Reuse in multihop packet radio networks”, Proc. of the IEEE, Vol. 75, No. 1, Jan. 1987, pp 57.



**Figura. 2.3.** Representación de una REDPR *multihop* de 7 nodos y 20 enlaces.

El interés principal en estas redes está en el efecto de conectividad parcial de los nodos en las técnicas de acceso múltiple.

### 2.2.3 Esquemas de Acceso Múltiple para el Empaquetamiento de Señales de Radio.

Para transmitir mensajes, los protocolos de acceso múltiple rigen como un nodo de Paquetes de Radio que deben usar el espectro radio eléctrico.

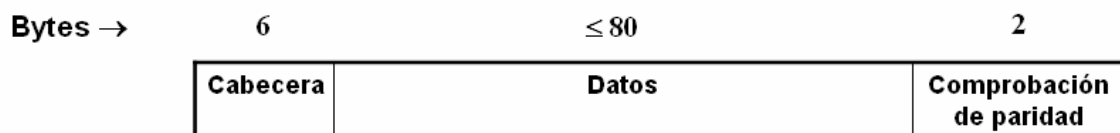
Varios esquemas de acceso múltiple han sido propuestos principalmente en el dominio del tiempo TDMA (*Time Division Multiple Access*).

En particular en el caso de una sola frecuencia y para redes de PR terrestres se tienen: los protocolos ALOHA, los protocolos de Acceso por Monitoreo de portadora CSMA (*Carrier Sense Multiple Access*) y protocolos Libres de conflictos. El primer protocolo usado en PR fue el ALOHA puro en una modalidad centralizada en la Universidad de Hawai en 1970.

Con el protocolo ALOHA puro, cada estación puede transmitir un paquete cada vez que lo requiera de una forma no coordinada. Cuando el paquete llega al receptor, éste enviará un paquete de reconocimiento, de tal forma que el transmisor conozca de forma

casi inmediata si el paquete ha sido recibido o ha colisionado. Dos paquetes o más paquetes se dicen que colisionan cuando ellos se traslapan en el tiempo en el nodo receptor, a esto también se lo llama conflicto. Cuando dos o más paquetes colisionan, el transmisor espera una cantidad de tiempo aleatorio y entonces retransmite de nuevo.

Para la trama del protocolo MAC (*Media Access Control*) de Aloha, la estación (esclavo) trasmite la trama y espera una confirmación (acuse de recibo); si ésta no se produce dentro del tiempo máximo previsto (*timeout*) la trama se retransmite. Cada trama lleva un campo que permite al receptor comprobar que el contenido es correcto figura 2.4.



**Figura 2.4: Trama del protocolo MAC de ALOHA**

En ALOHA puro un traslape de solamente un bit entre dos marcos es suficiente para destruir ambos. Dado que los usuarios pueden transmitir en cualquier instante, una pregunta interesante es cuál es la utilización máxima del canal.

Luego, para mejorar la eficiencia, una modificación del anterior protocolo fue propuesto y es conocido como ALOHA ranurado donde el tiempo esta dividido en slots o espacios de tiempo disponible a los nodos.

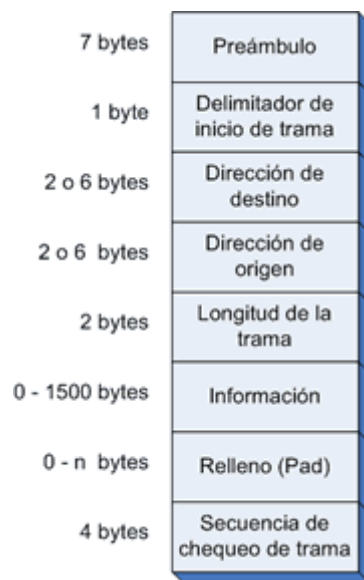
En los protocolos ALOHA ranurados en el ambiente *multihop* los nodos de PR transmiten aleatoriamente cada vez que se tiene un paquete en su *buffer* lo cual lo hacen sin considerar si el canal esta ocupado o no, pero sincronizados al inicio de cada slot. Para mejorar el desempeño de las REDPRs *multihop* los protocolos de monitoreo de portadoras (CSMA) ha sido propuestos en éste escenario, y se basan en la filosofía escucha y luego habla. En los protocolos CSMA *multihop* un nodo transmite un paquete siempre y cuando existe uno disponible y cuando el canal de radio está desocupado. Es

decir una transmisión no será exitosa si existe colisión de varios paquetes en el nodo receptor.

Sin embargo, si dos transmisores no son capaces de detectar transmisiones en otros nodos esto podría causar una colisión en algún nodo intermedio. Esto es usualmente conocido como el problema del terminal escondido, lo cual degrada el desempeño de una REDPR. Estos son los protocolos más usados en las aplicaciones dentro de la integración e interoperabilidad de las comunicaciones.

Se define a una trama de transmisión en CSMA como el grupo de bits en un formato particular con un indicador de señal de comienzo de la trama.

El formato de la trama permite a los equipos de red reconocer el significado y propósito de algunos bits específicos en la trama. Una trama es generalmente una unidad lógica de transmisión conteniendo información de control para el chequeo de errores y para el direccionamiento. El formato de la trama CSMA/CD (IEEE 802.3) se encuentra a continuación, figura 2.5



**Figura 2.5. Trama Protocolo CSMA**

Debido a que los protocolos de acceso aleatorio o de contención tales como los antes mencionados exhiben pobre desempeño, comparativamente, bajo condiciones de alto

tráfico; protocolos libres de conflictos han sido propuestos para asegurar que una transmisión, siempre que se haga, sea exitosa, es decir no vaya a ser perturbada por otra transmisión, uno de estos es el protocolo *spatial*-TDMA para el ambiente *multihop*.

“El término *spatial* se refiere a la capacidad de reutilizar la misma frecuencia al mismo tiempo haciendo uso de la separación física de las estaciones de Paquetes por Radio, es decir varios nodos pueden tener licencia para transmitir simultáneamente siempre que no interfieran con los otros”<sup>19</sup>. Es decir, aquí tomamos un tratamiento distinto a los protocolos anteriores (ALOHA y CSMA) en el sentido que las transmisiones de los nodos son determinísticas, es más aun en el verdadero sentido de la palabra son escalonadas de acuerdo a una secuencia repetitiva.

#### **2.2.4 Protocolo TCP/IP para los paquetes de Radio**

Los Paquetes de la señal de radio pueden correr en TCP/IP. Lo cual es muy conveniente para aplicaciones de transmisión de datos en sitios remotos o sin infraestructura de telecomunicaciones. Incluso, en las ciudades, en áreas donde las líneas telefónicas presentan limitaciones, ésta tecnología puede ser una buena alternativa para tener acceso a Internet, video conferencia en tiempo real, correo electrónico, comunicación de voz y datos.

En el caso específico de los Integradores a través de la Red IP de la FF.TT. se busca justamente correr las aplicaciones mencionadas anteriormente, además el transporte de los paquetes de radio justamente van a través de estas redes (RoIP).

Los protocolos establecen una descripción formal de los formatos que deberán presentar los mensajes para poder ser intercambiados por equipos de cómputo; además definen las reglas que ellos deban seguir para lograr la comunicación. Las computadoras y los humanos tienen una cosa en común, ambos usan lenguajes complejos para comunicarse. Con alrededor de 30 millones de usuarios en línea, Internet conecta

---

<sup>19</sup> “Packet Based Multimedia Communications, Systems,” ITU-T Recommendation H.323, NH-EE.UU., November 2000



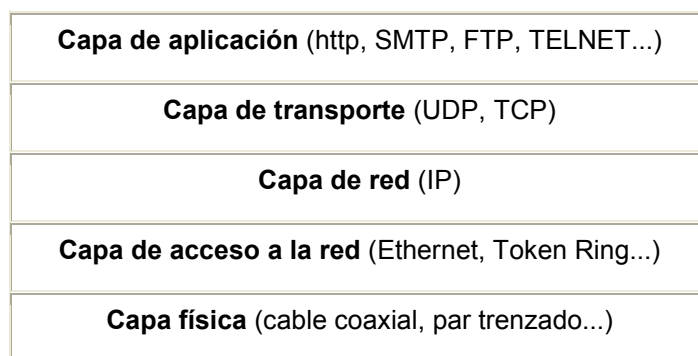
computadoras que usan diferentes sistemas operativos y lenguajes: UNIX, DOS, Macintosh, y otros.

Para facilitar la comunicación entre estos sistemas, Internet emplea un tercer lenguaje: TCP/IP (Protocolo de Control de Transmisión/Protocolo de Internet). Este fue creado en la época de los setenta, siendo parte de la investigación sobre la conectividad de diferentes tipos de computadoras y redes. Debido a que se emplearon fondos públicos para desarrollar TCP/IP, los estándares son no propietarios; esto es, que nadie tiene derechos exclusivos de uso. TCP/IP es hardware y software independientes, manera que cualquier tipo de computadora puede conectarse a Internet y compartir información con otras computadas.

“TCP/IP es un conjunto o suite de protocolos diseñado con una arquitectura en capas. Las capas permiten a los diseñadores del protocolo dividir en módulos las tareas y servicios que realizará el mismo. Este diseño también especifica la manera en que un módulo interactúa con otros. La arquitectura en capas de los protocolos está diseñada como una pila en la que los protocolos de más alto nivel interactúan con protocolos de niveles más bajos.”<sup>20</sup>

#### 2.2.4.1 La Arquitectura TCP/IP.

La Arquitectura TCP/IP está diseñada por cinco capas las cuales se presentan en la figura 2.6<sup>21</sup>:



<sup>20</sup>[http:// www.monografias.com](http://www.monografias.com), Protocolo TCP/IP, Julio César Chavez Urrea, octubre 2006.

<sup>21</sup> <http://www.saulo.net/pub/tcpip/index.html#1>, Protocolos TCP/IP, noviembre 2006.

---

**Figura. 2.6. Capas del modelo TCP/IP**

- 2.2.4.1.1 La capa de Aplicaciones:** Es la capa más alta de la pila; ésta provee servicios de alto nivel a los usuarios como transferencia de archivos, entrega de correo electrónico, y acceso a terminales remotas. Los programas de aplicación recogen diferentes protocolos de transporte dependiendo del tipo de servicio de transporte que requieran.
- 2.2.4.1.2 La capa de Transporte:** Tiene como tarea principal la de proveer comunicación punto a punto entre las aplicaciones. Los protocolos de transporte (TCP y UDP) usan el servicio de entrega de paquetes que provee la capa de Internet.
- 2.2.4.1.3 La capa de Internet:** Provee el servicio de entrega de paquetes de una máquina a otra, por medio del protocolo de Internet (IP). La integridad de los datos no se verifica en este nivel, por lo que el mecanismo de verificación es implementado en capas superiores (Transporte o Aplicación).
- 2.2.4.1.4 La capa de acceso (Red):** Al medio acepta datagramas de la capa de Internet y los envía físicamente. El módulo para el acceso al medio es con frecuencia un manejador de dispositivo (*Device Driver*) para una pieza particular de hardware, y la capa de acceso al medio puede consistir de múltiples módulos.
- 2.2.4.1.5 La capa Física:** Esta se refiere al medio físico por el cual se transmite la información. Generalmente será un cable aunque no se descarta cualquier otro medio de transmisión como ondas o enlaces vía satélite.

Para que la información fluya a través de las capas, ésta pasa por un proceso de encapsulamiento. Los mensajes o información recibida por la capa de TCP es en capsulada con un encabezado de TCP en un paquete llamado, segmento de TCP, este

segmento de TCP es entregado a la capa de IP, en el que se le agrega un encabezado de IP y el paquete llamado, datagrama de IP es creado. El paso final incluye el encapsulamiento del datagrama de IP en paquetes creados para la capa de acceso al medio.

#### **2.2.4.2 Características que distinguen a los servicios que ofrecen TCP/IP para Radio.**

Como se ha visto el TCP/IP necesita funcionar sobre algún tipo de red o de medio físico que proporcione sus propios protocolos para el nivel de enlace de Internet. Por este motivo hay que tener en cuenta que los protocolos utilizados en este nivel pueden ser muy diversos y no forman parte del conjunto TCP/IP. Sin embargo, esto no debe ser problemático puesto que una de las funciones y ventajas principales del TCP/IP es proporcionar una abstracción del medio de forma que sea posible el intercambio de información entre medios diferentes y tecnologías que inicialmente son incompatibles.

Para transmitir información a través de TCP/IP, ésta debe ser dividida en unidades de menor tamaño. Esto proporciona grandes ventajas en el manejo de los datos que se transfieren y, por otro lado, esto es algo común en cualquier protocolo de comunicaciones. En TCP/IP cada una de estas unidades de información recibe el nombre de datagrama (*datagram*), y son conjuntos de datos que se envían como mensajes independientes.

El TCP/IP sin duda representa la mejor opción para el envío de la información que es generada a partir del empaquetamiento de las señales digitales obtenidas de la conversión A/D de las señales de voz de los sistemas de radio frecuencia. En este caso el TCP/IP, se convierte en un medio de repetición de señal de radio a través de las redes IP. Justamente los servicios que nos ofrece TCP/IP, para sistemas de radio tienen que ver con las siguientes características:

##### **2.2.4.2.1 Independencia de la tecnología de red.**

Ya que el TCP/IP está basado en una tecnología convencional de conmutación de paquetes, es independiente de cualquier marca de hardware en particular. Los

protocolos TCP/IP definen la unidad de transmisión de datos, llamada datagrama, y especifican cómo transmitir los datagramas en una red en particular.

#### **2.2.4.2.2 Interconexión Universal.**

Una red de redes TCP/IP permite que se comuniquen cualquier par de computadoras conectadas a ella. Cada computadora tiene asignada una dirección reconocida de manera universal dentro de la red de redes. Cada datagrama lleva en su interior las direcciones de su fuente y su destino. Las computadoras intermedias de conmutación utilizan la dirección de destino para tomar decisiones de ruteo.

#### **2.2.4.2.3 Acuses de recibo punto a punto.**

Los protocolos TCP/IP de una red de redes proporcionan acuses de recibo entre la fuente y el último de destino en vez de proporcionarlos entre máquinas sucesivas a lo largo del camino, aun cuando las dos máquinas no estén conectadas a la misma red física.

#### **2.2.4.2.4 Estándares de protocolos de aplicación.**

Los protocolos TCP/IP incluyen estándares para muchas aplicaciones comunes, incluyendo correo electrónico, transferencia de archivos y acceso remoto.

### **2.2.5 Tipos de Procesamiento Digital de Señales asociados a la Integración de las comunicaciones.**

Como se ha mencionado anteriormente las señales de audio en los sistemas Radio y en los sistemas de telefonía a través del sistema MODE digital de la FF.TT. necesariamente deben ser sometidos a un procesamiento digital de las señales para su uso dentro de los sistemas de integración y su posterior transporte a través de las redes Ethernet.

Por consiguiente a continuación se describe lo que significa el Procesamiento Digital de Señales (ò DSP's). Adicionalmente es importante recalcar que los módulos de DSP's en los integradores son los que permiten justamente la aplicación tecnológica de conversión e interoperabilidad de los medios.

El Procesamiento de Señales posee una larga y rica historia. Es una tecnología que se entronca con un inmenso conjunto de disciplinas entre las que se encuentran las Telecomunicaciones, el control y automatización electrónica, la exploración del espacio, la medicina y la arqueología, por nombrar solo unas pocas. Hoy en día, esta afirmación es incluso más cierta con la televisión digital, los sistemas de información y el entretenimiento multimedia. Es más, a medida que los sistemas de comunicación se van convirtiendo cada vez más en sistemas sin hilos, móviles y multifunción, la importancia de un procesamiento de señales sofisticado en dichos equipos se hace cada vez más relevante.

El Procesamiento de señales trata de la representación, transformación y manipulación de señales (digitales y analógicas) y de la importancia que contienen. A menudo es deseable que estos sistemas funcionen en tiempo real, lo que significa que el sistema en tiempo discreto se implementa de forma que las muestras de salida se calculan a la misma velocidad a la que se muestrea la señal en tiempo continuo. Son muchas las aplicaciones que requieren esta especificación. El tratamiento en tiempo discreto y en tiempo real de señales en tiempo continuo es práctica común en sistemas de control, comunicaciones, radar, sonar, codificación y realce de voz, vídeo, e ingeniería biomédica.

Otro tipo de problemas del tratamiento de señales al que se enfrenta es la interpretación de señales. Por ejemplo, en un sistema de reconocimiento de voz el objetivo es comprender la señal de entrada. Típicamente, un sistema como éste aplicará un procesamiento digital previo (filtrado, estimación de parámetros, etc.) seguido por un sistema de reconocimiento de patrones que produzca una representación simbólica.

Los problemas de tratamiento de señales no están confinados, por supuesto, a señales unidimensionales. Aunque hay algunas diferencias fundamentales entre las teorías del tratamiento de señales unidimensionales y multidimensionales, una buena parte del material que se presenta aquí tiene su contrapartida en sistemas multidimensionales. Entre ellas destaca las aplicadas al procesamiento de imágenes digitales.

Uno de los primeros usos de los computadores digitales en el tratamiento de señales fue en la prospección petrolífera. Se grababan los datos sísmicos en cintas magnéticas para su procesamiento posterior. Este tipo de tratamiento de señales no se podía realizar

generalmente en tiempo real. Aunque el procesamiento de señales mediante computadores digitales ofrecía tremendas ventajas de flexibilidad, sin embargo, el procesado no se podía realizar en tiempo real. Las aportaciones de *Cooley y Tukey* (1965) de un algoritmo eficiente para el cálculo de las transformadas de Fourier aceleró el uso del Procesamiento Digital. Muchas aplicaciones desarrolladas requerían del análisis espectral de la señal y con las nuevas transformadas rápidas se redujo en varios órdenes de magnitud el tiempo de cómputo. Además, se dieron cuenta de que el nuevo algoritmo se podría implementar en hardware digital específico, por lo que muchos algoritmos de tratamiento digital de señales que previamente eran impracticables, comenzaron a verse como posibles.

Otro desarrollo importante en la historia del Procesamiento de Señales ocurrió en el terreno de la Microelectrónica. Aunque los primeros microprocesadores eran demasiado lentos para implementarse en tiempo real la mayoría de los sistemas en tiempo discreto, a mediados de los ochenta, la tecnología de los circuitos integrados habían avanzado hasta el nivel de permitir la realización de microcomputadores con coma fijo y coma flotante con arquitecturas especialmente diseñadas para realizar algoritmos de procesamiento de señales en tiempo discreto. A estos procesadores se les conoce por el acrónimo de DSP (*Digital Signal Processor*).

Con esta tecnología llegó, por primera vez, la posibilidad de una amplia aplicación de las técnicas de tratamiento de señales en tiempo discreto. Aun más, hoy en día los diseños de los microprocesadores genéricos son ampliados en registros e instrucciones para poderlos destinarlos a tareas de procesamiento de señales, sea el caso más llamativo el conjunto de instrucciones MMX insertadas en la familia INTEL a partir del mítico PENTIUM.

De las diferentes materias que involucra el tratamiento digital de señales, en este tema sólo se va a versar sobre los filtros digitales lineales e invariantes en el tiempo, abreviados por la sigla LTI (*Linear Time Invariant*).

Los filtros digitales LTI son por ejemplo, usuales en el procesamiento del audio. Los equipos de música vienen dotados con filtros que le permite al oyente modificar las cantidades relativas de energía de baja frecuencia (graves) y la energía de alta frecuencia

(agudos). Estos filtros varían sus respuestas en frecuencias mediante la manipulación de los controles de tono. Otra clase común de filtros LTI son aquellos en los que la salida del filtro es una aproximación de la derivada de su entrada. Los filtros diferenciadores son útiles para acentuar las transiciones rápidas de una señal, y una aplicación en la que se emplea a menudo es en la intensificación de los bordes.

Los filtros selectivos en frecuencia que permiten el paso de señales sin distorsión en una o en un conjunto de bandas de frecuencia, y atenúan o eliminan totalmente las señales en el resto de las bandas son otra clase importante de filtros LTI. Una importante aplicación de los filtros selectivos están en los sistemas de comunicaciones. Son la base para los sistemas de modulación en amplitud (AM), en la cual la información de cada canal se pone en una frecuencia separada y luego en el receptor se extrae los canales mediante filtros selectivos en frecuencia.

Es común emplear filtros de tiempo discreto en el análisis de secuencias de datos económicos tales como el índice del mercado de valores. A menudo las variaciones de largo plazo (las cuales corresponden a bajas frecuencias) tienen un significado diferente al de variaciones de corto plazo (las cuales corresponden a altas frecuencias), y es útil analizar estos componentes por separado. La separación de estos componentes casi siempre se lleva a cabo mediante filtros selectivos en frecuencia.

El filtrado de secuencias de datos económicos también se usa para suavizar los datos y eliminar las fluctuaciones aleatorias (que son por lo general de alta frecuencia) sobrepuestas a los datos significativos.

### **2.2.6 Codificadores de voz.**

Los Integradores de comunicaciones utilizan la tecnología de codificación de forma de onda (*waveform coders*) y específicamente la modulación PCM. Codificación que trata de reproducir, fielmente la forma de la señal de voz, aprovechando sus características temporales o espectrales para codificarla de forma eficiente en regímenes binarios en el rango 16-64 Kbps con alta calidad.

A continuación revisaremos la tecnología de codificación de onda en el tiempo y en forma específica el PCM, además los vocoders que son utilizados en el integrador. La codificación es la transformación de la señal analógica de voz en bits para su transmisión o almacenamiento de forma eficiente.

Los codificadores de voz se clasifican en tres grandes grupos:

- codificadores de la forma de onda
- vocoders
- codificadores híbridos

En el primer grupo, codificadores de forma de onda, se engloban aquellos codificadores que intentan reproducir la forma de la onda de la señal de entrada sin tener en cuenta la naturaleza de la misma. Estos, en función de en qué dominio operen, se dividen en:

- codificadores en el dominio del tiempo
- codificadores en el dominio de la frecuencia

Este tipo de codificadores proporcionan una alta calidad de voz a velocidades de transmisión del orden de 32 Kbps. Sin embargo, no son útiles cuando se quiere codificar a bajos bit rates.

En el grupo de vocoders están aquellos codificadores que sí tienen en cuenta la naturaleza de la señal a codificar, en este caso la voz, y aprovechan las características de la misma para ganar en eficiencia. Permiten trabajar con muy bajas a velocidades de transmisión, pero la señal de voz que producen suena demasiado sintética.

En el tercer grupo, los codificadores híbridos, encontramos aquellos que combinando técnicas de los vocoders y de los codificadores de la forma de la onda aúnan las ventajas de ambos, permitiendo una alta calidad de voz a bajas velocidades de transmisión.

#### **2.2.6.1 Codificadores de la Forma de Onda.**

Los codificadores de la forma de onda intentan reproducir la forma de la onda de la señal de entrada. Generalmente se diseñan para ser independientes a la señal, de tal



forma que pueden ser usados para codificar una gran variedad de señales. Presentan una degradación aceptable en presencia de ruido y errores de transmisión. Sin embargo, para que sean efectivos, sólo se deben usar a velocidades de transmisión media. La codificación se puede llevar a cabo tanto en el dominio del tiempo como de la frecuencia. Los codificadores de forma de onda dividen en dos grupos:

- Codificadores en el dominio del Tiempo
- Codificadores en el dominio de la Frecuencia.

#### **2.2.6.1.1 Codificadores en el dominio del tiempo.**

Dentro de este grupo tenemos los siguientes codificadores:

- PCM
- DPCM
- ADPCM
- **Modulación por codificación de impulsos (PCM).** La modulación por codificación de impulsos es la codificación de forma de onda más sencilla. Básicamente, consiste en el proceso de cuantificación. Cada muestra que entra al codificador se cuantifica en un determinado nivel de entre un conjunto finito de niveles de reconstrucción. Cada uno de estos niveles se hace corresponder con una secuencia de dígitos binarios, y esto es lo que se envía al receptor. Se pueden usar distintos criterios para llevar a cabo la cuantificación, siendo el más usado el de la cuantificación logarítmica.

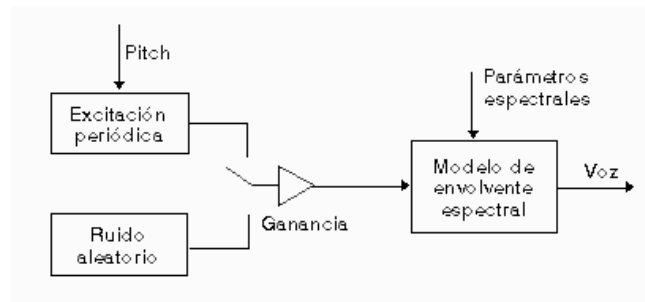
#### **2.2.6.1.2 Codificadores en el dominio de la Frecuencia.**

Este tipo de codificadores dividen la señal en distintas componentes en frecuencia y codifican cada una de éstas de forma independiente. El número de bits usados para codificar cada componente en frecuencia puede variar dinámicamente. Algunos codificadores son:

- Codificación en subbandas
- Codificación por transformada

#### **2.2.6.2 Los Vocoders.**

Los codificadores de la forma de la onda no tienen en cuenta la naturaleza de la señal a codificar. Sin embargo, se codifica una señal de voz, podemos aprovechar sus características intrínsecas para que la codificación se realice de forma más eficiente. Así, los vocoders (*voice coders*) suponen el siguiente modelo de producción de voz. Los vocoders intentan producir una señal que suene como la voz original, independientemente de si la forma de onda se parece o no (figura 2.7).



**Figura 2.7. Modelo de reproducción de los Vocoders**

En el transmisor se analiza la voz y se extraen los parámetros del modelo y la excitación. Esta información se envía al receptor donde se sintetiza la voz. El resultado es que se produce voz inteligible a muy bajas velocidades de transmisión de bits, pero tiene el problema de que no suena natural. Los vocoders se clasifican en:

- Vocoder por predicción lineal
- LPC-10 (FS-1015)

### 2.2.6.3 Introducción a los Codificadores Híbridos.

Hasta ahora hemos visto dos clases de codificadores de voz:

- codificadores de la forma de onda
- vocoders

Ahora se verá un tercer grupo de codificadores, los codificadores híbridos.

En la codificación híbrida se combinan las técnicas de los codificadores de la forma de la onda con las de los vocoders con el propósito de obtener una alta calidad de voz a

bajos bit-rates (inferiores a 8 Kbps). En estos codificadores, las muestras de la señal de entrada se dividen en bloques de muestras (vectores) que son procesados como si fueran uno solo. Llevan a cabo una representación paramétrica de la señal de voz para tratar que la señal sintética se parezca lo más posible a la original. También se les conoce como codificadores de análisis-por-síntesis. En el emisor se lleva a cabo un análisis que obtiene los parámetros de la señal para luego sintetizarla y conseguir el mayor parecido a la original. Los codificadores híbridos son los siguientes:

- Codificación RELP
- Codificación multipulso, MPC
- Codificación CELP (FS-1016)
- Codificación VSELP
- Codificación RPE-LTP

### **2.2.7 Redes y Servicios Digitales dentro de la Integración de los Servicios de Telecomunicaciones.**

Dentro del proyecto a desarrollarse es indispensable conocer como están estructuradas las redes telefónicas y los servicios integrados que se han explotado de ellas. El Ejército dispone del sistema MODE digital el cual es un compendio de todas estas tecnologías de conmutación y acceso. Adicionalmente es indispensable recalcar que el Sistema de Integración de los Sistemas de Comunicación también abarcan las redes de telefonía públicas y sus consecuentes servicios por lo que a continuación se presentará, que es lo que representan las redes y Servicios Digitales y lo que significa la Red de Telefonía Pública Conmutada (RPTC) o PSTN por sus siglas en Inglés.

#### **2.2.7.1 Red telefónica pública conmutada (RTPC).**

La red telefónica pública conmutada (RTPC) es la base de las telecomunicaciones actuales. Proporciona a los usuarios un medio de transporte para señales de frecuencias comprendidas entre 300 Hz y 3,4 kHz, en el que las señales están codificadas con la técnica denominada Modulación por impulsos codificados (MIC).

Esta técnica consiste en tomar a intervalos regulares muestras de la señal y expresar su valor según un código digital. El sistema, totalmente normalizado, aplica una

velocidad de muestreo de 8 kHz y el valor de la muestra se codifica en 8 bits. Por consiguiente, cada conversación telefónica da lugar a un tren de bits continuo a 64 kbps, el cual se multiplexa en la red sobre portadoras de velocidad binaria más elevada. Aunque 64 kbps sea el módulo básico de la jerarquía digital, las normas se han diversificado de manera que existen señales multiplexadas con diferentes velocidades de datos.

En general, la RTPC es una red con conmutación de circuitos. Eso quiere decir que se establece un circuito de extremo a extremo entre las entidades que se comunican y se mantiene a lo largo de toda la llamada. Se garantiza así un retardo mínimo y una calidad de servicio constante mientras dura la llamada.

La red de acceso tiene que proporcionar el enlace de comunicación físico entre el punto extremo de la comunicación y la central local. En la central local (LEX, *local exchange*) están ubicadas todas las funciones relacionadas con los usuarios. Se han introducido conmutadores en el nivel de central interurbana (TEX, *toll exchange*) para tener la posibilidad de estructurar y optimizar la red de acuerdo con las mediciones de tráfico y el comportamiento de los usuarios.

El objetivo de diseño de una red de conmutación consiste ante todo en reducir al mínimo los costes asociados a la propiedad de la red. Para disminuir dichos costos se han aplicado los siguientes principios fundamentales:

- Reducción del número de sistemas de conmutación y centrales instaladas;
- Eliminación de los grupos de enlaces pequeños entre las centrales;
- Introducción de gestión de elementos de red centralizada.

La posibilidad de un diseño de este género se apoya en la aplicación de:

- Grandes centrales digitales de base en combinación con
- Avanzadas tecnologías de redes de acceso que proporcionen acceso a las líneas de abonados distantes;
- Tecnologías de transmisión de buen rendimiento económico.

## **2.2.8 Los Servicios Integrados de Redes Digitales (ISDN) para la integración de comunicaciones.**

El sistema multiacceso esta diseñado para la aplicación tecnológica de las RDSI y como se mencionó en el capítulo anterior la red de multiacceso que dispone la FF.TT. prácticamente cubre el 95% de las unidades militares del Ejército Ecuatoriano de las cuales únicamente a nivel Divisional se esta utilizando los Servicios RDSI (Red Digital de Servicios Integrados) es decir apenas un 20% de la cobertura total del sistema multiacceso.

Sin embargo con los proyectos de nuevas tecnologías que se están implementando o que están por implementarse se esta buscando explotar los servicios que brindan las RDSI los mismos que necesariamente serán canalizados a través de los sistemas integradores de comunicaciones dándole mayor operatibilidad al equipo integrador por lo que a continuación se presenta un compendio de lo que representan las RDSI o ISDN (*Integrated Services Digital Network*).

### **2.2.8.1 Red digital de servicios integrados (RDSI).**

Por RDSI (Red Digital de Servicios Integrados) se designa a la vez un conjunto de normas de transmisión digital y una infraestructura de red que permite la transmisión digital por las líneas telefónicas actuales, facilitada por los proveedores de servicios de la red de telefonía pública.

El UIT-T define así la RDSI: “una red, desarrollada a partir de la red de telefonía, que proporciona conectividad digital de extremo a extremo para soportar una extensa gama de servicios, tanto vocales como no vocales, a los cuales los usuarios acceden por un conjunto limitado de interfaces de usuario múltiples.”<sup>22</sup>

La demanda de la RDSI apareció por primera vez a mediados de los años 1970, cuando la utilización de las telecomunicaciones internacionales comenzó a presionar las redes analógicas existentes hacia sus límites. Las aplicaciones avanzadas que incluyen transmisión de voz, datos e imágenes han exigido mayores velocidades, superior calidad

---

<sup>22</sup> “Las redes digitales de servicios integrados”. En VV.AA.: *Telecomunicaciones 1989. Tendencias*. FUNDESCO, Madrid, 1989, p. 114.

de funcionamiento, gestión integrada y flexibilidad. El concepto de una red única capaz de atender todas las necesidades de comunicación de los usuarios es una sucesión de servicios integrados que utilizan técnicas de transmisión digital y que ha dado lugar a las normas que constituyen la RDSI.

En 1984 se publicó un conjunto de normas del UIT-T que especificaban en detalle lo que es una RDSI y de qué manera funciona. Desde entonces estas normas han evolucionado y han sido adoptadas como norma mundial por la mayoría de los proveedores de RDSI. Su resultado es un servicio que guarda coherencia universal, bien definida, ampliamente aceptada y eficaz.

## **2.3 REDES IP ASOCIADAS A LA INTEGRACIÓN DE COMUNICACIONES**

### **VoIP.**

#### **2.3.1 La Tecnología VoIP.**

La VoIP viene de las palabras en inglés *Voice Over Internet Protocol*. Esta tecnología se utiliza para enviar y recibir audio y voz digital. VoIP (Voz sobre Internet) digitaliza las señales de voz y los envía sobre una red digital. En Internet, los datos se envían en pequeños fragmentos (paquetes) que se dispersan eligiendo el camino más corto (menos saturado) y se recomponen en el destino. Este funcionamiento, óptimo para los paquetes de datos, no fue pensado en un principio para enviar voz en tiempo real. Las comunicaciones IP eran de muy mala calidad, debido a retardos y ecos. Pero la tecnología ya ha avanzado lo suficiente para ofrecer telefonía IP a una calidad más que aceptable.

La telefonía IP conjuga dos mundos históricamente separados: la transmisión de voz y la de datos. Se trata de transportar la voz previamente convertida a datos, entre dos puntos distantes. Esto posibilitaría utilizar las redes de datos para efectuar las llamadas telefónicas, y por ende desarrollar una única red convergente que se encargue de cursar todo tipo de comunicación, ya sea voz, datos, video o cualquier tipo de información.

La VoIP por lo tanto, no es en sí mismo un servicio sino una tecnología que permite encapsular la voz en paquetes para poder ser transportados sobre redes de datos sin necesidad de disponer de los circuitos conmutados convencionales conocida como la PSTN, que son redes desarrolladas a lo largo de los años para transmitir las señales vocales. La PSTN se basaba en el concepto de conmutación de circuitos, es decir, la realización de una comunicación requería el establecimiento de un circuito físico durante el tiempo que dura ésta, lo que significa que los recursos que intervienen en la realización de una llamada no pueden ser utilizados en otra hasta que la primera no finalice, incluso durante los silencios que se suceden dentro de una conversación típica.

En cambio, la telefonía IP no utiliza circuitos físicos para la conversación, sino que envía múltiples conversaciones a través del mismo canal (circuito virtual) codificadas en paquetes y en flujos independientes. Cuando se produce un silencio en una conversación, los paquetes de datos de otras conversaciones pueden ser transmitidos por la red, lo que implica un uso más eficiente de la misma.

Según esto son evidentes las ventajas que proporciona las redes VoIP, ya que con la misma infraestructura podrían prestar mas servicios y además la calidad de servicio y la velocidad serian mayores; pero por otro lado también existe la gran desventaja de la seguridad, ya que no es posible determinar la duración del paquete dentro de la red hasta que este llegue a su destino y además existe la posibilidad de perdida de paquetes, ya que el protocolo IP no cuenta con esta herramienta.

### **2.3.2 Funcionamiento de una Red VoIP.**

Años atrás, se descubrió que enviar una señal a un destino remoto también se podría enviar de manera digital es decir, antes de enviar la señal se debía digitalizar con un dispositivo ADC (*analog to digital converter*), transmitirla y en el extremo de destino transformarla de nuevo a formato análogo con un dispositivo DAC (*digital to analog converter*).

VoIP funciona de esa manera, digitalizando la voz en paquetes de datos, enviándola a través de la red y reconvirtiéndola a voz en el destino. Básicamente el proceso comienza con la señal análoga del teléfono que es digitalizada en señales PCM (*pulse code modulación*) por medio del codificador/decodificador de voz (*codec*). Las

muestras PCM son pasadas al algoritmo de compresión, el cual comprime la voz y la fracciona en paquetes (Encapsulamiento) que pueden ser transmitidos para este caso a través de una red privada WAN. En el otro extremo de la nube se realizan exactamente las mismas funciones en un orden inverso. El flujo de un circuito de voz comprimido es el mostrado en la figura 2.8.

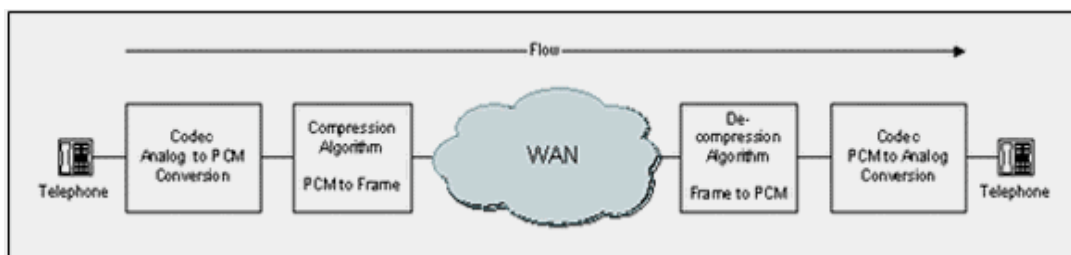


Figura 2.8. Flujo de un circuito de voz comprimido.

Dependiendo de la forma en la que la red este configurada, el router o el gateway pueden realizar la labor de codificación, decodificación y/o compresión. Por ejemplo, si el sistema usado es un sistema análogo de voz, entonces el *router* o el *gateway* realizan todas las funciones mencionadas anteriormente como muestra la figura 2.9.

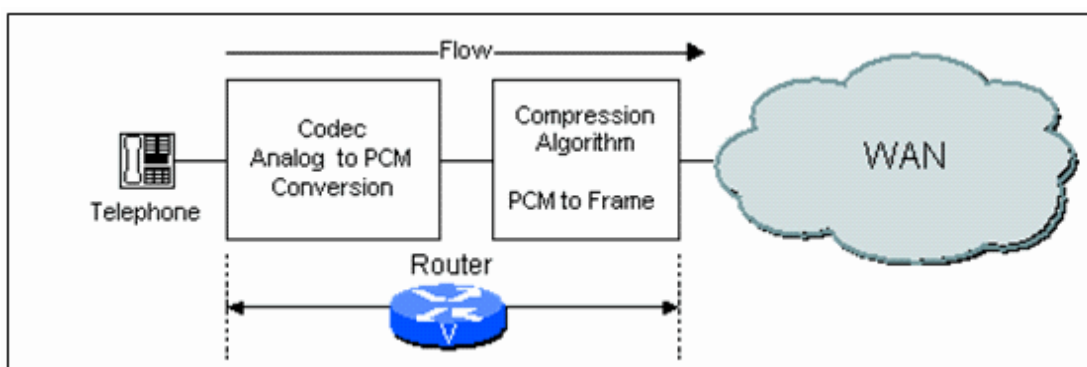


Figura. 2.9. Labor de codificación, decodificación o compresión del *Router*

En cambio, como muestra la figura 2.10 si el dispositivo utilizado es un PBX digital, entonces es este el que realiza la función de codificación y decodificación, y el *router* solo se dedica a procesar y a encapsular las muestras PCM de los paquetes de voz que le ha enviado el PBX.



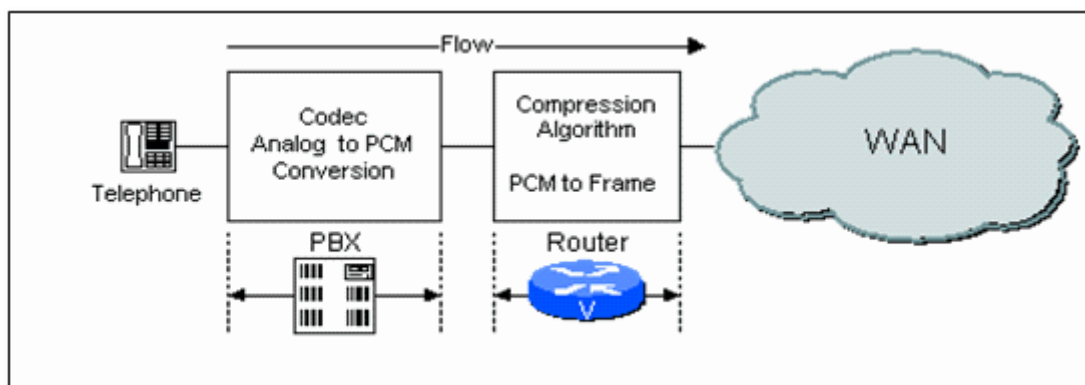


Figura .2.10. Función de codificación y decodificación del PBAX digital.

Para el caso de transportar voz sobre la red pública Internet, se necesita una interfaz entre la red telefónica y la red IP, el cual se denomina *gateway* y es el encargado en el lado del emisor de convertir la señal analógica de voz en paquetes comprimidos IP para ser transportados a través de la red. Del lado del receptor su labor es inversa, dado que descomprime los paquetes IP que recibe de la red de datos, y recompone el mensaje a su forma análoga original conduciéndolo de nuevo a la red telefónica convencional en el sector de la última milla para ser transportado al destinatario final y ser reproducido por el parlante del receptor.

Es importante tener en cuenta también que todas las redes deben tener de alguna forma las características de direccionamiento, enrutamiento y señalización. El direccionamiento es requerido para identificar el origen y destino de las llamadas, también es usado para asociar las clases de servicio a cada una de las llamadas dependiendo de la prioridad.

El enrutamiento por su parte encuentra el mejor camino a seguir por el paquete desde la fuente hasta el destino y transporta la información a través de la red de la manera más eficiente, la cual ha sido determinada por el diseñador. La señalización alerta a las estaciones terminales y a los elementos de la red su estado y la responsabilidad inmediata que tienen al establecer una conexión.

## 2.4 REDES DE RADIO ASOCIADAS A LA INTEGRACIÓN DE LAS COMUNICACIONES RoIP.

La Tecnología de Radio sobre IP (RoIP) establece que la señal de radio transmitida la recibe el Integrador a través de otro equipo de Radio de iguales características y compatibilidades. Este equipo de Radio Receptor envía la señal obtenida a un módulo CODEC (codificación y decodificación) o también conocido como DSP, para hacer el respectivo tratamiento de la señal análoga a digital.

El empaquetamiento de la misma y la transmisión se lo realiza a través de las Redes IP. El transporte de la información codificada y empaquetada al otro terminal se lo realiza de idéntica forma como se lo realiza bajo la plataforma tecnológica de VoIP. Para el proceso de recepción y decodificación se realiza los pasos inversos obteniendo al final una señal de voz análoga de ser el caso.

### 2.4.1 RoIP a través del Integrador de comunicaciones.

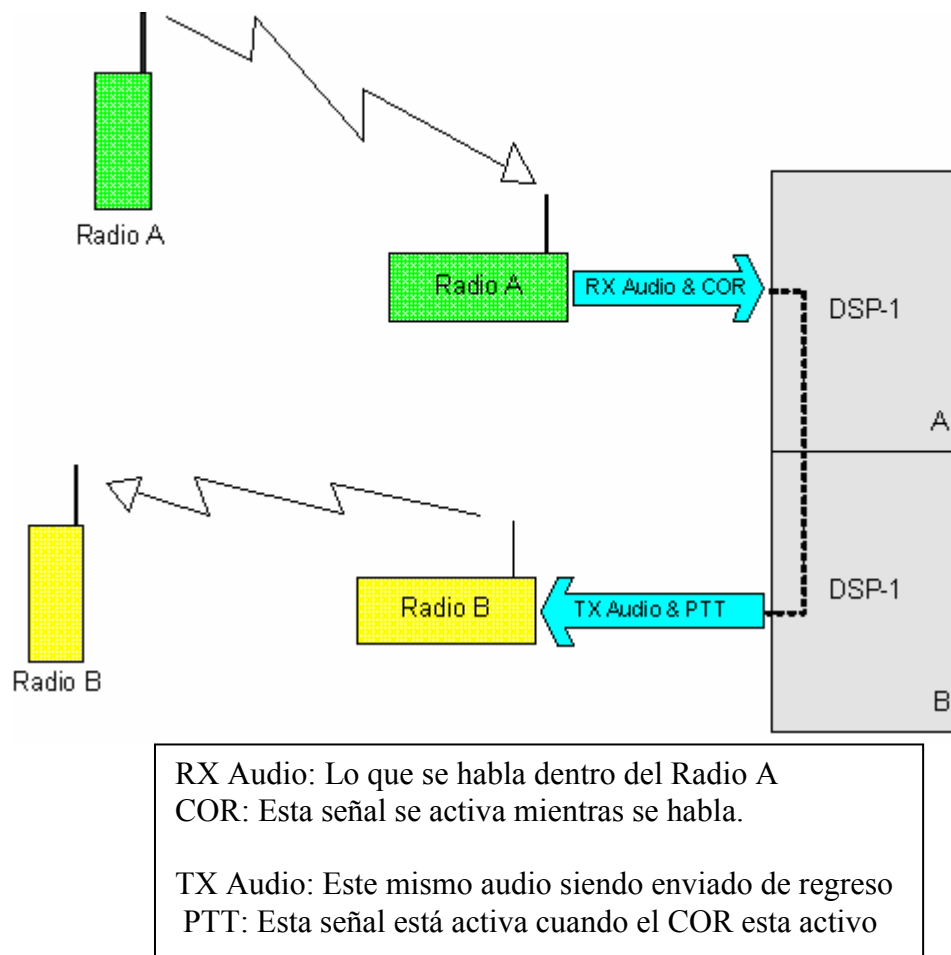
Uno de los objetivos es dar soluciones de integración e interoperabilidad de los medios de radio frecuencia de la FF.TT. y justamente la tecnología de Radio sobre IP, va a satisfacer el cumplimiento de este objetivo planteado.

A continuación se hará una descripción de lo que representa la radio sobre redes IP, su conceptualización y funcionamiento.

La radio sobre IP (RoIP) es una nueva tecnología desarrollada para reemplazar el enlace a través del espectro electromagnético que generaba redes de radio extensas, muchas veces incompatibles entre ellas o para reducir los excesivos costos que generaban los sistemas *phone pass* a través de líneas de la telefónica arrendadas. Adicionalmente a esto esta tecnología es desarrollada para alcanzar interoperabilidad de los medios y sistemas de comunicaciones, alcanzar Interoperabilidad de áreas Amplias (WAIS) y/o Interoperabilidad de áreas Locales (LIS).

La RoIP no es más que la transmisión de la señal de Radio a través de las Redes digitales (redes WAN, LAN, la Intranet, la Internet). RoIP usa redes de datos, a través de protocolos como el TCP/IP para transportar paquetes de voz hacia y desde sus

destinos. RoIP usa un formato modificado de la voz sobre IP (VoIP) que incluye todos los *bytes* de control que son exigidos para monitorear una radio remotamente (el audio de TX, el audio de RX, PTT, las COR y las partes de control simples figura 2.11



**Figura. 2.11. Parámetros para la TX y RX de radio.**

La tecnología de RoIP o radio sobre IP utiliza equipos basados en plataformas de codificación y decodificación digital, procesamiento digital de señales (DSP), Controladores de PTT (señal de autenticación válida que indica que una radio y/o cualquier otro dispositivo de comunicaciones esta transmitiendo o esta lista para transmitir) y COR (Una señal que indica que un radio y/o cualquier otro dispositivo de comunicaciones esta recibiendo una señal válida).

Estas señales propias de los sistemas de radio frecuencia son procesadas y combinadas (*switching*), a través de un módulo de DSP-2 a partir de este módulo y a través de un interfaz RS-232 se conecta a la red (WAN, LAN). Dentro de la red IP se produce un proceso de ruteo y direccionamiento hasta llegar a la dirección destino en donde se conecta con otra unidad DSP2, en donde se realiza un proceso de DECODE, obteniéndose la señal de audio para ser escuchada o retransmitida a través del espectro electromagnético de acuerdo a la necesidad, figura 2.12.

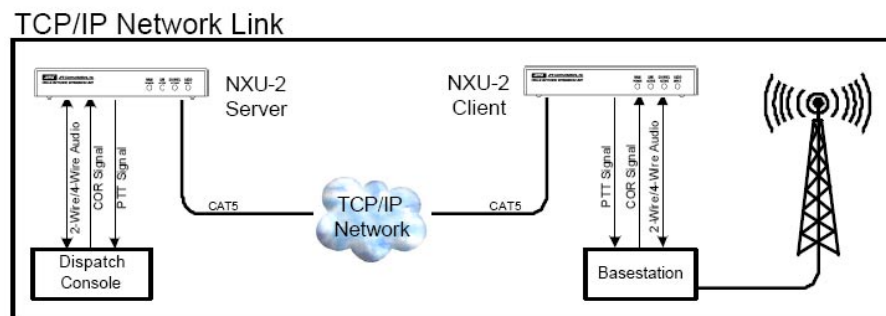


Figura 2.12. Proceso de transmisión RoIP entre dos módulos DSP's.

Para la aplicación de RoIP para extensiones de radio en sistemas de radio móviles, la señal emitida por las estaciones móviles se enlazan con una estación base, la señal de audio y los parámetros de PTT y COR recibidos por la estación base son procesados a través de un módulo de DSP. Posteriormente a través de un interfaz RS-232 las señales codificadas y empaquetadas son transmitidas a través de las Redes IP en donde se realizan el ruteo y direccionamiento respectivo figura 2.13

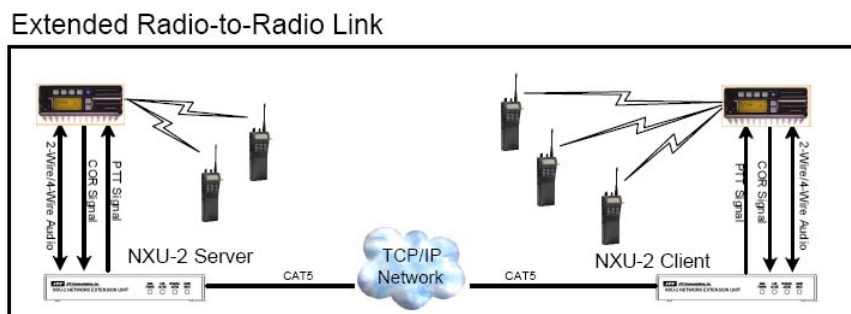


Figura 2.13. Enlace de Radio a Radio Extendida

Posteriormente la señal transmitida llega a otro módulo de DSP en donde se realiza el desempaquetamiento y decodificación de la señal para luego a través de interfaces se conecta las señales de los parámetros de PTT, COR y audio a la estación de radio base terminal y de esta se retransmite la señal a las estaciones móviles.

#### **2.4.1.1 El proceso de obtención.**

Es importante precisar que el empaquetamiento y desempaquetamiento de las señales de radio luego de ser codificadas y decodificadas respectivamente lo hace los módulos de DSP's del equipo de integración e interoperabilidad ACU-1000. El proceso de empaquetamiento de las señales de radio frecuencia, se lo conoce como paquetes de radio (PR).

#### **2.4.1.2 El Sistema de Interconexión Modular ACU-1000.**

“Este sistema de interconexión modular representa una solución para la interoperabilidad, interconexión y control entre diferentes sistemas y equipos de comunicación. Los componentes básicos son módulos de interconexión los cuales están diseñados para comunicarse con un sistema específico ya sea radio, línea telefónica, operador local, etc.”<sup>23</sup>

Los módulos de interfase convierten en señales digitales el tráfico de comunicación de audio y las señales necesarias para su control. Una de las ventajas de este sistema es que se realiza un control local de la interconexión de sistemas, esto se puede realizar con sistemas de radios fijas, portátiles y/o móviles bastando únicamente con que éstos pertenezcan a alguno de los canales interconectados a la ACU-1000.

#### **2.4.1.3 La Unidad de Extensión de Red NXU-2.**

“Es un módulo o puede ser un equipo periférico del sistema de interconexión modular ACU-1000, que permite la extensión de red para los equipos de radiocomunicación permanente de radio a radio a miles de kilómetros de distancia, utilizando tecnología VoIP.

---

<sup>23</sup> WAIS Controller Network Control Software for Wide Area Interoperability Systems, JPS Communications, Raleigh -U.S.A., November 2005 , Pg. 8-9.

El NXU-2 conecta equipo de comunicaciones a una red digital usando protocolo VoIP. Es una unidad autónoma que interconecta audio en Full Dúplex de un puerto RS-232 a una red de Ethernet.”<sup>24</sup>

Un par de NXU-2 puede formar un sistema que proporciona comunicaciones transparentes entre dos sistemas de radios. La unidad en cada extremo podrá ser el servidor (de donde sale la señal) o el cliente (donde se recibe la señal) según se convenga. El audio, el RS-232 y los bits de status parecen ser simplemente extendidos entre el servidor y el cliente.

Cualquier NXU-2 puede ser adaptado como servidor o cliente. La conexión RS-232 permite diferentes velocidades de transferencia entre el servidor y el cliente. Indicadores frontales en la pantalla de la unidad muestran el status del mismo. La configuración inicial se realiza a través del puerto serial, pero una vez operando cualquier navegador de red sirve para monitorear y cambiar los ajustes y diagnosticar el desempeño.

El NXU-2 provee varios ajustes de compresión para acomodar un amplio rango de aplicaciones que van desde voz, hasta señalización con tonos. Con el NUX-2 únicamente es necesario oprimir el PTT y se habla. No se requiere DTMF, ni señalización especial.

## **2.5 ROIP VS. VOIP COMO TECNOLOGÍAS QUE PERMITEN LA INTEROPERABILIDAD DE LOS SISTEMAS DE COMUNICACIÓN.**

Las aplicaciones de las plataformas tecnológicas de VoIP y RoIP se producen sobre la Internet, también pueden operar usando los protocolos de transporte diseñados para la Internet (TCP/IP, UDP, etcétera) en redes de área amplia, de área local y/o privadas. La VoIP es una aplicación utilizada especialmente en telefonía. Cuando un abonado llama a alguien por teléfono, se crea un circuito entre el mismo abonado y el receptor de la llamada en este momento se crea un circuito denominado dedicado únicamente mientras

---

<sup>24</sup> WAIS Controller Network Control Software for Wide Area Interoperability Systems, JPS Communications, Raleigh -U.S.A., November 2004, Pg.9.

dura la llamada. Esta operación se llama conmutación de circuitos para la operadora de telefonía.

La señal de voz se convierte en paquetes de datos semejantes a los de correo electrónico y se los envía sobre una red compartida. El uso de estos paquetes son los que cumplen las aplicaciones en VoIP aplicaciones como llamadas telefónicas para computadoras personales, por ejemplo. Para la aplicación de la radio sobre IP (RoIP) es similar excepto que en lugar de ser la comunicación vocal entre dos teléfonos o otros dispositivos que actúa de la misma manera que los teléfonos, la comunicación está entre una radio móvil y/o estación de radio fija con uno de estos dispositivos (computadora, el teléfono, el asistente personal digital de ordenador de mano, etcétera).

### **2.5.1 Las semejanzas.**

Cuando hablamos tanto de radio sobre IP como la voz sobre IP es conveniente reconocer que ambos necesitan el audio de un lado a otro entre las terminales y que ambos terminales necesitan mantener el control de la conversación.

El audio que existe en RoIP y VoIP es lo mismo. Ambas aplicaciones toman el audio de análogo lo convierten en paquetes, y también pueden comprimir esta información a veces para optimizar el ancho de banda. La tecnología que efectúa esta función es llamada CODEC (esto significa codificador decodificador).

### **2.5.2 Las diferencias.**

Las diferencias más importantes entre RoIP y VoIP se relacionan con el control. En la telefonía de VoIP, el control incluye parámetros como el tono de marcar, el tono de ocupado, el DTMF (los tonos usados para marcar los números) y otras actividades que se relacionan con controlar la llamada. Éstos están normalizados y pueden funcionar sobre una red controlada por interruptores.

En RoIP de radio, el control incluye parámetros como el presionar para hablar (*Push to Talk* o PTT), el cambio de canales para RX y TX, el escaneo de la señal de radiofrecuencia y apagado de la misma, el COR señal que indica que un radio esta

recibiendo una señal válida. Estos parámetros están normalizados, aunque algunos tonos para actividades comunes como PTT no son comunes entre los diferentes fabricantes de radio. Pero el control digital de algunas radios son reservados y no normalizados. RoIP va un nivel tecnológico más allá que VoIP, esto es porque como ya sabemos la VoIP utiliza el Internet o la Red para la transmisión de paquetes de audio codificada de punto a punto y ese es el único requisito el que acarree la voz (audio in, audio out), figura 2.14.

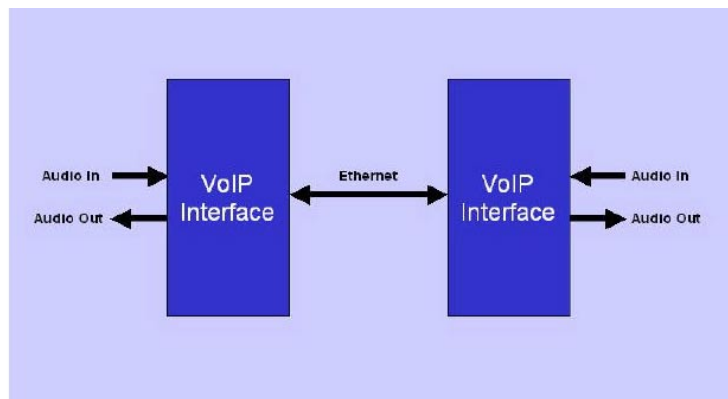


Figura. 2.14. Diagrama de Bloques de la VoIP

RoIP análogamente utiliza la misma plataforma tecnológica que VoIP para la transmisión punto a punto. Sin embargo es necesario considerar como ya se ha mencionado anteriormente algunos otros parámetros para TX y RX en radio figura 2.15.

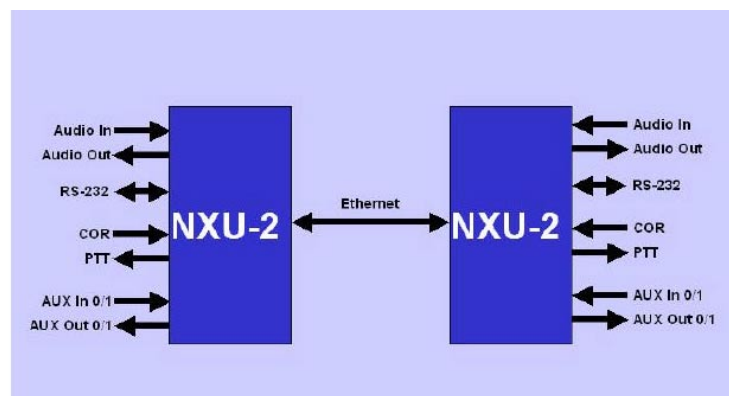


Figura 2.15. Diagrama de Bloques de la RoIP



Como se puede observar en las figuras anteriores (2.14 y 2.15) aunque los protocolos de transmisión sobre IP, su arquitectura sea similar, en inclusive el medio de transmisión para las dos tecnologías sea el mismo, sin embargo los parámetros de TX y RX de la señal de audio en los dos casos no son los mismos.

## 2.6 PROBLEMAS CON LA INTEGRACIÓN DE LAS COMUNICACIONES.

Según lo expuesto anteriormente, se ha hecho un análisis de los medios que dispone la FF.TT. los mismos que podrían ser integrados a un solo sistema de comunicaciones, manejando el concepto de interoperabilidad.

Adicionalmente hemos visto las plataformas tecnológicas (REDPR, PDS, la codificación de señales, el protocolo TCP/IP, las tecnologías de VoIP y RoIP) que permiten la integración de los sistemas de comunicaciones. Ha sido necesario el conocer sus estándares, arquitecturas, funcionamiento, características, etc.

Se ha definido que sistemas como los de radio frecuencia (trabajando en las bandas de HF, VHF, UHF), las redes de comunicación que dispone la FF.TT., la red de telefonía fija, móvil y satelital, pueden ser integradas a través del Equipo ACU-1000 y para cumplir extensión de red para los equipos de radiocomunicación militar permanente de radio a radio a miles de kilómetros de distancia, utilizando tecnología RoIP se emplea el equipo NXU-2.

Para el transporte de todo el procesamiento digital de señales obtenidas de la convergencia de tecnologías en el integrador, es necesario la utilización de una red de datos, que en el caso del Ejército, tiene como *back bone* la Red PDH del CC.FF.AA. y la Red de datos de la FF.TT. en sus diferentes fases. Y justamente de allí podrían surgir los principales problemas para la integración, esto debido que al realizar el *subneting* y direccionamiento pueden existir conflictos o presentarse colisiones dentro del transporte de los paquetes de información en las diferentes redes de datos. Por otro lado si las redes de Datos colapsaran, las redes de comunicaciones que estuvieran integradas también colapsarían.

---

La integración de los medios depende del funcionamiento, QoS, operatividad de los sistemas de comunicaciones (Redes de radiofrecuencia, redes de telefonía, red del MODE digital, etc.), por ello por sí solo el proceso de integración no es independiente.

El concepto de QoS dentro de la integración de los sistemas de comunicaciones es global para todo el funcionamiento del sistema y en particular para el funcionamiento de cada una de las redes a ser Integradas. El concepto de QoS fue utilizado por primera vez en la Recomendación E-800 de la UIT, en la que se define la “Calidad del servicio” (QoS) como “el efecto conjunto del rendimiento del servicio que determina el grado de satisfacción del usuario de dicho servicio”<sup>25</sup>.

---

<sup>25</sup> Revista de Telecomunicaciones N° 90, Señalización para QoS en redes IP, Manuel Moreno Martín, UPM, Madrid-España, mayo-2002

## **CAPITULO III**

### **LA INTEGRACION DE LOS SISTEMAS DE COMUNICACIONES BASADO EN EL SISTEMA DE INTEROPERABILIDAD DE AREA EXTENDIDA (WAIS).**

#### **3.1 CONCEPTOS BÁSICOS Y DEFINICIONES**

##### **3.1.1 Interoperabilidad.**

El concepto de interoperabilidad manejado para la integración de los medios de comunicaciones de la FF.TT. permite que sistemas de comunicaciones dispares existentes se interconecten unos con otros.

Por ejemplo, dentro de un sistema de interoperabilidad la Red de Mando de la 19-BS “Napo”, que opera con la radio fija Tadiran VRC-8000 en la banda de VHF en los 160 Mhz, puede comunicarse con una radio móvil Harris RF-500 Falcon que trabaja en la banda de HF en los 20 Mhz. Un usuario de la Red de Multiacceso en la Jefatura de Telemática de la FF.TT puede comunicarse con el centro de mensajes de la II-DE en donde se está operando con radios fijas Racal-931 en la banda de HF en una frecuencia de 15 Mhz. . Un usuario de la radio móvil Racal 4031 operando en la banda de HF en los 5 Mhz. con un usuario PSTN o SATCOM, etc. o cualquiera de estos usuarios pueden tener una conferencia juntos. Estos aparatos de comunicaciones dentro del léxico de los Sistemas de Integración son llamados CSAPs o Puntos de Acceso del Sistema de Comunicaciones (*Communications System Access Points*).

##### **3.1.2 CSAP.**

Representa el punto de acceso del sistema de comunicaciones. Es decir cualquier punto de entrada dentro del sistema de Interoperabilidad. Por ejemplo, una radio VHF

convencional, una radio transportable en HF, un grupo de conversación truncado de 800 MHz, un sistema de teléfono satelital, un teléfono móvil, un abonado de la Red de multiacceso u otro tipo de sistema de comunicaciones, figura 3.1.

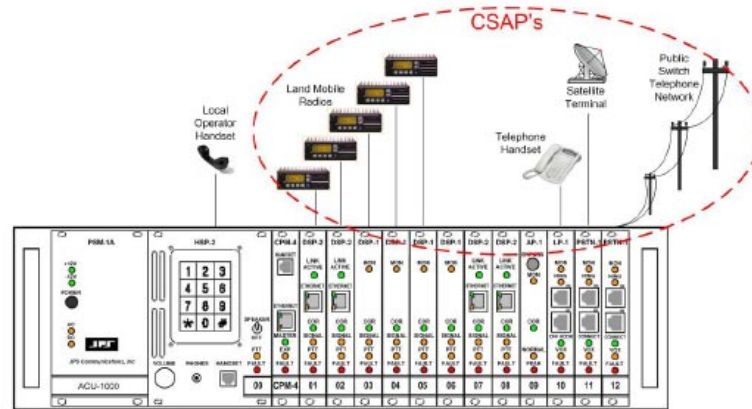


Figura. 3.1. Diagrama de un CSAP

### 3.1.3 Interoperabilidad de área Local (LIS).

“Se define como un sistema de Interoperabilidad que pretende brindar servicio a una sola región geográfica, política o en nuestro caso sectores de Responsabilidad”<sup>26</sup>. Los medios básicos para conectar los sistemas de comunicaciones a los que sirve un sistema LIS son los enlaces de audio de los sistemas de comunicaciones a integrarse, figura 3.2.



Figura. 3.2. Diagrama de un LIS con el ACU-1000

<sup>26</sup> Manual de Instalación y Operación del ACU-1000, JPS Communications, Introducción, Raleigh, NC-EE.UU., febrero-2005. Pg.2

El área cubierta por un sistema LIS individual circunscribe generalmente un sector de Responsabilidad de una unidad militar esta puede ser de un Batallón o una unidad menor que se encuentre en operaciones.

### 3.1.4 Interoperabilidad de área Amplia.

La necesidad de interoperabilidad surge generalmente cuando se presenta una emergencia o una situación en donde la fuerza operativa militar necesita actuar en forma inmediata y coordinada. La mayoría de las conexiones cruzadas, es decir la interoperabilidad entre dos medios diferentes, son requeridas entre las unidades CSAP ubicadas donde está ocurriendo la emergencia y/o la operación militar. Cuando están operando un conjunto de unidades LIS estamos hablando de un sistema WAIS (*Wide Area Interoperability System*).

El WAIS (Sistema de Interoperabilidad de Área Amplia), constituye un sistema de convergencia de sistemas de comunicaciones que usa una red basada en IP para proporcionar comunicaciones que permitan la interacción entre los sistemas de una red local y cualquier número de usuarios individuales, tales como los despachadores de sistema o de sistemas de radio asilados, figura 3.3.

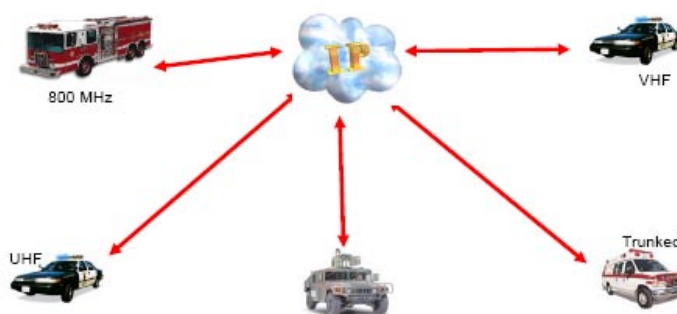


Figura 3.3 Interoperabilidad a través de un WAIS

Para la FF.TT. el sistema WAIS constituye la Interoperabilidad que se logra a través de las unidades que cubren sectores de responsabilidad a nivel de Brigadas y mayores. Además en donde existe la interoperabilidad de diversos medios tanto alámbricos como inalámbricos. Para lograr la Interoperabilidad de Area Amplia para

la FF.TT. es necesario que las unidades que la usen, dentro de sus planes de operativos, de acción y/o contingencia consideren el uso de dos o más sistemas y medios de comunicaciones. Estos, operando bajo diferentes plataformas tecnológicas por ejemplo, el uso del teléfono Alcatel a través del Sistema Multiacceso desde la Dirección de Operaciones de la FF.TT. en comunicación con la radio VRC-8000 operando en la banda de VHF en el puesto de mando de la 19-BS.

### 3.2 UN SISTEMA WAIS SIMPLE

El sistema WAIS para la FF.TT. será diseñado de acuerdo a los estándares y parámetros establecidos para la unidad integradora de sistemas y medios de comunicaciones ACU-1000, equipo mediante el cual podemos desarrollar las operaciones de integración de los medios y equipos de comunicaciones.

La unidad ACU-1000 es la clave de la solución de interoperabilidad de los sistemas de comunicaciones, de manera que una comprensión de su funcionamiento ayuda a tener un mejor entendimiento del Sistema. Consiste de un chasis con cierto número de módulos insertables. Los módulos que son esencialmente para cada chasis residen al lado izquierdo del ACU-1000. El módulo PSM-1A (módulo de poder) es la fuente de energía de la unidad. El módulo HSP permite la configuración local y el control y brinda alojamiento a la circuitería de manejo de voz de la unidad. El módulo CPM controla la unidad y envía los mensajes de estado al Controlador WAIS y acepta las señales de comando que vienen de él.

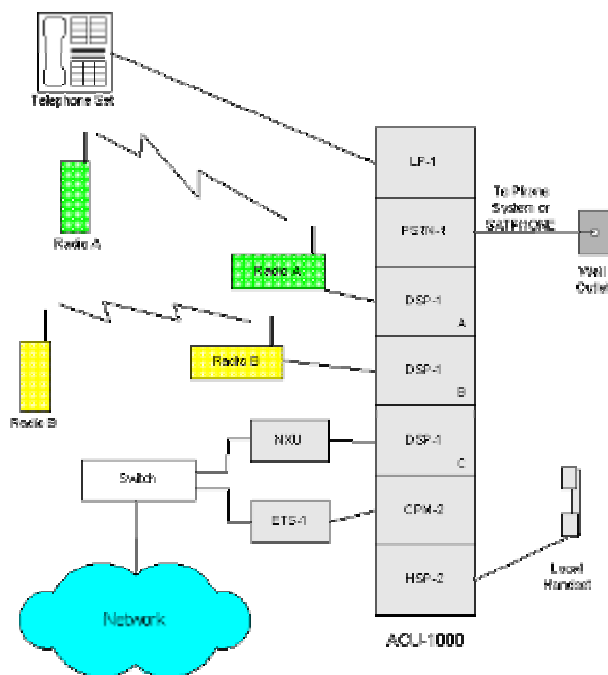
El resto de la unidad está ocupada por un sin número de módulos de interfase que pueden ser hasta 12. Estos módulos interconectan la unidad con varios CSAPs, del sistema de interoperabilidad Local o proporcionan más vías de conversación de red al sistema WAIS.

Diferentes módulos pueden ser instalados, dependiendo del tipo de unidad CSAP que esta siendo conectada. Los dos módulos principales son el módulo DSP, que hace de interfase de los sistemas de radio y el módulo PSTN que hace interfase con las vías de líneas telefónicas y la mayoría de los teléfonos satelitales o celulares. Otro módulo que

---

puede ser usado es el LP-1(teléfono local); éste permite que un aparato telefónico estándar sea conectado con el ACU-1000 de manera que un usuario cercano pueda comunicarse con el resto del sistema. Cada módulo de interfase toma las señales de audio y control de su unidad CSAP y las convierte en señales que pueden ser entendidas por el resto del sistema. En la figura 3.4, se ilustra las capacidades de comunicaciones de los módulos que pueden instalarse en la unidad ACU-1000. (No se muestra el Módulo PSM-1 de Fuente Energía).

- “Módulo HSP-2 El auricular y el parlante sobre este módulo permiten a un operador local comunicarse con otros usuarios del sistema. Por ejemplo, si el módulo HSP-2 está interconectado con el modulo DSP-1 “A”, la persona que sostiene el auricular podría conversar con aquella que este operando la radio portátil etiquetada como “Radio A”.
- Módulo CPM-2 El módulo de control recibe los comandos de control desde el Controlador de WAIS puede estar corriendo el programa desde una computadora ubicada en cualquier lugar que disponga de una conexión a la red. Las órdenes del Controlador WAIS viajan a través de la red digital y son traducidos por el módulo ETS-1 (convertidor Ethernet a Serial) antes de ser pasadas al CPM. Los mensajes de estado son enviados en la dirección contraria.



**Figura.3.4 Módulos Enchufables en la Unidad ACU-1000**

- **Módulo DSP-1.** Este módulo interconecta las radios y otros dispositivos de cuatro-hilos a la unidad ACU-1000. Cuando se usa en conjunto con una unidad NXU-2, crea un VoIP con la red digital. Los módulos DSP-1 etiquetados “A” y “B” están haciendo de interfase para interconectar las radios con el sistema, mientras el módulo con etiqueta “C” es conectado a la red mediante un aparato NXU-2. El NXU significa “*Network Extensión Unit*” o Unidad de Extensión de Red. Cada módulo DSP puede crear sea una interfase de radio o un canal de conversación para la red, pero no ambos al mismo tiempo.
- **Módulo PSTN-1.** Interconecta la unidad ACU-1000 a los teléfonos o sistemas satelitales.
- **Módulo LP-1.** El LP-1 permite que un teléfono normal sea conectado al sistema usando un cable telefónico estándar.<sup>27</sup>

<sup>27</sup> Controlador WAIS, Software de Control de Red, JPS Communications, Introducción, Raleigh-EE.UU., Feb.2005, Pg.2-4



Es importante notar la diferencia entre los módulos LP-1 y PSTN-1. Mientras el LP-1 se interconecta con un teléfono normal, el PSTN-1 lo hace con un sistema completo. Ambos utilizan un cable telefónico estándar con conectores RJ-11. El cable telefónico del LP-1 es enchufado dentro del aparato telefónico, mientras que el cable telefónico del PSTN-1 se enchufa dentro de la toma de teléfono de la pared. El módulo PSTN también puede ser usado para conectar una variedad de teléfonos satelitales y celulares.

Las radios, unidades NXU-2, consolas de audio y equipos similares son dispositivos de cuatro hilos que se conectan a la unidad ACU-1000 mediante los módulos DSP. Los teléfonos celulares y los aparatos telefónicos son dispositivos de dos hilos que se conectan con la unidad ACU-1000 mediante los módulos LP-1 (aparatos telefónicos) o PSTN-1 (todos los otros aparatos de dos hilos).

### **3.2.1 Un dispositivo de cuatro-hilos.**

Es aquel que tiene líneas separadas para transmitir y recibir señales de audio. Un par Transmitir (TX) y un par para Recibir (RX), totalizando cuatro hilos.

### **3.2.2 Un dispositivo de dos-hilos.**

Es aquel que porta ambas señales que se transmiten y reciben en el mismo par de hilos.

### **3.2.3 Interoperabilidad con los módulos CPM-4 y DSP-2**

Los módulos CPM-4 y DSP-2 son la nueva versión de módulos con interfase de red incorporada. Para los propósitos de este trabajo y la operación del Controlador WAIS, el módulo CPM-4 es lo mismo que tener una combinación de los módulos CPM-2/ETS-1. El ETS-1 es un convertidor Ethernet a interfase serial, es un dispositivo que hace de interfase entre el módulo CPM-2 de una unidad ACU-1000 con una red basada en IP. El módulo DSP-2 es lo mismo que una combinación de DSP-1/NXU-2. La figura 3.5 muestra cómo el sistema indicado en la figura 3.4 aparecería con los Módulos DSP-2 y CPM-4.

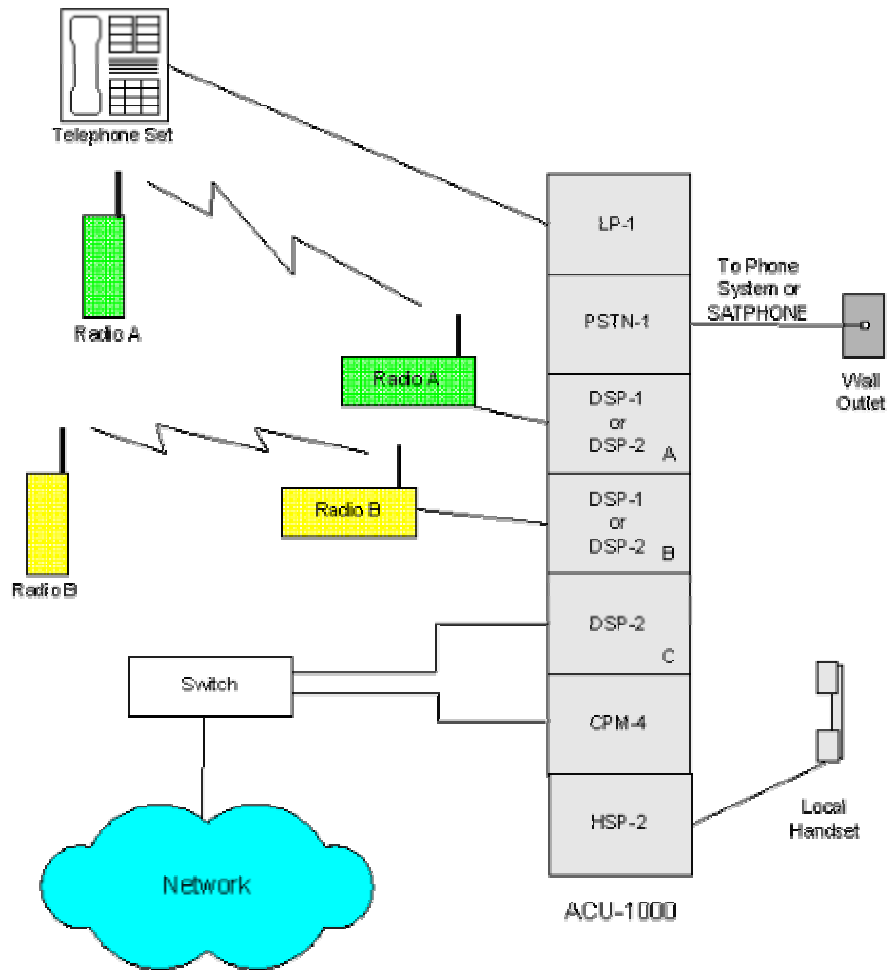


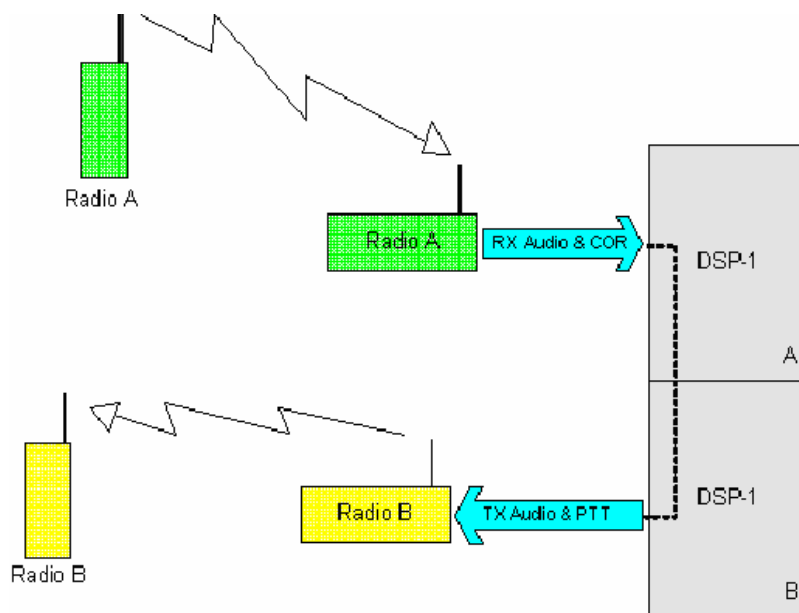
Figura. 3.5 ACU-1000 con módulos CPM-4 y DSP-2

### 3.3 CONEXIONES Y CONTROL DE OPERACIONES EN UN SISTEMA WAIS.

#### 3.3.1 Explicación Básica de Conexión Cruzada o *Cross Connection*.

Cuando un operador usa el Controlador WAIS para establecer conexiones cruzadas entre dos CSAPs en un sistema LIS, un comando es entregado al módulo CPM de la unidad ACU-1000 CPM de ese LIS. El comando instruye al CPM para conectar juntos los módulos de interfase apropiados como se muestra en la figura a continuación. La Figura 3.6 muestra dos tipos diferentes de radios conectados juntos. Normalmente un radio Tipo A se puede comunicar con cualquier otro radio de Tipo A que está dentro de “su rango”, pero las señales de los radios Tipo A son completamente ignoradas por los radios de Tipo B, y viceversa. Los módulos DSP de la unidad ACU-1000 toman las señales de audio y control de la radio Tipo A, traducen las señales de control en

aquellas que requiere el radio Tipo B y las envía hacia el radio Tipo B junto con el audio.



RX Audio: Lo que se habla dentro del Radio A

COR: Esta señal está activa mientras se habla

TX Audio: Este mismo audio siendo enviado de regreso

PTT: Esta señal está activa cuando COR está activo

**Figura. 3.6. Conexiones Cruzadas Usando el ACU-1000**

- **COR:** Una señal que indica cuando un radio (o cualquier otro aparato de comunicaciones) está recibiendo una señal válida.
- **PTT:** Una señal que indica que un radio (o cualquier otro aparato de comunicaciones) que una señal válida está siendo enviada para ser transmitida.
- **Full Duplex:** Sistema de Usuarios que pueden hablar y escuchar simultáneamente con otras partes de la conexión cruzada.
- **Simplex o Half Duplex:** Solamente un usuario del sistema puede ser escuchado a la vez. Este escenario puede ser un poco más complejo para algunos dispositivos de comunicaciones diferentes de los radios, pero el trabajo de la unidad ACU-1000 es el mismo: tomar las señales de audio y control que ingresan desde un medio de comunicaciones, traducir estas

señales a las señales apropiadas de salida para el otro medio de comunicaciones y enviar de salida estas señales junto con el audio original que fue recibido.

### 3.3.2 Conexiones Cruzadas Múltiples.

Adicionalmente el ACU-1000 no está limitado a conversaciones de uno a uno. Conexiones cruzadas pueden establecerse para crear una gran conferencia con múltiples usuarios. Esto podría incluir varios sistemas de radios diferentes, una persona que llama sobre una línea de teléfono, un usuario de teléfono satelital y un operador del sistema usando la consola de despacho. Todos estos diferentes usuarios serán capaces de conversar unos con otros.

Estas conexiones cruzadas pueden tener lugar sea a nivel local (hasta 8 conversaciones simultáneas de dos vías dentro de cualquier unidad ACU-1000) o sobre una red de área amplia (donde la única limitación es en la práctica, cuánta gente puede enlazarse dentro de una conversación efectiva al mismo tiempo).

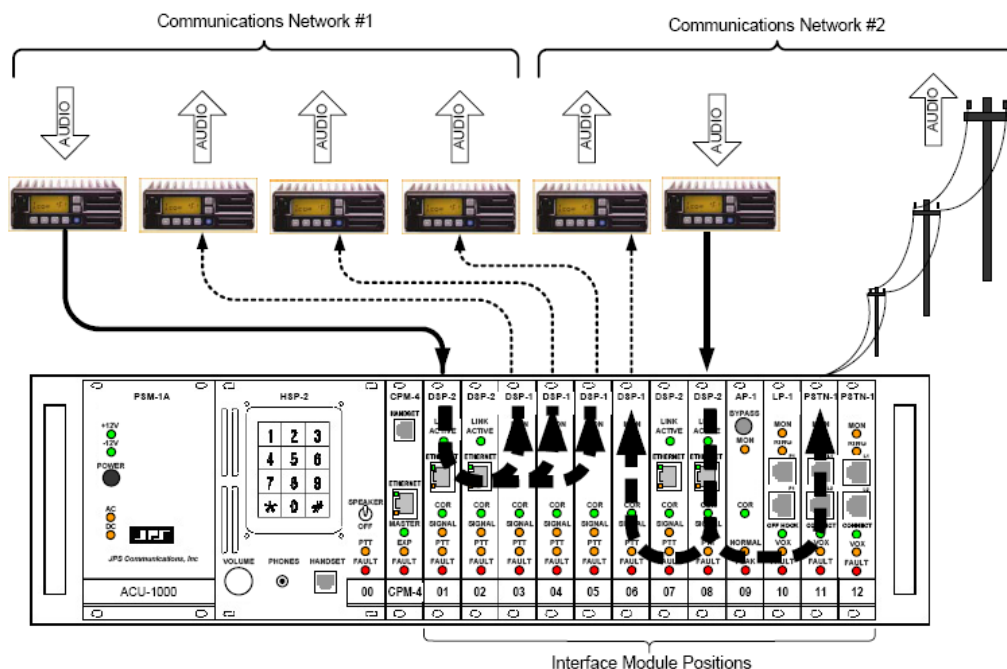


Figura. 3.7. Diagrama de conexiones Cruzadas Múltiples

### 3.3.2.1 Monitoreo de Conexiones.

Cualquier módulo ACU-1000 puede ser configurado para monitorear cualquier otro módulo en esa unidad ACU-1000. Cuando el módulo A monitorea el módulo B, escucha cualquier audio que ingresa en el módulo B desde una fuente externa. Sin embargo, el módulo A no envía nada de audio al módulo B o de otra manera afecta su operación.

### 3.3.3 Definiciones de conexión Cruzada Amplia y Local <sup>28</sup>

Por simplicidad y claridad, diferentes términos serán usados para definir las conexiones cruzadas que tienen lugar:

- Completamente dentro del ACU-1000, estas conexiones cruzadas serán llamadas Grupos Locales o *local groups*.
- Dentro de más de una unidad ACU-1000, por lo tanto usando una red o LAN estas conexiones cruzadas serán denominadas Grupos de Red o *network groups*. Estas redes pueden incluir conexiones locales (*local groups*) que son conectadas juntas sobre la red.

Existen dos tipos de grupos en un sistema WAIS que los veremos a continuación:

#### 3.3.3.1 Grupo Local - *Local Group*.

Cualquier conexión cruzada que tiene lugar enteramente dentro de una sola unidad ACU-1000 y no involucra ningún módulo de otro sistema LIS, ni despachador WAIS, o ningún otro componente de un sistema de área amplia. Figura 3.8.

---

<sup>28</sup> Controlador WAIS, Software de Control de Red , JPS Communications, Raleigh-EE.UU., Febrero-2005, Pg 7-9

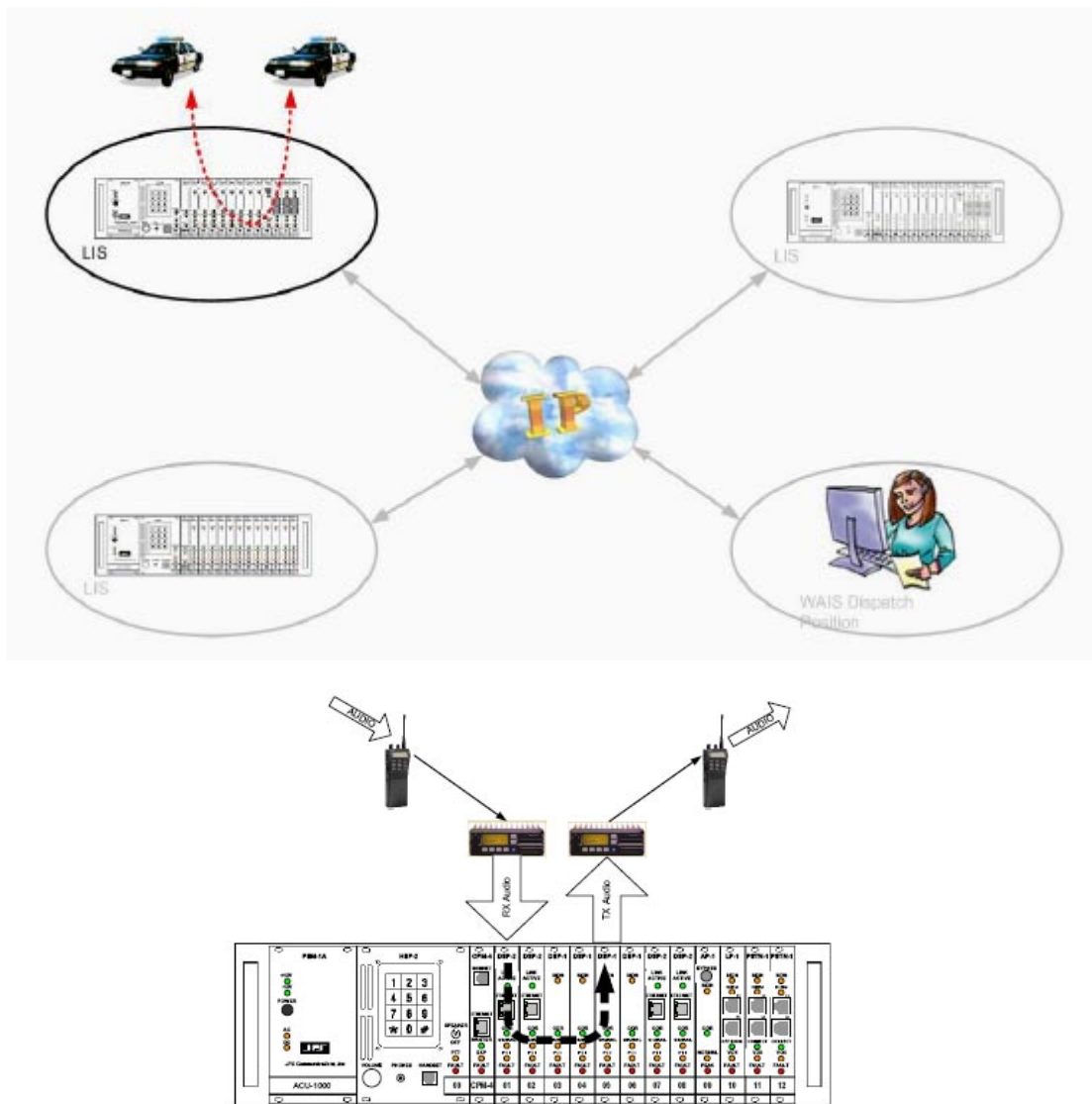


Figura 3.8 Vista pictórica del Grupo de conversación Local

**3.3.3.2 Grupo de Red - *Network Group*:** Cualquier conexión cruzada que involucra más de una unidad ACU-1000, o involucra una Posición de Despacho WAIS u otro componente del sistema que puede estar temporalmente conectado sobre una red basada en IP, figura 3.9.

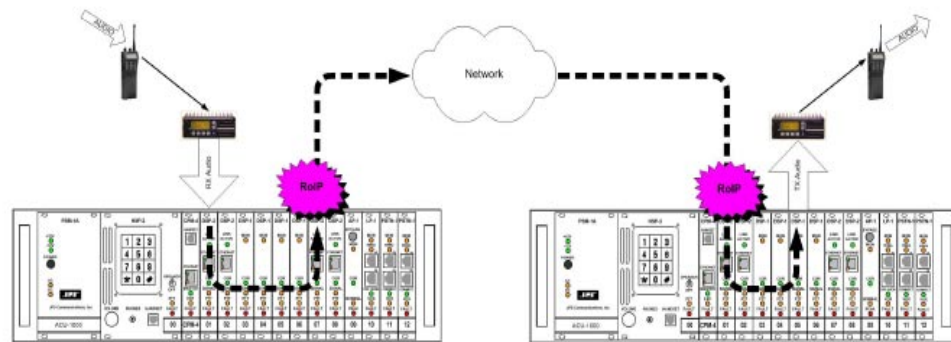
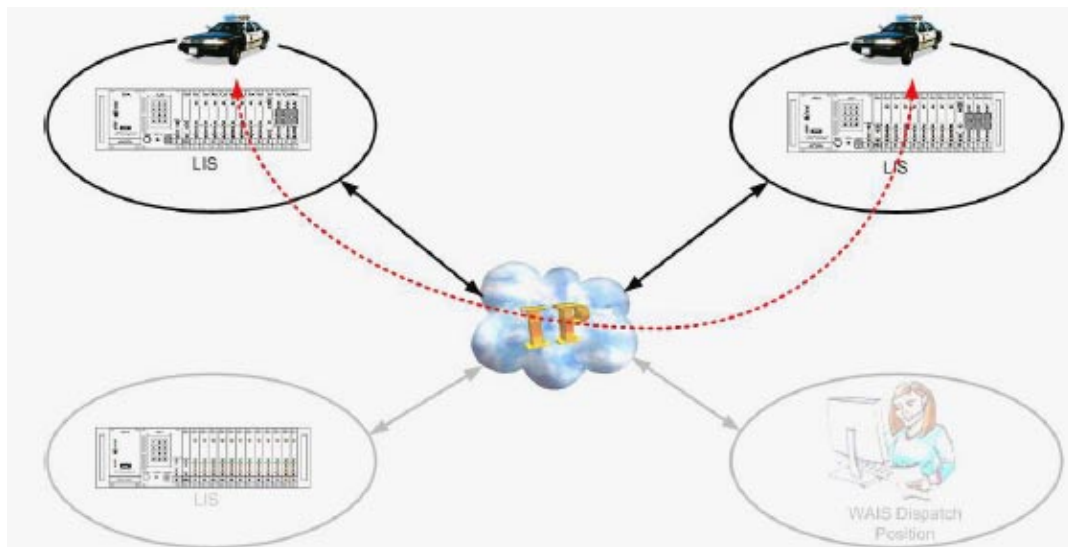


Figura. 3.9. Diagrama de Conexiones de un Grupo en Red

### 3.3.4 Controlando las Conexiones Cruzadas (*Cross- Connection*)

Esta sección proporciona las explicaciones y ejemplos paso a paso del procedimiento que el operador del Controlador WAIS Lisa para crear una conexión cruzada básica entre los CSAPs del sistema y como estas conexiones cruzadas son representadas en las diferentes vistas de pantalla del Controlador WAIS. Se incluyen las conexiones cruzadas que involucran el (los) enlace(s) de audio del operador del Controlador WAIS.

#### 3.3.4.1 Conexiones Cruzadas Locales (*Grupos Locales o Local Groups*).

Para realizar las respectivas construcción de conexiones tanto de área local como de área amplia, seguir con los procedimientos (pasos), necesarios para ejecutar las mismas. Estos pasos, junto con la forma en que reacciona el Controlador WAIS, son

ilustrados en las figuras que siguen a continuación. La figura 3.10 muestra el Controlador WAIS cuando el cursor está colocado sobre el símbolo “+” de County EMS “+”, justo antes que el botón izquierdo del ratón sea presionado (click). Fíjese que en cualquier momento el cursor se pone sobre cualquier parte de la pantalla y al hacer click con el botón izquierdo del ratón se produciría una acción la misma que es listada en el Area de mensajes en la parte inferior de la pantalla.



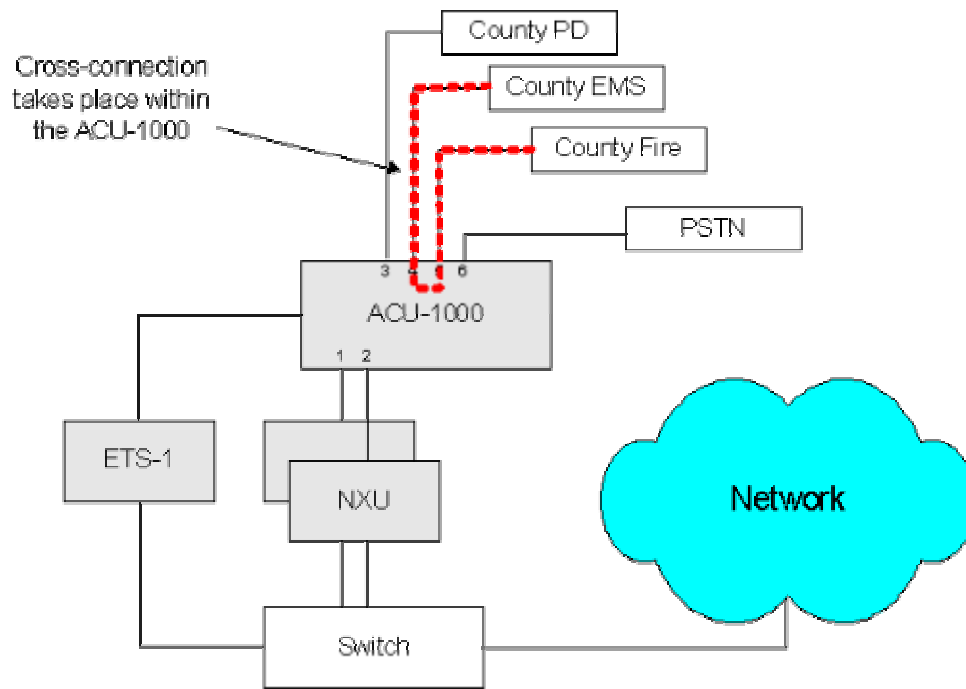
**Figura 3.10 Inicio de una conexión cruzada Local – Paso1**

Se asume que el sistema de emergencia del Condado Orange (*Orange County EMS*) ha respondido a una llamada de emergencia y se ha alertado al Operador WAIS que ellos necesitan ser conectados con el CSAP de los Bomberos del Condado. Para crear la conexión cruzada entre estos dos CSAPs, estos pasos rápidos son todo lo que se requiere:

- Click sobre el símbolo “+” a la izquierda de *County EMS*
- Click sobre el símbolo “+” a la izquierda de *County Fire*
- Click sobre el botón *CONNECT*.

La conexión cruzada ocurre al interior del ACU-1000





**Figura. 3.11. Diagrama de Bloques de la Conexión Cruzada Local**

La figura 3.11 ilustra la conexión cruzada local que está teniendo lugar para las operaciones del Controlador WAIS que están siendo descritas en esta sección. La conexión cruzada es necesaria puesto que el sistema de radio de los bomberos del Condado (*County FIRE*) es un tipo diferente del sistema de radio de emergencia (*County EMS*), así que los Bomberos no pueden hablar directamente con el personal médico de emergencias (EMS).

La conexión cruzada enlaza juntos los dos sistemas de radio (o, más probablemente, un canal táctico especial de cada sistema que ha sido diseñado o fijado exclusivamente de forma separada para conseguir aplicaciones funcionando en interoperabilidad).



Figura. 3.12. Paso 2 de Conexión Cruzada

Arriba(figura 3.12): Justo antes que el botón de ratón sea presionado (click) para agregar “County Fire” al Constructor de Conexiones (*Connection Builder*) tal como se explica en el Área de Mensajes “*Mouse-over*” cuando el ratón está sobre algo. “County EMS” ya ha sido colocada allí. Abajo (figura 3.13): El click de ratón sobre el botón *CONNECT* (conectar) creará la conexión cruzada.



Figura. 3.13. Paso 3 de conexión Cruzada Local

### 3.3.4.2 Conexiones de Área Amplia (Grupos de Red o *Network Groups*)

Para crear conexiones de área amplia que crucen la red digital, éstas se consiguen usando los mismos procedimientos que fueron usados para hacer las conexiones cruzadas locales.

Simplemente se debe poner todos los CSAPs deseados en el Constructor de Conexiones (*Connection Builder*) y se debe hacer click sobre el botón *CONNECT* (conectar). El Controlador WAIS automáticamente busca los módulos de red para cada sistema local y establece todas las conexiones cruzadas locales necesarias.

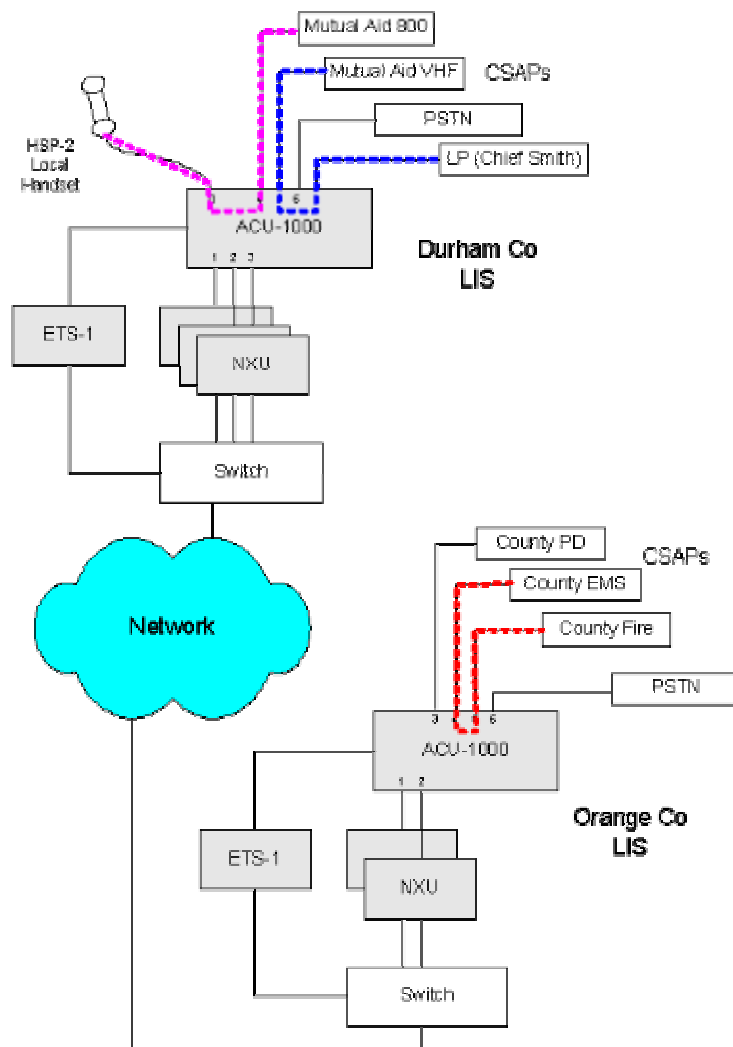


Figura. 3.14. Diagrama de Bloques, Múltiples Grupos Locales

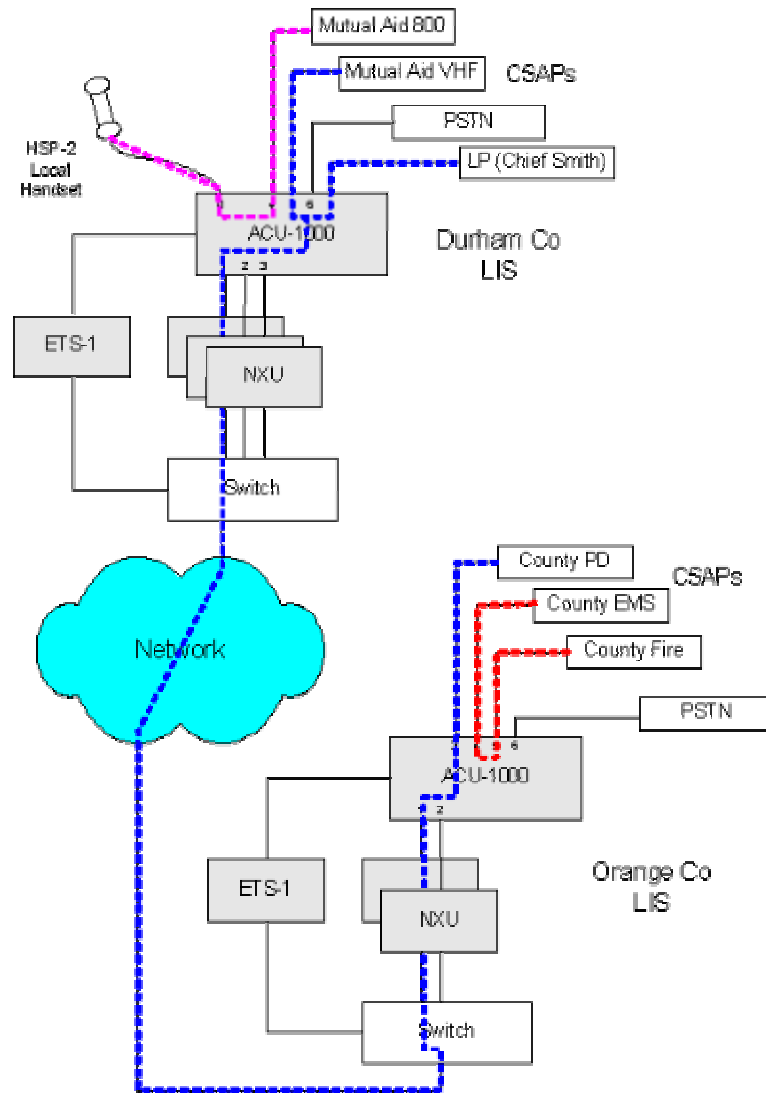


Figura 3.15 Diagrama de Bloques. Ejemplo de Red de Área Amplia

La Figura 3.15 presenta la configuración del sistema luego de la conexión de área amplia descrita en las siguientes páginas está completa, con el CSAP de Policía (*County PD*) de *Orange County LIS* conectado cruzado al Grupo Local existente de *Durham County*.

### 3.3.4.3 Conexiones para Monitoreo

Dentro de cualquier ACU- 1000, cualquiera de los módulos puede ser configurado para monitorear a cualquiera de los otros módulos. Una Conexión de Monitoreo difiere de una conexión cruzada en que el módulo de monitoreo escucha el audio de entrada de todos los módulos que está monitoreando, pero no envía nada de audio a

estos módulos. Si los módulos A, B y C están conectados cruzados, cualquier cosa que se diga en el módulo B es escuchada por los módulos A y C y nada de lo que se diga en el módulo C es escuchado en los módulos A y B. Si el módulo A está en su lugar monitoreando los módulos B y C, el audio que ingresa al módulo A no es escuchado por los módulos B y C y el audio de entrada de los módulos B o C es escuchado solamente por el módulo A. Todas las Conexiones para Monitoreo son conexiones locales (dentro de un ACU-1000) de manera que ellas son siempre hechas en la Vista Local, figura 3.16.



Figura. 3.16. Ingresando a la Vista Local

Arriba (figura 3.16): Existen dos maneras de cambiar en el Controlador WAIS de la Pantalla de Vista General (*Overview*) a la de Vista Local para cualquier componente particular del sistema ( en este ejemplo el Sistema LIS del Condado Wake o *Wake County LIS*):

- Click sobre la entrada *Wake County* en la Lista de Sitios (*Site List*).
- Click sobre el icono ACU de la entrada *Wake County* en la pantalla de Vista General (*Overview*).

Mientras está en *Overview*, el hacer click sobre el botón Local o presionar la tecla Escape del teclado regresará el Controlador WAIS a la Vista Local de cualquier sitio que fuera desplegado al último.

### 3.3.5 Concentrador de red NXU (*Network Hub*)

#### 3.3.5.1 Descripción General del Concentrador de Red NXU (*Network Hub*)

El Concentrador de Red NXU (*Network Hub*) es un sistema ACU-1000 cuyos módulos de interfase son todos módulos DSP y todos están dedicados como vías de conversación de red o *network talkpaths* (NXM). Cualquier número de Concentradores de Red NXU (*Network Hubs*) pueden ser incorporados dentro de un sistema WAIS. Estos concentradores (*hub*) proporcionan vías (la conexión cruzada de red siempre y donde sean necesarias (por ejemplo si una amenaza importante demanda los recursos de un pequeño sistema LIS).

Si un sistema LIS necesita una conexión cruzada con los CSAPs que residen en un sin número de otros sistemas locales, este sistema LIS puede usar un Concentrador de Red NXU (*Network Hub*), dedicando así solamente una de sus vías de comunicación de red (NXMs) a la tarea y reservando las otras para otros propósitos. Si un sistema LIS tiene solamente un NXM, el concentrador (*Hub*) puede ser requerido para implementar una conexión cruzada que contenga más de dos miembros (como la figura a continuación).

Cuando el Concentrador de Red NXU (*Network Hub*) es utilizado, solamente una conexión simple de red es requerida para cada uno de los Sistemas de interoperabilidad Local (*Local Interoperability Systems - LIS*) que contienen cualquiera de los CSAPs que hacen posible la conexión múltiple de CSAP.

Todas las conexiones cruzadas que ocurren entre un sistema LIS y otro tienen lugar en la red en el Concentrador de Red NXU (*Network Hub*). Sin estos concentradores (*Hubs*), algunos de los sistemas locales tendrían que usar más de uno de sus NXMs. El uso de un Concentrador de Red NXU (*Network Hub*) es obviamente crítico si un LIS tiene solamente un solo NXM.

En la Figura 3.17 y la Figura 3.18, se representa un sistema WAIS que consiste de cuatro Sistemas de Interoperabilidad Local (*Local Interoperability Systems - LIS*) y cada uno de ellos tiene solamente un solo NXM. En la Figura 3.17, una conexión cruzada es mostrada, la misma que conecta un CSAP (o múltiples CSAPs) en el sistema LIS #2 con un CSAP (o CSAPs) en el sistema LIS #3. Hasta que este grupo de red (*network group*) sea disuelto, ninguna otra conexión de área amplia puede establecerse sea por el LIS #2 o el LIS #3. Esto se debe a que todas las vías de conversación de la red son interfases de uno a uno (es decir, que cualquiera de las conexiones NXU se enlaza con otra conexión NXU, pero nunca con más de una), y cada uno de los NXMs únicos de los sistemas locales está ocupado.

Si el Concentrador de Red NXU (*Network Hub*) es utilizado, las vías de conversación de la red son conectadas cruzadas dentro del mismo concentrador (*hub*), permitiendo la conexión de CSAPs adicionales desde todo el sistema. En la Figura 3.18, las conexiones a ambos Sistemas locales restantes han sido agregados al grupo de red inicial. Note que todavía existen suficientes recursos para agregar otras vías de conversación en la red (tales como el NXU-2 de la Posición de Despacho de WAIS). Los Concentradores de Red NXU (*Network Hubs*) pueden ser instalados en cualquier parte sobre la red donde esté disponible el suficiente ancho de banda.

“El uso de Concentradores de Red NXU (*Network hubs*) tiene una desventaja: hay cierto retardo asociado con el salto de red o “*network hop*” entre la entrada de audio de una unidad NXU y la salida de audio de la unidad NXU Interconectada al otro lado de la red. Note que cuando el Concentrador de Red NXU es utilizado, existen dos “*network hops*” en lugar de uno solo”<sup>29</sup>.

---

<sup>29</sup> Manual de Instalación y Operación del ACU-1000, Raleigh, NC-EE.UU., febrero-2005. Pg.38-41

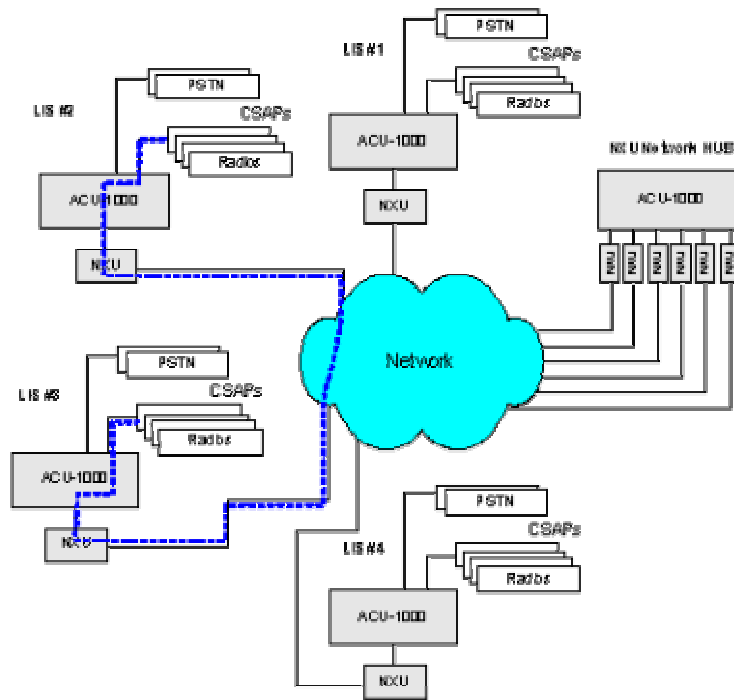


Figura. 3.17. Conexión Cruzada sin Concentrador de Red NXU (*Network Hub*).

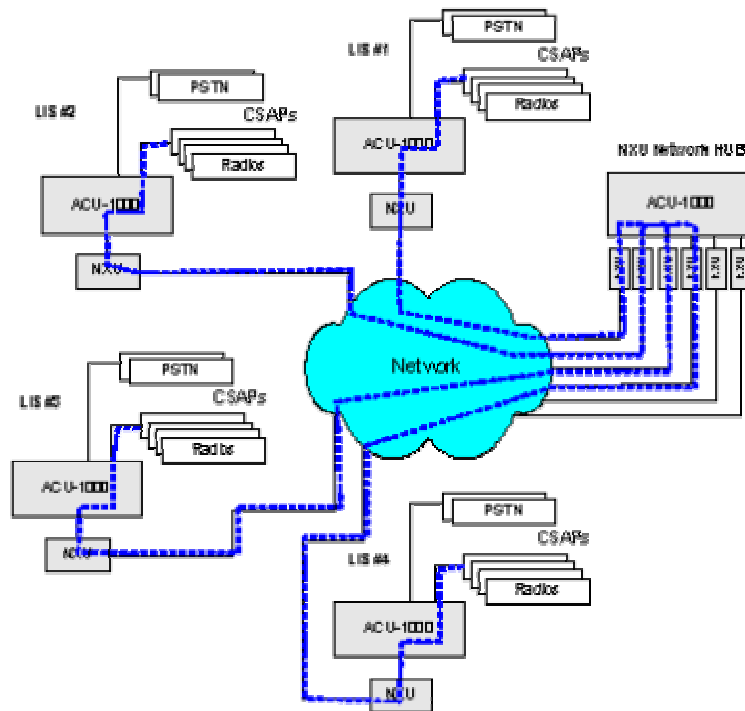


Figure. 3.18. Conexión cruzada (*Cross-Connection*) usando Concentrador de Red NXU (*Network Hub*).



### 3.3.6 Conexiones de Teléfono.

Cualquier conexión cruzada que involucra un modulo PSTN-1 (que puede hacer una llamada a un sistema telefónico, teléfono celular o teléfono satelital) es iniciada usando el mismo procedimiento de los otros módulos. Una vez que es presionado el botón *CONNECT*, el cuadro de diálogo PSTN-1 Dial (discado en PSTN-1) es desplegado de manera que el número del teléfono puede ser introducido (como se muestra) o traído desde una agenda telefónica (*phone book*), figura 3.19. Si el número que está siendo marcado está ocupado o si no se presenta ningún tono, se mostrará un mensaje.



Figura 3.19 Cuadro de Dialogo PSTN-1 Dial

El cuadro de Diálogo de marcado PSTN Dial aparece cuando el operador inicia una conexión con un módulo PSTN desocupado. El propósito del diálogo es instruir al modulo PSTN el número a llamar en cual de sus dos línea. La línea 1 (*Line 1*) es la configurada por defecto, así que a menos que la Línea 2 (*Line 2*) sea deseada, el operador simplemente comenzará e ingresando el número cuando el cuadro de diálogo aparezca y luego presionando *Enter*, lo cual iniciará el intento de marcar el número en la Línea 1. El usuario también puede seleccionar un número para llamar desde una agenda telefónica o *phone book* del sitio; cada sitio ACU-1000 tiene su propia agenda telefónica.

### 3.3.7 Procedimiento para Cortar las conexiones.

Hasta este punto se han descrito varias maneras de crear conexiones cruzadas, esta sección explica cómo cortarlas. Existen dos métodos principales para cortar las conexiones:

- Se debe poner el cursor sobre la conexión a cortar y haga click con el botón derecho del ratón.
- Se debe cambiar el botón de modo de conexión “*Connection Mode*” de *Connect* (“+”, verde) a *Disconnect* (“-”, rojo) y coloque el cursor sobre el módulo (o grupo) que desea desconectar y haga click con el botón izquierdo del ratón. Este método puede ser usado con pantallas sensibles al tacto.

Por razones de simplicidad, a lo largo de este capítulo, el término “hacer click con el botón derecho o “click-derecho” será usado para describir el procedimiento de desconexión, en todas las veces que se indique un click izquierdo o tocar la pantalla sensible al tacto con el botón de modo de conexión “*connection Alude*” colocado sobre “-“se tendrá el mismo efecto. La figura 3.20 muestra el método de Vista Local.



Figura. 3.20. Cortar conexiones en la Vista Local

Es necesario establecer que el botón de modo de conexión (*Connection Mode*) cambia entre los Modos *Connect* (conectado) y *Disconnect* (desconectado). (El Modo *Disconnect* es innecesario si se usa el click derecho para cortar las conexiones).

### 3.4 INSTALACIÓN DE UN SISTEMA WAIS.

En esta sección se expondrá sobre los procedimientos para la instalación y configuración del sistema de Integrador a utilizarse en los medios de comunicaciones de la FF.TT.

Antes que el Controlador WAIS puede ser usado, cada uno de los elementos del sistema deben ser configurados y conectados apropiadamente a la red. La(s) dirección(es) IP de cada elemento serán usadas para crear el Archivo de Inicialización del Sitio (*Site Initialization File*) que describirá el sistema al software Controlador WAIS. El procedimiento general se describe en los párrafos siguientes.

Los pasos básicos para configurar un sistema WAIS son<sup>30</sup>:

- Determinar los requerimientos generales del sistema WAIS.
- Planear la red o estimar la red existente.
- Configurar los dispositivos de la red.
- Conectar el equipo.
- Crear el archivo de Inicialización del Sitio del Controlador WAIS (siteinit.txt).
- Determinar y establecer los permisos de usuario y permisos en general.

#### 3.4.1 Instalación del Programa.

El programa de instalación debería arrancar automáticamente o a través de “*Setup.exe*” y está ubicado en el directorio raíz del CD-ROM del Controlador WAIS.

#### 3.4.2 Determinando los Requerimientos del Sistema WAIS

El primer paso es determinar el sistema completo, comenzando con una lista de los elementos del sistema (llamados también “Nodos WAIS”). Cada entrada en la Lista de Sitios (*Site List*) es un Nodo WAIS.

##### 3.4.2.1 Nodo WAIS.

Cualquier componente WAIS que aparece en la Lista de Sitios (*Site List*) del Controlador WAIS. Incluye los Sistemas de Interoperabilidad Local (LIS),

---

<sup>30</sup> Manual de Instalación y Operación del ACU-1000, JPS Communications, Instalación, Raleigh, NC-EE.UU., febrero-2005. Pg.3-7

Concentradores de Red NXU (*NXU Network Hubs*) y sitios NXU (*NXU sites*) (Posiciones de Despacho WAIS que incluyen un enlace de audio NXU-2 con la red del sistema y con sistemas de radio individuales conectados a un NXU-2).

Hay tres tipos de Nodos WAIS:

#### **3.4.2.2 Sistema de Interoperabilidad Local (*Local Interoperability System*)**

Un Sistema de Interoperabilidad Local o LIS está basado en un ACU-1000 (chasis simple o chasis doble) o un ACU-T (Sistema ACU-1000 transportable). El sistema LIS usualmente (pero no necesariamente) tiene al menos un canal VoIP (vía de conversación de red o *network talkpath*) con el resto del sistema WAIS.

Un ACU-1000 de chasis simple puede tener una interfase hasta con 12 CSAPs y vías de conversación de red en cualquier combinación. Una unidad ACU-1000 de chasis doble en un LIS puede tener interfase con un total de 25. El diseño y la configuración del LIS con respecto a las radios y otros CSAPs para la FF.TT, se lo explicará en el siguiente capítulo (capítulo IV) en donde se cubrirá la configuración de las vías de conversación (*talkpaths*) de la red.

#### **3.4.2.3 Concentrador de Red NXU (*NXU Network Hub*).**

El Concentrador de Red (*Network Hub*) NXU dedicado está basado en una unidad ACU-1000 o (menos probablemente) en un ACU-T. Varía desde un ACU-1000 usado como el corazón de un sistema LIS en que, mientras un LIS tiene interfase con un cierto número de sistemas de radio u otros sistemas de comunicaciones, también tendrá una o más vías de conversación, el Concentrador de Red NXU (*Network Hub*) tiene una conexión de interfase solamente con vías de conversación (*talkpaths*) y no con los sistemas de radio u otros medios de comunicación. El máximo número de vías de conversación de red utilizables en cualquier Concentrador de Red NXU es 16.

#### **3.4.2.4 Sitios NXU (*NXU Sites - Single Network Talkpaths*).**

Este tipo de nodo WAIS consiste de cierto tipo de sistema de comunicaciones conectados mediante interfase con el WAIS a una unidad NXU-2. Muy probablemente, un enlace de audio del despacho del operador o un sistema de radio simple está conectado a este WAIS con este tipo de sitio.

### 3.4.2.5 Consideraciones del Sistema Básico

Algunas preguntas que deben ser resueltas incluyen:

- ¿Cuántos sitios de control son necesarios? Particularmente, ¿qué enlaces de audio serán necesarios entre cualquier Controlador WAIS y otros Nodos WAIS?.
- ¿Cuántos enlaces simultáneos de red VoIP (vías de conversación de red o *network talkpaths*) se requerirán desde cualquier LIS particular a cualquier otro Nodo WAIS?.

Las respuestas ayudan a determinar cómo configurar los aspectos del área amplia del sistema y si son necesarios algunos cambios a los Sistemas de Interoperabilidad Locales existentes. Por ejemplo, un sistema de un ACU-1000 de chasis simple puede tener una interfase con una combinación de hasta 12 CSAPs y vías de conversación (*network talkpaths*). Si este sistema LIS tiene 10 sistemas de radio conectados en interfase y el sistema requiere por lo menos 3 vías de conversación, puede ser necesario convertir el sistema LIS a un sistema de ACU-1000 de chasis doble.

Si el sistema incluye múltiples Sistemas de Interoperabilidad Locales que tienen un espacio limitado para acomodar vías de conversación de red adicionales, considere el uso de un Concentrador de Red NXU (*NXU Network Hub*) para facilitar las conexiones sobre la red.

## 3.5 PLANIFICACIÓN DE LA RED

El siguiente paso es determinar las conexiones de red donde será instalado el equipo. Los nodos WAIS pueden ser colocados en una red LAN, WAN e incluso en Internet, la configuración variará con la topología de la red.

En una red LAN o WAN el administrador de la red generalmente asigna las direcciones IP, y la máscara subred (*subset*) es asignada de al diseño de la red. Los números de puerto por defecto para los puertos VoIP y de Comandos son generalmente suficientes. Si los Nodos WAIS residen en diferentes redes LAN o en Internet las direcciones IP del *gateway* (la dirección del *router* de la red) deben ser suministradas.

### 3.5.1 Terminología Básica usada en la Red.

### **3.5.1.1 TCP (Protocolo de Control de Transmisiones).**

Representa una capa adicional del Protocolo de Internet, que asegura la entrega de paquetes, enviados a través de la red. Puede manejar situaciones tales como paquetes perdidos o paquetes que llegan fuera de orden.

### **3.5.1.2 Vía de Conversación de Red (*Network Talkpath*).**

Un enlace de comunicación WAIS que opera sobre la red del sistema. Enlaza dos unidades ACU-1000 o una ACU-1000 con un sitio NXU. En un ACU-1000, la interfase de red es provista por un NXM, y en un Sitio NXU, una unidad NXU-2.

### **3.5.1.3 VoIP (*Voice Over Internet Protocol*).**

Un método de envío de comunicaciones de voz a través de una red digital. Llamado también *Voice Over Packet (VoP)* o voz sobre paquetes (Revisado en la sección 2.9 de este proyecto de grado).

### **3.5.1.4 *Switch Ethernet*.**

Constituye el punto de interfase de la red para un Sistema de Interoperabilidad Local u otros componentes WAIS.

### **3.5.1.5 Concentrador (*Hub*) de Red.**

Un componente WAIS conformado por un sistema ACU-1000 cuyos puertos de Interfase son todas vías de conversación de red (*Network talkpaths o NXMs*). Opera como el concentrador o *Hub* de un grupo de conexiones tipo *hub and spokes*.

### **3.5.1.6 Controlador WAIS.**

Software que permite a un usuario (o múltiples usuarios) el control completo de un Sistema de Interoperabilidad de Área Amplia. Emplea interfases gráficas de usuario para el manejo de la información compleja de una manera simple y fácilmente entendible.

### **3.5.1.7 ETS-1 Convertidor *Ethernet to Serial* (*Ethernet a Serial*).**

Dispositivo que hace de interface entre el modulo CPM-2 de una unidad ACU-1000 (o ACU-T) con una red basada en IP.

#### **3.5.1.8 Grupo de Red.**

Una conexión cruzada que involucra más de un componente del Sistema de interoperabilidad de Area Amplia y requiere una conexión VoIP de la red del sistema.

#### **3.5.1.9 GUI *Graphical User Interface* (Interfase Gráfica del Usuario).**

Un Programa de Computadora que usa iconos e imágenes en lugar de texto.

**3.5.1.10 IP *Internet Protocol* (Protocolo de Internet).** Un protocolo diseñado para permitir las comunicaciones entre las computadoras sobre redes diferentes.

#### **3.5.1.11 LAN *Local Area Network* (Red de Area Local).**

Un grupo de computadoras y dispositivos asociados que comparten una línea de comunicación común, típicamente dentro de una pequeña área geográfica.

#### **3.5.1.12 WAN *Wide Area Network* (Red de Area Amplia).**

Una red que se extiende sobre un área amplia, tal como de alrededor de una ciudad o un estado. Puede incluir otras redes públicas o compartidas.

#### **3.5.1.13 Módulo CPM-2.**

Módulo enchufable del ACU-1 000 (o ACU-T) que controla y coordina todos los aspectos de la unidad de interoperabilidad. Cuando se conecta a una unidad ETS-1, la combinación CPM-2/ETS-1 se convierte en la interfase de control de la red.

### **3.5.2 Requerimiento de Ancho de Banda de la Red (Network Bandwidth).**

El ancho de banda necesario de toda la red puede ser determinado multiplicando en número de conexiones VoIP por la tasa de bits de voz, y luego agregando un 25% para alcanzar este total, más 16 Kbps por cada sitio de Control WAIS en el sistema. Este valor de *overhead* incluye el *overhead* del IP así también como la información de control enviada y recibida por los canales de control del WAIS.

Por tanto, la fórmula para determinar el máximo ancho de banda requerido para cualquier Nodo WAIS particular es:

Ancho Banda requerido (# canales x tasa de bits VoIP x 1.25) + (#Controladores WAIS x 16 Kbps).

### 3.6 CONFIGURACIÓN DE LOS DISPOSITIVOS DE RED

Cada dispositivo WAIS (ETS-1, NXU-2, CPM-4, DSP-2) deben ser configurados con. Los ajustes determinados anteriormente en la Sección de Planificación de la Red (Sección 3.5). Cada uno de estos aparatos puede ser configurado mediante un Web browser. En general el procedimiento es el siguiente:

- Se debe conectar el puerto Ethernet del dispositivo a ser configurado a su puerto de Ethernet de la PC mediante un cable cruzado Ethernet. Alternativamente se puede conectarlos mediante un switch Ethernet usando cables regulares Ethernet de conexión directa.
- Se debe verificar que el computador esté configurado para TCP/IP y además fijar la dirección IP del computador a cualquier dirección IP en la subnet 192.168.1.X. La dirección IP por defecto de un dispositivo WAIS es 192.168.1.200, así que es necesario escoger una dirección IP para el computador que esté en este rango.
- Usando un web browser, se debe ir a la dirección URL <http://192.168.1.200>. En esta dirección se puede observar la página de configuración del dispositivo WAIS.
- Es necesario seleccionar los valores de configuración y de entrada determinados de antemano para este dispositivo y luego se debe hacer click en *Save* (grabar).
- Para el resto de dispositivos WAIS se repite este procedimiento.

#### 3.6.1 Conexiones de CSAPs

Los radios y otros aparatos de comunicaciones deben ser conectados a los módulos DSP-1, DSP-2, PSTN-1 o LP-1 en la unidad ACU-1000 usando el cable específico de la radio o del otro dispositivo.

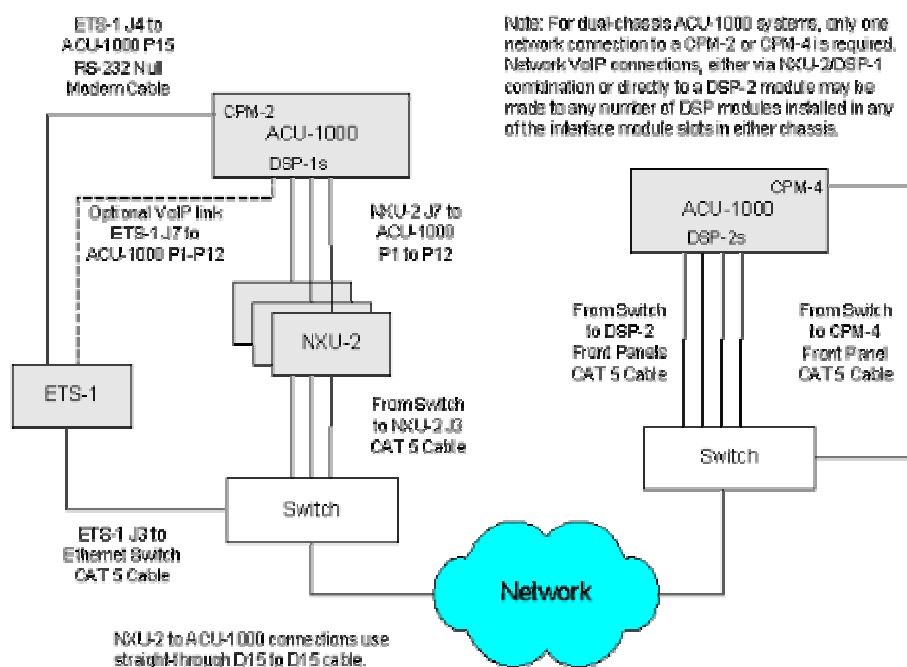
#### 3.6.2 Control de la Red y conexiones VoIP.

Las conexiones de interfase entre un Nodo WAIS y la red dependen de los tipos de módulos usados en la unidad ACU-1000. La Figura 3-34 proporciona varios ejemplos. Las conexiones de control de la red son hechas sea mediante un módulo CPM-4 del



ACU-1000 por una combinación CPM-2/ETS-1 (el CPM-4 es una actualización del CPM-2 que incorpora la funcionalidad ETS-1).

En la figura 3.21, podemos observar las conexiones ETS-1/CPM-2 se muestran a la izquierda y las conexiones CPM-4 están a la derecha. El ETS-1 tiene la capacidad de proporcionar un enlace de audio VoIP para el Nodo WAIS. Este audio es conectado en interfase con el ACU-1 000 mediante un cable directo (pin1 a pin1, etc.) con un conector DB-15 (macho, con pines en lugar de tomas) en cada extremo. Un extremo es enchufado en una toma J7 sobre la parte trasera del ETS-1 y el otro a un conector del panel trasero del ACU-1000 asociado con un módulo DSP-1.



**Figura. 3.21. Opciones de Control de Red y conexión VoIP**

Para los sistemas ACU-1000 de chasis doble, solamente una conexión de red es requerida hasta CPM-2 o CPM-4. Las conexiones de red VoIP, sea mediante la combinación NXU-2/DSP-1 o directamente a un módulo DSP-2 pueden ser establecidas por cualquier número de módulos DSP instalados en cualquiera de las ranuras de módulos de interfase en cualquier chasis.

### 3.7 CONFIGURACIÓN DE LOS DISPOSITIVOS DE RED EN UN SISTEMA WAIS<sup>31</sup>.

#### 3.7.1 Configuración ETS-1/CPM-2 VS. CPM-4 y NXU-2/DSP-1 VS DSP-2

La configuración del hardware de un sistema WAIS depende de si las conexiones del sistema hacia la red son realizadas mediante:

- Enlace de Control: Unidad externa ETS-1 con un módulo CPM-2 o un módulo CPM-4 solo.
- Enlace de Audio (vía de conversación de red - *network talkpath*): Unidad externa NXU-2 con un módulo DSP-1 o un módulo DSP-2 solo.

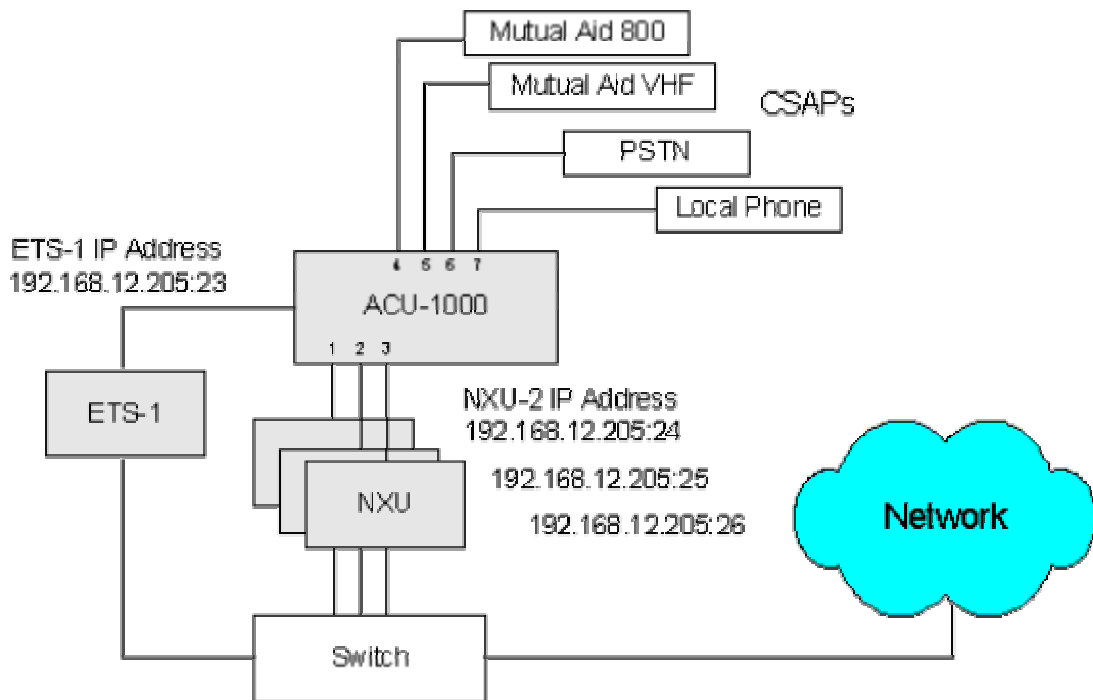
Estos métodos de conexión son funcionan de manera equivalente. Un CPM-4 funciona como una unidad CPM-2 con un ETS-1 incluido en el módulo. Una unidad DSP-2 funciona como un módulo DSP-1 con una unidad NXU-2 incluida. El Archivo de Inicialización de los Sitios, así como la operación del Controlador WAIS, son idénticos para cualquier configuración del hardware.

#### 3.7.2 Nodo WAIS del Sistema de Interoperabilidad Local.

Las siguientes páginas describen las entradas del archivo SiteInit.txt para un sistema LIS basado en una unidad ACU-1000.

---

<sup>31</sup> Manual de Instalación y Operación del ACU-1000, JPS Communications, Instalación, Raleigh, NC-EE.UU., febrero-2005. Pg.10-22



**Figura. 3.22.** LIS de *Durham County*, el canal de Audio del Enlace de Control no utilizada

Arriba, en la figura 3.22 se muestra un diagrama de bloques del sistema LIS de Durham County (un Nodo WAIS) configurado sin el uso de la vía de audio VoIP del ETS-1. En la figura 3.23 se muestra la configuración si esta vía o canal de audio es utilizada. Es necesario notar que se requiere una unidad NXU-2 menos.

La entrada inicial en el archivo SiteInit.txt para un ACU-1000 del Sistema de Interoperabilidad Local comienza con una letra “A” mayúscula. Si este Nodo WAIS no usa la vía de audio del enlace de control, la A está seguida por un solo espacio, la dirección IP del ETS-1, dos puntos, y el número de puerto de control:

A <espacio><Dirección IP de ETS-1>:<Puerto de Control>

Las líneas siguientes listan las direcciones IP de las unidades NXU. Cada una precedida por un símbolo “+”, el número de extensión de la unidad ACU-1000 asociada y un espacio en blanco:

<# Extensión><espacio><Dirección IP de NXU-2>:<Puerto de Control> (tantas entradas como sea necesario)

Para el sistema LIS de *Durham County*, que no usa el canal o vía de audio del enlace de control:

A 192.168.12.205:23

+1 192.168.12.206:24

+2 192.168.12.207:25

+3 192.168.12.208:26

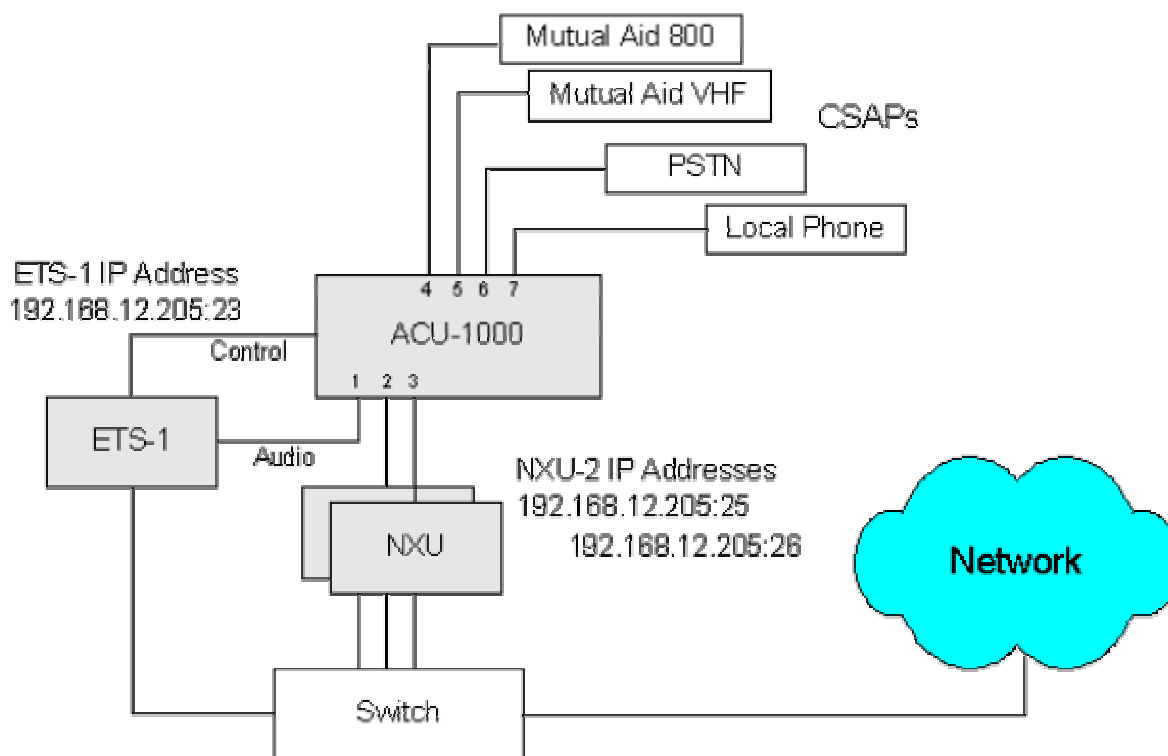


Figura. 3.23. LIS de *Durham County* usa la vía o canal de Audio del Enlace de Control

El formato del sitio cambia ligeramente si se usa el canal de audio del enlace de control. La dirección IP de ETS-1 cubre los comandos de control hacia el ACU-1000 así como un enlace de audio a una de las extensiones del ACU-1000. Esto es resuelto agregando el símbolo “+” y el número de extensión (seguido por un espacio en blanco) justo después de la A mayúscula en el archivo *SiteInit.txt*:

---

A+<# de Extensión><espacio> <Dirección IP de ETS-1>:<Puerto de Control>  
+<# de Extensión> <espacio><Dirección IP de NXU-2>:<Puerto de Control> (tantas  
entradas como sean necesarias)

Para el sistema LIS de *Durham County*, esta vez usando la vía de audio del enlace de control:

A+1 192.168.12.205:23  
+2 192.168.12.205:25  
+3 192.168.12.205:26

Es necesario notar que +1, +2 y +3 se refieren a las extensiones del ACU-1000 que las vías de conversación de red (*network talkpaths*) usan para su interfase con el ACU-1000. Ellas podrían tener cualquier número hasta 12 (para un ACU-1000 de chasis simple) o 24 (para el mayor número de extensiones de interfases de módulo en un ACU-1000 de chasis doble). Incluso es posible tener interfase con el ACU-1000 mediante un módulo DSP enchufado en la ranura HSP-2 del chasis de extensión de un sistema de chasis doble. Con ello este podría tener hasta 25 extensiones.

### 3.7.3 Comentarios en un Archivo *SiteInit*.

Otro aspecto que no se ha mencionado hasta aquí es el uso de los comentarios en el archivo *SiteInit.txt*. Obviamente, mientras más grande el archivo, más importante es tener comentarios para identificar a los diferentes componentes en el archivo y como ayuda para futuras modificaciones. Las reglas para los comentarios son:

- Para incluir como comentario toda una línea, comience la línea con un asterisco. El programa ignorará todos los caracteres después del asterisco.
- Para agregar comentarios a una línea que contenga información en el archivo *SiteInit*, es necesario dejar un espacio en blanco después del texto estándar del archivo *SiteInit*, se debe ingresar un asterisco y luego cualquier comentario.

- Para poner un “Comentario” de información para un sitio completo, debe ponerse un asterisco como el primer carácter de cada línea de las entradas de *SiteInit.txt* para dicho sitio.

### 3.7.4 Nodo WAIS con una sola Vía de Conversación de Red (*Network Talkpath*) – Sitio NXU.

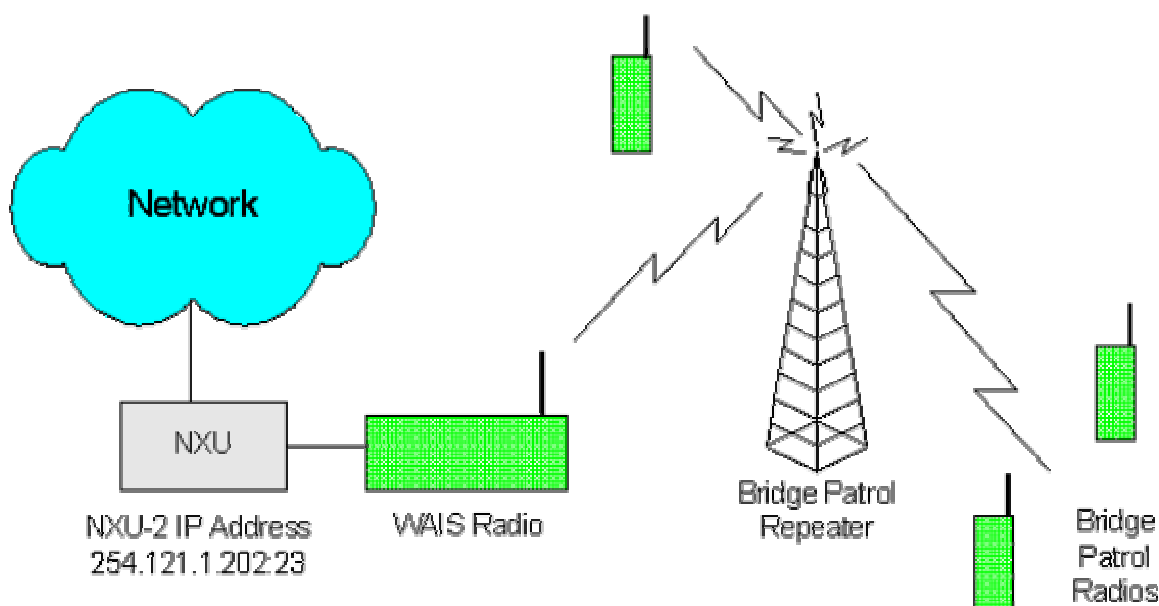


Figura. 3.24. Nodo WAIS de la Patrulla del Puente (*Bridge Patrol*)

Los sitios NXU tienen una sola entrada (figura 3.24) en el archivo *SiteInit.txt* con una letra N mayúscula seguida inmediatamente de la dirección IP y el número de puerto de control:

N<espacio><Dirección IP de NXU-2>:<Puerto de Control>

Para el sitio *Bridge Patrol* arriba; la entrada del archivo *SiteInit.txt* sería:

N 284.121.1.202:23

Con comentarios:

N 284.121.1.203:23 \*Bridge Patrol, NXU-2 with UHF radio.

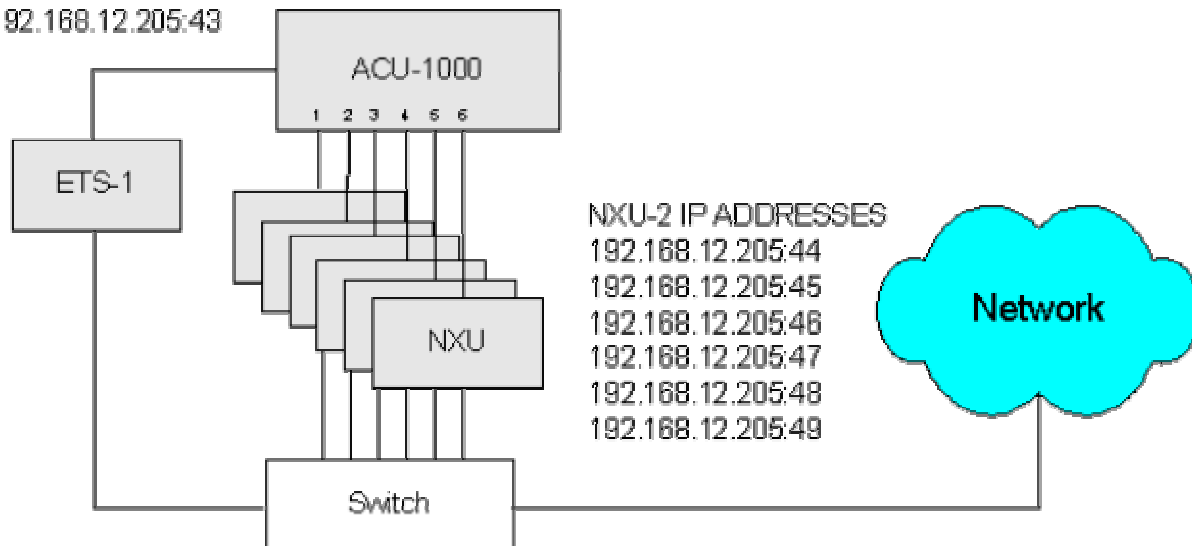
### 3.7.5 Nodo WAIS con un Concentrador de Red NXU (*Network Hub*).

Dirección IP de ETS-1

192.168.12.205:43

ETS-1 IP ADDRESS

192.168.12.205:43



**Figura. 3.25. Concentrador de Red NXU (*Network Hub*), Sin usar la vía de Audio del Enlace de control.**

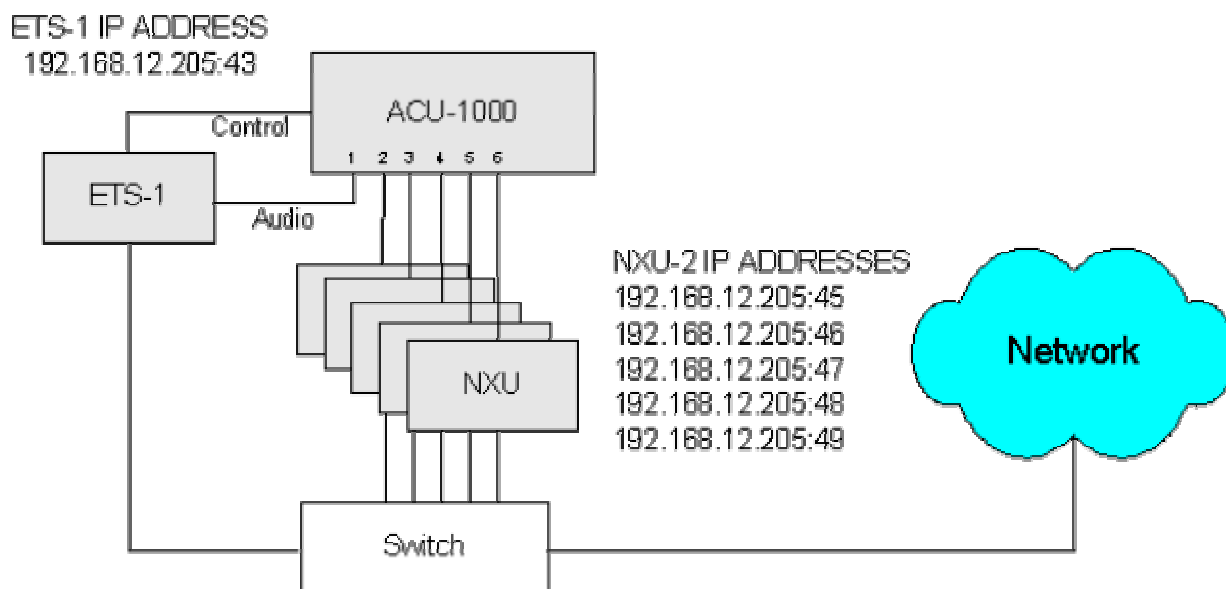
Si un Nodo WAIS (*WAIS Node*) dispone de un Concentrador de Red NXU (*Network Hub*), esto significa que la entrada del archivo de Inicialización de Sitio comienza con una H mayúscula. Para las otras, su entrada es la misma que para un sistema ACU-1000. Para el concentrador (*Hub*) mostrado en la Figura 3.25, la entrada sería:

```
H 192.168.12.205: 43 *Hub #1 Control Link
+1 192.168.12.205:44*Hub #1 VoIP link; ext 1
+2 192.168.12.205:45*Hub # 1 VoIP link; ext 2
+3 192.168.12.205:46*Hub #1 VoIP link; ext 3
+4 192.168.12.205:47*Hub # 1 VoIP link; ext 4
+5 192.168.12.205:48*Hub #1 VoIP link; ext 5
+6 192.168.12.205:49*Hub #I VoIP link; ext 6
```

Los Concentradores de Red NXU (*Network Hubs*) no pueden contener cualquier interfase a excepción de la red (por ejemplo, no se permiten

interfases con los sistemas de radio o telefónicos). El módulo HSP puede ser usado para crear conexiones cruzadas dentro del sistema. Esto normalmente se hace para facilitar las pruebas y el mantenimiento.

Dirección IP de ETS-1 es 192.168.12.205:43



**Figura 3.26** Concentrador de Red NXU (*Network Hub*), Usando la vía o el canal de Audio del Enlace de Control

Como con los sistemas ACU-1000 estándar, la vía de audio VoIP del enlace de control puede ser usada en lugar de una de las unidades NXU-2. Las reglas para denotar esto en el archivo *SiteInit.txt* son similares simplemente se debe poner el número de la extensión del ACU-1000 con el cual la vía de audio tiene una interfase, precedido por un símbolo “+” y seguido por un espacio, después de la “H” de la entrada del concentrador.

Para el Concentrador de Red NXU (*Network Hub*) representado arriba, la entrada en el archivo *SiteInit.txt* sería:

```
H+1 192.168.12.205:43
+2 192.168.12.205:45
```



+3 192.168.12.205:46

+4 192.168.12.205:47

+5 192.168.12.205:48

±6 192.168.12.205:49

### 3.7.6 Archivo *SiteInit.txt* para el Sistema de Ejemplo.

El archivo *SiteInit.txt* mostrado describe el sistema de ejemplo en la configuración en la cual ningún enlace VoIP de ETS-1 es utilizado. Es necesario notar que los comentarios pueden ser usados antes, dentro y luego de la información de Inicialización del Sitio. Un asterisco (o varios) pueden ser usados para separar los sitios dentro del archivo, aunque esto no es obligatorio. Diferentes ejemplos de comentarios se muestran en este archivo de ejemplo.

\*\*\*\*\*

\*\*\*\*Site Initialization File\*\*\*\*

\*\*\*\*Sample System\*\*\*\*\*

\*\*\*\*ETS-1 VoIP link not used\*\*

\* Revision Q, 9 December 2006

\*

A 192.168.12.205:23 \*Durham County

+1 192.168.12.206:24

+2 192.168.12.207:25

+3 192.168.12.208:26

\*

\*Comments can be added anywhere following an initial asterisk

\*

A 26.145.187.126:86 \*Orange County

+1 26.145.187.126:87 \*Orange Co DSP-1/NXU-2 ext 41

+2 26.145.187.126:88 \*Orange County ext 42 (there are no rules \*for  
comments)

\*

---

```
A 212.114.120.204:23 * Wake County ETS-1/CPM-2
+1 176.56.102.181:23 * Wake County DSP-1/NXU-2 extension 41
*
N 284.121.1.203:23 *Bridge Patrol, NXU-2 with UHF radio
*
N 212.114.120.203 :23 * Wake Dispatch NXU-2; to ACME Model X
audio port 5
*
N 254.121.1.202:23 *****WAIS OperatorNXU-2 to LE-l0 Console
*
*N 25.136.11 .155:24 *This dispatch station "commented out"
*
H 192.168.12.205:43 *Hub #1 Control link
+1 192.168.12.205:44 *Hub #1 VoIP link; ext 1
+2 192.168.12.205:45 *Hub #1 VoIP link; ext 2
+3 192.168.12.205:46 *Hub #1 VoIP link; ext 3
+4 192.168.12.205:47 *Hub #1 VoIP link; ext 4
+5 192.168.12.205:48 *Hub #1 VoIP link; ext 5
+6 192.168.12.205:49 *Hub #1 VoIP link; ext 6
#
```

File ends with #

Comments can be added at will following the #

Es necesario notar que la entrada de la estación de despacho (*dispath station*) adicional comienza con un asterisco. Esta entrada será ignorada hasta que el asterisco sea removido. Los archivos *SiteInit.txt* producirá esta lista de Sitios en el Controlador WAIS, figura 3.27:

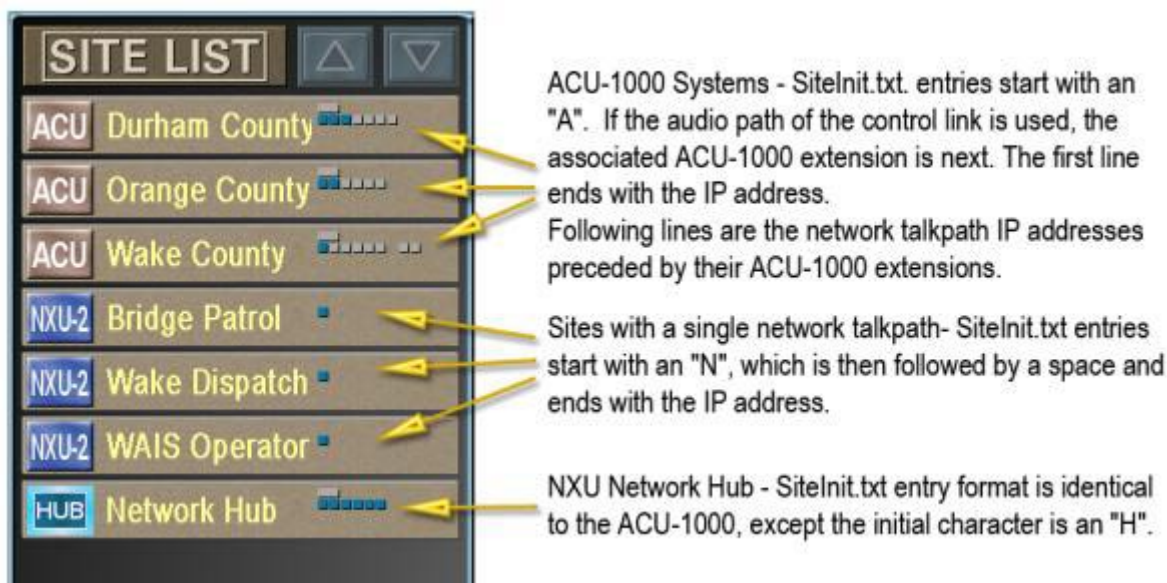


Figura 3.27 Lista de Sitios (*Site List*,) en el Sistema de Ejemplo

Las entradas de *SiteInit.txt* de los Sistemas ACU-1000 comienzan con una "A". Si el canal de audio del enlace de control es usada, la extensión del ACU- 1000 asociado es la siguiente:

- La primera línea finaliza con la dirección IP.
- Las líneas siguientes son las direcciones IP de las vías de conversación (la red precedida por sus extensiones para el ACU-1000).
- Las entradas de *SiteInit.txt* de los Sitios con una sola vía de conversación de red comienzan con una "N", la cual es seguida por un espacio y termina con la dirección IP.
- El formato de la entrada de *SiteInit.txt* para el concentrador de Red NXU (*Hub*) es idéntico al ACU-1000. Excepto que el carácter inicial es una "H".

### 3.8 CONTRASEÑAS Y PERMISOS

Una vez que el sistema es configurado y la Lista de Sitios (*Site List*) aparece según se desea, el siguiente paso es instalar un juego de Perfiles de Usuario (*User Profiles*). Cada perfil tiene estos elementos:

- Nombre de Usuario (*User Name*)
- Contraseña de Usuario (*User Password*)

- Permisos de Usuario (*User Permissions*)

El Controlador WAIS tiene un par de usuarios permanentes, *admin* (para el administrador) y *guest* (invitado). Los perfiles para cada uno de estos usuarios permanentes, tabla 3.1:

**Tabla. 3.1. Perfiles de Usuarios Permanentes<sup>32</sup>**

<b>Nombre de Usuario</b> (No puede cambiarse)	<b>Contraseña Usuario</b> (Puede cambiarse)	<b>Permisos de Usuario</b> (no pueden cambiarse)
Admin.	Admin.	Permisos Completos
Guest	Guest	Sin permiso excepto para observar

Estos usuarios permanentes se muestran en la Vista de Ingreso (*Login View*) la primera vez que el programa Controlador WAIS es arrancado. Los nuevos usuarios son agregados en la Vista de Administración de Usuarios (*User Administration View*). Para ingresar a esta vista, comience en la Vista de Ingreso (*Login View*). Luego comience ingresando como admin (escriba simplemente “admin” hasta que esta contraseña sea cambiada), pero antes presione la tecla Enter o haga click en Log In, haga click en el botón *User Administration View* (Vista de Administración de Usuarios) en la Barra de Títulos.

### 3.8.1 La Vista de Administración de Usuarios (*User Administration View*).

Esta Vista es el centro de manejo del administrador para fijar los perfiles de usuario del Controlador WAIS. Cada entrada en la lista representa un perfil de usuario y tiene cuatro botones: *Modify* (modificar), *Change Name* (cambiar nombre), *Change Password* (cambiar contraseña) y *Delete* (borrar). (Para los usuarios permanentes admin y guest, solamente está presente el botón *Change Password*, ya que los otros aspectos de estos perfiles no pueden ser editados). En la barra de títulos de esta vista está el botón *Add New User* para agregar un nuevo usuario (mostrado en la Figura 3.28), que invoca el cuadro de diálogo para crear un perfil de usuario.

<sup>32</sup> Manual de Instalación y Operación del ACU-1000, JPS Communications, Instalación, Raleigh, NC-EE.UU., febrero-2005. Pg.23-30

En el cuadro de diálogo, ingrese el nombre y la contraseña del nuevo usuario, y luego verifique la contraseña ingresándola nuevamente en el tercer campo. Los nombres de usuario y las contraseñas deben tener al menos 3 y no más de 15 caracteres de largo y no pueden incluir espacios. Además, el Controlador WAIS no permitirá duplicar nombres de usuarios. Haga click sobre el botón OK del cuadro de diálogo para crear el nuevo perfil de usuario. Si la creación es exitosa, el cuadro de diálogo desaparecerá y un nuevo perfil de usuario será agregado a la lista mostrada en el Area Principal. Cuando se crea por primera vez, un nuevo perfil de usuario no tiene ningún permiso, así que agregar los permisos es generalmente el siguiente paso luego de crear un usuario.

El botón *Modify* (modificar) pone al Controlador WAIS en la Vista de Edición de Usuario (*User Edit View*), donde los permisos de acceso del usuario para los sitios y módulos específicos son fijados o cambiados (ver la Sección 3.8.2).



Figura. 3.28. Vista de Administración de Usuarios (*User Administration View*)

El botón *Change Name* (cambiar nombre) invoca un cuadro de diálogo para cambiar el nombre de un perfil de usuario. En el cuadro de diálogo, ingrese en nuevo nombre y haga click en OK para terminar el cambio. En nuevo nombre debe tener entre 3 y 15 caracteres de longitud y no puede incluir espacios y no puede ser el mismo que otro usuario.

El botón *Change Password* (cambiar contraseña) invoca el cuadro de diálogo para cambiar la contraseña de un perfil de usuario. En el cuadro de diálogo ignórese la nueva contraseña en el primer campo y nuevamente en el segundo campo para verificación. Haga OK para terminar el cambio. La nueva contraseña debe tener entre 3 y 15 caracteres de longitud y no puede incluir espacios. Cuando se cambia una contraseña, sea cuidadoso sobre el estado de las teclas de Mayúsculas, ya que las contraseñas son sensibles al tipo (mayúsculas o minúsculas). Haga click en el botón *Delete* (borrar) para remover permanentemente un perfil de usuario. Un cuadro de diálogo aparecerá cuando se haga click en este botón, haga click en *Yes* para continuar con el borrado o en *No* para cancelarlo.

Para salir de la Vista de Administración de Usuarios (*User Administration View*), haga click sobre uno de los botones de las vistas (*View*) para ir a *Overview*, a la Vista Local o a la Vista de Menú; en estos casos admin (el único usuario que puede tener acceso a la Vista de Administración de Usuarios) permanecerá registrado (*logged in*) o haga click en el botón *Log Off* para regresar a la Vista de Ingreso (*Login View*).

### **3.8.2 Permisos de Libreta Telefónica (*Phone Book*) de la Vista de Edición.**

A la derecha del nombre del sitio está el botón *Phone Book Permission*. El botón *Phone Book* de libreta telefónica aparece cuando una llamada telefónica o una conexión de 2 hilos es requerida mediante un módulo PSTN del ACU-1000. Al hacer click de manera cíclica sobre el botón se cambia a través de cuatro estados diferentes. El primero es *no permission*, o sin permiso que se indica mediante un símbolo “no” en rojo sobre el icono de la libreta. El siguiente es *view permission*, para ver permisos que permite al usuario ver la libreta de teléfonos para dicho sitio y usa los número ya almacenados allí (pero sin hacer cambios), indicado mediante un icono de un libro. Al hacer nuevamente click se avanza al icono de un libro con una estrella, que significa

que el usuario puede ver, agregar o borrar las entradas de la libreta telefónica, pero no puede borrar las entradas realizadas por otros usuarios. Y finalmente, el más alto nivel de permiso para la libreta de teléfonos que permite al usuario ver y agregar entradas así también como borrar cualquier entrada en la libreta. Este permiso se indica mediante un libro con dos estrellas. El hacer click sobre el botón más de una vez regresará en el ciclo dentro del estado sin permisos o no permisos.

El botón *Phone Book Permission* no aparecerá para los sitios NXU, ya que no pueden tener módulos PSTN o libretas telefónicas. Figura 3.29.



**Figura 3.29** Iconos de Permisos de Libreta Telefónica (*Phone Book Permission*)

## **CAPITULO IV**

### **DISEÑO DE LAS NUEVAS REDES INTEGRADAS DE COMUNICACIONES PARA LA FF.TT.**

#### **4.1 INTRODUCCIÓN.**

Dentro de este capítulo se realizará el diseño de la integración de las redes de radio en HF, VHF, UHF. La integración de las redes de telefonía fija (multiacceso y pública), móvil y satelital de acuerdo al caso. Adicionalmente la integración de las redes del Sistema Troncalizado (UHF) y el Sistema Multiacceso de la FF.TT.

##### **4.1.1 Establecimiento de las Redes de Comunicación actual que podrían ser Integradas.**

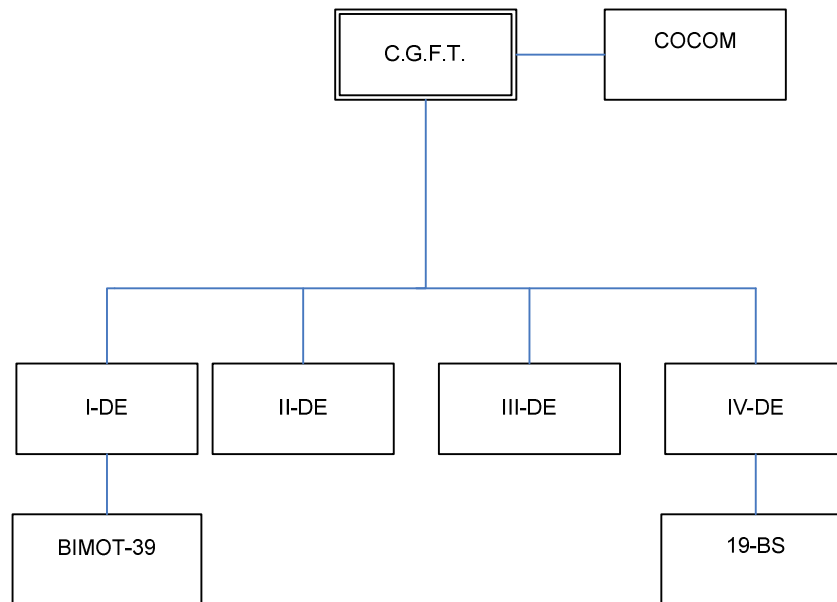
Para el diseño se va a considerar únicamente a las unidades mayores como las Divisionales, específicamente a la I-DE, la II-DE, la III-DE, la IV-DE y el Comando del Ejército (C.G.F.T.).

Por su importancia operativa en los actuales momentos las estaciones de integración de los Sistemas de Comunicaciones estarán ubicadas en el COCOM para la C.G.F.T. , en el BIMOT-39 para la I-DE y en la 19-BS para la IV-DE.

En su defecto para las unidades divisionales de la II-DE y la III-DE se lo realizará en los centros de mensajes de las Compañías de Comunicaciones Divisionales que a su vez se constituirán en centros de Gestión y Control de los Sistemas LIS de cada una de estas unidades militares. La creación y administración de los centros de gestión del sistema se detallará con mayor énfasis en el capítulo VI de este proyecto de grado.



Para efectos del diseño y establecimiento de los Sitios de Interoperabilidad Local (LIS) y del Sistema de Interoperabilidad de Área Amplia (WAIS) para la FF.TT. se considerará a las unidades Divisionales LIS locales y el conjunto de ellos operará un único sistema WAIS para la FF.TT. El organigrama que se presenta a continuación no necesariamente corresponde a una organización jerárquica definida, más bien corresponde a una organización para el diseño de integración e interoperabilidad de los sistemas de comunicaciones de la FF.TT. Según lo expuesto anteriormente el organigrama estructural para el Diseño del Sistema Integrado de Comunicaciones será el siguiente:



**Figura. 4.1. Organigrama de las Unidades Militares a Integrar**

Según surjan las necesidades de integración e interoperabilidad y de acuerdo a los medios tecnológicos que se disponga la FF.TT., este sistema WAIS podrá modificarse formando con ello otros nodos WAIS de ser el caso.

#### **4.2 LISTA DE SITIOS (*SITE LIST*) PARA EL DISEÑO DEL NODO WAIS PARA LA FF.TT.**

El nodo WAIS de la FF.TT. está conformado por los siguientes LIS:

- a. LIS I-DE / BIMOT-39
- b. LIS C.G.F.T. / COCOM de la FF.TT.
- c. LIS II-DE
- d. LIS III-DE
- e. LIS IV / 19-BS.

#### **4.2.1 Diseño de los LIS para las redes de radio en HF, VHF, UHF (Sistema Troncalizado), telefonía fija (pública y multiacceso), telefonía móvil, telefonía Satelital.**

Dentro de esta sección desglosaremos el diseño de cada uno de los LIS que conforman el Nodo WAIS de la FF.TT..Se establecerá los CSAPs es decir el punto de acceso al sistema de comunicaciones, los módulos de acuerdo a los medios y sistemas de comunicaciones que se dispone en la actualidad para la desarrollar la interoperabilidad de los mismos.

Adicionalmente se establecerá las redes de conversación (*Network Talkpaths*), a través de las redes de radio en HF, VHF, UHF y de los Sistemas de telefonía fija, telefonía móvil y satelital. A continuación se establecerá los Sitios de Gestión y Control en cada uno de los LIS. También se diseñara la conformación de los diagramas de bloques, las posiciones de despacho, y la implementación del sistema de interoperabilidad a través de los módulos DSP-2 en cada uno de los LIS. Se establece de igual manera los racks en donde se van a configurar cada uno de los medios y sistemas de comunicaciones.

### **4.3 LIS I-DE / BIMOT-39 DE ACUERDO A LAS REDES DE RADIO EN HF, VHF, UHF Y A LOS SISTEMAS DE TELEFONÍA FIJA, MÓVIL Y SATELITAL A INTEGRAR.**

#### **4.3.1 Puntos de Acceso al Sistema de Comunicaciones.**

Para el LIS del BIMOT-39 tenemos los siguientes CSAPs:

CSAP HF-1, CSAP VHF-1, CSAP HF-2, CSAP VHF-2, CSAP Trucking, CSAP MODE-Multiacceso, CSAP telefonía fija, móvil y/o satelital SATCOM, CSAP teléfono local.

Total de CSAPs: 8 sitios.

#### 4.3.1.1 Establecimiento de módulos de acuerdo a las necesidades de integración de las diferentes redes para el LIS BIMOT-39.

Las unidades de extensión de Red NXU y las unidades DSP-1 para el LIS BIMOT-39 están descritas en la siguiente tabla:

**Tabla. 4.1. Tabla de requerimiento de módulos NXU-2 y DSP-1 para la red Integrada BIMOT-39**

CSAP	Tipo de RED	DSP-1	NXU
VHF	Red 1	1	1
HF	Red 1	1	1
UHF	Red 1	1	1
VHF	Red 2	1	
HF	Red 2	1	1
Total de DSP-1		5	
Total NXU-2			4

Para el LIS BIMOT-39 tenemos los siguientes módulos de acuerdo al requerimiento presentado:

- **Módulo DSP-1:** Se utilizará 5 módulos de interfase DSP-1 a las radios terminales de: HF Racal PRM-4031 en la ranura 5, HF Racal TRA-931 en la ranura 6, VHF VRC-8000 en la ranura 7, VHF radio Motorola PRO-5100 en la ranura 8 y UHF Trucking Motorola en la

ranura 9 del rack principal. Este módulo interconecta los radios terminales en las diferentes bandas se ha mencionado y/o de ser el caso cualquier otro dispositivo de cuatro hilos de acuerdo a las necesidades operativas que se presenten. Los módulos DSP-1 estarán asociados con las unidades de extensión de red NXU-2 de la siguiente manera:

**Tabla 4.2 Asignación de NXU-2 para los DSP-1 del LIS BIMOT-39**

DSP-1	RANURA	NXU-2	RANURA
A	5	E	1
B	6	F	2
C	8	G	3
D	9	H	4

Los módulos DSP-1 etiquetados como “A”, “B”, “C” y “D”, están haciendo interfase para interconectar los radios con el sistema a través de los módulos NXU-2 “E”, “F”, “G”, “H” respectivamente.

- **Módulo NXU-2:** Se utilizará 4 módulos NXU-2 instalados en las ranuras 1,2,3,4 del rack principal y que permitirá un enlace de comunicaciones (red de conversación) entre el ACU-1000 del BIMOT-39 (LIS BIMOT-39) y el resto del Sistema WAIS de la FF.TT. Los cuatro primeros módulos NXU-2 son usados para conectar los DSP-1 (A, B, C, D), y que son la interfase con la red IP de la FF.TT.
- **Módulo DSP-2:** Este módulo es lo mismo que la combinación de los módulos DSP-1/NXU-2, por lo que en este caso se utilizará de ser el caso únicamente las 5 primeras ranuras “1,2,3,4,5” y con ello se evita

la utilización de los módulos asociados NXU-2 en estas ranuras del rack principal.

- **Módulo HSP-2:** Se instalará 1 módulo HSP-2 colocado en el rack principal y el uso del auricular local será para el control por parte del operador local, el mismo que proporcionara un interfase local con el sistema LIS del BIMOT-39 y el WAIS de la FF.TT. Incluirá un parlante y un teclado para el control local.
- **Módulo PSTN-1:** Se instalará 2 módulos PSTN. El primero se lo colocará en la ranura 10 del rack principal y estará dentro de la red de multiacceso para uso estrictamente operativo. El segundo módulo se instalará en la ranura 11 del rack principal y se utilizará para interconectarse con la telefonía pública fija, telefonía móvil o al equipo de telefonía satelital SATCOM de acuerdo a las necesidades operativas y/o administrativas.
- **Módulo LP-1:** Se instalará 1 módulo LP-1 en la ranura 10 del rack principal, para uso del comandante de las operaciones y del operador local de ser el caso.
- **Módulo CPM-4:** Se instalará 1 módulo de control el mismo recibirá los comandos de control desde el controlador WAIS esto desde cualquier punto de la red de datos de la FF.TT. en donde se disponga del software del controlador. La versión del controlador CPM-4, es lo mismo que tener una combinación CPM-2/ETS-1, el CPM-2 realiza las mismas funciones de control que el CPM-4 pero necesita el interfase ETS-1 para la conexión a la red de datos.

#### 4.3.2 Formación de las Redes de Conversación (*Network Talkpaths*), a través de las redes de radio en HF, VHF, UHF y de los Sistemas de telefonía fija, telefonía móvil y satelital.

Las vías de conversación de red, son un enlace de comunicación WAIS que opera sobre la red del Sistema, permite enlazar dos unidades ACU-1000 que en nuestro caso específico representan las LIS de las unidades asignadas o también enlaza un LIS (ACU-1000) con un NXU (Red de radio). En un ACU-1000, la interfase de red es provista por un NXM, y en un sitio NXU, por una unidad NXU-2 o un DSP-2 de acuerdo al caso.

Un NXM o módulo de extensión de Red, es el puerto de interfase de un ACU-1000 dedicado únicamente a las vías de conversación de red. Conformado por un DSP-2 o en su defecto por un DSP-1/NXU-2. Las redes de conversación se establecerán de la siguiente manera:

#### **4.3.2.1 Vía de Conversación de Red “ALFA 1”.**

Conformado por el equipo de radio Racal PRM-4031 operando en la banda de HF, en los 7470 KHZ como frecuencia principal, 7770 KHZ como frecuencia alterna. El enlace CSAP HF-1 podrá establecer vías de conversación de Red a través de la red IP de la FF.TT. con el LIS COCOM / C.G.F.T., LIS II-DE, LIS III-DE, LIS IV-DE . Adicionalmente se establecerán conexiones cruzadas (*cross connections*) y Sitios de una vía de conversación (*single talkpaths*) con los siguientes CSAPs:

- CSAP HF con el equipo Racal TRA-931/F.
- CSAP VHF con el equipo Motorola PRO-5100.
- CSAP UHF con el equipo Motorola Trucking.
- CSAP VHF con el equipo VRC-8000.
- CSAP PSTN-1 Line 1 con la línea de telefonía multiacceso Alcatel.
- CSAP PSTN-2 Line 1 con la línea de telefonía pública, Line 2 con la línea de telefonía móvil o telefonía satelital IRIDIUM.

#### **4.3.2.2 Vía de Conversación de Red “ALFA 2”.**

Conformado por el equipo de radio Racal TRA-931/F operando en la banda de HF, en los 7420 KHZ como frecuencia principal, 7720 KHZ como frecuencia alterna. El enlace CSAP HF-2 podrá establecer vías de conversación de Red a través de la red IP de la FF.TT. con el LIS COCOM / C.G.F.T., LIS II-DE, LIS III-DE, LIS IV-DE.

Adicionalmente se establecerán conexiones cruzadas (*cross connections*) y Sitios de una vía de conversación (*single talkpaths*) con los siguientes CSAPs:

- CSAP HF Racal PRM-4031.
- CSAP VHF con el equipo VRC-8000.
- CSAP VHF con el equipo Motorola PRO-5100.
- CSAP UHF con el equipo Motorola Trucking.
- CSAP PSTN-1 Line 1 con la línea de telefonía multiacceso Alcatel.
- CSAP PSTN-2 Line 1 con la línea de telefonía pública, Line 2 con la línea de telefonía móvil o telefonía satelital IRIDIUM.

#### **4.3.2.3 Vía de Conversación de Red “ALFA 3”.**

Conformado por el equipo de radio VRC-8000 operando en la banda de VHF, en los 58400 KHZ como frecuencia principal de TX, 56620 KHZ como frecuencia principal de RX. El enlace CSAP VHF podrá establecer vías de conversación de Red a través de la red IP de la FF.TT. con el LIS COCOM / C.G.F.T., LIS II-DE, LIS III-DE, LIS IV-DE, únicamente si se incorpora un módulo DSP-2 o de ser el caso se incorporara otro NXU-2 a su DSP-1. Adicionalmente se establecerán conexiones cruzadas (*cross connections*) y Sitios de una vía de conversación (*single talkpaths*) con los siguientes CSAPs:

- CSAP HF con el equipo Racal TRA-931/F.
- CSAP HF Racal PRM-4031
- CSAP VHF con el equipo Motorola PRO-5100
- CSAP UHF con el equipo Motorola Trucking.
- CSAP PSTN-1 Line 1 con la línea de telefonía multiacceso Alcatel
- CSAP PSTN-2 Line 1 con la línea de telefonía pública, Line 2 con la línea de telefonía móvil o telefonía satelital IRIDIUM.

#### **4.3.2.4 Vía de Conversación de Red “ALFA 4”**

Conformado por el equipo de radio Motorola PRO-5100 operando en la banda de VHF, en los 56400 KHZ como frecuencia principal de TX, 55720 KHZ como

frecuencia principal de RX. El enlace CSAP VHF podrá establecer vías de conversación de Red a través de la red IP de la FF.TT. con el LIS COCOM / C.G.F.T., LIS II-DE, LIS III-DE, LIS IV-DE. Adicionalmente se establecerán conexiones cruzadas (*cross connections*) y Sitios de una vía de conversación (*single talkpaths*) con los siguientes CSAPs:

- CSAP HF con el equipo Racal TRC-931/F.
- CSAP HF Racal PRM-4031
- CSAP VHF con el equipo VRC-8000
- CSAP UHF con el equipo Motorola Trucking.
- CSAP PSTN-1 Line 1 con la línea de telefonía multiacceso Alcatel
- CSAP PSTN-2 Line 1 con la línea de telefonía pública, Line 2 con la línea de telefonía móvil o telefonía satelital IRIDIUM.

#### **4.3.2.5 Vía de Conversación de Red “ALFA 5”**

Conformado por el equipo de radio Trucking Motorola operando en la banda de UHF, en los 864.20 MHZ como frecuencia principal de TX. 867.720 MHZ como frecuencia principal de RX. El enlace CSAP UHF podrá establecer vías de conversación de Red a través de la red IP de la FF.TT. con el LIS COCOM / C.G.F.T., LIS II-DE, LIS III-DE, LIS IV-DE. Adicionalmente se establecerán conexiones cruzadas (*cross connections*) y Sitios de una vía de conversación (*single talkpaths*) con los siguientes CSAPs:

- CSAP HF Racal PRM-4031
- CSAP VHF con el equipo VRC-8000
- CSAP VHF con el equipo Motorola PRO-5100.
- CSAP HF con el equipo Racal TRC-931/F.
- CSAP PSTN-1 Line 1 con la línea de telefonía multiacceso Alcatel
- CSAP PSTN-2 Line 1 con la línea de telefonía pública, Line 2 con la línea de telefonía móvil o telefonía satelital IRIDIUM.

#### **4.3.2.6 Vía de Conversación de Red “ALFA 6”**



Conformado por el modulo PSTN-1 con la línea de telefonía del sistema multiacceso A9800R2 en line 1 y en line 2. El enlace CSAP PSTN-1 podrá establecer vías de conversación de Red a través de la red IP de la FF.TT. con el LIS COCOM / C.G.F.T., LIS II-DE, LIS III-DE, LIS IV-DE. Adicionalmente se establecerán conexiones cruzadas (*cross connections*) y Sitios de una vía de conversación (*single talkpaths*) con los siguientes CSAPs:

- CSAP HF con el equipo Racal TRC-931/F.
- CSAP HF Racal PRM-4031
- CSAP VHF con el equipo VRC-8000
- CSAP VHF con el equipo Motorola PRO-5100.
- CSAP UHF con el equipo Motorola Trucking.
- CSAP PSTN-2 Line 1 con la línea de telefonía pública, Line 2 con la línea de telefonía móvil o telefonía satelital IRIDIUM.

#### **4.3.2.7 Vía de Conversación de Red “ALFA 7”**

Conformado por el módulo PSTN-2 con la línea de telefonía Line 1 con la línea de telefonía pública, Line 2 con la línea de telefonía móvil o telefonía satelital IRIDIUM de acuerdo a las necesidades de comunicación que se presenten. El enlace CSAP PSTN-2 podrá establecer vías de conversación de Red a través de la red IP de la FF.TT. con el LIS COCOM / C.G.F.T., LIS II-DE, LIS III-DE, LIS IV-DE. Adicionalmente se establecerán conexiones cruzadas (*cross connections*) y Sitios de una vía de conversación (*single talkpaths*) con los siguientes CSAPs:

- CSAP HF con el equipo Racal TRC-931/F.
- CSAP HF Racal PRM-4031
- CSAP VHF con el equipo VRC-8000
- CSAP VHF con el equipo Motorola PRO-5100.
- CSAP UHF con el equipo Motorola Trucking.
- CSAP PSTN-1 Line 1 con la linea de telefonía multiacceso Alcatel.

#### **4.3.3 Establecimiento de los Sitios de Control.**

Para el LIS BIMOT-39 se establecerá, un sitio de control, que estará ubicado en el pelotón de comunicaciones de la unidad. El módulo CPM-2 nos permitirá el control y acceso al Sistema WAIS, a través de la red sin embargo utilizaremos el módulo HSP-2 y LP-1 para su aplicación en el centro de gestión del BIMOT-39. El módulo LP-1 nos permitirá conectar al sistema LIS BIMOT-39 una línea de teléfono local. El Centro de gestión en su parte administrativa será desarrollado en el capítulo VI del presente proyecto de grado.

#### 4.3.4 Diagrama de Bloques del LIS BIMOT-39.

De acuerdo a las necesidades de interoperabilidad presentadas, a la designación y configuración de los diferentes módulos del ACU-1000 y de acuerdo a los grupos de conversación de red diseñados el diagrama de bloques para el LIS BIMOT -39 será el siguiente:

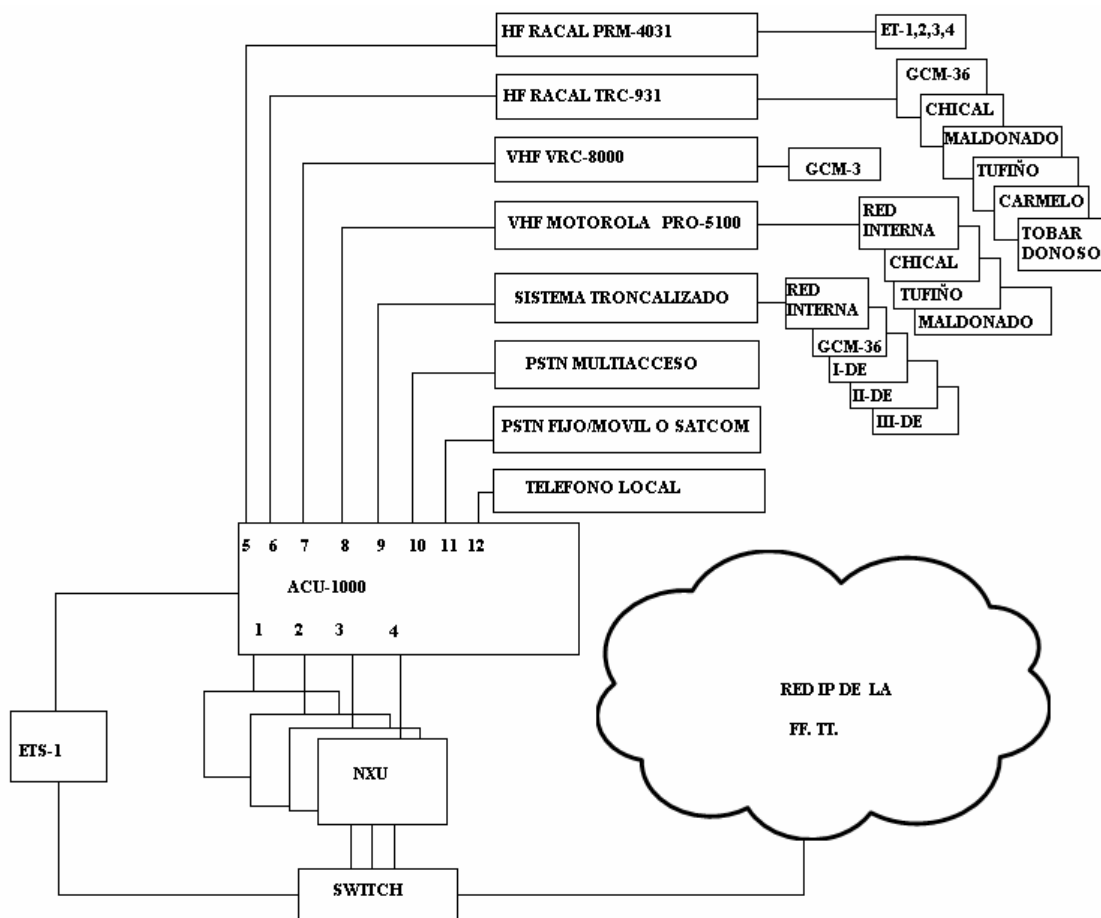


Figura. 4.2. Diagrama de bloques de LIS BIMOT-39

#### 4.3.5 Posición de Despacho del Sistema WAIS para el LIS BIMOT-39.

La posición de despacho del LIS BIMOT-39, estará dentro del centro de gestión y control. Esta conformado por un equipo de consola de audio con un interfase NXU-2, conectada directamente a la red IP de la FF.TT. a través de un switch CISCO 2950 de 12 puertos.

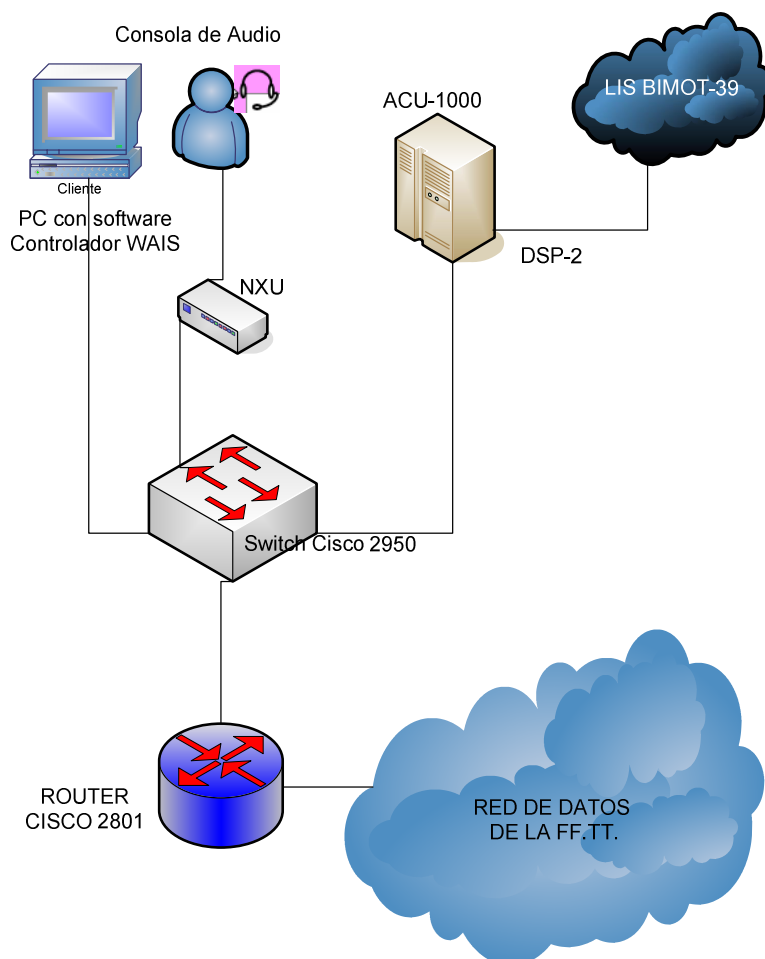
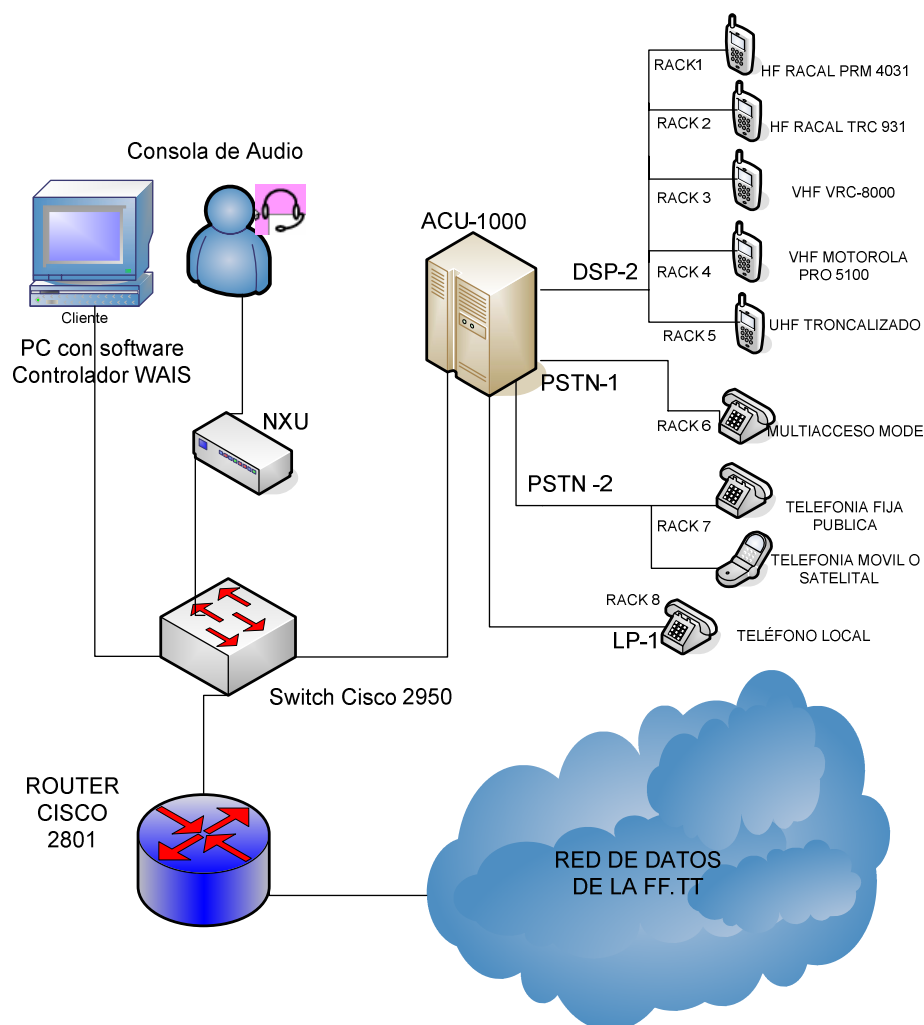


Figura. 4.3. Diagrama de Bloques Posición de Despacho del LIS BIMOT-39

#### 4.3.6 LIS BIMOT-39 con el módulo DSP-2 y la Posición de Despacho WAIS.

Para el caso de la implementación del LIS BIMOT-39 a través del módulo DSP-2 las vías de conversación establecidas en las secciones anteriores se mantendrían lo que variaría son las conexiones a los racks desde los equipos de comunicaciones a instalar como se muestra en la figura 4.4, en donde se muestra que para los equipos HF Racal PRM-4031, HF Racal TRC 931, VHF VRC-8000, VHF Motorola PRO-5100, UHF

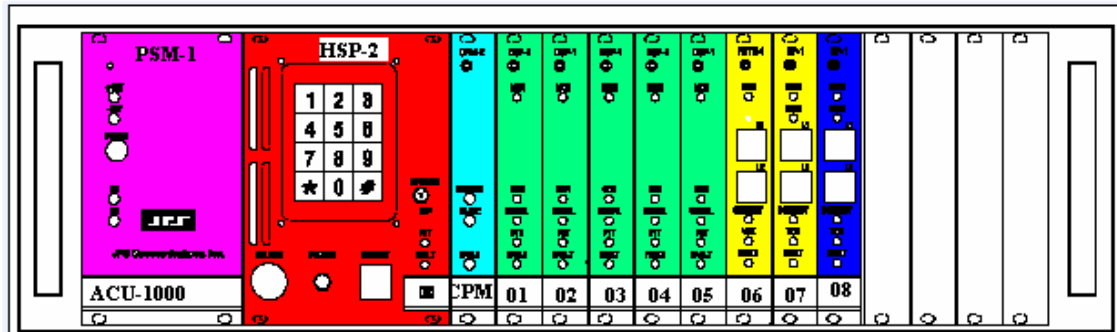
Troncalizado se utilizará los módulos DSP-2 instalados en los racks 1,2,3,4 y 5 respectivamente del ACU-1000.



**Figura 4.4 Diagrama de bloques del LIS-BIMOT-39**

El módulo PSTN-1 se usará para la interoperabilidad del sistema de telefonía fija multiacceso-MODE instalado en el rack 6 del ACU-1000 y el módulo PSTN-2 instalado en el rack 7 se usará para la interoperabilidad del sistema de telefonía fija pública, telefonía móvil o satelital con el resto del sistema LIS BIMOT-39 y el nodo WAIS de la FF.TT. Adicionalmente en el gráfico anterior se muestra la incorporación en el Rack 8 del módulo LP-1 que sirve como teléfono local a través de los módulos PSTN, el mismo que será de estricto uso del comandante de las operaciones. Se muestra también la incorporación de la posición de despacho y control a través del software WAIS para el

LIS BIMOT-39. La ubicación de los diferentes módulos y la conexión en los diferentes racks del ACU-1000 se muestra en la figura 4.5.



Leyenda:

	PSM-1 Módulo de Poder
	HSP-2 Módulo de Interfase Local con el Sistema
	CPM-4 Módulo de Control e Interfase de Red
	DSP-2 Módulo de Interfase de radio y el WAIS
	PSTN-1 Módulo de Interfase de dispositivos de 2 hilos (telefonía) y el WAIS
	LP-1 Módulo de Interfase al WAIS mediante un teléfono estándar

Figura 4.5 Ubicación de los módulos de conexión y control del ACU-1000 para el LIS BIMOT-39

#### 4.4 LIS COCOM DE ACUERDO A LAS REDES DE RADIO EN HF, VHF, UHF Y A LOS SISTEMAS DE TELEFONÍA FIJA Y MÓVIL A INTEGRAR.

##### 4.4.1 Puntos de Acceso al Sistema de Comunicaciones.

Para el LIS del COCOM tenemos los siguientes CSAPs:

CSAP HF-1, CSAP VHF-1, CSAP HF-2, CSAP VHF-2, CSAP Trucking, CSAP MODE-Multiacceso, CSAP telefonía pública fija y móvil.

Total de CSAPs: 7 sitios.

#### 4.4.2 Establecimiento de módulos de acuerdo a las necesidades de integración de las diferentes redes para el COCOM.

Las unidades de extensión de Red NXU y las unidades DSP-1 descritas en la siguiente tabla:

**Tabla 4.3** Tabla de requerimiento de módulos NXU-2 y DSP-1 para la red Integrada COCOM

CSAP	Tipo de RED	DSP-1	NXU
VHF	Red1	1	1
VHF	Red 2	1	1
HF	Red 1	1	1
HF	Red 2	1	1
UHF	Red 1	1	1
Total de DSP-1		5	
Total NXU-2			5

- Módulo DSP-1:** Se utilizará 5 módulos de interfase DSP-1 a las radios terminales de: HF Racal TRA 931 en la ranura 6, HF Racal TRA-931 XH en la ranura 7, VHF VRC-8000 en la ranura 8, VHF VRC-8000 en la ranura 9 y UHF Trucking ASTRO en la ranura 10 del rack principal. Este módulo interconecta los radios terminales en las diferentes bandas se ha mencionado y/o de ser el caso cualquier otro dispositivo de cuatro hilos de acuerdo a las necesidades operativas que se presenten. Los módulos DSP-1 estarán asociados con las unidades de extensión de red NXU-2 de la siguiente manera:

**Tabla 4.4** Asignación de NXU-2 para los DSP-1 del LIS COCOM

DSP-1	RANURA	NXU-2	RANURA
A	6	F	1
B	7	G	2
C	8	H	3
D	9	I	4
E	10	J	5

Los módulos DSP-1 etiquetados como “A”, “B”, “C”, “D” y “E”, están haciendo interfase para interconectar los radios con el sistema a través de los módulos NXU-2 “F”, “G”, “H”, “I” y “J” respectivamente.

- **Módulo NXU-2:** Se utilizará 5 módulos NXU-2 instalados en las ranuras 1,2,3,4,5 del rack principal y que permitirá un enlace de comunicaciones (red de conversación) entre el ACU-1000 del COCOM (LIS COCOM) y el resto del Sistema WAIS de la FF.TT. Los cinco primeros módulos NXU-2 son usados para conectar los DSP-1 (A, B, C, D, E) y que son la interfase con la red IP de la FF.TT.
- **Módulo DSP-2:** Este módulo es lo mismo que la combinación de los módulos DSP-1/NXU-2, por lo que en este caso se utilizará de ser el caso únicamente las 5 primeras ranuras “1,2,3,4,5” y con ello se evita la utilización de los módulos asociados NXU-2 en estas ranuras del rack principal.
- **Módulo HSP-2:** Se instalará 1 módulo HSP-2 colocado en el rack principal y el uso del auricular local será para el control por parte del operador local, el mismo que proporcionara un interfase local con el sistema LIS del COCOM y el WAIS de la FF.TT. Incluirá un parlante y un teclado para el control local.
- **Módulo PSTN-1:** Se instalará 2 módulos PSTN. El primero se lo colocará en la ranura 11 del rack principal y estará dentro de la red de multiacceso para uso estrictamente operativo. El segundo módulo se instalará en la ranura 12 del rack principal y se utilizará para interconectarse con la telefonía pública fija, telefonía móvil de acuerdo a las necesidades operativas y/o administrativas.
- **Módulo CPM-4:** Se instalará 1 módulo de control el mismo recibirá los comandos de control desde el controlador WAIS esto desde cualquier punto de la red de datos

de la FF.TT. en donde se disponga del software del controlador. La versión del controlador CPM-4, es lo mismo que tener una combinación CPM-2/ETS-1, el CPM-2 realiza las mismas funciones de control que el CPM-4 pero necesita el interfase ETS-1 para la conexión a la red de datos.

#### **4.4.3 Formación de las Redes de Conversación (*Network Talkpaths*), a través de las redes de radio en HF, VHF, UHF y de los Sistemas de telefonía fija, telefonía móvil y satelital.**

Las vías de conversación de red, son un enlace de comunicación WAIS que opera sobre la red del Sistema, permite enlazar dos unidades ACU-1000 que en nuestro caso específico representan las LIS de las unidades asignadas o también enlaza un LIS (ACU-1000) con un NXU (Red de radio). En un ACU-1000, la interfase de red es provista por un NXM, y en un sitio NXU, por una unidad NXU-2 o un DSP-2 de acuerdo al caso.

Un NXM o módulo de extensión de Red, es el puerto de interfase de un ACU-1000 dedicado únicamente a las vías de conversación de red. Conformado por un DSP-2 o en su defecto por un DSP-1/NXU-2. Las redes de conversación se establecerán de la siguiente manera:

##### **4.4.3.1 Vía de Conversación de Red “BETA 1”.**

Conformado por el equipo de radio Racal TRA 931 operando en la banda de HF, en los 8370 KHZ como frecuencia principal, 8570 KHZ como frecuencia alterna. El enlace CSAP HF-1 podrá establecer vías de conversación de Red a través de la red IP de la FF.TT. con el LIS I-DE, LIS II-DE, LIS III-DE, LIS IV-DE . Adicionalmente se establecerán conexiones cruzadas (*cross connections*) y Sitios de una vía de conversación (*single talkpaths*) con los siguientes CSAPs:

- CSAP HF con el equipo Racal TRA-931 XH/F.
- CSAP VHF con el equipo VRC-8000 .
- CSAP UHF con el equipo Motorola ASTRO Trucking.
- CSAP VHF con el equipo VRC-8000
- CSAP PSTN-1 Line 1 con la línea de telefonía multiacceso Alcatel.
- CSAP PSTN-2 Line 1 con la línea de telefonía pública, Line 2 con la línea de telefonía móvil.

##### **4.4.3.2 Vía de Conversación de Red “BETA 2”**



Conformado por el equipo de radio Racal TRC-931 XH/F operando en la banda de HF, en los 8920 KHZ como frecuencia principal, 8220 KHZ como frecuencia alterna. El enlace CSAP HF-2 podrá establecer vías de conversación de Red a través de la red IP de la FF.TT. con el LIS I-DE, LIS II-DE, LIS III-DE, LIS IV-DE. Adicionalmente se establecerán conexiones cruzadas (*cross connections*) y Sitios de una vía de conversación (*single talkpaths*) con los siguientes CSAPs:

- CSAP HF Racal TRA-931
- CSAP VHF con el equipo VRC-8000
- CSAP VHF con el equipo VRC-8000.
- CSAP UHF con el equipo Motorola ASTRO Trucking.
- CSAP PSTN-1 Line 1 con la línea de telefonía multiacceso Alcatel
- CSAP PSTN-2 Line 1 con la línea de telefonía pública, Line 2 con la línea de telefonía móvil.

#### 4.4.3.3 Vía de Conversación de Red “BETA 3”

Conformado por el equipo de radio VRC-8000 con el equipo de seguridad de voz SEC-11, operando en la banda de VHF, en los 53300 KHZ como frecuencia principal de TX, 51120 KHZ como frecuencia principal de RX. El enlace CSAP VHF podrá establecer vías de conversación de Red a través de la red IP de la FF.TT. con el LIS I-DE, LIS II-DE, LIS III-DE, LIS IV-DE. Adicionalmente se establecerán conexiones cruzadas (*cross connections*) y Sitios de una vía de conversación (*single talkpaths*) con los siguientes CSAPs:

- CSAP HF con el equipo Racal TRA-931/F.
- CSAP HF con el equipo Racal TRA-931 XH
- CSAP VHF con el equipo VRC-8000 trabajando en diferente frecuencia
- CSAP UHF con el equipo Motorola ASTRO Trucking.
- CSAP PSTN-1 Line 1 con la línea de telefonía multiacceso Alcatel
- CSAP PSTN-2 Line 1 con la línea de telefonía pública, Line 2 con la línea de telefonía móvil.

#### 4.4.3.4 Vía de Conversación de Red “BETA 4”

Conformado por el equipo de radio VRC-8000 con el equipo seguridad SEC-11, operando en la banda de VHF, en los 64,8 MHZ como frecuencia principal de TX, 65,720 MHZ como frecuencia principal de RX. El enlace CSAP VHF podrá establecer vías de conversación de Red a través de la red IP de la FF.TT. con el LIS I-DE, LIS II-DE, LIS III-DE, LIS IV-DE. Adicionalmente se establecerán conexiones cruzadas (*cross connections*) y Sitios de una vía de conversación (*single talkpaths*) con los siguientes CSAPs:

- CSAP HF con el equipo Racal TRA-931/F.
- CSAP HF con el equipo Racal TRA-931XH
- CSAP VHF con el equipo VRC-8000 trabajando en diferente frecuencia
- CSAP UHF con el equipo Motorola ASTRO Trucking.
- CSAP PSTN-1 Line 1 con la línea de telefonía multiacceso Alcatel
- CSAP PSTN-2 Line 1 con la línea de telefonía pública, Line 2 con la línea de telefonía móvil.

#### 4.4.3.5 Vía de Conversación de Red “BETA 5”

Conformado por el equipo de radio Trucking Motorola operando en la banda de UHF, en los 640.20 MHZ como frecuencia principal de TX. 627.720 MHZ como frecuencia principal de RX. El enlace CSAP HF podrá establecer vías de conversación de Red a través de la red IP de la FF.TT. con el LIS I-DE, LIS II-DE, LIS III-DE, LIS IV-DE. Adicionalmente se establecerán conexiones cruzadas (*cross connections*) y Sitios de una vía de conversación (*single talkpaths*) con los siguientes CSAPs:

- CSAP HF Racal TRA 931XH
- CSAP VHF con el equipo VRC-8000
- CSAP VHF con el equipo VRC-8000.
- CSAP HF con el equipo Racal TRC-931/F.
- CSAP PSTN-1 Line 1 con la línea de telefonía multiacceso Alcatel
- CSAP PSTN-2 Line 1 con la línea de telefonía pública, Line 2 con la línea de telefonía móvil.

#### 4.4.3.6 Vía de Conversación de Red “BETA 6”

Conformado por el modulo PSTN-1 con la línea de telefonía del sistema multiacceso A9800R2 en line 1 y en line 2. El enlace CSAP HF podrá establecer vías de conversación de Red a través de la red IP de la FF.TT. con el LIS I-DE, LIS II-DE, LIS III-DE, LIS IV-DE. Adicionalmente se establecerán conexiones cruzadas (*cross connections*) y Sitios de una vía de conversación (*single talkpaths*) con los siguientes CSAPs:

- CSAP HF con el equipo Racal TRC-931 XH/F.
- CSAP HF con el equipo Racal TRA-931/F
- CSAP VHF con el equipo VRC-8000
- CSAP VHF con el equipo VRC-8000.
- CSAP UHF con el equipo Motorola ASTRO Trucking.
- CSAP PSTN-2 Line 1 con la línea de telefonía pública, Line 2 con la línea de telefonía móvil.

#### 4.4.3.7 Vía de Conversación de Red “BETA 7”

Conformado por el módulo PSTN-2 con la línea de telefonía Line 1 con la línea de telefonía pública, Line 2 con la línea de telefonía móvil de acuerdo a las necesidades de comunicación que se presenten. El enlace CSAP PSTN-2 podrá establecer vías de conversación de Red a través de la red IP de la FF.TT. con el LIS I-DE, LIS II-DE, LIS III-DE, LIS IV-DE. Adicionalmente se establecerán conexiones cruzadas (*cross connections*) y Sitios de una vía de conversación (*single talkpaths*) con los siguientes CSAPs:

- CSAP HF con el equipo Racal TRA-931/F.
- CSAP HF con el equipo Racal TRA-931XH
- CSAP VHF con el equipo VRC-8000.
- CSAP VHF con el equipo VRC-8000.
- CSAP UHF con el equipo Motorola ASTRO Trucking.
- CSAP PSTN-1 Line 1 con la linea de telefonía multiacceso Alcatel.

#### 4.4.4 Establecimiento de los Sitios de Control.

Para el LIS COCOM se establecerá, un sitio de control, que estará ubicado en el CALE. El módulo CPM-2 nos permitirá el control y acceso al Sistema WAIS, a través de la red sin embargo utilizaremos el módulo HSP-2 para su aplicación en el centro de gestión del COCOM. El módulo LP-1 será instalado siempre y cuando los módulos DSP-2 se incorporen en vez del módulo DSP-1 debido a que esto va a permitir obtener racks libres. En este caso se dispondrá de una línea de teléfono local.

#### 4.4.5 Diagrama de Bloques del LIS COCOM.

De acuerdo a las necesidades de interoperabilidad presentadas, a la designación y configuración de los diferentes módulos del ACU-1000 y de acuerdo a los grupos de conversación de red diseñados el diagrama de bloques para el COCOM será el siguiente:

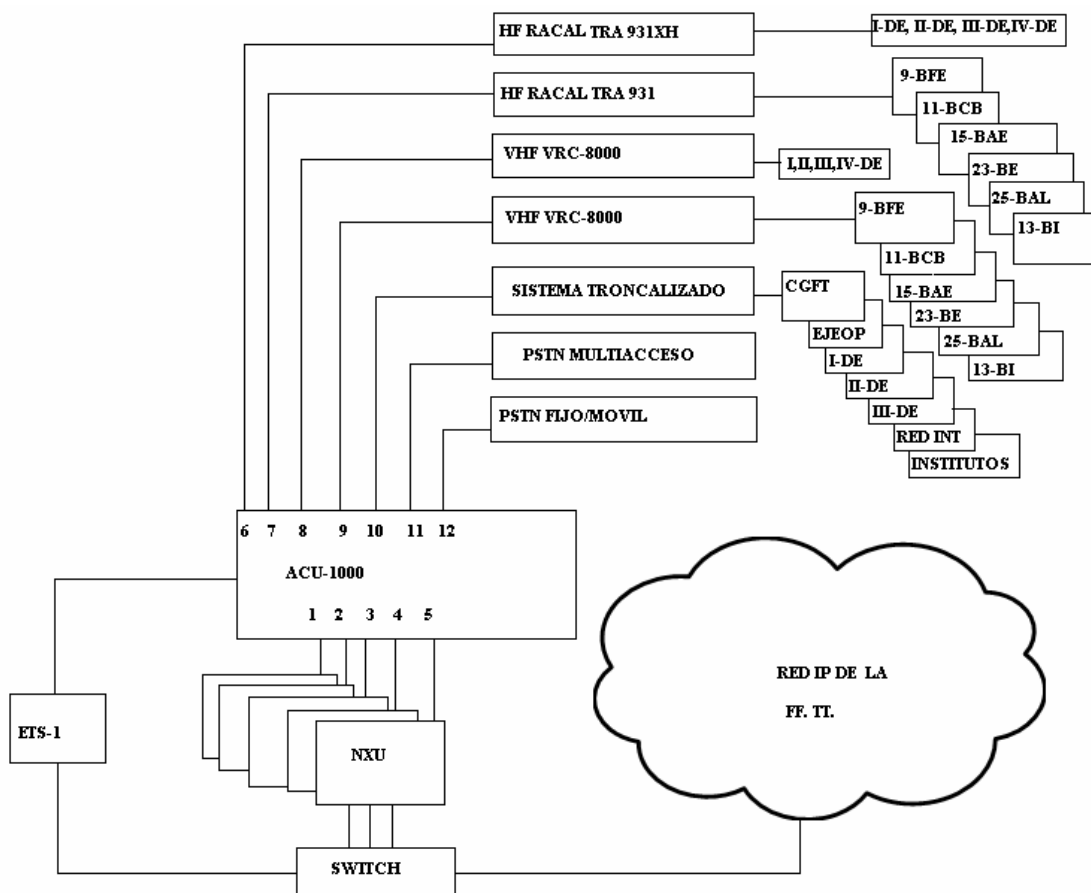


Figura 4.6 Diagrama de bloques del LIS COCOM

#### 4.4.6 Posición de Despacho del Sistema WAIS para el COCOM.

La posición de despacho del LIS COCOM, estará dentro del centro de gestión y control. Esta conformado por un equipo de consola de audio con un interfase NXU-2, conectada directamente a la red IP de la FF.TT. a través de un switch CISCO 2950 de 12 puertos.

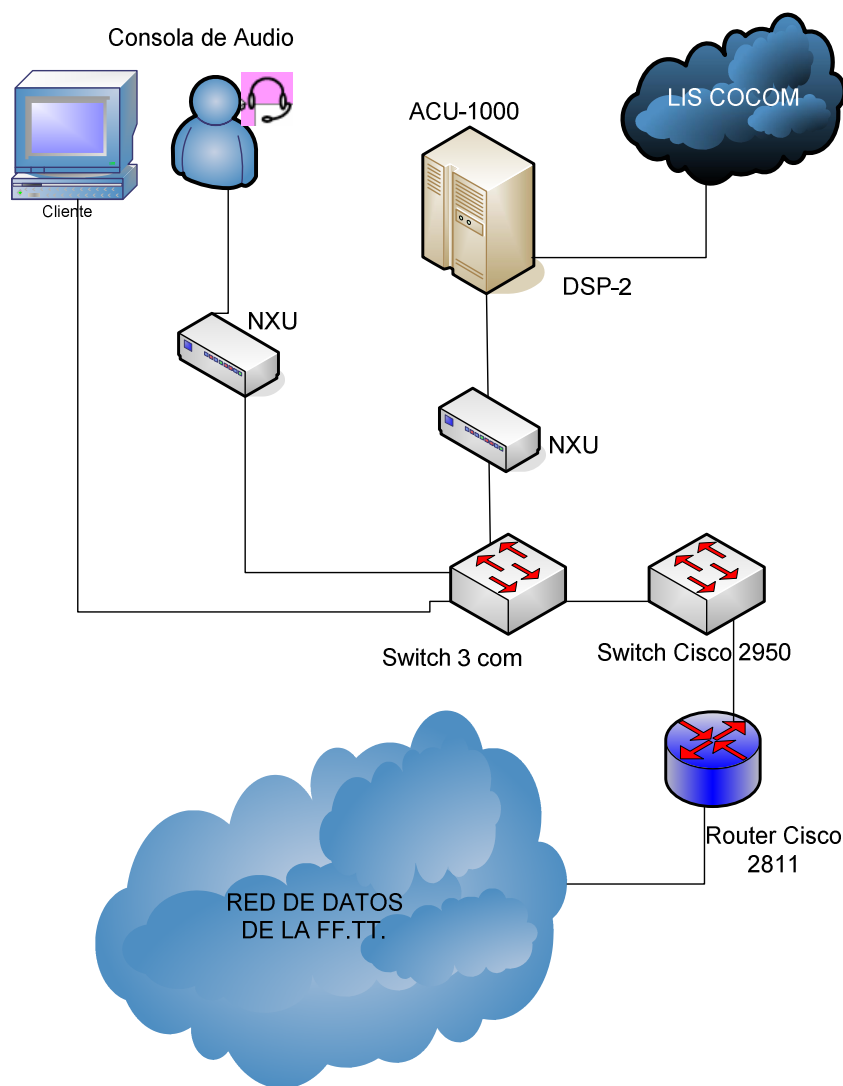


Figura 4.7 Diagrama de Bloques Posición de Despacho del LIS COCOM

#### 4.4.7 LIS COCOM con el módulo DSP-2 y la Posición de Despacho WAIS.

Para el caso de la implementación del LIS COCOM a través del módulo DSP-2 las vías de conversación establecidas en las secciones anteriores se mantendrían lo que variaría son las conexiones a los racks desde los equipos de comunicaciones a instalar

como se muestra en la figura 4.8, en donde se muestra que para los equipos HF Racal TRA-931XH, HF Racal TRA 931, VHF VRC-8000, VHF VRC-8000, UHF ASTRO Troncalizado se utilizará los módulos DSP-2 instalados en los racks 1,2,3,4 y 5 respectivamente del ACU-1000.

Adicionalmente para esta configuración del LIS COCOM a través de los módulos DSP-2, se incorpora el módulo LP-1 en el rack 8 que nos permite la conexión a teléfono local.

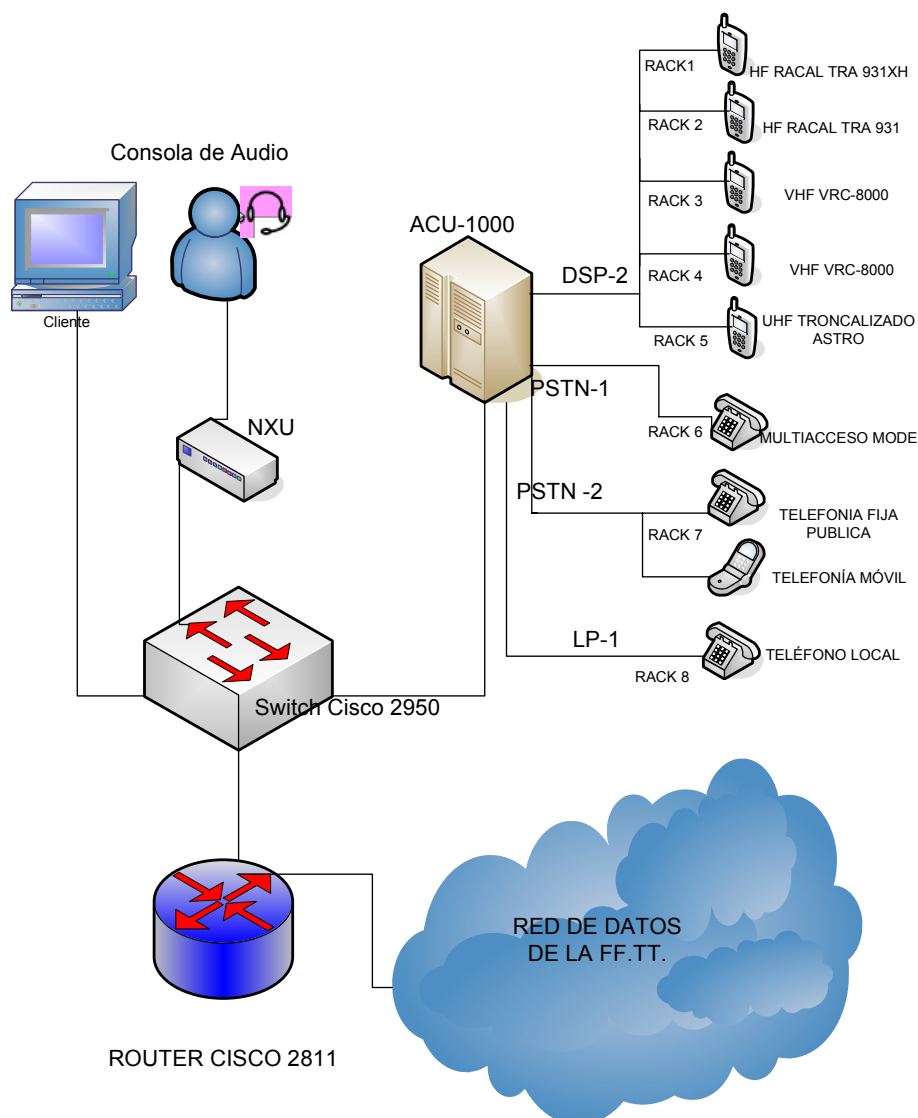
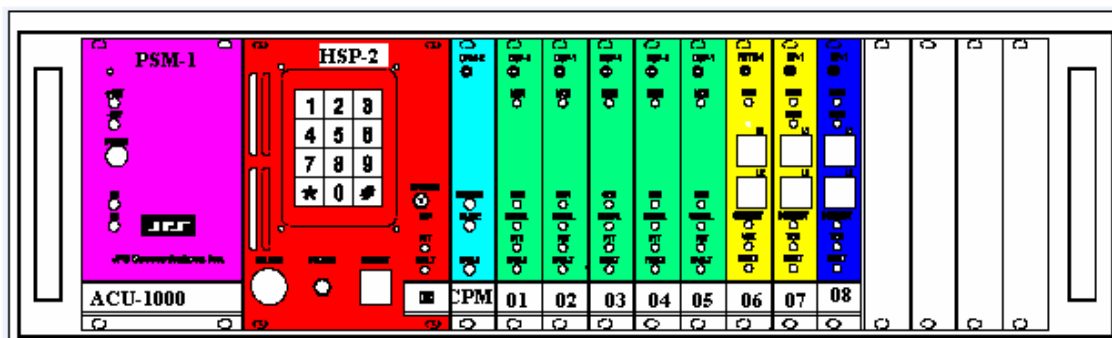


Figura 4.8 Diagrama de bloques del LIS COCOM

El módulo PSTN-1 se usará para la interoperabilidad del sistema de telefonía fija multiacceso-MODE instalado en el rack 6 del ACU-1000 y el módulo PSTN-2, instalado en el rack 7 se usará para la interoperabilidad del sistema de telefonía fija pública, telefonía móvil con el resto del sistema LIS COCOM y el nodo WAIS de la FF.TT. Adicionalmente en el gráfico anterior se muestra la incorporación de la posición de despacho y control a través del software WAIS para el COCOM. La ubicación de los diferentes módulos y la conexión en los diferentes racks del ACU-1000 se muestra en la figura 4.9.



Leyenda:

	PSM-1 Módulo de Poder
	HSP-2 Módulo de Interfase Local con el Sistema
	CPM-4 Módulo de Control e Interfase de Red
	DSP-2 Módulo de Interfase de radio y el WAIS
	PSTN-1 Módulo de Interfase de dispositivos de 2 hilos (telefonía) y el WAIS
	LP-1 Módulo de Interfase al WAIS mediante un teléfono estándar

Figura 4.9 Ubicación de los módulos de conexión y control del ACU-1000 para el LIS COCOM

#### 4.5 LIS II-DE DE ACUERDO A LAS REDES DE RADIO EN HF, VHF, UHF Y A LOS SISTEMAS DE TELEFONÍA FIJA Y MÓVIL A INTEGRAR.

##### 4.5.1 Puntos de Acceso al Sistema de Comunicaciones.

Para el LIS la II-DE tenemos los siguientes CSAPs:

CSAP HF-1, CSAP HF-2, CSAP HF-3, CSAP VHF-1, CSAP Trucking, CSAP MODE-Multiacceso, CSAP telefonía pública fija y móvil.

Total de CSAPs: 7 sitios.

#### 4.5.2 Establecimiento de módulos de acuerdo a las necesidades de integración de las diferentes redes para la II-DE.

Las unidades de extensión de Red NXU y las unidades DSP-1 para el II-DE están descritas en la siguiente tabla:

**Tabla 4.5** Tabla de requerimiento de módulos NXU-2 y DSP-1 para la red Integrada II-DE.

CSAP	Tipo de RED	DSP-1	NXU
HF	Red 1	1	1
HF	Red 2	1	1
HF	Red 3	1	1
VHF	Red1	1	1
UHF	Red 1	1	1
Total de DSP-1		5	
Total NXU-2			5

Para la II-DE tenemos los siguientes módulos de acuerdo al requerimiento presentado:

- Módulo DSP-1:** Se utilizará 5 módulos de interfase DSP-1 a las radios terminales de: HF Racal TRA 931 en la ranura 6, HF Racal TRA 931 en la ranura 7, HF Racal TRA 931 en la ranura 8, VHF VRC-8000 en la ranura 9 y UHF Trucking ASTRO en la ranura 10 del rack principal. Este módulo interconecta los radios terminales en las diferentes bandas se ha mencionado y/o de ser el caso cualquier otro dispositivo de cuatro hilos de acuerdo a las necesidades operativas que se presenten. Los módulos DSP-1 estarán asociados con las unidades de extensión de red NXU-2 de la siguiente manera:



**Tabla. 4.6. Asignación de NXU-2 para los DSP-1 del LIS II-DE**

DSP-1	RANURA	NXU-2	RANURA
A	6	F	1
B	7	G	2
C	8	H	3
D	9	I	4
E	10	J	5

Los módulos DSP-1 etiquetados como “A”, “B”, “C” “D” y “E”, están haciendo interfase para interconectar los radios con el sistema a través de los módulos NXU-2 “F”, “G”, “H”, “I” y “J” respectivamente.

- **Módulo NXU-2:** Se utilizará 5 módulos NXU-2 instalados en las ranuras 1,2,3,4,5 del rack principal y que permitirá un enlace de comunicaciones (red de conversación) entre el ACU-1000 del LIS II-DE y el resto del Sistema WAIS de la FF.TT. Los cinco primeros módulos NXU-2 son usados para conectar los DSP-1 (A, B, C, D, E) y que son la interfase con la red IP de la FF.TT.
- **Módulo DSP-2:** Este módulo es lo mismo que la combinación de los módulos DSP-1/NXU-2, por lo que en este caso se utilizará de ser el caso únicamente las 5 primeras ranuras “1,2,3,4,5” y con ello se evita la utilización de los módulos asociados NXU-2 en estas ranuras del rack principal.

En el caso que se implemente el módulo LP-1 (teléfono local) y/o se incrementen CSAPs de acuerdo a las necesidades operativas y/o administrativas, la configuración del LIS II-DE exclusivamente se hará en base a la instalación del módulo DSP-2.

- **Módulo HSP-2:** Se instalará 1 módulo HSP-2 colocado en el rack principal y el uso del auricular local será para el control por parte del operador local, el mismo

que proporcionara un interfase local con el sistema LIS II-DE y el WAIS de la FF.TT. Incluirá un parlante y un teclado para el control local.

- **Módulo PSTN-1:** Se instalará 2 módulos PSTN. El primero se lo colocará en la ranura 11 del rack principal y estará dentro de la red de multiacceso para uso estrictamente operativo. El segundo módulo se instalará en la ranura 12 del rack principal y se utilizará para interconectarse con la telefonía pública fija, telefonía móvil de acuerdo a las necesidades operativas y/o administrativas.
- **Módulo CPM-4:** Se instalará 1 módulo de control el mismo recibirá los comandos de control desde el controlador WAIS esto desde cualquier punto de la red de datos de la FF.TT. en donde se disponga del software del controlador. La versión del controlador CPM-4, es lo mismo que tener una combinación CPM-2/ETS-1, el CPM-2 realiza las mismas funciones de control que el CPM-4 pero necesita el interfase ETS-1 para la conexión a la red de datos.

#### **4.5.3 Formación de las Redes de Conversación (*Network Talkpaths*), a través de las redes de radio en HF, VHF, UHF y de los Sistemas de telefonía fija, telefonía móvil y satelital.**

Las vías de conversación de red, son un enlace de comunicación WAIS que opera sobre la red del Sistema, permite enlazar dos unidades ACU-1000 que en nuestro caso específico representan las LIS de las unidades asignadas o también enlaza un LIS (ACU-1000) con un NXU (Red de radio). En un ACU-1000, la interfase de red es provista por un NXM, y en un sitio NXU, por una unidad NXU-2 o un DSP-2 de acuerdo al caso.

Un NXM o módulo de extensión de Red, es el puerto de interfase de un ACU-1000 dedicado únicamente a las vías de conversación de red. Conformado por un DSP-2 o en su defecto por un DSP-1/NXU-2. Las redes de conversación se establecerán de la siguiente manera:

##### **4.5.3.1 Vía de Conversación de Red “CHARLY 1”**

Conformado por el equipo de radio Racal TRA 931 operando en la banda de HF, en los 7370 KHZ como frecuencia principal, 7170 KHZ como frecuencia alterna. El enlace CSAP HF-1 podrá establecer vías de conversación de Red a través de la red IP de la FF.TT. con el LIS C.G.F.T./COCOM, LIS I-DE, LIS III-DE, LIS IV-DE.

Adicionalmente se establecerán conexiones cruzadas (*cross connections*) y Sitios de una vía de conversación (*single talkpaths*) con los siguientes CSAPs:

- CSAP HF-2 con el equipo Racal TRA-931.
- CSAP HF-3 con el equipo Racal TRA-931.
- CSAP VHF-1 con el equipo VRC-8000 .
- CSAP UHF con el equipo Motorola ASTRO Trucking.
- CSAP PSTN-1 Line 1 con la línea de telefonía multiacceso Alcatel.
- CSAP PSTN-2 Line 1 con la línea de telefonía pública, Line 2 con la línea de telefonía móvil.

#### **4.5.3.2 Vía de Conversación de Red “CHARLY 2”**

Conformado por el equipo de radio Racal TRC-931 operando en la banda de HF, en los 5270 KHZ como frecuencia principal, 5270 KHZ como frecuencia alterna. El enlace CSAP HF-2 podrá establecer vías de conversación de Red a través de la red IP de la FF.TT. con el LIS C.G.F.T./COCOM, LIS I-DE, LIS III-DE, LIS IV-DE.

Adicionalmente se establecerán conexiones cruzadas (*cross connections*) y Sitios de una vía de conversación (*single talkpaths*) con los siguientes CSAPs:

- CSAP HF-1 Racal TRA-931
- CSAP HF-3 Racal TRA-931
- CSAP VHF con el equipo VRC-8000
- CSAP UHF con el equipo Motorola ASTRO Trucking.
- CSAP PSTN-1 Line 1 con la línea de telefonía multiacceso Alcatel

- CSAP PSTN-2 Line 1 con la línea de telefonía pública, Line 2 con la línea de telefonía móvil.

#### 4.5.3.3 Vía de Conversación de Red “CHARLY 3”

Conformado por el equipo de radio Racal TRC-931 operando en la banda de HF, en los 6520 KHZ como frecuencia principal, 6120 KHZ como frecuencia alterna. El enlace CSAP HF-3 podrá establecer vías de conversación de Red a través de la red IP de la FF.TT. con el LIS C.G.F.T./COCOM, LIS I-DE, LIS III-DE, LIS IV-DE.

Adicionalmente se establecerán conexiones cruzadas (*cross connections*) y Sitios de una vía de conversación (*single talkpaths*) con los siguientes CSAPs:

- CSAP HF-1 Racal TRA-931
- CSAP HF-2 Racal TRA-931
- CSAP VHF con el equipo VRC-8000
- CSAP UHF con el equipo Motorola ASTRO Trucking.
- CSAP PSTN-1 Line 1 con la línea de telefonía multiacceso Alcatel
- CSAP PSTN-2 Line 1 con la línea de telefonía pública, Line 2 con la línea de telefonía móvil.

#### 4.5.3.4 Vía de Conversación de Red “CHARLY- 4”

Conformado por el equipo de radio VRC-8000 con el equipo de seguridad de voz SEC-11, operando en la banda de VHF, en los 79300 KHZ como frecuencia principal de TX, 81210 KHZ como frecuencia principal de RX. El enlace CSAP VHF podrá establecer vías de conversación de Red a través de la red IP de la FF.TT. con el LIS C.G.F.T./COCOM ,LIS I-DE, LIS III-DE, LIS IV-DE.

Adicionalmente se establecerán conexiones cruzadas (*cross connections*) y Sitios de una vía de conversación (*single talkpaths*) con los siguientes CSAPs:

- CSAP HF-1 con el equipo Racal TRA-931/F.
- CSAP HF-2 con el equipo Racal TRA-931

- CSAP HF-3 con el equipo Racal TRA-931
- CSAP VHF con el equipo VRC-8000 trabajando en diferente frecuencia
- CSAP UHF con el equipo Motorola ASTRO Trucking.
- CSAP PSTN-1 Line 1 con la línea de telefonía multiacceso Alcatel
- CSAP PSTN-2 Line 1 con la línea de telefonía pública, Line 2 con la línea de telefonía móvil.

#### 4.5.3.5 Vía de Conversación de Red “CHARLY - 5”

Conformado por el equipo de radio Trucking Motorola operando en la banda de UHF, en los 610.20 MHZ como frecuencia principal de TX. 605.720 MHZ como frecuencia principal de RX. El enlace CSAP HF podrá establecer vías de conversación de Red a través de la red IP de la FF.TT. con el LIS C.G.F.T./COCOM, LIS I-DE, LIS III-DE, LIS IV-DE.

Adicionalmente se establecerán conexiones cruzadas (*cross connections*) y Sitios de una vía de conversación (*single talkpaths*) con los siguientes CSAPs:

- CSAP HF-1 con el equipo Racal TRA 931/F
- CSAP HF-2 con el equipo Racal TRC-931/F.
- CSAP HF-3 con el equipo Racal TRC-931/F.
- CSAP VHF con el equipo VRC-8000
- CSAP PSTN-1 Line 1 con la línea de telefonía multiacceso Alcatel
- CSAP PSTN-2 Line 1 con la línea de telefonía pública, Line 2 con la línea de telefonía móvil.

#### 4.5.3.6 Vía de Conversación de Red “CHARLY 6”

Conformado por el modulo PSTN-1 con la línea de telefonía del sistema multiacceso A9800R2 en line 1 y en line 2. El enlace CSAP PSTN-1 podrá establecer vías de conversación de Red a través de la red IP de la FF.TT. con el LIS C.G.F.T./COCOM, LIS I-DE, LIS III-DE, LIS IV-DE. Adicionalmente se establecerán conexiones cruzadas (*cross connections*) y Sitios de una vía de conversación (*single talkpaths*) con los siguientes CSAPs:

- CSAP HF-1 con el equipo Racal TRA 931/F
- CSAP HF-2 con el equipo Racal TRC-931/F.
- CSAP HF-3 con el equipo Racal TRC-931/F.
- CSAP VHF con el equipo VRC-8000
- CSAP UHF con el equipo Motorola ASTRO Trucking.
- CSAP PSTN-2 Line 1 con la línea de telefonía pública, Line 2 con la línea de telefonía móvil.

#### 4.5.3.7 Vía de Conversación de Red “CHARLY 7”

Conformado por el módulo PSTN-2 con la línea de telefonía Line 1 con la línea de telefonía pública, Line 2 con la línea de telefonía móvil de acuerdo a las necesidades de comunicación que se presenten. El enlace CSAP PSTN-2 podrá establecer vías de conversación de Red a través de la red IP de la FF.TT. con el LIS C.G.F.T./COCOM, LIS I-DE, LIS III-DE, LIS IV-DE.

Adicionalmente se establecerán conexiones cruzadas (*cross connections*) y Sitios de una vía de conversación (*single talkpaths*) con los siguientes CSAPs:

- CSAP HF-1 con el equipo Racal TRA 931/F
- CSAP HF-2 con el equipo Racal TRC-931/F.
- CSAP HF-3 con el equipo Racal TRC-931/F.
- CSAP VHF con el equipo VRC-8000.
- CSAP UHF con el equipo Motorola ASTRO Trucking.
- CSAP PSTN-1 Line 1 con la línea de telefonía multiacceso Alcatel.

#### 4.5.4 Establecimiento de los Sitios de Control.

Para el LIS II-DE se establecerá, un sitio de control, que estará ubicado en la CC-II-DE. El módulo CPM-2 nos permitirá el control y acceso al Sistema WAIS, a través de la red sin embargo utilizaremos el módulo HSP-2 para su aplicación en el centro de gestión de la II-DE.

El módulo LP-1 será instalado siempre y cuando los módulos DSP-2 se incorporen en vez del módulo DSP-1 debido a que esto va a permitir obtener racks libres. En este caso se dispondrá de una línea de teléfono local.

#### 4.5.5 Diagrama de Bloques del LIS II-DE.

De acuerdo a las necesidades de interoperabilidad presentadas, a la designación y configuración de los diferentes módulos del ACU-1000 y de acuerdo a los grupos de conversación de red diseñados, el diagrama de bloques para la II-DE será el siguiente:

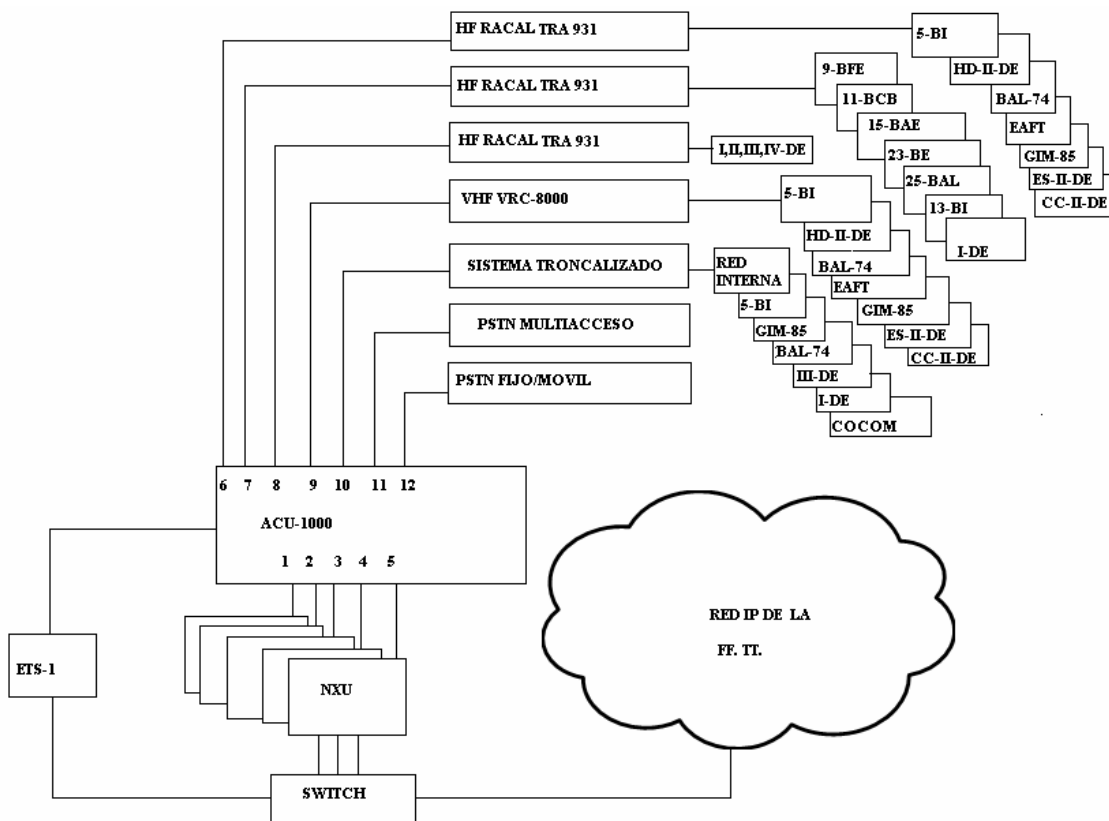


Figura. 4.10. Diagrama de bloques del LIS II-DE

#### 4.5.6 Posición de Despacho del Sistema WAIS para el LIS II-DE.

La posición de despacho del LIS II-DE, estará dentro del centro de gestión y control. Esta conformado por un equipo de consola de audio con un interfase NXU-2, conectada directamente a la red IP de la FF.TT. a través de un switch CISCO 2950 de 12 puertos.

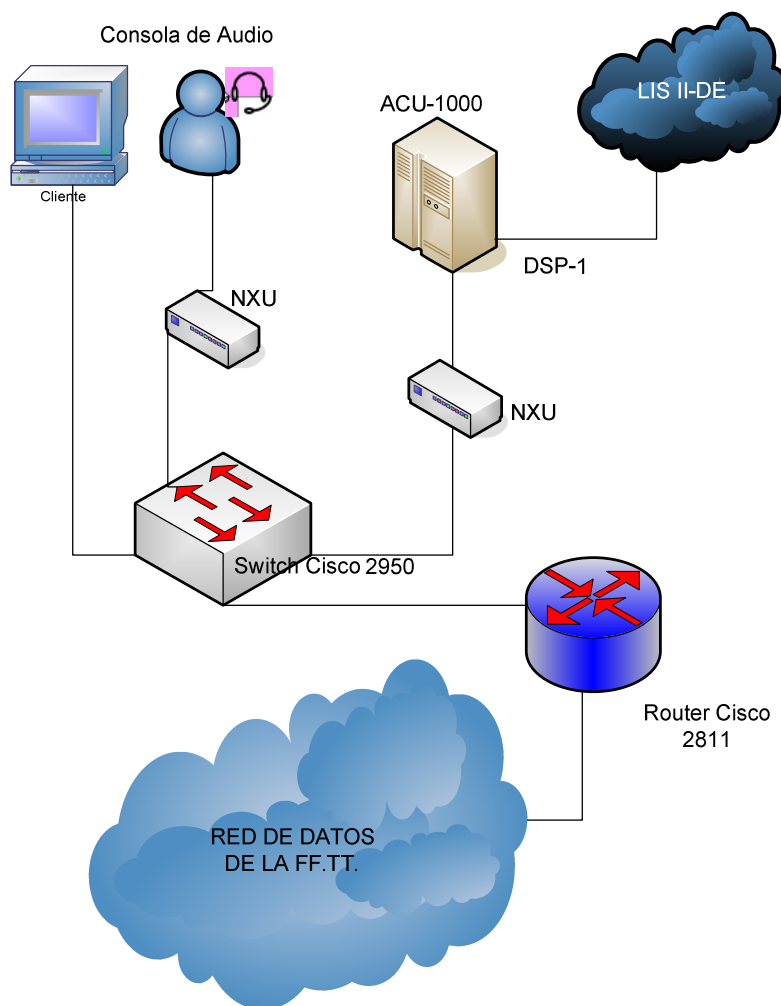


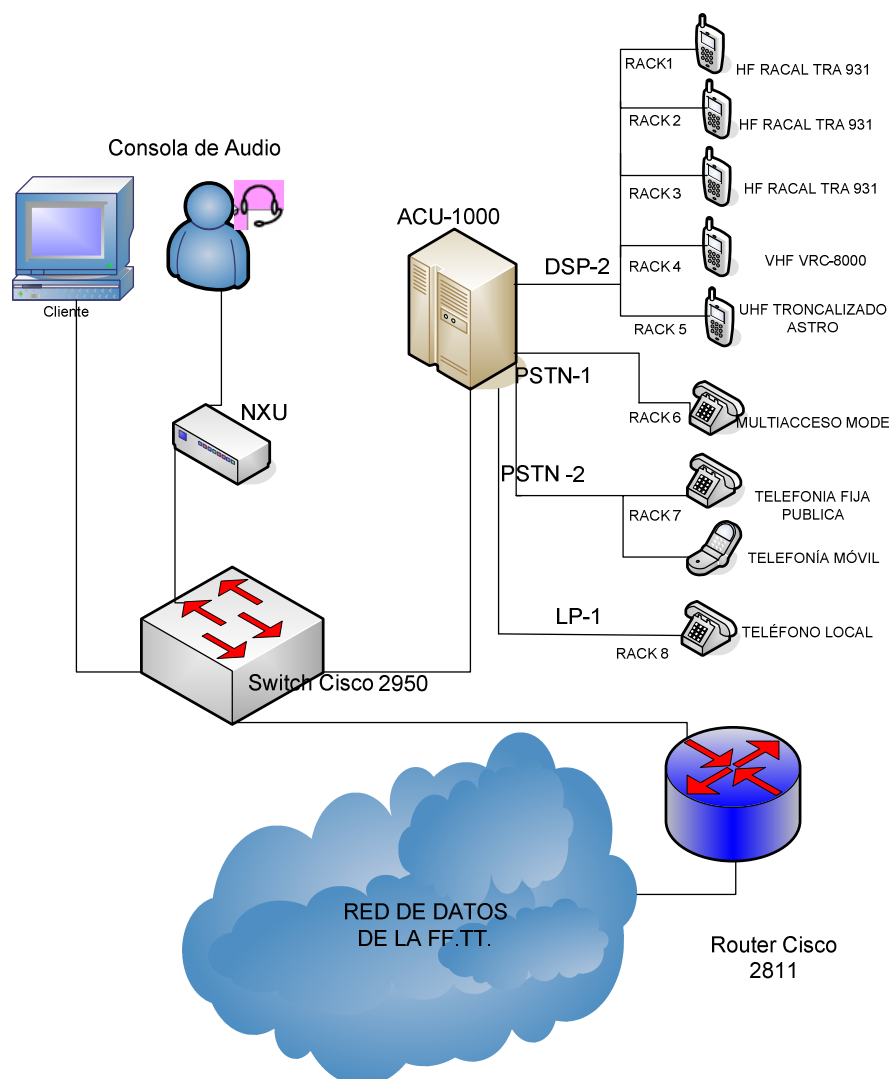
Figura. 4.11. Diagrama de Bloques Posición de Despacho del LIS II-DE

#### 4.5.7 LIS II-DE con el módulo DSP-2 y la Posición de Despacho WAIS.

Para el caso de la implementación del LIS II-DE a través del módulo DSP-2 las vías de conversación establecidas en las secciones anteriores se mantendrían lo que variaría son las conexiones a los racks desde los equipos de comunicaciones a instalar como se muestra en la figura 4.12, en donde se muestra que para los equipos HF-1 Racal TRA-931, HF-2 Racal TRA 931, HF-3 Racal TRA 931, VHF VRC-8000, UHF ASTRO Troncalizado se utilizará los módulos DSP-2 instalados en los racks 1,2,3,4 y 5 respectivamente del ACU-1000.

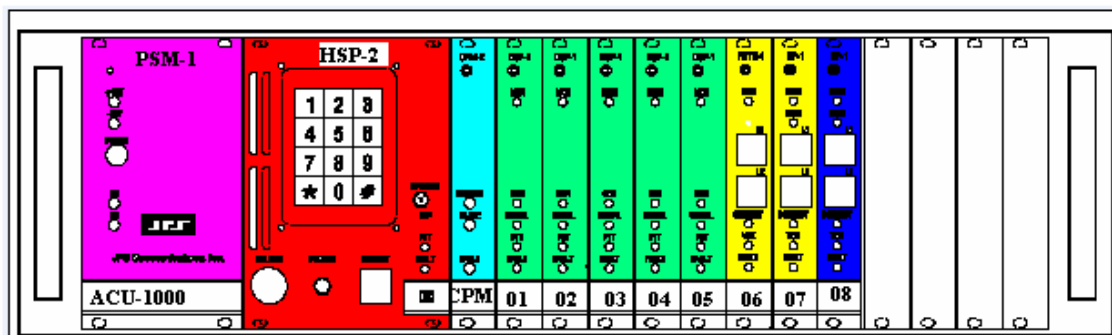
Adicionalmente para esta configuración del LIS II-DE a través de los módulos DSP-2, se incorpora el módulo LP-1 en el rack 8 que nos permite la conexión a teléfono local.





**Figura. 4.12. Diagrama de bloques del LIS II-DE**

El módulo PSTN-1 se usará para la interoperabilidad del sistema de telefonía fija multiacceso-MODE instalado en el rack 6 del ACU-1000 y el módulo PSTN-2 instalado en el rack 7 se usará para la interoperabilidad del sistema de telefonía fija pública, telefonía móvil con el resto del sistema LIS II-DE y el nodo WAIS de la FF.TT. Adicionalmente en el gráfico anterior se muestra la incorporación de la posición de despacho y control a través del software WAIS para LA II-DE. La ubicación de los diferentes módulos y la conexión en los diferentes racks del ACU-1000 se muestra en la figura 4.13.



Legenda:

	PSM-1 Módulo de Poder
	HSP-2 Módulo de Interfase Local con el Sistema
	CPM-4 Módulo de Control e Interfase de Red
	DSP-2 Módulo de Interfase de radio y el WAIS
	PSTN-1 Módulo de Interfase de dispositivos de 2 hilos (telefonía) y el WAIS
	LP-1 Módulo de Interfase al WAIS mediante un teléfono estándar

Figura. 4.13. Ubicación de los módulos de conexión y control del ACU-1000 para el LIS II-DE

## 4.6 LIS III-DE DE ACUERDO A LAS REDES DE RADIO EN HF, VHF, UHF Y A LOS SISTEMAS DE TELEFONÍA FIJA Y MÓVIL A INTEGRAR.

### 4.6.1 Puntos de Acceso al Sistema de Comunicaciones.

Para el LIS del III-DE tenemos los siguientes CSAPs:

CSAP HF-1, CSAP VHF-1, CSAP HF-2, CSAP VHF-2, CSAP UHF-1 ASTRO Trucking, CSAP UHF-2 ASTRO Trucking, CSAP MODE-Multiacceso, CSAP telefonía pública fija y móvil.

Total de CSAPs: 8 sitios.

### 4.6.2 Establecimiento de módulos de acuerdo a las necesidades de integración de las diferentes redes para la III-DE.

Las unidades de extensión de Red NXU y las unidades DSP-1 para la III-DE están descritas en la siguiente tabla:

**Tabla 4.7** Tabla de requerimiento de módulos NXU-2 y DSP-1 para la red Integrada III-DE.

CSAP	Tipo de RED	DSP-1	NXU
VHF	Red1	1	1
VHF	Red 2	1	1
HF	Red 1	1	1
HF	Red 2	1	1
UHF	Red 1	1	1
UHF	Red 2	1	1
Total de DSP-1		6	
Total NXU-2			6

Según la tabla 4.7 se establece un requerimiento de 12 racks del ACU-1000 para la instalación de los módulos DSP-1 y NXU-2 , por lo cual no existiría racks disponibles para la instalación de los módulos PSTN-1 y 2 y del módulo LP-1 para teléfono local. Por lo que para la implementación del LIS III-DE se hace necesario la instalación de los módulos DSP-2. Para el III-DE tenemos los siguientes módulos de acuerdo al requerimiento presentado:

- **Módulo NXU-2:** Se utilizará 1 módulo NXU-2 como interfase de red entre el centro de despacho y la red IP de la FF.TT.
- **Módulo DSP-2:** Este módulo es lo mismo que la combinación de los módulos DSP-1/NXU-2, por lo que para el requerimiento de CSAPs se instalará 6 módulos DSP-2 en las 6 primeras ranuras “1,2,3,4,5 y 6” del ACU-1000 y con ello se evita la utilización de los módulos asociados NXU-2 en estas ranuras del rack principal.

- **Módulo HSP-2:** Se instalará 1 módulo HSP-2 colocado en el rack principal y el uso del auricular local será para el control por parte del operador local, el mismo que proporcionara un interfase local con el sistema LIS de la III-DE y el WAIS de la FF.TT. Incluirá un parlante y un teclado para el control local.
- **Módulo PSTN-1:** Se instalará 2 módulos PSTN. El primero se lo colocará en la ranura 7 del rack principal y estará dentro de la red de multiacceso para uso estrictamente operativo. El segundo módulo se instalará en la ranura 8 del rack principal y se utilizará para interconectarse con la telefonía pública fija, telefonía móvil de acuerdo a las necesidades operativas y/o administrativas.
- **Módulo CPM-4:** Se instalará 1 módulo de control el mismo recibirá los comandos de control desde el controlador WAIS esto desde cualquier punto de la red de datos de la FF.TT. en donde se disponga del software del controlador. La versión del controlador CPM-4, es lo mismo que tener una combinación CPM-2/ETS-1, el CPM-2 realiza las mismas funciones de control que el CPM-4 pero necesita el interfase ETS-1 para la conexión a la red de datos.

#### **4.6.3 Formación de las Redes de Conversación (*Network Talkpaths*), a través de las redes de radio en HF, VHF, UHF y de los Sistemas de telefonía fija, telefonía móvil y satelital.**

Las vías de conversación de red, son un enlace de comunicación WAIS que opera sobre la red del Sistema, permite enlazar dos unidades ACU-1000 que en nuestro caso específico representan las LIS de las unidades asignadas o también enlaza un LIS (ACU-1000) con un NXU (Red de radio). En un ACU-1000, la interfase de red es provista por un NXM, y en un sitio NXU, por una unidad NXU-2 o un DSP-2 de acuerdo al caso.

Un NXM o módulo de extensión de Red, es el puerto de interfase de un ACU-1000 dedicado únicamente a las vías de conversación de red. Conformado por un DSP-2 o en su defecto por un DSP-1/NXU-2. Las redes de conversación se establecerán de la siguiente manera:

##### **4.6.3.1 Vía de Conversación de Red “DELTA 1”**

Conformado por el equipo de radio Racal TRA-931 operando en la banda de HF, en los 7670 KHZ como frecuencia principal, 7650 KHZ como frecuencia alterna. El enlace CSAP HF-1 podrá establecer vías de conversación de Red a través de la red IP de la FF.TT. con el LIS COCOM, LIS I-DE, LIS II-DE, LIS IV-DE.

Adicionalmente se establecerán conexiones cruzadas (*cross connections*) y Sitios de una vía de conversación (*single talkpaths*) con los siguientes CSAPs:

- CSAP HF-2 con el equipo Racal TRA-931 /F.
- CSAP VHF-1 con el equipo VRC-8000.
- CSAP UHF-1 con el equipo Motorola ASTRO Trucking.
- CSAP VHF-2 con el equipo VRC-8000
- CSAP UHF-2 con el equipo Motorola ASTRO Trucking.
- CSAP PSTN-1 Line 1 con la línea de telefonía multiacceso Alcatel.
- CSAP PSTN-2 Line 1 con la línea de telefonía pública, Line 2 con la línea de telefonía móvil.

#### **4.6.3.2 Vía de Conversación de Red “DELTA 2”**

Conformado por el equipo de radio Racal TRC-931 /F operando en la banda de HF, en los 7520 KHZ como frecuencia principal, 7220 KHZ como frecuencia alterna. El enlace CSAP HF-2 podrá establecer vías de conversación de Red a través de la red IP de la FF.TT. con el LIS COCOM, LIS I-DE, LIS II-DE, LIS IV-DE.

Adicionalmente se establecerán conexiones cruzadas (*cross connections*) y Sitios de una vía de conversación (*single talkpaths*) con los siguientes CSAPs:

- CSAP HF-1 Racal TRA-931
- CSAP VHF-1 con el equipo VRC-8000
- CSAP VHF -2 con el equipo VRC-8000.
- CSAP UHF-1 con el equipo Motorola ASTRO Trucking.
- CSAP UHF-2 con el equipo Motorola ASTRO Trucking.
- CSAP PSTN-1 Line 1 con la línea de telefonía multiacceso Alcatel

- CSAP PSTN-2 Line 1 con la línea de telefonía pública, Line 2 con la línea de telefonía móvil.

#### 4.6.3.3 Vía de Conversación de Red “DELTA 3”

Conformado por el equipo de radio VRC-8000 con el equipo de seguridad de voz SEC-11, operando en la banda de VHF, en los 73300 KHZ como frecuencia principal de TX, 71120 KHZ como frecuencia principal de RX. El enlace CSAP VHF podrá establecer vías de conversación de Red a través de la red IP de la FF.TT. con el LIS COCOM, LIS I-DE, LIS II-DE, LIS IV-DE.

Adicionalmente se establecerán conexiones cruzadas (*cross connections*) y Sitios de una vía de conversación (*single talkpaths*) con los siguientes CSAPs:

- CSAP HF-1 con el equipo Racal TRA-931/F.
- CSAP HF-2 con el equipo Racal TRA-931/F
- CSAP VHF-1 con el equipo VRC-8000 trabajando en diferente frecuencia
- CSAP VHF-2 con el equipo VRC-8000 trabajando en diferente frecuencia
- CSAP UHF-1 con el equipo Motorola ASTRO Trucking.
- CSAP UHF-2 con el equipo Motorola ASTRO Trucking.
- CSAP PSTN-1 Line 1 con la línea de telefonía multiacceso Alcatel
- CSAP PSTN-2 Line 1 con la línea de telefonía pública, Line 2 con la línea de telefonía móvil.

#### 4.6.3.4 Vía de Conversación de Red “DELTA 4”

Conformado por el equipo de radio VRC-8000 con el equipo seguridad SEC-11, operando en la banda de VHF, en los 77,8 MHZ como frecuencia principal de TX, 76,720 MHZ como frecuencia principal de RX. El enlace CSAP VHF podrá establecer vías de conversación de Red a través de la red IP de la FF.TT. con el LIS COCOM, LIS I-DE, LIS II-DE, LIS IV-DE.

Adicionalmente se establecerán conexiones cruzadas (*cross connections*) y Sitios de una vía de conversación (*single talkpaths*) con los siguientes CSAPs:

- CSAP HF-1 con el equipo Racal TRA-931/F.
- CSAP HF-2 con el equipo Racal TRA-931/F.
- CSAP VHF-1 con el equipo VRC-8000 trabajando en diferente frecuencia
- CSAP VHF-2 con el equipo VRC-8000 trabajando en diferente frecuencia
- CSAP UHF-1 con el equipo Motorola ASTRO Trucking.
- CSAP UHF-2 con el equipo Motorola ASTRO Trucking.
- CSAP PSTN-1 Line 1 con la línea de telefonía multiacceso Alcatel
- CSAP PSTN-2 Line 1 con la línea de telefonía pública, Line 2 con la línea de telefonía móvil.

#### 4.6.3.5 Vía de Conversación de Red “DELTA 5”

Conformado por el equipo de radio Trucking Motorola ASTRO operando en la banda de UHF, en los 810.20 MHZ como frecuencia principal de TX. 827.720 MHZ como frecuencia principal de RX. El enlace CSAP HF podrá establecer vías de conversación de Red a través de la red IP de la FF.TT. con el LIS COCOM, LIS I-DE, LIS II-DE, LIS IV-DE.

Adicionalmente se establecerán conexiones cruzadas (*cross connections*) y Sitios de una vía de conversación (*single talkpaths*) con los siguientes CSAPs:

- CSAP HF-1 Racal TRA 931/F
- CSAP HF-2 Racal TRA 931/F
- CSAP VHF-1 con el equipo VRC-8000
- CSAP VHF-2 con el equipo VRC-8000.
- CSAP UHF-2 con el equipo Trucking Motorola ASTRO.
- CSAP PSTN-1 Line 1 con la línea de telefonía multiacceso Alcatel
- CSAP PSTN-2 Line 1 con la línea de telefonía pública, Line 2 con la línea de telefonía móvil.

#### 4.6.3.6 Vía de Conversación de Red “DELTA 6”

Conformado por el equipo de radio Trucking Motorola ASTRO operando en la banda de UHF, en los 554.20 MHz como frecuencia principal de TX. 590.20 MHz como frecuencia principal de RX. El enlace CSAP HF podrá establecer vías de conversación de Red a través de la red IP de la FF.TT. con el LIS COCOM, LIS I-DE, LIS II-DE, LIS IV-DE.

Adicionalmente se establecerán conexiones cruzadas (*cross connections*) y Sitios de una vía de conversación (*single talkpaths*) con los siguientes CSAPs:

- CSAP HF-1 Racal TRA 931/F
- CSAP HF-2 Racal TRA 931/F
- CSAP VHF-1 con el equipo VRC-8000
- CSAP VHF-2 con el equipo VRC-8000.
- CSAP UHF-1 con el equipo Trucking Motorola ASTRO.
- CSAP PSTN-1 Line 1 con la línea de telefonía multiacceso Alcatel
- CSAP PSTN-2 Line 1 con la línea de telefonía pública, Line 2 con la línea de telefonía móvil.

#### **4.6.3.7 Vía de Conversación de Red “DELTA 7”**

Conformado por el modulo PSTN-1 con la línea de telefonía del sistema multiacceso A9800R2 en line 1 y en line 2. El enlace CSAP HF podrá establecer vías de conversación de Red a través de la red IP de la FF.TT. con el LIS COCOM, LIS I-DE, LIS II-DE, LIS IV-DE.

Adicionalmente se establecerán conexiones cruzadas (*cross connections*) y Sitios de una vía de conversación (*single talkpaths*) con los siguientes CSAPs:

- CSAP HF-1 con el equipo Racal TRC-931 /F.
- CSAP HF-2 con el equipo Racal TRA-931/F
- CSAP VHF-1 con el equipo VRC-8000
- CSAP VHF-2 con el equipo VRC-8000.



- CSAP UHF-1 con el equipo Motorola ASTRO Trucking.
- CSAP UHF-2 con el equipo Motorola ASTRO Trucking.
- CSAP PSTN-2 Line 1 con la línea de telefonía pública, Line 2 con la línea de telefonía móvil.

#### 4.6.3.8 Vía de Conversación de Red “DELTA 8”

Conformado por el módulo PSTN-2 con la línea de telefonía Line 1 con la línea de telefonía pública, Line 2 con la línea de telefonía móvil de acuerdo a las necesidades de comunicación que se presenten. El enlace CSAP HF podrá establecer vías de conversación de Red a través de la red IP de la FF.TT. con el LIS COCOM, LIS I-DE, LIS II-DE, LIS IV-DE.

Adicionalmente se establecerán conexiones cruzadas (*cross connections*) y Sitios de una vía de conversación (*single talkpaths*) con los siguientes CSAPs:

- CSAP HF-1 con el equipo Racal TRA-931/F.
- CSAP HF-2 con el equipo Racal TRA-931/F
- CSAP VHF-1 con el equipo VRC-8000.
- CSAP VHF-2 con el equipo VRC-8000.
- CSAP UHF-1 con el equipo Motorola ASTRO Trucking.
- CSAP UHF-2 con el equipo Motorola ASTRO Trucking.
- CSAP PSTN-1 Line 1 con la línea de telefonía multiacceso Alcatel.

#### 4.6.4 Establecimiento de los Sitios de Control.

Para el LIS III-DE se establecerá, un sitio de control, que estará ubicado en la CC III-DE (Compañía de Comunicaciones de la III-DE). El módulo CPM-2 nos permitirá el control y acceso al Sistema WAIS, a través de la red sin embargo utilizaremos el módulo HSP-2 para su aplicación en el centro de gestión de la III-DE.

El módulo LP-1 será instalado en el rack 9 siempre y cuando los módulos DSP-2 se incorporen. En este caso se dispondrá de una línea de teléfono local.

#### 4.6.5 Diagrama de Bloques del LIS III-DE.

De acuerdo a las necesidades de interoperabilidad presentadas, a la designación y configuración de los diferentes módulos del ACU-1000 y de acuerdo a los grupos de conversación de red diseñados el diagrama de bloques para el LIS III-DE será el siguiente:

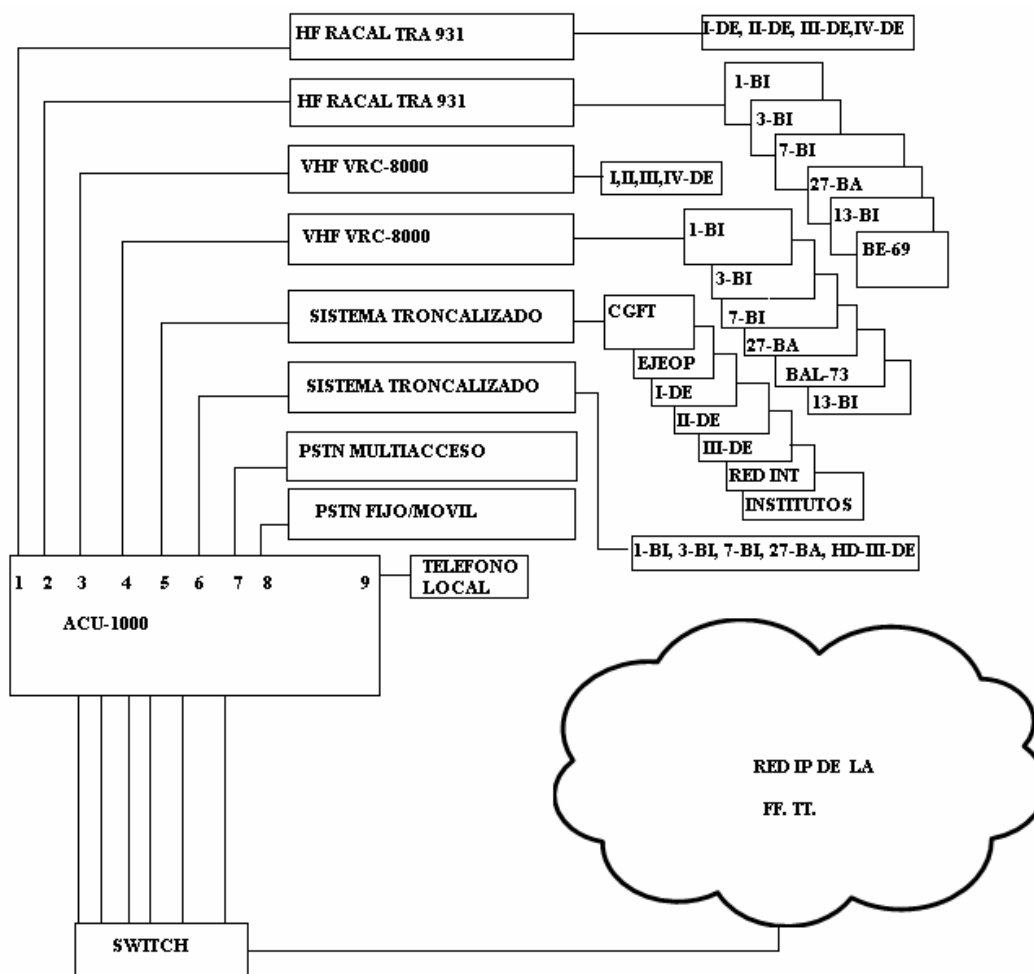


Figura. 4.14. Diagrama de bloques del LIS III-DE

#### 4.6.6 Posición de Despacho del Sistema WAIS para la III-DE.

La posición de despacho del LIS 19-BS, estará dentro del centro de gestión y control. Esta conformado por un equipo de consola de audio con un interfase NXU-2, conectada directamente a la red IP de la FF.TT. a través de un switch CISCO 2950 de 12 puertos.

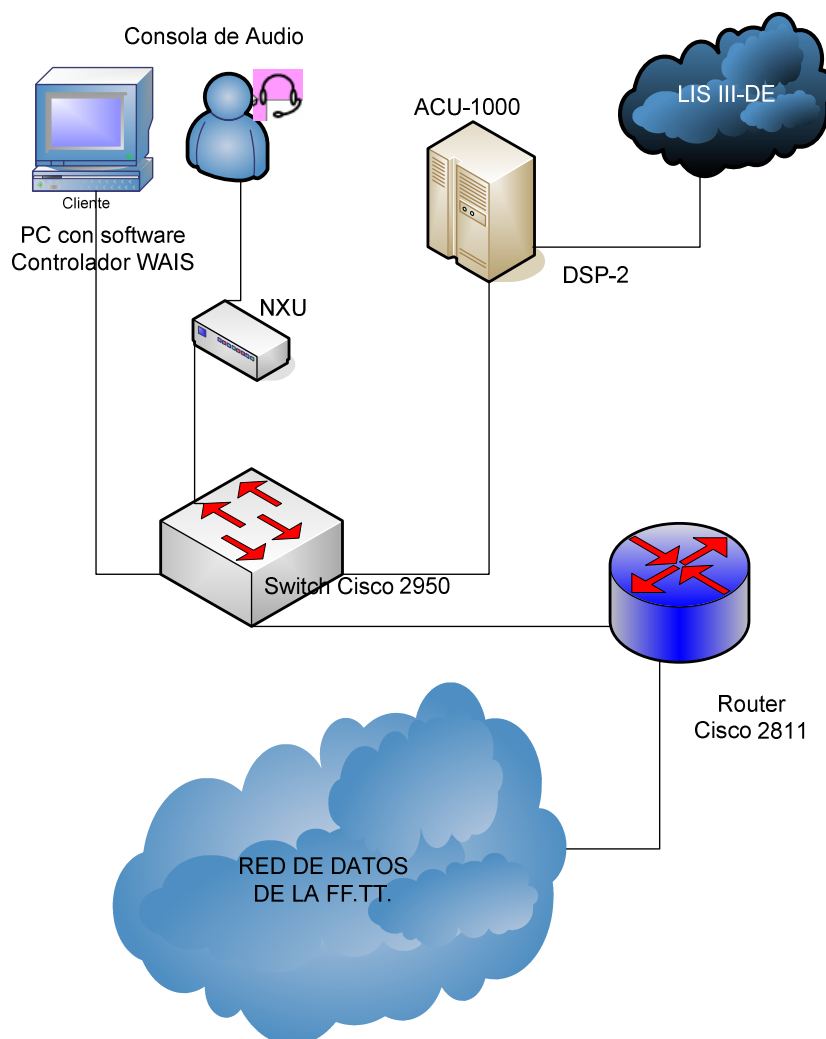
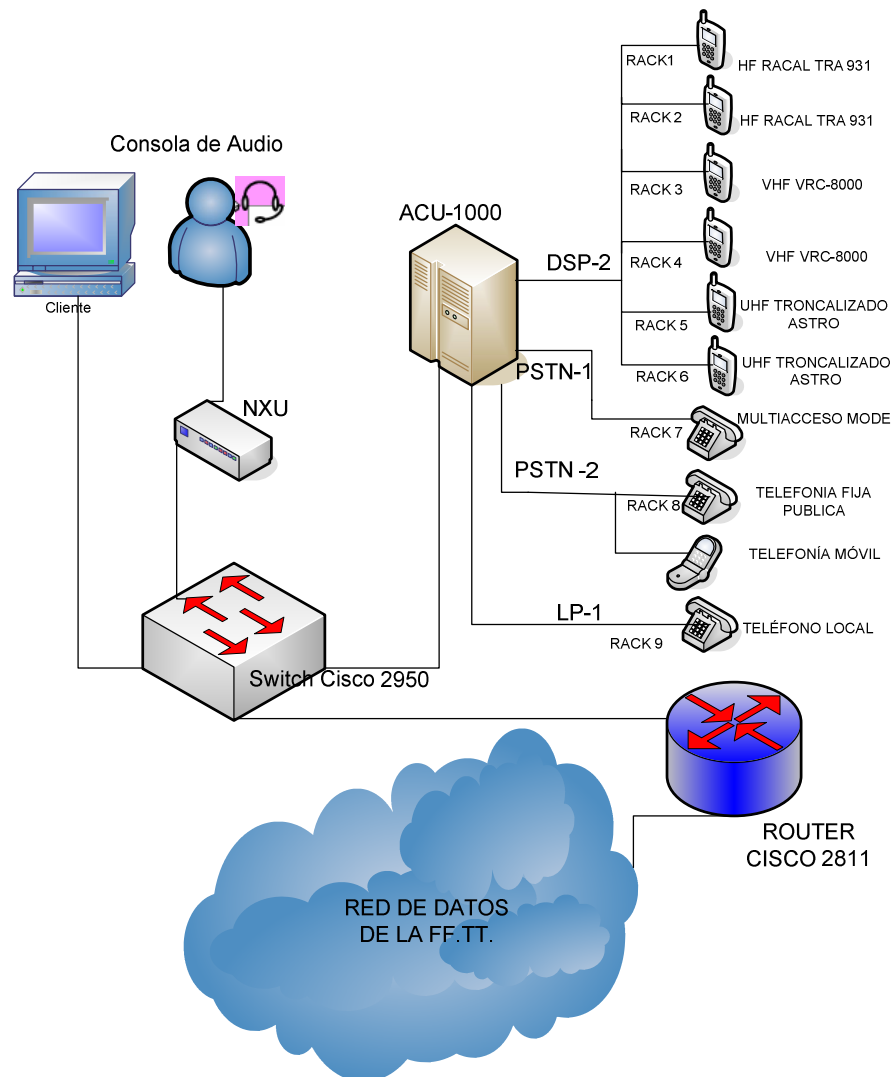


Figura. 4.15. Diagrama de Bloques Posición de Despacho del LIS III-DE

#### 4.6.7 LIS III-DE con el módulo DSP-2 y la Posición de Despacho WAIS.

Para el caso de la implementación del LIS III-DE a través del módulo DSP-2 las vías de conversación establecidas en las secciones anteriores se mantendrían lo que variaría son las conexiones a los racks desde los equipos de comunicaciones a instalar como se muestra en la figura 4.16, en donde se muestra que para los equipos HF Racal TRA-931XH, HF Racal TRA 931, VHF VRC-8000, VHF VRC-8000, UHF ASTRO Troncalizado para las diferentes redes de radio. Para la interoperabilidad de estas redes se utilizará los módulos DSP-2 instalados en los racks 1,2,3,4,5 y 6 respectivamente del ACU-1000.

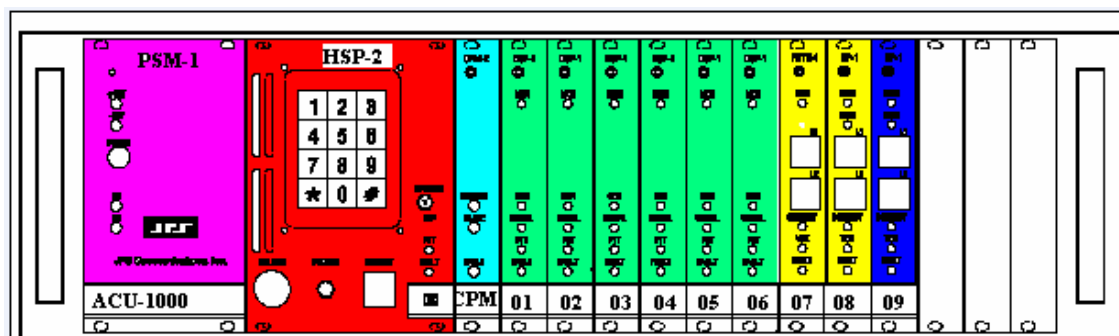
Adicionalmente para esta configuración del LIS III-DE a través de los módulos DSP-2, se incorpora el módulo LP-1 en el rack 9 que nos permite la conexión a teléfono local.



**Figura 4.16 Diagrama de bloques del LIS III-DE**

El módulo PSTN-1 se usará para la interoperabilidad del sistema de telefonía fija multiacceso-MODE instalado en el rack 7 del ACU-1000 y el módulo PSTN-2 instalado en el rack 8 se usará para la interoperabilidad del sistema de telefonía fija pública, telefonía móvil con el resto del sistema LIS III-DE y el nodo WAIS de la FF.TT. Adicionalmente en el gráfico anterior se muestra la incorporación de la posición de despacho y control a través del software WAIS para la III-DE.

La ubicación de los diferentes módulos y la conexión en los diferentes racks del ACU-1000 se muestra en la figura 4.17.



Legenda:

	PSM-1 Módulo de Poder
	HSP-2 Módulo de Interfase Local con el Sistema
	CPM-4 Módulo de Control e Interfase de Red
	DSP-2 Módulo de Interfase de radio y el WAIS
	PSTN-1 Módulo de Interfase de dispositivos de 2 hilos (telefonía) y el WAIS
	LP-1 Módulo de Interfase al WAIS mediante un teléfono estándar

Figura. 4.17. Ubicación de los módulos de conexión y control del ACU-1000 para el LIS III-DE.

#### 4.7 LIS 19-BS / IV-DE DE ACUERDO A LAS REDES DE RADIO EN HF, VHF, UHF Y A LOS SISTEMAS DE TELEFONÍA FIJA Y MÓVIL A INTEGRAR.

##### 4.7.1 Puntos de Acceso al Sistema de Comunicaciones.

Para el LIS del 19-BS / IV-DE tenemos los siguientes CSAPs: CSAP HF-1, CSAP HF-2, CSAP HF-3, CSAP HF-4, CSAP VHF-1, CSAP VHF-2, CSAP MODE-MULTIACCESO, CSAP telefonía pública fija, CSAP telefonía móvil, CSAP SATCOM. Total de CSAPs: 10 sitios.

#### 4.7.2 Establecimiento de módulos de acuerdo a las necesidades de integración de las diferentes redes para la IV-DE/19-BS.

Las unidades de extensión de Red NXU-2 y las unidades DSP-1 para la 19-BS están descritas en la siguiente tabla:

**Tabla 4.8** Tabla de requerimiento de módulos NXU-2 y DSP-1 para la red Integrada IV-DE.

CSAP	Tipo de RED	DSP-1	NXU
VHF	Red1	1	1
VHF	Red 2	1	1
HF	Red 1	1	1
HF	Red 2	1	1
HF	Red 3	1	1
HF	Red 4	1	1
Total de DSP-1		6	
Total NXU-2			6

Según la tabla 4.8 se establece un requerimiento de 12 racks del ACU-1000 para la instalación de los módulos DSP-1 y NXU-2, por lo cual no existiría racks disponibles para la instalación de los módulos PSTN-1 y 2 y del módulo LP-1 para teléfono local. Por lo que para la implementación del LIS 19-BS se hace necesario la instalación de los módulos DSP-2. Para la VI-DE/19-BS tenemos los siguientes módulos de acuerdo al requerimiento presentado:

- **Módulo NXU-2:** Se utilizará 1 módulo NXU-2 como interfase de red entre el centro de despacho y la red IP de la FF.TT.
- **Módulo DSP-2:** Este módulo es lo mismo que la combinación de los módulos DSP-1/NXU-2, por lo que para el requerimiento de CSAPs se instalará 5 módulos DSP-2 en las 5 primeras ranuras “1,2,3,4,5” del ACU-1000 y con ello se evita la utilización de los módulos asociados NXU-2 en estas ranuras del rack principal.

- **Módulo HSP-2:** Se instalará 1 módulo HSP-2 colocado en el rack principal y el uso del auricular local será para el control por parte del operador local, el mismo que proporcionara un interfase local con el sistema LIS de la 19-BS y el WAIS de la FF.TT. Incluirá un parlante y un teclado para el control local.
- **Módulo PSTN-1:** Se instalará 2 módulos PSTN-1. El primero se lo colocará en la ranura 7 del rack principal. El line 1 estará dentro de la red de multiacceso para uso estrictamente operativo. El line 2 ocupará la línea de telefonía fija pública. El módulo PSTN-2 se instalará en la ranura 8 del rack principal y se utilizará para interconectarse con la telefonía móvil en line 1 y con la telefonía satelital en line 2, a través de los teléfonos SAT- IRIDIUM de acuerdo a las necesidades operativas y/o administrativas que se presentaren.
- **Módulo CPM-4:** Se instalará 1 módulo de control el mismo recibirá los comandos de control desde el controlador WAIS esto desde cualquier punto de la red de datos de la FF.TT. en donde se disponga del software del controlador. La versión del controlador CPM-4, es lo mismo que tener una combinación CPM-2/ETS-1, el CPM-2 realiza las mismas funciones de control que el CPM-4 pero necesita el interfase ETS-1 para la conexión a la red de datos.

#### **4.7.3 Formación de las Redes de Conversación (*Network Talkpaths*), a través de las redes de radio en HF, VHF, UHF y de los Sistemas de telefonía fija, telefonía móvil y satelital.**

Las vías de conversación de red, son un enlace de comunicación WAIS que opera sobre la red del Sistema, permite enlazar dos unidades ACU-1000 que en nuestro caso específico representan las LIS de las unidades asignadas o también enlaza un LIS (ACU-1000) con un NXU (Red de radio). En un ACU-1000, la interfase de red es provista por un NXM, y en un sitio NXU, por una unidad NXU-2 o un DSP-2 de acuerdo al caso.

Un NXM o módulo de extensión de Red, es el puerto de interfase de un ACU-1000 dedicado únicamente a las vías de conversación de red. Conformado por un DSP-2 o en

su defecto por un DSP-1/NXU-2. Por la necesidad operativa de los sistemas de comunicaciones en este LIS 19-BS, se establecerá los NXMs que permitirá la interacción e interoperabilidad de absolutamente de todos los medios y sistemas de comunicaciones en este LIS. Las redes de conversación se establecerán de la siguiente manera:

#### **4.7.3.1 Vía de Conversación de Red “ECO-1”**

Conformado por el equipo de radio Racal TRA-931 operando en la banda de HF, en los 6030 KHZ como frecuencia principal, 6330 KHZ como frecuencia alterna. El enlace CSAP HF-1 podrá establecer vías de conversación de Red a través de la red IP de la FF.TT. con el LIS COCOM, LIS I-DE, LIS II-DE, LIS III-DE. Adicionalmente se establecerán conexiones cruzadas (*cross connections*) y Sitios de una vía de conversación (*single talkpaths*) con los siguientes CSAPs:

- CSAP HF-2 con el equipo Racal TRA-931 /F.
- CSAP HF-3 con el equipo Harris Falcon II.
- CSAP HF-4 con el equipo Harris Falcon II.
- CSAP VHF-1 con el equipo VRC-8000.
- CSAP VHF-2 con el equipo Motorola 5150.
- CSAP PSTN-1 Line 1 con la línea de telefonía multiacceso Alcatel, Line 2 con la línea de telefonía pública.
- CSAP PSTN-2 Line 1 con la línea de telefonía satelital IRIDIUM, Line 2 con la línea de telefonía móvil.

#### **4.7.3.2 Vía de Conversación de Red “ECO-2”**

Conformado por el equipo de radio Racal TRA-931/F operando en la banda de HF, en los 12520 KHZ como frecuencia principal, 12220 KHZ como frecuencia alterna. El enlace CSAP HF-2 podrá establecer vías de conversación de Red a través de la red IP de la FF.TT. con el LIS COCOM, LIS I-DE, LIS II-DE, LIS III-DE. Adicionalmente se establecerán conexiones cruzadas (*cross connections*) y Sitios de una vía de conversación (*single talkpaths*) con los siguientes CSAPs:

- CSAP HF-1 Racal TRA-931
- CSAP HF-3 con el equipo Harris Falcon II.



- CSAP HF-4 con el equipo Harris Falcon II.
- CSAP VHF-1 con el equipo VRC-8000.
- CSAP VHF-2 con el equipo Motorola 5150.
- CSAP PSTN-1 Line 1 con la línea de telefonía multiacceso Alcatel, Line 2 con la línea de telefonía pública.
- CSAP PSTN-2 Line 1 con la línea de telefonía satelital IRIDIUM, Line 2 con la línea de telefonía móvil.

#### 4.7.3.3 Vía de Conversación de Red “ECO-3”

Conformado por el equipo de radio HARRIS FALCON II operando en la banda de HF, en los 11120 KHZ como frecuencia principal, 11420 KHZ como frecuencia alterna. El enlace CSAP HF-3 podrá establecer vías de conversación de Red a través de la red IP de la FF.TT. con el LIS COCOM, LIS I-DE, LIS II-DE, LIS III-DE. Adicionalmente se establecerán conexiones cruzadas (*cross connections*) y Sitios de una vía de conversación (*single talkpaths*) con los siguientes CSAPs:

- CSAP HF-1 Racal TRA-931
- CSAP HF-2 con el equipo Racal TRA-931.
- CSAP HF-4 con el equipo Harris Falcon II.
- CSAP VHF-1 con el equipo VRC-8000.
- CSAP VHF-2 con el equipo Motorola 5150.
- CSAP PSTN-1 Line 1 con la línea de telefonía multiacceso Alcatel, Line 2 con la línea de telefonía pública.
- CSAP PSTN-2 Line 1 con la línea de telefonía satelital IRIDIUM, Line 2 con la línea de telefonía móvil.

#### 4.7.3.4 Vía de Conversación de Red “ECO-4”

Conformado por el equipo de radio HARRIS FALCON II operando en la banda de HF, en los 8920 KHZ como frecuencia principal, 9120 KHZ como frecuencia alterna. El enlace CSAP HF-4 podrá establecer vías de conversación de Red a través de la red IP de la FF.TT. con el LIS COCOM, LIS I-DE, LIS II-DE, LIS III-DE. Adicionalmente se establecerán conexiones cruzadas (*cross connections*) y Sitios de una vía de conversación (*single talkpaths*) con los siguientes CSAPs:

- CSAP HF-1 con el equipo Racal TRA-931
- CSAP HF-2 con el equipo Racal TRA-931.
- CSAP HF-3 con el equipo Harris Falcon II.
- CSAP VHF-1 con el equipo VRC-8000.
- CSAP VHF-2 con el equipo Motorola 5150.
- CSAP PSTN-1 Line 1 con la línea de telefonía multiacceso Alcatel, Line 2 con la línea de telefonía pública.
- CSAP PSTN-2 Line 1 con la línea de telefonía satelital IRIDIUM, Line 2 con la línea de telefonía móvil.

#### **4.7.3.5 Vía de Conversación de Red “ECO-5”**

Conformado por el equipo de radio VRC-8000 con el equipo de seguridad de voz SEC-11, operando en la banda de VHF, en los 103300 KHZ como frecuencia principal de TX, 101120 KHZ como frecuencia principal de RX. El enlace CSAP VHF podrá establecer vías de conversación de Red a través de la red IP de la FF.TT. con el LIS COCOM, LIS I-DE, LIS II-DE, LIS III-DE. Adicionalmente se establecerán conexiones cruzadas (*cross connections*) y Sitios de una vía de conversación (*single talkpaths*) con los siguientes CSAPs:

- CSAP HF-1 con el equipo Racal TRA-931/F.
- CSAP HF-2 con el equipo Racal TRA-931/F.
- CSAP HF-3 con el equipo Harris Falcon II.
- CSAP HF-4 con el equipo Harris Falcon II.
- CSAP VHF-2 con el equipo Motorola 5150.
- CSAP PSTN-1 Line 1 con la línea de telefonía multiacceso Alcatel, Line 2 con la línea de telefonía pública.
- CSAP PSTN-2 Line 1 con la línea de telefonía satelital IRIDIUM, Line 2 con la línea de telefonía móvil.

#### **4.7.3.6 Vía de Conversación de Red “ECO-6”**

Conformado por el equipo de radio Motorola 5150, operando en la banda de VHF, en los 88,8 MHZ como frecuencia principal de TX. 86,20 MHZ como frecuencia principal

de RX. El enlace CSAP VHF podrá establecer vías de conversación de Red a través de la red IP de la FF.TT. con el LIS COCOM, LIS I-DE, LIS II-DE, LIS III-DE. Adicionalmente se establecerán conexiones cruzadas (*cross connections*) y Sitios de una vía de conversación (*single talkpaths*) con los siguientes CSAPs:

- CSAP HF-1 con el equipo Racal TRA-931/F.
- CSAP HF-2 con el equipo Racal TRA-931/F.
- CSAP HF-3 con el equipo Harris Falcon II.
- CSAP HF-4 con el equipo Harris Falcon II.
- CSAP VHF-1 con el equipo VRC-8000.
- CSAP PSTN-1 Line 1 con la línea de telefonía multiacceso Alcatel, Line 2 con la línea de telefonía pública.
- CSAP PSTN-2 Line 1 con la línea de telefonía satelital IRIDIUM, Line 2 con la línea de telefonía móvil.

#### 4.7.3.7 Vía de Conversación de Red “ECO-7”

Conformado por el modulo PSTN-1 con la línea de telefonía del sistema multiacceso A9800R2 en line 1 y en line 2 con la línea de telefonía pública. El enlace CSAP PSTN-1 podrá establecer vías de conversación de Red a través de la red IP de la FF.TT. con el LIS COCOM, LIS I-DE, LIS II-DE, LIS III-DE. Adicionalmente se establecerán conexiones cruzadas (*cross connections*) y Sitios de una vía de conversación (*single talkpaths*) con los siguientes CSAPs:

- CSAP HF-1 con el equipo Racal TRA-931/F.
- CSAP HF-2 con el equipo Racal TRA-931/F.
- CSAP HF-3 con el equipo Harris Falcon II.
- CSAP HF-4 con el equipo Harris Falcon II.
- CSAP VHF-1 con el equipo VRC-8000.
- CSAP VHF-2 con el equipo Motorola 5150.
- CSAP PSTN-2 Line 1 con la línea de telefonía satelital IRIDIUM, Line 2 con la línea de telefonía móvil.

#### 4.7.3.8 Vía de Conversación de Red “ECO-8”

Conformado por el módulo PSTN-2 en donde se configurara en Line 1 con la línea de telefonía satelital IRIDIUM, Line 2 con la línea de telefonía móvil. El enlace CSAP PSTN-2 podrá establecer vías de conversación de Red a través de la red IP de la FF.TT. con el LIS COCOM, LIS I-DE, LIS II-DE, LIS III-DE. Adicionalmente se establecerán conexiones cruzadas (*cross connections*) y Sitios de una vía de conversación (*single talkpaths*) con los siguientes CSAPs:

CSAP HF-1 con el equipo Racal TRA-931/F.

CSAP HF-2 con el equipo Racal TRA-931/F.

CSAP HF-3 con el equipo Harris Falcon II.

CSAP HF-4 con el equipo Harris Falcon II.

CSAP VHF-1 con el equipo VRC-8000.

CSAP VHF-2 con el equipo Motorola 5150.

CSAP PSTN-1 Line 1 con la línea de telefonía multiacceso Alcatel, Line 2 con la línea de telefonía pública.

#### 4.7.4 Establecimiento de los Sitios de Control.

Para el LIS IV-DE/19-BS se establecerá, un sitio de control, que estará ubicado en la CC-19 (Compañía de Comunicaciones de la 19-BS). El módulo CPM-2 nos permitirá el control y acceso al Sistema WAIS, a través de la red sin embargo utilizaremos el módulo HSP-2 para su aplicación en el centro de gestión del LIS IV-DE/19-BS.

El módulo LP-1 será instalado en el rack 9 siempre y cuando los módulos DSP-2 se incorporen. En este caso se dispondrá de una línea de teléfono local.

#### 4.7.5 Diagrama de Bloques del LIS IV-DE/19-BS.

De acuerdo a las necesidades de interoperabilidad presentadas, a la designación y configuración de los diferentes módulos del ACU-1000 y de acuerdo a los grupos de conversación de red diseñados el diagrama de bloques para el LIS IV-DE/19-BS será el siguiente:

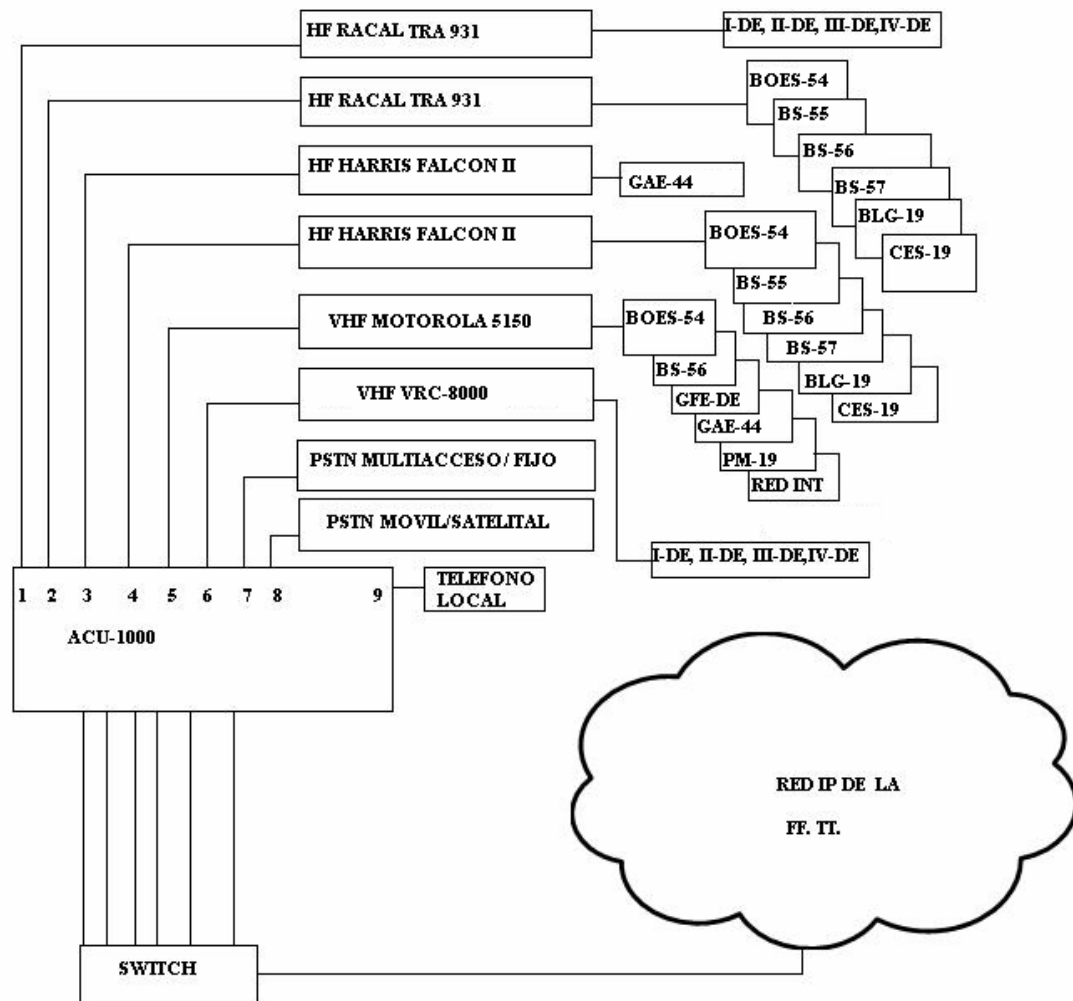
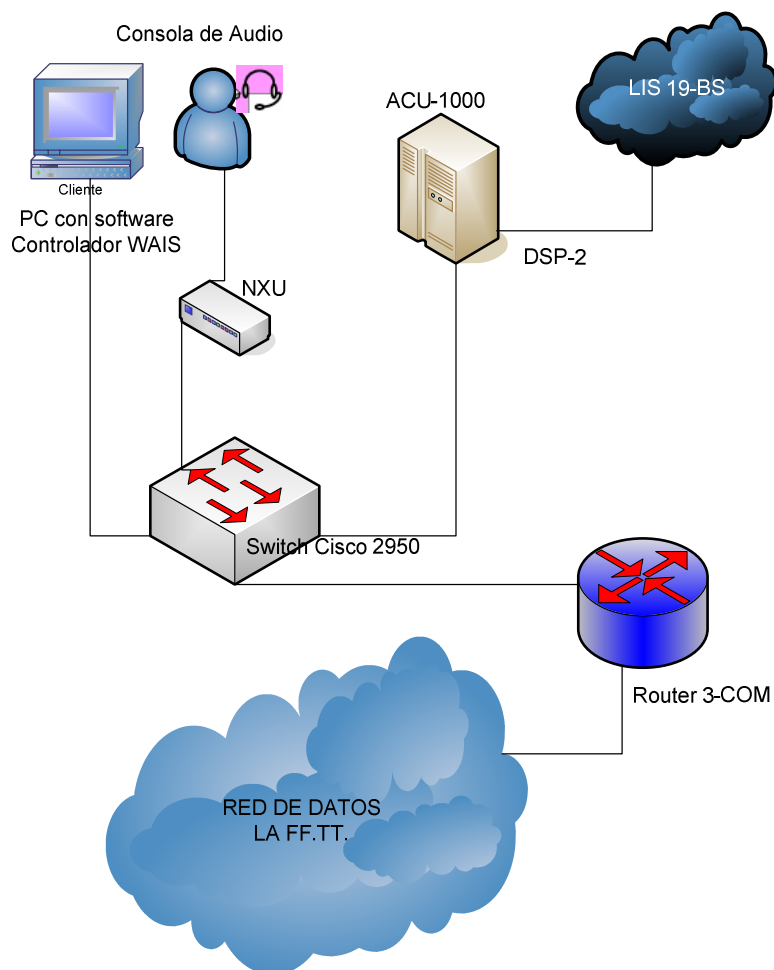


Figura 4.18 Diagrama de bloques de 19-BS

#### 4.7.6 Posición de Despacho del Sistema WAIS para la 19-BS.

La posición de despacho del LIS 19-BS, estará dentro del centro de gestión y control. Esta conformado por un equipo de consola de audio con un interfase NXU-2, conectada directamente a la red IP de la FF.TT. a través de un switch CISCO 2950 de 12 puertos.

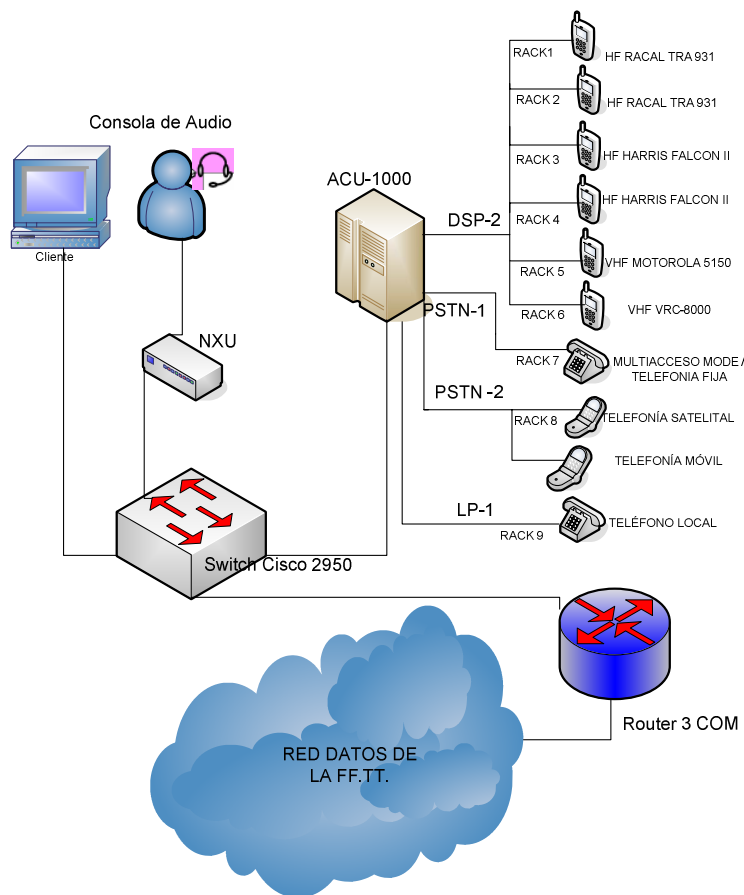


**Figura 4.19 Diagrama de Bloques Posición de Despacho del LIS 19-BS**

#### **4.7.7 LIS 19-BS con el módulo DSP-2 y la Posición de Despacho WAIS.**

Para el caso de la implementación del LIS 19-BS a través del módulo DSP-2 las vías de conversación establecidas en las secciones anteriores se mantendrían lo que variaría son las conexiones a los racks desde los equipos de comunicaciones a instalar como se muestra en la figura 4.20, en donde se muestra que para los equipos HF-1 Racal TRA-931, HF-2 Racal TRA 931, HF-3 Harris Falcon II, HF-4 Harris Falcon II, VHF Motorola 5150, VHF VRC-8000, para las diferentes redes de radio. Para la interoperabilidad de estas redes se utilizará los módulos DSP-2 instalados en LIS racks 1,2,3,4,5 y 6 respectivamente del ACU-1000.

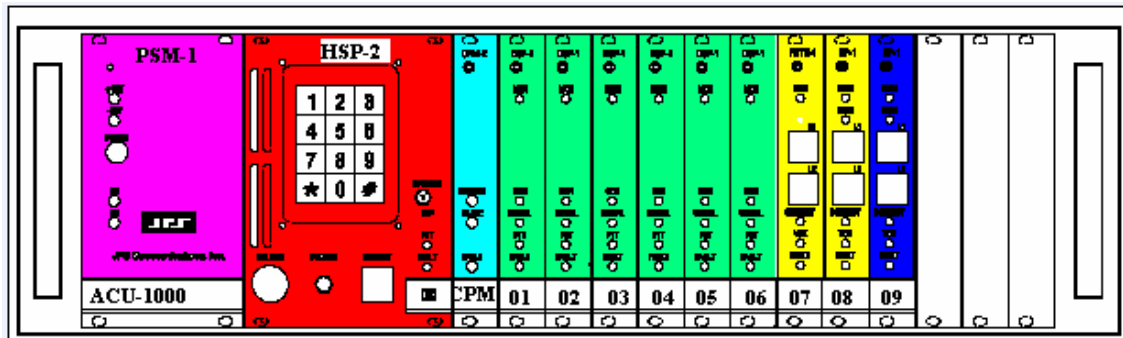
Adicionalmente para esta configuración del LIS 19-BS a través de los módulos DSP-2, se incorpora el módulo LP-1 en el rack 9 que nos permite la conexión a teléfono local.



**Figura 4.20 Diagrama de bloques del LIS 19-BS**

El módulo PSTN-1 se usará para la interoperabilidad del sistema de telefonía fija multiacceso-MODE y telefonía fija pública instalado en el rack 7 del ACU-1000 y el módulo PSTN-2 instalado en el rack 8 se usará para la interoperabilidad del sistema de telefonía satelital y telefonía móvil con el resto del sistema LIS 19-BS y el nodo WAIS de la FF.TT. Adicionalmente en el gráfico anterior se muestra la incorporación de la posición de despacho y control a través del software WAIS para la 19-BS.

La ubicación de los diferentes módulos y la conexión en los diferentes racks del ACU-1000 se muestra en la figura 4.21.



Leyenda:

	PSM-1 Módulo de Poder
	HSP-2 Módulo de Interfase Local con el Sistema
	CPM-4 Módulo de Control e Interfase de Red
	DSP-2 Módulo de Interfase de radio y el WAIS
	PSTN-1 Módulo de Interfase de dispositivos de 2 hilos (telefonía) y el WAIS
	LP-1 Módulo de Interfase al WAIS mediante un teléfono estándar

Figura 4.21 Ubicación de los módulos de conexión y control del ACU-1000 para el LIS 19-BS.

#### 4.8 EL CONCENTRADOR DE RED NXU (*NETWORK HUB*) PARA EL NODO WAIS DE LA FF.TT.

Para el diseño del nodo WAIS de la FF.TT. es necesario que se establezca un concentrador de Red NXU (*Network Hub*). El Concentrador de Red NXU (*Network Hub*) es un sistema ACU-1000 cuyos módulos de interfase son todos módulos DSP y todos están dedicados como vías de conversación de red o *network talkpaths* (NXMs) fig. 4.22. Cualquier número de Concentradores de Red NXU (*Network Hubs*) pueden ser incorporados dentro de un sistema WAIS. Estos concentradores (*Hub*), proporcionan vías de conexión cruzada de red siempre y donde sean necesarias (por ejemplo si una amenaza importante demanda los recursos de un pequeño sistema LIS). Si un sistema LIS necesita una conexión cruzada con los CSAPs que residen en un sin número de otros sistemas locales, este sistema LIS puede usar un Concentrador de Red NXU (*Network Hub*), dedicando así solamente una de sus vías de comunicación de red (NXMs) a la tarea y reservando las otras para otros propósitos. Cuando el Concentrador de Red NXU



(Network Hub) es utilizado, solamente una conexión simple de red es requerida para cada uno de los Sistemas de interoperabilidad Local (Local Interoperability Systems - LIS) que contienen cualquiera de los CSAPs que hacen posible la conexión múltiple de CSAP. Todas las conexiones cruzadas que ocurren entre un sistema LIS y otro tienen lugar en la red en el Concentrador de Red NXU (Network Hub).

El concentrador de red en Nuestro caso nos permite la comunicación en red de cualquiera de los CSAPs de cualquiera de los LIS del nodo WAIS de la FF.TT., generando con ello las vías de conversación de red (*network talkpaths*) y/o vías de conversación simples (*single talkpaths*). En si es la implementación de otro ACU-1000 con sus tarjetas DSP-2, que para el efecto serán configuradas como vías de audio hacia la red de cualquiera de las tarjetas DSP-2 que corresponden a las radios (CSAPs), de cualquiera de los LIS. El Concentrador de Red NXU será instalado en el centro de Gestión y Despacho del LIS COCOM. Será el administrador principal el que configure el Concentrador de Red de acuerdo a las necesidades de interoperabilidad e integración existentes.

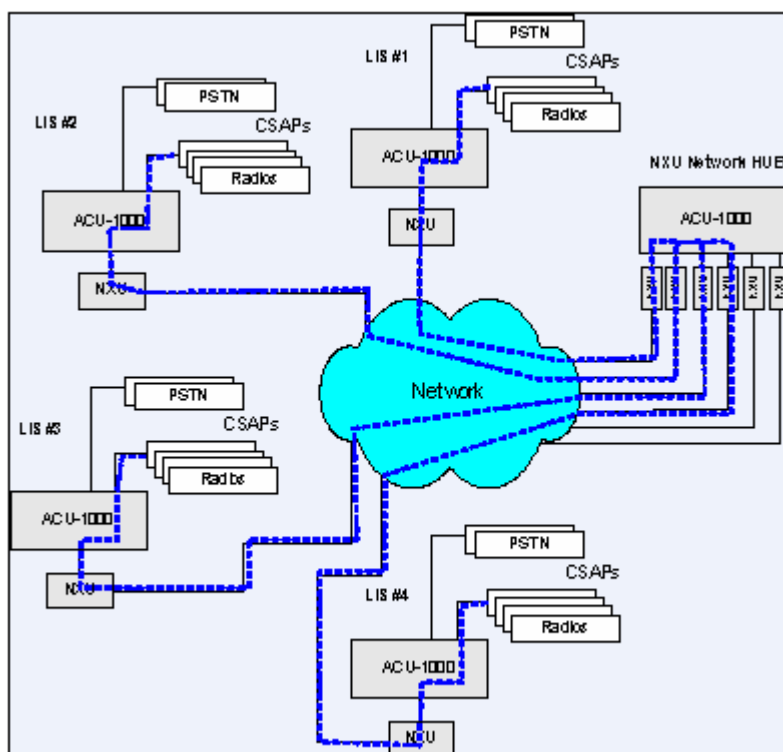
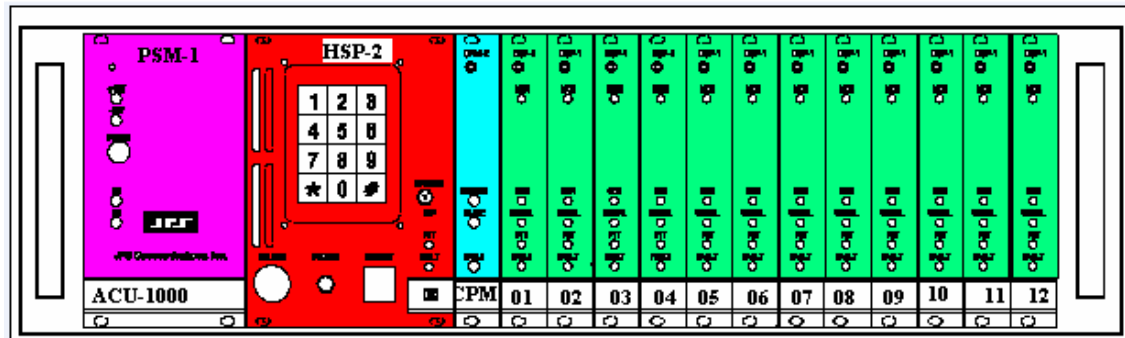


Figura 4.22 Concentrador de Red en un Nodo WAIS

Para la materialización de las vías de audio diseñadas para el Nodo WAIS de la FF.TT., se utilizarán 12 tarjetas DSP configuradas para tal efecto y que ocuparán todos los 12 racks (1-12) del ACU-1000 que realizará la función de concentrador de red.



Legenda:

	PSM-1 Módulo de Poder
	HSP-2 Módulo de Interfase Local con el Sistema
	CPM-4 Módulo de Control e Interfase de Red
	DSP-2 Módulo de Interfase de radio y el WAIS

**Figura. 4.23. Ubicación de los módulos de conexión y control del ACU-1000 para el Concentrador de Red**

#### 4.9 ESTUDIO DE LA INTEGRACIÓN DE LAS COMUNICACIONES A TRAVÉS DE LA RED IP DE LA FF.TT.

En esta sección estableceremos la configuración IP de cada uno de los dispositivos que conforman los LIS del Nodo WAIS de la FF.TT. La clave para una configuración en red exitosa está en que todo dispositivo WAIS (NXU-2, CPM-4 y DSP-2) debe ser visible para todos y cada uno de los otros dispositivos WAIS en la red y deben ser visibles para todas y cada una de las computadoras corriendo el Controlador WAIS. La red de Datos de la FF.TT. está diseñada para soportar altos tráficos, un segmento de esta capacidad se lo usará para soportar el aplicativo de los integradores de comunicaciones y para permitir que los LIS del Nodo WAIS (o futuros Nodos) se comuniquen unos con otros.

Para los diferentes LIS se dispone de la siguiente capacidad de ancho de banda compartida para el transporte de la información.

**Tabla. 4.9. Ancho de Banda compartido en cada canal de datos para cada LIS**

LIS	CANAL
BIMOT-39	10 Mbps
COCOM	2 Mbps
II-DE	2 Mbps
III-DE	2 Mbps
19-BS	10 Mbps

Para evitar algunos problemas en el transporte de la información como son posibles saltos de red (network hop) que son retardos y colisiones que pudieren presentarse con una frecuencia estadística y probabilística mayor, además para permitir una organización más simple y efectiva de los equipos a instalar y su consecuente direccionamiento IP, optaremos por realizar los direccionamientos de los módulos CPM-4 y DSP-2, que evitan asignar más direcciones por el acoplamiento de otros módulos (ETS-1, NXU) en estos , como se ha explicado en secciones anteriores.

El direccionamiento IP de la red de datos de la FF.TT. es de clase “A”, por motivos de seguridad en las redes de la FF.TT. las direcciones que asignaremos a los diferentes componentes de los LIS y del Nodo WAIS de la FF.TT. variarán.

Sin embargo cabe recalcar que la asignación de direcciones IP esta manejado exclusivamente por el Administrador de la Red de datos de la FF.TT. y la información que maneja con respecto a este tema es de estricta seguridad.

#### **4.9.1 Direccionamiento IP para el LIS BIMOT-39**

El direccionamiento del LIS BIMOT-39 se lo hará considerando los siguientes CSAPs:

CSAP HF-1, CSAP VHF-1, CSAP HF-2, CSAP VHF-2, CSAP Trucking, CSAP MODE-Multiacceso, CSAP telefonía fija, móvil y/o satelital.

Para la asignación de las direcciones IP de los diferentes componentes del LIS BIMOT-39, se considerará la distribución lógica en la que se encuentra configurada la red de datos de la FF.TT. para este sector. En la siguiente tabla se muestra el direccionamiento respectivo:

**Tabla. 4.10. Direccionamiento IP del LIS BIMOT-39**

<b>MODULO</b>	<b>SISTEMA</b>	<b>DIRECCIONES DE RED</b>	<b>MASK</b>	<b>GATEWAY</b>
CPM-4	ACU-1000	10.30.0.55	255.255.255.0	10.30.0.254
DSP-2	HF 4031	10.30.0.56	255.255.255.0	10.30.0.254
DSP-2	HF 931	10.30.0.57	255.255.255.0	10.30.0.254
DSP-2	VHF PRO-5100	10.30.0.58	255.255.255.0	10.30.0.254
DSP-2	VHF VRC-8000	10.30.0.59	255.255.255.0	10.30.0.254
DSP-2	UHF ASTRO	10.30.0.60	255.255.255.0	10.30.0.254
PSTN-1	MODE	10.30.0.61	255.255.255.0	10.30.0.254
PSTN-2	FIJO/MOVIL	10.30.0.62	255.255.255.0	10.30.0.254
NXU-2	RED	10.30.0.63	255.255.255.0	10.30.0.254
CPU	DESPACHO	10.30.0.64	255.255.255.0	10.30.0.254

#### **4.9.2 Direccionamiento IP para el LIS COCOM**

El direccionamiento del LIS COCOM se lo hará considerando los siguientes CSAPs: CSAP HF-1, CSAP VHF-1, CSAP HF-2, CSAP VHF-2, CSAP Trucking, CSAP MODE-Multiacceso, CSAP telefonía pública fija y móvil.

Para la asignación de las direcciones IP de los diferentes componentes del COCOM, se considerará la distribución lógica en la que se encuentra configurada la red de datos de la FF.TT. para este sector. En la siguiente tabla se muestra el direccionamiento respectivo:

**Tabla 4.11 Direccionamiento IP del LIS COCOM**

MODULO	SISTEMA	DIRECCIONES DE		
		RED	MASK	GATEWAY
CPM-4	ACU-1000	10.40.0.55	255.255.255.0	10.40.0.254
DSP-2	HF 931XH	10.40.0.56	255.255.255.0	10.40.0.254
DSP-2	HF 931	10.40.0.57	255.255.255.0	10.40.0.254
DSP-2	VHF VRC-8000	10.40.0.58	255.255.255.0	10.40.0.254
DSP-2	VHF VRC-8000	10.40.0.59	255.255.255.0	10.40.0.254
DSP-2	UHF ASTRO	10.40.0.60	255.255.255.0	10.40.0.254
PSTN-1	MODE	10.40.0.61	255.255.255.0	10.40.0.254
PSTN-2	FIJO/MOVIL	10.40.0.62	255.255.255.0	10.40.0.254
NXU-2	RED	10.40.0.63	255.255.255.0	10.40.0.254
CPU	DESPACHO	10.40.0.64	255.255.255.0	10.40.0.254

### 4.9.3 Direccionamiento IP para el LIS II-DE

El direccionamiento del LIS II-DE se lo hará considerando los siguientes CSAPs: CSAP HF-1, CSAP HF-2, CSAP HF-3, CSAP VHF-1, CSAP Trucking, CSAP MODE-Multiacceso, CSAP telefonía pública fija y móvil. Para la asignación de las direcciones IP de los diferentes componentes del LIS II-DE, se considerará la distribución lógica en la que se encuentra configurada la red de datos de la FF.TT. para este sector. En la siguiente tabla se muestra el direccionamiento respectivo:

**Tabla 4.12 Direccionamiento IP del LIS II-DE**

MODULO	SISTEMA	DIRECCIONES DE		
		RED	MASK	GATEWAY
CPM-4	ACU-1000	10.50.0.55	255.255.255.0	10.50.0.254
DSP-2	HF 931	10.50.0.56	255.255.255.0	10.50.0.254
DSP-2	HF 931	10.50.0.57	255.255.255.0	10.50.0.254
DSP-2	HF 931	10.50.0.58	255.255.255.0	10.50.0.254
DSP-2	VHF VRC-8000	10.50.0.59	255.255.255.0	10.50.0.254
DSP-2	UHF ASTRO	10.50.0.60	255.255.255.0	10.50.0.254
PSTN-1	MODE	10.50.0.61	255.255.255.0	10.50.0.254
PSTN-2	FIJO/MOVIL	10.50.0.62	255.255.255.0	10.50.0.254
NXU-2	RED	10.50.0.63	255.255.255.0	10.50.0.254
CPU	DESPACHO	10.50.0.64	255.255.255.0	10.50.0.254

#### 4.9.4 Direccionamiento IP para el LIS III-DE

El direccionamiento del LIS III-DE se lo hará considerando los siguientes CSAPs: CSAP HF-1, CSAP VHF-1, CSAP HF-2, CSAP VHF-2, CSAP UHF-1 ASTRO Trucking, CSAP UHF-2 ASTRO Trucking, CSAP MODE-Multiacceso, CSAP telefonía pública fija y móvil.

Para la asignación de las direcciones IP de los diferentes componentes del LIS III-DE, se considerará la distribución lógica en la que se encuentra configurada la red de datos de la FF.TT. para este sector.

En la siguiente tabla se muestra el direccionamiento respectivo:

**Tabla 4.13 Direccionamiento IP del LIS III-DE**

MODULO	SISTEMA	DIRECCIONES DE		
		RED	MASK	GATEWAY
CPM-4	ACU-1000	10.60.0.55	255.255.255.0	10.60.0.254
DSP-2	HF 931	10.60.0.56	255.255.255.0	10.60.0.254
DSP-2	HF 931	10.60.0.57	255.255.255.0	10.60.0.254
DSP-2	VHF VRC-8000	10.60.0.58	255.255.255.0	10.60.0.254
DSP-2	VHF VRC-8000	10.60.0.59	255.255.255.0	10.60.0.254
DSP-2	UHF ASTRO	10.60.0.60	255.255.255.0	10.60.0.254
DSP-2	UHF ASTRO	10.60.0.61	255.255.255.0	10.60.0.254
PSTN-1	MODE	10.60.0.62	255.255.255.0	10.60.0.254
PSTN-2	FIJO/MOVIL	10.60.0.63	255.255.255.0	10.60.0.254
NXU-2	RED	10.60.0.64	255.255.255.0	10.60.0.254
CPU	DESPACHO	10.60.0.65	255.255.255.0	10.60.0.254

#### 4.9.5 Direccionamiento IP para el LIS IV-DE/19-BS.

El direccionamiento del LIS IV-DE/19-BS se lo hará considerando los siguientes CSAP HF-1, CSAP HF-2, CSAP HF-3, CSAP HF-4, CSAP VHF-1, CSAP VHF-2, CSAP MODE-MULTIACCESO, CSAP telefonía pública fija, CSAP telefonía móvil, CSAP SATCOM.

Para la asignación de las direcciones IP de los diferentes componentes del LIS IV-DE/19-BS, se considerará la distribución lógica en la que se encuentra configurada la red de datos de la FF.TT. para este sector.

En la siguiente tabla se muestra el direccionamiento respectivo:

**Tabla 4.14 Direccionamiento IP del LIS IV-DE/19-BS**

<b>MODULO</b>	<b>SISTEMA</b>	<b>DIRECCIONES DE RED</b>	<b>MASK</b>	<b>GATEWAY</b>
CPM-4	ACU-1000	10.70.0.55	255.255.255.0	10.70.0.254
DSP-2	HF 931	10.70.0.56	255.255.255.0	10.70.0.254
DSP-2	HF 931	10.70.0.57	255.255.255.0	10.70.0.254
DSP-2	HF HARRIS	10.70.0.58	255.255.255.0	10.70.0.254
DSP-2	HF HARRIS	10.70.0.59	255.255.255.0	10.70.0.254
DSP-2	VHF VRC-8000	10.70.0.60	255.255.255.0	10.70.0.254
DSP-2	VHF PRO-5150	10.70.0.61	255.255.255.0	10.70.0.254
PSTN-1	MODE	10.70.0.62	255.255.255.0	10.70.0.254
PSTN-2	FIJO/MOVIL	10.70.0.63	255.255.255.0	10.70.0.254
NXU-2	RED	10.70.0.64	255.255.255.0	10.70.0.254
CPU	DESPACHO	10.70.0.65	255.255.255.0	10.70.0.254

#### **4.9.6 Direccionamiento IP para el Concentrador de Red NXU.**

El concentrador de red nos proporcionara vías de audio para las tarjetas DSP-2 que representan a cada una de las redes de radio. Estas vías de audio están representadas por cada una de las tarjetas que serán configuradas para el efecto y que serán administradas y configuradas por el administrador principal.

Es necesario a cada uno de estas vías de audio asignarlas una dirección IP de tal manera que se pueda construir vías de conversación en red y vías de conversación simple.

En la siguiente tabla se muestra el direccionamiento IP respectivo:

**Tabla 4.15 Direccionamiento IP del Concentrador de Red NXU**

<b>MODULO</b>	<b>SISTEMA</b>	<b>DIRECCIONES DE RED</b>	<b>MASK</b>	<b>GATEWAY</b>
CPM-4	ACU-1000	10.80.0.55	255.255.255.0	10.80.0.254
DSP-2	NXU	10.80.0.56	255.255.255.0	10.80.0.254
DSP-2	NXU	10.80.0.57	255.255.255.0	10.80.0.254
DSP-2	NXU	10.80.0.58	255.255.255.0	10.80.0.254
DSP-2	NXU	10.80.0.59	255.255.255.0	10.80.0.254
DSP-2	NXU	10.80.0.60	255.255.255.0	10.80.0.254
DSP-2	NXU	10.80.0.61	255.255.255.0	10.80.0.254
DSP-2	NXU	10.80.0.62	255.255.255.0	10.80.0.254
DSP-2	NXU	10.80.0.63	255.255.255.0	10.80.0.254
DSP-2	NXU	10.80.0.64	255.255.255.0	10.80.0.254
DSP-2	NXU	10.80.0.65	255.255.255.0	10.80.0.254
DSP-2	NXU	10.80.0.66	255.255.255.0	10.80.0.254
DSP-2	NXU	10.80.0.67	255.255.255.0	10.80.0.254

#### **4.10 REQUERIMIENTO DE ANCHO DE BANDA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL NODO WAIS DE LA FF.TT.**

La cantidad de ancho de banda de la red consumida por el nodo WAIS depende del número de canales VoIP en uso y el método de compresión de voz usado por estos dispositivos. Todos los dispositivos WAIS deben usar la misma opción de compresión de voz, y este ajuste puede ser determinado como sigue:

- 13 Kbps: Buena calidad de voz, no puede usarse para envío de señales de tonos.
- 16 Kbps: Adecuada calidad de voz, soporta envío de señales de tonos.
- 24 Kbps: Buena calidad de voz, soporta envío de señales de tonos
- 32 Kbps: Muy buena calidad de voz, soporta envío de señales de tonos



- 64 Kbps: La mejor calidad de voz, soporta envío de señales de tonos.

Para el cálculo del ancho de banda del Nodo WAIS de la FF.TT. y de acuerdo a la capacidad que se dispone para cada uno de los LIS (tabla 4.1) utilizaremos un ajuste de compresión de 64 kbps que nos va a brindar la mejor calidad de voz, además nos va a permitir soportar el envío de señales de tonos (DTMF, EIA keying tones, etc).

El ancho de banda necesario de toda la red puede ser determinado multiplicando en número de conexiones VoIP por la tasa de bits de voz, y luego agregando un 25% para alcanzar este total, más 16 Kbps por cada sitio de Control WAIS en el sistema. Este valor de overhead incluye el overhead del IP así también como la información de control enviada y recibida por el(los) Controlador(es) WAIS.

Por tanto, la fórmula para determinar el máximo ancho de banda requerido para cualquier Nodo WAIS particular es:

- Ancho Banda requerido ( $\# \text{ canales} \times \text{ tasa de bits VoIP} \times 1.25$ ) + ( $\# \text{ Controladores WAIS} \times 16 \text{ Kbps}$ ).
- Ancho de Banda requerido =  $(6 \text{ canales VoIP} \times 64 \text{ Kbps} \times 1.25) + (6 \text{ puertos de control} \times 16 \text{ Kbps}) = 576 \text{ Kbps}$ .
- $AB = 480 + 96 = 576 \text{ Kbps}$

El nodo WAIS de la FF.TT. requeriría una conexión capaz de soportar 576 Kbps para garantizar actualizaciones rápidas al operador y una buena calidad de voz. En la práctica el consumo de ancho de banda generalmente será mucho menor que esto. Adicionalmente se establecen 5 canales de voz, uno para cada LIS y un canal de voz para uso de un sistema transportable, en total 6.

## 4.11 CONFIGURACIÓN DE LOS DISPOSITIVOS DE RED PARA EL NODO WAIS DE LA FF.TT.

Una vez que el Nodo WAIS de la FF.TT. ha sido configurado y conectado el siguiente paso es crear el archivo que describe cada configuración del Nodo WAIS para el programa Controlador WAIS. El nombre de este archivo es SiteInit.txt (que viene de *site initialization*). Este archivo:

- Identifica todos los componentes WAIS (Nodos WAIS) que aparecerán en la Lista de Sitios (*Site List*).
- Identifica el tipo de Nodo WAIS (ACU-1000/ACU-T, Concentrador de Red NXU o *Network Hub*, Vía de Conversación de Red o *Network Talkpath*).
- Proporciona las direcciones IP de cada uno de estos componentes (muchos nodos tienen múltiples direcciones IP).
- Determina el orden en el que estos componentes aparecerán en la Lista de Sitios (*Site List*).

### 4.11.1 Configuración del LIS BIMOT-39

Según las figuras 4.2, 4.3 y 4.4 de este capítulo, configuraremos el LIS BIMOT-39 de acuerdo a las vías de audio, que corresponden a los CSAPs anteriormente establecidos. Para este LIS configuraremos el módulo CPM-4 que nos sirve como la entrada inicial, de este sistema de Interoperabilidad Local, y comienza con la letra “A” mayúscula. Las líneas siguientes listan las direcciones IP de las unidades modulares DSP-2 y el NXU del centro de despacho para este LIS.

Al configurar este LIS es necesario activar el puerto de control del LIS que esta representado por “:23” este código activa el puerto de control del módulo CPM-4 permitiendo con ello el control del ACU-1000, por parte del administrador principal del WAIS desde cualquier punto de la red de datos de la FF.TT.

Al añadir el comando de control a cada uno de los puertos de los CSAPs permite que el administrador principal de WAIS pueda igualmente controlar a través de la red de

datos tanto al módulo CPM-4 como a cualquiera de los otros módulos de la LIS BIMOT-39 con ello no solo logra control sino que también comunicación.

\* LIS BIMOT-39 \*

\*Comentario: dirección creada el 19/01/07\*

A 10.30.0.55:23 \* CPM-4 VoIP

+1 10.30.0.56:23 \* HF-4031

+2 10.30.0.57:23 \* HF-931

+3 10.30.0.58:23 \* VHF PRO-5100

+4 10.30.0.59:23 \* VHF VRC-8000

+5 10.30.0.60:23 \* UHF TRONCALIZADO

+6 10.30.0.61:23 \* MODE

+7 10.30.0.62:23 \* LINEA CIVIL

\* Período de duración del direccionamiento 3 meses a partir de la presente fecha\*

\*

N 10.30.0.63:23 \* CENTRO DE GESTION DE DESPACHO DEL LIS BIMOT-39

\* FIN DEL LIS BIMOT-39\*

#### **4.11.2 Configuración del LIS COCOM**

Según las figuras 4.6, 4.7 y 4.8 de este capítulo, configuraremos el LIS COCOM de acuerdo a las vías de audio, que corresponden a los CSAPs anteriormente establecidos.

Para este LIS configuraremos el módulo CPM-4 que nos sirve como la entrada inicial, de este sistema de Interoperabilidad Local, y comienza con la letra “A” mayúscula. Las líneas siguientes listan las direcciones IP de las unidades modulares DSP-2 y el NXU del centro de despacho para este LIS.

Al configurar este LIS es necesario activar el puerto de control del LIS que esta representado por “:24” este código activa el puerto de control del módulo CPM-4 permitiendo con ello el control del ACU-1000, por parte del administrador principal del WAIS desde cualquier punto de la red de datos de la FF.TT.

\* LIS COCOM \*

\*Comentario: dirección creada el 19/01/07\*

A 10.40.0.55:24 \* CPM-4 VoIP

+1 10.40.0.56:24 \* HF-931XH

---

+2 10.40.0.57:24 \* HF-931  
+3 10.40.0.58:24 \* VHF VRC-8000  
+4 10.40.0.59:24 \* VHF VRC-8000  
+5 10.40.0.60:24 \* UHF TRONCALIZADO  
+6 10.40.0.61:24 \* MODE  
+7 10.40.0.62:24 \* LINEA CIVIL  
\* Período de duración del direccionamiento 3 meses a partir de la presente fecha\*  
\*  
N 10.40.0.63:24 \* CENTRO DE GESTION DE DESPACHO DEL LIS COCOM  
\* FIN DEL LIS COCOM\*

#### 4.11.3 Configuración del LIS II-DE.

Según las figuras 4.10, 4.11 y 4.12 de este capítulo, configuraremos el LIS II-DE de acuerdo a las vías de audio, que corresponden a los CSAPs anteriormente establecidos. Para este LIS configuraremos el módulo CPM-4 que nos sirve como la entrada inicial, de este sistema de Interoperabilidad Local, y comienza con la letra “A” mayúscula. Las líneas siguientes listan las direcciones IP de las unidades modulares DSP-2 y el NXU del centro de despacho para este LIS.

Al configurar este LIS es necesario activar el puerto de control del LIS que esta representado por “:25” este código activa el puerto de control del módulo CPM-4 permitiendo con ello el control del ACU-1000, por parte del administrador principal del WAIS desde cualquier punto de la red de datos de la FF.TT.

\* LIS II-DE \*  
\*Comentario: dirección creada el 19/01/07\*  
A 10.50.0.55:25 \* CPM-4 VoIP  
+1 10.50.0.56:25 \* HF-931  
+2 10.50.0.57:25 \* HF-931  
+3 10.50.0.58:25 \* HF-931  
+4 10.50.0.59:25 \* VHF VRC-8000  
+5 10.50.0.60:25 \* UHF TRONCALIZADO  
+6 10.50.0.61:25 \* MODE  
+7 10.50.0.62:25 \* LINEA CIVIL  
\* Período de duración del direccionamiento 3 meses a partir de la presente fecha\*  
\*

N 10.50.0.63:25 \* CENTRO DE GESTION DE DESPACHO DEL LIS II-DE  
\* FIN DEL LIS II-DE\*

#### 4.11.4 Configuración del LIS III-DE.

De acuerdo a las figuras 4.14, 4.15 y 4.16 de este capítulo, configuraremos el LIS III-DE de acuerdo a las vías de audio, establecidas para los CSAPs. Para este LIS configuraremos el módulo CPM-4 que nos sirve como la entrada inicial, de este sistema de Interoperabilidad Local, y comienza con la letra “A” mayúscula. Las líneas siguientes listan las direcciones IP de las unidades modulares DSP-2 y el NXU del centro de despacho para este LIS.

Al configurar este LIS es necesario activar el puerto de control del LIS que esta representado por “:26” este código activa el puerto de control del módulo CPM-4 permitiendo con ello el control del ACU-1000, por parte del administrador principal del WAIS desde cualquier punto de la red de datos de la FF.TT.

\* LIS III-DE \*

\*Comentario: dirección creada el 19/01/07\*

A 10.60.0.55:26 \* CPM-4 VoIP

+1 10.60.0.56:26 \* HF-931

+2 10.60.0.57:26 \* HF-931

+3 10.60.0.58:26 \* VHF VRC-8000

+4 10.60.0.59:26 \* VHF VRC-8000

+5 10.60.0.60:26 \* UHF TRONCALIZADO

+6 10.60.0.61:26 \* UHF TRONCALIZADO

+7 10.60.0.62:26 \* MODE

+8 10.60.0.63:26 \* LINEA CIVIL

\* Período de duración del direccionamiento 3 meses a partir de la presente fecha\*

\*

N 10.60.0.64:26 \* CENTRO DE GESTION DE DESPACHO DEL LIS III-DE

\* FIN DEL LIS III-DE\*

#### 4.11.5 Configuración del LIS IV-DE/19-BS

De acuerdo a las figuras 4.18, 4.19 y 4.20 de este capítulo, configuraremos el LIS IV-DE/19-BS de acuerdo a las vías de audio, para sus CSAPs.

Para este LIS configuraremos el módulo CPM-4 que nos sirve como la entrada inicial, de este sistema de Interoperabilidad Local, y comienza con la letra “A” mayúscula. Las líneas siguientes listan las direcciones IP de las unidades modulares DSP-2 y el NXU del centro de despacho para este LIS.

Al configurar este LIS es necesario activar el puerto de control del LIS que esta representado por “:27” este código activa el puerto de control del módulo CPM-4 permitiendo con ello el control del ACU-1000, por parte del administrador principal del WAIS desde cualquier punto de la red de datos de la FF.TT.

\* LIS IV-DE/19-BS \*

\*Comentario: dirección creada el 19/01/07\*

A 10.70.0.55:27 \* CPM-4 VoIP

+1 10.70.0.56:27 \* HF-931

+2 10.70.0.57:27 \* HF-931

+3 10.70.0.58:27 \* HF HARRIS

+4 10.70.0.59:27 \* HF HARRIS

+5 10.70.0.60:27 \* VHF VRC-8000

+6 10.70.0.61:27 \* VHF PRO-5150

+7 10.70.0.62:27 \* MODE

+8 10.70.0.63:27 \* LINEA CIVIL

\* Período de duración del direccionamiento 3 meses a partir de la presente fecha\*

\*

N 10.70.0.64:27 \* CENTRO DE GESTION DE DESPACHO DEL LIS IV-DE/19-BS

\*

\* FIN DEL LIS IV-DE/19-BS\*

#### **4.11.6 Configuración del Concentrador de Red NXU.**

El concentrador de Red será configurado para los 12 racks como vías de audio para VoIP, se especifica la extensión a la que corresponde cada una. Adicionalmente se configura el modulo CPM-4 para que el administrador principal y/o el operador del centro de despacho del LIS COCOM pueda acceder al control remoto.

Al configurar el Concentrador de Red es necesario activar el puerto de control que para este caso se asignará el port “:28” este código activa el puerto de control del

módulo CPM-4 permitiendo con ello el control del concentrador de red, por parte del administrador principal del WAIS desde cualquier punto de la red de datos de la FF.TT.

\* CONCENTRADOR DE RED DEL NODO WAIS \*

\*  
H 10.80.0.55:28 \* Hub #1 Control Link  
+1 10.80.0.56:28 \* Hub #1 VoIP link;ext 1  
+2 10.80.0.57:28 \* Hub #1 VoIP link;ext 2  
+3 10.80.0.58:28 \* Hub #1 VoIP link;ext 3  
+4 10.80.0.59:28 \* Hub #1 VoIP link;ext 4  
+5 10.80.0.60:28 \* Hub #1 VoIP link;ext 5  
+6 10.80.0.61:28 \* Hub #1 VoIP link;ext 6  
+7 10.80.0.62:28 \* Hub #1 VoIP link;ext 7  
+8 10.80.0.63:28 \* Hub #1 VoIP link;ext 8  
+9 10.80.0.64:28 \* Hub #1 VoIP link;ext 9  
+10 10.80.0.65:28 \* Hub #1 VoIP link;ext 10  
+11 10.80.0.66:28 \* Hub #1 VoIP link;ext 11  
+12 10.80.0.67:28 \* Hub #1 VoIP link;ext 12

\*

#### 4.11.7 Archivo SiteInit.txt para el Sistema WAIS de la FF.TT.

El archivo SiteInit.txt mostrado a continuación describe la configuración del Sistema WAIS de la FF.TT. Archivo que deberá ser instalados en todos los PCs de los centros de gestión y control (centros de despacho) que corresponden a cada uno de los LIS y que deberán usar el software del Controlador WAIS operando dentro del ambiente Windows XP.

```
***** Site Initialization File *****  
***** NODE 1 WAIS FF.TT. SYSTEM*****  
* LIS BIMOT-39 *  
*Comentario: dirección creada el 19/01/07*  
A 10.30.0.55:23 * CPM-4 VoIP  
+1 10.30.0.56:23 * HF-4031  
+2 10.30.0.57:23 * HF-931  
+3 10.30.0.58:23 * VHF PRO-5100  
+4 10.30.0.59:23 * VHF VRC-8000
```

+5 10.30.0.60:23 \* UHF TRONCALIZADO

+6 10.30.0.61:23 \* MODE

+7 10.30.0.62:23 \* LINEA CIVIL

\* Período de duración del direccionamiento 3 meses a partir de la presente fecha

\*

N 10.30.0.63:23 \* CENTRO DE GESTION DE DESPACHO DEL LIS BIMOT-39

\* FIN DEL LIS BIMOT-39\*

\* LIS COCOM \*

\*Comentario: dirección creada el 19/01/07\*

A 10.40.0.55:24 \* CPM-4 VoIP

+1 10.40.0.56:24 \* HF-931XH

+2 10.40.0.57:24 \* HF-931

+3 10.40.0.58:24 \* VHF VRC-8000

+4 10.40.0.59:24 \* VHF VRC-8000

+5 10.40.0.60:24 \* UHF TRONCALIZADO

+6 10.40.0.61:24 \* MODE

+7 10.40.0.62:24 \* LINEA CIVIL

\* Período de duración del direccionamiento 3 meses a partir de la presente fecha

\*

N 10.40.0.63:24 \* CENTRO DE GESTION DE DESPACHO DEL LIS COCOM

\* FIN DEL LIS COCOM\*

\* LIS II-DE \*

\*Comentario: dirección creada el 19/01/07\*

A 10.50.0.55:25\* CPM-4 VoIP

+1 10.50.0.56:25 \* HF-931

+2 10.50.0.57:25 \* HF-931

+3 10.50.0.58:25 \* HF-931

+4 10.50.0.59:25 \* VHF VRC-8000

+5 10.50.0.60:25 \* UHF TRONCALIZADO

+6 10.50.0.61:25 \* MODE

+7 10.50.0.62:25 \* LINEA CIVIL

\* Período de duración del direccionamiento 3 meses a partir de la presente fecha

\*

N 10.50.0.63:25 \* CENTRO DE GESTION DE DESPACHO DEL LIS II-DE

\* FIN DEL LIS II-DE\*

\* LIS III-DE \*

\*Comentario: dirección creada el 19/01/07\*

A 10.60.0.55:26\* CPM-4 VoIP

+1 10.60.0.56:26 \* HF-931

+2 10.60.0.57:26 \* HF-931



+3 10.60.0.58:26 \* VHF VRC-8000

+4 10.60.0.59:26 \* VHF VRC-8000

+5 10.60.0.60:26 \* UHF TRONCALIZADO

+6 10.60.0.61:26 \* UHF TRONCALIZADO

+7 10.60.0.62:26 \* MODE

+8 10.60.0.63:26 \* LINEA CIVIL

\* Período de duración del direccionamiento 3 meses a partir de la presente fecha

\*

N 10.60.0.64:26 \* CENTRO DE GESTION DE DESPACHO DEL LIS III-DE

\* FIN DEL LIS III-DE\*

\* LIS IV-DE/19-BS \*

\*Comentario: dirección creada el 19/01/07\*

A 10.70.0.55:27\* CPM-4 VoIP

+1 10.70.0.56:27 \* HF-931

+2 10.70.0.57:27 \* HF-931

+3 10.70.0.58:27 \* HF HARRIS

+4 10.70.0.59:27 \* HF HARRIS

+5 10.70.0.60:27 \* VHF VRC-8000

+6 10.70.0.61:27 \* VHF PRO-5150

+7 10.70.0.62:27 \* MODE

+8 10.70.0.63:27 \* LINEA CIVIL

\* Período de duración del direccionamiento 3 meses a partir de la presente fecha

\*

N 10.70.0.64:27 \* CENTRO DE GESTION DE DESPACHO DEL LIS IV-DE/19-BS

\* FIN DEL LIS IV-DE/19-BS\*

\*

H 10.80.0.55: 28 \* Hub #1 Control Link

+1 10.80.0.56:28 \* Hub #1 VoIP link;ext 1

+2 10.80.0.57:28 \* Hub #1 VoIP link;ext 2

+3 10.80.0.58:28 \* Hub #1 VoIP link;ext 3

+4 10.80.0.59:28 \* Hub #1 VoIP link;ext 4

+5 10.80.0.60:28 \* Hub #1 VoIP link;ext 5

+6 10.80.0.61:28 \* Hub #1 VoIP link;ext 6

+7 10.80.0.62:28 \* Hub #1 VoIP link;ext 7

+8 10.80.0.63:28 \* Hub #1 VoIP link;ext 8

+9 10.80.0.64:28 \* Hub #1 VoIP link;ext 9

+10 10.80.0.65:28 \* Hub #1 VoIP link;ext 10

+11 10.80.0.66:28 \* Hub #1 VoIP link;ext 11

+12 10.80.0.67:28 \* Hub #1 VoIP link;ext 12

---

#

File ends with #

#### **4.11.8 Pruebas Preliminares del Sistema WAIS de la FF.TT.**

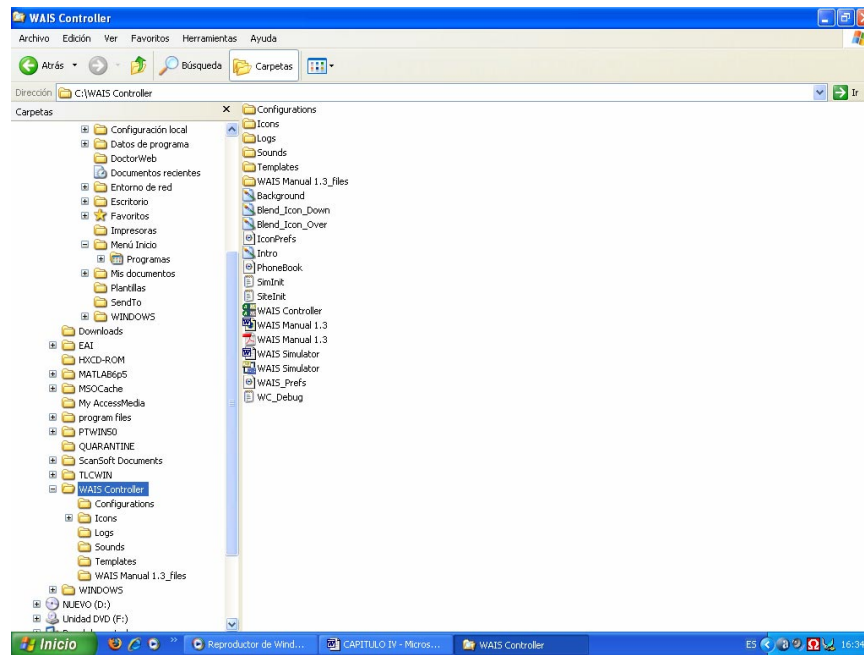
Dentro del proceso ya de implementación del sistema, se ha realizado algunas pruebas piloto del mismo. Pruebas que han arrojado varios resultados y que han permitido tomar las respectivas correcciones dentro de este proyecto, para la configuración y diseño del Nodo WAIS de la FF.TT. las mismas que se pone a consideración.

- Es necesario la ubicación de un concentrador de red, cuando el sistema dispone de más de 2 LIS, con hasta 12 CSAP's, esto evita degeneraciones de control y despacho.
- El puerto de control para la aplicación de inicio es el 23. Este puerto ha permitido que las transacciones del sistema ahorren ancho de banda y ha brindado agilidad para la construcción de conexiones, control , despacho y monitoreo; Sin embargo luego de la Instalación de más de 3 LIS operando, este solo puerto genera conflictos, retardos, colisiones y pérdidas de enlace (caída de LIS), motivo por el cual se ha considerado en el diseño la asignación exclusiva tanto para los LIS como para el Concentrador de Red puertos de control en cada uno de estos, lo que garantizará eficiencia en términos de rendimiento y QoS del Nodo WAIS de la FF.TT.

#### **4.11.9 El archivo SiteInit.txt para el Sistema WAIS de la FF.TT en el ambiente Windows.**

Los centros de despacho y el administrador del sistema deberán tener el software del controlador WAIS bajo el ambiente Windows para el uso del archivo SiteInit.txt.

Una vez que se ha instalado el software del controlador WAIS , vamos por el explorador a la carpeta "*WAIS Controller*" , abrimos la carpeta y pegamos el archivo SiteInit.txt en la misma como se muestra en la figura 4.24.



**Figura. 4.24.** Carpeta *WAIS Controller* en ambiente Windows.

El archivo `SiteInit.txt` previamente es programado en el bloc de notas como se lo configuró en la sección 4.11.7 del presente proyecto de grado. Este archivo es copiado y pegado a la carpeta del controlador WAIS.

Posteriormente se reinicia el sistema operativo y esta listo el controlador WAIS para ser usado por los centros de gestión (centros de despacho), y por el administrador principal. Luego de haber seguido los pasos anteriormente mencionados, el sistema WAIS de la FF.TT. esta listo para entrar en operación y funcionamiento (Figura. 4.25, 4.26, 4.27).



Figura. 4.25. Presentación en Windows de software del Controlador WAIS.



Figura. 4.26. Presentación en el ambiente Windows del LIS III-DE

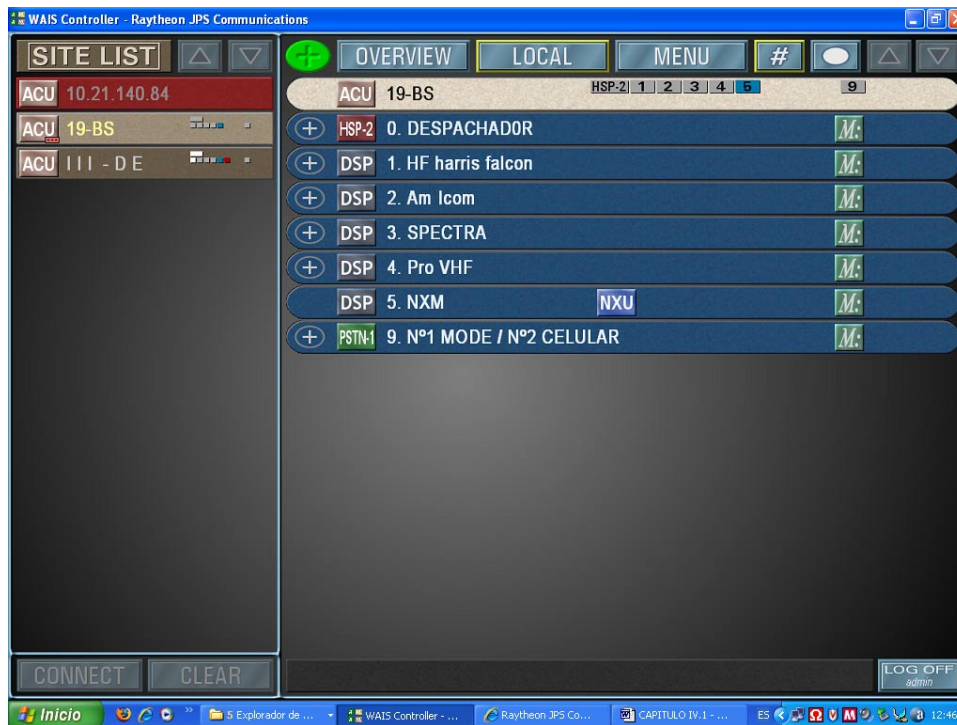


Figura. 4.27. Presentación en el ambiente Windows del LIS 19-BS

#### 4.12 SECTORES DE RESPONSABILIDAD INTEGRADOS DENTRO DEL SISTEMA WAIS.

Para desarrollar esta sección es necesario, considerar los diagramas de bloques de cada uno de los LIS que conforman el Nodo WAIS de la FF.TT., y con ello definir cada una de las unidades a integrarse, la cobertura del sistema en los sectores de responsabilidad de estas unidades militares, es decir que la Cobertura del Nodo WAIS de la FF.TT. está dada por la cobertura de cada uno de los LIS.

Para la cobertura del Sistema de WAIS de la FF.TT. se ha establecido sectores en los cuales se incluye la Frontera Norte, la Zona del Interior y la Frontera Sur (figura 4.28).










Figura. 4.28. Cobertura de los LIS del Nodo WAIS de la FF.TT.



Figura. 4.29. Los Centros de Despacho desde la Vista Inferior del Territorio Nacional Ecuatoriano

**Leyenda:**

	Cobertura del LIS BIMOT-39
	Cobertura del LIS 19-BS
	Cobertura del LIS COCOM
	Cobertura del LIS II-DE
	Cobertura del LIS III-DE

**4.12.1 Cobertura en la Frontera Norte.**

La cobertura de la frontera Norte será para los sectores geográficos de las provincias de Carchi y Sucumbíos. Para el Interior de esta zona fronteriza la cobertura integrará a las Provincias de Imbabura y Napo. Todo esto a través de los sitios de interoperabilidad local del LIS BIMOT-39 y LIS 19-BS Figura 4.30.



**Figura. 4.30. Cobertura del LIS BIMOT-39 desde la Vista Frontal del Territorio Nacional Ecuatoriano**



#### 4.12.1.1 Cobertura del LIS BIMOT-39.

El LIS BIMOT-39 logrará cobertura en todo su sector de responsabilidad es decir entre el límite geográfico entre la provincia de Sucumbíos por el ESTE, la provincia de Esmeraldas por el OESTE, el Límite Político Internacional con Colombia por el NORTE, y el límite geográfico con la Provincia de Imbabura por el SUR.

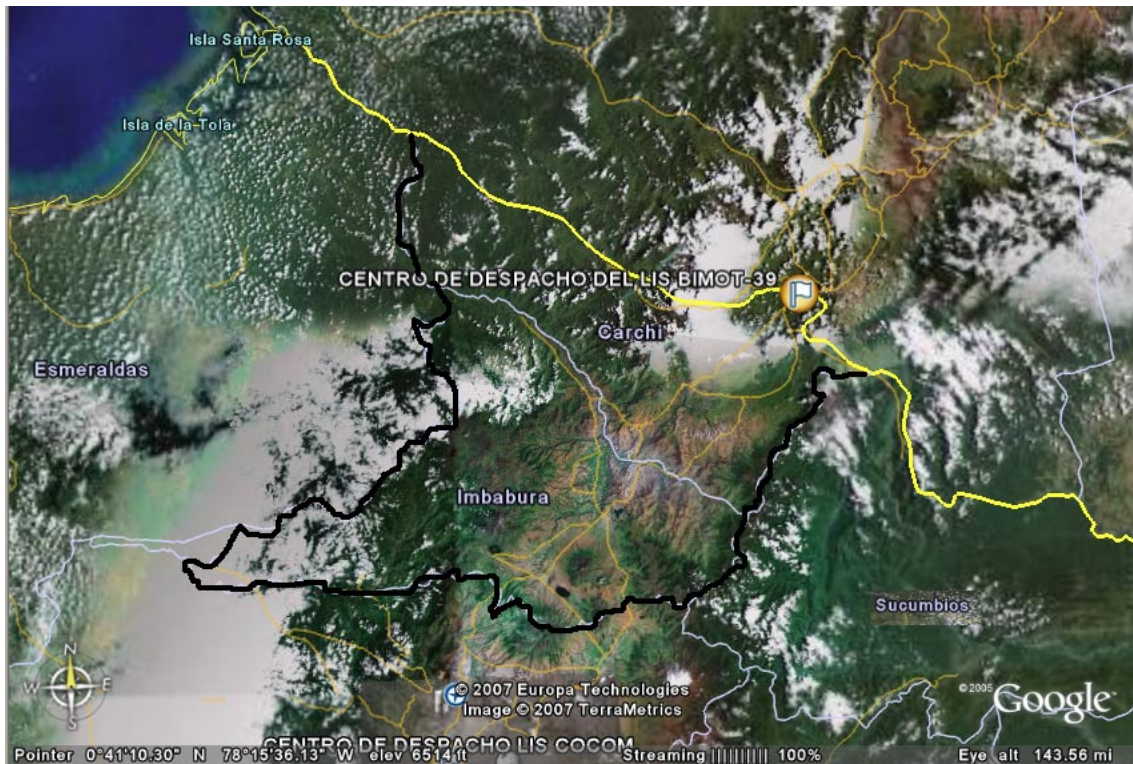


Figura 4.31 Cobertura del LIS BIMOT-39

En el Límite Político Internacional con Colombia la cobertura se lo hará a través de las radios: HF Racal PRM-4031 con los equipos de tarea y patrullas, HF TRA-931 con los destacamentos en el límite fronterizo, VHF Motorola PRO-5100 con los destacamentos y con la red de comunicaron interna del BIMOT-39.

Todo el sector será cubierto por los Equipos de Tarea móviles que disponen teléfonos satelitales IRIDIUM. Se logrará *Single Talkpaths* o vías de conversación únicas además conexiones cruzadas entre estos medios y las radios del Sistema troncalizado, radio VHF VRC-8000, Telefonía fija multiacceso, Telefonía publica ò telefonía móvil.



A través de la Interoperabilidad Local se podrá realizar enlaces con cualquiera de estos medios a través de vías de conversación de red (*Network Talkpaths*) con los otros LIS y consecuentemente enlaces con la zona geográfica de la provincia de Sucumbíos y su área fronteriza. Además existirán vías de conversación simple y conexiones cruzadas con el GCM-36 cuyo sector de responsabilidad es el área geográfica de la Provincia de Imbabura.

Se tendrá interoperabilidad con otras zonas geográficas del Interior en la Provincia de Orellana a través del LIS 19-BS y las zonas fronterizas alrededor del Límite Político Internacional con Colombia y Perú sectores de Responsabilidad de la 19-BS. La Interoperabilidad se extiende al Interior y la zona Fronteriza del Sur del País a través del LIS COCOM, LIS II-DE y III-DE.

#### **4.12.1.2 Cobertura del LIS IV-DE/19-BS.**

El LIS 19-BS logrará cobertura en todo su sector de responsabilidad que esta delimitado por el NORTE y ESTE con el Limite Político Internacional y limite geográfico con Colombia. Por el OESTE, con el límite político y geográfico de la provincia del Carchi. Por el SUR con, el límite político y geográfico con la provincia de Napo.

Para el Límite Político Internacional con Colombia la cobertura se lo hará a través de las radios: HF Racal PRM-4031 con los equipos de tarea y patrullas, HF PRM-4031 con los destacamentos en el límite fronterizo, VHF Motorola 5150 y HF TRA-931 con los Batallones, Grupos de Fuerzas Especiales y Grupos de Aviación del Ejército.

Adicionalmente todo el sector será cubierto por los Equipos de Tarea móviles que disponen teléfonos satelitales IRIDIUM y radios Harris Falcon II operando en la banda de HF.



**Figura 4.32 Cobertura del LIS 19-BS**

Se logrará vías de conversación únicas (*Single Talkpaths*) y conexiones cruzadas entre estos medios y las radios del Sistema troncalizado, radio VHF VRC-8000, Telefonía fija multiacceso, Telefonía fija pública ò telefonía móvil.

A través de la Interoperabilidad Local se podrá realizar enlaces con cualquiera de estos medios a través de vías de conversación de red (*Network Talkpaths*) con los otros LIS y consecuentemente enlaces con la zona geográfica de la provincia del Carchi y su área fronteriza. Además existirán vías de conversación simple y conexiones cruzadas con los Batallones y G.F.E. cuyo sector de responsabilidad es el área geográfica de la Provincia del Napo.

Se tendrá interoperatibilidad con la zona geográfica del Interior en la Provincia de Carchi a través del LIS BIMOT-39 y las zonas fronterizas en el Límite Político Internacional con Colombia dentro de los sectores de Responsabilidad del BIMOT-39 y

el GCM-36. La Interoperabilidad se extiende al Interior y la zona Fronteriza del Sur del País a través del LIS COCOM, LIS II-DE y III-DE.

#### 4.12.2 Cobertura en el Interior del País:

La cobertura en el Interior del País será para los sectores geográficos de las provincias de Pichincha, Cotopaxi, Tungurahua, Chimborazo y Bolívar. Todo esto a través del sitio de interoperabilidad local del LIS COCOM.



Figura 4.33 Zona de Interoperabilidad del Interior del País

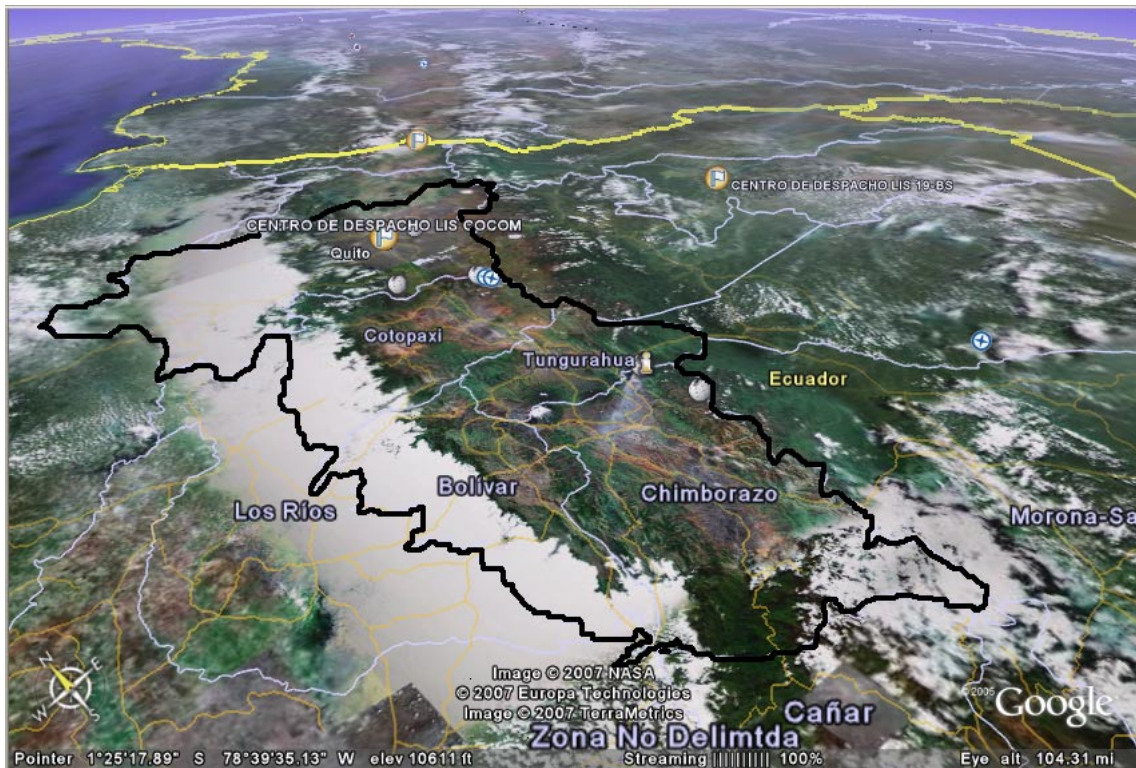
##### 4.12.2.1 Cobertura del LIS COCOM.

El LIS logrará cobertura en el Interior del País, a través de la interoperabilidad de las redes de comunicaciones de los sistemas de radio, HF Racal TRA-931, VHF VRC-8000 y sistema Troncalizado de la FF.TT..

Para todas las provincias de la Región Interandina Central del Ecuador (Pichincha, Cotopaxi, Tungurahua, Chimborazo y Bolívar). Se logra la Interoperabilidad con los



sistemas de radio anteriormente mencionados entre las siguientes unidades; el COCOM, la 13-BI, la 9-BFE, la 11-BCB, la 15-BAE, la 23-BE, la 25-BAL.



**Figura. 4.34. Zona de Interoperabilidad del LIS COCOM**

Se logrará vías de conversación únicas (*Single Talkpaths*) y conexiones cruzadas entre las radios HF, las radios del Sistema troncalizado, radio VHF VRC-8000, Telefonía fija multiacceso, Telefonía fija pública y telefonía móvil.

A través de la Interoperabilidad Local se podrá realizar enlaces con cualquiera de estos medios a través de vías de conversación de red (*Network Talkpaths*) con los otros LIS y consecuentemente enlaces con la zona geográfica de la provincias del Carchi, Sucumbíos y Napo y su área fronteriza. Además existirán vías de conversación simple y conexiones cruzadas con los Batallones y G.F.E. cuyo sector de responsabilidad es el área geográfica de la región Central Interandina.

La Interoperabilidad se extiende a la zona Fronteriza del Norte y Sur del País a través del LIS BIMOT-39, LIS 19-BS, LIS II-DE y III-DE.

#### 4.12.3 Cobertura en la Zona Fronteriza del Sur del País:

La cobertura de Interoperabilidad en la Frontera Sur será a través del LIS II-DE y el LIS III-DE. Los sectores geográficos a integrar corresponden a las provincias de, Cañar, Azuay, Loja y El Oro sectores de responsabilidad de las unidades pertenecientes a la III-DE. Adicionalmente en la provincia del Guayas se logrará la interoperabilidad de los medios de comunicación como sector responsabilidad de la II-DE.



Figura. 4.35. Cobertura de Interoperatibilidad en el Sur del País.

##### 4.12.3.1 Cobertura de la II-DE.

El LIS II-DE logrará cobertura en la Región Costa, específicamente en la provincia del Guayas y en la Frontera Sur del País, a través de la Interoperatibilidad de las redes de comunicaciones de los sistemas de radio, HF Racal TRA-931, VHF VRC-8000 y sistema Troncalizado de la FF.TT.





**Figura. 4.36. Zona de cobertura del LIS II-DE**

A través del LIS II-DE se logra la Interoperabilidad con los sistemas de radio anteriormente mencionados entre las siguientes unidades; la 5-BI, la 13-BI, la 9-BFE, la 11-BCB, la 15-BAE, la 23-BE, la 25-BAL, BAL-74, GIM-85, HD-II-DE. Se logrará vías de conversación únicas (*Single Talkpaths*) y conexiones cruzadas entre las radios HF, las radios del Sistema troncalizado, radio VHF VRC-8000, Telefonía fija multiacceso, Telefonía fija pública y telefonía móvil.

Adicionalmente mediante la Interoperabilidad Local se podrá realizar enlaces con cualquiera de estos medios por las vías de conversación de red (*Network Talkpaths*) con los otros LIS y consecuentemente enlaces con la zonas geográficas del la Región Interandina Central y la Región de la Frontera Norte del País. Además existirán vías de conversación simple y conexiones cruzadas con los Batallones y G.F.E. cuyo sector de responsabilidad es el área geográfica de la región Costa pertenecientes a la II-DE. La Interoperabilidad se extiende a la zona Fronteriza del Norte y Sur del País a través del LIS BIMOT-39, LIS 19-BS y III-DE.

#### 4.12.3.2 Cobertura de la III-DE.

El LIS III-DE logrará cobertura en la Región Austral del País, y en el Límite Geográfico y Político con el Perú. La Interoperabilidad de las redes de comunicaciones se logrará a través de los sistemas de radio, HF Racal TRA-931, VHF VRC-8000 y sistema Troncalizado de la FF.TT.



Figura. 4.37. Cobertura del LIS III-DE

A través del LIS III-DE se logra la Interoperabilidad de los sistemas de radio anteriormente mencionados entre las siguientes unidades; la 1-BI, la 3-BI, la 7-BI, la 27-BA, la 13-BI, la BE-69, el BAL-73. Se logrará vías de conversación únicas (*Single Talkpaths*) y conexiones cruzadas entre las radios HF, las radios del Sistema troncalizado, radio VHF VRC-8000, Telefonía fija multiacceso, Telefonía fija pública y telefonía móvil.

Adicionalmente mediante la Interoperabilidad Local se podrá realizar enlaces con cualquiera de estos medios por las vías de conversación de red (*Network Talkpaths*) con los otros LIS y consecuentemente enlaces con la zonas geográficas del la Región



Interandina Central, La Frontera Norte del País y con el sector de responsabilidad de la II-DE en la Región Costa del País.

Además existirán vías de conversación simple y conexiones cruzadas con los Batallones y G.F.E. cuyo sector de responsabilidad es el área geográfica de la Región Austral y Fronteriza en el Sur del País perteneciente a la III-DE. La Interoperabilidad se extiende a la Zona Fronteriza del Norte y Región Central Interandina del País a través del LIS BIMOT-39, LIS 19-BS y LIS COCOM.

#### 4.12.4 Establecimiento de las Redes Integradas de Comunicaciones de la FF.TT.

De acuerdo al diseño realizado del Nodo WAIS de la FF.TT y el direccionamiento IP del mismo, desarrollado en las diferentes secciones de este capítulo y de acuerdo al establecimiento de la cobertura de Interoperabilidad en las diferentes regiones, provincias y zonas fronterizas del País, el establecimiento de la Red Integrada de Sistemas y medios de Comunicaciones para la FF.TT. sería el siguiente:

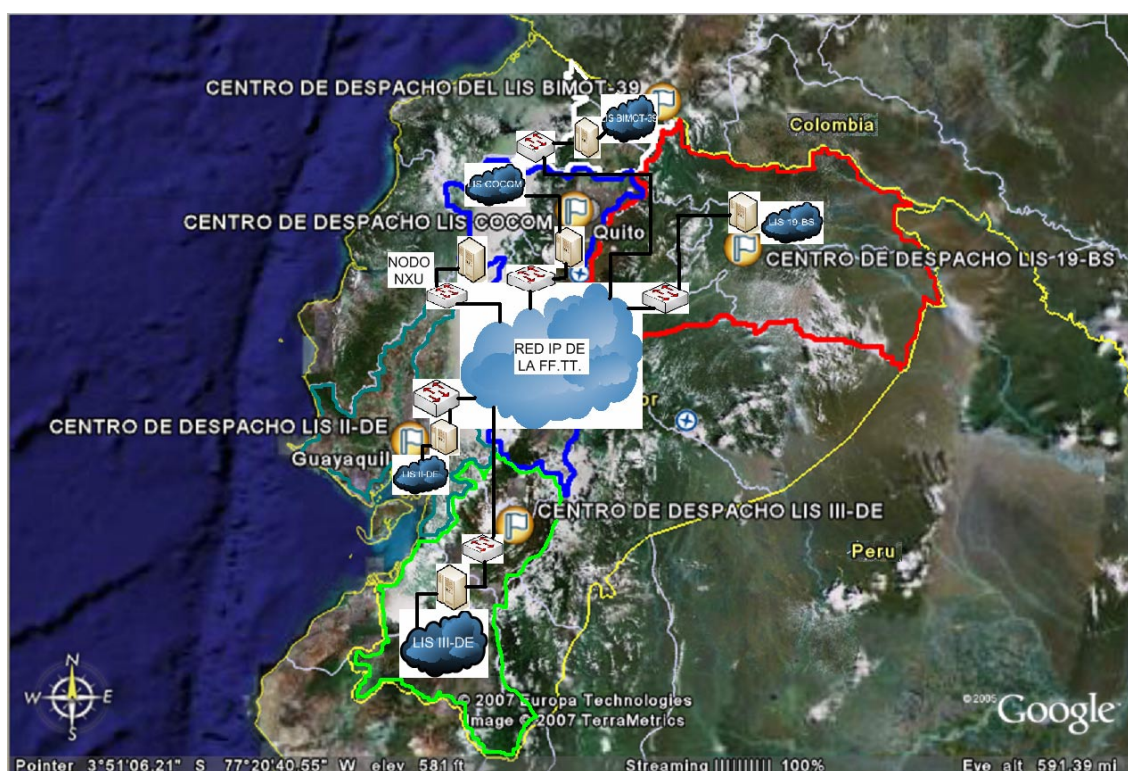


Figura. 4.38. Redes Integradas de Comunicaciones de la FF.TT.



---

Como se puede observar en la figura 4.38, las zonas geográficas de cobertura dependen exclusivamente al LIS que correspondan, en cada LIS se puede establecer vías de conversación simple (*Single Talkpaths*) y/o conexiones cruzadas entre los medios de comunicación que dispone cada LIS. Las vías de conversación en Red (*Network Talkpaths*), se lo hace exclusivamente como capa de transporte a través de la red de datos de la FF.TT.

## **CAPITULO V**

### **EQUIPAMIENTO Y LA INFRAESTRUCTURA NECESARIA PARA LA NUEVA PLATAFORMA TECNOLOGICA**

#### **5.1 INTRODUCCIÓN.**

En este capítulo se realizará el estudio y descripción de la infraestructura a utilizar para la Implementación de los LIS que conforman el Nodo WAIS de la FF.TT.. Se realizará un análisis de la infraestructura que se encuentra disponible en cada una de las unidades militares en donde se implementarán los equipos y en donde se crearán los centros de Gestión Control y despacho. En forma adicional se establecerá un consolidado del equipo y equipamiento necesario para implementar el Nodo WAIS de la FF.TT.

#### **5.2 ESTUDIO Y DESCRIPCIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA A UTILIZAR.**

Para la implementación es necesario conocer la infraestructura a utilizar, para la aplicación del integrador de comunicaciones ACU-1000. En términos generales la capa transporte por la que se ejecutará la aplicación del integrador esta basada en la red de datos de la FF.TT. como se ha establecido en el Capitulo I y IV de este proyecto de grado, red de datos que actualmente ya esta en funcionamiento por lo que la prioridad de esta sección está orientada a definir la infraestructura física.

##### **5.2.1 Infraestructura para el LIS BIMOT-39, LIS COCOM, LIS II-DE, LIS III-DE y LIS 19-BS.**

La ubicación del ACU-1000 del LIS BIMOT-39 es en el Pelotón Centro de Mensajes del BIMOT-39, para lo cual será necesario, un espacio físico de 5m<sup>2</sup> (2.5m x 2m) de área y 2m. de altura como requerimiento mínimo para la ubicación del inmobiliario, CPU del operador del LIS y el bastidor del integrador.

La ubicación del ACU-1000 del LIS COCOM estará dentro del centro de gestión del Sistema Troncalizado ubicado en el Comando de Apoyo Logístico del Comando de Comunicaciones de la FF.TT., para lo cual será necesario, un espacio físico de 2m. x 3m. x 2m.; es decir de 6m<sup>2</sup> de área y 2mts de altura como requerimiento mínimo para la ubicación del inmobiliario, CPU del operador del LIS y el bastidor del integrador. Es necesario considerar que dentro del área, de Gestión del LIS COCOM se esta considerando un área mínima de 1m<sup>2</sup> para la ubicación del bastidor del Concentrador de red NXU (*Network Hub*) que estará bajo la administración, gestión y control del operador de este LIS.

La ubicación del ACU-1000 del LIS II-DE será dentro del Centro de Gestión, control y despacho de este LIS que estará dentro de la Compañía de Comunicaciones Divisional para lo cual será necesario, un espacio físico de 2.5m x 2m, es decir de 5m<sup>2</sup> de área y 2m de altura como requerimiento mínimo para la ubicación del inmobiliario del centro de gestión, CPU del operador del LIS y el bastidor del integrador.

La ubicación del ACU-1000 del LIS III-DE será dentro del Centro de Gestión, control y despacho de este LIS que estará dentro de la Compañía de Comunicaciones Divisional para lo cual será necesario, un espacio físico de 2.5m x 2m, es decir de 5m<sup>2</sup> de área y 2m de altura como requerimiento mínimo para la ubicación del inmobiliario del centro de gestión, CPU del operador del LIS y el bastidor del integrador.

La ubicación del ACU-1000 del LIS IV-DE/19-BS será dentro del Centro de Gestión, control y despacho de este LIS que estará dentro de la Compañía de Comunicaciones de la Brigada o Divisional de acuerdo a la disponibilidad física y/o a las necesidades operativas para lo cual será necesario, un espacio físico de 2.5m x 2m, es decir de 5m<sup>2</sup> de área y 2m de altura como requerimiento mínimo para la ubicación del inmobiliario del centro de gestión, CPU del operador del LIS y el bastidor del integrador. Para la versión transportable TRP-1000 mostrado en la figura 5.1, el requerimiento mínimo establecido es de 2m<sup>2</sup> de área y 1,70 m. de altura, en este caso el operador del centro de gestión móvil, dispondrá de un computador portátil.



**Figura. 5.1. Versión transportable del Integrador de Comunicaciones TRP-1000**

#### **5.2.1.1 Software para la Administración de los Centros de Gestión despacho y Control de los diferentes LIS del nodo WAIS de la FF.TT.**

Para realizar el control y despacho en los diferentes LIS es necesario que los computadores tengan instalado los siguientes paquetes como requisitos indispensables para el funcionamiento:

- *Network Control Software WAIS*, software que permite la administración de la interconexión entre equipos ACU-1000. Software en donde deben incluir las licencias para la conexión de todos los equipos ACU-1000 y equipos TRP-1000.
- Windows XP, en forma adicional es necesario que todos los equipos se manejen bajo la plataforma del sistema operativo de Windows XP.

El manejo de Licencias y permisos estará a cargo del Departamento de Telemática de la Dirección de Comunicaciones de la FF.TT.

#### **5.2.1.2 Hardware en los Centros de Gestión, Despacho y Control**

Los operadores de los Centros de despacho del LIS BIMOT-39, LIS COCOM, LIS II-DE, LIS III-DE, LIS 19-BS dispondrán de un computador y las características mínimas para que acepte el sistema son las siguientes:

- Windows XP.
- 50 MB de espacio libre en el disco duro.
- 128 MB de memoria RAM.
- Tarjeta Ethernet, capacidad de protocolo TCP/IP.
- Cualquier tipo de dispositivo de puntero (se recomienda ratón de dos botones).
- Cualquier resolución de monitor funcionará (se recomienda monitores de alta resolución 128 x 1024 en resolución a 24 bits o 32 bits a color).

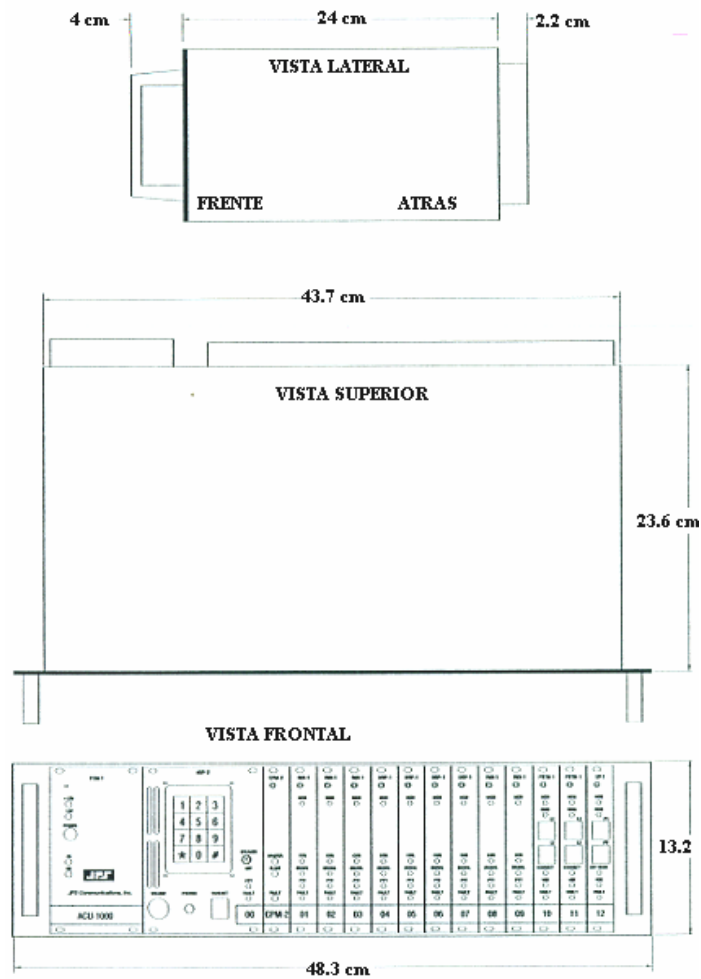
Es necesario un punto de extensión de la red de datos de la FF.TT., el mismo que no deberá excederse en un área de  $2\text{m}^2$ , dentro del entorno del ACU-1000 y el CPU del operador del controlador WAIS en todos los LIS a excepción del LIS COCOM en donde se ubicará un punto de extensión de red adicional que se utilizará con el concentrador de red (*Network Hub*).

Adicionalmente se proveerá de una impresora, que servirá para el trámite de la documentación que se genere tanto administrativa como operativa en el centro de gestión, despacho y control.

### **5.2.1.3 Rack abierto de pared del ACU-1000**

Para la ubicación de cada uno de los bastidores o racks de los Sistemas de Interoperabilidad Local (LIS), es necesario conocer las dimensiones del aparato modular ACU-1000 como base para el diseño del bastidor.

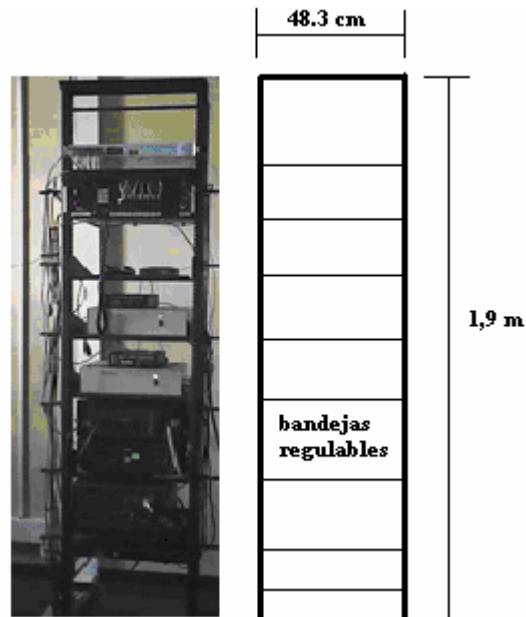
El ACU-1000 es un equipo modular compacto cuyas dimensiones se presentan en la figura 5.2.



**Figura. 5.2. Vistas del Equipo modular ACU-1000**

La altura del bastidor estará sujeto a la correspondiente altura del piso al techo de cada uno de los espacios físicos en donde se encuentren instalados los centros de gestión despacho y control de los LIS. Pero el bastidor estándar tendrá una altura de 1,90 mts x 48,3 cm de ancho el mismo que podrá ser regulado y diseñado de acuerdo a lo establecido anteriormente. Los bastidores estarán constituidos por 8 bandejas regulables de acuerdo a las necesidades de implementación de los equipos terminales de los sistemas y medios de comunicación que corresponden a cada uno de los CSAPs de los LIS como se muestra en la figura 5.3. Este rack abierto de pared debe cumplir con los estándares establecidos por la EIA.

En caso de necesitar más espacio físico, para la ubicación de los equipos de los CSAPs se dispondrá de un segundo bastidor.



**Figura. 5.3. Bastidor estándar de recepción del equipo modular ACU-1000 y de los equipos terminales de cada uno de los CSAPs de los diferentes LIS.**

#### **5.2.1.4 Alimentación de Energía.**

La alimentación primaria de los centros de Gestión estará dada por las características tanto de voltaje, potencia y amperaje que proporciona la red eléctrica pública es decir por 110V / 60 Hz . Sin embargo tanto para ciertos equipos de radio como para el modulo PSM-1A (módulo de poder), las características de la fuente de poder varían. Específicamente para la alimentación del módulo de poder se necesita de +11 a +15 VCD no regulados. Sin embargo el PSM-1A, entrega +12 VCD regulados y filtrados a c/u de los módulos del ACU-1000.

Por lo que es necesario adquirir convertidores de 110 VAC a 12 VCD y a 59 W, además que generen 4.2 A de corriente.

En el caso de la utilización de baterías (Grupo Electrónico), es necesario que cumplan con las mismas condiciones de Voltaje y potencia. Pero es necesario para el cálculo de baterías considerar que para un bastidor de 8 módulos es necesaria una intensidad de corriente de 3.42 A por lo que 8h de trabajo se necesitarán mínimo 27.36 AH.

#### **5.1.2.5 Tierras de los Equipo:**

Para evitar daños tanto en los equipos de comunicaciones como en el equipo modular ACU-1000 es necesario colocar una varilla de cobre de un diámetro mínimo de 2cm y un largo de 1,60 mts. de alto , la misma que se instalará junto al bastidor, al cual estarán aterrados todos los equipos. Esta tierra estará a su vez conectada a sistema de tierras de la instalación en donde están los respectivos Centros de Gestión.

#### 5.2.1.6 Inmobiliario a Utilizar

Dentro del Inmobiliario es necesario que se disponga de un escritorio modular que posea gavetas con la adecuada cerradura, para guardar la documentación, manuales, procedimientos, etc. que se poseerán en cada centro de gestión, adicionalmente la respectiva silla de escritorio.

En los sectores en donde las temperaturas ambientales son elevadas es necesario el uso de un sistema de aire acondicionado o en su defecto ventiladores que permitan mantener una temperatura estable no superior a los 40 °C. De idéntica forma en las zonas geográficas en donde las temperaturas climáticas son demasiado bajas es necesario mantener el estado ambiental del centro de gestión despacho y control a temperaturas no inferiores a 0°C. Estas son las condiciones que se establecen para una óptima eficiencia del equipo. Sin embargo es necesario conocer que de acuerdo a los manuales de especificaciones técnicas del equipo se establece que el mismo puede operar bajo temperaturas hasta de -20°C a 60 °C.



Figura 5.4 Inmobiliario del Centro de Despacho del LIS COCOM



Se dispondrá de una gaveta para manejo, archivo y trámite de la documentación pertinente. Es necesario que se cuente con una línea de telefonía fija del sistema Alcatel o en su defecto una extensión de la misma a fin de mantener el contacto, coordinación y control entre los centros de despacho y el administrador principal del Nodo WAIS de la FF.TT.

La ventilación e Iluminación deberán ser las adecuadas a fin de que se permita libertad de acción para el manejo, control y operación del sistema dentro de los centros de gestión de los diferentes LIS.

### **5.2.2 Análisis de Reutilización de la Infraestructura existente.**

La Red de Datos de la FF.TT. constituye el elemento básico para la utilización de los equipos de integración e interoperabilidad de los medios y sistemas de comunicaciones, ya que este equipo constituye un aplicativo de esta red de datos.

Los medios y equipos de esta infraestructura permite utilizar el ancho de banda al punto mismo del usuario (cliente), a través del switch de última milla perteneciente a la red de datos. La Dirección de Comunicaciones y Sistemas de la FF.TT. (DICOMSI) será la entidad responsable de implementar el o los puntos de red a utilizarse en cada uno de los LIS para su respectivo funcionamiento. Adicionalmente todo el material de radios que se ha considerado para la conformación de los CSAPs en cada uno de los LIS expuestos en el Capítulo IV de este proyecto de grado será usado de acuerdo, a la distribución del material de radios por parte de la DICOMSI, material que ya se encuentra operando en las diferentes unidades en donde se han conformado los diferentes LIS. Es necesario que para cada uno de los LIS se adquiera una base de telefonía celular para poder materializar los respectivos CSAPs de telefonía móvil.

## **5.3 ESTUDIO Y DESCRIPCIÓN DEL EQUIPAMIENTO A UTILIZAR.**

Este estudio se lo hará de acuerdo al diseño del Nodo WAIS de la FF.TT. y del correspondiente diseño de los LIS existentes dentro de este nodo planteado en el capítulo anterior (IV) de este proyecto de grado.

Para la implementación de los Sitios de interoperabilidad Local es necesario establecer el número de módulos a utilizar de acuerdo los requerimientos de equipos y sistemas de comunicaciones planteado en el diseño los mismos que conforman los diversos CSAPs de cada uno de los LIS. En la siguiente tabla (tabla 5.1) se detalla la cantidad de módulos DSP-2, PSTN-1, NXU-2, PSM-1A, CPM-4 y HSP-2 , elementos necesarios para la conformación del equipo modular ACU-1000 fijo a instalarse en cada uno de los Sitios de Interoperabilidad.

**Tabla. 5.1. Requerimiento de los módulos para la conformación de los ACU-1000**

ORD	SITIO	DSP-2	PSTN-1	NXU-2	PSM-1A	CPM-4	HSP-2	ACU chasis
1	LIS BIMOT-39	5	2	1	1	1	1	1
2	LIS COCOM	5	2	1	1	1	1	1
3	LIS II-DE	5	2	1	1	1	1	1
4	LIS III-DE	6	2	1	1	1	1	1
5	LIS 19-BS	6	2	1	1	1	1	1
6	NETWORK HUB	12	0	1	1	1	1	1
	<b>TOTAL</b>	39	10	6	6	6	6	6

En forma adicional, es importante considerar un set de repuestos y redundancia. Se a considerado dentro de este set de repuestos la conformación de otra unidad modular ACU-1000, unidad que permitirá de acuerdo a las necesidades operativas la implementación de un LIS móvil en el puesto de mando o el sitio en donde se requiera.

Los módulos, PSTN-1, DSP-2, NXU-2, PSM-1A, CPM-4, HSP-2, que no se consideren para la implementación de este LIS móvil, servirán para el reemplazo de módulos defectuosos en los diferentes Sitios de Interoperabilidad Local en donde se requieran, hasta que los mismos sean reembolsados, de acuerdo a las garantías que se establezcan en los procesos contractuales y de contratación para la adquisición e implementación del sistema WAIS. En la siguiente tabla 5.2 se muestra el equipo modular necesario para el establecimiento de un set de repuestos modulares para los ACU-1000 del Nodo WAIS.

**Tabla 5.2 Set de repuestos modulares para el Nodo WAIS de la FF.TT.**

ORD	EQUIPO	CANTIDAD
1	ACU-1000 CHASIS	1
2	DSP-2	4
3	PSTN-1	2
4	NXU-2	2
5	PSM-1	2
6	CPM-4	2
7	HSP-2	2
<b>TOTAL</b>		15

**5.3.1 Establecimiento de redundancia para el nodo WAIS de la FF.TT.**

De acuerdo a lo establecido en la tabla 5.2, vamos a considerar los siguientes términos de redundancia de los equipos de mayor prioridad, estableciendo al Nodo WAIS de la FF.TT. como el marco general para esta asignación. Tabla 5.3.

**Tabla 5.3 Establecimiento de redundancia para el Nodo WAIS de la FF.TT.**

Equipo	Redundancia	Observaciones
DSP-2	4+1	Un módulo DSP-2 defectuoso puede ser remplazado por 4 módulos existentes.
PSTN-1	2+1	Un módulo PSTN-1 defectuoso puede ser remplazado por 2 módulos existentes.
NXU-2	2+1	Un módulo NXU-2 defectuoso puede ser remplazado por 2 módulos existentes.
CPM-4	2+1	Un módulo CPM-4 defectuoso puede ser remplazado por 2 módulos existentes.
HSP-2	2+1	Un módulo HSP-2 defectuoso puede ser remplazado por 2 módulos existentes.
PSM-1 A	2+1	Un módulo PSM-1A defectuoso puede ser remplazado por 2 módulos existentes.

### 5.3.2 Consolidado del Equipo ACU-1000 para la Implementación del Nodo WAIS de la FF.TT.

Para realizar el Consolidado del material y equipo para la implementación de los LIS del Nodo WAIS de la FF.TT. a través del equipo ACU-1000 es necesario considerar las necesidades establecidas en la sección 5.3 de este capítulo.

Dentro de este consolidado se establecerá el total de módulos, chasis ACU-1000, cables de interconexión, software de Control del Sistema WAIS y el equipamiento local para cada uno de los centros de gestión, control y despacho de los LIS.

Para establecer la cantidad de cables de interconexión a las unidades ACU y NXU es necesario conocer los sistemas de radio a operar en el ACU-1000, sistemas que corresponden a cada una de las redes de radio estudiadas en los capítulos I y IV de este proyecto de grado.

En la siguiente tabla 5.4 se muestra los sistemas de radio a operar en todo el Nodo WAIS de la FF.TT.

**Tabla 5.4 Redes de radio de acuerdo al sistema a utilizar**

EQUIPO	BIMOT-39	COCOM	II-DE	III-DE	19-BS	TOTAL
PRM 4031HF	1	2				3
TRA 931 HF	1		3	2	2	8
VRC 8000	1	2	1	2	1	7
VHF MOTOROLA	1				1	2
UHF TRUNKING	1	1	1	2		5
FALCON II HF					2	2
<b>TOTAL</b>	5	5	5	6	6	27

Por cada sistema de radio es necesario 2 cables de audio a un puerto RS-232. El un cable para la TX (PTT) y otro para RX (COR), los mismos que terminan a un conector DB-25 de puerto serial RS-232 en el módulo DSP-2 como se indica en la siguiente figura 5.5.



**Figura. 5.5. Ubicación del cable de TX y RX a la DSP-2.**

Cabe mencionar que los totales establecidos incluye al equipamiento del set de repuestos y redundancia establecidos. En la siguiente tabla 5.5 se muestra el consolidado del equipo y material necesario para implementar el Nodo WAIS de la FF.TT.



**Figura. 5.6. Equipo ACU-1000 totalmente Instalado en el LIS COCOM**

**Tabla. 5.5. Consolidado del equipo y material para implementar el Nodo WAIS de la FF.TT.**

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	TOTAL
<b>1.0</b>	<b>EQUIPAMIENTO PARA LOS CENTROS DE GESTION A TRAVES DEL SISTEMA INTEGRADOR DE COMUNICACIONES</b>		
	Incluye chasis de unidad ACU-1000, fuentes de poder, tarjetas de interfase y despacho, software de despacho, control y gestión, cables de interconexión. Detalle:		
<b>1.0</b>	<b>ACU-1000 Módulo del Sistema de Interconexión Inteligente</b>		
1.1	ACU-1000 Chasis	7	7
1.3	PSM-1ª Módulo de poder con convertidores AC/DC	8	8
1.4	CPM-4 Módulo de Control del CPU	8	8
1.5	HSP-2 Módulo del Handset Speaker	8	8
1.6	ACU Control Software	8	8
<b>2.0</b>	<b>NXU-2 Módulo de Interconexión de Red</b>	8	8
<b>3.0</b>	<b>DSP-2 Módulo Procesador Digital de Señales</b>	43	43
<b>4.0</b>	<b>PSTN-1 Interfaz de Telefonía Pública Conmutada</b>	12	12
<b>5.0</b>	<b>Cables de Interconexión a las unidades ACU y NXU para los siguientes sistemas de radio:</b>		
5.1	Sistema Trunking Motorola (Astro, Quantar, Espectra)	10	
5.2	Sistema Tadiran VRC-8000 VHF militar	14	
5.3	Sistema Racal PRM-4031 HF militar	6	
5.4	Sistema Racal TRA-931 HF militar	16	
5.5	Sistema Harris Falcon II HF militar	4	
5.6	Sistema Motorola VHF convencional	4	
			54
<b>6.0</b>	<b>Software de Control de Red WAIS</b>		
	Software que permite la administración de la interconexión Entre los equipos ACU-1000. Incluye licencias para la conexión de lo equipos a instalar	6	6
<b>7.0</b>	<b>Equipamiento Local</b>		
7.1	Computador Personal tipo desktop Intel Inside, para la gestión y manejo local de los equipos ACU-1000 Incluye monitor para la visualización gráfica del software WAIS	5	5
7.2	Sistema Rack Rack abierto de pared para la instalación de los equipos 40 Unidades estándar EIA	6	6
7.3	Computador Personal tipo portátil Intel Inside/Centrino, para la gestión y manejo local de los equipos ACU-1000 Para el administrador principal de la red	1	1

---

Como se puede observar en el Consolidado del Equipo a Implementarse en el Nodo WAIS de la FF.TT. dentro del ítem 1.0 trata del equipamiento para los centros de gestión a través del Sistema Integrador de Comunicaciones.

## **CAPITULO VI**

### **MARCO ADMINISTRATIVO**

#### **6.1 INTRODUCCIÓN.**

Dentro de este capítulo se especificará la organización administrativa funcional de los Centros de Gestión, Despacho y Control, las funciones y responsabilidades tanto operativas como administrativas que tendrán los operadores de los Centros de Gestión, Despacho y Control. Adicionalmente se establecerá la infraestructura tecnológica y física que dispondrán cada uno de los Centros de Despacho.

Se establecerá el Recurso Humano necesario para el, manejo control y mantenimiento de este Sistema de Interoperabilidad en la FF.TT. Se definirá la organización Macro para la Administración y Control del Sistema WAIS de la FF.TT.

Por último se realizará un análisis Costo-Beneficio, en base a los presupuestos obtenidos estableciendo finalmente las ventajas y desventajas del nuevo sistema a implementar.

#### **6.2 ESTUDIO Y DISEÑO DEL CENTRO DE GESTIÓN, DESPACHO Y CONTROL.**

La importancia del uso y gestión de la información para el desempeño de los cometidos asignados al Ejército obliga a establecer centros que manejen administren y controlen la misma. Por otro lado, la escasez de recursos, la tendencia hacia los sistemas integrados y la importancia de los sistemas de información de gestión, hacen necesaria la unificación de los esfuerzos que cada uno de los Mandos o Direcciones realizan sobre el diseño, desarrollo y ejecución de sus propios Sistemas de Información.

En este contexto resulta conveniente agrupar en un solo órgano la gestión de estos sistemas de información, con la finalidad de practicar una integración de los mismos a



largo plazo, evitar disfunciones en la distribución del personal, paliar graves problemas de conexión y posibilitar la coordinación de los distintos desarrollos.

El diseño y funcionalidad de los Centros de Gestión Despacho y Control se lo establece en las respectivas secciones que tratan sobre estos Centros de Gestión en los Capítulos IV y V del presente proyecto de grado por lo que a continuación se buscará específicamente tratar temas relacionados a la organización administrativa y operativa de los mismos.

### **6.2.1 Misión de los Centros de Gestión, Despacho y Control.**

Para los Centros de Gestión se establece lo Siguiente:

- **Misión:** Los Centros de Gestión del Nodo WAIS, realizarán el control manejo y administración del Sistema de Interoperabilidad de los Medios y Sistemas de Comunicaciones de la FF.TT., a partir de la implementación del sistema hasta el fin de las operaciones , en los sectores de cobertura de cada uno de los LIS para permitir el enlace con oportunidad, seguridad, flexibilidad, interoperabilidad y con calidad de servicio a fin de permitir con el cumplimiento de la misión de cada una de las unidades a integrarse y con la misión de proporcionar comunicaciones oportunas, seguras y flexibles, con características militares por parte del BC-1 a la FF.TT.
- **Visión:** Los centros de gestión como parte del Sistema de Interoperabilidad de área Extendida (WAIS) de la FF.TT. se constituirán en un medio de enlace e integración de los medios y sistemas de comunicaciones de la FF.TT. en el futuro serán el principal medio de enlace transporte y comunicación de la FF.TT.

### **6.2.2 Funciones de los Centros de Gestión, Despacho y Control.**

- **Gestión:** La gestión en los centros despacho y control se lo define como el conjunto de estrategias, procesos, funciones y herramientas definidos para

facilitar el aprovisionamiento, la operación, el mantenimiento y la administración de los servicios y redes del Sistema de Interoperabilidad de los sistemas y medios de Comunicaciones de la FF.TT. El “gestionamiento” de la Interoperabilidad de los medios y Sistemas de Comunicaciones es de estricta responsabilidad de cada uno de los Centro de Gestión, Despacho y Control. Entendiendo por “gestionamiento” al trámite de interoperabilidad que realizan los centros a través del software de control para el Nodo WAIS. Desde estos Centros de Gestión se monitorea las redes y vías de conversación, se controla las mismas y adicionalmente mantenemos, sus infraestructuras, equipamientos y servicios.

- **Despacho:** El despacho permite la interoperabilidad entre los sistemas de comunicaciones, es decir la creación de conexiones entre sistemas de comunicaciones de la misma plataforma tecnológica o de diferente plataforma tecnológica. El despacho es directamente y únicamente realizado por el operador de cada uno de los centros de gestión para cada uno de los LIS al cual pertenece el mismo. El despacho a nivel del Nodo WAIS es realizado únicamente por el administrador principal del Sistema esta posición de despacho puede ser ubicada en cualquier parte del Sistema de acuerdo a las necesidades operativas y/o administrativas que se presenten.

La posición de despacho de los LIS debe poseer una computadora (PC) corriendo el software Controlador WAIS y un canal de audio sobre la red y hacia el resto del Sistema de Interoperabilidad Local o WAIS de ser el caso.

El operador LIS ò WAIS usará la vía de conversación, por ejemplo para permitir que la gente en cualquier CSAP conozca que el operador planea involucrar dicho CSAP en una conexión cruzada (o removerlos de una existente). Después de la Conexión cruzada usando el controlador WAIS, empieza el monitoreo a través del Control por parte del Operador.

- **Control:** A través del control se monitorea las redes y vías de conversación, después de crear una conexión el operador puede desear monitorear esta

conversación para conocer cuando terminar la conexión o para escuchar los pedidos de conectarse con otras CSAPs. El control también se lo hace de los sistemas que han dejado la red de interoperabilidad y con ello establecer inmediatamente las causas y las soluciones respectivas a la desconexión del Sistema o los Sistemas de comunicaciones que se encuentren fuera de la red.

El control por parte del Administrador del Sistema de Interoperabilidad de Área Amplia (WAIS) es global dentro del Nodo WAIS. A través del software del Controlador WAIS y con los respectivos accesos y autorizaciones, puede monitorear todas las conexiones y las vías de conversación. Puede monitorear todo el audio de las comunicaciones de salida dentro del Nodo WAIS. Adicionalmente puede observar la desconexión de cualquier CSAP o LIS dentro del Nodo, con ello tomar la respectiva acción y/o solución a fin de mantener operativo el sistema de Interoperabilidad de Área Amplia.

Los Centros de Gestión, Despacho y Control son dependientes orgánica y operativamente al BC-1 (Batallón de Comunicaciones N°1) de la FF.TT, sin embargo están en apoyo directo de las unidades militares en donde has sido asignadas y su dependencia inmediata es con la oficina de operaciones de las mismas.

Los Centros de Gestión, Despacho y Control tienen encomendadas las siguientes misiones:

- Implantar y mantener el software del Controlador WAIS para los sistemas y medios de comunicaciones del Ejército, que se ha considerado en el diseño del Nodo WAIS.
- Proporcionar apoyo técnico al Sistema de Interoperabilidad Local en caso fuere necesario.

- Gestionar los Procesos Administrativos ante la dependencia correspondiente para facilitar el mantenimiento y operación del Sistema de Interoperabilidad.
- Gestionar el trámite de Interoperabilidad entre los CAPS ò LIS de acuerdo al caso.
- Proporcionar asesoramiento y soporte técnicos durante la implementación, mantenimiento y explotación de los Sistemas de Interoperabilidad del Ejército.
- Realizar el Despacho de interoperabilidad de acuerdo a los planes operativos y necesidades de comunicación presentadas.
- Realizar el control permanente de cada uno de los CSAPs de los LIS que se encuentran en interoperabilidad.
- Realizar el mantenimiento operativo y preventivo de los equipos a disposición del centro de gestión.
- Mantener siempre operable y en óptimas condiciones el Sistema de Interoperabilidad Local.
- Establecer reportes diarios sobre la gestión, despacho y control del sistema al administrador principal. ..

### **6.3 RECURSOS HUMANOS.**

El sistema WAIS de la FF.TT. contará con el adecuado recurso humano que constituirá el soporte técnico y operativo del sistema. El personal que conformara este equipo estará conformado por oficiales y voluntarios del Arma de Comunicaciones que darán soporte al sistema. Este personal será capacitado sobre el funcionamiento control operación y mantenimiento del Sistema en la Escuela de Comunicaciones de la FF.TT. En cada LIS existirá por lo menos dos operadores del sistema, estos operadores serán voluntarios hasta el grado de sargento segundo del arma de comunicaciones de la FF.TT. que cuenten con la capacitación técnica para operar el sistema.

El administrador del Sistema WAIS será un Oficial del arma de Comunicaciones que cuente con la capacitación técnica y profesional para gestionar, controlar y administrar el Nodo WAIS de la FF.TT.

De acuerdo a futuras creaciones de Nodos de Interoperabilidad la gestión, administración y control se lo hará en forma descentralizada y realizada por otros oficiales de acuerdo al perfil establecido. En forma adicional es necesario mantener un equipo de instalación y mantenimiento del Sistema, equipo que estará conformado por personal de oficiales y voluntarios técnicamente capacitado para dar el respectivo soporte al sistema. Este equipo pertenecerá orgánicamente y administrativamente al BC-1.

En la siguiente tabla se muestra el personal a requerir para el mantenimiento operación y control del los diferentes LIS del nodo WAIS de la FF.TT.

**Tabla 6.1 Requerimiento del Recurso Humano para el manejo control y administración del Nodo WAIS de la FF.TT.**

LIS	OPERADORES	EQUIPO DE TRABAJO (SOPORTE TECNICO)	ADMINISTRACIÓN
BIMOT-39	2 OPERADORES	EQUIPO N° 1 (5 PERSONAS)	
COCOM	3 OPERADORES	EQUIPO N° 1	
II-DE	2 OPERADORES	EQUIPO N° 2 (5 PERSONAS)	
III-DE	2 OPERADORES	EQUIPO N° 2	
19-BS	2 OPERADORES	EQUIPO N° 1	
TOTAL	11 OPERADORES	2 EQUIPOS DE 10 PERSONAS	2 ADMINISTRADORES

Como se puede observar en la tabla anterior (6.1) el requerimiento del recurso para el manejo, gestión, operación, administración y mantenimiento del sistema de Interoperabilidad de la FF.TT. es de 11 operadores, 10 técnicos de mantenimiento y 2 administradores, adicionalmente y eventualmente se requerirá de los servicios profesionales de ingeniería de un técnico especialista, que cumplirá las funciones de asesoramiento al administrador.

Contando con este último se necesita un equipo de 23 personas para la puesta a punto del Sistema de Interoperabilidad e Integración de los Sistemas y medios de Comunicaciones de la FF.TT. Las funciones y actividades que cumplirán cada uno de estos serán las siguientes:

### 6.3.1 Operadores.

Los operadores serán dos por cada LIS a excepción del LIS COCOM en donde, por encontrarse el Concentrador de Red, será necesario un operador adicional para vigilar el correcto funcionamiento del *Network Hub*. Las funciones de los operadores son las siguientes:

- Realizar el despacho de interoperabilidad de cada uno de los LIS.
- Realizar la gestión de las comunicaciones en sus respectivos LIS.
- Realizar el trámite administrativo respectivo de la documentación de entrada y salida.
- Realizar el control permanente de los CSAPs de cada LIS.
- Informar diariamente a las 07h00 y 20h00 sobre el estado del LIS al administrador principal a través del correo militar seguro.
- Informar al Comandante de la compañía de Comunicaciones y/o el Oficial de Operaciones de unidad asignada sobre el estado de la Interoperabilidad Local.
- Realizar el mantenimiento preventivo y correctivo de primer escalón al equipo de Interoperabilidad e Integración.
- Estar en continuo estudio del sistema de Integración e Interoperabilidad de cada LIS.
- Desarrollarán bases teóricas sobre el sistema de Interoperabilidad de acuerdo a sus funciones.
- Realizar los requerimientos pertinentes al Administrador del Sistema sobre repuestos, equipo y material necesario para el mantenimiento y reemplazo de elementos en mal estado del ACU-1000 y sus componentes de acuerdo al nivel de mantenimiento autorizado.

### 6.3.2 Administrador

El administrador del Nodo WAIS de la FF.TT., dependerá orgánicamente y administrativamente del BC-1. Será quién establezca las políticas de control, administre y genere las estrategias del manejo del sistema de forma efectiva y eficiente.

Adicionalmente será el responsable de garantizar la seguridad e inviolabilidad del Sistema a través de la administración y generación de claves y permisos para el uso y manejo del mismo. Además:

- Garantizará el correcto funcionamiento de la plataforma de Interoperabilidad.
- Elaborará un reporte consolidado diario al Comandante del BC-1 y al Jefe del Departamento de Telemática de la DCOMSI un reporte mensual, del estado del Sistema de Interoperabilidad.
- Garantizará el manejo del Controlador WAIS.
- Establecerá cronogramas periódicos y permanentes de mantenimiento del Sistema de Interoperabilidad a ser ejecutados por los equipos de trabajo.
- Establecerá cronogramas de capacitación continua acerca del Sistema de Interoperabilidad a los Operadores y personal de los diferentes Equipos de Trabajo.
- Mantendrá el Control del personal de operadores de los diferentes LIS.
- Mantendrá el Control de los Diferentes LIS del Nodo WAIS a través del software del Controlador WAIS.
- Podrá administrar el despacho de los diferentes CSAPs en todo el Nodo WAIS de acuerdo a las necesidades operativas y/o administrativas.
- Deberá gestionar las necesidades operativas y/o administrativas que generen los diferentes LIS.
- Establecerá las órdenes de trabajo para los diferentes equipos de mantenimiento y operación.
- Desarrollará bases teóricas sobre el sistema de Interoperabilidad de acuerdo a sus funciones.
- El Administrador del Sistema de Interoperabilidad estará en Capacidad de planificar y ejecutar nuevos CSAPs, nuevas Vías de Conversación en Red y Simples.
- Dar trámite y gestionar los requerimientos de repuestos y materiales para el mantenimiento del Sistema presentado tanto por los operadores como por los equipos técnicos.
- Establecerá cronogramas de Inspección y ejecutará las mismas tanto a los LIS como a la bodega de repuestos y redundancia.

El Administrador del Sistema contará con un asesor técnico el mismo que será un profesional capacitado en el manejo y administración de la plataforma tecnológica de interoperabilidad, el mismo que estará capacitado técnicamente y profesionalmente para sugerir, recomendar, ilustrar y/o aconsejar. Este asesor técnico podrá ser contratado eventualmente de acuerdo a las necesidades de asesoramiento que se presenten.

### **6.3.3 Equipos de Trabajo.**

Los equipos de trabajo y mantenimiento dependerán directamente del BC-1, esto a través del Administrador Principal del WAIS de la FF.TT. Estos equipos de trabajo estarán conformados por especialistas técnicos en el sistema, quienes estarán dirigidos por un jefe de equipo que será un oficial técnico especialista en el sistema o un profesional en ingeniería electrónica en telecomunicaciones o un profesional en ingeniería de sistemas en redes.

Los equipos de trabajo serán los que proporcionen soporte a la plataforma tecnológica de Interoperabilidad y garanticen la misma en todos y cada uno de los LIS.

El equipo de Trabajo N° 1 garantizará la interoperabilidad en los LIS BIMOT-39, LIS COCOM y LIS 19-BS.

En su defecto el Equipo de Trabajo N° 2 garantizará la interoperabilidad en los LIS II-DE y III-DE. Además de las responsabilidades y funciones expuestas realizarán:

- Cumplir con los mantenimientos periódicos del Sistema de acuerdo a lo planificado por el Administrador.
- Cumplir con las órdenes de trabajo emitidas por el administrador.
- Elaborar reportes de los trabajos realizados por parte del jefe de equipo al administrador.
- Cumplir con la capacitación sobre el sistema de interoperabilidad a los operadores.
- Estudiar sobre el sistema de interoperabilidad.
- Cumplir con el cronograma de capacitación elaborado por el BC-1.



- 
- Garantizar el funcionamiento de la plataforma de Interoperabilidad.
  - Mantener a punto los Sistemas y medios para la Interoperabilidad del Nodo WAIS.
  - Desarrollarán bases teóricas sobre el sistema de Interoperabilidad de acuerdo a sus funciones.
  - Realizar los requerimientos pertinentes al Administrador del Sistema sobre repuestos, equipo y material necesario para el mantenimiento y reemplazo de elementos en mal estado del ACU-1000 y sus componentes de acuerdo al nivel de mantenimiento autorizado.

Las diferentes actividades se incrementarán o se desecharán de acuerdo a la ampliación del Sistema de Interoperabilidad de la FF.TT.

#### **6.3.4 Organigrama Estructural.**

Para la organización del sistema de gestión del sistema de Interoperabilidad de la FF.TT. se establece una organización tanto vertical como horizontal, como estamentos participativos dentro de esta estructura están; el COTOT de la FF.TT. (Comando del Teatro de Operaciones Terrestre) como el ente primario cabeza de la organización, luego de esta el Batallón de Comunicaciones N° 1 (BC-1) como organización de regulación, generadora de políticas de administración, operación y control, luego se encuentra el administrador principal, quién es el ente directamente relacionado con la gestión, el control y administración del sistema ante los entes superiores. A continuación (en un sub nivel) se presenta los equipos de trabajo los cuales se encargan de ejecutar las políticas emitidas por los entes superiores, luego de este nivel se encuentran los operadores del Sistema de Interoperabilidad quienes son los ejecutores directos de las políticas de gestión, administración, manejo, control y despacho.

Según lo expuesto anteriormente el organigrama estructural para el manejo, la administración y control se muestra en el siguiente organigrama:

### Organigrama Estructural del Sistema de Interoperabilidad de la FF.TT.

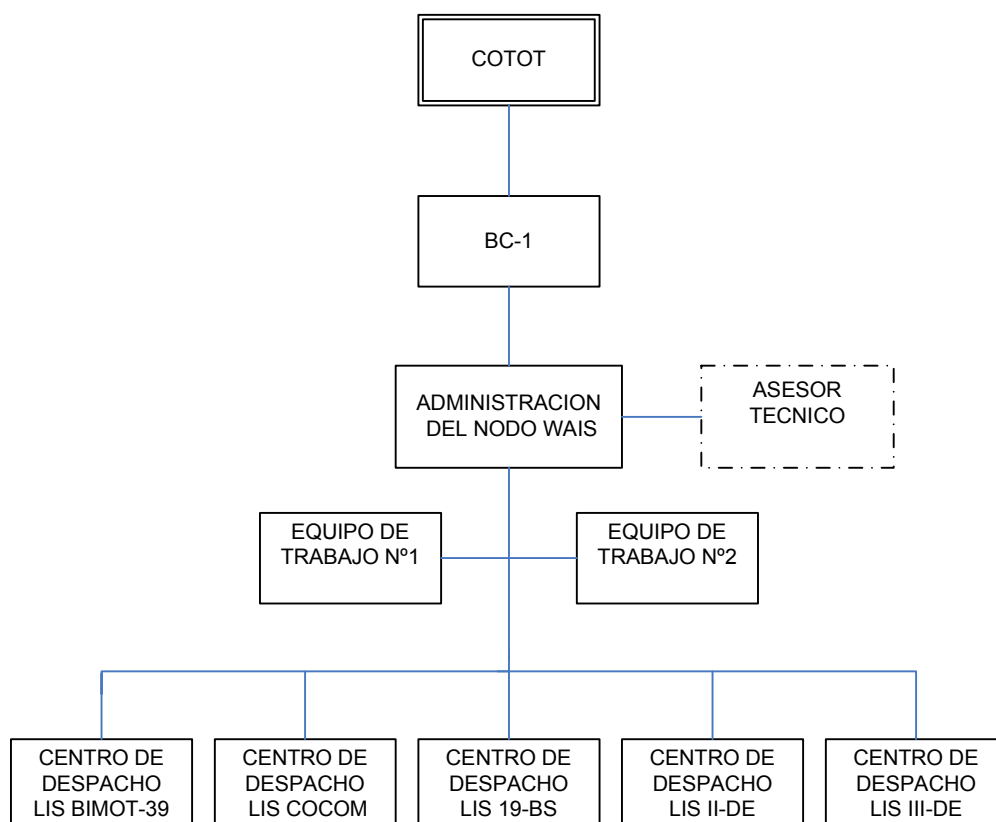


Figura 6.1 Organigrama estructural del Sistema de Interoperabilidad de la FF.TT.

#### 6.4 PRESUPUESTO A MANEJARSE.

Para el desarrollo de esta sección es necesario considerar el Consolidado del material y equipo para la implementación de los LIS del Nodo WAIS de la FF.TT. expuesto en la sección 5.3.1. Luego de la obtención del consolidado se procederá a realizar la cotización, la misma que incluirá; el costo del equipamiento necesario para la implementación del Nodo WAIS a ser entregado en las instalaciones de la FF.TT. en Quito, los costos del set de repuestos y redundancia a ser entregados en las instalaciones de la FF.TT. en Quito, el costo del software de red WAIS, el costo del equipamiento Local, el costo de los servicios de Ingeniería e Instalación y por último los costos de servicios de capacitación local.

---

De acuerdo a los requerimientos presentados, la oferta a la Comisión de Contrataciones de la FF. TT. se presenta de acuerdo a tres parámetros<sup>33</sup>:

- Cotización del equipamiento para la Implementación del Nodo WAIS de la FF.TT.
- Cotización de los servicios de Ingeniería e Instalación del Nodo WAIS de la FF.TT.
- Cotización de los servicios de Capacitación y Soporte.

Estas tres cotizaciones nos generan un resumen de la oferta para el estudio y análisis de la misma. A continuación en las tablas 6.2, 6.3, 6.4, se muestran las respectivas cotizaciones de acuerdo a los parámetros establecidos.

En la tabla 6.5 se muestra un resumen de la oferta con el precio final para la implementación y puesta en marcha del Sistema de Interoperabilidad e Integración de los Medios y Sistemas de Comunicaciones de la FF.TT. adicionalmente en este precio final se incluyen los costos de capacitación al personal de técnicos a operar, administrar y mantener el Sistema.

---

<sup>33</sup> Presupuesto Referencial obtenido del Proyecto de Adquisición de Sistemas Integradores, DICOMSI, nov-2006

Tabla 6.2 Cotización del equipamiento para la Implementación del Nodo WAIS de la FF.TT.

ITEM	DESCRIPCION	Nº de Parte	QTY	Precio Unit (USD)	Precio Total (USD)
<b>1.0</b>	<b>EQUIPAMIENTO PARA LOS CENTROS DE GESTION A TRAVES DEL SISTEMA DE INTEGRADOR DE COMUNICACIONES</b>				
	Incluye chasis de unidad ACU-1000, fuentes de poder, tarjetas de interfase y despacho, software de despacho, control y gestión, cables de interconexión. Incluye el set de Repuestos y Redundancia.				
	Detalle:				
<b>1.0</b>	<b>ACU-1000 Módulo del Sistema de Interconexión Inteligente</b>	<b>5961-220000</b>			
1.1	ACU-1000 Chassis		7	4.585,71	32099,97
1.3	PSM-1A Módulo de poder con convertores AC/DC		8	1.221,43	9771,44
1.4	CPM-4 Módulo de Control del CPU		8	1.828,57	14628,56
1.5	HSP-2 Módulo del Handset Speaker		8	2.578,57	20628,56
1.6	ACU Control Software	SIN COSTO	8	0	0
<b>2.0</b>	<b>NXU-2 Módulo de Interconexión de Red</b>	<b>5961-317000</b>	8	250,57	2004,56
<b>3.0</b>	<b>DSP-2 Módulo Procesador Digital de Señales</b>	<b>5961-818000</b>	43	1.571,43	67571,49
<b>4.0</b>	<b>PSTN-1 Interfaz de telefonía Pública Conmutada</b>	<b>5961-215000</b>	12	1.577,14	18925,68
<b>5.0</b>	<b>Cables de Interconexión a las unidades ACU y NXU para los siguientes sistemas de radio:</b>				
5.1	Sistema Trunking Motorola (Astro, Quantar, Espectra)	<b>5961-291115-15</b>	10	181,43	1814,3
5.2	Sistema Tadiran VRC-8000 VHF militar	<b>5961-291115-15</b>	14	181,43	2540,02
5.3	Sistema Racal PRM-4031 HF militar	<b>5961-291115-15</b>	6	181,43	1088,58
5.4	Sistema Racal TRA-931 HF militar	<b>5961-291115-15</b>	16	181,43	2902,88
5.5	Sistema Harris Falcon II HF militar	<b>5961-291115-15</b>	4	181,43	725,72
5.6	Sistema Motorola VHF convencional	<b>5961-291115-15</b>	4	181,43	725,72
<b>6.0</b>	<b>Software de Control de Red WAIS</b>				
	Software que permite la administración de la interconexión entre los equipos ACU-1000. Incluye licencias para la conexión de los equipos a instalar	SIN COSTO	6	0	0
<b>7.0</b>	<b>Equipamiento Local</b>				
7.1	Computador Personal tipo desktop		5	750	3750
	Intel Inside, para la gestión y manejo local de los equipos ACU-1000 incluye monitor para la visualización gráfica del software WAIS				
7.2	Sistema Rack		6	210	1260
	Rack abierto de pared para la instalación de los equipos 40 Unidades estándar EIA				
7.3	Computador Personal tipo portátil		1	1.250,00	1250
	Intel Inside, para la gestión y manejo local de los equipos ACU-1000 para el administrador principal de la red				
	<b>Subtotal</b>				181687,48
	<b>12 % I.V.A.</b>				21802,4976
	<b>TOTAL</b>				203489,9776

**Tabla 6.3 Cotización de los servicios de Ingeniería e Instalación del Nodo WAIS de la FF.TT.**

ITEM	DESCRIPCION	Nº PARTE	QTY	Precio Unitario (USD)	Precio Extendido (USD)
8.0	Servicios de Ingeniería e Instalación				
8.1	Instalación y configuración de los Equipos Incluye la Instalación, configuración y puesta en marcha de los sistemas de despacho y del sistema de integrador fijo en las ciudades de Quito, Tulcán, Pto. Francisco de Orellana, Cuenca y Guayaquil. Se incluye en este valor costos de Transporte de equipos y movilización de Técnicos		1	5000	5000
<b>Subtotal</b>					5000
<b>12 % I.V.A.</b>					600
<b>TOTAL</b>					5600

**Tabla 6.4 Cotización de los servicios de Capacitación y Soporte.**

ITEM	DESCRIPCION	Nº PARTE	QTY	Precio Unitario (USD)	Precio Extendido (USD)
9.0	Servicios de Capacitación y Soporte				
9.1	Curso de Entrenamiento Local Curso de capacitación en la ciudad de Quito para 23 técnicos de la FF.TT. Incluye la operación y primer grado técnico del sistema ACU-1000 bajo la Modalidad OJB (On the Job Training). El curso será dictado por Ingenieros expertos en los Sistemas de JPS Communications		1	1200	1200
<b>Subtotal</b>					1200
<b>12 % I.V.A.</b>					144
<b>TOTAL</b>					1344

**Tabla 6.5 Resumen de la Oferta Presentada**

ITEM	DESCRIPCION	N° PARTE	QTY	Precio	
				Unitario (USD)	Extendido (USD)
1.0	Equipamiento a ser entregado en las instalaciones de la FF.TT.				181687,48
8.0	Servicios de Ingeniería e Instalación				5000
9.0	Servicios de Capacitación y Soporte				1200
<b>Subtotal</b>					187887,48
<b>12 % I.V.A.</b>					22546,4976
<b>TOTAL</b>					210433,9776

## **6.5 ANÁLISIS DE LOS COSTOS GENERALES DE LA NUEVA PLATAFORMA TECNOLÓGICA DE INTEGRACIÓN E INTEROPERABILIDAD DE LAS COMUNICACIONES DE LA FF.TT.**

Las cotizaciones presentadas anteriormente se establecen basados en tres parámetros; uno es el Equipamiento necesario, dos es el servicio de Ingeniería e Instalación y tres el Servicio de Capacitación Local para los operadores, técnicos y administrador de la Red de Interoperabilidad.

Dentro del primer parámetro de cotización se establece que el equipo a ser entregado en las Instalaciones de la FF.TT. en Quito para la implementación del Nodo WAIS de la FF.TT., tiene un costo de \$ 203.489,9776 USD. Costo que incluye la implementación de las unidades ACU-1000 con los respectivos módulos de acuerdo a los CSAPs y al diseño de cada uno de los LIS del Nodo WAIS. Adicionalmente el costo cubre todos los cables de Interconexión, el software de control y el Equipamiento Local para cada uno de los Centros de Gestión, Control y Despacho a constituirse. Es importante puntualizar que no existe costo por el uso, administración y licencias del software del Controlador WAIS. La adquisición de repuestos y equipo de redundancia incluye el costo dentro de este primer parámetro, ya que la cotización esta hecha de acuerdo al consolidado del material y equipo presentado para la implementación del Nodo WAIS de la FF.TT. presentado en la sección, 5.3.1 de este proyecto de trabajo.

Adicionalmente es importante establecer que el manejo de los repuestos y redundancia estará bajo la responsabilidad del operador del Concentrador de Red que se encuentra en el LIS COCOM. El set de repuestos se los guardará y mantendrá en las bodegas del material radio del CALE (Comando de Apoyo Logístico Electrónico)

Dentro del segundo parámetro, de las cotizaciones presentadas esta lo concerniente a los costos de Servicios de Ingeniería, costo que incluye la instalación, configuración y puesta en marcha del sistema en todos los LIS a nivel Nacional de acuerdo al diseño realizado del Nodo WAIS de la FF.TT., este costo incluye el valor transporte de equipos y movilización de los equipos. El valor cotizado por la prestación de estos servicios es de \$ 5000 USD.

Por último tenemos la cotización por servicios de capacitación y soporte, costo que incluye curso de capacitación en la ciudad de Quito para 23 técnicos de la FF.TT. cuyo valor es de \$ 1200 USD.

De acuerdo a las cotizaciones obtenidas para los tres parámetros establecidos de implementación, puesta en marcha y capacitación del personal de técnicos del Ejército para el Nodo WAIS de la FF.TT., se establece un resumen de la oferta la que arroja un valor de costo total de \$210.433,9776 USD valor que incluye el impuesto al Valor Agregado (IVA). Este valor total nos permitirá establecer indicadores de comparación frente a otras posibles soluciones que se presenten para lograr mejor cobertura, flexibilidad, seguridad y oportunidad, es decir nos permitirá realiza un análisis Costo-Beneficio frente a otras soluciones programadas por la DICOMSI.

### **6.5.1 Análisis Costo-Beneficio.**

Debido a las operaciones que ejecuta la Fuerza Terrestre en el Territorio Nacional y además por la necesidad de un control de las operaciones en diferentes sectores del País, se crea la necesidad de lograr comunicaciones más robustas con mayor cobertura, que brinde un mejor desempeño, confiabilidad, flexibilidad, oportunidad y seguridad a los enlaces, parámetros que busca cumplir la DICOMSI como el ente planificador cabeza de las comunicaciones y sistemas de la FF.TT.

Ahora bien esta Organización plantea dos posibles soluciones; la primera es cumplir con los requerimientos de comunicación a través de la renovación del equipo de comunicaciones y la segunda es a través de la renovación de la tecnología para el uso de los equipos de comunicación disponibles en la FF.TT.

Partiendo de estas dos premisas se hará un análisis económico, análisis funcional de estas para concluir cual sería el costo beneficio para la FF. TT. de la implementación o no de la tecnología de Integración e Interoperabilidad del Sistema WAIS.

Para la renovación de equipos es necesario considerar que los mismos deben cumplir con los respectivos estándares militares, adicionalmente la prioridad de renovación sería para los radios portátiles y vehiculares que operen en la banda de HF ya que la organización de las redes de radio para las unidades que deben enfrentar a grupos ilegales y que están cumpliendo misiones de protección de fronteras en el Ecuador, es principalmente en base a equipos HF con estándares MIL como hemos visto en el I capítulo de este proyecto de grado. Entre otras razones es por que estas unidades cubren un frente de 345 Km. de frontera con Colombia y 250 Km. con el Perú, ocupando un área aproximada de 39.600 Km.<sup>2</sup>. y por la necesidad de movilidad continua por los patrullajes realizados.

#### **6.5.1.1 Factibilidad Económica.**

Para determinar cual es la inversión más óptima a realizarse en tecnologías de comunicación planteadas en el presente proyecto, se debe basar en mecanismos destinados a generar índices, que bien interpretados dan una noción de éxito o fracaso de un proyecto antes de ser implementado. En este caso se utilizará el retorno de la inversión (ROI), que permite conocer el beneficio que se obtiene por cada unidad monetaria invertida en tecnología durante un periodo de tiempo. Su fórmula es:

$$ROI = \frac{\text{Beneficios}}{\text{Costos}} * 100$$



En primera instancia se va a hacer un análisis costo beneficio de la adquisición de nuevos sistemas de radio frente a la implementación del Sistema de interoperabilidad.

### 6.5.1.2 Cálculo Costo Beneficio de la Adquisición de radios HF.

Para realizar este cálculo es necesario considerar los costos generales del proyecto a ejecutarse frente a los valores que se puede obtener de la ejecución de este proyecto. Es así que para la obtención del primer dato es necesaria la evaluación de costos. La DCOMSI plantea un presupuesto referencial para la adquisición de las radios HF para las unidades militares tabla 6.6<sup>34</sup>

**Tabla 6.6 Presupuesto referencial de la compra de equipos de radiocomunicación portátiles en HF.**

DESCRIPCION	CANT.	\$/UNIT.	TOTAL (USD)
Equipos de radiocomunicación portátiles HF, incluye sintonizador de antena, antenas, baterías y opción de salto de frecuencia	50	10000	500000,00
Equipos de radiocomunicación vehicular HF, incluye sintonizador de antena, antena, opción de salto de frecuencia	5	10000	50000,00
Equipos de radiocomunicación fija HF, incluye sintonizador de antena, antena, opción de salto de frecuencia	1	8570	8570,00
Equipos de radiocomunicación para integración aire-tierra	3	3000	9000,00
Cargadores de DC con conector de encendedor de vehiculo	10	350	3500,00
Cargadores solares para equipos portátiles	10	1280	12800,00
Equipos de posicionamiento global y transmisión de datos	10	7500	75000,00
Lote de repuestos constituido por tarjetas o componentes elementales, sujetos a mayor riesgo de daño:	1		26130,00
			<b>685000,00</b>

Para obtener el factor de beneficios se puede destacar los siguientes parámetros:

- Movilidad.
- Simplicidad y rapidez en la instalación.
- Flexibilidad en la instalación.

<sup>34</sup> Tomada del Proyecto de Adquisición de Radios HF con STD-MIL, DCOMSI, abril 2006

- Costo de propiedad reducido

Establecemos estos factores ya que el equipo HF portátil nos brinda precisamente estas bondades de movilidad al ser transportable en mochilas, simplicidad y rapidez en la instalación, ya que se lo puede instalar sin mayores requerimientos tecnológicos.

Flexibilidad en la instalación ya que puede operar en cualquier sitio geográfico sea cual fuere el tipo de terreno adicionalmente se brinda flexibilidad para la configuración del equipo a una nueva red de radio a través del cambio de frecuencia y finalmente costo de propiedad reducido, ya que una vez adquirido las características se mantienen en el tiempo sin necesidad de actualizaciones.

Sin embargo lo concerniente se mantiene la dependencia con la empresa proveedora por la adquisición de repuestos, el rubro presentado es de acuerdo al presupuesto referencial presentado por la DICOMSI.

**Tabla 6.7 Cálculo Beneficio Radios HF STD-MIL**

Beneficio	Valor Beneficio
<b>Movilidad.</b>	<b>\$150000</b>
<b>Simplicidad y rapidez en la instalación.</b>	<b>\$100000</b>
<b>Flexibilidad en la instalación.</b>	<b>\$100000</b>
<b>Costo de propiedad reducido</b>	<b>\$26130</b>
<b>Total</b>	<b>\$ 376130</b>

En base a los datos obtenidos de costos generales del proyecto de adquisición de radios HF frente a los beneficios que nos generaría este proyecto tenemos el siguiente cálculo:

$$ROI_{HF} = \frac{376130}{685000} * 100 = 55\%$$

Los valores que se muestran en la tabla 6,7 se toman considerando costos como:

Movilidad, valor que representa el ahorro por la movilización de cada equipo en el sector a operar en una jornada de patrullaje, en ambiente selvático aproximadamente 30 Km. movilización de transporte aéreo, terrestre y fluvial.

En simplicidad y rapidez de la instalación se determina los costos en que se incurre debido al tiempo y complejidad de instalación de cada uno de los equipos HF.

En flexibilidad de la instalación se considera valores que pueden implicar los cambios en la configuración de la red de radio, los mismos que resultan más sencillos hacerlos ya que la asignación de frecuencias es dinámico además la flexibilidad nos permite instalar y operar el equipo desde cualquier punto sin que esto incurra en gastos extras .

En cuanto a los Costos de propiedad se toman en cuenta posibles costos que pueden incluir la adquisición de repuestos y mantenimiento.

### **6.5.1.3 Cálculo Costo Beneficio de la Implementación del Sistema de Interoperabilidad.**

En los capítulos II y III de este proyecto de grado se ha definido las características y bondades de la Implementación de este Sistema, el funcionamiento del mismo permite:

- Interoperabilidad de medios

- Convergencia de Tecnologías
- Cobertura.

El beneficio económico que se obtendría de la aplicación de esta tecnología es de \$ 685.000 USD, valor por el cual se podría obtener una estandarización de funcionamiento .Adicionalmente por ser obtener el dato económico de una propuesta de radios HF su cobertura de igual forma será a nivel nacional.

Sin embargo es necesario considerar que la propuesta económica de estos radios HF es alta por las estándares militares que deben cumplir. Por lo que su costo por unidad es aproximadamente de \$13500 USD.

Sin embargo para establecer un porcentaje con mayores probabilidades de apegarse a un resultado real se considerará la cuarta parte del costo real de estos equipos y esto debido a que equipos comerciales de radio en HF que brindan las mismas capacidades de cobertura y operación (excepto de seguridad y encriptación), generan un coste aproximado de \$ 3425 USD, valor que por el número total de equipos a adquirir nos genera un total de \$ 171250 USD.

**Tabla 6.7 Cálculo Beneficio del Sistema de Interoperabilidad**

Beneficio	Valor Beneficio
<b>Interoperabilidad</b>	57 084
<b>Convergencia.</b>	
<b>Cobertura.</b>	57 084
	57 084
<b>Total</b>	<b>\$ 171250</b>

En base a los datos obtenidos de costos generales del proyecto de Implementación del Sistema de Interoperabilidad, frente a los beneficios que nos

generaría este proyecto tenemos el siguiente cálculo considerando que el costo total de la implementación de este sistema es de \$171250 USD:

$$ROI_{WAIS} = \frac{171250}{210433,98} * 100 = 81,37\%$$

Hemos establecido estos factores porque justamente la plataforma de interoperabilidad permite la comunicación de medios que operan bajo diferentes rangos de frecuencia, bajo diferentes bandas, desarrollados bajo diferentes fabricantes. Nos permite la convergencia de tecnologías, a través de la integración de comunicaciones de sistemas alámbricos, inalámbricos, satelitales o de cualquier otro tipo. Nos genera flexibilidad porque se lo puede instalar en cualquier punto en donde exista un punto de red dentro de la Red de datos de la FF.TT.

Y por último cobertura porque al integrar sistemas también se incrementa la cobertura de estos sistemas por lo que su radio de acción y de posibilidades de comunicación se amplía en forma exponencial.

El ahorro neto que se obtendría al implementar el Sistema WAIS frente a la adquisición de radios HF con STM es de 474.567 USD. Adicionalmente el beneficio obtenido es del 81,37 % del Sistema de Interoperabilidad frente a un 55 % obtenido de la Compra de equipos de Radio comunicación en HF con STM. El ahorro Este resultado arrojado va acorde a la planificación realizada, ya que la implementación del sistema WAIS de la FF.TT. es mucho más barata que la compra de estos equipos de radiocomunicación. Los beneficios no solo son en términos económicos si no las bondades que proporciona el sistema de interoperabilidad no tiene margen de comparación.

La Implementación del Sistema WAIS ahorraría costos de adquisición de estos equipos de comunicación con STM y con ello se evitaría la estandarización de compra y uso de estas radios en la FF.TT. equipos que por sus características son muy costosos dentro del mercado mundial.

Además las características de movilidad, flexibilidad, simplicidad y rapidez en la instalación, y costo de propiedad reducido, no se perdería porque las redes en HF con sus equipos de radio comunicación portátiles con estándares militares que se encuentran actualmente funcionando y operando lo seguirán haciendo sin ningún inconveniente, dejando la posibilidad abierta de mejorar el equipo no necesariamente como un todo si no como un programa de adquisición con sus respectivos cronogramas de compras, de acuerdo a la disponibilidad de fondos.

#### **6.5.1.4 Factibilidad Técnica.**

La factibilidad técnica de la implementación de este Sistema de Interoperabilidad e Integración de los Sistemas de Comunicaciones en la FF.TT. se lo ha venido tratando en diferentes capítulos de este proyecto de grado.

Sin embargo es necesario recalcar que el Sistema WAIS es un aplicativo de la Red de Datos que dispone la FF.TT. y que en la actualidad esta operando y funcionando. Por ello la implementación de este Sistema se limitaría a la Conexión de los módulos dentro del ACU-1000 a la configuración de los mismos, a establecer las conexiones de audio de los terminales de radio que representan los CSAPs, la configuración del Controlador del Sistema WAIS, a realizar las pruebas de conectividad de la Red IP , a la asignación de las IPs de los diferentes equipos y por último las pruebas y resultados.

Por ello y debido a que se dispone de un back-bone de red datos con conectividad a nivel de usuario, a que se dispone de una planta externa y que se dispone de la infraestructura necesaria, la implementación del Sistema de Integración e Interoperabilidad de los Sistemas de Comunicaciones de la FF. TT. es factible de implementar.

#### **6.5.2 Ventajas de la migración a la nueva plataforma tecnológica.**

Las ventajas que generaría la migración a la nueva plataforma tecnológica serían:

- Hace posible la interconexión de redes de radiocomunicación a bajo costo.
- Utiliza la infraestructura de red existente eliminando la necesidad de líneas dedicadas y enlaces de microondas.
- Facilita el control centralizado de las comunicaciones.
- Elimina la necesidad de tonos para realizar interconexiones de audio y cambio de canal. Puede combinar voz y datos por la misma red de Ethernet.
- Interoperabilidad de medios que operan bajo diferentes rangos de frecuencia, bajo diferentes bandas, desarrollados bajo diferentes fabricantes y plataformas tecnológicas. La comunicación entre medios de las mismas características en diferentes bandas y diferentes modos de operación. Por ejemplo la comunicación fluida entre una radio VHF Tadiran con una radio HF Harris.
- Convergencia de tecnologías, a través de la integración de comunicaciones de sistemas alámbricos, inalámbricos, satelitales o de cualquier otro tipo que posea TX y RX de señales de audio visibles.
- Cobertura porque al integrar sistemas se incrementa la cobertura de estos sistemas por lo que su radio de acción y de posibilidades de comunicación se amplía en forma exponencial.
- Flexibilidad porque se puede implementar, instalar, administrar, mantener y controlar tanto los Sistemas de Interoperabilidad Locales (LIS), como para el Nodo WAIS de la FF.TT. dentro de cualquier sitio en donde exista un punto de red dentro de la Red de datos de la FF.TT.
- Economía porque la implementación de este sistema nos generaría un ahorro económico frente a la adquisición de equipos de comunicaciones con estándares militares de cualquier índole.
- Estandarización tecnológica porque este sistema de interoperabilidad y convergencia, es tecnología en desarrollo y sus aplicaciones están explotándose con cierta exclusividad para uso de la defensa. La tecnología en comunicaciones justamente va a la interoperabilidad y convergencia.

### **6.5.3 Desventajas de la migración a la nueva plataforma tecnológica.**

Dentro de las principales desventajas de la migración a la nueva plataforma tecnológica tenemos las siguientes:

- 
- Dependencia del funcionamiento de las redes de datos, debido a que si el backbone principal de la red PDH o el anillo SHD de la frontera Norte colapsara, todo el sistema, colapsaría, por ello es necesario planificar a fin de que se establezca prioridades dentro del Sistema de la Red de Datos de la FF.TT. para establecer vías secundarias de conectividad a través de los enlaces del Sistema Troncalizado por ejemplo.
  - Se debe establecer políticas de manejo de software, licencias y permisos, ya que principalmente la mala administración de claves, passwords y logins, podría generar en una desconfiguración total del sistema de control y la consecuente caída del sistema.
  - El uso de Concentradores de red (*Network Hubs*) tiene una desventaja hay ciertos retardos asociados al salto de red o “*network hop*” entre la entrada de audio de una NXU y la salida de audio de la unidad NXU interconectada al otro lado de la red.



## CAPITULO VII

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 7.1 CONCLUSIONES:

- El sistema MODE digital, por su capacidad permite el transporte y transferencia de datos necesarios para ejecutar la aplicación de Interoperabilidad a través del equipo de Integración Modular ACU-1000.
- Existe dependencia de la aplicación del Sistema de Interoperabilidad con el funcionamiento de las redes de datos. Debido a que si el back-bone principal de la red PDH o la red IP de la frontera Norte colapsara, todo el sistema colapsaría.
- La aplicación de la tecnología de integración e interoperabilidad en las comunicaciones del Ejército Ecuatoriano, es de vital importancia ya que permitirá seguir utilizando los equipos y sistemas de comunicaciones que actualmente se dispone y utilizar los equipos y sistemas de comunicaciones que a futuro se implementen y/o se adquieran.
- El nodo WAIS de la FF.TT. requerirá una conexión capaz de soportar 576 Kbps para garantizar actualizaciones rápidas al operador y una buena calidad de voz. En la práctica el consumo de ancho de banda generalmente será mucho menor que esto.
- La creación de futuros Nodos de Interoperabilidad para la FF.TT. dependerá exclusivamente de la implementación de nueva infraestructura de transporte que permita soportar alta capacidad de tráfico de comunicaciones de voz y de datos.

- 
- El futuro de las comunicaciones militares en el Ecuador, va dirigido a la interacción tanto de la transmisión de datos como la de voz, a la interoperabilidad de los medios y Sistemas de Comunicaciones y a la convergencia de plataformas tecnológicas.
  - Todas las conexiones tanto de equipos de radio como de sistemas telefónicos fijos, móviles y satelitales deben estar configuradas y orientadas al control de las mismas a través de software del controlador WAIS. No se puede obviar esto, porque la asistencia remota a través de la red de datos es una de las principales bondades del Sistema.
  - Para la administración, gestión, control y despacho de los Centros de Gestión de los LIS se requiere de un recurso humano calificado y preparado para el efecto.
  - Los operadores de los centros de gestión estarán en capacidad de realizar cualquier tipo de conexión tanto local como remotamente, de acuerdo a las necesidades de comunicación que se presenten sea en el campo administrativo o propiamente operativo.
  - Para permitir una organización más simple y efectiva de los equipos a instalar y su consecuente direccionamiento IP, es necesario implementar los módulos CPM-4 y DSP-2, que evitan asignar más direcciones por el acoplamiento de otros módulos (ETS-1, NXU).
  - La Cobertura del Nodo WAIS de la FF.TT. estará dada por la cobertura que dispongan cada uno de los equipos y sistemas de comunicaciones integrados al ACU-1000 de los LIS.
  - Para Implementar los Centro de Gestión, Despacho y Control es necesario cumplir con las especificaciones técnicas; en cuanto al espacio, al hardware a

---

emplear, al software para la administración y control, al requerimiento de inmobiliario, alimentación de energía y tierras.

- Los datos obtenidos del Consolidado del Equipo del Nodo WAIS de la FF.TT. están de acuerdo al diseño presentado para la Implementación del Sistema de Interoperabilidad, que incluye además un equipo de integración e interoperabilidad transportable y un Set de Repuestos y Redundancia.
- Del análisis costo beneficio se establece un ROI del 81,37% , en base al costo total de la implementación del sistema frente a los parámetros de interoperabilidad, convergencia y cobertura. Se concluye que el proyecto presenta una factibilidad tanto económica como técnica de ser ejecutado.
- La mala administración de claves, *passwords* y *logins*, podría generar una desconfiguración total del sistema de control y la consecuente caída del sistema.
- El uso de Concentradores de red (*Network Hubs*) tiene una desventaja hay ciertos retardos asociados al salto de red o “*network hop*” entre la entrada de audio de una NXU y la salida de audio de la unidad NXU interconectada al otro lado de la red.

## 7.2 RECOMENDACIONES:

- Establecer un plan permanente de monitoreo y control de la Red de Datos de la FF.TT. para evitar posibles pérdidas de enlace y con ello consecuentemente la caída del Sistema de Interoperabilidad.
- Se recomienda a la DICOMSI como ente planificador de los proyectos de comunicaciones en la FF.TT. establecer una línea de utilización de la tecnología de Interoperabilidad, que permita continuidad tecnológica, explotación de los sistemas de comunicaciones y aprovechamiento de las bondades que brinda este Sistema.

- 
- La FF.TT. debe optar por una opción de transporte de información, que garantice el funcionamiento del Nodo(s) WAIS. Se debe planificar a fin se alcance mayores y mejores capacidades para la transmisión de voz y datos a través de una nueva red IP.
  - Establecer y manejar políticas claras para el acceso y el control de los LIS, considerando que una de las bondades del sistema justamente radica en que la administración puede ser remota por lo que esta ventaja debe ser explotada en forma eficiente y correcta.
  - Planificar y coordinar la Capacitación permanente sobre el Sistema de Interoperabilidad como curso técnico a la Escuela de Comunicaciones de la FF.TT. a fin que el personal del arma conozca el funcionamiento del Sistema.
  - Crear políticas de administración de conexiones, a fin de estandarizarlas y establecer cuando realizarlas, como realizarlas, con que finalidad, considerando las prioridades propias de las operaciones militares.
  - Los cambios de configuración deben ser solicitados, comunicados y aprobados por el Administrador del Sistema de Interoperabilidad.
  - Mantener las Vías de Conversación de Red y las Vías de conversación Simple de acuerdo al diseño del Nodo WAIS. De necesitar activar otras vías de conversación, el Administrador del Sistema de Interoperabilidad estará en Capacidad de planificarlo y ejecutarlo.
  - Instalar de preferencia unidades modulares CPM-4 y DSP-2, las mismas que brindan mayor eficiencia al sistema, genera facilidad tecnológica y permite ahorrar recursos tecnológicos

- 
- Se recomienda que el Administrador del Sistema planifique el canal Logístico adecuado para la utilización del set de repuestos y redundancia de acuerdo a las necesidades presentadas por los operadores y/o por el equipo técnico.
  - Establecer cronogramas de mantenimiento de los equipos y del Sistema WAIS en su conjunto, cronograma que permitirá poner a punto y mantener en óptimas condiciones el sistema de Interoperabilidad.
  - Es necesario que, se establezca una política de administración de claves, *passwords* y *logins*, que permita garantizar el manejo del software del Controlador WAIS y con ello evitar intrusiones, desconfiguraciones y hasta la posible caída del Sistema de Interoperabilidad.
  - Se recomienda el uso planificado de Concentradores de Red para futuras implementaciones de Nodos de Interoperabilidad, a fin de que no se produzca saturaciones en estos dispositivos, además en necesario que se realicen las pruebas necesarias a fin de que no exista retardos producidos por saltos de red.

## ANEXO “A”

### A.1 Características Técnicas del Equipo Modular ACU-1000

Este software de alto nivel reside en el Módulo Procesador de Control CPM-2 y controla todos los aspectos de la operación interna del ACU-1000 con el mundo exterior. Contiene el protocolo de interfase necesario para control externo por computador de Sistemas ACU-1000 específicos y determina varios aspectos de la interfase de control del operador con un Sistema ACU-1000, incluyendo el tiempo de los pedidos de voz del sistema. El software puede ser personalizado para las aplicaciones únicas de un Sistema ACU-1000.

<b>Tabla 1-1 Especificaciones</b>	
<i>Vea 4 para las especificaciones individuales de los módulos</i>	
<b>En General/Ambiente</b>	
Puerto Serial P-15 tipo RS-232	Conector DB-9 Hembra. Velocidad: 1200,2400,4800 Y 9600 baudios.
Fuente de Energía PSM-1 del Panel Delantero	Interruptor POWER On/Off(encendido/apagado); LEDs: AC On, DC On, +12VDC, -12VDC.
HSP-2 del Panel Delantero	Parlante, Interruptor Speaker On/Off, Toma Audifonos 1/8", Control de Volumen, LED PTT Y LED FAULT.
CPM-2 del Panel Delantero	LED MASTER, LED SLA VE y LED FAULT.
DSP-1 del Panel Delantero	LEDs: Monitor, COR, Signal, PTT y Fault.
RDI-1 del Panel Delantero	LEDs: Monitor, COR, Signal, PTT y Fault.
PSTN-1 del Panel Delantero	Conectores de Línea Telefónica L1 y L2 tipo RJ-11, LEDs: Monitor, Ring, Connect, VOX y Fault.
LP-1 del Panel Delantero	Conectores de Teléfono P1 y P2 tipo RJ-11, LEDs: Monitor, Ring, Off Hook, VOX y Fault.
Panel Trasero	Portafusible DC, Regleta de Terminales de Entrada DC, Módulo Filtrado AC, Conectores DB-15 para interfase de 13 Módulos, Conector Serial Remoto DB-9 y Conector de Expansión DB-37.
Entrada Energía AC	115 o 230 V AC +/- 15%,47-63 Hz, 1 00 VA típico, 130 VA máx.
Entrada Energía DC	+11 a+15 VDC @ 5A, nom. +22 a +30 VDC @ 3A, nom.
Tamaño	5.25" Alto x 19" Ancho x11" Profundo (13.3 x 48.3 x 28 cm).
Temperatura de Operación	-20 a +60 grados C.
Temperatura de Almacenamiento	-40 a +85 grados C.
Humedad	Hasta 95% @ 55 grados C.
Resistencia a Golpes	MIL-STD-810D, Método 516.3, Procedimiento VI.
Resistencia a Vibraciones	MIL-STD-810D, Método 514.3, Categoría 1.

## A.2 Características Técnicas del Módulo HSP-2

### *Manual de Operaciones ACU-1000*

<b>Tabla 4-1 Especificaciones de HSP-2</b>	
Auricular de Teléfono	
Interfase Micrófono/Auricular	Control de nivel automático ALC (Automatic Level Control) con un rango dinámico de 30 dE.
Auricular	Micrófono Electret, receptor dinámico, interruptor PTT.
Interfase de Audífonos	Maneja audífonos de impedancia alta, mediana y baja. Entrega NLT de 10mW en audífonos de 600 ohmios.
Modos de Llamada	DTMF o Pulsos en 10 o 20 pps
Teclado de Llamadas y Programación	Distribución de Teléfono Estándar 3x4.
Entrada/Salida de Línea de Audio	
Impedancia de Entrada	Desbalanceada de 15k $\Omega$ .
Nivel de Entrada	0 dBm nominal ( <i>no regulable</i> ).
Impedancia de Salida	Desbalanceada de 600 $\Omega$ .
Nivel de Salida	0 dBm fijo en 600 $\Omega$ , nominal.
Entradas Digitales (/AUX1, /AUX2, /AUX3)	
Polaridad Estándar	Activa Baja.
Límite (Threshold)	2.5V nominal.
Impedancia de Entrada	47k $\Omega$ a +5V.
Protección	+100V.
Salidas Digitales (/AUX01, /AUX02, /AUX03)	
Polaridad Estándar	Activa Baja.
Tipo	Drenaje Abierto, "weak pullup" 47k $\Omega$ a +5V.
Voltaje Máximo	+60V.
Resistencia encendido	5 $\Omega$ nominales.
Máximo Drenaje de Corriente	50mA.
<i>Pedidos de Voz</i>	Capacidad de hasta 255 pedidos de voz, según sea necesario.
Generales	
Distorsión	Menos de 0.5%.
Nivel inferior de Ruido	-65 dBm.
Respuesta de Frecuencia	100 a 3200 Hz, +2 dE.
Energía del Driver del Parlante	0.5W min@10% Distorsión.
Parlante Interno	Cuadrado de 1.5-pulgadas, 3.2 W .
Controles del Panel Delantero	Volume (volumen), Spkr On/Off(interruptor parlante), 3x4 Keypad (teclado).
Indicadores del Panel Delantero	LEDs PTT y Fault
Conectores del Panel Delantero	Audífonos: toma estéreo de 1/8", Auricular: toma RJ-12C.
Conexiones de Auricular	Conector RJ12C en el panel frontal.
Conexiones de Línea de Audio	Panel Trasero.
Trasero	Conector de borde de tarjeta PC de 60 Pines para el backplane.
Energía de Entrada	Voltaje + 12V, +Bus suministrado por el backplane.
Tamaño	Módulo Eurocard 20HP-Wide: 5"Alto x 3.6"Ancho x 9"Profundidad.
Peso	1.0 lb. (0.5kg).

### A.3 Características Técnicas del Módulo DSP-1

#### *Manual de Operaciones ACU*

<b>Tabla 4-1 Especificaciones de HSP-2</b>	
Auricular de Teléfono	
Interfase Micrófono/Auricular	Control de nivel automático ALC (Automatic Level Control) con un rango dinámico de 30 dE.
Auricular	Micrófono Electret, receptor dinámico, interruptor PTT.
Interfase de Audífonos	Maneja audífonos de impedancia alta, mediana y baja. Entrega NLT de 10mW en audífonos de 600 ohmios.
Modos de Llamada	DTMF o Pulsos en 10 o 20 pps
Teclado de Llamadas y Programación	Distribución de Teléfono Estándar 3x4.
Entrada/Salida de Línea de Audio	
Impedancia de Entrada	Desbalanceada de 15k Q.
Nivel de Entrada	0 dBm nominal ( <i>no regulable</i> ).
Impedancia de Salida	Desbalanceada de 600 Q.
Nivel de Salida	0 dBm fijo en 600 Q, nominal.
Entradas Digitales (/AUXII, /AUXI 2, /AUXI 3)	
Polaridad Estándar	Activa Baja.
Límite (Threshold)	2.5V nominal.
Impedancia de Entrada	47kQ a+5V.
Protección	+100V.
Salidas Digitales (/AUXOI, /AUXO2, /AUXO3)	
Polaridad Estándar	Activa Baja.
Tipo	Drenaje Abierto, "weak pullup" 47kQ a +5V.
Voltaje Máximo	+60V.
Resistencia encendido	5 Q nominales.
Máximo Drenaje de Corriente	50mA.
<i>Pedidos de Voz</i>	Capacidad de hasta 255 pedidos de voz, según sea necesario.
Generales	
Distorsión	Menos de 0.5%.
Nivel inferior de Ruido	-65 dBm.
Respuesta de Frecuencia	100 a 3200 Hz, +2 dE.
Energía del Driver del Parlante	0.5W min@10% Distorsión.
Parlante Interno	Cuadrado de 1.5-pulgadas, 3.2 W .
Controles del Panel Delantero	Volume (volumen), Spkr On/Off(interruptor parlante), 3x4 Keypad (teclado).
Indicadores del Panel Delantero	LEDs PTT y Fault
Conectores del Panel Delantero	Audífonos: toma estéreo de 1/8", Auricular: toma RJ-12C.
Conexiones de Auricular	Conector RJ12C en el panel frontal.
Conexiones de Línea de Audio	Panel Trasero.
Trasero	Conector de borde de tarjeta PC de 60 Pines para el backplane.
Energía de Entrada	Voltaje + 12V, +Bus suministrado por el backplane.
Tamaño	Módulo Eurocard 20HP-Wide: 5"Alto x 3.6"Ancho x 9"Profundidad.
Peso	1.0 lb. (0.5kg).



## A.4 Características Técnicas del Módulo PSTN-1.

### *Manual de Operaciones ACU-1000*

<i>Tabla 4-4 Especificaciones del PSTN-1</i>	
Interfase de Línea Telefónica	
Interfase de Audio de 2-Hilos	
Niveles de Entrada/Salida de Línea Telefónica	-24 a 0 dBm Programable en pasos de 3 dB.
Impedancia de Entrada/Salida a Línea Telefónica	600 $\Omega$ Nominal.
Entrada/Salida Audio de 4-Hilos	
Impedancia de Entrada	Desbalanceada de 10k $\Omega$
Nivel de Entrada	Ajustable -18 a +6 dBm en pasos de 3 dB
Impedancia de Salida	Desbalanceada 600 $\Omega$
Nivel de Salida	Ajustable -18 a +6 dBm en pasos de 3 dB
Interfases de 2-Hilos y 4-Hilos	
Distorsión	Menos de 0.5%.
Límite inferior de Ruido	-65 dBm.
Límites VOX (Thresholds)	Cuatro límites VOX (thresholds) seleccionables de 19, 16, 13 Y 10 dB por debajo del ajuste del nivel de entrada. El valor por defecto es -16 dB (-25 dBm @-9 dBm del ajuste de nivel, por ejemplo)
Tiempo de colgado VOX (Hang Time)	0.5, 1.0, 1.5, or 2.0 Segundos; Programable.
Velocidad de Balance/Adaptación de Híbrido	-30 dB sobre 300 a 3200 Hz BW dentro de 1.25 segundos; medidos con fuente de ruido en blanco en 600 Ohmios.
Balance definitivo del Híbrido	-50 dB típico sobre 300 a 3200 Hz BW; medido con un tono simple en 600 Ohms.
Capacidad de Coincidir con la Impedancia del Híbrido	0 a infinito en ohmios para impedancia compleja.
Entradas Digitales (/AUX1, /AUX2)	
Polaridad de Entrada	Activa Baja.
Límite (Threshold)	2.5V nominal.
Impedancia de Entrada	47k $\Omega$ a +5V.
Protección	+IOOV.
Salidas Digitales (/AUX01, /AUX02)	
Polaridad Estándar	Activa baja.
Tipo	Drenaje Abierto, "weak pullup" 47k $\Omega$ a +5V.
Voltaje Máximo	+60V.
Resistencia	5 $\Omega$ nominales.
Máximo drenaje de corriente	50mA.
General	
Panel Delantero	Monitor, Ring, Connect, VOX, and Fault LEDs.
Trasero	Conector de borde de PC de 60 Pines para PC para backplane.
Energía de Entrada	Voltaje + 12V, +Bus suministrado por backplane.
Tamaño	Módulo Eurocard 4HP-Wide: 5"Alto x 0.8" Ancho x 9"Profundidad.
Peso	1.0 lb. (0.5kg).

## A.5 Características Técnicas del Módulo LP-1.

### *Manual de Operaciones ACU-1000*

<b>Tabla 4-5 Especificaciones del LP-1</b>	
Interfase de Teléfono 2-hilos	
Telephone Set Input/Output Levels	Seleccionable por jumper a -9, -12 0-15 dBm.
Input/Output Impedance to Telephone Set	600 $\Omega$ Nominal.
Corriente del Lazo	Seleccionable por jumper 20 mA o 50 mA.
Voltaje del Lazo	-12V estándar.
Voltaje de Timbre	20 Hz, 80V p-p onda cuadrada
Entrada/Salida Audio de 4-hilos	
Impedancia de Entrada	Desbalanceada 15k $\Omega$ o superior.
Nivel de Entrada	Seleccionable por Jumper -9, -12 0-15 dBm.
Impedancia de Salida	Desbalanceada a 0 $\Omega$
Nivel de Salida	-12 dBm fijo.
Interfases de 2-hilos y 4-hilos	
Distorsión	Menos de 0.5%.
Límite inferior Ruido	-65 dBm.
Límites VOX (Thresholds)	Off, Low, Medium, High; Programable.
Tiempo colgado VOX (Hang Time)	0.5, 1.0, 1.5, 2.0 segundos, Programable.
Velocidad de Balance/Adaptación de Híbrido	-30 dB sobre 300 a 3200 Hz BW dentro de 1.25 segundos; medidos con la fuente de ruido en blanco en 600 Ohms.
Balance definitivo de híbrido	-50 dB típico sobre 300 a 3200 Hz BW; medido desde un tono simple a 600 Ohms.
Entradas Digitales (/AUX1, /AUX2, /PTT)	
Polaridad Estándar	Activa Baja.
Límite (Threshold)	2.5V nominal.
Impedancia de Entrada	47K $\Omega$ a +5V.
Protección	+100V.
Salidas Digitales (/AUX01, /AUX02, /VOX)	
Polaridad Estándar	Activa baja.
Tipo	Drenaje Abierto, "weak pullup" 47k $\Omega$ a +5V.
Voltaje Máximo	+60V.
Resistencia	5 $\Omega$ nominales.
Máximo drenaje de corriente	50mA.
General	
Panel Delantero	LEDs Monitor, Ring, OffHook, VOX, y Fault
Trasero	Conector de borde de tarjeta PC de 60 Pines para backplane.
Energía de Entrada	Voltaje + 12V, +Bus suministrado por el backplane.
Tamaño	Módulo Eurocard 4HP-Wide: 5" Alto x 0.8" Ancho x 9" Profundidad.
Peso	1.0 lb. (0.5kg).

---

## BIBLIOGRAFIA

- Sklar, Bernard, “Digital Communications”, Segunda Edición, Prentice Hall, New Jersey-EE.UU., octubre-2001.
- A. L. Kun, W. T. Miller, W. H. Lenharth, “*Modular System Architecture for Electronic Device Integration in Police Cruisers*”, IEEE Intelligent Vehicle Symposium, Versailles- France, June 18-20,2002.
- Kleinrock, L., Silvester, J.,”*Spatial Reuse in Multihop Packet Radio Networks*”, Proc. of the IEEE, Vol. 75, No. 1, WDC.-EE.UU, Jan. 1987.
- J.B. Reynolds, A.W. Rix, “Quality VoIP—an engineering challenge,” *BT Technology Journal*, April 2001, pp. 24.
- Packet Delay (Retardo de Paquetes), Fifer, W.C., Bruno, F.J.,”*The Low Cost Packet Radio*”, Proc. of the IEEE, NJ-USA, Jan. 18-87, pp. 33-42.
- Proakis, J.C., Manolakis, D.G., “*Tratamiento digital de señales*”, tercera edición, Prentice Hall, 1998.
- Oppenheim, A. V., Schafer, R. W., Buck, J. R., “*Tratamiento de señales en tiempo discreto*”, Prentice Hall, 2000.
- Somarraba, Oscar, “Artículo REDPR”, 3Pg., Dpto. de Sistemas Digitales y Comunicaciones, UNI, Managua-Nicaragua, junio- 2002
- Manual de Operación del Sistema Multiacceso, DITELGE-CC.FF.AA, Quito, 1998.
- Installation and Operation System ALCATEL A9800R2, Paris-Francia, 1998.
- Installation and Operation Manual, ACU-1000, JPS Communications, Raleigh-EE.UU., January 2003.

- 
- WAIS Controller Network Control Software for Wide Area Interoperability Systems, JPS Communications, Raleigh -U.S.A., November 2004
  - Presentación PPT, Sistema MODE del CC.FF.AA., JMFT, domingo, 16 de noviembre de 2003.
  - *Market Served*, <http://www.jps.com/stylesheets/templatestyles.css>, octubre 2006
  - Chavez Urrea, Julio César, [http:// www.monografias.com](http://www.monografias.com), Protocolo TCP/IP, octubre 2006.
  - <http://www.saulo.net/pub/tcpip/index.html#1>, Protocolos TCP/IP, noviembre 2006.
  - <http://es.wikipedia.org> , Protocolos VoIP, diciembre-2006.
  - “El Chasqui” Revista Técnica del Arma de Comunicaciones, Manejo de tráfico de llamadas, BC-1, noviembre -2005.
  - Revista de Telecomunicaciones N° 90, Señalización para QoS en redes IP, Manuel Moreno Martín, UPM, Madrid-España, mayo-2002.

Sangolquí, Marzo de 2007

**ELABORADO POR:**

---

**HENRY OMAR CRUZ CARRILLO**

**AUTORIDADES:**

---

**Ing. Gonzalo F. Olmedo C.**  
**Coordinador de la Carrera de Ingeniería en Electrónica y**  
**Telecomunicaciones**

---

**Ab. Jorge Carvajal**  
**Secretario Académico de la Facultad de Ingeniería Electrónica**