

# TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

## ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA TRANSPORTAR SEÑALES DE SUPERVISIÓN EN ENLACES DE MICROONDAS DE LA RED DE MOVILNET

Presentado ante la Ilustre  
Universidad Central de Venezuela  
por la Br. García R., Yaneth C.  
para optar al título de  
Ingeniero Electricista

Caracas, 2006

# TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

## ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA TRANSPORTAR SEÑALES DE SUPERVISIÓN EN ENLACES DE MICROONDAS DE LA RED DE MOVILNET

Profesor Guía: Ing. Rafael Arruebarrena.

Tutor Industrial: Ing. Pedro Lotta.

Presentado ante la Ilustre  
Universidad Central de Venezuela  
por la Br. García R., Yaneth C.  
para optar al título de  
Ingeniero Electricista

Caracas, 2006



---

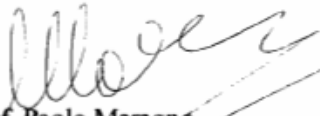
**CONSTANCIA DE APROBACIÓN**

Caracas, 20 de junio de 2006

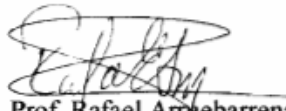
Los abajo firmantes, miembros del Jurado designado por el Consejo de Escuela de Ingeniería Eléctrica, para evaluar el Trabajo Especial de Grado presentado por la Bachiller García R. Yaneth C., titulado:

**“ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA TRANSPORTAR SEÑALES DE SUPERVISIÓN EN ENLACES DE MICROONDAS DE LA RED. DE MOVILNET.”**

Consideran que el mismo cumple con los requisitos exigidos por el plan de estudios conducente al Título de Ingeniero Electricista en la mención de Comunicaciones, y sin que ello signifique que se hacen solidarios con las ideas expuestas por el autor, lo declaran APROBADO.

  
Prof. Paolo Maragno  
Jurado

  
Prof. Franklin Martínez  
Jurado

  
Prof. Rafael Arrebarrena  
Prof. Guía

## DEDICATORIA

A mi familia por su amor y apoyo en todas las etapas de mi vida.

## RECONOCIMIENTOS Y AGRADECIMIENTOS

En primer lugar a DIOS y al Señor Jesucristo.

A toda mi familia.

A mi novio José Antonio por enseñarme a luchar siempre por lo que queremos demostrándome que somos un equipo.

A mis amigos y compañeros de clase, en especial a José Carrasquel, Jhonny Paz, Ching Moy, Alonso Guillén, Enrique Sevilla, Raúl Reyes, Leonardo Bermúdez, Otoniel Palacios, Reinaldo Rodríguez, Juan Cedeño, Alejandro DeAbreu, por hacerme pasar los mejores momentos en mi vida universitaria.

A la Universidad Central de Venezuela, a la Escuela de Ingeniería Eléctrica, es especial al los profesores Rafael Arruebarrena y Francisco Varela, por su paciencia y tiempo.

A Telecomunicaciones Movilnet que me brindó la oportunidad y el apoyo para realizar este trabajo, en especial a mi tutor Ing. Pedro Lotta, y a los técnicos Ramón Sánchez, Yoeni García, Gilberto Rivas, César Otero, Jesús Castro y Jhonny Caraballo por su dedicación y apoyo.

**García R., Yaneth C.**

**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA TRANSPORTAR SEÑALES  
DE SUPERVISIÓN EN ENLACES DE MICROONDAS DE LA RED  
DE MOVILNET**

**Prof. Guía: Ing. Rafael Arruebarrena. Tutor Industrial: Ing. Pedro Lotta. Tesis. Caracas. U.C.V. Facultad de Ingeniería. Escuela de Ingeniería Eléctrica. Ingeniero Electricista. Opción: Comunicaciones. Institución: MOVILNET. 2006. 101h. +anexos.**

**Palabras claves:** Enlaces de Microondas, Gestión de Redes, Estudio de factibilidad.

**Resumen.** La necesidad de implementar el sistema de supervisión de los enlaces de microondas en Movilnet requiere el estudio de cómo transportar la señal de supervisión para cada caso particular dentro de la red. Como soluciones se plantean el transporte de la señal de supervisión por medio de direccionamiento IP, la cual es aplicable en sitios de alta densidad de tráfico; a través de enlaces de baja velocidad arrendados a CANTV, aplicable en lugares aislados; y por medio de la utilización de una plataforma ya existente usando equipos compatibles, sitios que se caracterizan por no tener la posibilidad de aplicar ninguna de las soluciones anteriores. Dichas soluciones deben implementarse en este orden atendiendo al costo y el tiempo de implementación. Al tener un medio de transporte de la señal de supervisión para cada enlace de microondas dentro de la red de transporte se tendrá implementado el sistema de supervisión que contribuirá a mejorar la confiabilidad de la red.

## ÍNDICE GENERAL

	Pág.
CONSTANCIA DE APROBACIÓN.....	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTOS.....	iv
RESUMEN .....	v
ÍNDICE DE FIGURAS .....	x
ÍNDICE DE TABLAS .....	xi
ACRÓNIMOS.....	xv
INTRODUCCIÓN .....	1
<b>CAPÍTULO I</b>	
<b>OBJETIVO DE LA TESIS</b>	
1.1 Planteamiento del problema.....	3
1.2 Objetivo general de la tesis.....	4
1.3 Objetivos específicos .....	4
1.4 Metodología .....	5
<b>CAPÍTULO II</b>	
<b>FUNDAMENTOS BÁSICOS DE SISTEMAS PDH Y SDH</b>	
2.1 Jerarquía Digital Plesiócrona (PDH) .....	7
2.1.1 La trama básica E1 de 2 Mbps.....	9
2.1.2 Jerarquías de orden superior E2, E3 y E4.....	11
2.2 Jerarquía Digital Sincrónica (SDH).....	13
2.2.1 Características principales de SDH.....	15
2.2.2 Elementos de la señal STM-1 .....	15

2.2.3	Trama básica STM-1.....	18
2.2.4	Funciones del encabezado de las secciones en la trama SDH .....	19

### CAPÍTULO III

#### ESTRUCTURA GENERAL DE LOS ENLACES DE MICROONDAS EN MOVILNET

3	Equipos de microondas Mini Link Ericsson.....	22
3.1	Mini Link E (Split Terminal).....	23
3.1.2	Access Module Magazine (AMM) .....	24
3.1.3	MMU (MODEM Unit) .....	25
3.1.4	SMU (Switch Multiplexer Unit).....	27
3.1.5	SAU (Service Access Unit) .....	28
3.1.6	RAU (Radio Unit).....	29
3.1.6.1	Radio Unit 1 (RAU1).....	30
3.1.6.2	Radio Unit 2 (RAU2).....	30
3.1.7	Módulo de antena.....	31
3.1.8	Canales de comunicación.....	32
3.1.8.1	External Alarm Channel (EAC).....	32
3.1.8.2	Remote Alarm Channel (RAC).....	33
3.1.8.3	Node Communication Channel (NCC).....	33
3.1.8.4	Hop Communication Channel (HCC).....	34
3.2	Mini Link High Capacity .....	34
3.2.1	Características principales .....	35
3.2.2	Manejo de tráfico de un Mini link High Capacity .....	35
3.2.3	Componentes del sistema.....	36



## CAPÍTULO IV

### LA SEÑAL DE SUPERVISION POR MEDIO DE DIRECCIONAMIENTO IP

4.1	Mini Link E con SAU IP .....	41
4.1.1	Interconexión de las AMM .....	47
4.1.2	Subredes en paralelo .....	50
4.1.3	Interconexión de equipos Mini Link usando SAU IP .....	51
4.2	Mini Link E conectados a un router .....	53
4.2.1	Interconexión de las AMM .....	56
4.3	Mini Link High Capacity con la TRU (Traffic Unit) .....	58
4.3.1	Asignación de direcciones IP a los puertos físicos .....	60
4.3.2	Conexiones del Mini Link High Capacity al sistema de gestión .....	62
4.3.3	La comunicación entre terminales Mini Link High Capacity .....	64
4.3.4	La comunicación entre terminales Mini Link E y Mini Link High Capacity .....	66
4.4	Equipos Mini Link con ETU (Ethernet Unit) .....	68

## CAPÍTULO V

### LA SEÑAL DE SUPERVISIÓN A TRAVÉS DE UN ENLACE DE BAJA VELOCIDAD .....

74

## CAPÍTULO VI

### LA SEÑAL DE SUPERVISIÓN POR MEDIO DE UN CANAL DE LA TRAMA E1

6.1	Nodo Martis DXX .....	83
6.1.1	Martis DXX en Telecomunicaciones Movilnet .....	83
6.2	QMH Unidad de interfaz con estructura de trama G.704 .....	85
6.3	VCM Unidad de interfaz de datos .....	89

6.4	Equipo Mini Node Tellabs 8120.....	91
6.5	Descripción de la solución para la transmisión de la señal de supervisión .....	94
CONCLUSIONES .....		99
RECOMENDACIONES .....		101
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		102
BIBLIOGRAFÍA.....		105
[ANEXO 1. Software de simulación de gestión] .....		106
[ANEXO 2. Data sheet Tellabs 8120 Mini Node].....		119
[ANEXO 3. Data sheet Serie 2800 de Cisco] .....		121

## LISTA DE FIGURAS

<b>FIGURAS</b>	<b>Pág.</b>
Figura N° 1	Sistemas PDH Internacional..... 8
Figura N° 2	Composición de la trama E1..... 11
Figura N° 3	Agregados de orden superior de la Jerarquía Digital Plesiócrona ..... 12
Figura N° 4	Entramado de las señales plesiócronas en un módulo STM-n..... 14
Figura N° 5	Estructura de la trama STM-1 ..... 18
Figura N° 6	Entramado de 2 Mbps..... 19
Figura N° 7	Estructura bidimensional de la trama SDH ..... 19
Figura N° 8	Partes principales del Mini Link E Split..... 24
Figura N° 9	Diferentes versiones de la MMU y sus puertos..... 26
Figura N° 10	Diagrama de bloques de la MMU 2x2, MMU 2x8 y MMU 17x2 ..... 27
Figura N° 11	Versiones de la SAU y sus puertos..... 29
Figura N° 12	Unidades de radio (RAU1 y RAU2) ..... 29
Figura N° 13	Módulos de Antena..... 31
Figura N° 14	Conexión de dos AMM a través del EAC ..... 32
Figura N° 15	Conexión de dos AMM a través del RAC..... 33
Figura N° 16	Conexión de dos AMM a través del NCC..... 33
Figura N° 17	Conexión de dos AMM a través del HCC..... 34
Figura N° 18	Componentes del sistema Mini Link High Capacity..... 35
Figura N° 19	Manejo de tráfico de la MMU de un Mini Link High Capacity ..... 37

Figura N° 20	Manejo de tráfico de la TRU de un Mini Link High Capacity .....	38
Figura N° 21	Unidad plug-in SAU IP .....	43
Figura N° 22	Panel frontal y conectores de la SAU IP .....	43
Figura N° 23	Router interno de la SAU IP.....	44
Figura N° 24	Conexión de un Mini Link con el sistema de gestión a través de la SAU IP.....	46
Figura N° 25	Interconexión de terminales Mini Link E para transportar la señal de gestión a través de la SAU IP .....	49
Figura N° 26	Interconexión de tres AMM Mini Link E para transportar la señal de gestión a través de la SAU IP .....	50
Figura N° 27	Ejemplo de subredes en paralelo .....	51
Figura N° 28	División de dos subredes usando SAU IP .....	52
Figura N° 29	Cisco Serie 2800.....	53
Figura N° 30	Uso del router 2811 de Cisco en las MTX .....	55
Figura N° 31	Subredes Mini Link conectadas al servidor de gestión Mini Link a través del router .....	56
Figura N° 32	Señal de supervisión en un punto de concentración hacia la MTX.....	57
Figura N° 33	Interconexión de varios terminales Mini Link E para ser gestionados a través del Router 2811 de Cisco.....	58
Figura N° 34	Parte frontal de un AMM equipado con una MMU y una TRU .....	59
Figura N° 35	Router interno de la TRU .....	61
Figura N° 36	Maneras de conectar el Mini Link High Capacity al sistema de gestión.....	62
Figura N° 37	Bytes de la RSOH en la trama SDH.....	63
Figura N° 38	Ejemplo de enrutamiento de tráfico IP en una subred Mini Link High Capacity.....	65
Figura N° 39	Mini Link High Capacity en configuración 1+1 .....	66

Figura N° 40	Configuración de un Mini Link E y un Mini Link High Capacity .....	67
Figura N° 41	Conexión con el servidor de gestión del Mini Link E y el Mini Link High Capacity.....	68
Figura N° 42	Unidad de Interfaz Ethernet (ETU) .....	69
Figura N° 43	Aplicación de la ETU .....	70
Figura N° 44	Interfaces de la ETU .....	70
Figura N° 45	Conexión de la ETU con una MMU.....	72
Figura N° 46	Interconexión de equipos Mini Link con el servidor de gestión a través de la ETU .....	73
Figura N° 47	Equipo 2701 MainStreet DTU.....	76
Figura N° 48	Interconexión de equipos Mini Link E en sitios CANTV .....	77
Figura N° 49	Puertos disponibles en el equipo 2701 MainStreet.....	77
Figura N° 50	Conexiones en los sitios CANTV .....	78
Figura N° 51	Conexiones de enlaces de baja velocidad en una MTX .....	79
Figura N° 52	Radioenlace aislado de la red de microondas de Movilnet .....	80
Figura N° 53	Enlace de baja velocidad en sitios de concentración CANTV .....	80
Figura N° 54	Unidad QMH equipada con G.703-75-Q .....	86
Figura N° 55	Estructura funcional de la unidad QMH.....	87
Figura N° 56	Unidad VCM-5T-A equipada con módulos de IF .....	90
Figura N° 57	Estructura funcional de la unidad VCM.....	91
Figura N° 58	Equipo Mini Node Tellabs 8120 .....	91
Figura N° 59	Parte frontal del Mini Node Tellabs 8120 .....	92
Figura N° 60	Parte posterior del Mini Node Tellabs 8120.....	93
Figura N° 61	Arquitectura de un Mini Node Tellabs 8120.....	93
Figura N° 62	Conexión del equipo Mini Node Tellabs 8120 con la tarjeta SAU .....	95
Figura N° 63	Conexión de la interfaz G.703 del Mini Node Tellabs 8120.....	96

Figura N° 64	Conexiones de los E1 provenientes de los sitios CANTV con la tarjeta QMH en un nodo Tellabs.....	97
Figura N° 65	Transmisión de los canales de supervisión hacia el servidor de gestión Mini Link .....	98
Figura N° 66	Panel frontal del servidor de gestión .....	109
Figura N° 67	Panel frontal del repetidor .....	109
Figura N° 68	Panel frontal del radioenlace .....	110
Figura N° 69	Establecimiento de la conexión entre el servidor y y los terminales.....	111
Figura N° 70	Indicación de alarma en el servidor de gestión .....	113
Figura N° 71	Reporte de falla generado en Microsoft Word .....	114
Figura N° 72	Indicación de ambas señales de alarma en el servidor de gestión.....	115
Figura N° 73	Reporte de las fallas generado en Microsoft Word .....	116
Figura N° 74	Código de programación .....	118

## LISTA DE TABLAS

<b>TABLAS</b>	<b>Pág.</b>
Tabla N° 1	Relación sufijo “n” con las velocidades de transmisión PDH... 15
Tabla N° 2	Funciones del encabezado de las secciones en la trama SDH... 20
Tabla N° 3	Frecuencias disponibles para la unidad de radio RAU1 ..... 30
Tabla N° 4	Ganancias de la antena (dBi) según el diámetro y la frecuencia de operación ..... 32
Tabla N° 5	Descripción de las interfaces de la SAU IP ..... 44
Tabla N° 6	Funciones de las SAU comparadas con la SAU IP ..... 45
Tabla N° 7	Puertos del Mini Link High Capacity ..... 61
Tabla N° 8	Correspondencia entre los bytes RSOH y los canales de comunicación ..... 64
Tabla N° 9	Interfaces de la ETU ..... 71
Tabla N° 10	Conexiones entre la ETU y una MMU ..... 71

## ACRÓNIMOS

10/100 BASE-T	Tráfico Ethernet a 10 Mbps o 100 Mbps.
AMM	Access Module Magazine.
ASK	Amplitude Shift Keying.
ATCP	Automatic Transmit Power Control.
AU	Unidad Administrativa.
BER	Bit Error Rate, Tasa de Bit Errado.
Bit	Unidad elemental de información.
C	Contenedor.
CANTV	Compañía Anónima Teléfonos de Venezuela.
COR	Centro de Operación de la Red de Movilnet.
dB	deciBell, 1/10 Bell relación de potencia.
dBm	Nivel de potencia referenciado a 1 mW.
DCC	Data Communication Channel.
DCE	Equipo terminal del circuito de datos.
DCN	Data Communication Network.
E1	Primer nivel de la jerarquía europea PDH donde la velocidad es de 2.048 Mbps.
EAC	External Alarm Channel. Canal de alarma externo.
ETSI	European Telecommunications Standards Institute.
ETU	Ethernet Interface Unit.
EOC	Embedded Operation and Maintenance Channel.
EOW	Engineering Order Wire.
FAS	Frame Alignment Signal. Señal de alineamiento de trama.
FEC	Forward Error Correction.
FSW	Frame Synchronization Word.



HCC	Hop Communication Channel.
HDLC	Canal de comunicación interna de la red Tellabs 8100.
ICC	Internal Communication Channel.
ID	Identity.
IF	Frecuencia Intermedia.
I/O	Input/Output.
Kbps	Kbit por segundo.
LAN	Local Area Network. Red de área local.
LCT	Local Craft Terminal.
LED	Light Emitting Diode.
Mbps	Mbit por segundo.
MMU	MODEM Unit.
MS	Mobile station. Estación Móvil.
MSC	Movil Switching Center. Centro de Conmutación de Servicios Móviles.
MTBF	Mean Time Between Failure.
MTX	Central de Conmutación de Movilnet.
NCC	Node Communication Channel.
NFAS	Not Frame Alignment Signal. Palabra de alarma.
O&M	Operation and Maintenance. Operación y mantenimiento.
PCM	Pulse Code Modulation.
PDH	Plesiochronous Digital Hierarchy, Jerarquía Digital Plesiócrona.
POH	Path Overhead. Tara de trayecto.
PTR TU	Puntero de unidad tributario.
QAM	Quadrature Amplitud Modulation, Modulación de Amplitud por Cuadratura.
QMH	Unidad de interfaz con estructura de trama G.704.
RAC	Remote Alarm Channel.
RAU	Radio Unit.
RAU1	Versión 1 de la unidad de radio.

RAU2	Versión 2 de la unidad de radio.
RBS	Radio Base Station. Estación radio base.
RCC	Radio Communication Channel.
RFCOH	Radio Frame Complementary Overhead.
RSOH	Regenerator Section Overhead.
SAU	Service Access Unit.
SAU IP	Service Access Unit IP.
SDH	Synchronous Digital Hierarchy, Jerarquía Digital Sincrónica.
SMU	Switch Multiplexer Unit.
SNMP	Simple Network Management Protocol.
SOH	Section Overhead. Tara de sección.
STM	Synchronous Transfer Module, Módulo de Transferencia Síncrona.
TCP/IP	Transfer Control Protocol / Internet Protocol.
TDM	Time Division Multiplexing. Multiplexación por division en tiempo.
TRU	Traffic Unit
TU	Tributary Unit. Unidad tributaria.
TUG	Grupo de unidades tributarias.
UIT	Unión Internacional de Telecomunicaciones
UIT-R	Unión Internacional de Telecomunicaciones–Radiocomunicaciones
UIT-T	Unión Internacional de Telecomunicaciones–Telecomunicaciones
VC	Virtual Contener, Contenedor Virtual
VCM	Unidad de interfaz de datos.
VoIP	Voz sobre IP.
W	Watt, unidad de potencia.

## INTRODUCCIÓN

Un aspecto muy importante en las actuales redes de telecomunicaciones es el costo de operación y mantenimiento de una red, el cual representa una parte sustancial del costo total de una red de telecomunicaciones. El mantenimiento preventivo proporciona una pronta advertencia cuando los elementos de red se han desviado de su comportamiento normal. Por lo anterior, se requiere implementar un servidor de gestión automatizado, una herramienta de administración y monitoreo eficiente de los sistemas de microondas digitales.

Para poder implementar la red de supervisión de enlaces de microondas de Movilnet se requiere realizar un estudio de factibilidad que permita escoger el medio de transporte óptimo para la señal de supervisión de los enlaces de microondas, el cual representa el objetivo general de este trabajo.

Para cumplir este objetivo, las partes del informe Capítulo II (Conceptos básicos de sistemas PDH y SDH) y Capítulo III (Estructura general de los enlaces de microondas en Movilnet) exponen aspectos básicos importantes para el manejo de la señal de supervisión dentro de la red de enlaces de microondas.

En las partes del informe Capítulo IV (La señal de supervisión por medio de direccionamiento IP); Capítulo V (La señal de supervisión a través de un enlace de baja velocidad) y Capítulo VI (La señal de supervisión por medio de un canal de la trama E1) se exponen las alternativas propuestas y se analizan su viabilidad en algunos casos particulares dentro de la red.

Luego se presentan las principales conclusiones y en cuanto a las recomendaciones, se exponen algunos aspectos que deben considerarse para que la propuesta sea mejorada.

En el anexo N° 1 se explica un simulador de servidor de gestión que fue desarrollado con la finalidad de poner en práctica los procedimientos que se siguen para gestionar las fallas presentes en una red de enlaces de microondas. El desarrollo de esta herramienta computarizada se basa en el lenguaje de programación LabVIEW (*Laboratory Virtual Engineering Workbench*).

# CAPÍTULO I

## OBJETIVOS DE LA TESIS

### 1.1 Planteamiento del problema

El crecimiento acelerado en el mercado de la telecomunicaciones hizo que Movilnet se centrara en satisfacer las necesidades de interconexión de las nuevas estaciones radio bases utilizando medios de transporte Movilnet hasta la red más próxima de CANTV, sin tener una planificación de un sistema automatizado para gestionar la red compuesta por éstos enlaces de microondas y de esta manera controlar las fallas y monitorearlas en tiempo real.

Es por ello que surge la necesidad de implementar un sistema autónomo que pueda monitorear y gestionar los enlaces de microondas que están presentes en la red de Movilnet a los cuales no se puede acceder en forma remota para lograr conocer las causas de falla del enlace, así como también anticiparse a las interrupciones. Esta señal de supervisión que permitirá monitorear y gestionar los enlaces de microondas, debe ser transportada hasta el Centro de Operación de la Red (COR) que será el encargado de monitorear continuamente la red de microondas así como también de gestionar las alarmas de forma remota. Se hizo un estudio preliminar de la red de interconexión de parte de la ciudad de Caracas, por ser ésta subred la más importante en el país debido a su densidad de tráfico, donde se realizaron los primeros estudios de factibilidad de cómo transportar la señal de supervisión que permitirá monitorear y gestionar fallas. Surge la necesidad de continuar el estudio de factibilidad para transportar la señal de supervisión en el resto de la ciudad de Caracas y todo el territorio nacional, lo cual en su mayoría exige una implementación específica para cada caso en particular. De esta manera se analizará las posibles opciones de

transporte para la señal de supervisión tomando en cuenta aspectos técnicos y la disponibilidad de recursos de las centrales de Movilnet.

## 1.2 Objetivo general de la tesis

Realizar un estudio de factibilidad que permita escoger el medio de transporte óptimo para la señal de supervisión de los enlaces de microondas con la finalidad de implementar la red de supervisión de enlaces de microondas de Movilnet.

## 1.3 Objetivos específicos

a) Estudiar la factibilidad de transportar la señal de supervisión por medio de direccionamiento IP de la red corporativa de CANTV, desde la radio base hasta la central de Movilnet.

b) Estudiar la factibilidad de transportar la señal de supervisión a través de enlaces de baja velocidad arrendados a CANTV desde la radio base hasta la central de Movilnet utilizando un canal de 64 Kbps.

c) Estudiar la factibilidad de transportar la señal de supervisión por medio de un canal de la trama E1 desde la radio base hasta la central de Movilnet.

d) Proponer el medio de transporte más adecuado que se adapte a cada caso particular dentro de la red de Microondas de Movilnet, considerando los siguientes aspectos:

➤ Evaluar y determinar las disponibilidades de puntos IP en lugares estratégicos en donde lleguen un número considerable de enlaces de microondas.

➤ Evaluar y determinar la posibilidad de adquirir enlaces de baja velocidad proporcionados por CANTV.

➤ Evaluar y determinar la compatibilidad de los equipos necesarios con los instalados en las centrales.

e) Evaluar la interoperatividad entre los diferentes dispositivos involucrados y soluciones propuestas en la red de supervisión de enlaces de microondas de Movilnet.

#### 1.4 Metodología

La realización de este proyecto contempla las siguientes fases:

Fase 1. Estudio de la estructura y funcionalidad de la red de microondas de Movilnet haciendo uso de los esquemas de interconexión y bases de datos disponibles.

Fase 2. Estudio de los equipos que conforman la red de microondas de Movilnet a través de los manuales provistos por los fabricantes.

Fase 3. Estudio de disponibilidad para Movilnet referente al direccionamiento IP a través de CANTV, mediante la indagación de la existencia de este recurso en dichas centrales.

Fase 4. Estudio de rentabilidad para Movilnet referente a los enlaces de baja velocidad proporcionados por centrales de CANTV mediante el análisis de los aspectos técnicos y económicos que engloban dichos enlaces.

Fase 5. Determinar los equipos más adecuados para realizar el transporte de la señal de supervisión a través del manejo de la trama E1, según sea el caso a estudiar y sus implicaciones tanto técnicas como económicas; mediante el estudio de su arquitectura, estándares involucrados en los mismos así como la tecnología utilizada.

Fase 6. Realizar la propuesta de implementación del medio de transporte más adecuado para la señal de supervisión en la red de microondas de Movilnet, según sea el caso de estudio señalando las posibles soluciones para cada caso particular.

Fase 7. Conclusiones y recomendaciones.

Fase 8. Redacción del informe final.



## CAPÍTULO II

### FUNDAMENTOS BÁSICOS DE SISTEMAS PDH Y SDH

#### 2.1 Jerarquía Digital Plesiócrona (PDH)

Una red de transmisión tiene cientos de nodos repartidos sobre una amplia área geográfica con extensos números de enlaces conectando las estaciones radio base al centro de conmutación de servicios móviles. La mayoría de las redes de telecomunicaciones basan sus medios de transporte en las tecnologías PDH (Jerarquía Digital Plesiócrona) y SDH (Jerarquía Digital Sincrónica) ya que son las más usadas a nivel mundial, debido a que se transmite la información en forma digital y por las facilidades de compatibilidad que brindan entre ellas. La red de transmisión de microondas que posee Movilnet esta basada en estas tecnologías.

La red mundial de telecomunicaciones vigente hoy en día fue concebida como un mecanismo de transporte para la comunicación de voz entre aparatos telefónicos. Hasta 1970 aproximadamente esta función se realizaba mediante la transmisión de señales analógicas por pares de cobre. Al iniciarse la década de los 70 aparecieron los sistemas de transmisión digital de Modulación por Pulsos Codificados, *Pulse Code Modulation* (PCM), los cuales permiten representar en forma binaria las señales tales como la voz humana. Con este método es posible traducir una señal analógica estándar de 4 KHz de ancho de banda en un tren de dígitos binarios de 64 Kbps [1].

El método utilizado para combinar múltiples canales de 64 Kbps en un solo tren de bits de alta velocidad se denomina Multiplexación por División en Tiempo, *Time Division Multiplexing* (TDM). En Europa y en muchas otras regiones del mundo se adoptó un patrón de TDM mediante el cual se combinan treinta canales de 64 Kbps

más dos canales adicionales portadores de datos de control, para producir un canal con velocidad binaria de 2.048 Mbps.

PDH está basado en canales de 64 Kbps. En cada nivel de la jerarquía PDH se va aumentando el número de canales multiplexados sobre el medio físico, de manera que el formato de trama es distinto en cada nivel e incluso varía la duración de cada una. En una trama, además de los canales de 64 Kbps, se transporta información de control, que se va añadiendo cada vez que se aumenta de nivel. De este modo el número de canales de información de 64 Kbps siempre es múltiplo del número de canales del nivel inferior pero no ocurre lo mismo con la velocidad de transmisión. Existen tres jerarquías PDH, la europea, la americana y la japonesa. La europea, mostrada en la figura N° 1, utiliza la trama descrita en la norma G.732 de la Unión Internacional de Telecomunicaciones – Telecomunicaciones, ITU-T, como trama de primer orden, mientras que las otras dos, también mostradas en la figura N° 1, utilizan la descrita en la G.733 de la ITU-T [2].

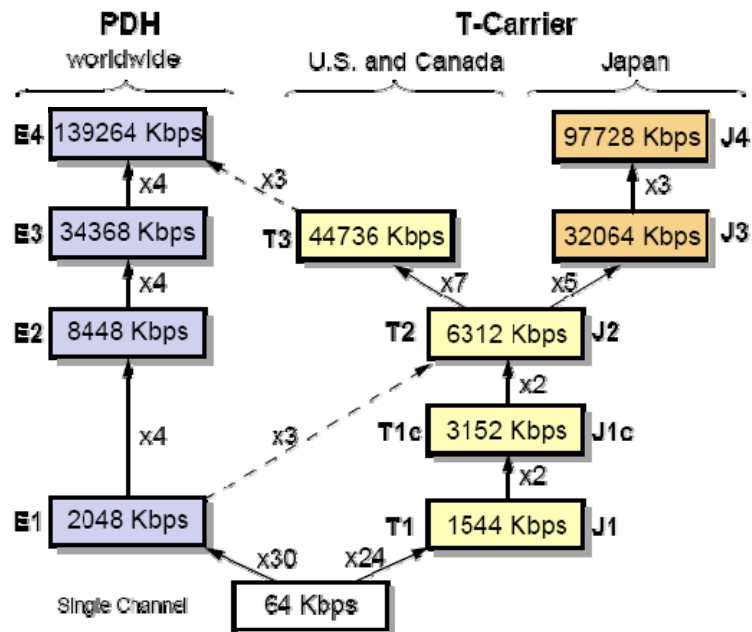


Figura N° 1. Sistemas PDH Internacional

En Venezuela se utiliza el estándar europeo, se multiplexan 30 o 31 canales de voz (según el procedimiento de señalización) y al añadirse el canal 0 de sincronismo se obtiene la trama de 2.048 Mbps (64 Kbps x 32canales).

### 2.1.1 La trama básica E1 de 2 Mbps

La trama E1, la de primer nivel de la jerarquía PDH europea, se describe en la norma G.732 de la ITU-T. Se forma a partir de 30 canales analógicos vocales más dos canales adicionales: uno de alineamiento y otro de señalización con 8 bits cada uno.

Para la digitalización de cada canal se utiliza una frecuencia de muestreo de 8 KHz en formato PCM, es decir, un período de muestreo de 125 $\mu$ s. Cada muestra se codifica con 8 bits por lo que la velocidad de transmisión resultante para un canal vocal es de 64 Kbps. La trama PCM tiene una longitud de 256 bits (32 canales x 8 bits que tiene cada canal). Se utiliza una cuantización no uniforme basada en la ley de compresión A. Para la multiplexación de los 30 canales digitales se monta una trama en la que se va a enviar una muestra de cada uno de los canales. La multiplexación se realiza octeto a octeto, de modo que para mantener la velocidad de transmisión de 64 Kbps por canal la duración de la trama necesariamente será 125 $\mu$ s. Además de la información de los canales se añade información de control e información de señalización. El primer intervalo de tiempo de la trama se utiliza para tareas como la alineación de trama y control de alarmas. El intervalo de tiempo 16 se utiliza para enviar la información de señalización. De manera que en total se necesitan 32 intervalos de tiempo de 8 bits, 30 para canales vocales, uno para tareas de control y otro para señalización, lo que da una velocidad de transmisión del flujo resultante tras la multiplexación de 2048 Kbps [3].

Cuando se quiere recuperar uno de los canales multiplexados en el enlace es necesario identificar dónde está el principio de trama en el flujo que se está recibiendo para así saber dónde se encuentra cada canal de 64 Kbps. De manera que es necesario mantener una alineación al principio de trama que se consigue gracias a la señal de alineación de trama que se transmite en una de cada dos tramas. El intervalo de tiempo cero es utilizado para transportar la señal de alineamiento de trama, *Frame Alignment Signal* (FAS), siendo transmitida cada dos tramas y alternándose con una palabra de alarmas, denominada *Not Frame Alignment Signal* (NFAS).

El intervalo de tiempo 16 de la trama E1 está reservado para tareas de señalización. Cuando la señalización es por canal común simplemente se tendrá un canal de 64 Kbps sobre el que se enviarán mensajes de señalización. Para identificar a qué canal de datos se refiere el mensaje de señalización éste llevará una referencia de a quién pertenece. Cuando la señalización que se va a utilizar es por canal asociado se necesita una canal de señalización para cada canal de datos de 64 Kbps. Es necesario por tanto dividir el canal 16, el destinado a señalización en la trama, en 30 subcanales de señalización. Para lograr esta división se utiliza una estructura de multitrama, formada por 16 tramas consecutivas. Se reservan cuatro bits de señalización de la multitrama para la señalización de cada canal de datos.

En los sistemas PCM, la transmisión es siempre sincrónica ya que el receptor obtiene su propia temporización de bits de la señal entrante mientras los alineamientos de intervalo y de trama se obtienen utilizando un formato predeterminado.

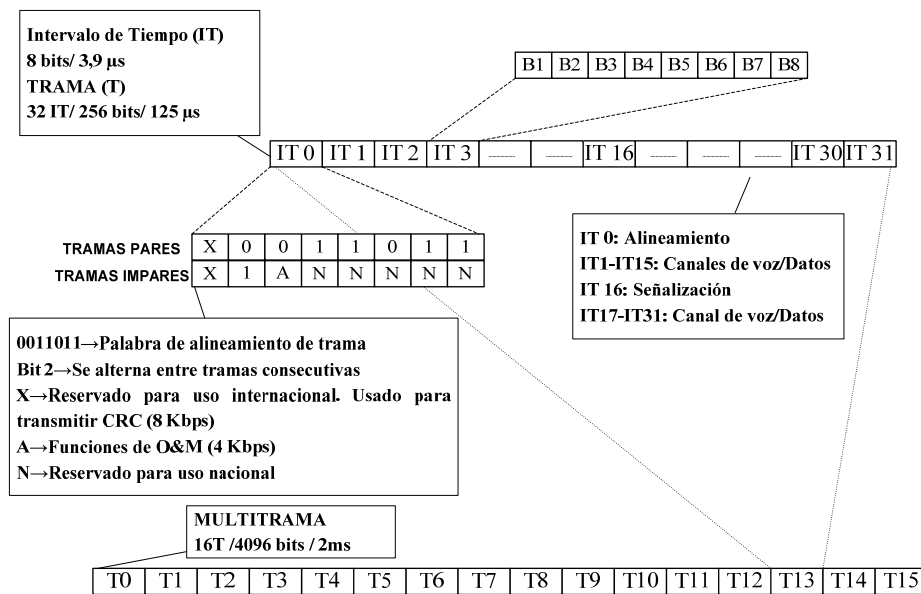


Figura N° 2 Composición de la trama E1

### 2.1.2 Jerarquías de orden superior E2, E3 y E4

Conforme aumentó la demanda de la telefonía de voz los niveles de tráfico en la red se tornaron cada vez más elevados, por lo que se hizo evidente que la señal normal de 2 Mbps no era suficiente para cursar las cargas de tráfico de la red troncal. Fue entonces cuando se tomó la decisión de crear un nivel adicional de multiplexación. La norma adoptada en Europa comprendía la combinación de 4 canales de 2 Mbps para producir un solo canal de 8 Mbps. Este nivel difería un poco del anterior ya que las señales no eran combinadas byte a byte sino bit a bit. Conforme se determinaba su necesidad, se fueron agregando a la norma niveles adicionales de multiplexación a 34, 140, y 565 Mbps creando así una jerarquía completa de velocidades binarias de transmisión.

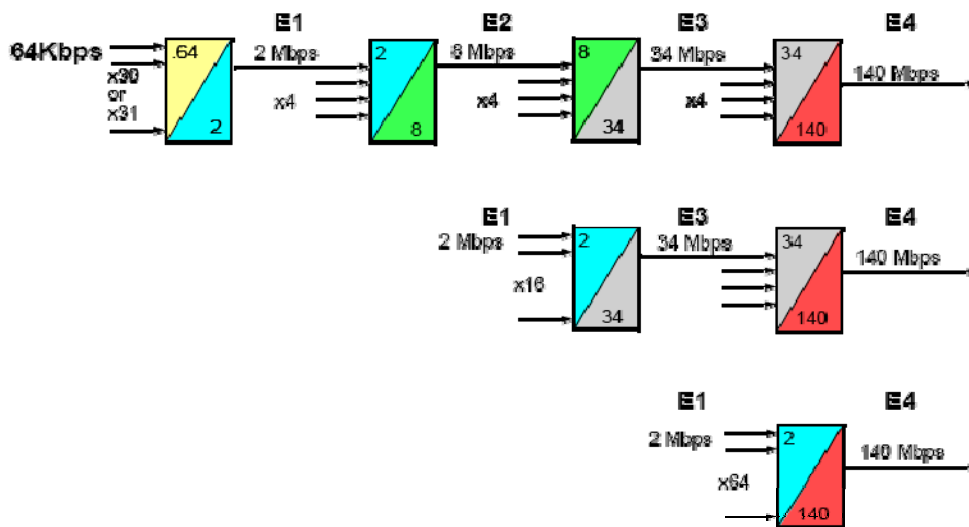


Figura N° 3 Agregados de orden superior de la Jerarquía Digital Plesiócrona

Es conveniente señalar que la trama E1 se forma a partir de la multiplexación a nivel de bytes de los canales de información y que las tramas E2, E3 y E4 se forman a partir de la multiplexación a nivel de bits, esto supone un problema a la hora de extraer la información de un canal, ya que se deben demultiplexar todos los niveles.

Cuando se realiza la multiplexación de varios canales de 2 Mbps es probable que éstos hayan sido generados por equipos diferentes, cada uno con velocidades de transmisión ligeramente diferentes. Por eso antes de hacer el entramado de bits de los canales de 2 Mbps hay que llevarlos a todos a la misma velocidad binaria mediante la inserción de bits de datos simulados, conocidos como bits de justificación. En el momento de la demultiplexación estos bits de justificación se reconocen como tales y se desechan, dejando la señal original.

## 2.2 Jerarquía Digital Sincrónica (SDH).

La tecnología PDH ha llegado a una situación crítica debido a que no tiene la flexibilidad y eficiencia suficientes para hacer frente a las exigencias de los usuarios. En consecuencia se ha desarrollado la transmisión sincrónica con el fin de superar los problemas inherentes a la transmisión plesiócrona, en particular su inhabilidad para extraer circuitos individuales en sistemas de alta capacidad sin necesidad de demultiplexar el sistema entero.

El proceso de definición de las normas relativas a SDH se ha aprovechado para abordar varios problemas adicionales entre los cuales se incluyen: la necesidad de contar con recursos de gestión de la red dentro de la jerarquía de transmisión, la necesidad de definir interfaces normalizados entre los equipos y la necesidad de facilitar el funcionamiento de la jerarquía de transmisión norteamericana con la jerarquía europea.

Las especificaciones SDH se encuentran detalladas en las recomendaciones G.707, G.708 y G.709 de la UIT.

A pesar de las ventajas obvias respecto a la jerarquía PDH, la jerarquía SDH difícilmente habría tenido aceptación si su adopción hubiese conllevado a hacer obsoletos todos los equipos PDH existentes. En consecuencia, las recomendaciones de la UIT han previsto desde su concepción la posibilidad de entramar cualquiera de las velocidades de transmisión actualmente en uso, en la trama básica STM-1. Todas las señales plesiócronas de velocidades entre 1.5 Mbps y 140 Mbps pueden ser adecuadas definiéndose en la recomendación G.709 las modalidades para la combinación de las mismas para formar una señal STM-1.

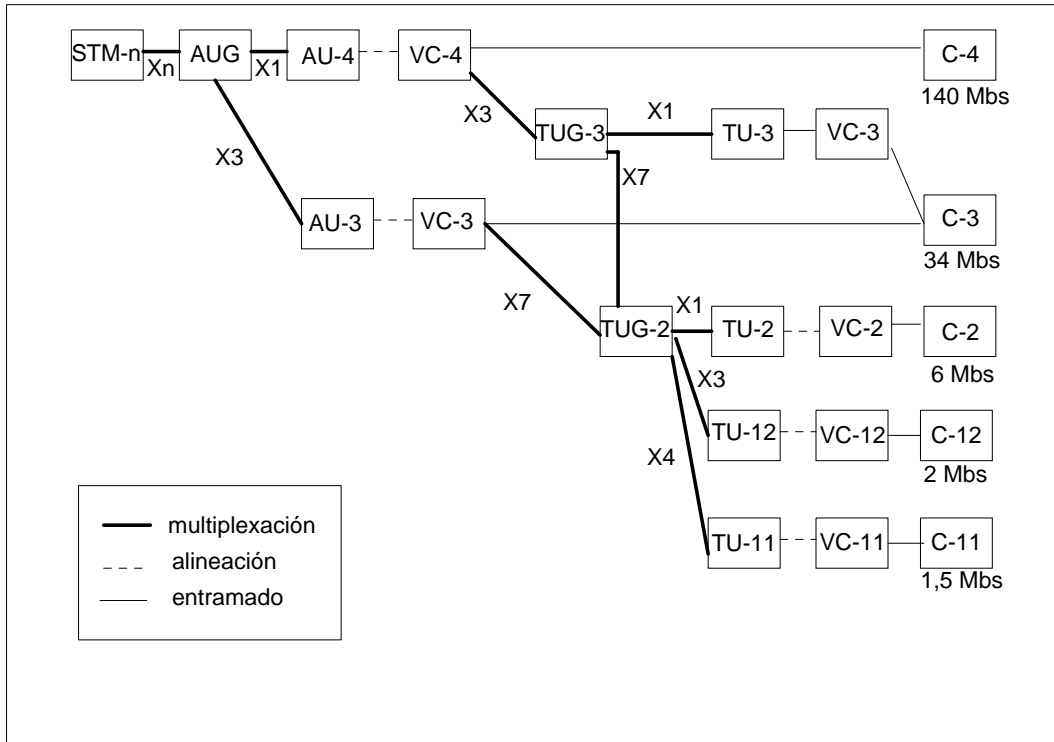


Figura N° 4 Entramado de las señales plesiócronicas en un módulo STM-n

En la tabla N° 1 se indica el sufijo “n” referido a las velocidades de transmisión PDH existentes para los TU-n, VC-n y C-n. El sufijo “n” consta de dos dígitos. El primero representa el nivel jerárquico de transmisión según se define la recomendación G.702, y el segundo identifica la velocidad superior (2) ó inferior (1) en el nivel jerárquico. Es de hacer notar que no existe un cuarto nivel en la jerarquía de 1,5 Mbps y por consiguiente para la velocidad de 140 Mbps se tiene sólo un dígito [4].



Tabla N° 1 Relación sufijo “n” con las velocidades de transmisión PDH

n	Velocidad de transmisión (Kbps)
11	1544
12	2048
21	6312
22	8488
31	34368
32	44736
4	139264

### 2.2.1 Características principales de SDH

- Velocidad básica 155 Mbps (STM-1).
- Técnica de multiplexado a través de punteros.
- Estructura modular: A partir de la velocidad básica se obtienen velocidades superiores multiplexando byte por byte varias señales STM-1. Las velocidades multiplexadas, a diferencia de PDH, son múltiplos enteros de la velocidad básica.
- A través del puntero, se puede acceder a cualquier canal de 2 Mbps.
- Posee gran cantidad de canales de *overhead* que son utilizados para supervisión, gestión, y control de la red.

### 2.2.2 Elementos de la señal STM-1.

- Contenedor C-n (n=1-4). Es la unidad mínima capaz de transportar cualquier nivel de la jerarquía PDH y señales de banda ancha. Los especificados son C11, C12, C3 y C4.
- Contenedor Virtual VC-n (n=1-4). Está conformado por el contenedor C-n, más una capacidad adicional para transportar la tara de trayecto *path overhead*.

Es el contenedor al que se le añade una información de gestión de trayecto (POH). Las taras de trayecto permiten el control de trayecto y las informaciones de monitorización de extremo a extremo. Para un contenedor virtual VC-3 ó VC-4, la carga útil podría consistir en varias unidades tributarias o grupos de unidades tributarias. Los especificados son VC11, VC12, VC3, y VC4.

➤ Unidad Tributaria TU-n (n=1-3). La unidad tributaria TU (*Tributary Unit*) consiste en un contenedor virtual (VC) más un puntero de unidad tributario (PTR TU). La posición del VC dentro de la TU no es fija; sin embargo, la posición del puntero de TU es fija con respecto al nivel superior siguiente de la estructura de multiplexación, e indica el punto de comienzo del VC.

➤ Grupo de unidades tributarias TUG. Consiste en un grupo de TU idénticas. Los especificados son TUG-2 (3 TU-12), TUG-3 (21 TU-12).

➤ Unidad Administrativa AU-n (n=3-4). Este elemento consta de un VC más un puntero de unidad administrativa. La alineación de fase de los punteros AU es fija con respecto a la trama STM-1 en su conjunto, e indica la posición de los contenedores virtuales VC.

➤ Módulo de Transporte Sincrónico de Nivel 1 STM-1. Éste es el elemento básico de la jerarquía SDH. Consiste en una carga útil (formada por la AU) junto con los bytes adicionales correspondientes a la tara de sección SOH (*Section Overhead*). La tara de sección permite el intercambio de información de control entre elementos adyacentes a la red sincrónica.

La jerarquía SDH define cierto número de contenedores, cada uno de los cuales corresponde a una velocidad plesiócrona existente. Los datos provenientes de la señal plesiócrona son conformados o entramados en el contenedor correspondiente. Se añaden luego a cada contenedor informaciones de control, correspondientes a la tara de trayecto. Los bits de la tara de trayecto permiten a la empresa operadora la monitorización de extremo a extremo de los parámetros de trayecto tales como la tasa de errores. El contenedor junto con la tara de trayecto conforman el contenedor virtual, VC (*Virtual Container*). En una red sincrónica todos los equipos se

sincronizan con un reloj maestro global. Sin embargo es importante advertir que el retardo asociado a un enlace de transmisión, puede variar ligeramente a través del tiempo. Por ello la ubicación de los contenedores virtuales dentro de la trama STM-1 puede no ser fija. Para compensar estas variaciones se asigna un puntero a cada contenedor virtual. El puntero indica la posición de inicio del contenedor virtual dentro de la estructura de la trama STM-1. El puntero puede incrementarse o disminuirse según sea necesario en correspondencia con los cambios de posición del contenedor virtual. La recomendación G.709 define ciertas combinaciones de contenedores virtuales que se pueden utilizar para llenar el espacio de carga útil de la trama STM-1. El proceso de llenado de contenedores y añadido de la tara de trayecto se repite en varios niveles de la jerarquía SDH, lo cual conduce al anidamiento de los contenedores virtuales más pequeños en otros más grandes. Este proceso se repite hasta que se haya llenado el contenedor virtual más grande (VC-4) y se puede proceder a cargarlo en el espacio de carga útil de la trama STM-1. Una vez lleno el espacio de carga útil de la trama STM-1 se añade a la trama algunos bytes con información de control para así conformar la tara de sección, SOH (*Section Overhead*). La tara de sección se denomina así porque acompaña a la carga útil en el recorrido por el canal de transmisión entre dos multiplexores sincrónicos. Tiene por objeto proporcionar canales de comunicación para funciones como operación y mantenimiento O&M, canales de usuarios, alineación de trama y funciones adicionales.

Cuando se requiere en una red sincrónica una velocidad binaria superior a 155 Mbps de la señal STM-1, se logra mediante un esquema relativamente sencillo de multiplexación por intercalación de bytes. De esta manera es posible lograr velocidades binarias de 622 Mbps (STM-4) y 2,4 Gbps (STM-16).

### 2.2.3 Trama básica STM-1

La jerarquía STM-1 es la menor velocidad prevista para la transmisión a través de un enlace de SDH, es decir es la jerarquía básica. La STM-1 tiene una estructura de trama que se conforma de 2430 bytes en serie, ello corresponde a una duración de trama de 125µs, que por lo general se ilustra en forma de matriz, resultando una estructura bidimensional de 9 reglones, con 270 bytes por reglón. Esto es debido a que dentro de la trama STM-1, hay una estructura que se repite cada 270 bytes. Esta matriz debe ser recorrida de izquierda a derecha, y en sentido descendente, para seguir la secuencia en serie. Esta estructura se muestra en la figura N° 5.

Las tramas contienen información de control de cada uno de los niveles de la red: trayecto, línea y sección; además de la información de usuario. Los datos son encapsulados en contenedores específicos para cada tipo de señal tributaria.

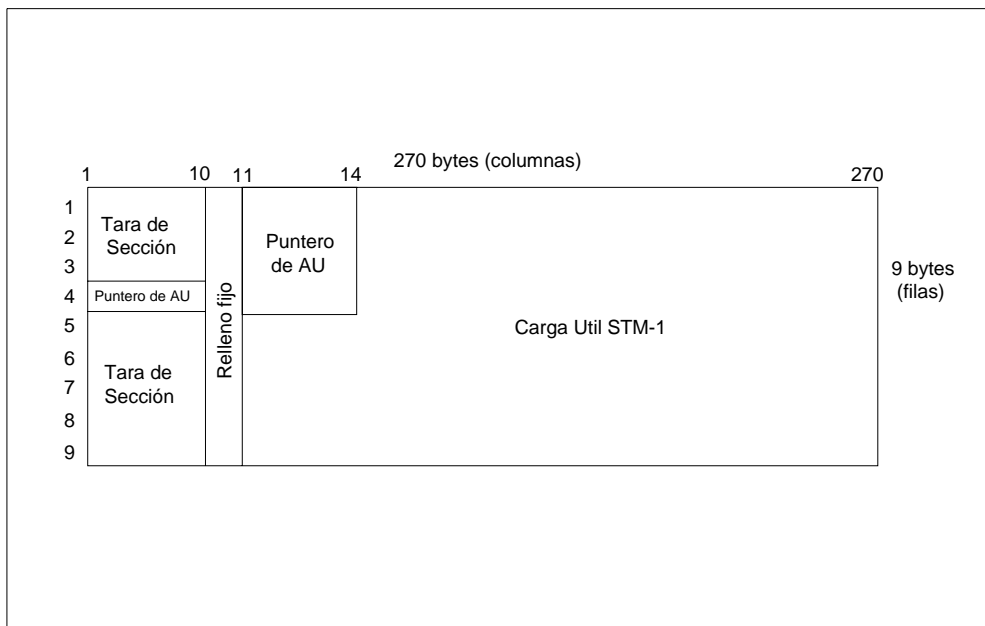


Figura N° 5 Estructura de la trama STM-1

La transmisión se realiza bit a bit en el sentido de izquierda a derecha y de arriba abajo. La trama se transmite a razón de 8000 veces por segundo. Por tanto la velocidad de transmisión es de 155.52 Mbps [8000 x (270 octetos x 8bits x 9 filas)].

Con el fin de poder establecer un sistema de entramado uniforme para Europa, los grupos de trabajo de normalización del ETSI (*European Telecommunications Standards Institute*) tienen una opción preferente de entramado a ser aplicada en toda Europa. Se muestra en la figura N° 6.

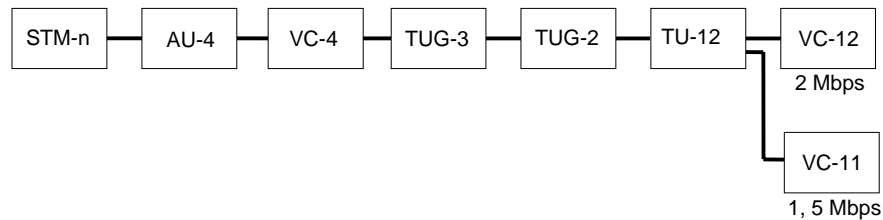


Figura N° 6 Entramado de 2 Mbps

#### 2.2.4 Funciones del encabezado de las secciones en la trama SDH.

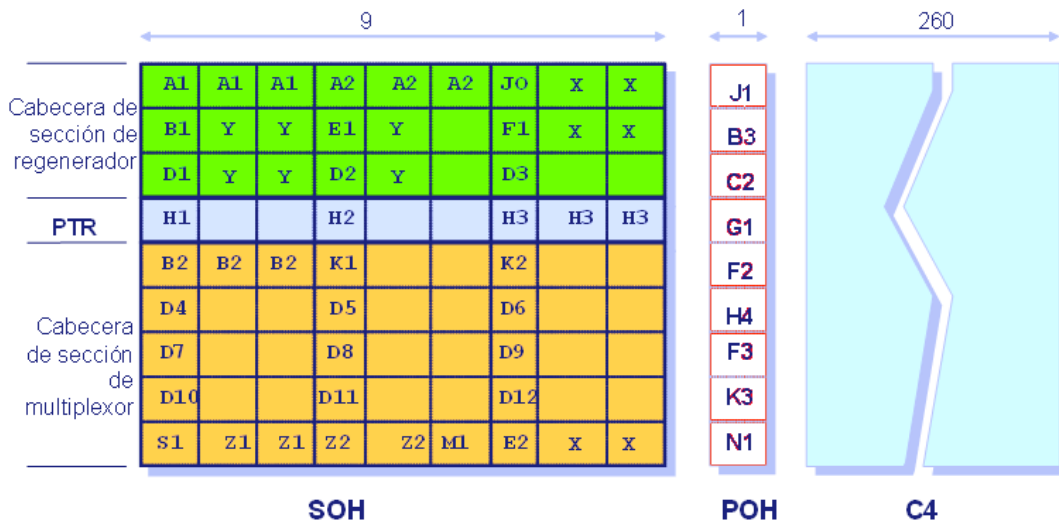


Figura N° 7 Estructura bidimensional de la trama SDH

Tabla N° 2 Funciones del encabezado de las secciones en la trama SDH

Cabecera sección regeneradora	A1, A2	Señal de alineamiento de trama. Éstas indican el comienzo de una nueva trama.
	J0	Identificador de sección de regeneración. Es usado para verificar la comunicación entre las secciones recepción-transmisión (en fibra óptica)
	B1	Control de errores
	E1	Canal de voz de usuario
	F1	Canal de datos de usuario de 64 Kbps
	D1, D2, D3	Canales de datos (192 Kbps) para O&M
	X	Reservado para uso nacional
	Y	Bytes dependientes del medio
Cabecera sección multiplexora	B2	Control de errores
	K1, K2	Reporte de alarmas remotas
	D4 a D12	Canales de datos (576 Kbps) para O&M
	S1	Es usado en los enlaces con fibra óptica por los multiplexores, para la reconfiguración del sincronismo
	M1	Indicación de error remoto
	E2	Canal de voz de usuario
	Z1, Z2	Reservados
	X	Reservado para uso nacional

En este capítulo se destacaron los aspectos básicos más importantes que son necesarios para el manejo de la señal de gestión en los diferentes equipos PDH y SDH de la red de microondas de Movilnet. En el siguiente capítulo se explican los tópicos elementales de la estructura de los enlaces de microondas, el cual contiene información de los equipos de microondas que se manejan para el transporte de la señal de supervisión.

## **CAPITULO III**

### **ESTRUCTURA GENERAL DE LOS ENLACES DE MICROONDAS EN MOVILNET**

Se presentan las características principales de los equipos de microondas que conforman la red de transporte de Movilnet, con la finalidad de presentar las soluciones especificadas para un equipo en particular y hacer referencia a éste como una parte fundamental en el transporte de la señal de supervisión. Es importante señalar que varias de las soluciones propuestas incluyen unidades que serán posteriormente añadidas a estos equipos, así como también la interconexión de varios de ellos para optimizar el transporte de la señal que contiene la información de gestión dentro de la red.

3 Equipos de microondas Mini Link Ericsson.

Los radios de microondas Mini Link pueden ser configurados para satisfacer cualquier requerimiento de red en cuanto a capacidad y rango. Proporcionan enlaces de transmisión de radio desde 2 hasta (17x2) Mbps, operando dentro de la banda de frecuencia de 7 a 38 GHz. Estos equipos agregan nuevos niveles de flexibilidad a la red. Son productos que generalmente son utilizados para conexiones portando tráfico de múltiplos enteros de velocidades de 2 Mbps y son diseñados principalmente para satisfacer el incremento de la demanda para una mejor eficiencia en el sistema de transmisión en redes celulares y fijas.



Los sistemas Mini Link Ericsson están disponibles en dos versiones: el Mini Link All-Outdoor Terminal y el Mini Link Split Terminal. Dado que la mayoría de los equipos de microondas de Movilnet son del tipo Mini Link Split Terminal, se realizará una descripción general de los mismos.

### 3.1 Mini Link E (Split Terminal).

Algunos Mini Link E Split pueden ser integrados dentro de un módulo de acceso común. Esto permite compatibilidad entre sitios de red así como una división eficiente de las fuentes entre las diferentes terminales, tales como multiplexores, interfaces de canales de servicio y sistemas de soporte. La letra E dentro del nombre hace distinción entre los diferentes modelos que existen, por ejemplo Mini Link C y Mini Link MKII. El enrutamiento de tráfico y el re-enrutamiento dentro de un sitio de red puede desarrollarse con un mínimo de cables externos. El enrutamiento de tráfico es configurado mediante software. Los terminales pueden ser configurados con o sin protección. Cada terminal provee capacidad de tráfico hasta 17x2 Mbps.

Un terminal Mini Link E Split consiste de dos partes principales:

➤ Una parte externa, el cual es totalmente independiente de la capacidad de tráfico. Puede ser utilizado para varias bandas de frecuencia. Consiste en un módulo de antena, una unidad de radio RAU y el hardware de instalación asociado. La unidad de radio y la antena pueden ser integrados o instalados separadamente. Para sistemas protegidos 1+1 los cuales cuentan con equipos de respaldo en caso de que falle el que esta trabajando, se usan dos unidades de radio y una o dos antenas [5].

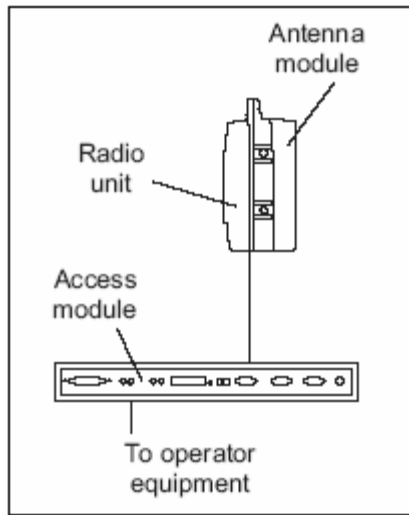


Figura N° 8 Partes principales del Mini-Link E Split

➤ Una parte interna, el módulo de acceso, el cual es completamente independiente de la banda de frecuencia y suministra varias capacidades de tráfico para varias bandas de frecuencias y configuraciones del sistema. Soporta hasta cuatro unidades de radio. La unidad interna consiste en una unidad MODEM (MMU) y unidades opcionales Switch Multiplexer (SMU) y la Service Access (SAU), todos alojados en un *magazine* común. Para sistemas protegidos se usan dos unidades MODEM y una SMU [5].

La parte interna y la externa son conectadas a través de un cable coaxial (un cable de radio).

### 3.1.2 Access Module Magazine (AMM)

La unidad *Access Module Magazine* (AMM) es un compartimiento de fácil colocación en estantes y gabinetes. Esta unidad está formada por las unidades internas MMU (*MODEM Unit*), SMU (*Switch Multiplexer Unit*) y SAU (*Service Access Unit*). Según la aplicación podemos encontrar diferentes estándares de AMM, los cuales se mencionan a continuación:

- El 1U magazine para un terminal simple con una MMU.
- El 2U magazine para un terminal simple o dual: puede contener uno o dos MMUs, dos SMU y una SAU.
- El 4U magazine para sitios multi-terminal complejos: puede contener hasta cuatro MMUs, dos SMU y una SAU.

Las unidades MMU, SMU y SAU se interconectan vía backplane en la parte posterior de la AMM. Todas las conexiones exteriores se hacen a través de conectores externos en la parte frontal de las unidades [6].

### 3.1.3 MMU (MODEM *Unit*)

La unidad MODEM *Unit* abarca versiones que proporcionan las siguientes capacidades de tráfico:

- 2x2 Mbps.
- 4x2 o 8 Mbps.
- 2x8 Mbps.
- 17x2 Mbps.

La MMU es independiente de la frecuencia y en conjunto con la unidad de radio (RAU) y la antena contiene todas las funciones necesarias para conformar una unidad de radio con las capacidades mencionadas anteriormente.

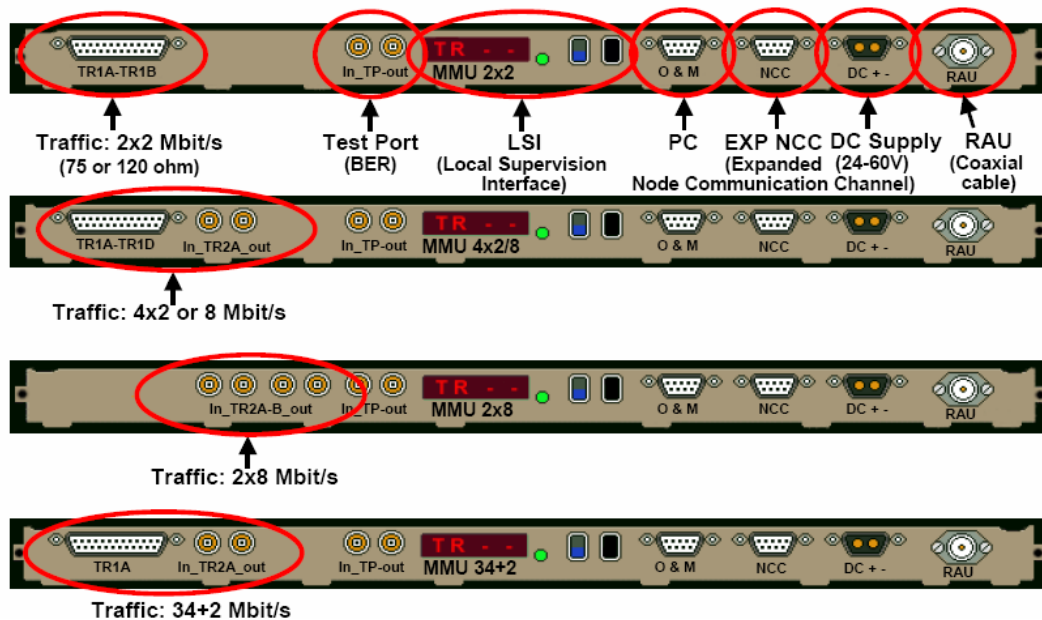


Figura N° 9 Diferentes versiones de la MMU y sus puertos

A continuación se describen los bloques funcionales que conforman la MMU [7].

- Interfaz de tráfico y router.
- 2/8 multiplexor/demultiplexor (MMU 4x2/8 Mbits).
- Trama de radio multiplexor/demultiplexor para tráfico y canales de servicios inserción/extracción y FEC (*Forward Correction Error*).
- Transmisión y recepción de la señal modulación/demodulación.
- Cable hacia la unidad de radio (RAU).
- Procesador de control y supervisión.
- Convertidor DC/DC.

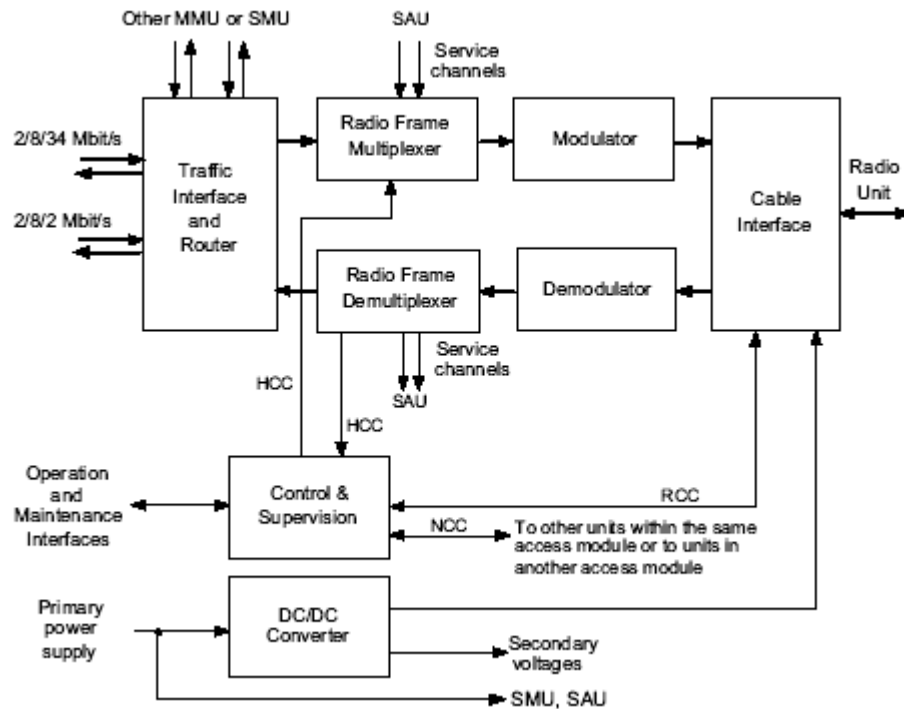


Figura N° 10 Diagrama de bloques de la MMU 2x2, MMU 2x8 y MMU 17x2.

### 3.1.4 SMU (*Switch Multiplexer Unit*)

La unidad SMU se utiliza para proporcionar la conmutación de sistemas con protección 1+1 y/o multiplexación /demultiplexación de canales de 2 Mbps. La SMU se encuentra en tres versiones: SMU Sx, SMU 8x2 y SMU 16x2 para diferentes capacidades de tráfico. La SMU consiste básicamente en los siguientes bloques [7].

- Interfaz de tráfico y router.
- Conmutación de tráfico de canales y circuitos de control para protección 1+1 y selección input/output.
- Procesador de control y supervisión.
- Convertidor DC/DC.

### 3.1.5 SAU (*Service Access Unit*).

La SAU proporciona características adicionales tales como canales de servicio y acceso a un canal externo de alarmas EAC (*External Alarm Channel*) en la red de Mini Link [8]. Tres versiones de las SAU están disponibles: una básica y dos versiones expandidas con las siguientes funciones.

#### Versión Básica:

- Dos puertos EAC.
- Ocho puertos de entrada de usuario.
- Cuatro puertos de entrada/salida de usuario (seleccionable individualmente).
- Procesador de control y supervisión.
- Convertidor DC/DC.

#### Versión Expansión 1. En adición a la básica:

- Dos canales de servicio digital por terminal de radio.
- Dos puertos RAC (*Remote Alarm Channel*).

#### Versión Expansión 2. En adición a la versión básica:

- Un canal de servicio digital por terminal de radio.
- Un canal de servicio analógico por terminal radio.
- Servicio telefónico.
- Dos puertos RAC.

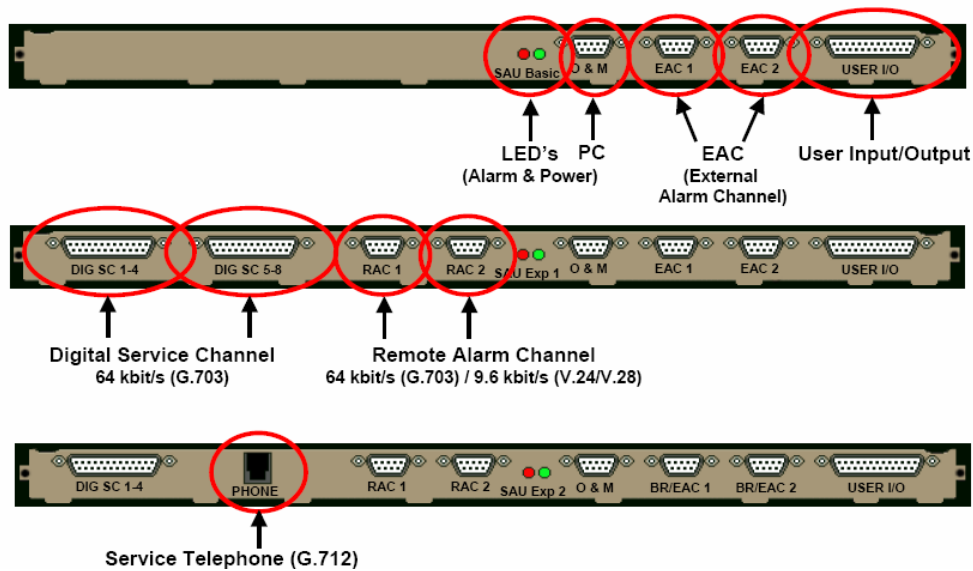


Figura N° 11 Versiones de la SAU y sus puertos

### 3.1.6 RAU (Radio Unit)

Los equipos Mini Link E abarcan dos tipos de radios, RAU1 y RAU2, con la misma funcionalidad pero con diversas tecnologías mecánicas y de diseño. El equipo de radio RAU1 puede operar a frecuencias de 7, 8, 15, 18, 23, 26 y 38 GHz y la unidad RAU2 puede operar en la frecuencia de 23GHz [5].

Las unidades de radio del Mini Link E son independientes de la capacidad de tráfico, sin embargo la frecuencia de funcionamiento queda determinada solo por la RAU.

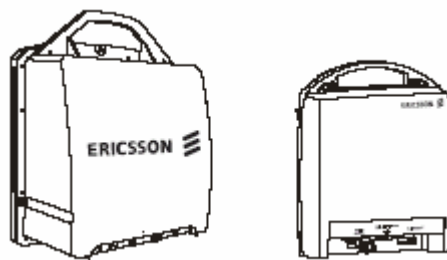


Figura N° 12 Unidades de radio (RAU1 y RAU2)

### 3.1.6.1 *Radio Unit 1 (RAU1)*

La unidad de radio (RAU1) contiene una unidad de microondas y una unidad de filtrado. La unidad tiene una interfaz de guía de onda para la conexión con la antena. El fondo de la cubierta lleva el conector del cable coaxial, que es la interfaz a la unidad interior (MMU). La RAU1 dispone de un puerto de prueba para la alineación de la antena. Las frecuencias disponibles para la unidad de radio RAU1 se describen en la siguiente tabla [5].

Tabla N° 3 Frecuencias disponibles para la unidad de radio RAU1

Radio Unit RAU1	Rango de Frecuencia (GHz)
7-E	7.1 – 7.7
8-E	7.7 – 8.5
15-E	14.4 – 15.35
18-E	17.7 – 19.7
26-E	24.5 – 26.5

### 3.1.6.2 *Radio Unit 2 (RAU2)*

Esta unidad de radio contiene una unidad de conexión, una unidad de microonda y una unidad de filtrado. La unidad de la conexión forma el fondo de la cubierta de radio y sostiene los indicadores de alarmas (LED), los conectores para el tráfico, la conexión a tierra, la potencia DC y la alineación de la antena (puerto



de la alineación). La unidad de radio RAU2 opera a frecuencia de 23 Ghz con un rango de 21.2 a 23.6 GHz.

### 3.1.7 Módulo de antena

Las antenas disponibles se extienden a partir de 0.2 m hasta 3.0 m de diámetro. Incluyen siempre una cúpula protectora de la antena que protege contra el agua, la arena y el hielo [5].

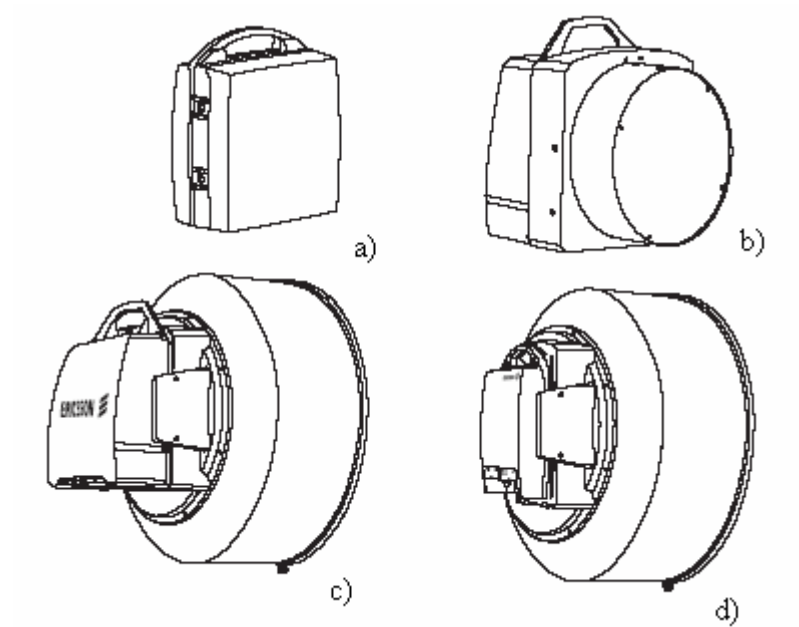


Figura N° 13 Módulos de Antena: a) Antena compacta instalada con la RAU2  
b) Antena de 0.3 m instalada con la RAU1  
c) Antena de 0.6 m instalada con la RAU1  
d) Antena de 0.6 m instalada con la RAU2

La siguiente tabla muestra las ganancias de las antenas (dBi) según el diámetro de la misma y la frecuencia de operación.

Tabla N° 4 Ganancias de la antena (dBi) según el diámetro y la frecuencia de operación.

Antena	f (GHz)						
	7	8	15	18	23	26	38
0.2 m	-	-	-	-	31.8	-	-
0.3 m	-	-	-	32.7	34.0	35.5	38.7
0.6 m	30.6	31.1	35.5	37.7	39.5	41.0	44.0
1.2 m	36.6	36.6	42.5	44.6	46.1	46.1	-
1.8 m	40.6	40.6	-	-	-	-	-
2.4 m	43	43	-	-	-	-	-
3.0 m	44.8	44.8	-	-	-	-	-

### 3.1.8 Canales de comunicación

#### 3.1.8.1 *External Alarm Channel* EAC

Los puertos del EAC se utilizan para transmitir información de alarma y control desde otros módulos Mini Link que se encuentren en el mismo sitio. Cuando más de dos AMM dentro de un mismo sitio requieren estar conectados se utiliza los puertos EAC para tal fin. La siguiente figura muestra la conexión entre dos AMM que se encuentran en el mismo sitio [7].

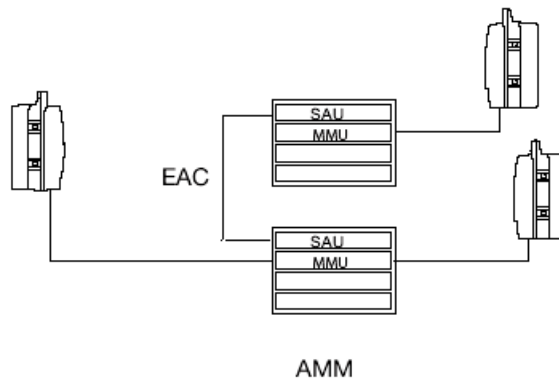


Figura N° 14 Conexión de dos AMM a través del EAC

### 3.1.8.2 Remote Alarm Channel RAC

El RAC se utiliza para la conexión de dos AMM que no están ubicadas en el mismo sitio, cuya conexión no se puede alcanzar por aire. El RAC posee dos tipos de interfaces, la RS-232 para líneas fijas y análogas (vía MODEM) y ITU-T digital Rec. G.703 para 64 Kbps en líneas fijas [7].

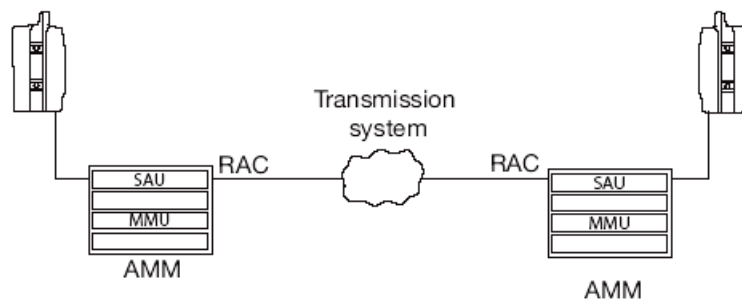


Figura N° 15 Conexión de dos AMM a través del RAC

### 3.1.8.3 Node Communication Channel NCC

El NCC se usa para distribución de datos de operación y mantenimiento en uno o dos AMMs. La conexión del NCC entre unidades que se encuentran en el mismo AMM se realiza a través del *backplane*, pero la conexión entre dos AMM es realizada a través del puerto NCC que se encuentra en la unidad MMU [7].

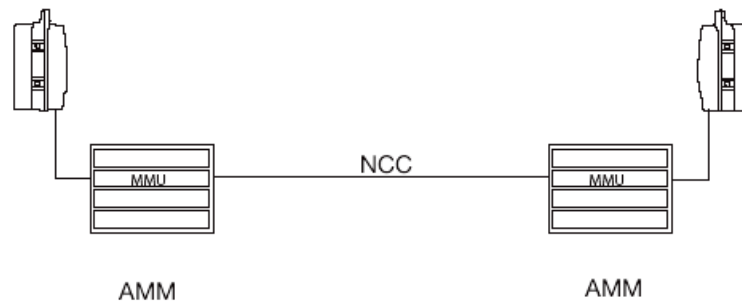


Figura N° 16 Conexión de dos AMM a través del NCC

#### 3.1.8.4 Hop Communication Channel HCC

El HCC es un canal de datos usado para el intercambio de información de control y de supervisión entre extremos de un radioenlace para distintas MMU [7].

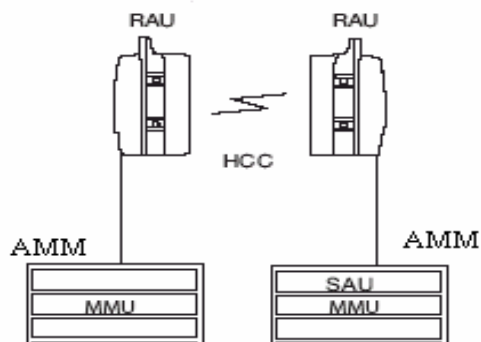


Figura N° 17 Conexión de dos AMM a través del HCC

#### 3.2 Mini Link High Capacity.

El equipo Mini Link High Capacity es un radio de microondas compacto para la transmisión de voz y datos. Representa una nueva generación de radio sincronizado para aplicaciones punto a punto de corta o larga distancia, típicamente en áreas urbanas. El sistema de radio está habilitado para transmitir y recibir datos a

155 Mbps y soporta estándares eléctricos y ópticos de SDH STM-1. El terminal puede configurarse como protegido (1+1) o sin protección (1+0). El terminal consiste de una parte interna y otra externa. La interna comprende una TRU (*Traffic Unit*), un MMU (*MODEM Unit*), una AMM (*Access Module Magazine*) y una unidad de ventilación. La parte externa comprende una RAU (*Radio Unit*) con la antena. Un cable coaxial conecta la RAU con la MMU [9]. Estos componentes se muestran en la figura N° 18.

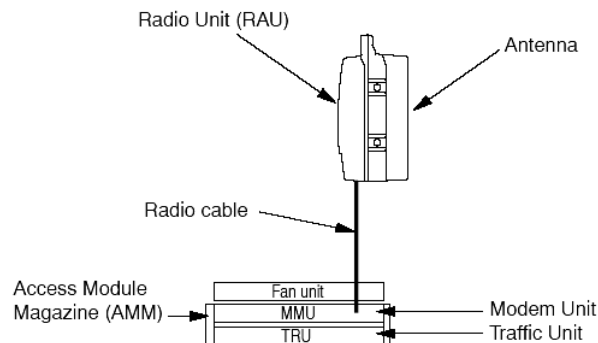


Figura N° 18 Componentes del sistema Mini Link High Capacity

### 3.2.1 Características principales.

- Capacidad de tráfico de 155 Mbps para ambas interfaces, tanto la eléctrica como la óptica.
- Diseño integrado y compacto.
- La unidad de radio y la antena forman una parte externa integrada.
- Interfaces estandarizadas.
- Bajo peso y consumo de potencia.
- Facilidades de gestión remota desde un elemento gestor genérico, equipado con una interfaz SNMP (*Simple Network Management Protocol*).
- Alto valor de tiempo entre fallas MTBF (*Mean Time Between Failure*).

### 3.2.2 Manejo de tráfico de un Mini Link High Capacity.

El sistema es capaz de transmitir y recibir datos a 155 Mbps y es compatible con las interfaces eléctricas y ópticas de SDH STM-1. Los siguientes canales están físicamente conectados a la parte frontal de la TRU para ser transportados en el radioenlace:

➤ *Main traffic* 155 Mbps. Estándar SDH STM-1 eléctrico u óptico. Implementado en la carga útil de la trama SDH y manejada por la TRU.

➤ *Wayside traffic* (1.5/2 Mbps). Implementado en el RFCHO (*Radio Frame Complementary Overhead*) y manejada por la MMU.

➤ *Service channel* V.11 (64 Kbps). Implementado en RSOH en la trama SDH y manejada por la TRU.

➤ *Service channel* G.703 (64 Kbps). Implementado en RSOH en la trama SDH y manejada por la TRU.

### 3.2.3 Componentes del sistema.

➤ *MODEM Unit* (MMU). Es una interfaz interna con la unidad de radio y contiene un modulador/demodulador. Se requiere una MMU por cada unidad de radio. La principal función de la MMU es modular los datos digitales STM-1 en una señal analógica adecuada para la transmisión en microondas y remodular la señal recibida desde la RAU. La MMU es completamente independiente de la frecuencia de transmisión del radio y provee capacidad de tráfico de 155 Mbps junto con un canal *wayside* de 1.5/2 Mbps, el cual puede usarse como canal adicional para transmitir información.

La MMU inserta el byte ATPC (*Automatic Transmit Power Control*) dentro del RSOH. La MMU incorpora cuatro columnas extras en la trama SDH e inserta el

tráfico *wayside* (1.5/2 Mbps) dentro del RFCOH (*Radio Frame Complementary Overhead*).

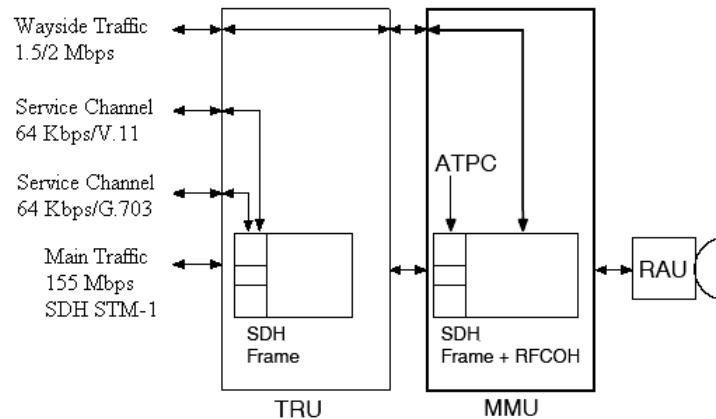


Figura N° 19 Manejo de tráfico de la MMU de un Mini Link High Capacity

➤ *Traffic Unit* (TRU). La principal función de la TRU es actuar de interfaz del tráfico principal de 155 Mbps STM-1, su distribución hacia y desde la MMU. El procesador central en la TRU almacena información de O&M recibida desde otras unidades en el terminal. La TRU maneja las interfaces físicas para el tráfico y canales de servicio, la inserción en la trama SDH y la distribución hacia la MMU vía el backplane de la AMM. El tráfico principal, STM-1, es implementado en la carga útil de la trama SDH.

La TRU inserta los canales en el bytes RSOH de la trama SDH: dos canales de servicio de 64 Kbps (V.11 y G.703); y dos canales internos de 192 Kbps, el EOC (*Embedded Operation and Maintenance Channel*) y el DCC (*Data Communication Channel*), para el intercambio de información de control y supervisión del enlace.

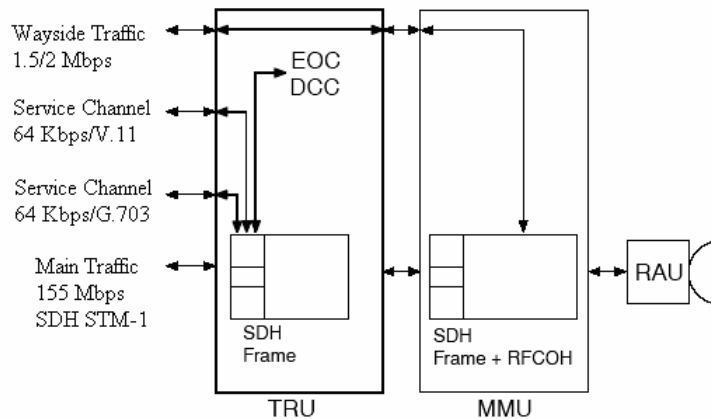


Figura N° 20 Manejo de tráfico de la TRU de un Mini Link High Capacity

➤ *Access Module Magazine (AMM)*. Aloja las MMU y las TRU y provee interconexión eléctrica a través de su backplane. Uno o dos terminales pueden integrarse en una AMM común.

➤ *Fan Unit*. La unidad de ventilación debe ser siempre instalada en la parte superior de la AMM para garantizar un suficiente enfriamiento.

➤ *Interfaces Ethernet y E1*. Los terminales Mini Link High Capacity pueden configurarse para soportar una combinación de tráfico Ethernet y tráfico E1 sobre un enlace o una red, típicamente usada para la interconexión de alta velocidad LAN a LAN.

➤ *Radio Unit (RAU)*. Genera y recibe las señales en RF y las convierte al formato de señal usado desde/hacia el cable coaxial. Esta unidad puede ser reemplazada sin afectar el alineamiento de la antena.

➤ *Antena*. El rango de las antenas se encuentra desde 0.2m hasta 3.7m de diámetro, en versiones única y dual. Todas las antenas son compactas. Las antenas hasta 1.8m de diámetro pueden ser instaladas junto con la unidad de radio y todas las antenas pueden ser instaladas separadamente si se requiere.



➤ Radio Cable. El radio cable, el cual conecta la RAU con la MMU, es un cable coaxial que puede transportar tráfico full *duplex*, fuente de voltaje DC y tráfico de servicio así como información de O&M.

En este capítulo se expusieron los tópicos más importantes en relación a los equipos de microondas que conforman la red, con la finalidad de utilizar los recursos que puedan brindar para transmitir la señal de supervisión hacia el centro de operaciones de la red. El siguiente capítulo explica el estudio que fue realizado para transportar la señal de supervisión por medio de direccionamiento IP.

## CAPÍTULO IV

### LA SEÑAL DE SUPERVISIÓN POR MEDIO DE DIRECCIONAMIENTO IP

Para propósitos de supervisión, los terminales Mini Link pueden ser conectados unos a otros formando subredes. Una subred es un agrupamiento de varios enlaces de Mini Link interconectados entre sí a través de canales de comunicación internos, los cuales forman el sistema de control y supervisión. Para facilitar su administración una subred no debe contener más de 200 enlaces. La forma de agrupamiento en subredes le permite al sistema una gran capacidad en cuanto al número de enlaces que puede manejar. Dichos enlaces pueden tener una configuración (1+1) o (1+0) indistintamente.

Para la transmisión de la supervisión a través de una subred, los terminales Mini Link deben estar interconectados a través de diferentes canales de comunicación, y cada terminal dentro de la subred debe tener una ID única, formada para el caso de la red de Movilnet, de cuatro caracteres. Cada terminal debe conocer la ID del terminal remoto y las ID de otros terminales conectados a sus propios canales de comunicación. Esto se hace utilizando el software localmente.

Los elementos que han de ser gestionados se encuentran distribuidos en varios estados de Venezuela y constan de los siguientes productos: Mini Link E de tecnología PDH y Mini Link High Capacity de tecnología SDH. Existen otros equipos Mini Link que son utilizados en la red en muy baja proporción como por ejemplo Mini Link MK II y Mini Link C de tecnología PDH cuyas características funcionales son similares a las del Mini Link E y que en un futuro próximo serán reemplazados por éstos.

La red Mini Link puede ser dividida en dos redes: la red de tráfico y la red de comunicación de datos, DCN (*Data Communication Network*) [11]. La red de tráfico maneja la transmisión de datos, por ejemplo entre una estación radio base y el centro de conmutación de servicios móviles. La DCN es la que proporciona conexión para operación y mantenimiento de datos entre el sistema de gestión y los terminales Mini Link. La DCN para equipos Mini Link es una extensión de red basada en IP, la cual implica el requerimiento de routers IP en la red para el manejo de la señal de gestión. El sistema de gestión se comunica con cada elemento de red para el establecimiento de la configuración de los parámetros y para la recopilación del estado e interpretación de la información. Entre las alternativas disponibles para poder conectar el canal de supervisión de los equipos Mini Link a un servidor de gestión se encuentra la utilización de direccionamiento IP.

El direccionamiento IP representa la asignación de un identificador único a un dispositivo que esté enlazado a la red. Este identificador es una dirección IP que le es asignada a los dispositivos que forman parte de los diferentes terminales Mini Link, así como también a dispositivos que cumplen la función de interfaz entre los equipos presentes en la red de microondas Mini Link Ericsson, en diferentes configuraciones, con la red LAN. Lo que se busca es que cada enlace de microondas de diferentes redes físicas puedan comunicarse y comunicarse a la vez con el sistema de gestión mediante la configuración de los routers internos de estos dispositivos y la utilización de diferentes interfaces. Las direcciones IP que serán asignadas por Movilnet forman parte de la red corporativa.

#### 4.1 Mini Link E con SAU IP

El sistema de control y supervisión dentro de un terminal Mini Link monitorea continuamente la calidad de la transmisión y el estado de alarmas. Esta

información es distribuida sobre los canales de supervisión que se propagan a lo largo de toda la red de Mini Link sin interferir con el tráfico de datos. El servidor de gestión se comunica utilizando estos canales a fin de llevar el control de la red de enlaces. Esto permite que se puedan formar subredes de manera que la información de gestión de esa subred, que está siendo transmitida por estos canales de comunicaciones, pueda ser enviada a través de un único punto IP hacia el sistema de gestión.

Las subredes compuestas por terminales Mini Link E pueden conectarse a la red DCN a través de un equipo que realice la función de interfaz. Dicho equipo debe proporcionar un puerto V.24 para la conexión de las subredes y la interfaz Ethernet para el sistema de gestión. El ancho de banda requerido desde una subred formada por equipos Mini Link es de 1200 bps.

Una posibilidad es la utilización de una unidad llamada SAU IP (*Service Access Unit IP*) disponible por el proveedor Ericsson. Esto brinda una gran flexibilidad, ya que implica no tener problemas de compatibilidad funcional entre las unidades que forman las diferentes subredes dentro de toda la red.

La unidad SAU IP es usada para permitir que un sitio Mini Link E pueda ser parte de una red DCN [12]. Esta unidad tiene un router interno y puede manejar información de gestión desde los equipos Mini Link, tráfico IP desde la red LAN y tráfico sobre los canales de servicio.

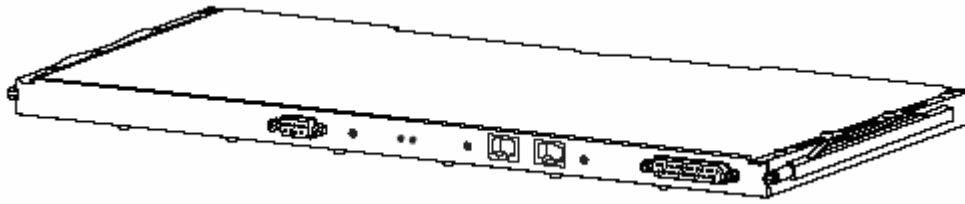


Figura N° 21 Unidad *plug-in* SAU IP

La SAU IP proporciona un canal DCN para la gestión del tráfico, la cual está constituida de paquetes IP. En algunos casos podría ser remplazadas las SAU (SAU básica, expansión 1 o expansión 2) por la SAU IP para la completa implementación de la DCN basada en IP en la red Mini Link.

La SAU IP proporciona canales IP para todas las unidades MMU en el AMM (hasta cuatro en la AMM 4U). Estos canales son los mismos canales de servicio que son accesibles desde la SAU expansión 1 y SAU expansión 2.

La unidad de SAU IP puede solamente usarse en un AMM 2U-3 y en un AMM 4U y debe instalarse en la posición más alta. La parte frontal de la unidad se muestra en la siguiente figura con sus respectivos tipos de conectores [13].

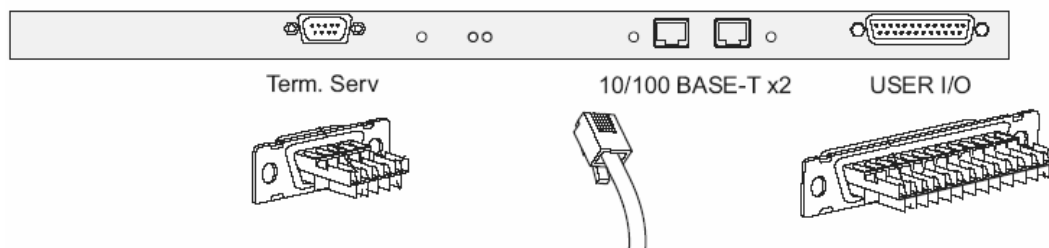


Figura N° 22 Panel frontal y conectores de la SAU IP

La SAU IP permite el enrutamiento de tráfico hacia diferentes interfaces, entre las cuales están 64 Kbps, Ethernet, V.24 y puertos de I/O. La SAU IP tiene

incorporado un router IP para el manejo de tráfico entre las diferentes interfaces. En la siguiente figura se muestra esta configuración [13].

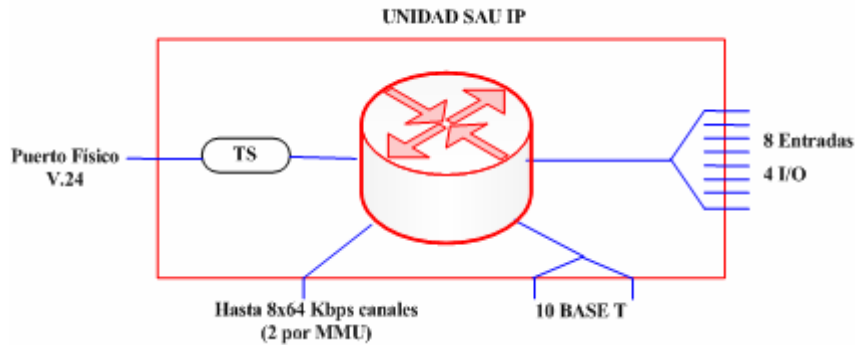


Figura N° 23 Router interno de la SAU IP

Los paquetes IP transmitidos en los canales de 64 Kbps pueden ser enrutados entre todas las unidades MODEM en un AMM o en la interfaz Ethernet.

Tabla N° 5 Descripción de las interfaces de la SAU IP

Interfaz	Descripción
Puerto físico V.24	La interfaz física V.24 es conectada al puerto <i>terminal server</i> . El <i>terminal server</i> convierte el tráfico en el puerto V.24 en paquetes IP.
Hasta 8 canales de 64 Kbps	Una AMM puede contener hasta 4 MMU, cada una con 2 canales de 64 Kbps.
10 BASE T	Dos interfaces Ethernet.
8 entradas y 4 entradas/salidas	Entradas/salidas de usuario.

El router IP en la SAU IP usa varias interfaces. A la unidad le es asignada una dirección IP, la cual es entonces heredada por todas las interfaces.

La SAU IP tiene incorporado dos puertos Ethernet (10 BASE T) para la conexión hacia otro equipo IP o hacia la red LAN. Esta interfaz también es usada para la gestión local por medio del software propietario LCT (*Local Craft Terminal*) el cual proporciona una interfaz gráfica al usuario.

Es importante tener en cuenta las diferencias entre la SAU básica, expansión 1 y expansión 2 con respecto a la SAU IP. Es por ello que se presenta una tabla mostrando los diferentes canales de comunicación para evaluar su interoperatividad al momento de aplicar una solución a un caso específico.

Tabla N° 6 Funciones de las SAU comparadas con la SAU IP

<i>Digital service channels (G.703)</i>	Reemplazado por los canales IP DCN. Cualquier equipo usando los canales digitales de servicio directamente, puede ser reconectado hacia el puerto Ethernet en la SAU IP.
NCC	Es compatible. La SAU IP no afecta la conexión NCC.
EAC	Reemplazado por la interfaz Ethernet.
RAC	No es compatible. El acceso remoto puede obtenerse a través de la interfaz Ethernet.
EOW analógico ( <i>Engineering Order Wire</i> )	Reemplazado por el EOW digital, soporta VoIP que puede comunicarse con el EOW analógico a través de un gateway externo.
Usuario I/O	La interfaz de usuario I/O es compatible para todas las versiones de la SAU.

El Mini Link E usa un protocolo propietario para el transporte de la señal de gestión llamado GNM. La SAU IP tiene incorporado un router para convertir la señal GNM en paquetes IP [14]. El puerto de O&M de cualquiera de las MMU dentro de la AMM se conecta con un cable externo al puerto TS (V.24) de la SAU IP. Es preciso hacer notar que solo se permite una conexión de O&M por subred Mini Link E hacia una SAU IP.

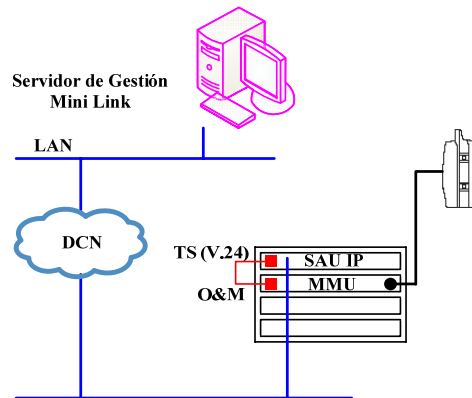


Figura N° 24 Conexión de un Mini Link E con el sistema de gestión a través de la SAU IP

Para aplicar esta solución se debe contar con un segmento de red LAN de Movilnet en el sitio. En este caso se utiliza la interfaz SAU IP para convertir de la red LAN al puerto RS-232 asíncrono en las tarjetas SAU en sus diferentes versiones, o MMU (puerto de O&M).

La SAU IP debe ser programada localmente con la dirección IP que tiene por defecto. Se configura el software de la misma teniendo en cuenta el puerto de acceso a esta tarjeta en su router interno [14]. Los parámetros más importantes a asignar son la dirección IP y la máscara de red suministrada por Movilnet.

El procedimiento para aplicar esta propuesta es el cableado y conexión del puerto de O&M de los terminales Mini Link al puerto V.24 (Terminal Server) de la



SAU IP. El cable para conectarla al puerto siempre debe ser del tipo RJ-45. El cable para conectar el router de la tarjeta SAU IP al puerto de O&M es tipo DB-9 macho en ambos extremos. Esta conexión es válida para cualquier tipo de radio Mini Link MK II, C o E, teniendo en cuenta la diferencia en los pines.

A continuación se muestran varios casos que pueden presentarse en la red de microondas de Movilnet, cuya solución para transportar la señal de supervisión implicaría la utilización de esta unidad SAU IP. En este caso se utiliza para el transporte de la señal de gestión de equipos Mini Link a través de la red, hacia el servidor de gestión, teniendo en cuenta que esta señal será enviada hacia la red en un solo punto, caracterizado por una dirección IP. Se presentan varias posibilidades de conectar equipos Mini Link para ser gestionados. Además se describen los canales de comunicación para la distribución de las señales de gestión en la red.

#### 4.1.1 Interconexión de las AMM

La señal de gestión puede ser enviada entre terminales Mini Link E a través de los canales de comunicación. El NCC (*Node Communication Channel*) se usa para la distribución de la señal de operación y mantenimiento entre uno o dos Mini Link AMM. La conexión entre unidades en un AMM se realiza a través del backplane, pero para conexiones entre dos AMM se usa un conector en la parte frontal de la MMU. La longitud máxima del cable usado debe ser de 15m entre diferentes AMM. Alternativamente, el conector EAC en la SAU puede usarse para interconexión de AMM dentro de un sitio. Esta conexión debe realizarse para interconectar a más de dos AMM. Cada variante de las SAU está equipada con dos conectores EAC. Se tienen dos canales EAC marcados como EAC 1 y EAC 2 sin ninguna prioridad entre sí. Los conectores utilizados pertenecen al estándar DB 9. Existen limitaciones con respecto al uso del cableado, que deben ser consideradas, como por ejemplo que

pueden conectarse un máximo de 32 terminales Mini Link a través del canal EAC por sitio. La señal de supervisión entre las unidades internas y la unidad de radio se distribuye a través del RCC (*Radio Communication Channel*). El HCC (*Hop Communication Channel*) se usa para la transmisión de datos entre terminales sobre el radioenlace con capacidad de 8 Kbps.

La SAU IP no es compatible con la conexión EAC, en cambio, las interfaces Ethernet pueden usarse para la interconexión, también en combinación con el NCC. La figura N° 25 muestra un sitio con cuatro AMM de los cuales dos incluyen SAU (básica, expansión 1 o expansión 2). Las AMM están interconectadas a través del NCC y el EAC. Una SAU IP puede insertarse en, por ejemplo, el AMM 2. El puerto de O&M en una de las MMU en la AMM 2 puede conectarse al puerto V.24 en la SAU IP. Las conexiones existentes no se ven afectadas por la SAU IP. Para evitar lazos en la red DCN, no debe existir más de un punto de acceso a la subred Mini Link E. La señal de gestión de los terminales Mini Link E es convertida en paquetes IP en la SAU IP y transportada a través de los canales de comunicación de la subred hacia el sistema de gestión.

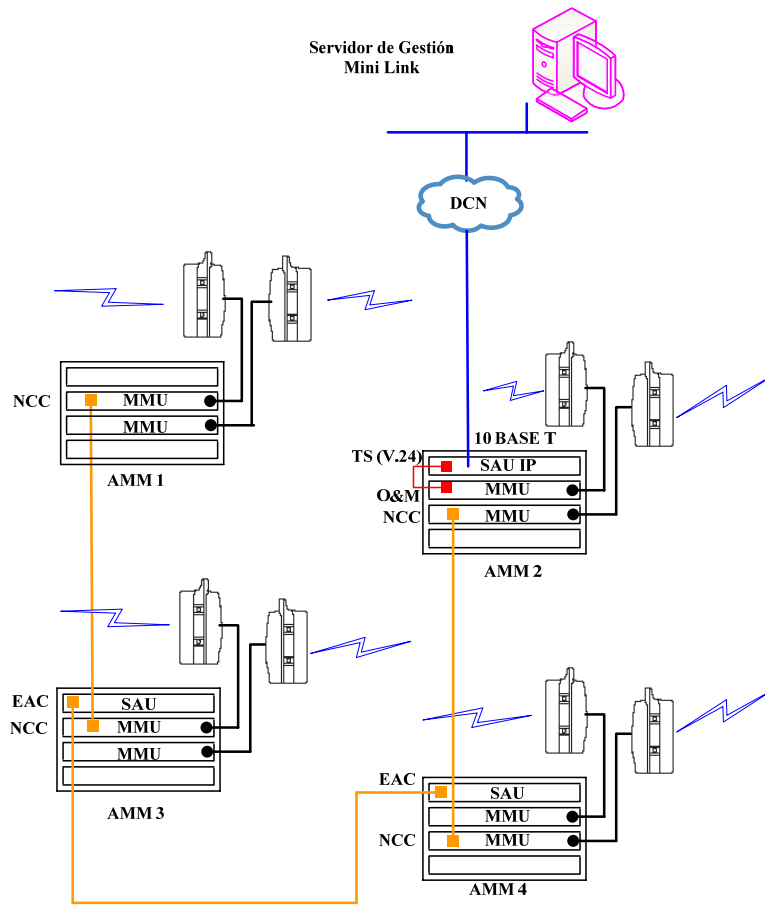


Figura N° 25 Interconexión de terminales Mini Link E para transportar la señal de gestión a través de la SAU IP

La SAU IP no es compatible con la conexión RAC. Cualquier conexión RAC existente puede mantenerse como está o reemplazarse con una conexión Ethernet hacia la DCN. Mantener la conexión RAC implica que no puede usarse la SAU IP.

Se puede presentar el caso de tener que interconectar tres AMM en un mismo sitio, que transporten señales de gestión de sitios remotos, como el caso anterior. En la figura N° 26 se presenta una posibilidad de conexión.

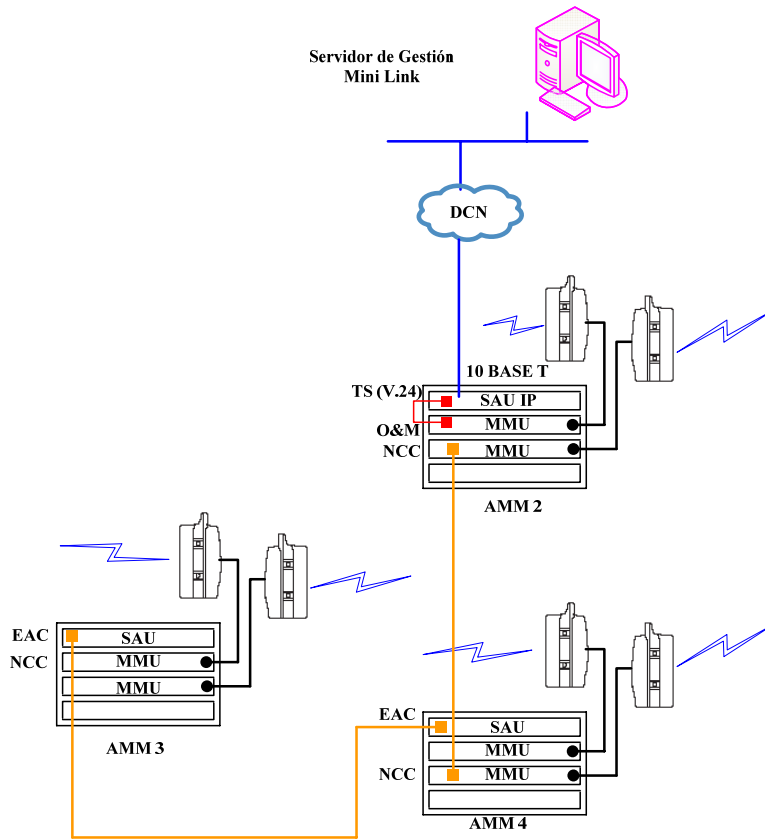


Figura N° 26 Interconexión de tres AMM Mini Link E para transportar la señal de gestión a través de la SAU IP

#### 4.1.2 Subredes en paralelo.

Las AMM se conectan unas a otras a través del puerto NCC. Un mensaje de O&M hacia la otra AMM puede enviarse simultáneamente en más de una manera, lo cual ocasionaría sobrecarga innecesaria al sistema. En la figura N° 27 se tienen dos sitios que muestran esta situación. Se debe colocar la conexión NCC en el sitio A o en el sitio B, pero no en ambos, esto con el propósito de reducir la carga. Es necesario aclarar que donde se realice la conexión debe haber un punto IP para poder transmitir la señal de gestión hacia la red a través de la SAU IP. La conexión al sistema de gestión se realiza a través de un punto (terminal).

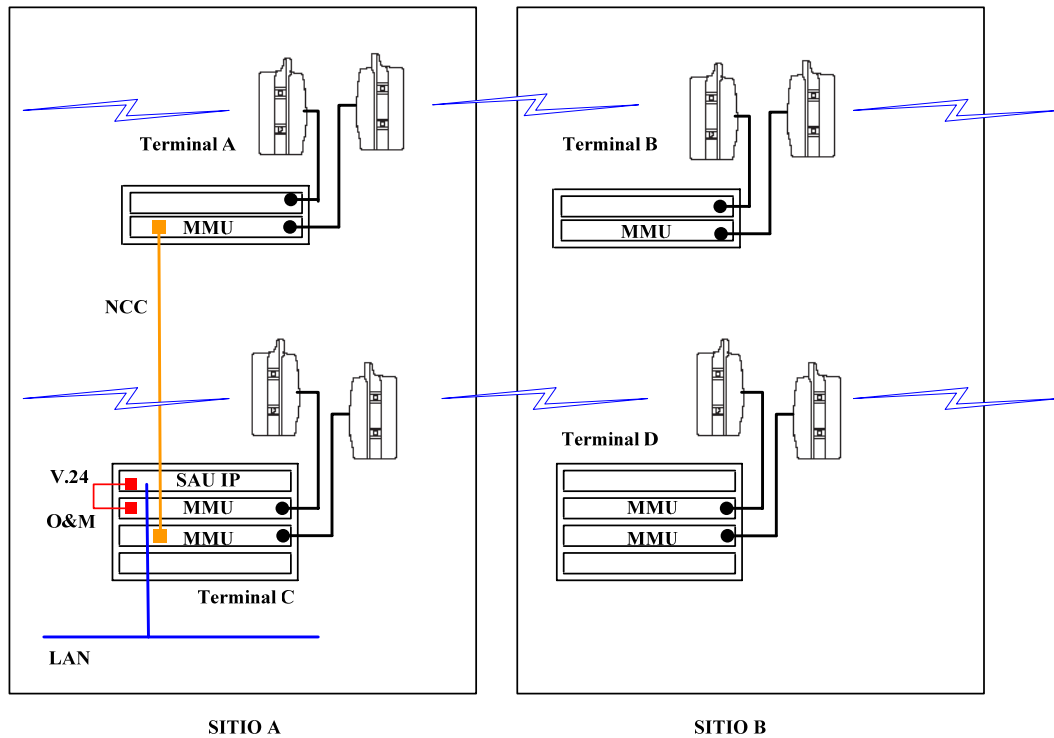


Figura N° 27 Ejemplo de subredes en paralelo

#### 4.1.3 Interconexión de Mini Link usando SAU IP.

Usando dos SAU IP y sus interfaces Ethernet, se puede interconectar dos AMM cuando el NCC no puede usarse, debido a que este puerto ya es utilizado para interconectar a otras AMM. El procedimiento para interconectar ambas unidades SAU IP es el cableado y conexión de sus puertos Ethernet. Este caso se ilustra en la figura N° 28, en el sitio A. El puerto V.24 de la SAU IP que se encuentra en la posición más baja en la figura se conecta al puerto de O&M en una de las MMU en la AMM. Esta MMU se convierte en el terminal frontal de la segunda subred, desde una perspectiva de gestión. La señal de supervisión de los terminales Mini Link E en la subred 2 es convertida en paquetes IP en la SAU IP y transportada hacia los canales IP en la subred 1 del sistema de gestión.

El mismo procedimiento de convertir la señal en paquetes IP por los terminales en la subred 1 se realiza por el terminal frontal más cercano de la red IP DCN, mostrada en la figura N° 28. De esta manera se puede dividir una subred mayor, que se aproxima a los 200 elementos de red, en dos subredes más pequeñas.

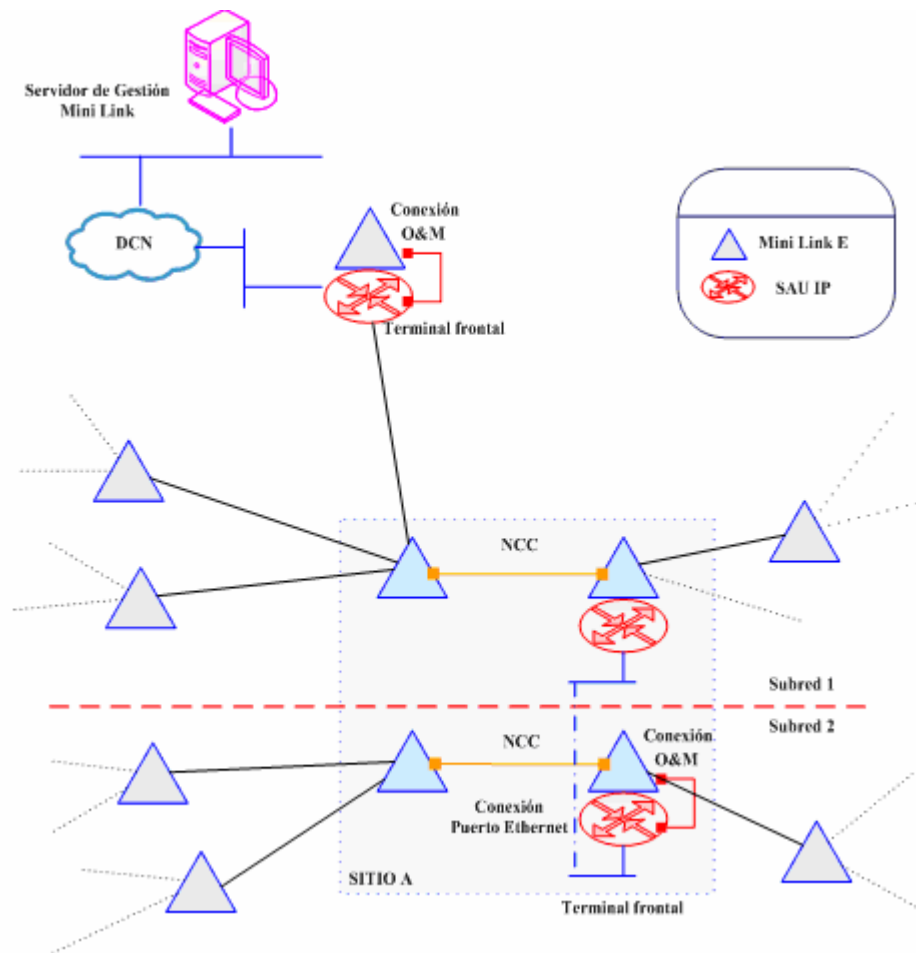


Figura N° 28 División de dos subredes usando SAU IP

Hacer una conexión de O&M (entre el puerto de O&M en la MMU y el puerto V.24 de la SAU IP) en todas las SAU IP de la red no es recomendable. Esta conexión no añade ninguna redundancia al sistema, sino que resulta en la creación de

pequeñas subredes. Cada SAU IP con una conexión de O&M será un terminal frontal de una subred y de esta forma una subred. Si todas las SAU IP tienen esta conexión las subredes podrían consistir de solo un terminal que se establece individualmente por el sistema de gestión. La conexión de O&M debe hacerse en aquellos lugares donde es conveniente tener un terminal frontal para así formar una subred Mini Link.

#### 4.2 Mini Link E conectados a un router.

Las subredes compuestas por terminales Mini Link E pueden conectarse a la red DCN a través de un equipo que realice la función de interfaz. Dicho equipo debe proporcionar puertos V.24 para la conexión de las subredes y la interfaz Ethernet para el sistema de gestión. Se utiliza en este caso un router 2811 de Cisco.



Figura N° 29 Cisco Serie 2800

Este router debe tener compatibilidad con:

- Interfaces seriales asíncronas RS-232.
- Conexiones TCP/IP.

El router 2811 de Cisco puede utilizarse como interfaz entre las subredes Mini Link y el servidor de gestión. Este equipo posee módulos de conectividad serial NM-16 y NM-32, con 16 y 32 puertos asíncronos RS-232 respectivamente, que puede utilizarse de acuerdo a los requerimientos de cada sitio.

Las interfaces seriales del router se debe configurar de la siguiente manera:

- 1200 bps.
- 8 bits de datos.
- 1 bit de parada.
- Sin paridad.
- Sin control de flujo.

En caso de tener varias subredes de equipos Mini Link, conectadas en una misma central, se tiene la alternativa de usar el router 2811 de Cisco. Este equipo cuenta con 16 o 32 puertos asíncronos. Cada puerto puede conectarse a cada una de las subredes mediante el puerto RS-232 de O&M de un terminal Mini Link. Los router 2811 de Cisco están equipados con interfaces LAN cumpliendo con la mayoría de estándares de redes de datos, como por ejemplo Ethernet, de tal manera que se conectan al servidor de gestión a través de TCP/IP.

Esta alternativa deberá usarse en cada MTX (Central de Conmutación) de la red de Movilnet. Cada MTX deberá recibir la información de supervisión de los enlaces más cercanos a ella para ser integrada a la red de datos DCN.

El router de Cisco (o de otro fabricante) se utiliza debido a que cumple la función de interfaz entre la red LAN de Movilnet: 10/100 Base T y los puertos



seriales y asíncronos de los canales SAU en los radios Mini Link o los puertos de O&M de las MMU.

Las direcciones IP que se utilicen para los routers son administradas por Movilnet. Estas direcciones forman parte de las diferentes redes TCP/IP en uso. Estos routers se programan para que puedan ser gestionados remotamente por el personal de O&M de Movilnet.

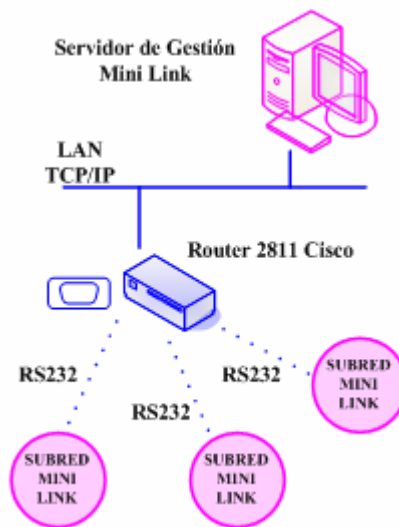


Figura N° 30 Uso del router 2811 de Cisco en las MTX

El router es conectado directamente al puerto de O&M (interfaz V.24) de un Mini Link E, por medio de un cable de longitud máxima de 15m.

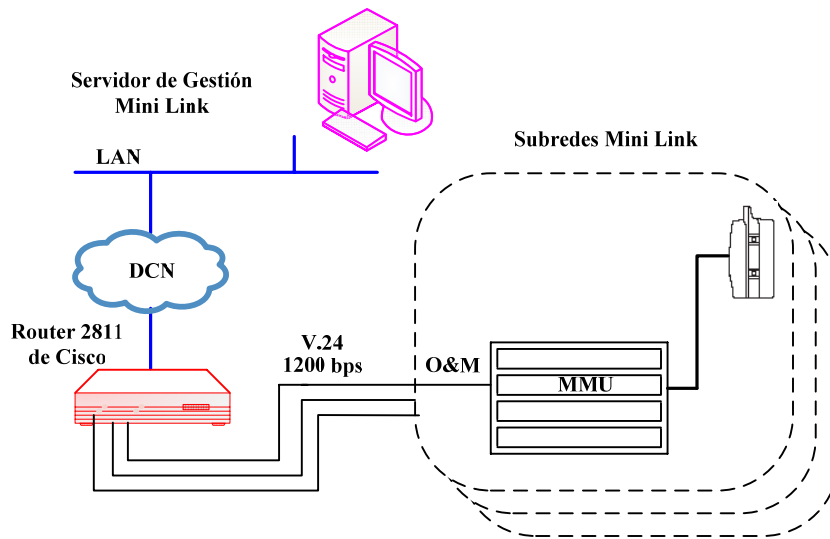


Figura N° 31 Subredes Mini Link conectadas al servidor de gestión Mini Link a través del router

En cuanto a los puertos asíncronos se tendrá en cuenta el número máximo a ser utilizados y podrá darse un margen del 10% más en caso de crecimiento de la red.

#### 4.2.1 Interconexión de las AMM

Las AMM localizadas en un mismo sitio pueden interconectarse usando diferentes canales de servicio del tráfico DCN.

Se puede presentar el caso de enlaces de microondas Movilnet, que convergen a un punto de concentración, para luego ser transportados hasta la MTX por un medio Movilnet, es decir, por un terminal Mini Link. Este caso se muestra en la figura N° 32.

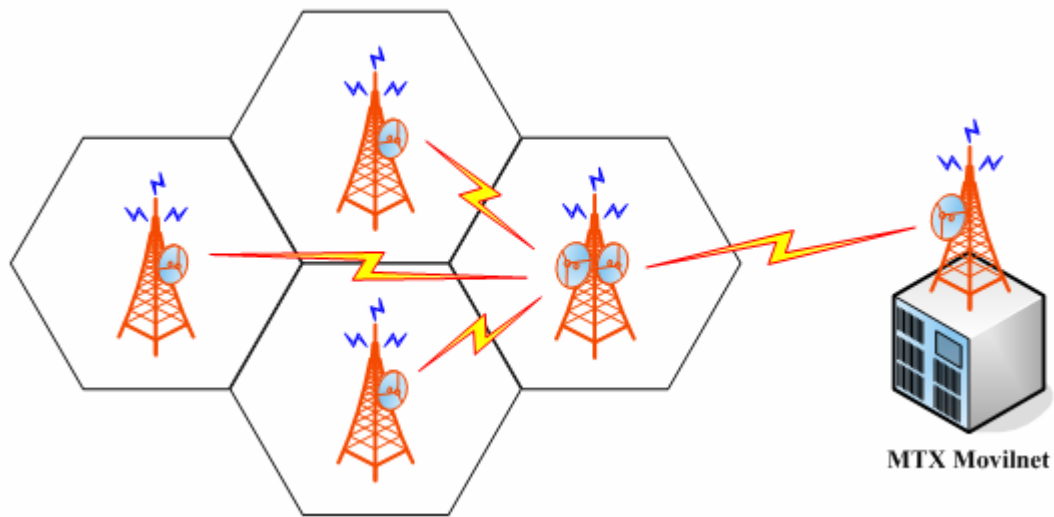


Figura N° 32 Señal de supervisión en un punto de concentración hacia la MTX

El NCC (*Node Communication Channel*) conecta dos AMM a través de los puertos NCC de las MMU. El EAC (*External Alarm Channel*) disponible en las SAU (básica, SAU expansión 1 y 2) puede usarse para conectar un grupo de dos AMM hacia otro AMM o un grupo de ellas. Al tener estos AMM conectados de esta manera se forma una subred cuyo puerto de O&M de cualquier MMU se puede utilizar para conectarlo con el router y de esta manera enviar la señal de gestión hacia la red. Este tipo de configuración se muestra en la siguiente figura. Esta situación se presenta en puntos de concentración donde la señal de supervisión es enviada hacia la MTX, donde se encontrarán los routers 2811 de Cisco.

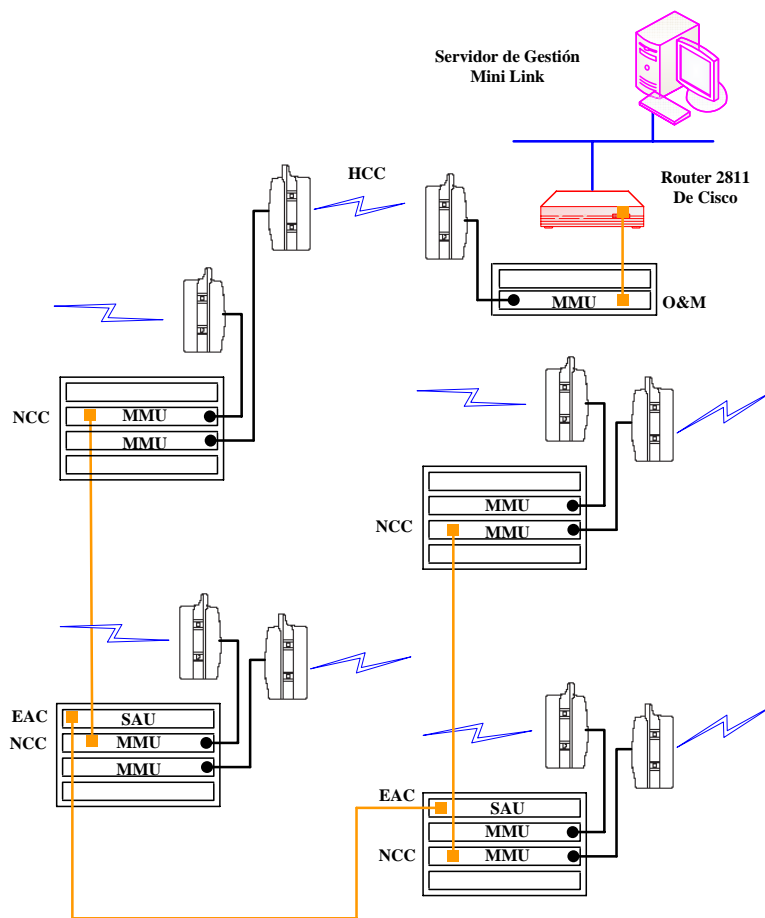


Figura N° 33 Interconexión de varios terminales Mini Link E para ser gestionados a través del Router 2811 de Cisco

#### 4.3 Mini Link High Capacity con la TRU (*Traffic Unit*)

La conexión a la red de gestión en este equipo, contrario a los Mini Link E, se hace por intermedio de la tarjeta TRU (*Traffic Unit*), la cual tiene varios puertos que se habilitan según el requerimiento. Esta unidad ya está incorporada al equipo de microondas, por consiguiente no es necesario adquirirla. Solo debe ser configurada mediante su software para que realice las funciones deseadas.

El Mini Link High Capacity proporciona a través de la unidad TRU una DCN basada en IP para el transporte de información de operación y mantenimiento, por medio de un router interno incorporado en la unidad. Este router es configurado localmente a través del software LCT, el cual permite acceder fácilmente a las aplicaciones de mantenimiento [8].

El procesador central en la TRU almacena información de O&M recibida desde otras unidades en el terminal. Esta información puede ser extraída por el servidor de gestión Mini Link.

El Mini Link High Capacity puede gestionarse remotamente a través del sistema de gestión Mini Link así como también cualquier sistema de gestión de red que use el protocolo SNMP. Este equipo será conectado al sistema de gestión en ambos casos a través de una dirección IP en la DCN.

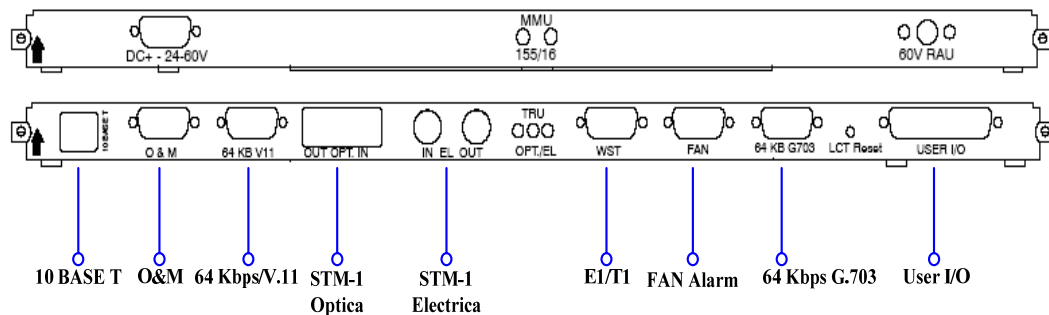


Figura N° 34 Parte frontal de un AMM equipado con una MMU y una TRU

Para la solución propuesta es de interés solamente el puerto 10 Base T, terminado en conector RJ-45 y que cumple con el protocolo TCP/IP, por lo tanto se necesita en uno de los extremos del enlace una extensión de la red LAN. La dirección IP es suministrada por Movilnet.

El puerto de O&M es utilizado para supervisión local y configuración, no puede utilizarse para la interconexión entre las TRU en el mismo sitio.

El otro puerto que puede utilizar dirección IP es el de O&M RS-232, pero debido a recomendaciones del fabricante, Ericsson, se deja libre para el acceso local. Para este acceso vía RS-232 es necesario habilitar este puerto a través del software del equipo LCT y utilizar un emulador TCP/IP sobre el puerto serial y luego navegar sobre la IP asignada a ese puerto.

Como el caso de Mini Link E es necesario que cada terminal Mini Link High Capacity tenga una ID única que lo identifique en toda la red. Dicha ID está conformada por cuatro caracteres.

En el caso del crecimiento de la red de enlaces de microondas, en lugares donde se tenga presente varias unidades TRU, de varios Mini Link High Capacity, se debe adquirir un hub o un switch para su interconexión. Este caso no se presenta actualmente en la red Movilnet.

#### 4.3.1 Asignación de direcciones IP a los puertos físicos

Las interfaces físicas (incluso las interfaces de radio) en la TRU son asociadas con los puertos en el router interno. Hay cinco puertos en el router y los que van a ser usados se les deben asignar una dirección IP para ser utilizada por cada uno [9]. El puerto V.24/V.28 tiene una dirección por defecto y según Ericsson no es recomendable cambiarla.

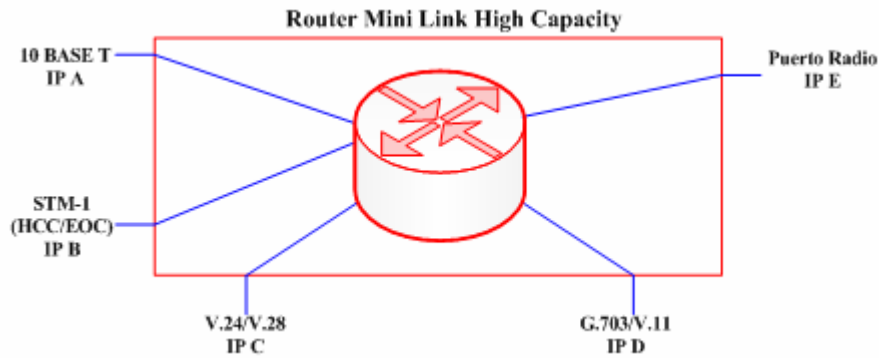


Figura N° 35 Router interno de la TRU

Tabla N° 7 Puertos del Mini Link High Capacity

Interfaz	Descripción
Puerto físico V.24/V.28	El puerto es usado para la gestión local del terminal.
Interfaz radio	Ambos extremos del radio enlace.
10/100 BASE T	Interfaz Ethernet para conexión con otro equipo IP o una red LAN. También se usa para gestión local por medio del LCT.
STM-1	La señal de gestión puede ser enrutada con esta interfaz por el transporte en el DCC <sub>R</sub> o el EOC con otro equipo Mini Link High Capacity en el mismo sitio.
V.11/G.703	La señal de gestión puede ser enrutada con la interfaz V.11/G.703 (64 Kbps)

Los terminales conectados unos a otros a través de los conectores 10BASE T deben ser configurados como una subred (visto como un punto IP). Todos los conectores deben ser configurados con direcciones IP pertenecientes a esa subred.

#### 4.3.2 Conexiones del Mini Link High Capacity al sistema de gestión

La supervisión remota de una red de Mini Link High Capacity en una DCN se realiza con una conexión al puerto 10 Base T en uno de los terminales a la red o por medio de una conexión a través de un MODEM. El MODEM es conectado a través del puerto de O&M del Mini Link High Capacity. Ambas situaciones se muestran en la figura N° 36. Se toma la conexión a la red DCN por medio del puerto 10 Base T como solución para los casos de Mini Link High Capacity que tienen disponibilidad de acceso IP en el sitio; cuyo caso es el que se presenta en la red de microondas de Movilnet hasta los momentos. Esto es debido a que estos equipos manejan alta densidad de tráfico y los sitios donde se encuentran en la red cuentan con disponibilidad de puntos IP.

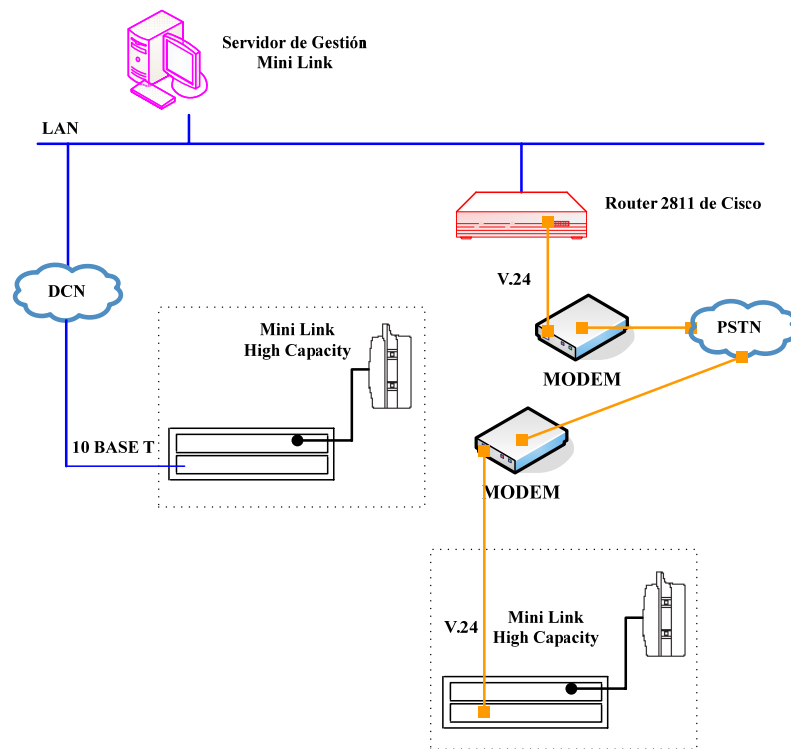


Figura N° 36 Maneras de conectar el Mini Link High Capacity  
al sistema de gestión



Existen diferentes canales que son utilizados para el transporte de información de operación y mantenimiento. Cada TRU (*Traffic Unit*) posee un router que realiza un enrutamiento de paquetes IP entre diferentes interfaces (puerto de O&M, puerto 10 Base T, puertos de servicios y canales de comunicaciones). Las funcionalidades del router permiten que la DCN se extienda a lo largo de la red de transmisión.

Los bytes RSOH (*Regenerator Section Overhead*) en la trama SDH son usados por los canales de comunicación para la transmisión de la información de operación y mantenimiento. Los canales son DCC<sub>R</sub> (*Data Communication Channel*) y los HCC (*Hop Communication Channel*)/EOC (*Embedded Operation and Maintenance Channel*), cada uno con una capacidad de 192 Kbps. Los canales HCC/EOC son implementados en bytes reservados para uso dependiente. Este canal es llamado HCC si la vía es radioeléctrica, o EOC si es usada una interfaz eléctrica u óptica STM-1. Se puede escoger cualquiera de los dos, el canal DCC<sub>R</sub> o cuando no esté disponible el canal HCC/EOC. En la interfaz DCN radio tienen que habilitarse en ambos extremos del enlace los bytes HCC o DCC.

En la siguiente figura se muestra la disposición de los bytes usados en la RSOH de la trama SDH por los canales de comunicación.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	A1	A1	A1	A2	A2	A2	J0/C1	NU	NU
2	B1	EOC	EOC	E1		FU	F1	NU	NU
3	D1	ATPC	EOC	D2		FU	D3	FU	FU
4	AU pointers								
5	B2	B2	B2	K1			K2		
6	D4			D5			D6		
7	D7			D8			D9		
8	D10			D11			D12		
9	S1	Z1	Z1	Z2	Z2	M1	E2	NU	NU

Figura N° 37 Bytes de la RSOH en la trama SDH

Se explica en la tabla N° 8 la correspondencia entre bytes de la RSOH y los canales de comunicación.

Tabla N° 8 Correspondencia entre los bytes RSOH y los canales de comunicación

Byte RSOH	Canal
E1 (seleccionado por medio de software)	Canal de servicio G.703/V.11 (64 Kbps)
F1 (seleccionado por medio de software)	Canal de servicio G.703/V.11 (64 Kbps)
ATPC	Canal <i>feedback</i> ATPC
EOC	<i>Embedded Operation and Maintenance Channel</i> (192 Kbps)
D1-D3	<i>DCC Data Communication Channel</i> (192 Kbps)
UN	Byte disponible para uso nacional.
FU	Reservado para uso futuro.

#### 4.3.3 La comunicación entre terminales Mini Link High Capacity

El canal de mantenimiento entre dos terminales puede establecerse en varias maneras:

➤ Conexión por medio de los puertos 10/100 Base T, alternativa 1 en la figura N° 38. Cuando tres o más terminales quieren conectarse debe usarse un hub o un switch externo. El router interno en la TRU asegura que la señal de supervisión

desde el puerto 10 Base T es sumada al tráfico principal sobre el radioenlace, usando cualquiera de los canales DCC o HCC.

- Conexión a través de los puertos G.703, alternativa 2 en la figura N° 38.
- Conexión junto con el tráfico, usando bytes en la trama STM-1, DCC<sub>R</sub> o EOC, alternativa 3 en la figura N° 38.

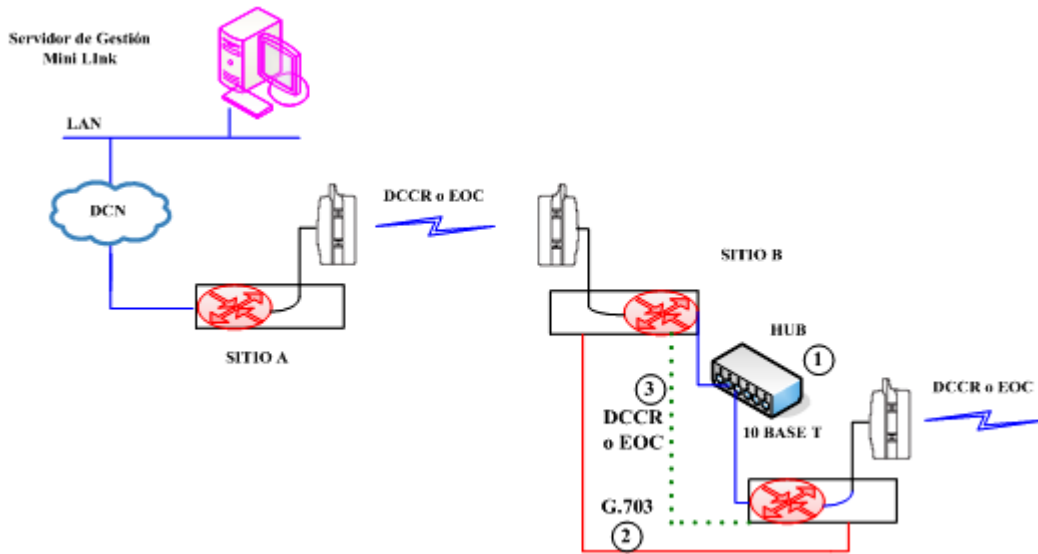


Figura N° 38 Ejemplo de enrutamiento de tráfico IP en una subred Mini Link High Capacity

Un radioenlace en una configuración 1+1 consiste de dos terminales de radio (MMU y RAU) pero sólo una TRU. Con direcciones IP asignadas a las TRU en ambos sitios del radioenlace, un protocolo punto a punto puede establecerse entre los puertos de radio de las TRU. La señal de supervisión se transporta sobre el radioenlace a través de uno de los canales de comunicación (HCC o DCC<sub>R</sub>), entre el par de radios activos. El puerto de radio de la TRU es único, y por consiguiente no depende de cual MMU/RAU en un AMM este activo. Si uno de los radios activos, o

ambos fallan, un nuevo par de radios se activa y el canal DCN entre ellos esta entonces disponible. Esta situación se muestra en la figura N° 39.

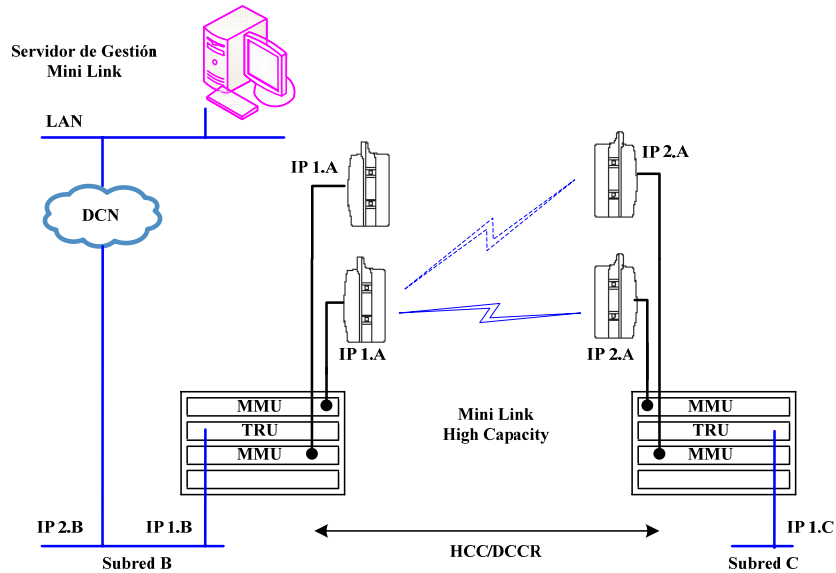


Figura N° 39 Mini Link High Capacity en configuración 1+1

#### 4.3.4 La comunicación entre terminales Mini Link E y Mini Link High Capacity

En el caso de tener un sitio de la red que contenga no sólo equipos Mini Link High Capacity sino también terminales Mini Link E, puede utilizarse la configuración que se muestra en la figura N° 40 donde es necesario que se encuentre un router en el sitio.

Una manera de supervisar equipos Mini Link E usando un sistema de Mini Link High Capacity es utilizado un router entre ambos sistemas. El puerto 10 BASE T de la TRU en el High Capacity se conecta a su correspondiente puerto en el router. El puerto de O&M de una de las unidades del Mini Link E, por ejemplo la MMU, se conecta con el puerto V.24 del router.

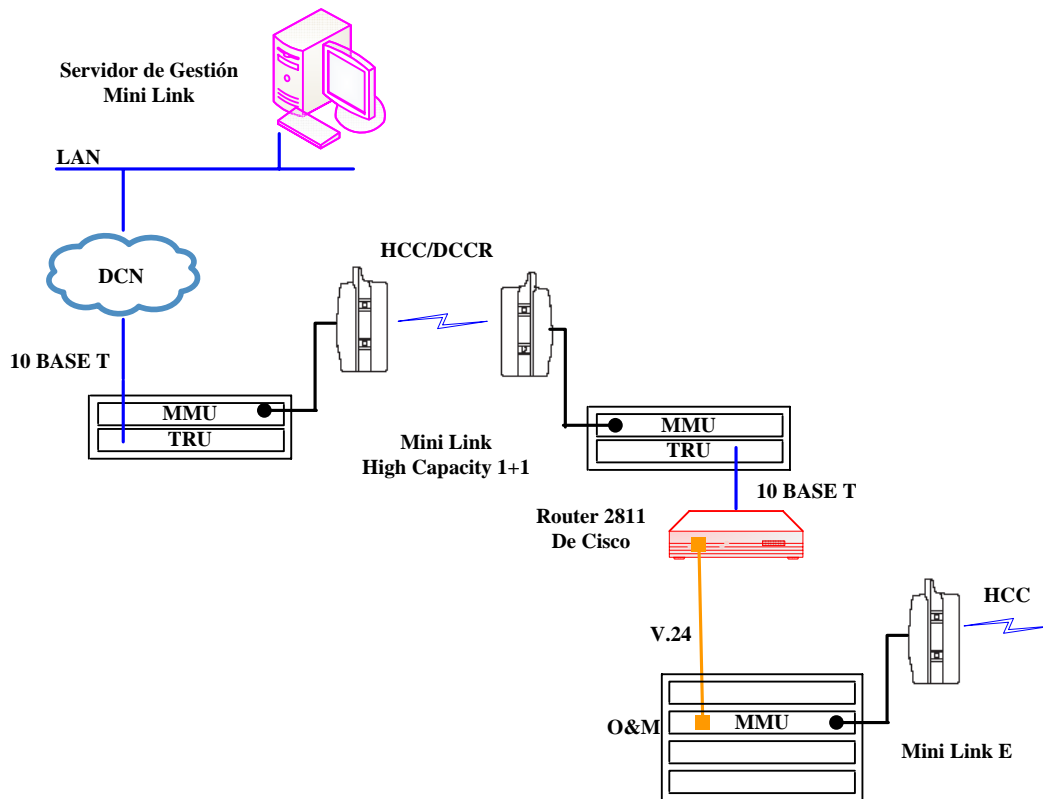


Figura N° 40 Configuración de un Mini Link E y un Mini Link High Capacity

El Mini Link E puede conectarse con el Mini Link High Capacity por medio de la SAU IP. La interconexión consiste de un cable entre los puertos Ethernet o con un sitio opcional LAN entre ellos. Un cable debe conectarse entre uno de los puertos de O&M en las MMUs del Mini Link E y el puerto V.24 de la SAU IP. Esta conexión es necesaria para convertir la señal de supervisión del Mini Link E (protocolo GNM) en paquetes IP. Estos paquetes son además enrutados hacia la interfaz Ethernet de la SAU IP.

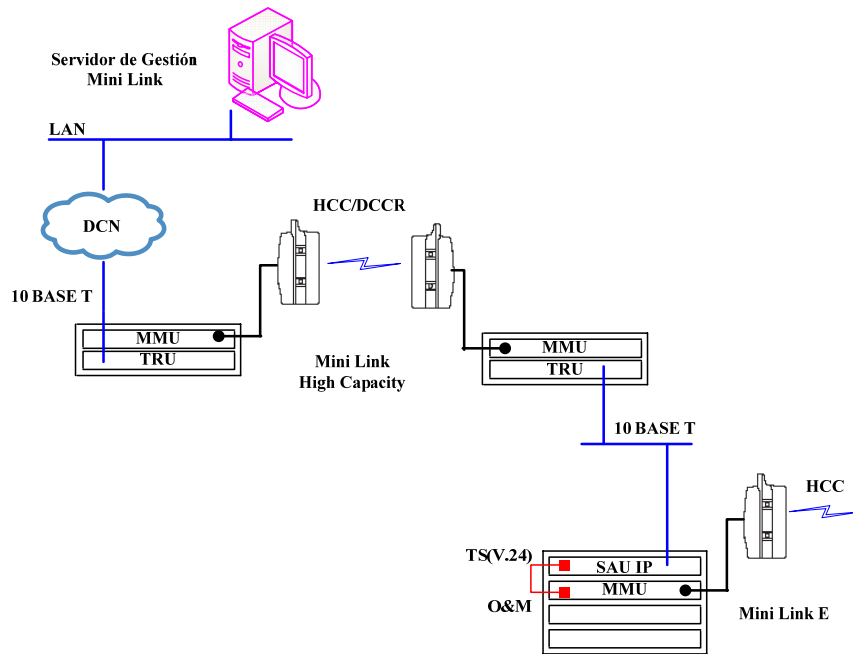


Figura N° 41 Conexión con el servidor de gestión del Mini Link E y el Mini Link High Capacity

#### 4.4 Equipos Mini Link con ETU (Ethernet Unit)

Existen casos en la red en los que no se dispone de puerto LAN perteneciente a la red corporativa de Movilnet en el nodo de una subred Mini Link. En estos casos es necesaria una solución alternativa.

Una opción es la utilización de una tarjeta llamada ETU (Ethernet Unit), igualmente del proveedor Ericsson, que es compatible con todos los componentes de la red Mini Link, ofreciendo de esta forma una gran flexibilidad y evitando posibles incompatibilidades que se presentan en algunos casos al ser equipos de diferentes proveedores. Al igual que la tarjeta SAU IP es una unidad que se incorpora a la AMM.

La ETU tiene una interfaz Ethernet 10 Base T para conectarse a la LAN o a otro equipo IP y una interfaz PDH (G.703) para la conexión con cualquier E1, E2 o E3 conectados hacia una MMU o hacia otro equipo que realice la misma función. Puede ser flexible en la configuración de cualquiera de las capacidades G.703 2,8, o 34 Mbps [15]. Permite la transmisión de tráfico Ethernet sobre una línea de transmisión PDH (típico enlace de radio). Esta unidad provee alta fiabilidad, flexibilidad y rapidez en la interconexión vía radio como solución LAN a LAN.

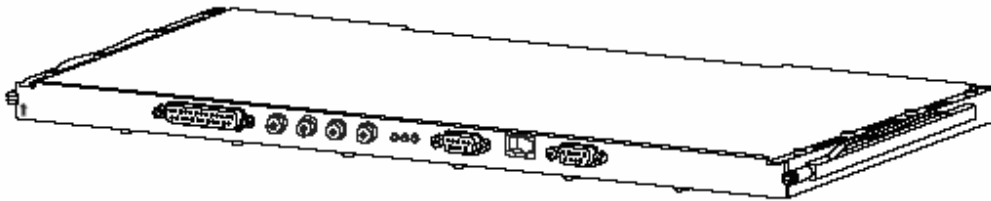


Figura N° 42 Unidad de interfaz Ethernet (ETU)

Para esta opción se van a utilizar 2 tarjetas ETU (Ethernet Unit) para efectuar conexión LAN a LAN y debe disponerse de un enlace E1, E2 o E3.

Al igual que la tarjeta SAU IP, la ETU debe configurarse por software localmente para asignarle una IP y un E1, E2 o E3 según sea el caso. Por medio del software se escribe la dirección y el enlace asignado. La dirección IP proporcionada a la ETU es transparente para la red DCN, es decir, no forma una subred desde el punto de vista de gestión.

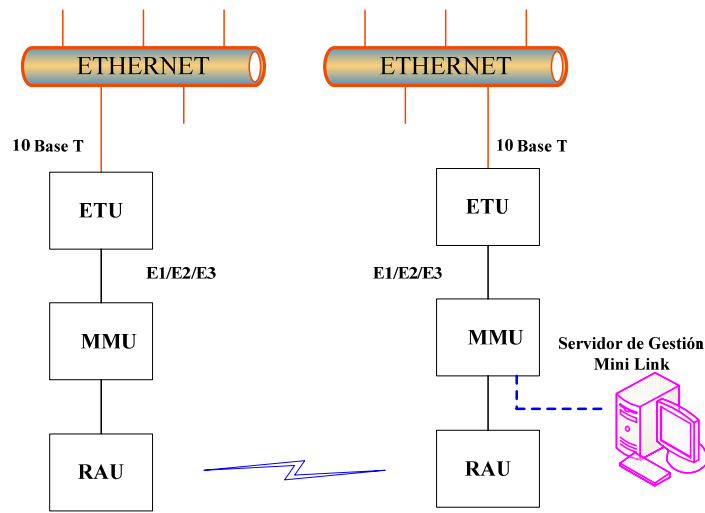


Figura N° 43 Aplicación de la ETU

Es posible hacer un seguimiento a todo el cableado de Ethernet y detectar fallas en el tráfico entre segmentos LAN a través de las alarmas desde la ETU y la MMU. La ETU y su software pueden ser monitoreados remotamente por el servidor de gestión Mini Link.

En la figura N° 44 se muestra el panel frontal de la unidad, donde se visualizan sus diferentes interfaces.

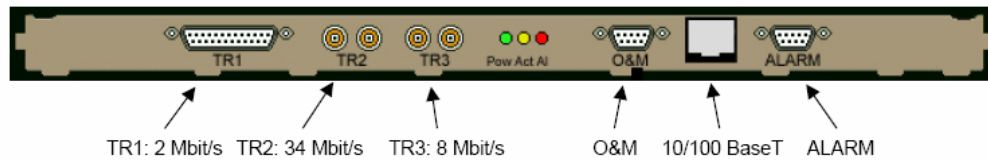


Figura N° 44 Interfaces de la ETU



Solo uno de los puertos de tráfico puede usarse a la vez y por consiguiente sólo uno de los cables puede conectarse.

Tabla N° 9 Interfaces de la ETU

Interfaz	Descripción
TR1 (E1 PDH)	2 Mbps (120Ω o 75Ω). Conector DB-25.
TR2 (E3 PDH)	34 Mbps. Conector SMZ.
TR3 (E2 PDH)	8 Mbps. Conector SMZ.
O&M	RS232C. Conector DB-9.
10/100 Base T	Ethernet.
Alarm	Conector DB-9.

En la figura N° 45 y en tabla N° 10 se muestra las conexiones que se realizan entre la ETU y la MMU.

Tabla N° 10 Conexiones entre la ETU y una MMU

Cable de Tráfico	Capacidad de Tráfico	Conexiones
A	2 Mbps (E1)	TR1 (ETU) – TR1A (MMU)
B	34 Mbps (E3)	TR2 (ETU) – TR2A (MMU)
C	8 Mbps (E2)	TR3 (ETU) – TR2B (MMU)

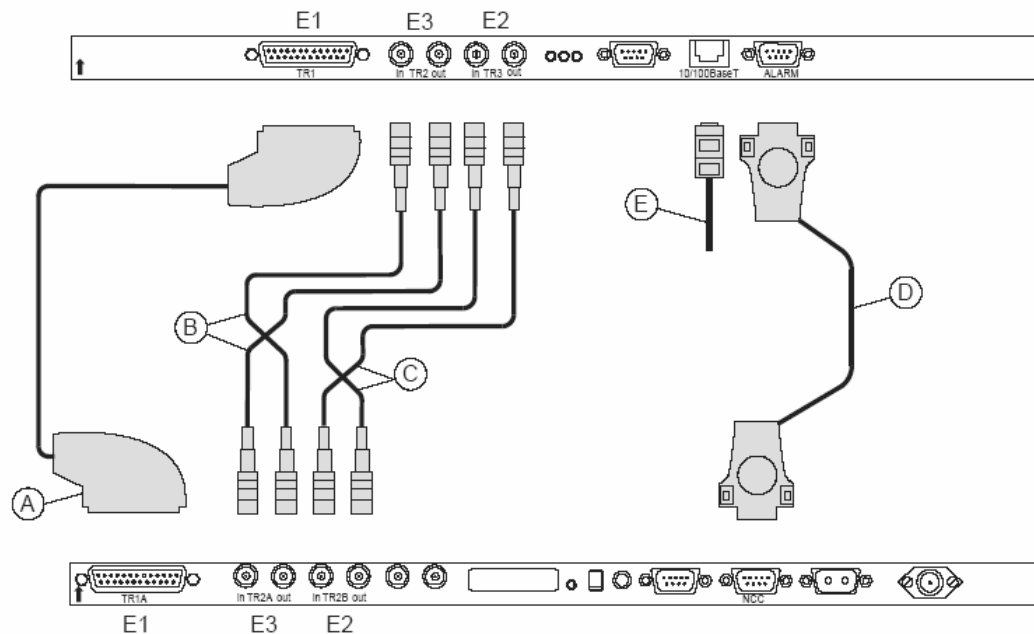


Figura N° 45 Conexión de la ETU con una MMU

En algunos casos, la red de Movilnet puede presentar en un punto importante, un conjunto de subredes formadas por diferentes equipos Ericsson que necesiten ser gestionados. Es posible concentrar todo el tráfico en un punto para luego ser transportado por un enlace de radio PDH. La tarjeta ETU puede ser utilizada como un puente de transporte de estas señales de supervisión pertenecientes a cada subred que se concentra en ese punto, es decir, conecta dos LAN separadas para crear lo que aparenta ser una sola LAN [16]. En el otro extremo del enlace se tiene otra tarjeta ETU que recibe la información y la pasa a un dispositivo que envía esta información al servidor de gestión Mini Link. Puede utilizarse para tal fin una tarjeta SAU IP. Esta situación se ilustra en la figura N° 46. Lo que se busca en estos casos es llevar puertos LAN a sitios remotos. De esta manera se interconectan enlaces para luego llegar a la red por un punto IP. Se utiliza un hub para la interconexión de todos los equipos.

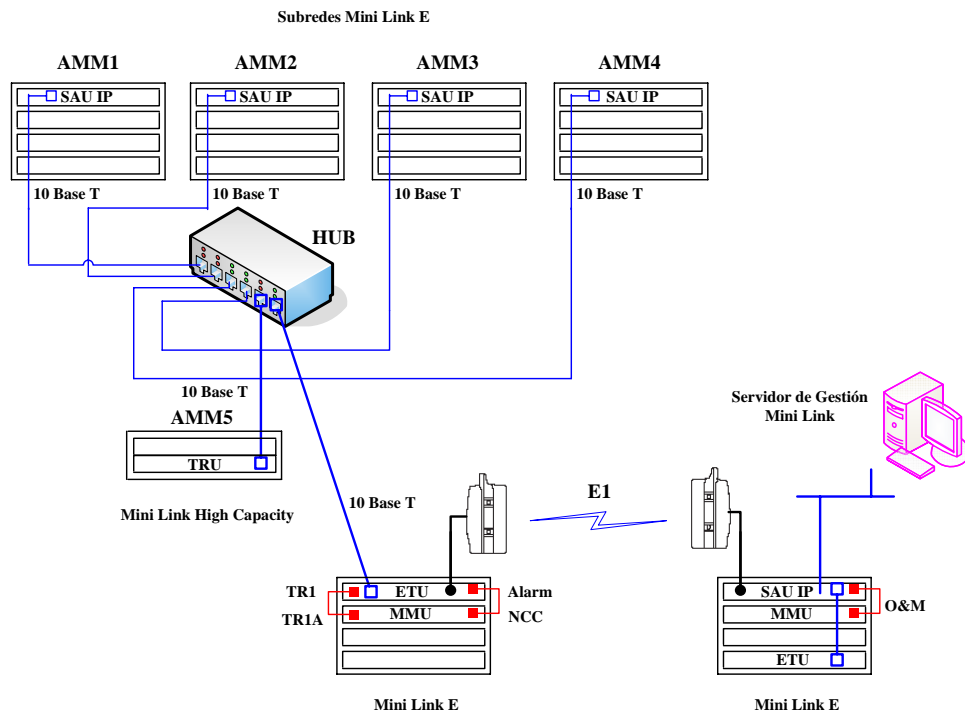


Figura N° 46 Interconexión de equipos Mini Link con el servidor de gestión a través de la ETU

La función de supervisión de la ETU permite hacer un seguimiento del enlace de Ethernet para encontrar una posible ausencia de tráfico. En caso de la ausencia de tráfico, la falla se propagará por la interfaz PDH para ser enviada por cualquier sistema de transmisión y por el sistema de gestión de red. La función de supervisión de tráfico provee supervisión del tráfico a través de la ETU en las interfaces PDH si no hay tráfico vía Ethernet.

Por medio de las funcionalidades descritas, es posible transportar la señal de supervisión en lugares de alta densidad de tráfico, los cuales se caracterizan por tener disponibilidad de direccionamiento IP, y de esta manera cubrir la mayoría de los casos dentro de la red de microondas.

## CAPÍTULO V

### LA SEÑAL DE SUPERVISIÓN A TRAVÉS DE UN ENLACE DE BAJA VELOCIDAD

La interconexión entre las estaciones radio bases y los centros de conmutación de servicios móviles MSC (*Movil Switching Center*) a través de CANTV se realiza por medio de enlaces de tráfico E1. El número de sistemas E1 utilizados está directamente relacionado con el número de canales de radio de la estación radio base en cuestión. En la red de acceso de Movilnet nos encontramos que algunos de los E1 relacionados a las radio bases no son utilizados en su totalidad.

La red de transporte de Movilnet que hace uso de la red de CANTV está conformada por enlaces de tráfico E1 arrendados de forma independiente. Estas subredes surgen del dinamismo propio de las redes celulares. En esta categoría caen todos los enlaces de tráfico E1 arrendados por sí solos, aún cuando existan múltiples sistemas cubriendo la misma ruta. Son tomados por lo general de los paneles de conexión DDF, los cuales albergan los conectores de los enlaces de tráfico, pertenecientes a CANTV, y la misma es responsable por entregar en forma segura en el destino establecido. Para Movilnet, cualquier tránsito que la señal realice entre el punto de entrada y salida es transparente, ya que solo entrega la señal para que la transmita CANTV y la recibe por ella en un punto determinado.

El criterio para la utilización de ese esquema fue la disponibilidad de canales de acceso, bien fueran directamente en las MTX donde convergen subredes de Mini Link, o en sitios CANTV que tuviesen enlaces de servicio digital tipo RS-232 hacia una MTX.

En la central donde se utilice al menos una solución de enlace de baja velocidad, de un enlace de microondas que llegue a este sitio, debe instalarse un router 2811 de Cisco para agrupar a todos los puertos y realizar la conversión al segmento de red LAN de Movilnet.

Se puede tener el caso en que los enlaces convergen en un sitio CANTV previa formación de subredes mediante canales de comunicación, siendo en algunos casos necesario el uso de las SAU.

En el sitio CANTV se tomará uno de los puertos de O&M de cualquiera de los terminales que forman la subred y se enviará a la MTX a través de un canal de servicio RS-232.

El procedimiento para implementar esta propuesta es el cableado y conexión de puertos de O&M de terminales Mini Link a puertos de baja velocidad RS-232 en el lado de la radio base y sitios CANTV. Luego se procede al cableado y conexión de los puertos de baja velocidad RS-232 al equipo router 2811 de Cisco, en el lado correspondiente de las centrales Movilnet (MTX).

Esta solución es denominada de baja velocidad porque utiliza solo conexiones RS-232. Se maneja un canal de la trama E1, o sea 64 Kbps, disponible en los sitios CANTV para transportar la señal de gestión Mini Link. Dichos enlaces hasta las diferentes MTX de todo el país van a estar arrendados a CANTV. Esta situación se presenta particularmente en sitios retirados del interior del país en donde no se tiene disponibilidad de direccionamiento IP y cuya alternativa es arrendar un enlace de baja velocidad a CANTV.

Para realizar estas funciones se utiliza el equipo 2701 MainStreet, el cual es una unidad de terminación de datos V.24/RS-232 en los sitios donde se va a implementar esta solución.

El equipo 2701 MainStreet DTU provee la interfaz entre la red de transporte de CANTV y los terminales Mini Link.



Figura N° 47 Equipo 2701 MainStreet DTU

Este dispositivo ofrece dos canales de 64 Kbps para los canales de datos de usuario. Para aplicar esta solución en un sitio CANTV donde convergen varios enlaces, es necesario interconectar los equipos Mini Link E para formar una subred. Al tener la subred formada, se utiliza el puerto de O&M de una de las MMU o de una SAU.

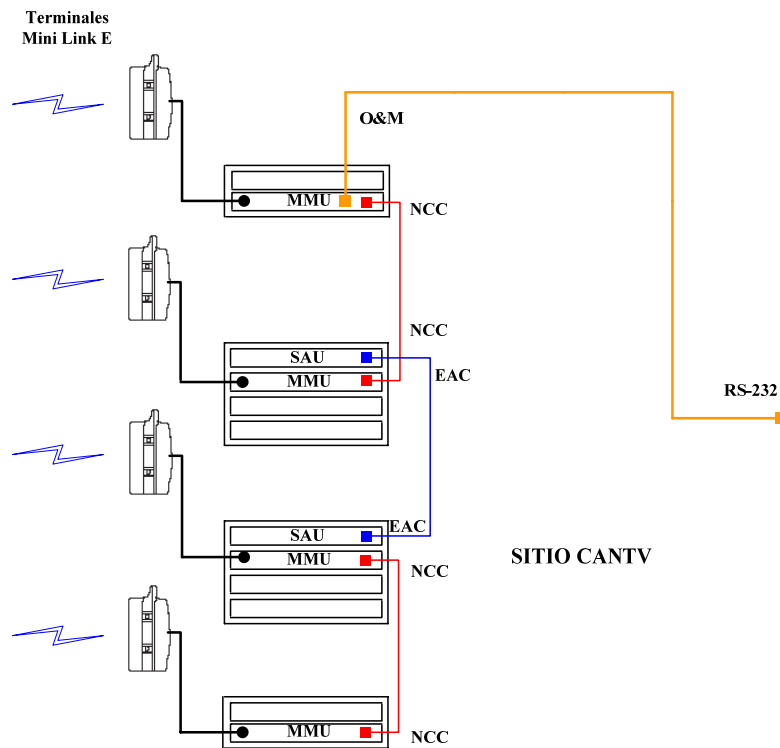


Figura N° 48 Interconexión de equipos Mini Link E en sitios CANTV

El puerto de O&M se conecta al puerto de datos disponible en el equipo DTU, con el cable especial de DB-9 macho a DB-25 macho, ya que ambos dispositivos son configurados como DCE (equipo terminal del circuito de datos). Estos puertos se muestran a continuación junto con el conector de línea y el conector de energía.

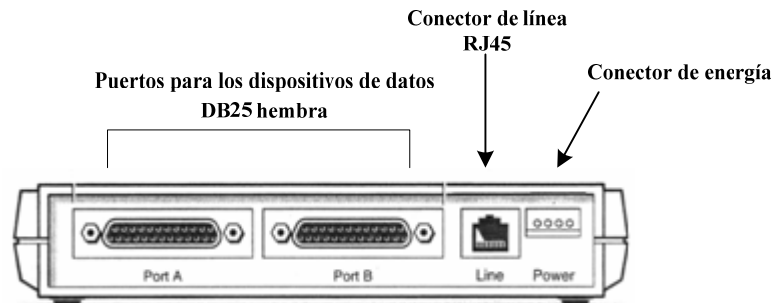


Figura N° 49 Puertos disponibles en el equipo 2701 MainStreet

Como se muestra en la figura N° 50 la señal de supervisión pasa de la subred formada en el sitio CANTV por uno o más radioenlaces, hacia el equipo 2701 MainStreet. El puerto utilizado para extraer la señal de supervisión es el de O&M, ya sea de la MMU o de la SAU que se encuentre en el sitio. El equipo DTU se conecta al Mini Link E a través de uno sus puertos de datos de 64 Kbps y hacia el equipo concentrador de CANTV a través del conector de línea. En este punto CANTV toma la señal y la envía hacia la MTX de Movilnet a través de uno de sus medios de transmisión. Este proceso es transparente para el sistema de gestión.

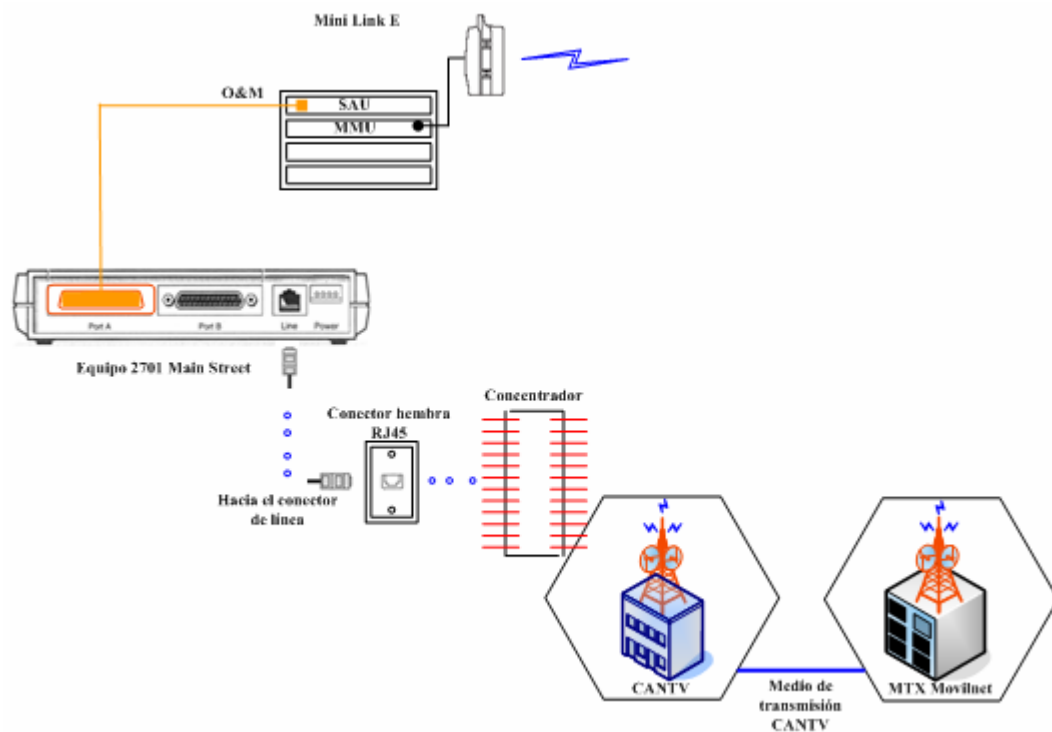


Figura N° 50 Conexiones en los sitios CANTV

En la MTX se tomará cada uno de los canales RS-232 provenientes de cada sitio CANTV y se integrará a la red de datos mediante el router. El propósito de este dispositivo es el encapsular interfaces asíncronas dentro de la red de datos. De la misma manera se procederá con los terminales Mini Link instaladas en la MTX. Esto situación se muestra en la figura N° 51.



El sistema de gestión Mini Link sólo deberá conocer la dirección IP del router y el número de puerto asíncrono donde se está conectando el puerto de O&M de una subred o terminal para desencapsular el puerto de supervisión e integrarlo en la gestión.

Finalmente considerando que todas las MTX tienen comunicación a través de la red de datos hacia el COR, el servidor de gestión Mini Link tomará todos los datos provenientes de las MTX formando la red de gestión de Mini Link.

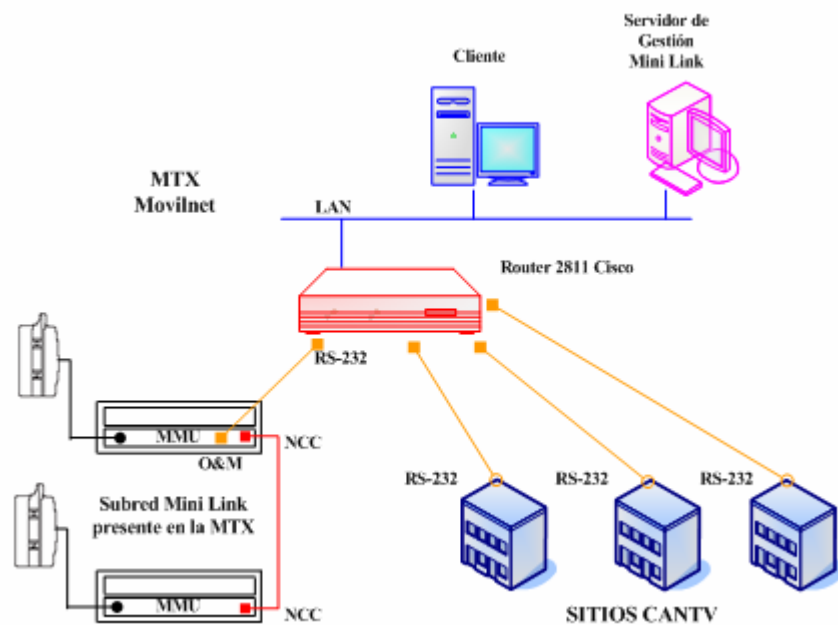


Figura N° 51 Conexiones de enlaces de baja velocidad en una MTX

Los equipos 2701 Main Street que se utilicen no serán gestionados por el servidor de gestión Mini Link.

Esta solución es aplicable a los enlaces que se encuentran aislados; principalmente los del interior del país, donde se presenta el caso caracterizado por ser enlaces mixtos, es decir, posee un medio de microondas Movilnet, un terminal Mini Link, más un medio de transmisión CANTV hasta la MTX. Esta situación se ilustra en la siguiente figura.

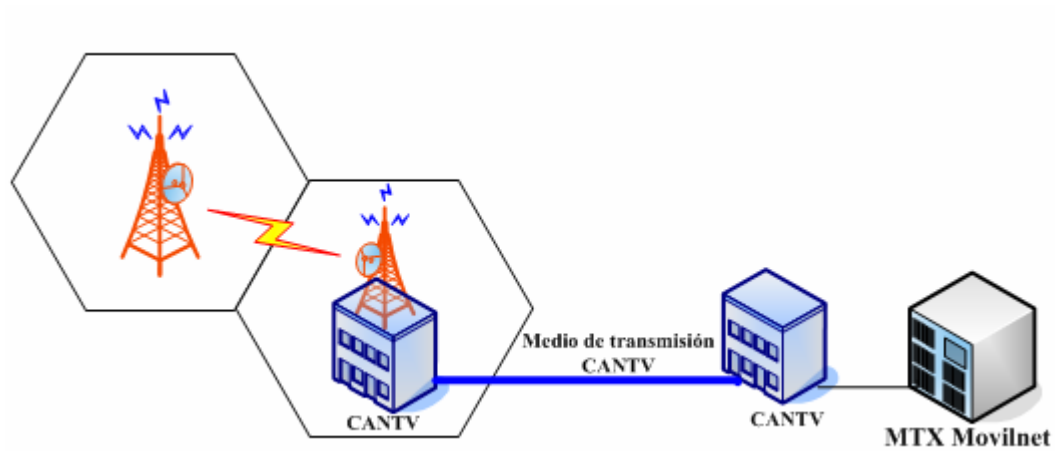


Figura N° 52 Radioenlace aislado de la red de microondas de Movilnet

También se presenta el caso de un punto CANTV en el cual se concentran un número considerable de enlaces de microondas y no existe la posibilidad de gestionarlos por direccionamiento IP. Para esta situación se emplea también enlaces de baja velocidad desde el sitio en que convergen de CANTV hasta la MTX. Esta situación se visualiza en la figura N° 53.

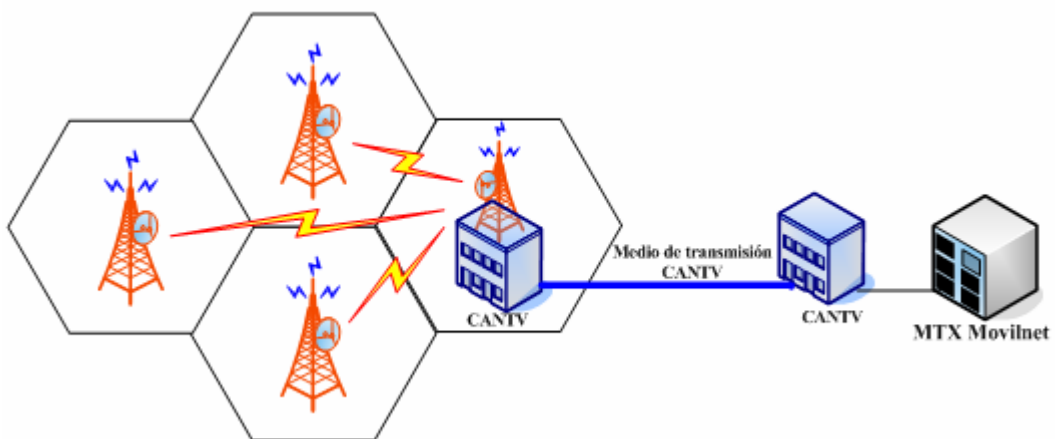


Figura N° 53 Enlace de baja velocidad en sitios de concentración CANTV

Esta solución es aplicable en lugares donde no hay posibilidad de direccionamiento IP y existe la opción de arrendar un enlace de baja velocidad a CANTV. Estos sitios están caracterizados por estar alejados de las MTX, principalmente en lugares apartados de las ciudades del país.

## CAPÍTULO VI

### LA SEÑAL DE SUPERVISIÓN POR MEDIO DE UN CANAL DE LA TRAMA E1.

Para implementar el sistema de monitoreo remoto de la red de enlaces de microondas Ericsson Mini Link, se requiere que cada terminal, que forma parte de la subred, pueda ser integrado en la red DCN. La integración de un terminal implica que sus canales de comunicación, que son los que llevan la señal de supervisión, sean transmitidos hacia el servidor de gestión Mini Link. Se presentan casos en la red de enlaces de microondas de Movilnet que no tienen disponibilidad tanto de direccionamiento IP como de transmisión de la señal de supervisión por medio de enlaces de baja velocidad arrendados a CANTV.

Para solucionar estas situaciones y poder integrar estas subredes, se presenta la propuesta de transportar la señal de supervisión por medio de un canal de la trama E1, empleando una infraestructura disponible como es la plataforma Martis DXX. Se pretende obtener las ventajas de una plataforma existente en cuanto la funcionalidad y la economía que implica el utilizar dichos equipos. Uno de los aspectos llamativos de esta idea es que actualmente se cuenta con la mayor parte de la plataforma y los equipos necesarios para su ejecución.

Para este último escenario, se deberá incluir desde los puntos CANTV de tránsito hasta la MTX, un canal de servicio digital RS-232. Esto es, un canal que deberá ser multiplexado en la trama desde el punto donde se encuentre la subred o subredes hasta el punto donde se integre a la red de gestión propiamente dicha y en toda su trayectoria. Este recurso solo será posible en caso de que exista disponibilidad de canales de las tramas. También significa que de haber capacidad de multiplexado a nivel de canales de 64 Kbps en puntos donde existan las condiciones, estos canales

deberán ofrecer interconexión a nivel de RS-232. En su defecto, se tendría que disponer de dispositivos que hiciesen la conversión de RS-232 al tipo de interfaz que permita el multiplexado sobre la trama.

Esta propuesta para el monitoreo remoto de la red de enlaces de microondas Mini Link Ericsson pretende obtener los mayores beneficios al tener la ventaja de disponer de la plataforma ya existente Martis DXX. Para su implementación se describirán los aspectos más importantes de los dispositivos que serán utilizados para luego dar una explicación de la solución propuesta.

## 6.1 Nodo Martis DXX

La red Martis DXX usa equipos de la firma Tellabs, los cuales consisten en una serie de nodos inteligentes de *cross* conexión y MODEM de acceso para el traslado de señales digitales.

Un nodo Martis DXX se puede describir como un multiplexor digital equipado con varias interfaces de troncal y como un *cross* conector digital equipado con varias interfaces de canal. Un *cross* conector digital es un dispositivo utilizado en las redes de transmisión. Su función es separar los canales que le llegan desde otros dispositivos y los reorganiza en nuevos canales para enviarlos hacia un destino particular.

### 6.1.1 Martis DXX en Telecomunicaciones Movilnet.

Movilnet utiliza una red Martis DXX para *cross* conectar y transmitir ranuras de tiempo, mayormente de voz, provenientes de estaciones radio base hacia las respectivas centrales [18].

El formato que emplea Movilnet para transmitir información es la trama E1 de 2 Mbps, la cual consta de 32 canales de 64 Kbps cada uno. Los nodos Martis DXX toman las ranuras de tiempo que solo llevan información de cada E1 y los *cross* conecta en una sola señal, la cual es transmitida hacia el otro extremo, donde otro nodo Martis DXX devuelve la *cross* conexión y se recupera el formato del E1 de 2 Mbps de cada una de las señales inyectadas.

Si se aprovechan las características que nos presentan los nodos Martis DXX de manejar diferentes interfaces de acceso y *cross* conectarla en una sola señal y transmitirla a donde se requiera, entonces se puede trasladar la información de gestión y monitoreo de la red de microondas de un punto a otro.

Los nodos Martis pueden manejar interfaces seriales V.24 empleando una tarjeta VCM, y de esta forma llevar la información a un servidor de gestión. Movilnet no cuenta con esta tarjeta en su red porque no tiene aplicación en ella, esta unidad de interfaz sería una de las adquisiciones necesarias para poder cumplir con el objetivo de optimizar el monitoreo de la red.

La interfaz RS-232 es similar a la combinación de los estándares UIT-T V.28, especificaciones eléctricas, y V.24, descripción funcional y está diseñada para la transmisión serial de datos hasta 20 Kbps a una distancia aproximada no mayor a 15.24m.

Los módulos de interfaz VCM que emplean los nodos Martis pueden manejar hasta 4 puertos V.24, esto proporciona la siguiente ventaja:

➤ Se pueden emplear varias conexiones de respaldo en caso tal que falle el equipo por donde se tiene acceso a la red de microondas.

➤ Se pueden utilizar los puertos restantes para gestionar y monitorear otra red de microondas de un modelo de equipo diferente.

Es estrictamente necesario por lo menos una tarjeta VCM en cada nodo donde se requiera trasladar la información de monitoreo de la red de microondas.

También se hace necesario la adquisición de la interfaz QMH que emplean los nodos Martis para procesar señales con estructura de trama a 2048 Kbps.

## 6.2 QMH Unidad de interfaz con estructura de trama G.704

La unidad QMH procesa señales con estructura de trama a 2048 Kbps y nx64 Kbps. La unidad incluye cuatro canales de transmisión para transportar datos, además de funcionar como un enlace interno de comunicaciones del sistema Tellabs 8100. Las interfaces de canal de transmisión pueden ser interfaces G.703 (módulos de interfaz G703-75-Q y G703-120-Q). La estructura de la trama a 2048 Kbps se ajusta a G.704 [19].

Las interfaces de la QMH pueden usarse como interfaces de enlace con estructura de trama entre nodos Tellabs 8100 o interfaces de acceso de usuario con o sin estructura de trama. La diferencia principal entre el modo de enlace y el modo de usuario es que el uso de los intervalos de tiempo en el interfaz de enlace se determina por Tellabs 8100 *manager*, mientras que el uso de los intervalos de tiempo en un interfaz de acceso de usuario con estructura de trama se determina por el usuario. La interfaz de enlace es siempre con estructura de trama y se reserva parte de la trama para la transmisión de información interna Tellabs 8100, por ejemplo alineamiento con estructura de trama, comprobación CRC y canal de gestión de red. En la trama de 2.048 Mbps la información se transfiere en el intervalo TS0. Esta parte de la trama nunca se usa para transportar canales de *cross* conexión.

Para el módulo de interfaz G703-75-Q el tipo de interfaz es G.703 a 2048 Kbps de 75 ohmios y el conector es el SMB coaxial, 50 ohmios. Para el módulo de interfaz G703-120-Q el tipo de interfaz es G.703 a 2048 Kbps de 120 ohmios y el conector es el D-9 hembra [19].

El diseño de la unidad QMH se basa en la mecánica estándar del sistema Tellabs 8100. La unidad puede situarse en el *subrack* según las recomendaciones generales del equipamiento.

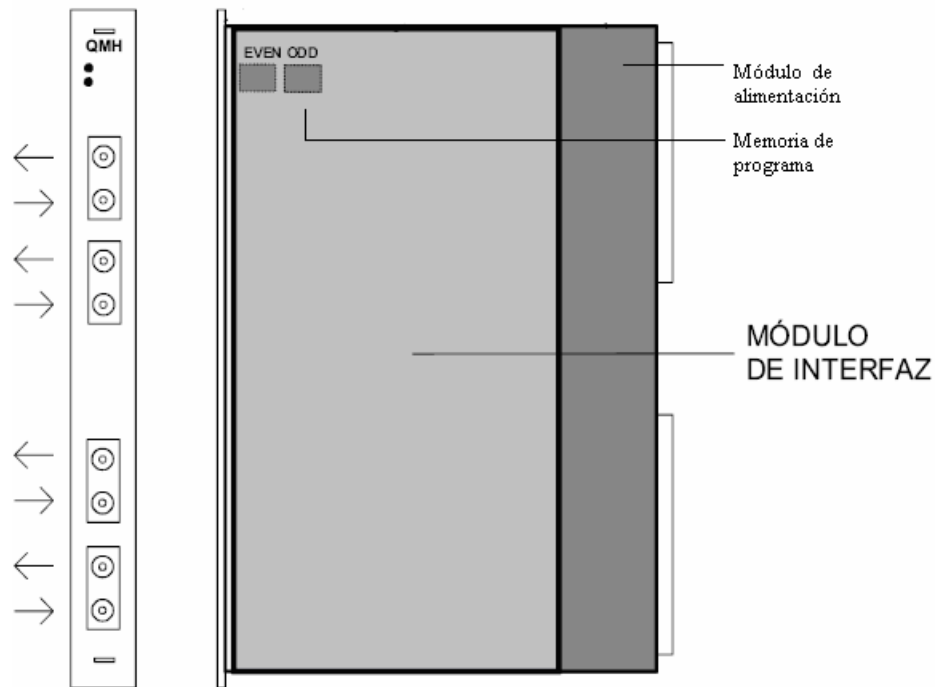


Figura N° 54 Unidad QMH equipada con G.703-75-Q

La unidad se conecta al X-bus del subrack Tellabs 8100 mediante conectores situados en el extremo posterior de la tarjeta. El bus proporciona el voltaje de operación a la fuente de alimentación de unidad, así como las señales para el bus de control interno del subrack y para el proceso de transmisión de datos.



Entre los principales bloques funcionales de la unidad QMH se incluyen la fuente de alimentación, el procesador y sus circuitos periféricos, interfaces de línea para cuatro canales, circuitos de multiplexor y demultiplexor de trama de canal, búfer de entrada y salida de canal, y una interfaz de X-bus común a todos los canales.

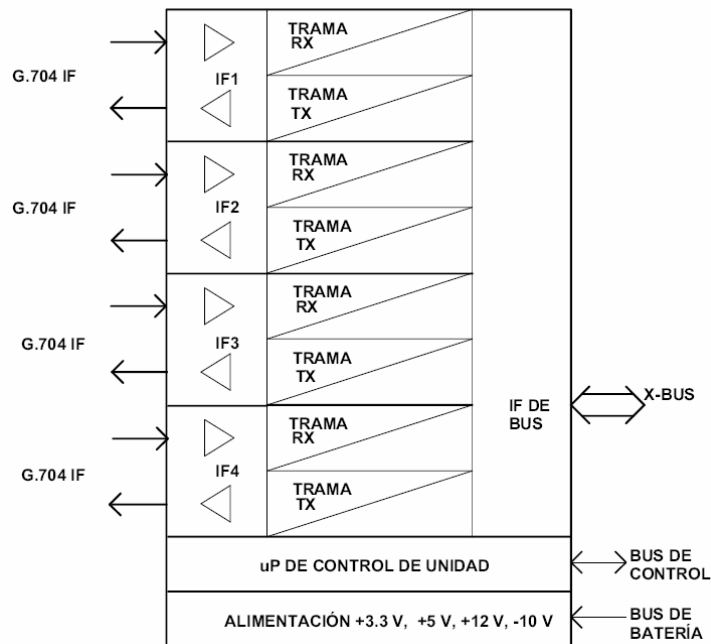


Figura N° 55 Estructura funcional de la unidad QMH

Las interfaces de canal de transmisión de datos convierten las señales de línea analógicas en señales adecuadas para los circuitos digitales de la unidad. En el sentido de transmisión, se crean pulsos de datos de manera adecuada para la transmisión en el formato exigido. En el sentido de recepción, se regenera una señal atenuada por la línea de transmisión y se recupera la señal de reloj. La señal de carga útil y la de reloj se transforman en un nivel adecuado para la lógica digital. La señal con estructura de trama que se transporta en la línea de transmisión, se monta y desmonta en los bloques de trama Tx y Rx de cada canal. En el sentido de transmisión, el bloque de trama Tx crea una señal asignando datos del X-bus a los intervalos de tiempo correctos, añadiendo bits de señal de alineamiento de trama y la suma de comprobación CRC, y generando el canal HDLC en una posición requerida

dentro de la trama, con la ayuda del procesador. En el sentido de recepción, el bloque de trama Rx busca la señal recibida para la palabra de sincronización de trama. Una vez localizada la sincronización, el bloque de trama Rx puede extraer los intervalos de tiempo de transmisión de datos, verificar la suma de comprobación CRC y recuperar el canal HDLC para proporcionárselo al procesador.

Las comunicaciones internas de la red Tellabs 8100 se basan en canales HDLC que se añaden a las señales de trama. El procesador de la unidad puede transmitir y recibir mensajes de otros nodos con un controlador HDLC conectado a interfaces con estructura de trama de la unidad. Normalmente, los mensajes se envían mediante el bus de control a las demás unidades para su proceso o para su envío a otros nodos. La velocidad de transmisión de los canales HDLC puede seleccionarse dentro de los límites de 4 Kbps a 64 Kbps, según los requisitos y la capacidad de transmisión disponible.

El sistema Tellabs 8100 utiliza una estructura de trama para 2048 Kbps según G.704. El primer intervalo de tiempo de una trama, TS0, contiene la palabra de sincronización de trama FSW (*Frame Synchronization Word*), cuyos bits tienen un significado diferente en las tramas impares y en las pares. Las tramas pares contienen la señal de alineamiento de trama y las impares especifican un bit de esta palabra como señal de alineamiento de trama, un bit como alarma de extremo lejano de trama y cinco bits especiales. Es recomendable que el canal HDLC interno del sistema Tellabs 8100 utilice cuatro de estos cinco bits.

La estructura de trama se demultiplexa en el punto de interfaz y el sistema de *cross* conexión recibe únicamente los datos de carga útil para su procesamiento adicional. En el sentido de la transmisión, toda la estructura de trama y la palabra de sincronización de trama se crean en la interfaz, y los datos de carga útil de la *cross* conexión se añaden a la trama. El equipo de usuario que va a conectarse no suele disponer de información acerca del protocolo del canal de control del sistema Tellabs

8100. Por lo tanto, el canal HDLC no se conectará a la interfaz. Los bits libres del intervalo de tiempo TS0 pueden ajustarse en el estado requerido por medio del equipo de usuario. Si el equipo de usuario admite la utilización de CRC, se recomienda utilizar la comprobación CRC en el interfaz.

### 6.3 VCM Unidad de interfaz de datos

La unidad VCM-5T-A accede a señales de usuario sin estructura de trama a velocidades de 2048 Kbps. Esta unidad soporta cuatro interfaces independientes de transmisión de datos. Los tipos de interfaz disponibles permiten que la longitud del cable sea de unos pocos metros. El nodo equipado con interfaces de VCM debe ser instalado cerca de los equipos para ser accesible.

El panel frontal de la unidad aloja dos LED de alarma, uno rojo y otro amarillo, y conectores para el cableado de la interfaz de usuario, que son conectores de 25 contactos tipo D para cada interfaz V.24/V.28. El diseño de la unidad VCM se basa en la mecánica estándar del sistema Tellabs 8100. La unidad VCM-5T-A ocupa una ranura de unidad. La unidad puede utilizarse en cualquier ranura de unidad del *subrack*.

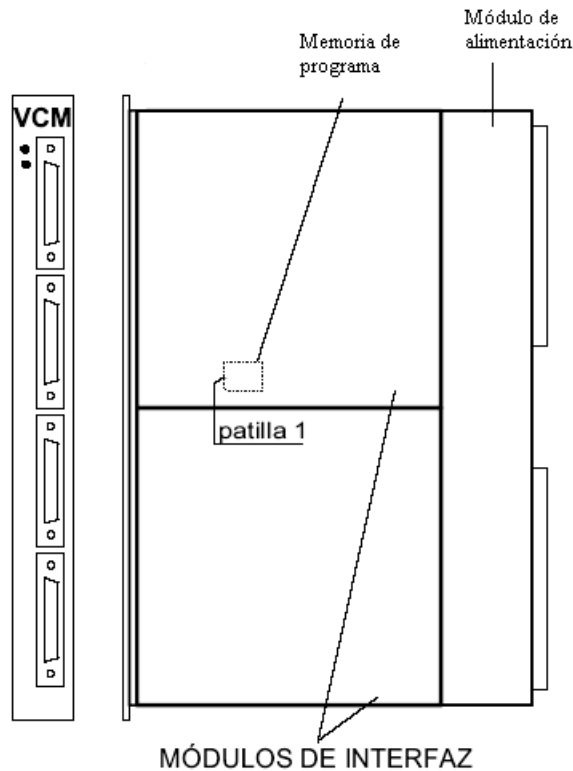


Figura N° 56 Unidad VCM-5T-A equipada con módulos de IF

La unidad accede al panel posterior del subrack Tellabs 8100 mediante dos conectores. El panel posterior proporciona el voltaje de batería al módulo de alimentación, acceso al bus de control del subrack y acceso al bus de *cross* conexión de datos de 64 Mbps (X-bus). La interfaz del X-bus utiliza el conector posterior inferior.

Los bloques funcionales básicos de la unidad VCM son:

- circuitería de formateo de datos.
- interfaz de X-bus.
- controlador, interfaz de bus de control.
- módulos de interfaz.
- unidad de alimentación

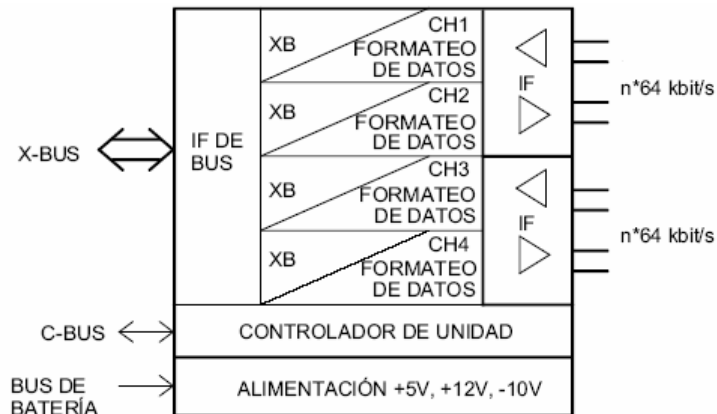


Figura N° 57 Estructura funcional de la unidad VCM

#### 6.4 Equipo Mini Node Tellabs 8120

El equipo Tellabs 8120 Mini Node es un pequeño dispositivo de *cross* conexión el cual puede operar como una parte del sistema de red de Tellabs, gestionada dentro de él, como también como una unidad separada de *cross* conexión gestionada localmente. Este componente puede ser equipado hasta con dos módulos de interfaces con estructura de trama, dos interfaz sin estructura de trama y un módulo de interfaz telefónica.



Figura N° 58 Equipo Mini Node Tellabs 8120

El panel frontal del equipo mostrado en la figura N° 59, contiene un *display* LCD y un pequeño teclado de cuatro botones; con los cuales se puede manejar el menú controlador de interfaz de usuario para el uso de las funciones requeridas [20].

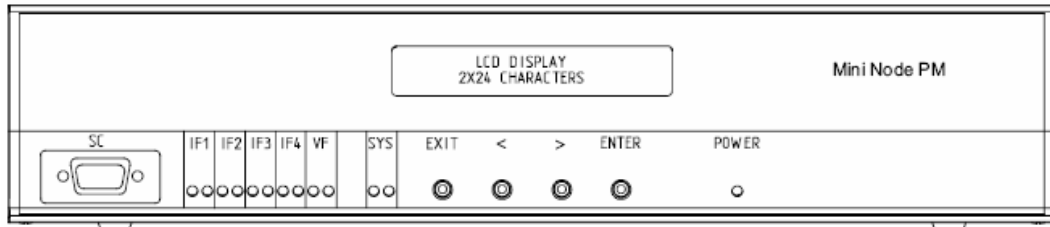


Figura N° 59 Parte frontal del Mini Node Tellabs 8120

Los principales bloques que contiene este equipo son:

- La unidad principal
- La unidad de alimentación
- Dos módulos de interfaces con estructura de trama
- Dos módulos de interfaces de acceso de usuario: un módulo de interfaz sin estructura de trama y un módulo de interfaz de frecuencia vocal

En la parte posterior del equipo se encuentran los conectores de interfaces, un conector para la alimentación y uno para la conexión a tierra, un conector de sincronismo, un conector de punto de prueba, y un conector de interfaz de alarma. Los tipos de conectores dependen del uso de este módulo [20].

Para nuestro caso se utilizará un dispositivo que contenga las siguientes interfaces, que se muestran en la figura N° 60.

- Las interfaces con estructura de trama IF1 e IF2 son G.703-75-M.
- Las interfaces sin estructura de trama IF3 e IF4 son de tipo V.24.

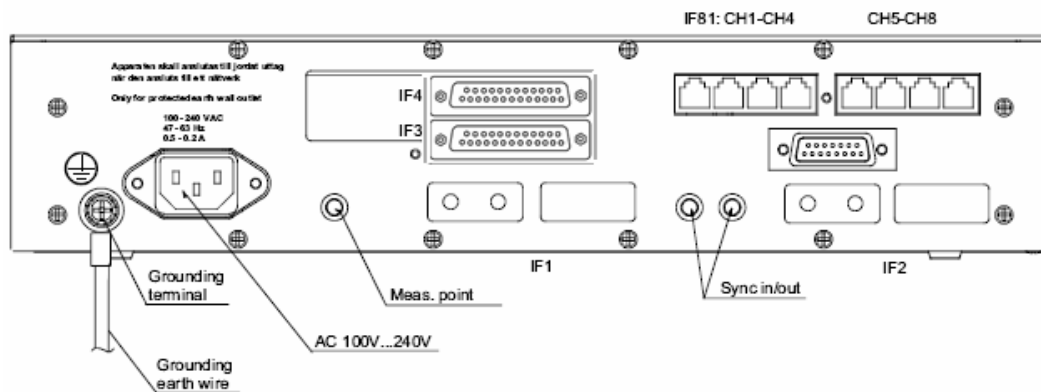


Figura N° 60 Parte posterior del Mini Node Tellabs 8120

El equipo Mini Node de Tellabs 8120 se conecta a través de las interfaces con estructura de trama hacia un nodo Tellabs con interfaz G.703/G.704. Puede visualizarse como un multiplexor digital equipado con dos interfaces de 2 Mbps [20].

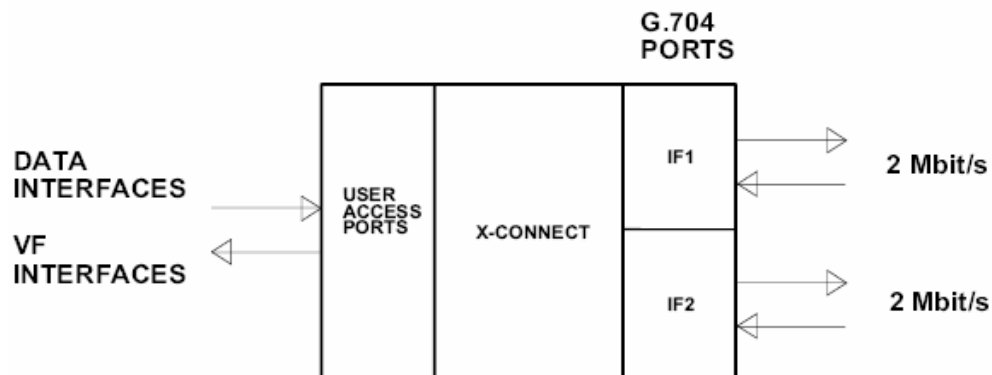


Figura N° 61 Arquitectura de un Mini Node Tellabs 8120

La interfaz de acceso de usuario puede ser dividida en tres principales categorías:

- Datos sin estructura de trama.
- Datos con estructura de trama G.704.
- Datos en frecuencia vocal.

## 6.5 Descripción de la solución para la transmisión de la señal de supervisión.

Como se mencionó anteriormente, la solución propuesta es aplicable en aquellos casos en los cuales no exista la posibilidad de transmitir la señal de supervisión por medio de direccionamiento IP o por enlaces de baja velocidad arrendados a CANTV, hacia el servidor de gestión Mini Link. Esto es debido a que se requiere la compra de equipos y tarjetas para integrarlos a la plataforma ya existente de la red Tellabs cuyo tiempo de adquisición es prolongado.

Para la transmisión de la señal de supervisión se va a ser uso de los canales que se encuentran libres en la trama E1 que utiliza CANTV para enviar información de las radio bases en sitios Movilnet.

Se requiere para la señal de supervisión, de las subredes formadas por terminales Mini Link ya sean E, un canal de 64 Kbps.

En un sitio CANTV donde lleguen un número considerable de enlaces pertenecientes a una subred formada por la interconexión de puertos EAC en las SAU, NCC y los puertos de O&M de la MMU o de la SAU de los terminales Mini Link; se va a tomar la información de gestión de dicha subred.

Esta información de gestión va a ser conectada al equipo Mini Node Tellabs 8120 en su interfaz sin estructura de trama IF3 o IF4. Los conectores a utilizar son los DB-9 macho para el puerto de O&M de la SAU y el DB-25 macho para la interfaz del equipo Tellabs. Ambos dispositivos deben ser configurados como DCE. Este procedimiento se muestra en la figura N° 62.



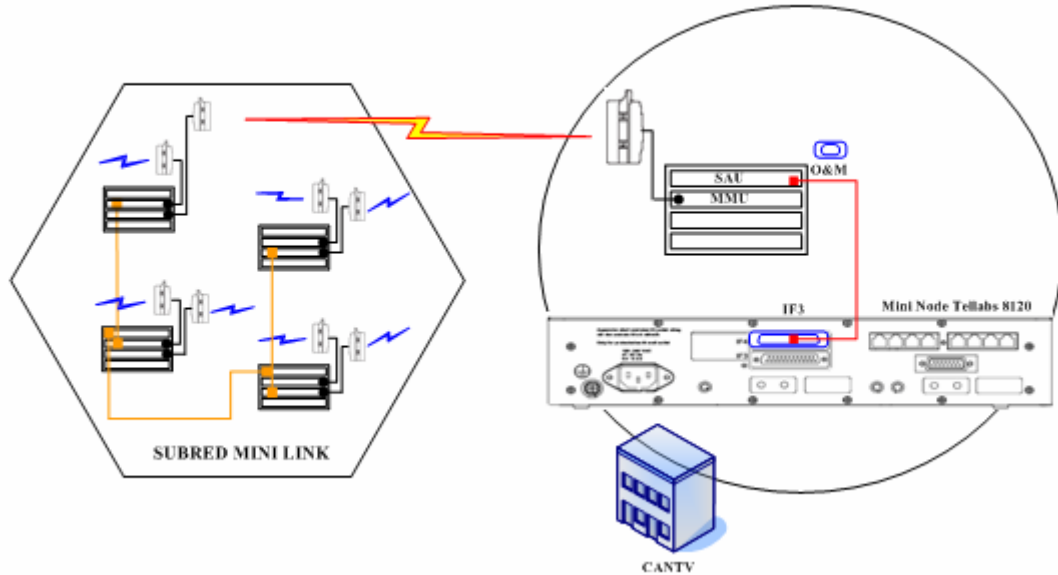


Figura N° 62 Conexión del equipo Mini Node Tellabs 8120 con la tarjeta SAU

La información de gestión de la subred Mini Link que ocupa 64 Kbps pasa al equipo Mini Node Tellabs 8120 que va a ser el encargado de transmitir esta información en un canal que se encuentre disponible en la trama E1 que utiliza CANTV para transmitir información de las radio bases que se encuentren presentes. El equipo fija esta señal de supervisión dentro de la trama E1 para luego ser transmitida por medio de transmisión CANTV hasta la MTX de Movilnet más cercana.

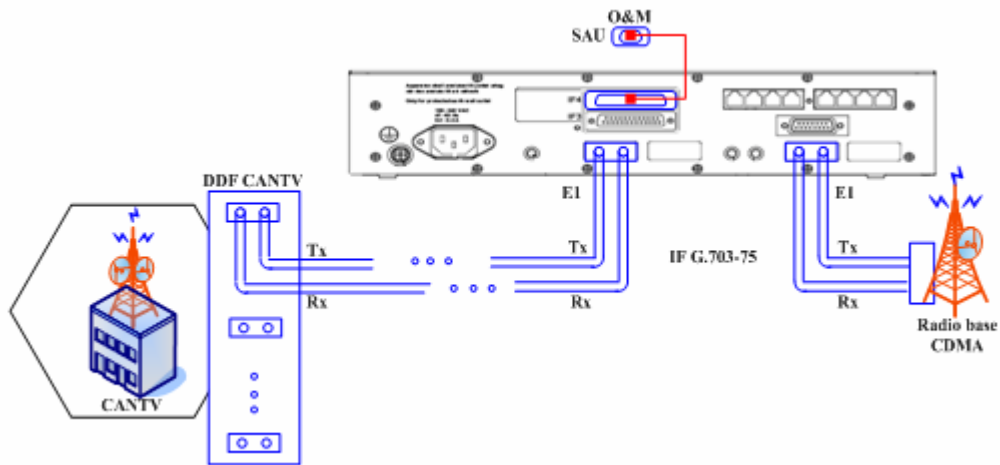


Figura N° 63 Conexión de la interfaces G.703 del Mini Node Tellabs 8120

El sitio CANTV toma el E1 de la radio base que contiene el canal de 64 Kbps para transmitirlo por uno de sus medios hacia la MTX más cercana de Movilnet. Como se explicó anteriormente, en cada MTX existe una plataforma Tellabs llamada Martis DXX que es usada para diversas funciones en la red de Movilnet. Como ya se tiene esta plataforma, se aprovecha esta ventaja para recibir la información de gestión de la subred Mini Link. El nodo Martis DXX tiene unos bastidores cuyas unidades se insertan en *subracks* de forma similar a los AMM con las unidades Mini Link. De esta manera se utilizan las tarjetas que van a cumplir la función de interfaces entre el E1 que viene del sitio CANTV y el servidor de gestión Mini Link.

Como se detalló en las secciones anteriores se utilizará la tarjeta QMH para recibir los E1 desde los sitios CANTV en la MTX, ya que ella procesa señales con estructura de trama a 2.048 Mbps. Se usará la interfaz G.703-75.

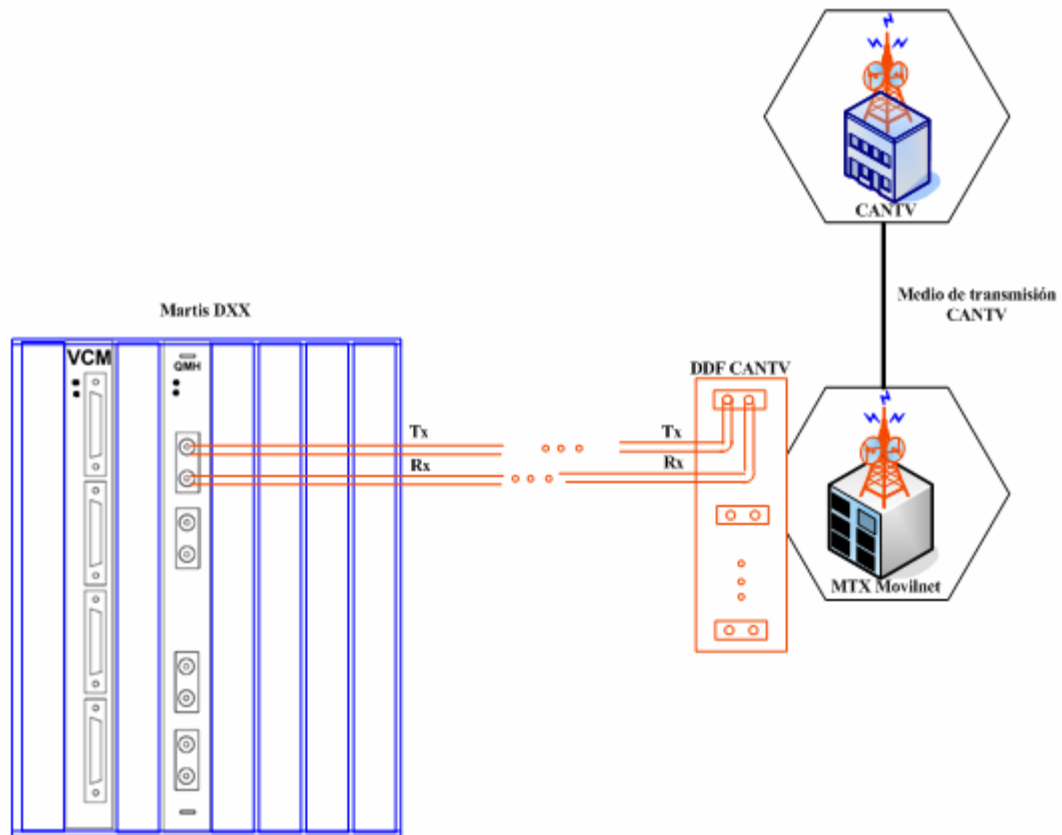


Figura N° 64 Conexiones de los E1 provenientes de los sitios CANTV con la tarjeta QMH en un nodo Tellabs

Como en los sitios MTX de Movilnet que se encuentran en todo el país van a llegar muchos canales de gestión provenientes de sitios CANTV que se le aplique esta propuesta, se tiene que por cada tarjeta QMH se tendrá manejo de 4E1; así que si la demanda supera este número solo basta adquirir tantas tarjetas como enlaces de tráfico E1 se necesiten.

Luego se utiliza la unidad VCM que es la que se encarga de acceder a las señales sin estructura de trama, es decir va a tomar el canal de 64 Kbps que contiene la señal de supervisión y la va a transferir hacia el servidor de gestión Mini Link a través de un router. Su función principal es la de interfaz entre el nodo Tellabs y el Router 2811 de Cisco, que como se mencionó anteriormente, va a estar localizado en

cada MTX de Movilnet a lo largo de todo el país. El conector que utiliza la unidad VCM para la interfaz V.24/V.28 es el de 25 contactos tipo D. Esta conexión va hacia el Router 2811 de Cisco. Es necesario tener en cuenta que tantas tarjetas QMH se utilicen, se requiere igual cantidad de tarjetas VCM.

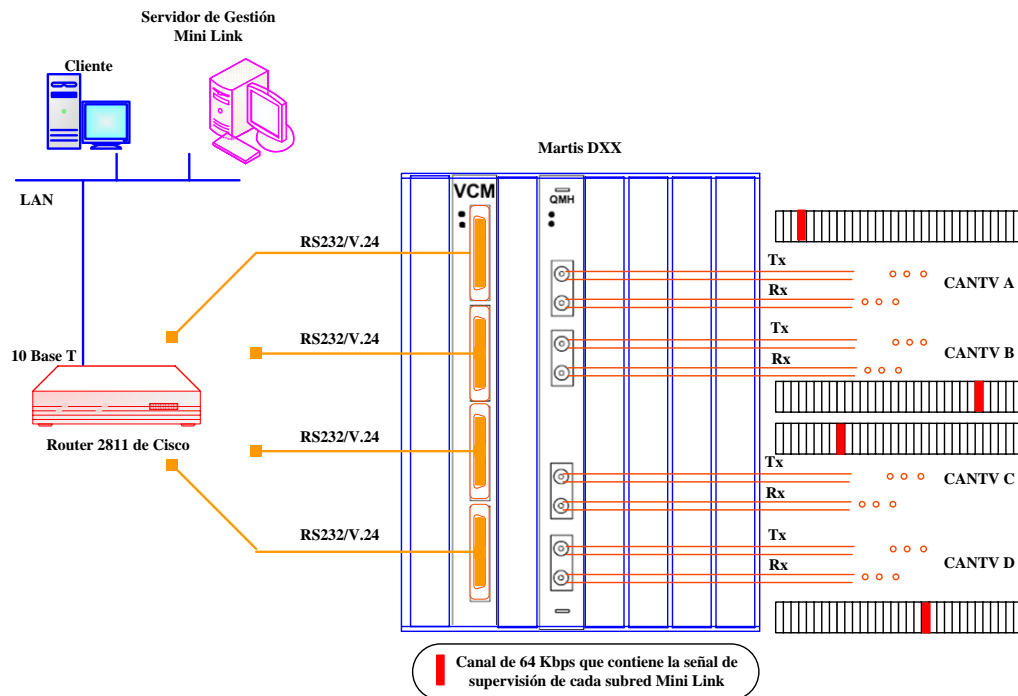


Figura N° 65 Transmisión de los canales de supervisión hacia el servidor de gestión Mini Link

Por medio de las características descritas es posible transmitir la señal de gestión utilizando la plataforma Martis DXX ya existente dentro de la red de Movilnet, situación que se presenta donde no se dispone de direccionamiento IP así como tampoco de la posibilidad de arrendar enlaces de baja velocidad a CANTV.

## CONCLUSIONES

La transmisión de la señal de supervisión a través de direccionamiento IP es realizable en los lugares de alta densidad de tráfico, cuya característica común es que se encuentran localizados en lugares estratégicos dentro de la red de microondas de Movilnet, especialmente en las MTX y son los que albergan mayor número de enlaces. Estos lugares cuentan con la posibilidad de asignar direcciones IP que conforman la red corporativa de Movilnet.

Para los casos en que no se tenga disponibilidad de direccionamiento IP, surge una propuesta alternativa al transmitir la señal de supervisión a través de enlaces de baja velocidad arrendados a CANTV. Esta solución se aplica en lugares que tienen la particularidad de estar apartados de los de alta demanda, caracterizados por ser sitios alejados que cuentan con pocos enlaces de microondas. Para aplicar esta solución es necesario que CANTV tenga disponibilidad de canales de 64 Kbps.

Finalmente existen situaciones en las que no se tiene disponibilidad de direccionamiento IP ni la posibilidad de arrendar un enlace de baja velocidad a CANTV. Para estos casos surge la propuesta de utilizar la plataforma Martis DXX existente dentro de la red de Movilnet, para el transporte de la señal de supervisión por medio de un canal de la trama E1. Esto tiene como consecuencia la disminución de la inversión en cuanto a los costos de la propuesta.

Dichas soluciones deben implementarse en el orden en que se mencionan, ya que se toman en cuenta el costo y el tiempo de implementación. La propuesta de utilización de la plataforma Martis DXX es la última presentada debido a que se requiere de compra de equipos y tarjetas para su integración en la red Tellabs cuyo tiempo de adquisición es prolongado.

El estudio para la ejecución de cualquiera de estas propuestas abarca la formación de subredes y los costos de los equipos a ser adquiridos para realizar la función de interfaz entre los terminales y el servidor de gestión Mini Link. Al conectar varios terminales como una subred, a través de las interfaces de los canales de comunicación, se disminuye la necesidad de compra de dispositivos para las conexiones. Esto trae como consecuencia una disminución en costos y un beneficio al utilizar la estructura funcional creada para cualquier solución que quiera ser aplicada. La compra de equipos comprende las unidades que se integran a las AMM Mini Link y el Router 2811 de Cisco, los cuales son usados por todas las alternativas de solución para el transporte de la señal de supervisión que son planteadas.

Al tener un medio de transporte de la señal de supervisión para cada enlace de microondas perteneciente a la red, se podrá implementar la red de supervisión que contribuirá la mejora de la confiabilidad de la red de transporte, debido a la disminución de los tiempos fuera de servicio, como consecuencia de disponer de un sistema de monitoreo y gestión remoto de la red en tiempo real.

## **RECOMENDACIONES**

Cada subred Mini Link E debe tener una única conexión con el sistema de gestión. Es por ello que debe haber una cuidadosa implementación de las soluciones para cada caso particular, ya que se puede incurrir en el hecho de que una subred de Mini Link E forme un lazo. Esto ocurre si dos o más subredes Mini Link E están conectados el uno a otro a través de los canales de comunicación EAC o NCC. La señal de gestión no solamente será transportada entre las subredes y el sistema de gestión sino entre las subredes a través del lazo. Este lazo será por consiguiente un transporte de datos no deseado que cargará innecesariamente al sistema.

Se debe considerar la configuración protegida para el requerimiento de tráfico de alta disponibilidad, pero también en caso de fuertes reflexiones o fuertes condiciones atmosféricas.

Las interfaces de usuario pueden ser configuradas para recolectar alarmas por fuego, fallas de fuentes de alimentación, intrusos o un sumario de alarmas de diferentes fuentes. Además pueden ser usados para el control remoto de equipos como por ejemplo los que se encuentran en las torres de iluminación.

Las direcciones IP suministradas que pertenecen a la red corporativa de Movilnet, deben ser cambiadas en lo posible a la red operativa, debido a que esta brinda una mayor seguridad a las funcionalidades del sistema.

El software de simulación de gestión de redes es una opción presentada para poder conocer los procedimientos reales que se llevan a cabo en un centro de operaciones, para solventar las fallas de los enlaces de microondas.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Belalcázar R., Carlos A. *Reorganización de la Red de Transmisión de Telcel en Caracas*, (Tesis).--Caracas: Universidad Central de Venezuela, 1996, p. 10.
- [2] Gerencia Corporativa de Formación Movilnet. *Arquitectura de Redes, Sistemas y Servicios*, (Guía de estudio).--Caracas: Venezuela: Movilnet, 2004. p.14.
- [3] Gerencia Corporativa de Formación Movilnet. *Fundamentos de PCM*, (Guía de estudio).--Caracas: Venezuela: Movilnet, 2005. p.30.
- [4] Gerencia Corporativa de Formación Movilnet. *Jerarquía Digital Síncrona SDH*, (Guía de estudio).--Caracas: Venezuela: Movilnet, 2005. p.25.
- [5] Manual de referencia: Versión (1). Mini Link E Technical Description. ERICSSON. Suiza, 1999.
- [6] Manual de referencia: Versión (1). Mini Link E ETSI Indoor Installation Manual. ERICSSON. Suiza, 2004.
- [7] Manual de referencia: Versión (1). Mini Link E and E Micro Planning and Engineering Manual. ERICSSON. Suiza, 2004.
- [8] Manual de referencia: Versión (1). Mini Link Manager 7.1. Features Description. ERICSSON. Suiza, 2004.
- [9] Manual de referencia: Versión (1). Mini Link High Capacity. Technical Description. ERICSSON. Suiza, 2004.



- [10] Manual de referencia: Versión (1). Mini Link High Capacity. Installation Instructor. ERICSSON. Suiza, 2003.
- [11] Manual de referencia: Versión (1). Mini Link Data Communication Networks. ERICSSON. Suiza, 2004.
- [12] Manual de referencia: Versión (1). Service Access Unit (SAU) IP. Getting Started. ERICSSON. Suiza, 2004.
- [13] Manual de referencia: Versión (1). Service Access Unit (SAU) IP. Mini Link E. Installation and Configuration Instruction. ERICSSON. Suiza, 2003.
- [14] Manual de referencia: Versión (1). Introducing SAU IP in Mini Link E Networks. Description. ERICSSON. Suiza, 2004.
- [15] Manual de referencia: Versión (1). Ethernet Interface Unit (ETU) Installation and Operation Instruction. ERICSSON. Suiza, 2003.
- [16] Gerencia Corporativa de Formación Movilnet. *Curso de TCP/IP*, (Guía de estudio).--Caracas: Venezuela: Movilnet, 2005. p.60.
- [17] Manual de referencia: Versión (2.2). 2701, 2702, 2703 and 2704 MainStreet. Data Termination Units. User Guide. NEWBRIDGE NETWORKS CORPORATION. United States, 1997.
- [18] Manual de referencia: Versión (3). Tellabs 8160 Accelerator Node A111. TELLABS. United States, 2003.

- [19] Manual de referencia: Versión (3). Tellabs 8100 Sistemas de Acceso Gestionado. Descripción de Nodos. TELLABS. Estados Unidos, 2003.
- [20] Manual de referencia: Versión (3). Tellabs 8120 Mini Node PM. Operating Manual. TELLABS. Estados Unidos, 2003.

## **BIBLIOGRAFÍA**

Muñoz D., Maylin E. Diseño de un paquete de cálculo de enlaces punto a punto en la banda de microondas (Tesis).--Caracas: Universidad Central de Venezuela, 2005.

Méndez M., Jarvis. Propuesta de reemplazo del sistema de microondas PDH centro occidente de CVG EDELCA (Tesis).--Caracas: Universidad Central de Venezuela, 2005.

Tomasi, Wayne. Sistemas de comunicaciones electrónicas, 2da. Edición. México: Prentice-Hall, 1996.

Entrevista realizada al Técnico de Telecomunicaciones Especialista Ramón Sánchez en Telecomunicaciones Movilnet, octubre 2005.

Entrevista realizada al Técnico de Telecomunicaciones III Gilberto Rivas en Telecomunicaciones Movilnet, noviembre 2005.

Entrevista realizada al Técnico de Telecomunicaciones III Yoeni García en Telecomunicaciones Movilnet, diciembre 2005.

Entrevista realizada al Ing. Rafael Bravo especialista en equipos Tellabs en Telecomunicaciones Movilnet, enero 2006.

Entrevista realizada al Ing. Adolfo Molano en ERICSSON, noviembre 2005.

## [ANEXO 1]

### [Software de simulación de gestión de red]

Un sistema de gestión es un sistema informático diseñado para la realización de actividades de gestión de redes y equipos de comunicaciones. Existen muy variados, debido a la diversidad de equipos y de servicios de telecomunicaciones que existen.

Con la gestión de redes, se pretende garantizar los servicios que éstas prestan. Existe la necesidad de controlar los recursos que las componen en términos de desempeño, capacidad, utilización, reconfiguración, diagnósticos, planificación, etc. Las fallas en los sistemas de comunicaciones son inevitables y el tiempo de no funcionamiento es altamente costoso para las organizaciones.

El programa de gestión diseñado, permite realizar una simulación del comportamiento real de una red de enlaces de microondas, en un centro de operaciones encargado de monitorearla. Al operador se le permite visualizar la disponibilidad de los enlaces de microondas, además de generar reportes para administrar las fallas.

El desarrollo de esta herramienta computarizada se basa en el lenguaje de programación LabVIEW (*Laboratory Virtual Engineering Workbench*), por las siguientes razones:

- Es simple de manejar, debido a que está basado en un nuevo sistema de programación gráfica, llamada lenguaje G.
- Es un programa enfocado hacia la instrumentación virtual, por lo que cuenta con numerosas herramientas de presentación, en gráficas, botones, indicadores y controles, los cuales son muy esquemáticos.

➤ Cuenta con librerías especializadas para manejo de DAQ (*Data Acquisition System*), redes, comunicaciones, análisis estadístico, comunicaciones con base de datos.

Los programas realizados en LabVIEW son llamados Instrumentos Virtuales (VI).

Requerimientos:

- Procesador Pentium o superior.
- 8 MB de memoria RAM mínimo.
- 50 MB de espacio libre en el disco duro.
- Tener instalado el programa LabView.
- Kit de herramientas para Microsoft Office.

Con este programa se exponen los procedimientos que se siguen en un centro de operaciones de una red, para gestionar los enlaces de microondas que la conforman. La gestión de fallas comprende el conjunto de actividades orientadas a detectar, diagnosticar, reparar, eliminar e informar sobre las fallas de los equipos que componen las redes o los servicios de telecomunicaciones utilizados.

La actividad de gestión de fallas requiere la disponibilidad de procedimientos para los fines siguientes:

- Detección y notificación de errores y fallas. Se generan alarmas para indicar el mal funcionamiento.
- Registro de errores. Normalmente los eventos generados en los recursos gestionados se almacenan en una base de datos.
- Evaluación y recuperación de errores.
- Ejecución de procesos de diagnóstico y de seguimiento de las falla.
- Control y seguimiento de la resolución de la falla.

### *Uso general del programa*

El programa Simulación de Gestión está conformado por varios archivos que se especifican a continuación:

- Servidor de Gestión.
- Radioenlace.
- Repetidor.
- Date Server Queue.
- Tone Gen.

El servidor de gestión es el primer instrumento virtual que se utiliza. Este programa contiene las direcciones de los puertos a los que va a acceder, en los diferentes terminales dentro de la red. En el servidor, se visualiza la señal de supervisión que continuamente está transmitiendo y recibiendo de los terminales que conforman la red de microondas. También contiene las herramientas para generar reportes de una determinada falla en un momento específico.

En la figura N° 66 se muestra el panel frontal que va a generar el servidor de gestión, donde se ven los datos que se pueden manipular y controlar. Puede observarse que en el estado inicial no tiene un número de enlaces conectados y que la señal de supervisión es transmitida en toda la red sumada al tráfico de voz.

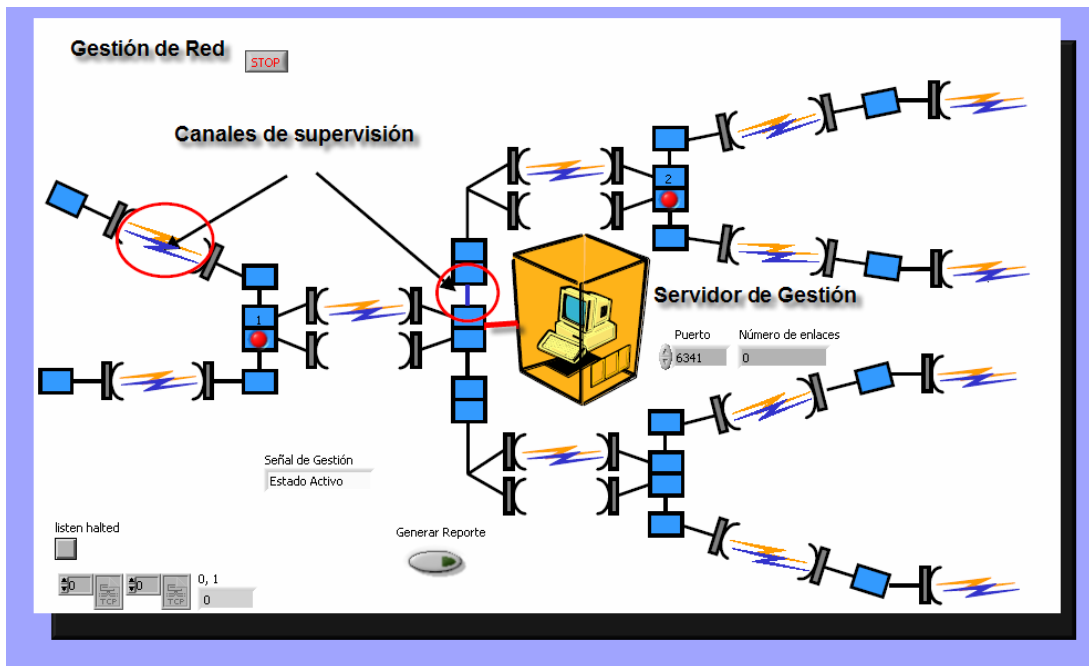


Figura N° 66 Panel frontal del servidor de gestión

Se procede luego a abrir los instrumentos virtuales radioenlace y repetidor que contienen los terminales simulados de microondas. Se muestra en las figuras N° 67 y 68 ambos paneles frontales.

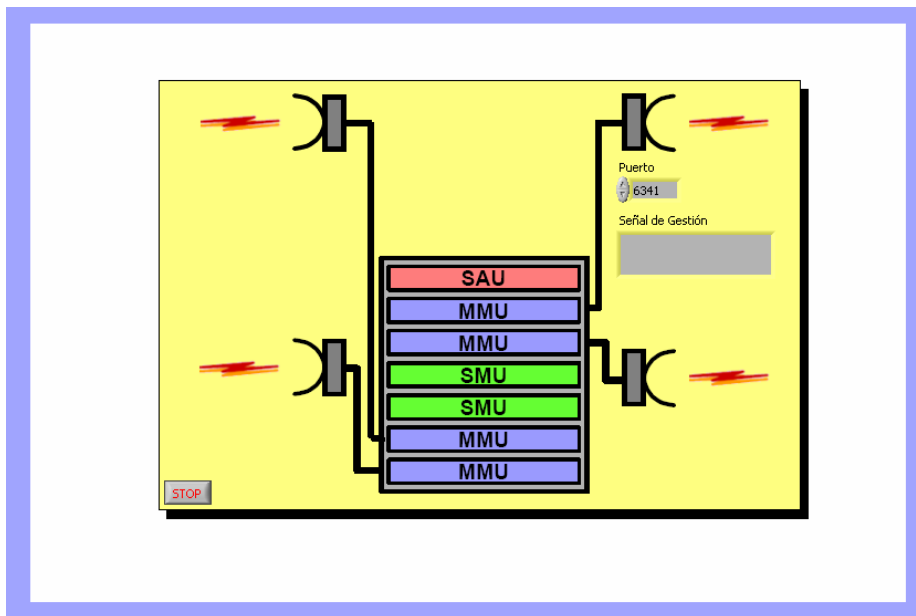


Figura N° 67 Panel frontal del repetidor

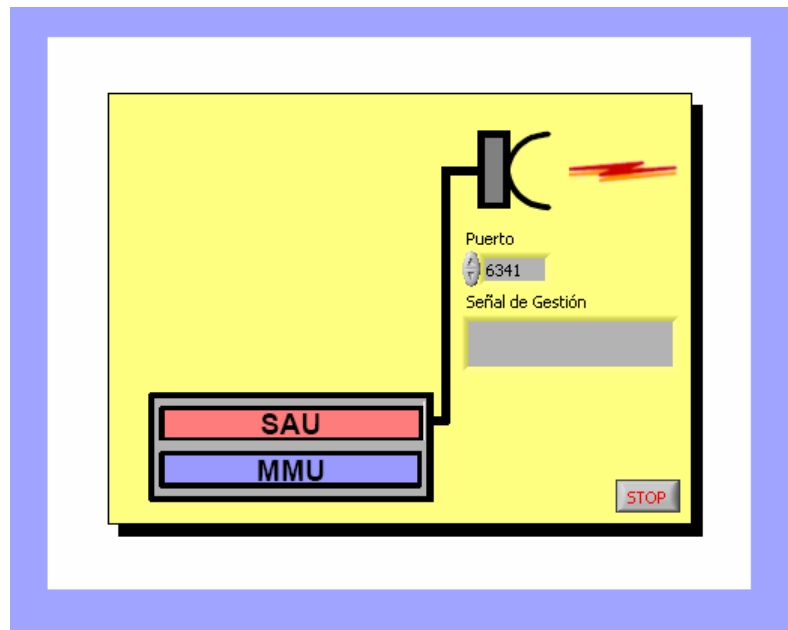


Figura N° 68 Panel frontal del radioenlace

Los archivos adicionales que contiene el programa son librerías especiales que necesita para su ejecución. No son necesarios abrirlos ya que sólo se deben encontrar juntos con los demás para estar disponibles cuando son llamados por el servidor de gestión.

Para iniciar el proceso de la transmisión se corre los programas en el siguiente orden: el servidor de gestión, luego el repetidor y posteriormente el radioenlace. Se va a visualizar que todos los programas van a compartir la señal de gestión transmitida. La señal de gestión se encuentra como un control tipo *string* que puede ser modificado por el operador, y si es preferible, se puede establecer una señal de supervisión fija y colocarla tipo constante dentro del diagrama de bloques. Se pueden visualizar estas situaciones en la siguiente figura.



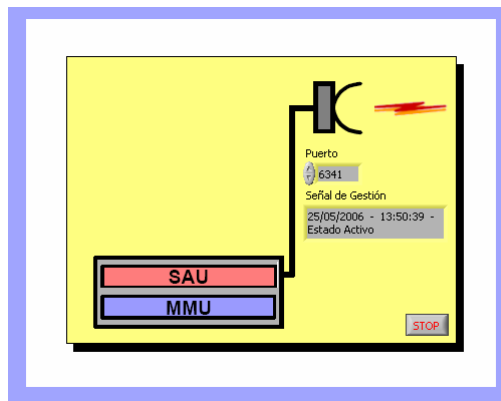
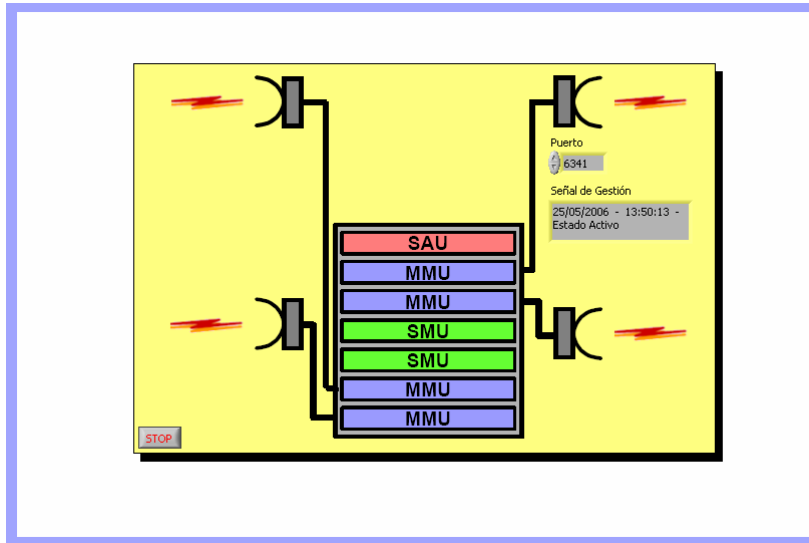
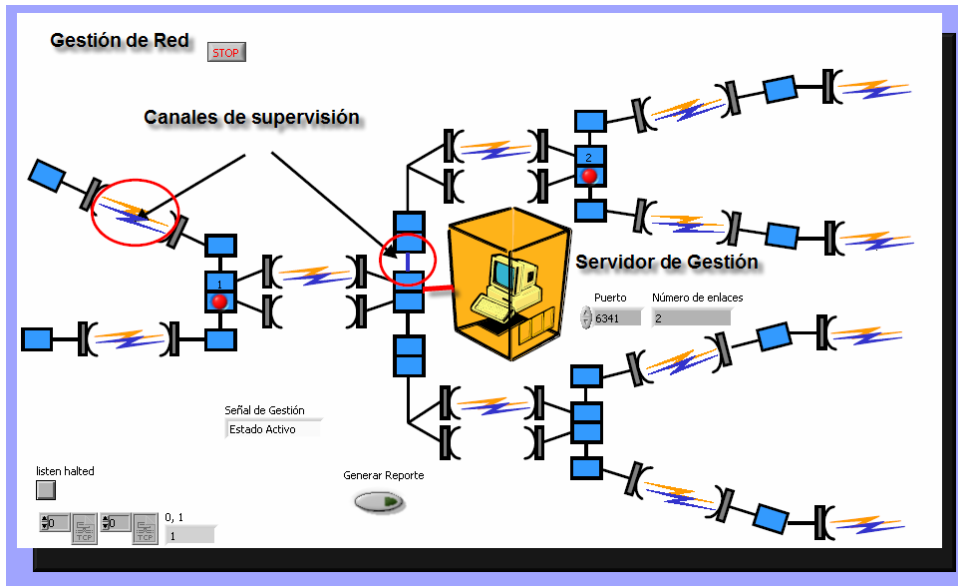


Figura N° 69 Establecimiento de la conexión entre el servidor y los terminales

En general esta situación representa el estado ideal donde ningún radioenlace está fallando y todos mantienen la comunicación con el servidor de gestión, a través de los canales de comunicación que llevan la señal de supervisión, junto con el tráfico de voz.

Debido a que se presentan fallas en los sistemas de comunicaciones, se puede ilustrar una situación de avería al producirse una desconexión de uno de los radioenlaces. Las principales fallas que ocurren en una red de microondas son debidas a:

- Tráfico.
- Hardware.
- Canales de comunicación.
- Niveles de BER.
- Canal de usuario.

Al desconectar por ejemplo el repetidor, se genera en el servidor una señal de alarma, la cual indica el lugar, dentro del panel frontal del terminal que tiene la falla, situación que se ilustra en la figura N° 70. El operador puede conocer lo que provoca la alarma presionando el botón de generar reporte. Este control nos da un enlace directo, en este caso, para Microsoft Word. Al abrir la ventana de enlace, podemos visualizar el reporte generado, donde se indica la causa de la falla en una tabla, la cual señala también la hora en que ocurre. Dicha tabla crea un gráfico donde se muestra el porcentaje de las fallas que se presentan en un momento específico dentro de la red.

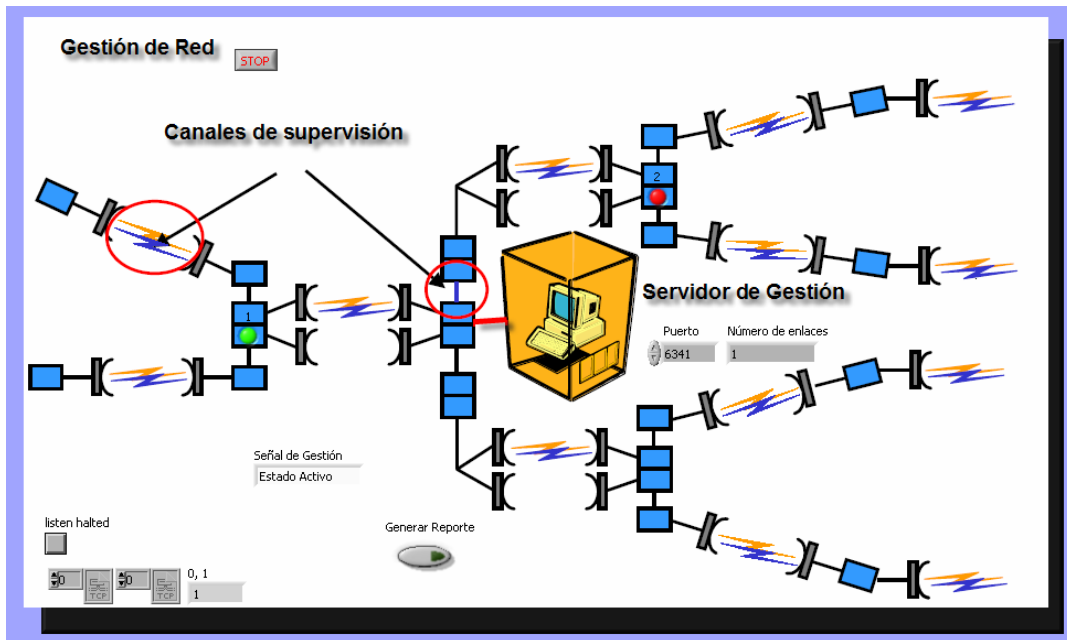
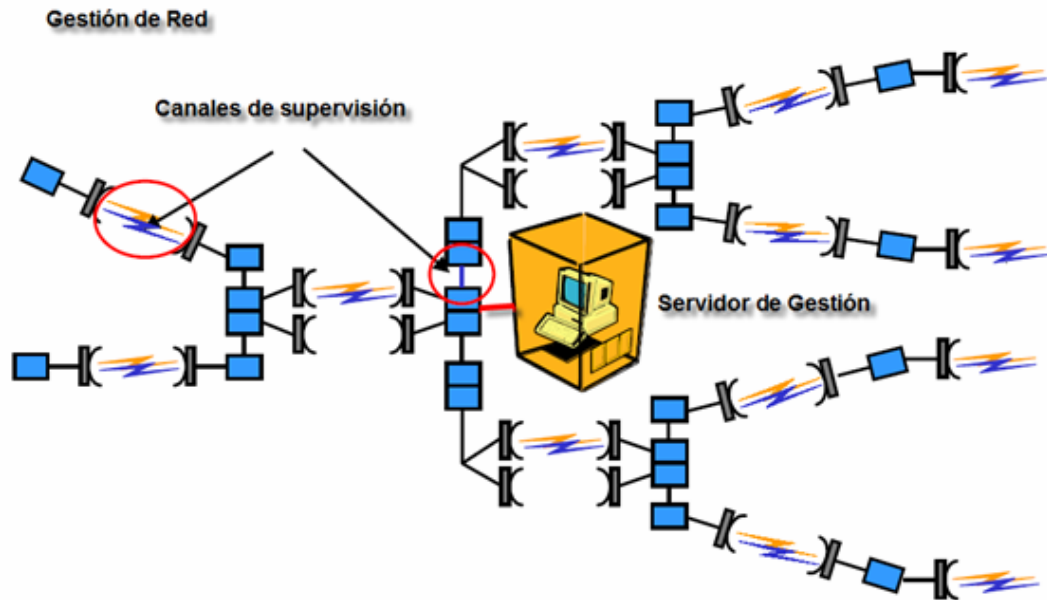


Figura N° 70 Indicación de alarma en el servidor de gestión

Como se muestra en la figura N° 71, la página que se genera en Microsoft Word incluye un gráfico que refleja el porcentaje de las diferentes fallas que ocurren en la red de microondas en un momento determinado. Para el ejemplo mostrado en la figura, la alarma que se produjo es causada por una falla en los canales de comunicaciones. En esta oportunidad, la falla de los canales de comunicaciones abarca el 100% de las todas fallas, debido a que no han producido más averías en el sistema hasta los momentos.



**Reporte de Fallas**



- Tráfico
- Hardware
- Canales de Comunicación
- BER
- Canal de Usuario

Documento2 - Hoja de datos

		A	B	C	D	E
		Tráfico	Hardware	Canales de Comunicación	BER	Canal de Usuario
1	22:26:25	0	0		1	0
2						
3						
4						

Figura N° 71 Reporte de falla generado en Microsoft Word

Como se tiene conectado un terminal aún, se puede desconectar para producir otra señal de alarma en el sistema de gestión. Esta situación produce que ambos LED del panel frontal estén titilando y se muestra en la figura N° 72.

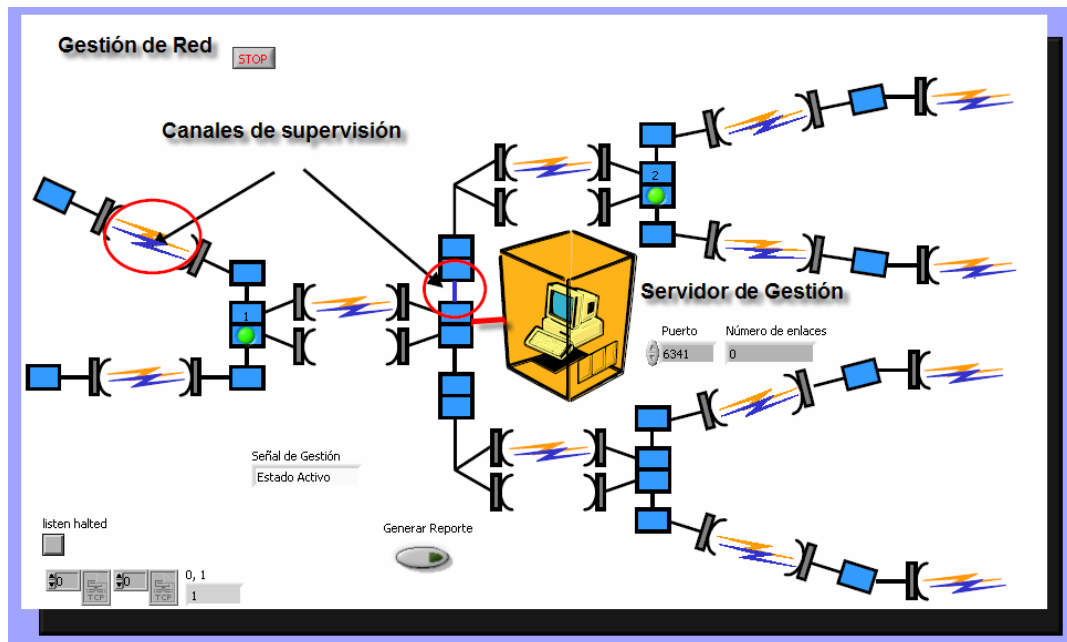
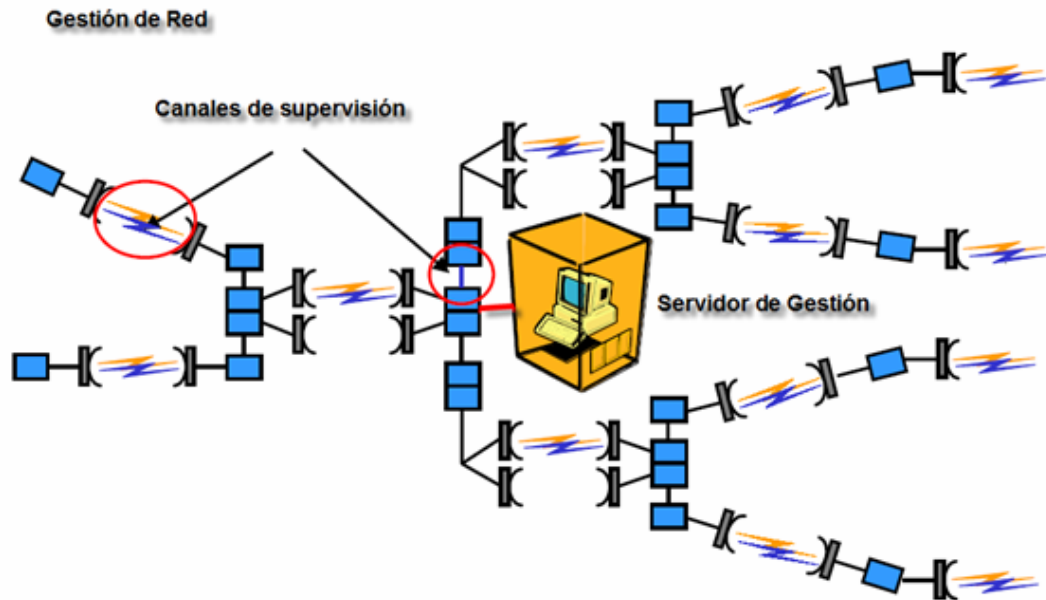
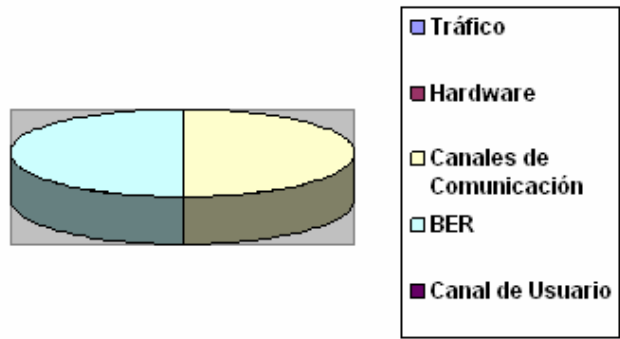


Figura N° 72 Indicación de ambas señales de alarma en el servidor de gestión

Al generar el reporte, el operador puede registrar todas las alarmas presentes dentro de la red, así como también conocer el porcentaje de ocurrencia de cada una de ellas. Luego debe haber un seguimiento de las fallas y una búsqueda para solucionarlas. En la figura N° 73 se muestra el reporte generado donde se visualiza el gráfico de fallas dentro de la red indicando el 50% de las fallas producidas debido a los canales de comunicación y el otro 50% debido a los niveles de BER.



**Reporte de Fallas**



Documento4 - Hoja de datos

		A	B	C	D	E
		Tráfico	Hardware	Canales de Comunicación	BER	Canal de Usuario
1	22:32:23	0	0		1	1
2						
3						
4						

Figura N° 73 Reporte de las fallas generado en Microsoft Word

Implementar y mantener operativo un sistema de gestión en una red de enlaces de microondas contribuye a mejorar la confiabilidad de la red de transporte, mediante un sistema de supervisión automatizado que permite el monitoreo en forma remota y centralizada desde el centro de operaciones de la red, permitiendo obtener en tiempo real información de interés sobre el comportamiento y el *status* de los enlaces, para tomar acciones preventivas o correctivas.

Para finalizar, se muestra en la siguiente figura, el código de programación empleado para desarrollar este simulador, que contribuirá a establecer el procedimiento realizado para gestionar una red de transporte en un sistema de comunicaciones.





## [ANEXO 2]

### [Data sheet Tellabs 8120 Mini Node]



#### Data Sheet

Tellabs  
One Tellabs Center  
1415 West Diehl Road  
Naperville, IL 60563 U.S.A.  
Tel: +1 630 379 9900  
Fax: +1 630 852 7346  
www.tellabs.com

#### Tellabs® 8120 Mini Node

##### Overview

Designed specifically for public network operators, the Tellabs 8100 managed access system platform is a system of modular hardware and powerful software that enables the rapid deployment and expansion of access and transport networks of any size.

A Tellabs 8100 managed access system is made up of intelligent digital access and cross-connect nodes, configurable and scalable to meet customer requirements, whatever their size or service need.

All Tellabs 8100 system network elements are managed and flexibly configured using a single centralized network management system.



##### Features and Benefits

##### Tellabs 8120 Mini Node

Tellabs 8120 mini node is a compact-sized multi-service access node that allows network operators to deliver multiple services over a Tellabs 8100 managed access system.

Tellabs 8120 mini node is a small cross-connect device operating as either part of the Tellabs 8100 managed access system connected to Tellabs 8100 network manager or as a stand-alone cross-connect device controlled and supervised locally. In stand-alone use the needed configurations can be set in the factory or parameters can be set locally using specific tools. It can integrate multiple services and transmit them over a single or multiple access line. Cross-connection at  $n \times 8$  kbps or 64 kbps level.

##### Key Benefits

- Integrated Access Device (IAD) with support for multiple xDSL, fiber, voice, digital data, G.703 and Ethernet interfaces.
- Simplified service deployment and maintenance.
- Offers highly cost-effective  $n \times 64$  kbps services.

##### Specifications

##### Tellabs 8120 Mini Node Models and Number of Interface Modules

Model	Max. Framed	Max. Unframed	Max. Voice	Max. Alarm
C	2	-	-	-
M	2	2	-	-
PM	2	1	1 (8 POTS)	1 (4 in, 2 out)
VG	3	-	1	1 (20 in, 5 out)
VM	2	1	1	-

**Framed Interfaces Modules** (trunk modules, GMH type, one module, one interface)

- G703-75-M: G703 2,048 kbps, one G.703 interface, 75 ohm.
- G703-120-M: G703 2,048 kbps, one G.703 interface, 120 ohm.
- G703-8M-M: G703 8,448 kbps, one G.703 interface, 75 ohm.
- HCE-2M-1P-M:  $n \times 64$  kbps ( $n = 32, 36$ ), 1 pair, 2B1Q, HDSL, one interface (for model PM only).

- HCE-2M-2P-M:  $n \times 64$  kbps ( $n = 32, 36$ ), 2 pairs, 2B1Q, HDSL, one interface (for model PM only).
- OTE-LED-M: 2,048/8,848 kbps, optical LED, one interface.
- BTE-1088-2W-M: 1 Mbps, 2/4 wire baseband, one interface (for model M only).
- BTE-2048-2W-M: 2 Mbps, 2 wire baseband, one interface.
- BTE-2304-M: 2 Mbps, 2/4 wire baseband, one interface (for model M only).
- BTE-4096-M: 4 Mbps, 4 wire baseband, one interface.

**Unframed Interfaces Modules** (Data modules, VCM-type, one module two interface except LAN and HSSI where is only one interface)

- V35-M: up to 2 Mbps, V.35 module, two interfaces, 34-pin ISO2593 female.
- V36-M: up to 2 Mbps, V.36 module, two interfaces.
- V24-DTE-M: up to 64 kbps, V.24/V.28 module, two interfaces.
- V24-DCE-M: up to 64 kbps, V.24/V.28 module, two interfaces.
- X21-M: up to 2 Mbps, two interfaces.
- LAN module: from 64 kbps up to 2 Mbps, one 10BaseT Ethernet interface (for model M and PM only).
- HSSI module: from 0.6 kbps up to 8 Mbps, DCE module, one interface (for model M and PM only).

**Voice Frequency Interfaces** (EAE/CAE-types)

- PCM-10VF-M: Analog voice frequency module. 10 interfaces, 64 kbps PCM encoding.
- ADPCM-10VF-M: Analog voice frequency module. 10 interfaces, 64 kbps PCM or 32, 24 or 16 kbps ADPCM encoding.
- EM-PCM-M: Analog voice frequency module. Five interfaces, 64 kbps PCM, supports two E&M signaling channels for each voice channel.
- EM-ADPCM-M: Analog voice frequency module. Five interfaces, 64 kbps PCM or 32, 24 or 16 kbps ADPCM encoding, supports two E&M signalling channels for each voice channel.
- CCS-UNI-M: Voice frequency module, 8 interface (for model PM only).

**Alarm Interface**

- IO-205-M: Provides 20 channel inputs and five channel outputs (for VG model only).
- Integrated module: 4 input and 2 output (for model PM only).

**Environment**

Normal conditions: + 5° C to + 40° C, from 5% to 85% non-condensing.  
 Exceptional conditions: - 5° C to + 45° C, from 5% to 90% non-condensing.

**Power Consumption**

Max. 40 W.

**Power Supply**

100 – 240V AC/+ 24V/- 48Vdc.

## [ANEXO 3]

### [Data sheet Serie 2800 de Cisco]



#### DATA SHEET

### CISCO 2800 SERIES INTEGRATED SERVICES ROUTERS

Cisco Systems<sup>®</sup>, Inc. is redefining best-in-class enterprise and small- to- midsize business routing with a new line of integrated services routers that are optimized for the secure, wire-speed delivery of concurrent data, voice, and video services. Founded on 20 years of leadership and innovation, the Cisco<sup>®</sup> 2800 Series of integrated services routers (refer to Figure 1) intelligently embed data, security, and voice services into a single, resilient system for fast, scalable delivery of mission-critical business applications. The unique integrated systems architecture of the Cisco 2800 Series delivers maximum business agility and investment protection.

Figure 1  
Cisco 2800 Series



#### PRODUCT OVERVIEW

The Cisco 2800 Series comprises four new platforms (refer to Figure 1): the Cisco 2801, the Cisco 2811, the Cisco 2821, and the Cisco 2851. The Cisco 2800 Series provides significant additional value compared to prior generations of Cisco routers at similar price points by offering up to a fivefold performance improvement, up to a tenfold increase in security and voice performance, new embedded service options, and dramatically increased slot performance and density while maintaining support for most of the more than 90 existing modules that are available today for the Cisco 1700, Cisco 2600, and Cisco 3700 Series.

The Cisco 2800 Series features the ability to deliver multiple high-quality simultaneous services at wire speed up to multiple T1/E1/xDSL connections. The routers offer embedded encryption acceleration and on the motherboard voice digital-signal-processor (DSP) slots; intrusion prevention system (IPS) and firewall functions; optional integrated call processing and voice mail support; high-density interfaces for a wide range of connectivity requirements; and sufficient performance and slot density for future network expansion requirements and advanced applications.



## **SECURE NETWORK CONNECTIVITY FOR DATA, VOICE, AND VIDEO**

Security has become a fundamental building block of any network. Routers play an important role in any network defense strategy because security needs to be embedded throughout the network. The Cisco 2800 Series features advanced, integrated, end-to-end security for the delivery of converged services and applications. With the Cisco IOS<sup>®</sup> Software Advanced Security feature set, the Cisco 2800 provides a robust array of common security features such as a Cisco IOS Software Firewall, intrusion prevention, IPsec VPN, Secure Shell (SSH) Protocol Version 2.0, and Simple Network Management Protocol (SNMPv3) in one secure solution set. Additionally, by integrating security functions directly into the router itself, Cisco can provide unique intelligent security solutions other security devices cannot, such as network admissions control (NAC) for antivirus defense; Voice and Video Enabled VPN (V3PN) for quality-of-service (QoS) enforcement when combining voice, video, and VPN; and Dynamic Multipoint VPN (DMVPN) and Easy VPN for enabling more scalable and manageable VPN networks. In addition, Cisco offers a range of security acceleration hardware such as the intrusion-prevention network modules and advanced integration modules (AIM) for encryption, making the Cisco 2800 Series the industry's most robust and adaptable security solution available for branch offices. As Figure 2 demonstrates, using a Cisco 2800 Series uniquely enables customers to deliver concurrent, mission-critical data, voice, and video applications with integrated, end-to-end security at wire-speed performance.

## **CONVERGED IP COMMUNICATIONS**

As shown in Figure 2, the Cisco 2800 Series can meet the IP Communications needs of small-to-medium sized business and enterprise branch offices while concurrently delivering an industry-leading level of security within a single routing platform. Cisco CallManager Express (CME) is an optional solution embedded in Cisco IOS Software that provides call processing for Cisco IP phones. This solution is for customers with data-connectivity requirements interested in deploying a converged IP telephony solution for up to 72 IP phones and—as of Cisco IOS 12.3(11) release—for up to 96 IP phones. With the Cisco 2800 Series, customers can securely deploy data, voice, and IP telephony on a single platform for their small-to-medium sized branch offices, helping them to streamline their operations and lower their network costs. The Cisco 2800 Series with optional Cisco CME support offers a core set of phone features that customers require for their everyday business needs and takes advantage of the wide array of voice capabilities that are embedded in the Cisco 2800 Series (as shown in Table 1) together with optional features available in Cisco IOS Software to provide a robust IP telephony offering for the small to medium-sized branch-office environment.

## **INTEGRATED SERVICES**

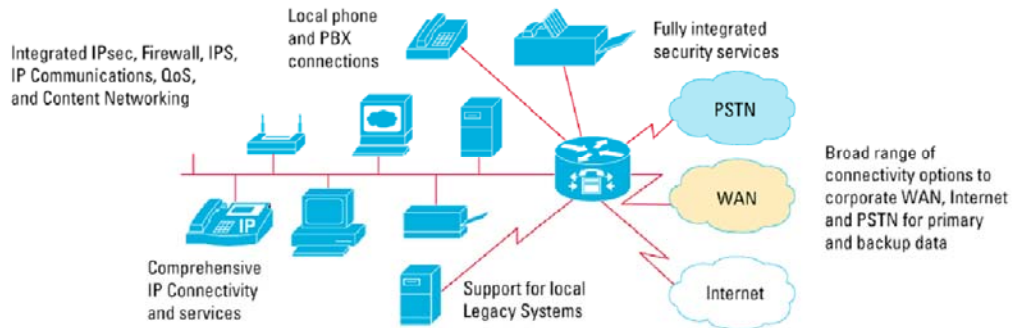
Figure 2 also highlights the fact that with the unique integrated services architecture of the Cisco 2800 Series, customers can now securely deploy IP Communications with traditional IP routing while leaving interface and module slots available for additional advanced services. With the optional integration of a wide array of services modules, the Cisco 2800 Series offers the ability to easily integrate the functions of standalone network appliances and components into the Cisco 2800 Series chassis itself. Many of these modules, such as the Cisco Network Analysis Module, Cisco Voice Mail Module, Cisco Intrusion Detection Module, and Cisco Content Engine Module, have embedded processors and hard drives that allow them to run largely independently of the router while allowing management from a single management interface. This flexibility greatly expands the potential applications of the Cisco 2800 Series beyond traditional routing while still maintaining the benefits of integration. These benefits include ease of management, lower solution costs (CAPEX and OPEX), and increased speed of deployment.

## APPLICATIONS

### Secure Network Connectivity with Converged IP Communications

Figure 2

Secure Network Connectivity with Converged IP Communications



## ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.KEY FEATURES AND BENEFITS

### Architecture—Features and Benefits

The Cisco 2800 Series architecture has been designed specifically to meet the expanding requirements of enterprise branch offices and small-to-medium-sized businesses for today's and future applications. The Cisco 2800 Series provides the broadest range of connectivity options in the industry combined with leading-edge availability and reliability features. In addition, Cisco IOS Software provides support for a complete suite of transport protocols, Quality-of-Service (QoS) tools, and advanced security and voice applications.

Table 1. Architecture—Features and Benefits

Feature	Benefit
Modular architecture	<ul style="list-style-type: none"> <li>A wide variety of LAN and WAN options are available. Network interfaces can be upgraded in the field to accommodate future technologies.</li> <li>Several types of slots are available to add connectivity and services in the future on an "integrate-as-you-grow" basis.</li> <li>The Cisco 2800 supports more than 90 modules, including most of the existing WICs, VICs, network modules, and AIMs (Note: the Cisco 2801 router does not support network modules).</li> </ul>
Embedded security hardware acceleration	<ul style="list-style-type: none"> <li>Each of the Cisco 2800 Series routers comes standard with embedded hardware cryptography accelerators, which when combined with an optional Cisco IOS Software upgrade help enable WAN link security and VPN services.</li> </ul>
Increased default memory	<ul style="list-style-type: none"> <li>The Cisco 2811, 2821, and 2851 Routers offer 64 MB of Flash and 256 MB of DRAM memory.</li> <li>The Cisco 2801 router comes with 64 MB Flash and 128 MB DRAM memory.</li> </ul>
Integrated dual Fast Ethernet or Gigabit Ethernet ports	<ul style="list-style-type: none"> <li>The Cisco 2800 Series provide two 10/100 on the Cisco 2801 and Cisco 2811 and two 10/100/1000 on the Cisco 2821 and Cisco 2851</li> </ul>

Feature	Benefit
Support for Cisco IOS Software Release 12.3T feature sets	<ul style="list-style-type: none"> <li>• The Cisco 2800 helps enable end-to-end solutions with full support for the latest Cisco IOS Software-based QoS, bandwidth management, and security features.</li> <li>• Common feature and command set structure across the Cisco 1700, 1800, 2600, 2800, 3700 and 3800 series routers simplifies feature set selection, deployment, management, and training.</li> </ul>
Optional integrated power supply for distribution of Power over Ethernet (PoE)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• An optional upgrade to the internal power supply provides in-line power (802.3af-compliant Power-over-Ethernet [PoE] and Cisco standard inline power) to optional integrated switch modules.</li> </ul>
Optional integrated universal DC power supply	<ul style="list-style-type: none"> <li>• On the Cisco 2811, 2821, and 2851 routers an optional DC power supply is available that extends possible deployments environments such as central offices and industrial environments (Note: not available on the Cisco 2801).</li> </ul>
Integrated redundant-power-supply (RPS) connector	<ul style="list-style-type: none"> <li>• On the Cisco 2811, 2821, and 2851 there is a built in external power-supply connector that eases the addition of external redundant power supply that can be shared with other Cisco products to decrease network downtime by protecting the network components from downtime due to power failures.</li> </ul>

#### Modularity—Features and Benefits

The Cisco 2800 Series provides significantly enhanced modular capabilities (refer to Table 2) while maintaining investment protection for customers. The modular architecture has been redesigned to support increasing bandwidth requirements, time-division multiplexing (TDM) interconnections, and fully integrated power distribution to modules supporting 802.3af PoE or Cisco in-line power, while still supporting most existing modules. With more than 90 modules shared with other Cisco routers such as the Cisco 1700, 1800, 2600, 3700, and 3800 series, interfaces for the Cisco 2800 Series can easily be interchanged with other Cisco routers to provide maximum investment protection in the ease of network upgrades. In addition, taking advantage of common interface cards across a network greatly reduces the complexity of managing inventory requirements, implementing large network rollouts, and maintaining configurations across a variety of branch-office sizes.

**Table 2.** Modularity—Features and Benefits

Feature	Benefit
Enhanced network-module (NME) slots	<ul style="list-style-type: none"> <li>• The NME slots support existing network modules (Note: NM and NME support on Cisco 2811, 2821, and 2851 only)</li> <li>• NME Slots offer high data throughput capability (up to 1.6Gbps) and support for Power over Ethernet (POE).</li> <li>• NME slots are highly flexible with future support for extended NMEs (NME-X on Cisco 2821 and 2851 only) and enhanced double-wide NMEs (NME-XDs) (Note: Cisco 2851 only).</li> </ul>
High-performance WIC (HWIC) slots with enhanced functionality	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Four integrated HWIC slots on Cisco 2811, 2821, and 2851 and two integrated HWIC slots on Cisco 2801 allow for more flexible and dense configurations.</li> <li>• HWICs slots can also support WICs, VICs, and VWICs</li> <li>• HWIC slots offer high data throughput capability (up to 400 Mbps half duplex or 800 Mbps aggregate throughput) and Power over Ethernet (POE) support.</li> <li>• A flexible form factor supports up to two double-wide HWIC (HWIC-D) modules.</li> </ul>

Feature	Benefit
Dual AIM slots	<ul style="list-style-type: none"> <li>Dual AIM slots support concurrent services such as hardware-accelerated security, ATM segmentation and reassembly (SAR), compression, and voice mail (Refer to Table 7 for more details on specific platform support).</li> </ul>
Packet voice DSP module (PVDM) slots on motherboard	<ul style="list-style-type: none"> <li>Slots for Cisco PVDM2 Modules (DSP Modules) are integrated on the motherboard, freeing slots on the router for other services.</li> </ul>
Extension-voice-module (EVM) slot	<ul style="list-style-type: none"> <li>The EVM supports additional voice services and density without consuming the network-module slot (Note: available only on Cisco 2821 and 2851).</li> </ul>

### Secure Networking—Feature and Benefits

The Cisco 2800 Series features enhanced security functionality as shown in Table 3. Integrated on the motherboard of every Cisco 2800 Series router is hardware-based encryption acceleration that offloads the encryption processes to provide greater IPsec throughput with less overhead for the router CPU when compared with software-based solutions. With the integration of optional VPN modules (for enhanced VPN tunnel count), Cisco IOS Software-based firewall, network access control, or content-engine network modules, Cisco offers the industry's most robust and adaptable security solution for branch-office routers.

**Table 3.** Secure Networking—Feature and Benefits

Feature	Benefit
Cisco IOS Software Firewall	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sophisticated security and policy enforcement provides features such as stateful, application-based filtering (context-based access control), per-user authentication and authorization, real-time alerts, transparent firewall, and IPv6 firewall.</li> </ul>
Onboard VPN encryption acceleration	<ul style="list-style-type: none"> <li>The Cisco 2800 Series supports IPsec Digital Encryption Standard (DES), Triple DES (3DES), Advanced Encryption Standard (AES) 128, AES 192, and AES 256 cryptology without consuming an AIM slot.</li> </ul>
Network Admissions Control (NAC)	<ul style="list-style-type: none"> <li>A Cisco Self-Defending Network initiative, NAC seeks to dramatically improve the ability of networks to identify, prevent, and adapt to threats by allowing network access only to compliant and trusted endpoint devices.</li> </ul>
Multiprotocol Label Switching (MPLS) VPN support	<ul style="list-style-type: none"> <li>The Cisco 2800 Series supports specific provider edge functions plus a mechanism to extend customers' MPLS VPN networks out to the customer edge with virtual routing and forwarding (VRF) firewall and VRF IPsec. For details on the MPLS VPN support on the different versions of the Cisco 2800 Series, please check the feature navigator tool on <a href="http://www.cisco.com">www.cisco.com</a>.</li> </ul>
Onboard USB 1.1 port(s)	<ul style="list-style-type: none"> <li>The USB port(s) will be used for future capabilities and will initially support secure token and flash memory.</li> </ul>
AIM-based security acceleration	<ul style="list-style-type: none"> <li>Support for an optional dedicated security AIM can deliver 2 to 3 times the performance of embedded encryption capabilities with Layer 3 compression.</li> </ul>
Intrusion Prevention System (IPS)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Flexible support is offered through Cisco IOS<sup>®</sup> Software or a high-performance intrusion-detection-system (IDS) network module.</li> <li>The ability to load and enable selected IDS signatures in the same manner as Cisco IDS Sensor Appliances</li> </ul>
Cisco Easy VPN remote and server support	<ul style="list-style-type: none"> <li>The Cisco 2800 Series eases administration and management of point-to-point VPNs by actively pushing new security policies from a single headend to remote sites.</li> </ul>

Feature	Benefit
Dynamic Multipoint VPN (DMVPN)	<ul style="list-style-type: none"> <li>DMVPN is a Cisco IOS Software solution for building IPsec + generic routing encapsulation (GRE) VPNs in an easy and scalable manner.</li> </ul>
URL filtering	<ul style="list-style-type: none"> <li>URL filtering is available onboard with an optional content-engine network module or external with a PC server running the URL filtering software.</li> </ul>
Cisco Router and Security Device Manager (SDM)	<ul style="list-style-type: none"> <li>This intuitive, easy-to-use, Web-based device-management tool is embedded within the Cisco IOS Software access routers; it can be accessed remotely for faster and easier deployment of Cisco routers for both WAN access and security features.</li> </ul>

#### IP Telephony Support—Features and Benefits

The Cisco 2800 Series allows network managers to provide scalable analog and digital telephony without investing in a one-time solution (refer to Table 4 for more detail), allowing enterprises greater control of their converged telephony needs. Using the voice and fax modules, the Cisco 2800 Series can be deployed for applications ranging from voice-over-IP (VoIP) and voice-over-Frame Relay (VoFR) transport to robust, centralized solutions using the Cisco Survivable Remote Site Telephony (SRST) solution or distributed call processing using Cisco Call Manager Express (CME). The architecture is highly scalable with the ability to support up to 12 T1/E1s trunks, 52 foreign-exchange-station (FXS) ports, or 36 foreign-exchange-office (FXO) ports concurrent with data routing and other services.

**Table 4.** IP Telephony Support—Features and Benefits

Feature	Benefit
IP phone support	<ul style="list-style-type: none"> <li>Optional support for Cisco in-line power distribution to Ethernet switch network modules and HWICs can be used to power Cisco IP phones.</li> </ul>
EVM module slots	<ul style="list-style-type: none"> <li>Extension Voice Module Slots, available only on the Cisco 2821 and Cisco 2851, provide support for the Cisco High-Density Analog and Digital Extension Module for Voice and Fax, providing support for up to 24 total voice and fax sessions without consuming a Network Module Slot.</li> </ul>
PVDM (DSP) slots on motherboard	<ul style="list-style-type: none"> <li>DSP (PVDM2) modules deliver support for analog and digital voice, conferencing, transcoding, and secure Real-Time Transport Protocol (RTP) applications.</li> </ul>
Integrated call processing	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cisco CME is an optional solution embedded in Cisco IOS Software that provides call processing for Cisco IP phones. Cisco CME delivers telephony features similar to those that are commonly used by business users to meet the requirements of the small to medium-sized offices.</li> </ul>
Integrated voice mail	<ul style="list-style-type: none"> <li>Support for up to a 100 mailboxes using the Cisco Unity<sup>®</sup> Express voice messaging system is possible with the integration of an optional voice-mail AIM or network module.</li> </ul>
Broad range of voice interfaces	<ul style="list-style-type: none"> <li>Interfaces for local telephone, private branch exchange (PBX), and gateway connections include FXS; FXO; direct inward dialing (DID); ear and mouth (E&amp;M); Centralized Automated Message Accounting (CAMA); ISDN Basic Rate Interface (BRI); and T1, E1, and J1 with ISDN Primary Rate Interface (PRI); QSIG; and several additional channel-associated-signaling (CAS) signaling schemes.</li> </ul>
Support of Survivable Remote Site Telephony (SRST) Feature	<ul style="list-style-type: none"> <li>Branch offices can take advantage of centralized call control while cost-effectively providing local branch backup using SRST redundancy for IP telephony.</li> </ul>



### Cost of Ownership and Ease of Use—Features and Benefits

The Cisco 2800 Series continues the heritage of offering versatility, integration, and power to branch offices. The Cisco 2800 Series offers many enhancements to help enable the support of multiple services in the branch office as shown in Table 5.

**Table 5.** Cost of Ownership and Ease of Use—Feature and Benefits

Feature	Benefit
Integrated channel service unit/data service unit (CSU/DSU), add/drop multiplexers, firewall, modem, compression, and encryption	<ul style="list-style-type: none"><li>• Consolidates typical communications equipment found in branch-office wiring closets into a single, compact unit; this space-saving solution provides better manageability</li></ul>
Optional network analysis module	<ul style="list-style-type: none"><li>• Provides application-level visibility into network traffic for troubleshooting, performance monitoring, capacity planning, and managing network-based services (Note: Cisco 2811, 2821, and 2851 only)</li></ul>
Cisco IOS Software Warm Reboot	<ul style="list-style-type: none"><li>• Reduces system boot time, and decreases downtime caused by Cisco IOS Software reboots (Note: Cisco 2801 will support the Cisco IOS Software Warm Reboot at a later point in time)</li></ul>
Enhanced Setup feature	<ul style="list-style-type: none"><li>• Optional setup wizard with context-sensitive questions guides the user through the router configuration process, allowing faster deployment</li></ul>
CiscoWorks support	<ul style="list-style-type: none"><li>• Offers advanced management and configuration capabilities through a Web-based GUI</li></ul>
Cisco AutoInstall	<ul style="list-style-type: none"><li>• Configures remote routers automatically across a WAN connection to save cost of sending technical staff to the remote site</li></ul>

### SUMMARY AND CONCLUSION

As companies strive to lower the cost of running their network and increase the productivity of their end users with network applications, more intelligent branch-office solutions are required. The Cisco 2800 Series offers these solutions by providing enhanced performance and increased modular density to support multiple services at wire speed. The Cisco 2800 Series is designed to consolidate the functions of many separate devices into a single, compact package that can be managed remotely. Because the Cisco 2800 Series routers are modular devices, interface configurations are easily customized to accommodate a wide variety of network applications, such as branch-office data access, integrated switching, voice and data integration, dial access services, VPN access and firewall protection, business-class DSL, content networking, intrusion prevention, inter-VLAN routing, and serial device concentration. The Cisco 2800 Series provides customers with the industry's most flexible, adaptable infrastructure to meet both today's and tomorrow's business requirements for maximum investment protection.

### PRODUCT SPECIFICATIONS

**Table 6.** Chassis Specifications

Cisco 2800 Series	Cisco 2801	Cisco 2811	Cisco 2821	Cisco 2851
<b>Product Architecture</b>				
DRAM	Default: 128 MB Maximum: 384 MB	Default: 256 MB Maximum: 760 MB	Default: 256 MB	Maximum: 1 GB

Cisco 2800 Series	Cisco 2801	Cisco 2811	Cisco 2821	Cisco 2851
Compact Flash	Default: 64 MB Maximum: 128MB		Default: 64 MB Maximum: 256 MB	
Fixed USB 1.1 ports	1		2	
Onboard LAN ports	2–10/100		2–10/100/1000	
Onboard AIM (internal) slot	2			
Interface card slots	4 slots; 2 slots support HWIC, WIC, VIC, or VWIC type modules  1 slot supports WIC, VIC, or VWIC type modules  1 slot supports VIC or VWIC type modules	4 slots, each slot can support HWIC, WIC, VIC, or VWIC type modules		
Network-module slot	No	1 slot, supports NM and NME type modules	1 slot, supports NM, NME and NME-X type modules	1 slot, supports NM, NME, NME-X, NMD and NME-XD type modules
Extension Voice Module Slot	0		1	
PVDM (DSP) slots on motherboard	2		3	
Integrated hardware-based encryption	Yes			
VPN hardware acceleration (on motherboard)	DES, 3DES, AES 128, AES 192, and AES 256			
Optional integrated in-line power (PoE)	Yes, requires AC-IP power supply			
Console port (up to 115.2 kbps)	1			
Auxiliary port (up to 115.2 kbps)	1			
Minimum Cisco IOS Software release	12.3(8)T			
Rack mounting	Yes, 19-inch	Yes, 19- and 23-in. options		

Cisco 2800 Series	Cisco 2801	Cisco 2811	Cisco 2821	Cisco 2851
Wall mounting	No	Yes	No	No
<b>Power Requirements</b>				
AC input voltage	100 to 240 VAC, autoranging			
AC input frequency	47–63 Hz			
AC input current	2A (110V) 1A (230V)		3A (110V) 2A (230V)	
AC input surge current	50A maximum, one cycle (–48V power included)			
AC-IP maximum in-line power distribution	120W	160W	240W	360W
AC-IP input current	4A (110V) 2A (230V)		8A (110V) 4A (230V)	
AC-IP input surge current	50A maximum, one cycle (–48V power included)			
DC input voltage	No DC Power Option available	24 to 60 VDC, autoranging positive or negative		
DC input current	No DC Power Option available	8A (24V) 3A (60V) Startup current 50A<10 ms	12A (24V) 5A (60V) Startup current 50A<10 ms	
Power dissipation—AC without IP phone support	150W (511 BTU/hr)	170W (580 BTU/hr)	280W (955 BTU/hr)	280W (955 BTU/hr)
Power dissipation—AC with IP phone support—system only	150W (511 BTU/hr)	210W (717 BTU/hr)	310W (1058 BTU/hr)	370W (1262 BTU/hr)
Power dissipation—AC with IP phone support—IP phones	180W (612 BTU/hr)	160W (546 BTU/hr)	240W (819 BTU/hr)	360W (1128 BTU/hr)
Power dissipation—DC	Not applicable	180W (614 BTU/hr)	300W (1024 BTU/hr)	300W (1024 BTU/hr)
RPS	No	External only, connector for RPS provided by default		

Cisco 2800 Series	Cisco 2801	Cisco 2811	Cisco 2821	Cisco 2851
Recommended RPS unit	No RPS option	Cisco RPS-675 Redundant Power System		
<b>Environmental Specifications</b>				
Operating temperature		32 to 104°F (0 to 40°C)		
Operating humidity	10 to 85% noncondensing	5 to 95%, noncondensing		
Nonoperating temperature	–	–4° to 149°F (–20° to 65°C)		
Operation altitude (derate 1.5C per 1000 ft)	25°C @ 3 km/10 kft 40°C @ sea level	27.5°C @ 15 kft 35°C @ 3km/10 kft 40°C @ sea level		
Dimensions (H x W x D)	1.72 x 17.5 x 16.5 in. (43.7 x 445 x 419 mm)	1.75 x 17.25 x 16.4 in. (44.5 x 438.2 x 416.6 mm)	3.5 x 17.25 x 16.4 in. (88.9 x 438.2 x 416.6 mm)	
Rack height	1 rack unit (1RU)		2RU	
Weight (fully configured)	13.7 lb (6.2 kg)	14 lb (6.4 kg)	25 lb (11.4 kg)	
Noise level (minimum/maximum)	39 dBA for normal operating temperature (<90°F/32.2°C) 53.5 dBA (@ maximum fan speed)	47 dBA for normal operating temperature (<90°F/32.2°C) 57 dBA (@ maximum fan speed)	44 dBA for normal operating temperature (<90°F/32.2°C) 53 dBA (@ maximum fan speed)	
<b>Regulatory Compliance</b>				
Safety	UL 60950 CAN/CSA C22.2 No. 60950 IEC 60950 EN 60950-1 AS/NZS 60950			
Immunity	EN300386 EN55024/CISPR24 EN50082-1 EN61000-6-2			

Cisco 2800 Series	Cisco 2801	Cisco 2811	Cisco 2821	Cisco 2851
EMC		FCC Part 15 ICES-003 Class A EN55022 Class A CISPR22 Class A AS/NZS 3548 Class A VCCI Class A EN 300386 EN61000-3-3 EN61000-3-2		
TELCOM**	<p>For all four platforms, Telecom compliance standards depend upon country and interface type. Interfaces comply with FCC Part 68, CS-03, JATE Technical Conditions, European Directive 99/5/EC and relevant TBR's. For specific information see the datasheet for the specific interface card.</p> <p>Homologation requirements vary by country and interface type. For specific country information, see the on-line approvals data base:</p> <p><a href="http://tools.cisco.com/cse/prdapp/jsp/externalsearch.do?action=externalsearch&amp;page=EXTERNAL_SEARCH_H&amp;module=EXTERNAL_SEARCH">http://tools.cisco.com/cse/prdapp/jsp/externalsearch.do?action=externalsearch&amp;page=EXTERNAL_SEARCH_H&amp;module=EXTERNAL_SEARCH</a></p>			

#### MODULAR SUPPORT

**Table 7.** Modules and Interface Cards Supported

Network Module		Cisco 2801	Cisco 2811	Cisco 2821	Cisco 2851
<b>Ethernet Switching Network Modules</b>					
NM-16ESW	16-port 10/100 Cisco EtherSwitch <sup>®</sup> Network Module	No	√	√	√
NM-16ESW-1GIG	16-port 10/100 Cisco EtherSwitch Network Module with 1 Gigabit Ethernet (1000BASE-T) port	No	√	√	√
NM-16ESW-PWR	16-port 10/100 Cisco EtherSwitch Network Module with in-line power support	No	√	√	√
NM-16ESW-PWR-1GIG	16-port 10/100 Cisco EtherSwitch Network Module with in-line power and Gigabit Ethernet	No	√	√	√
NMD-36ESW	36-port 10/100 Cisco EtherSwitch High-Density Services Module (HDSM)	No	No	No	√
NMD-36ESW-2GIG	36-port 10/100 Cisco EtherSwitch HDSM with 1 Gigabit Ethernet (1000BASE-T) port	No	No	No	√

Network Module		Cisco 2801	Cisco 2811	Cisco 2821	Cisco 2851
NMD-36ESW-PWR	36-port 10/100 Cisco EtherSwitch HDSDM with in-line power support	No	No	No	√
NMD-36ESW-PWR-2G	36-port 10/100 Cisco EtherSwitch HDSDM with in-line power and Gigabit Ethernet	No	No	No	√
<b>Serial Connectivity Network Modules</b>					
NM-1T3/E3	1-port clear-channel T3/E3 network module	No	√	√	√
NM-1HSSI	1-port High-Speed Serial Interface (HSSI) network module	No	√	√	√
NM-4A/S	4-port asynchronous/synchronous serial network module	No	√	√	√
NM-8A/S	8-port asynchronous/synchronous serial network module	No	√	√	√
NM-16A/S	16-port asynchronous/synchronous serial network module	No	√	√	√
NM-16A	16-port asynchronous serial network module	No	√	√	√
NM-32A	32-port asynchronous serial network module	No	√	√	√
<b>Channelized T1/E1 and ISDN Network Modules</b>					
NM-1CE1T1-PRI	1-port Channelized E1/T1/ISDN PRI network module	No	√	√	√
NM-2CE1T1-PRI	2-port Channelized E1/T1/ISDN PRI network module	No	√	√	√
NM-4B-S/T	4-port ISDN BRI network module (S/T interface)	No	√	√	√
NM-4B-U	4-port ISDN BRI network module with integrated Network Termination 1 (NT1) (U interface)	No	√	√	√
NM-8B-S/T	8-port ISDN BRI network module (S/T interface)	No	√	√	√
NM-8B-U	8-port ISDN BRI network module with integrated NT1 (U interface)	No	√	√	√
<b>ATM Network Modules</b>					
NM-1A-T3	1-port DS-3 ATM network module	No	√	√	√
NM-1A-E3	1-port E3 ATM network module	No	√	√	√
<b>Analog Dialup and Remote Access Network Modules</b>					
NM-8AM-V2	8-port analog modem network module with v.92	No	√	√	√
NM-16AM-V2	16-port analog modem network module with v.92	No	√	√	√

Network Module		Cisco 2801	Cisco 2811	Cisco 2821	Cisco 2851
<b>Voice Network Modules and Accessories</b>					
NM-HD-1V	1-slot IP Communications voice and fax network module	No	√	√	√
NM-HD-2V	2-slot IP Communications voice and fax network module	No	√	√	√
NM-HD-2VE	2-slot IP Communications enhanced voice and fax network module	No	√	√	√
NM-HDA-4FXS	High-density analog voice and fax network module with 4 FXS slots	No	√	√	√
NM-HDV2	IP Communications high-density voice and fax network module	No	√	√	√
NM-HDV2-1T1/E1	1-port T1/E1 IP Communications high-density voice and fax network module	No	√	√	√
NM-HDV2-2T1/E1	2-port T1/E1 IP Communications high-density voice and fax network module	No	√	√	√
NM-HDV=	High Density Voice/Fax Network Module (Single VIC Slot)	No	√	√	√
NM-HDV-1T1-12	1-port 12-channel T1 voice and fax network module	No	√	√	√
NM-HDV-1T1-24	1-port 24-channel T1 voice and fax network module	No	√	√	√
NM-HDV-1T1-24E	Single-port 24 enhanced channel T1 voice and fax network module	No	√	√	√
NM-HDV-2T1-48	2-port 48-channel T1 voice and fax network module	No	√	√	√
NM-HDV-1E1-12	1-port 12-channel E1 voice and fax network module	No	√	√	√
NM-HDV-1E1-30	1-port 30-channel E1 voice and fax network module	No	√	√	√
NM-HDV-1E1-30E	1-port 30-enhanced-channel E1 voice and fax network module	No	√	√	√
NM-HDV-2E1-60	2-port 60-channel E1 voice and fax network module	No	√	√	√
NM-HDV-1J1-30	1-port 30-channel J1 high-density voice network module	No	√	√	√
NM-HDV-1J1-30E	1-port 30-enhanced-channel J1 high-density voice network module	No	√	√	√
NM-HDV-FARM-C36	36-port transcoding and conferencing DSP farm	No	√	√	√

Network Module		Cisco 2801	Cisco 2811	Cisco 2821	Cisco 2851
NM-HDV-FARM-C54	54-port transcoding and conferencing DSP farm	No	√	√	√
NM-HDV-FARM-C90	90-port transcoding and conferencing DSP farm	No	√	√	√
<b>Application Network Modules</b>					
NM-CE-BP-40G-K9	Cisco Content Engine Network Module, basic performance, 40-GB IDE hard disk	No	√	√	√
NM-CE-BP-80G-K9	Cisco Content Engine Network Module, basic performance, 80-GB IDE hard disk	No	√	√	√
NM-CIDS-K9	Cisco IDS Network Module	No	√	√	√
NM-CUE	Cisco Unity Express Voice-Mail Network Module	No	√	√	√
NM-NAM	Cisco 2600, 3660, and 3700 series network analysis module	No	√	√	√
<b>Alarm Monitoring and Control Network Modules and Accessories</b>					
NM-AIC-64	Alarm monitoring and control network module	No	√	√	√
<b>Circuit Emulation over IP (CEoIP) Network Modules</b>					
NM-CEM-4SER	4-port serial Circuit Emulation over IP (CEoIP) network module	No	√	√	√
NM-CEM-T4E1	4-port T1/E1 Circuit Emulation over IP (CEoIP) network module	No	√	√	√
<b>Extension Voice Modules</b>		<b>Cisco 2801</b>	<b>Cisco 2811</b>	<b>Cisco 2821</b>	<b>Cisco 2851</b>
EVM-HD-8FXS/DID	High density voice/fax extension module -8 FXS/DID	No	No	√	√
<b>Interface-Card Support</b>		<b>Cisco 2801</b>	<b>Cisco 2811</b>	<b>Cisco 2821</b>	<b>Cisco 2851</b>
<b>Ethernet Switching HWICs</b>					
HWIC-4ESW	4-port single-wide 10/100BaseT Ethernet switch HWIC	√	√	√	√
HWIC-D-9ESW	9-port double-wide 10/100BaseT Ethernet switch HWIC	√	√	√	√
HWIC-4ESW-POE	4-port Ethernet switch HWIC, Power over Ethernet capable	√	√	√	√
HWIC-D-9-ESW-POE	9-port Ethernet switch HWIC, Power over Ethernet capable	√	√	√	√



Interface-Card Support		Cisco 2801	Cisco 2811	Cisco 2821	Cisco 2851
<b>Gigabit Ethernet HWICs</b>					
HWIC-1GE-SFP		No	√	√	√
<b>Serial WICs</b>					
WIC-1T	1-port high-speed serial WIC	√	√	√	√
WIC-2T	2-port high-speed serial WIC	√	√	√	√
WIC-2A/S	2-port asynchronous/synchronous serial WIC	√	√	√	√
<b>CSU/DSU WICs</b>					
WIC-1DSU-T1-V2	1-port T1/Fractional-T1 DSU/CSU WIC	√	√	√	√
WIC-1DSU-56K4	1-port 4-wire 56-/64-kbps CSU/DSU WIC	√	√	√	√
<b>ISDN BRI WICs</b>					
WIC-1B-U-V2	1-port ISDN BRI with integrated NT1 (U interface)	√	√	√	√
WIC-1B-S/T-V3	1-port ISDN BRI with S/T interface	√	√	√	√
<b>DSL WAN Interface Cards</b>					
WIC-1ADSL	1-port asymmetric DSL (ADSL) over POTS service WIC	√	√	√	√
WIC-1ADSL-DG	1-port ADSL over basic telephone service with dying-gasp WIC	√	√	√	√
WIC-1ADSL-I-DG	1-port ADSL over ISDN with dying-gasp WIC	√	√	√	√
WIC-1SHDSL	1-port G.shdsl WIC (two wire only)	√	√	√	√
WIC-1SHDSL-V2	1-port G.shdsl WIC (two or four wire)	No	√	√	√
<b>Analog Modem WICs</b>					
WIC-1AM	1-port analog modem WIC	√	√	√	√
WIC-2AM	2-port analog modem WIC	√	√	√	√
<b>T1, E1, and G.703 Multiflex Trunk Voice Cards and WICs</b>					
VWIC-1MFT-T1	1-port RJ-48 multiflex trunk-T1	√	√	√	√
VWIC-2MFT-T1	2-port RJ-48 multiflex trunk-T1	√	√	√	√
VWIC-2MFT-T1-DI	2-port RJ-48 multiflex trunk-T1 with drop and insert	√	√	√	√
VWIC-1MFT-E1	1-port RJ-48 multiflex trunk-E1	√	√	√	√
VWIC-1MFT-G703	1-port RJ-48 multiflex trunk-G.703	√	√	√	√

Interface-Card Support		Cisco 2801	Cisco 2811	Cisco 2821	Cisco 2851
VWIC-2MFT-E1	2-port RJ-48 multiflex trunk-E1	√	√	√	√
VWIC-2MFT-E1-DI	2-port RJ-48 multiflex trunk-E1 with drop and insert	√	√	√	√
VWIC-2MFT-G703	2-port RJ-48 multiflex trunk-G.703	√	√	√	√
<b>VICs</b>					
VIC-2DID	2-port DID voice and fax interface card	√	√	√	√
VIC-1J1	1-port digital VIC (J1) for Japan	No	√	√	√
VIC-4FXS/DID	4-port FXS or DID VIC	√	√	√	√
VIC2-2FXS	2-port VIC—FXS	√	√	√	√
VIC2-2FXO	2-port VIC—FXO (universal)	√	√	√	√
VIC2-4FXO	4-port VIC—FXO (universal)	√	√	√	√
VIC2-2E/M	2-port VIC—E&M	√	√	√	√
VIC2-2BRI-NT/TE	2-port VIC card—BRI (NT and TE)	√	√	√	√

Advanced Integration Modules		2801	2811	2821	2851
AIM-ATM	High-performance ATM SAR AIM	No	√	√	√
AIM-COMPR2-V2	Data compression AIM	No	√	√	√
AIM-CUE	Cisco Unity Express Voice-Mail AIM	√	√	√	√
AIM-VPN/EPII-PLUS	Enhanced-performance DES, 3DES, AES, and compression VPN encryption AIM	√	√	√	√

DSP (PVDM) Support on Motherboard Slots		Cisco 2801	Cisco 2811	Cisco 2821	Cisco 2851
PVDM2-8	8-channel fax and voice DSP module	√	√	√	√
PVDM2-16	16-channel fax and voice DSP module	√	√	√	√
PVDM2-32	32-channel fax and voice DSP module	√	√	√	√
PVDM2-48	48-channel fax and voice DSP module	√	√	√	√
PVDM2-64	64-channel fax and voice DSP module	√	√	√	√

#### AVAILABILITY

The Cisco 2800 Series is currently planned to be orderable in mid-September, 2004, with first customer shipments expected end of September 2004.

## ORDERING INFORMATION

To place an order, visit the [Cisco Ordering Home Page](#).

**Table 8.** Ordering Information for Cisco 2800 Integrated Services Routers

Part Number	Product Name
CISCO2801	Integrated services router with AC power, 2FE, 4 Interface Card Slots, 2 PVDM slots, 2 AIMs, and Cisco IOS IP Base Software
CISCO2801-AC-IP	Integrated services router with AC power including Inline power distribution capability, 2FE, 4 Interface Card Slots, 2 PVDM slots, 2 AIMs, and Cisco IOS IP Base Software
CISCO2811	Integrated services router with AC power, 2FE, 1 NME, 4 HWICs, 2 PVDM slots, 2 AIMs, and Cisco IOS IP Base Software
CISCO2811-AC-IP	Integrated services router with AC power including Inline power distribution capability, 2FE, 1 NME, 4 HWICs, 2 PVDM slots, 2 AIMs, and Cisco IOS IP Base Software
CISCO2811-DC	Integrated services router with DC power, 2FE, 1 NME, 4 HWICs, 2 PVDM slots, 2 AIMs, and Cisco IOS IP Base Software
CISCO2821	Integrated services router with AC power, 2GE, 1 NME-X, 1 EVM, 4 HWICs, 2 PVDM slots, 2 AIMs, and Cisco IOS IP Base Software
CISCO2821-AC-IP	Integrated services router with AC power including inline power distribution capability, 2GE, 1 NME-X, 1 EVM, 4 HWICs, 3 PVDM slots, 2 AIMs, and Cisco IOS IP Base Software
CISCO2821-DC	Integrated services router with DC power, 2GE, 1 NME-X, 1 EVM, 4 HWICs, 3 PVDM slots, 2 AIMs, and Cisco IOS IP Base Software
CISCO2851	Dual Gigabit Ethernet integrated services router with AC power, 2GE, 1 NME-XD, 1 EVM, 4 HWICs, 3 PVDM slots, 2 AIMs, and Cisco IOS IP Base Software
CISCO2851-AC-IP	Integrated services router with AC power including inline power distribution capability, 2GE, 1 NME-XD, 1 EVM, 4 HWICs, 3 PVDM slots, 2 AIMs, and Cisco IOS IP Base Software
CISCO2851-DC	Integrated services router with DC power, 2GE, 1 NME-XD, 1 EVM, 4 HWICs, 3 PVDM slots, 2 AIMs, and Cisco IOS IP Base Software

Also, check with your Cisco representative regarding security, xDSL, and voice bundles for the Cisco 2800 Series.

To download the software, visit the [Cisco Software Center](#).

**Table 9.** Software Ordering Information

Part Number	Product Name	Supported Platform
S28IPB	Cisco 2800 IP Base	Cisco 2801
S28IPV	Cisco 2800 IP Voice	Cisco 2801

Part Number	Product Name	Supported Platform
S28ASK9	Cisco 2800 Advanced Security	Cisco 2801
S28EB	Cisco 2800 Enterprise Base	Cisco 2801
S28SPSK9	Cisco 2800 SP Services	Cisco 2801
S28ESK9	Cisco 2800 Enterprise Services	Cisco 2801
S28AISK9	Cisco 2800 Advanced IP Services	Cisco 2801
S28AESK9	Cisco 2800 Advanced Enterprise Services	Cisco 2801
S28NIPB	Cisco 2800 IP Base	Cisco 2811, 2821, 2851
S28NIPV	Cisco 2800 IP Voice	Cisco 2811, 2821, 2851
S28NASK9	Cisco 2800 Advanced Security	Cisco 2811, 2821, 2851
S28NEB	Cisco 2800 Enterprise Base	Cisco 2811, 2821, 2851
S28NSPSK9	Cisco 2800 SP Services	Cisco 2811, 2821, 2851
S28NESK9	Cisco 2800 Enterprise Services	Cisco 2811, 2821, 2851
S28NAISK9	Cisco 2800 Advanced IP Services	Cisco 2811, 2821, 2851
S28NAESK9	Cisco 2800 Advanced Enterprise Services	Cisco 2811, 2821, 2851

#### SERVICE AND SUPPORT

Cisco offers a wide range of services programs to accelerate customer success. These innovative services programs are delivered through a unique combination of people, processes, tools, and partners, resulting in high levels of customer satisfaction. Cisco services help you to protect your network investment, optimize network operations, and prepare the network for new applications to extend network intelligence and the power of your business. For more information about Cisco Services, see [Cisco Technical Support Services](#) or [Cisco Advanced Services](#).

