



**APOYO EN LA GESTIÓN, MANTENIMIENTO Y SUPERVISIÓN DE LOS  
EQUIPOS DEL ÁREA DE TRANSMISIÓN DISTRITO NARIÑO DE COLOMBIA  
TELECOMUNICACIONES S.A. CON SEDE EN TELECOM PASTO CENTRO**

**LUIS DANIEL PORTILLA BRAVO**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
DEPARTAMENTO DE ELECTRÓNICA  
PROGRAMA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA  
SAN JUAN DE PASTO**

**2007**

**APOYO EN LA GESTIÓN, MANTENIMIENTO Y SUPERVISIÓN DE LOS  
EQUIPOS DEL ÁREA DE TRANSMISIÓN DISTRITO NARIÑO DE COLOMBIA  
TELECOMUNICACIONES S.A. CON SEDE EN TELECOM PASTO CENTRO**

**LUIS DANIEL PORTILLA BRAVO**

**Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar título de  
INGENIERO ELECTRÓNICO**

**Ing. WAGNER GERMÁN SUERO PÉREZ**  
**Director**

**Ing. JAIRO VICENTE SOLARTE PORTILLA**  
**Codirector**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
DEPARTAMENTO DE ELECTRÓNICA  
PROGRAMA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA  
SAN JUAN DE PASTO**

**2007**

## **RESPONSABILIDAD**

“Las ideas y conclusiones aportadas en el proyecto de grado son responsabilidad exclusiva de sus autores”.

Artículo Primero del Acuerdo No. 324 de octubre 11 de 1966, emanada del Honorable Concejo Directivo de la Universidad de Nariño.

Nota de aceptación:

---

---

---

---

---

---

---

Firma del Jurado

---

Firma del Jurado

San Juan de Pasto, Mayo 16 de 2007

## **AGRADECIMIENTOS**

El autor expresa sinceros agradecimientos:

A la Universidad de Nariño por propiciar espacios de superación a través de las enseñanzas de sus profesores.

A Colombia Telecomunicaciones S.A. Telefónica Telecom por el apoyo brindado para el desarrollo del proyecto de grado.

A los asesores Ing. Wagner Suero P. e Ing. Jairo Solarte P. por su orientación y apoyo para llevar a feliz término el proyecto.

A los miembros del Jurado, Ing. Darío Fajardo e Ing. Andrés Calvache, por sus acertadas sugerencias que contribuyeron a mejorarlo.

A cada uno de los miembros de la vicepresidencia de servicios de red de Colombia Telecomunicaciones distrito Nariño, especialmente al equipo de profesionales y técnicos del área de Transmisión, por su asesoría y colaboración durante el desarrollo del proyecto.

A todos los familiares y personas que de una u otra manera brindaron su apoyo para lograr una feliz culminación.

## CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	20
1. IDENTIFICACIÓN DEL PROYECTO	21
1.1 TÍTULO	21
1.2 ALCANCE Y DELIMITACIONES	21
1.3 MODALIDAD	21
2. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	22
2.1 PLANTEAMIENTO	22
2.2 FORMULACIÓN	23
3. OBJETIVOS	24
3.1 OBJETIVO GENERAL	24
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	24
4. JUSTIFICACIÓN	25
5. METODOLOGÍA	27

	pág.
6. RESULTADOS ESPERADOS	29
7. MARCO TEÓRICO	30
7.1 SISTEMA DE RADIO TRANSMISIÓN SAGEM	31
7.2 RED DE TRANSMISIÓN POR MICROONDAS	32
7.2.1 Microondas terrestres.	32
7.2.2 Radioenlaces monocanales.	33
7.3 MÓDEMS	34
7.3.1 Conexión RS232 entre PC y módem.	37
7.3.2 Tasa efectiva de transmisión.	40
7.3.3 Modos de funcionamiento de un módem.	41
7.3.4 Protección contra errores.	41
7.3.5 Microcom networking protocol MNP.	43
7.4 MULTIPLEXORES	46
7.5 JERARQUÍAS DIGITALES PDH Y SDH	47

	pág.
7.5.1 Jerarquía digital plesiócroma.	47
7.5.2 Jerarquía digital síncrona.	49
7.6 MEDIOS DE TRANSMISIÓN	50
7.7 SISTEMAS DE COMUNICACIONES DE FIBRA ÓPTICA	52
8. DESARROLLO DEL PROYECTO DE PASANTÍA	53
8.1 DESARROLLO DEL SISTEMA PARA GESTIONAR EN FORMA REMOTA EQUIPOS DE RADIO TRANSMISIÓN SAGEM LINK DE LA ESTACIÓN REPETIDORA PLAZUELAS	53
8.1.1 Recopilación de información e identificación de los equipos de radio transmisión Sagem link.	53
8.1.2 Investigación y análisis sobre el sistema de gestión de los equipos de radio Sagem link.	56
8.1.3 Diseño del sistema para gestión remota del equipo de radio Sagem link.	58
8.1.4 Recursos para el desarrollo del sistema de gestión remota.	59
8.1.5 Configuración de los elementos del sistema.	61
8.1.6 Puesta en funcionamiento del sistema y resultados obtenidos.	63
8.2 DESARROLLO DE ACTIVIDADES DE APOYO AL MANTENIMIENTO Y SUPERVISIÓN DE LOS EQUIPOS DEL ÁREA DE TRANSMISIÓN	63

	pág.
8.2.1 Mantenimiento correctivo y puesta en funcionamiento de un equipo de radio transmisión monocanal para la estación repetidora de Galeras.	63
8.2.2 Mantenimiento correctivo de un equipo de radio monocanal solicitado al área de transmisión distrito Nariño para enlace en el Valle del Cauca.	68
8.2.3 Actividades de apoyo en mantenimientos correctivos para la recuperación de servicio y atención de fallas de los equipos de transmisión de Telefónica Telecom distrito Nariño.	69
8.2.4 Actividades de apoyo en las rutinas de Supervisión y Mantenimiento Preventivo de los Equipos del área de Transmisión distrito Nariño.	83
8.3 DESARROLLO DE OTRAS ACTIVIDADES DE APOYO.	87
8.3.1 Creación de reportes para el centro de control de incidentes de Telecom: Tiquetes ICC.	87
8.3.2 Actividades de apoyo a las labores del área de transmisión.	87
8.3.3 Actividades de acompañamiento en representación de Telefónica Telecom.	88
9. CONCLUSIONES	89
10. RECOMENDACIONES	91
BIBLIOGRAFÍA	92
ANEXOS	93

## LISTA DE CUADROS

	pág.
Cuadro 1. Algunas normativas de modulación.	35
Cuadro 2. Algunas facilidades de compresión y fiabilidad estandarizadas.	35
Cuadro 3. Señales de datos.	38
Cuadro 4. Señales de temporización y tierra.	38
Cuadro 5. Señales de control.	39
Cuadro 6. Niveles de multiplexación PDH.	48

## LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Mapa de ubicación de la estación repetidora Plazuelas.	54
Figura 2. Mapa de la estación repetidora Plazuelas.	55
Figura 3. Esquema general del equipo de radio transmisión SAGEM Link.	56
Figura 4. Puerto de conexión del equipo SAGEM Link con el PC.	57
Figura 5. Esquema del sistema de gestión remota vía módem.	59
Figura 6. Imagen del módem Motorola UDS V.3229	60
Figura 7. Imagen del módem Microcom Deskporte Fast.	61
Figura 8. Diagrama de bloques del equipo de radio transmisión monocanal ISEC.	65
Figura 9. Guía de onda de sección elíptica y conectores.	72
Figura 10. Antena para el sistema de radio transmisión RD U6B de Nortel.	73

## LISTA DE ANEXOS

	pág.
Anexo A. Órdenes AT - Hayes y registros S	91
Anexo B. Conexión vía módem en 12 pasos	95
Anexo C. Enlace de fibra óptica.	97
Anexo D. Indicadores de alarma del sistema de radio transmisión SAGEM LINK.	100
ANEXO E. Rutinas de mantenimiento preventivo recomendado por el fabricante para el equipo de radio enlace monocanal IS256.	102

## GLOSARIO

**ACK:** *acknowledgement*, acuse de recibo. En comunicaciones entre computadores, es un mensaje que se envía para confirmar que un mensaje o un conjunto de mensajes han llegado. La forma exacta del mensaje, es decir, la combinación de unos y ceros que lo caracterizan y su posición dentro de una trama, varía según el protocolo utilizado.

**ANCHO DE BANDA:** es la máxima capacidad a la cual puede transmitir un canal (en bps). El ancho de banda depende del tipo de medio de transmisión a utilizar (par trenzado, cable coaxial, espectro radioeléctrico, fibra óptica) y de las técnicas de transmisión empleadas.

**ARQ:** *automatic repeat-request* Es un protocolo utilizado para el control de errores en la transmisión de datos, garantizando la integridad de los mismos. Esta técnica de control de errores se basa en el reenvío de los paquetes de información que se detecten como erróneos. Para controlar la correcta recepción de un paquete se utilizan mensajes de confirmación denominados ACK's y rechazo denominados NACK's.

**ATENUACIÓN:** distorsión que debilita la potencia de la señal a medida que aumenta la distancia recorrida en el medio de comunicación. Esta distorsión se debe a la resistencia al paso de la señal electromagnética y a otros fenómenos relacionados.

**BER:** *bit error rate*, tasa que representa la cantidad de errores encontrados durante una transmisión en un medio de comunicación. Se encuentra calculando el número de bits corruptos sobre el número de bits transmitidos en un período de tiempo y consiste en la generación de un patrón de medición (o trama) que a través de un Bucle en un extremo del circuito de datos permite la verificación del retorno del patrón determinando así su estado.

**BIT RATE:** tasa de transferencia de bit. En telecomunicación e informática, el término *bit rate* (velocidad binaria, cadencia, tasa o flujo de bits) define el número de bits que se transmiten por unidad de tiempo a través de un sistema de transmisión digital o entre dos dispositivos digitales. Así pues, el bit rate es la velocidad de transferencia de datos. La unidad con que el SI (Sistema Internacional) expresa el bit rate es el bit por segundo (bit/s, b/s, bps).

**BIT:** acrónimo de Binary digit: dígito binario. Es un dígito del sistema de numeración binario, un bit representa el valor de 0 o de 1. El bit es la unidad mínima de información empleada en informática, en cualquier dispositivo digital, o en la teoría de la información.

**BPS:** bit por segundo. La unidad con que el Sistema Internacional expresa la tasa de transferencia de bit.

**CANAL:** es el enlace lógico existente entre el transmisor y el receptor que permite la transmisión de datos.

**CRC:** comprobación de redundancia cíclica. Es una técnica de detección de errores en sistemas digitales: dado un bloque o mensaje de  $k$ - bits, el transmisor genera una secuencia de  $n$  bits, denominada secuencia de comprobación de la trama (FCS, frame check sequense), de tal manera que la trama resultante, con  $n + k$  bits, sea divisible por algún número predeterminado. El receptor entonces dividirá la trama recibida por ese número y si no hay resto en la división, se supone que no ha habido errores.

**DB25:** Conector de 25 contactos metálicos distribuidos de una manera específica según se define en la norma ISO 2110. Pertenece al tipo de conectores D-Sub.

**DB9:** Conector de 9 contactos metálicos pertenecientes al tipo de conectores D-Sub.

**DCE:** Data Communication Equipment, Equipo de Comunicación de datos. Un DCE es todo dispositivo que participa en la comunicación entre dos dispositivos pero que no es receptor final ni emisor original de los datos que forman parte de esa comunicación. Es el equipo terminal del circuito de datos, también conocido como ETCO. Un módem es un ejemplo de DCE.

**DECIBELIO:** dB, unidad relativa empleada en Acústica y Telecomunicación para expresar la relación entre dos magnitudes, acústicas o eléctricas, o entre la magnitud que se estudia y una magnitud de referencia. El decibelio es una unidad logarítmica. Es 10 veces el logaritmo decimal de la relación entre la magnitud de interés y la de referencia. Si se aplica a las medidas de potencia eléctrica el decibelio hace referencia a vatios. Es decir, se toma como referencia 1 W (vatio). Así, a un vatio le corresponden 0 dB.

**D-SUB:** tipo de conectores los cuales contienen dos o más filas paralelas de pines, por lo general rodeados por un escudo metálico en forma de D, que proporciona el apoyo mecánico y alguna protección contra la corriente. La forma de D garantiza la orientación correcta en la conexión. A la parte que contiene a los pines se le llama conector macho o enchufe, mientras que al que contiene a las conexiones se le llama conector hembra. El conector macho se ajusta firmemente en el conector hembra. Los escudos metálicos son conectados a los blindajes de los cables (cuando son usados cables de este tipo), creando una barrera eléctrica continua que cubre el cable entero y el sistema de conexión.

**DTE:** *data terminal equipment*, es un equipo terminal de datos. Se considera DTE a cualquier equipo informático, sea receptor o emisor final de datos. Es aquel componente del circuito de datos que hace de fuente o destino de la información. Puede ser un terminal, una impresora o también un ordenador. La característica definitoria de un DTE es la función que realiza: ser origen o destino en una comunicación. Los DTE son también conocidos como ETD.

**ENLACE:** está conformado por el canal y por el medio de transmisión para garantizar el tráfico de datos. Antes de establecer un enlace de datos es necesario determinar condiciones físicas, eléctricas y técnicas de tal manera que permitan adoptar el mejor sistema de conexión entre los puntos extremos.

**INTERFAZ:** dispositivo que permite la interacción entre dos sistemas. Para transmitir a través de un medio, todo dispositivo lo hará mediante alguna interfaz. En comunicaciones de datos la interfaz define características eléctricas de la señal, conexión física y procedimientos para transmitir y recibir bits.

**ITU-T:** *International Telecommunications Union Telecommunications Standardization Section*. Sección de Estándares de Telecomunicaciones de la Unión Internacional de Telecomunicaciones. Es una comisión internacional de estandarización de equipos y sistemas de telecomunicaciones. Antiguamente conocida como CCITT, tiene su sede en Ginebra, Suiza.

**LAN:** red privada local que se encuentra dentro de un solo edificio o campus, cuyos nodos están separados típicamente de 10 m a 100 m y que generalmente obedece los estándares para la implementación de cableado estructurado.

**MICROONDAS:** ondas electromagnéticas de frecuencias en el rango de 2 a 6 Ghz que proporcionan buena calidad en transmisión y son muy confiables salvo en circunstancias climáticas extremas; requieren línea de vista entre el transmisor y el receptor; se usan para establecer enlaces de telecomunicaciones.

**MODULACIÓN:** es un mecanismo que permite la transmisión de una señal acoplándola en otra señal de frecuencia superior que es la que en realidad se transmite. El receptor se encarga de recuperar las características de la señal original desacoplando la señal portadora de la señal original.

**NACK:** *negative acknowledgement*, asentimiento negativo. En comunicaciones entre computadoras, es un mensaje que se envía para informar de que en la recepción de una trama de datos ha habido un error.

**PAQUETE:** bloque de información que se transmite como una unidad en la red de datos.

**PULSO:** variación instantánea y por tiempo breve y definido de voltaje, que se utiliza generalmente para representar bits en señal digital.

**PUNTO A MULTIPUNTO:** método de comunicación en el cual se transmite desde una estación y llega a múltiples estaciones. También conocido como multi casting.

**PUNTO A PUNTO:** método de comunicación en el cual se transmite desde una sola estación a otra.

**RUIDO BLANCO:** es el nivel de señal eléctrica indeseable e inevitable que se origina por los fenómenos eléctricos propios de los circuitos eléctricos, y que permanece casi estable. También se le llama ruido aleatorio o Gaussiano.

**SAGEM LINK PILOT:** software de gestión del equipo de radio transmisión SAGEM Link.

**SAGEM LINK:** sistema de radio transmisión. Las principales características de este equipo se describen en el marco teórico.

**SEÑAL ANÁLOGA:** señal que varía continuamente de manera proporcional (o análoga) al fenómeno que representa.

**SEÑAL DIGITAL:** señal que varía discretamente formando pulsos eléctricos de muy breve duración. Se llama digital pues los pulsos representan “dígitos”.

**THROUGHPUT:** es el número real de bps de llegan desde el transmisor hacia receptor y que sirve como mecanismo para determinar la capacidad de transmisión real del sistema. El Througput depende de la cantidad de bps transmitidos y de la técnica de compresión de datos.

**TRANSMISIÓN ASÍNCRONA:** transmisión en la que la sincronización se hace carácter a carácter, y donde cada uno de ellos se inicia con un bit de start y se termina con uno de stop.

**TRANSMISIÓN SINCRÓNICA:** transmisión en la que el sincronismo no se hace carácter por carácter sino por bloque de caracteres. El bloque puede ser de varios centenares y debe iniciarse con un par de caracteres de sincronismo que sirven para iniciar la sincronización del transmisor con el receptor, esto es lo que se denomina redes de retransmisión de reloj.

## **RESUMEN**

El presente documento es un informe final de actividades, las cuales fueron desarrolladas en cumplimiento al proyecto de pasantía: “Apoyo en la gestión, mantenimiento y supervisión de los equipos del área de transmisión de Colombia Telecomunicaciones distrito Nariño con sede en Telecom Pasto Centro”.

El área de Transmisión de Colombia Telecomunicaciones S.A. distrito Nariño se encarga de desarrollar las actividades necesarias para operar y mantener en funcionamiento los equipos de la red de transmisión departamental, local, y nacional. En esta área se ejecutan programas de mantenimiento de los sistemas de transmisión y se atienden las fallas que se presenten en ellos, en el menor tiempo posible.

Este documento está conformado por las siguientes partes: la descripción del proyecto inicial, la descripción de las actividades desarrolladas y finalmente conclusiones y recomendaciones.

En la descripción de actividades desarrolladas se habla de tres partes importantes. La primera es el desarrollo de un sistema de gestión remota para el sistema de radio transmisión Sagem Link de Telefónica Telecom ubicada en la estación repetidora Plazuelas de Pasto. Estos equipos son utilizados para establecer enlaces con las localidades de Nariño, Genoy, Mapachico y Catambuco. El sistema de gestión desarrollado permite la supervisión y control a distancia del sistema de radio transmisión por medio del software Sagem Link Pilot.

En la pasantía se desarrollaron actividades de mantenimiento y supervisión en varios equipos y sistemas del área de transmisión, las cuales también se describen en el presente documento.

Finalmente se presentan las conclusiones y recomendaciones.

## **ABSTRACT**

The present document is a final report of activities, which ones were developed in order to fulfill the internship project: “Support for management, maintenance and supervision of the transmission area’s equipment of the Colombia Telecomunicaciones Nariño district whit seat in Telecom Pasto Centro”

Transmission area of the Colombia Telecomunicaciones Nariño district develops the necessary activities to operate and maintenance the equipment of the departmental, local and national transmission networks. In this area, maintenance programs for the transmission systems are executed and their failures are resolved, as fast as it’s possible.

This document contains the following parts: initial description of the project, description of the developed activities and finally conclusions and recommendations.

Developed activities part, three important parts are considered. The first one is the development of a remote management system for the Sagem Link radio transmission equipment located in Telefónica Telecom’s Plazuelas Station from Pasto. Those equipments are used to establish transmission links with Nariño, Genoy, Mapachico and Catambuco’s localities. The management system developed makes it possible to support and to control the radio transmission system remotely, using Sagem Link Pilot Software.

During the internship, activities were developed in order to maintenance and support many equipments and systems of the Transmission area; these activities were decrypted in the present document.

Finally the conclusions and the recommendations are shown.

## INTRODUCCIÓN

El campo de las telecomunicaciones tiene cada vez más importancia puesto que proporciona la infraestructura para el desarrollo de actividades de diversas clases, sosteniendo en la actualidad relaciones sociales, culturales, económicas, y además brindando condiciones que impulsan el progreso de la humanidad. Los conocimientos en esta área han avanzado en forma significativa en los últimos tiempos, gracias a los adelantos tecnológicos, siendo la ingeniería electrónica un pilar para su desarrollo y sostenimiento.

Colombia Telecomunicaciones S.A. es una empresa de gran trayectoria en el campo de las comunicaciones que brinda soluciones integrales en una red que cubre el territorio nacional, y que se propone innovar cada día para ofrecer servicios de excelente calidad.

Desde esta perspectiva se presenta este informe final de actividades de proyecto de grado, con el fin de dar a conocer la contribución en el desarrollo de las labores de una de las secciones fundamentales de Colombia Telecomunicaciones distrito Nariño, como lo es el área de Transmisión. Por medio de este proyecto se brindó apoyo en actividades de gestión, mantenimiento y supervisión de los equipos de comunicaciones de esta área, la cual es un espacio idóneo para la aplicación de conocimientos de Ingeniería Electrónica, contando además con la colaboración de personal con gran experiencia y profundos conocimientos sobre el tema. Parte fundamental del proyecto fue el desarrollo de un sistema que permite la gestión remota del equipo de radio transmisión SAGEM Link ubicado en una estación repetidora de Colombia Telecomunicaciones localizada en cerro Plazuelas, Pasto.

Este proyecto de grado en modalidad de pasantía se realizó como requisito parcial para optar el título de Ingeniero Electrónico de la Universidad de Nariño. A continuación se presenta la descripción de las actividades que se llevaron a cabo a lo largo de la pasantía en el área de transmisión distrito Nariño de Colombia Telecomunicaciones y los resultados obtenidos en su desarrollo.

## **1. IDENTIFICACIÓN DEL PROYECTO**

### **1.1 TÍTULO**

Apoyo en la gestión, mantenimiento y supervisión de los equipos del área de Transmisión Distrito Nariño de Colombia Telecomunicaciones S.A. con sede en Telecom Pasto Centro.

### **1.2 ALCANCE Y DELIMITACIONES**

Mediante el desarrollo de este proyecto de pasantía se brindó apoyo en las labores de gestión, mantenimiento y supervisión de los equipos correspondientes al área de Transmisión de Colombia Telecomunicaciones S.A. distrito Nariño, siendo la parte fundamental del proyecto el desarrollo de un sistema que permite la gestión remota de los equipos de radio SAGEM, ubicados en la estación repetidora de cerro Plazuelas localizada al norte de la ciudad de Pasto, desde un computador situado en el edificio de Telecom Pasto sede Centro. La gestión de los radios consiste en la configuración de los parámetros de funcionamiento del equipo y la visualización de datos y alarmas, este proceso se hace mediante un software proporcionado por el fabricante y anteriormente se realizaba en forma local, siendo necesario llevar un computador a la estación de cerro Plazuelas. Se pretende que el sistema de gestión remota permita realizar este proceso desde las instalaciones de Telecom Pasto Centro. El desarrollo de este proyecto requirió realizar actividades para determinar las características del sistema de transmisión de los datos de la gestión, la habilitación de un canal de comunicación entre Telecom Centro y cerro Plazuelas y las actividades enfocadas a permitir la gestión remota de los equipos de radio SAGEM. Por medio de esta pasantía se buscó contribuir de manera significativa en el desarrollo de dicho sistema.

Además se brindó apoyo en las labores del área de Transmisión por medio del desarrollo de las siguientes actividades: rutinas de mantenimiento preventivo y correctivo dirigidas por el personal del área, rutinas de supervisión de los equipos ubicados en las instalaciones de Telecom Pasto Centro, elaboración de informes para el centro de control de incidentes de Telecom (Tiquetes ICC) sobre eventos del área.

### **1.3 MODALIDAD**

Pasantía.

## **2. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA**

### **2.1 PLANTEAMIENTO**

En el área de Transmisión de la empresa Colombia Telecomunicaciones S.A. distrito Nariño, con sede en el edificio Telecom Pasto Centro existe gran cantidad de actividades que deben ser desarrolladas por los ingenieros de dicha sección de la empresa referente a la gestión, mantenimiento y supervisión de los equipos de comunicaciones que allí funcionan, encargados de la transmisión del departamento de Nariño ya sean a nivel local (dentro de los municipios), local extendida (intermunicipal) y larga distancia nacional (interdepartamental). En esta área existen actualmente cuatro profesionales encargados de desarrollar todas las tareas correspondientes a los equipos de la central de transmisión en Telecom Pasto Centro y adicionalmente de atender todo incidente que se llegue a presentar en la red de transmisión del departamento, teniendo que elaborar informes de cada evento que se lleve a cabo para el Centro de Control de Incidentes de Telecom, en un plazo máximo de dos horas desde la ocurrencia del incidente. El gran número de tareas que se requiere desarrollar en esta área, así como los eventos repentinos que frecuentemente se presentan hacen que existan dificultades a la hora de cumplir la totalidad de actividades programadas y de dar solución a los imprevistos para garantizar la correcta prestación del servicio.

Dadas estas condiciones existen alternativas que de ser puestas en marcha mejorarían el desempeño de las labores del área. El personal de transmisión ha planteado la necesidad de gestionar los equipos de radio que se encuentran en estaciones remotas desde la sede de Telecom Centro. Es importante destacar el caso de los equipos ubicados en la estación repetidora de Telecom en cerro Plazuelas, situada al norte de la ciudad de Pasto, cuya vía de acceso presenta malas condiciones. En esta estación existen cuatro equipos de radio de marca SAGEM los cuales deben ser gestionados localmente utilizando un computador que tiene que ser transportado hacia ese lugar.

Ante esta situación resultaría conveniente el desarrollo de un sistema que brinde la posibilidad de gestionar dichos equipos en forma remota, evitando el desplazamiento hasta esa estación.

## **2.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

¿Cómo contribuir en el desarrollo de un sistema que permita la gestión remota de los equipos de radio SAGEM ubicados en la estación de Telecom en Cerro Plazuelas desde el edificio de Telecom Pasto Centro y cómo contribuir en el mantenimiento y supervisión de los equipos del área de Transmisión de Colombia Telecomunicaciones S.A. distrito Nariño?

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1 OBJETIVO GENERAL**

Contribuir en el desarrollo de un sistema que permita gestionar los equipos de radio SAGEM ubicados en la estación de Telecom de cerro Plazuelas desde las instalaciones de Telecom Pasto Centro y brindar apoyo en las rutinas de mantenimiento y supervisión de los equipos del área de Transmisión distrito Nariño con sede en Telecom Pasto Centro.

#### **3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Identificar un canal de comunicación entre cerro Plazuelas y Telecom Pasto centro que permita transmitir los datos del proceso de gestión remota.

Desarrollar las interfaces que permitan la comunicación entre el equipo de radio SAGEM con el sistema de transmisión de datos de la gestión remota.

Identificar el software que permita la comunicación entre el usuario y el sistema de gestión remota del equipo de radio SAGEM.

Contribuir al desarrollo de rutinas de mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos de transmisión de Colombia Telecomunicaciones distrito Nariño.

Apoyar en la elaboración de informes para el Centro de Control de Incidentes de Telecom: Tiquetes ICC, de los eventos que correspondan al área de Transmisión.

#### 4. JUSTIFICACIÓN

Existen varias razones por las cuales resulta conveniente e incluso necesario el desarrollo del presente proyecto de pasantía debido a que las condiciones actuales del área de Transmisión de Telecom distrito Nariño pueden ser mejoradas brindando la posibilidad de prestar un servicio con mayor eficiencia y por lo tanto de mejor calidad.

Las razones son de distinta índole, en primer lugar se debe tener en cuenta que actualmente se observa que en el área de transmisión se presentan diariamente gran cantidad de labores, se deben cumplir actividades de supervisión y mantenimiento programadas y atender en el menor tiempo posible las fallas repentinas de la red departamental, adicionalmente se debe elaborar informes de cada evento que se lleve a cabo para el Centro de Control de Incidentes de Telecom, en un plazo máximo de dos horas desde su ocurrencia. Ante estas circunstancias, surge la necesidad de recibir el apoyo oportuno, el cual sería proporcionado mediante el desarrollo del presente proyecto de pasantía, cuya ejecución brindaría las bases para el desarrollo de una herramienta de gran utilidad como lo es el sistema de gestión remota planteado, contemplando también el apoyo en las rutinas de mantenimiento y supervisión de los equipos del área.

Cabe destacar que el desarrollo del sistema para gestión remota de los equipos de radio ubicados en la estación Cerro Plazuelas desde las instalaciones de Telecom Pasto Centro es de gran importancia. Los ingenieros del área exponen la necesidad de elaborar este sistema por los beneficios que se producirían: en primer lugar habría un ahorro de tiempo ya que se evitaría el desplazamiento a dicha estación para realizar los procesos de gestión, un efecto positivo teniendo en cuenta que la vía de acceso a la estación se encuentra en malas condiciones y que estos procedimientos se deben realizar con frecuencia. Existe también un beneficio económico por el ahorro en los costos de transporte. Y finalmente, se contribuiría a que las tareas de gestión se puedan hacer con inmediatez desde las instalaciones de Telecom Centro, permitiendo atender con mayor eficacia cualquier incidente en el que intervengan estos equipos.

El correcto desarrollo de este proyecto de pasantía permitiría que las labores del área de Transmisión sean atendidas con mayor eficacia, lo cual contribuiría a una mejor desempeño de esta área, cuya labor es fundamental para la adecuada prestación de los servicios de la empresa.

Desde el punto de vista teórico, el campo de las telecomunicaciones tiene cada vez más importancia puesto que proporciona la infraestructura para el desarrollo de actividades de

diversas clases, sosteniendo en la actualidad relaciones sociales, culturales, económicas, y además brindando condiciones que impulsan el progreso de la sociedad. Telecom es una empresa con una amplia trayectoria en este campo. El presente proyecto de pasantía es una experiencia que permite desarrollar habilidades en el campo de las telecomunicaciones especialmente en lo relacionado con transmisión utilizando conceptos teóricos del programa de Ingeniería Electrónica y adquiriendo conocimientos que solo la práctica puede brindar, en un espacio idóneo para tal fin, dados los problemas reales que se debe enfrentar, los equipos electrónicos que se debe manipular y la gran experiencia y amplio conocimiento del personal del área de transmisión de Colombia Telecomunicaciones.

## 5. METODOLOGÍA

A continuación se describe la metodología que se siguió para la consecución de los objetivos trazados en el presente proyecto.

Para contribuir en el desarrollo del sistema de gestión remota se llevaron a cabo las siguientes actividades:

- ✓ Recolección de información de diferentes fuentes, referente a la transmisión de datos, funcionamiento de los equipos de radio SAGEM, datos técnicos y todo tipo de información que en su momento se consideró útil para alcanzar los objetivos.
- ✓ Análisis de la información recolectada, con el objetivo de adquirir conceptos teóricos sólidos sobre el tema.
- ✓ Se recibió capacitación del personal del área de transmisión, quienes con su amplia experiencia en el campo, brindaron una orientación adecuada para cumplir con los objetivos.
- ✓ Se realizaron actividades para determinar las características del sistema de gestión, así como los elementos electrónicos necesarios para su funcionamiento.
- ✓ Consecución y preparación de recursos para el proyecto: un computador para gestión, software, equipos electrónicos y los demás elementos que se consideren necesarios.
- ✓ Desarrollo de actividades para habilitar un canal de comunicación para el envío de datos entre la estación de cerro Plazuelas y Telecom Pasto Centro.
- ✓ Se realizaron actividades para establecer la gestión remota de un equipo de radio a través del canal habilitado.
- ✓ Se realizaron acciones para apoyar el proceso de puesta en funcionamiento del sistema planteado.

✓ Se elaboró un informe general del proyecto según las especificaciones establecidas por la Universidad de Nariño en el reglamento de pasantías, acuerdo número 009 de 2000.

Existen actividades que se ejecutaron con el fin de apoyar las labores del área de Transmisión, estas fueron las siguientes: rutinas de mantenimiento preventivo y correctivo, supervisión de equipos y la creación de los reportes para el centro de control de incidentes (tiquetes ICC). Para la realización de estas actividades se realizó en primer lugar una recolección de información sobre el tema consultando los correspondientes manuales de los equipos y material bibliográfico de diferentes clases que brindó información sobre su funcionamiento, permitió adquirir unos conceptos claros al respecto y ubicar la situación en un contexto teórico de la Ingeniería Electrónica. Posteriormente al análisis de esta información, se solicitó capacitación al personal del área, esto permitió conocer características importantes del tema tratado. Luego se desarrollará la rutina basándose en los conocimientos adquiridos y la orientación del personal. Finalmente se realizó el reporte de las actividades y resultados obtenidos.

El proyecto de pasantía se desarrolló en las instalaciones de Telecom Pasto sede centro y en la estación repetidora de cerro Plazuelas al norte de la ciudad de Pasto, así como en otras estaciones del departamento, en un periodo de 6 meses con intensidad de tiempo completo.

Los recursos necesarios para el desarrollo del presente proyecto de pasantía fueron facilitados por Colombia Telecomunicaciones S.A.

## **6. RESULTADOS ESPERADOS**

Los resultados de este proyecto se dirigieron al personal del área de Transmisión de Telecom distrito Nariño. Se esperaba que por medio de este proyecto de pasantía se pudiera contribuir en el desarrollo de las labores de dicha área, cumpliendo oportunamente con las actividades asignadas con miras a facilitar condiciones para el buen desempeño del equipo de trabajo, lo cual fue posible como se describe en el presente documento.

Se buscó que con el presente proyecto de pasantía se contribuyera de forma significativa en el desarrollo del sistema de gestión remota, de tal forma que con el cumplimiento de las actividades contempladas, se establezcan las bases para su elaboración.

## 7. MARCO TEÓRICO

A continuación se hace una recopilación de algunos conceptos teóricos e información que se considera útil para ubicar al lector en el contexto del presente proyecto.

Colombia Telecomunicaciones S.A. opera el servicio de comunicaciones en 21 capitales de departamento, 940 municipios del país y más de 4 mil localidades. Con lo cual se constituye en la principal empresa de telecomunicaciones de Colombia. La empresa fue creada el 12 de junio de 2003, al asumir la operación de la Empresa Nacional de Telecomunicaciones y sus empresas asociadas. La compañía presta servicios de telefonía local a través de 3 millones de líneas, larga distancia nacional e internacional, Internet y transmisión de datos. Cuenta con la infraestructura en telecomunicaciones más grande del país: red de fibra óptica con más cuatro mil kilómetros de longitud en el país, red de microondas con más de 97 estaciones repetidoras, conexión a los sistemas de cable submarino, red satelital para llegar a los lugares más remotos de Colombia, red de Telefonía nacional e internacional con presencia local en más de 900 municipios, más de 4 mil localidades y más de 40 conexiones internacionales directas, red de datos e Internet a nivel nacional e internacional.

El área de Transmisión de la vicepresidencia de Servicios de Red distrito Nariño de Colombia Telecomunicaciones S.A. se encarga de desarrollar las actividades necesarias para operar y mantener en funcionamiento los equipos de la red de transmisión departamental, local, y aquellos que permiten la comunicación con el resto del país, buscando garantizar la prestación del servicio con calidad. En el área se ejecutan programas de mantenimiento de los sistemas de transmisión y se atienden y solucionan las fallas que se presenten en ellos en el menor tiempo posible.

El área de Transmisión distrito Nariño está a cargo de tres tipos principales de equipos: equipos de radio transmisión por microondas, equipos de transmisión por fibra óptica y equipos multiplexores. Las labores del área, y por ende el campo de acción del presente proyecto, están dirigidos hacia dichos sistemas. A continuación se realiza una recopilación de conceptos generales sobre ellos.

Como un marco de referencia de los equipos de radio SAGEM que se pretenden gestionar en forma remota, es importante tener en cuenta la siguiente información sobre dichos sistemas y en general sobre una red por microondas de la cual hace parte este tipo de equipos.

## 7.1 SISTEMA DE RADIO TRANSMISIÓN SAGEM

Este equipo es un sistema de radio transmisión digital diseñado para cubrir de manera flexible las necesidades de enlaces punto a punto de corta y media distancia. Cubre las siguientes bandas de frecuencia 7, 8, 13, 15, 18, 23, 26 y 38 GHz. “Cada banda de frecuencias se divide en varias sub bandas”<sup>1</sup>. Este sistema presenta una ganancia cercana a los 110 dB y una alta resistencia a interferencias. El equipo se compone de dos unidades: exterior (Outdoor unit ODU, incluye la antena) e interior (Indoor unit IDU), interconectadas entre sí por medio de cable coaxial, las cuales pueden ser gestionadas en conjunto por medio de la interfaz ubicada en la IDU. La IDU provee acceso a varios tipos de señal que son soportados por el equipo terminal independientemente de la banda de frecuencias de operación. La velocidad de los datos a transmitir puede ser modificada por software según la necesidad. Las principales funciones de la IDU son: interfaz para datos, monitoreo de alarmas de estado y entrega de energía de alimentación para la ODU. Las características que presenta la IDU son: una interfaz auxiliar V11 de 64 kbit/s, una interfaz para canal de servicio, dos interfaces auxiliares V11/V28 de 9600 baudios, una interfaz para PC V28, 5.

“Los elementos que distinguen un sistema de radio digital de un sistema de radio AM, FM o PM es que en un sistema de radio digital, las señales de modulación y demodulación son pulsos digitales, en lugar de formas de onda analógicas”<sup>2</sup>.

El sistema de radio transmisión SAGEM se puede controlar completamente mediante la interfaz para el PC, utilizando software del equipo proporcionado por el fabricante. Por medio de software el usuario puede realizar las siguientes acciones sobre el sistema: seleccionar la tasa de transferencia de bit, seleccionar las frecuencias y canales de operación, ajustar la potencia transmitida en un rango de 30 dBs en pasos de 0.5 dB, monitorear la tasa de error de bits BER actual, monitorear las alarmas y un historial resumido de ellas, visualizar la configuración del terminal local y el remoto del equipo, modificar estas configuraciones; crear, modificar y gestionar archivos de configuración del equipo, acceder a las funciones de diagnóstico del enlace de microondas.

---

<sup>1</sup> SAGEM S.A. Sagem link microwave systems technical manual. Corporación Sagem. Paris. 2001. p. 18

<sup>2</sup> TOMASI, Wayne. Sistemas de comunicaciones electrónicas. Segunda edición. Prentice Hall. Ciudad de México. 1996. p. 457

En la estación repetidora de Cerro Plazuelas existen actualmente cuatro sistemas de radio transmisión SAGEM con iguales características, los cuales operan en los enlaces: Plazuelas – Nariño, Plazuelas – Genoy, Plazuelas – Mapachico y Plazuelas – Catambuco.

Este tipo de equipos hace parte de las redes de transmisión por microondas, de las cuales se habla a continuación.

## **7.2 RED DE TRANSMISIÓN POR MICROONDAS**

Es un tipo de red inalámbrica que utiliza microondas como medio de transmisión. El protocolo más utilizado es el IEEE 802.11b y transmite a 2.4 GHz alcanzando velocidades de 11 Mbps (Megabits por segundo). Otras redes utilizan el rango de 5,4 a 5,7 GHz para el protocolo IEEE 802.11a

El protocolo IEEE 802.11 es un estándar de protocolo de comunicaciones que define el uso de los dos niveles más bajos de la arquitectura OSI (capas física y de enlace de datos), especificando sus normas de funcionamiento en una red de área local inalámbrica (WLAN). El IEEE 802.11 actualmente incluye seis técnicas de transmisión por modulación. El término IEEE 802.11 se utiliza también para referirse a este protocolo al que ahora se conoce como "802.11legacy." En 1999 es modificado y se designa como IEEE 802.11b, esta especificación tenía velocidades de 5 hasta 11 Mbps, también trabajaba en la frecuencia de 2,4 GHz. También se realizó una especificación sobre una frecuencia de 5 Ghz que alcanzaba los 54 Mbps, era la 802.11a y resultaba incompatible con los productos de la b y por motivos técnicos casi no se desarrollaron productos. Posteriormente se incorporó un estándar a esa velocidad y compatible con el b que recibiría el nombre de 802.11g. En la actualidad la mayoría de productos son de la especificación b y de la g (Actualmente se está desarrollando la 802.11n, que se espera que alcance los 500 Mbps). La seguridad forma parte del protocolo desde el principio y fue mejorada en la revisión 802.11i. El primer estándar de esta familia que tuvo una amplia aceptación fue el 802.11b. En 2005, la mayoría de los productos que se comercializan siguen el estándar 802.11g con compatibilidad hacia el 802.11b.

**7.2.1 Microondas terrestres.** Considerando la parte física la antena más común en este tipo de transmisiones es la de tipo parabólico. El tamaño típico es de un diámetro de uno a tres metros. Esta antena se fija rígidamente y en este caso el haz estrecho debe estar perfectamente enfocado hacia la antena receptora. Las antenas de microondas se sitúan a una altura apreciable sobre el nivel del suelo, para conseguir mayores separaciones posibles entre ellas y para evitar posibles obstáculos en la transmisión.

Para llevar a cabo transmisiones a larga distancia, se utiliza la concatenación de enlaces punto a punto o entre antenas situadas en torres adyacentes, hasta cubrir la distancia deseada.

El uso principal de los sistemas de microondas terrestres son los servicios de telecomunicación de larga distancia, como alternativa al cable coaxial o a las fibras ópticas. Para una distancia dada, las microondas requieren menor número de repetidores o amplificadores que el cable coaxial, pero por el contrario, necesita que las antenas estén perfectamente alineadas. El uso de las microondas es frecuente en la transmisión de televisión y de voz.

El rango de las microondas cubre una parte sustancial del espectro electromagnético. “La banda de frecuencias está comprendida entre 2 y 40 GHz”<sup>3</sup>. Cuanto mayor sea la frecuencia utilizada, mayor es el ancho de banda potencial, y por lo tanto, mayor es la posible velocidad de transmisión.

Al igual que en cualquier sistema de transmisión la principal causa de pérdidas en las microondas es la atenuación. En los sistemas que usan microondas, los amplificadores o repetidores se pueden distanciar más (de 10 a 100 km) que en coaxiales y pares trenzados. La atenuación aumenta con las lluvias, siendo este efecto especialmente significativo para frecuencias por encima de 10GHz. Otra dificultad adicional son las interferencias. Con la popularidad creciente de las microondas, las áreas de cobertura se pueden solapar, haciendo que las interferencias sean siempre un peligro potencial. Por lo tanto, la asignación de bandas tiene que realizarse siguiendo una regulación estricta.

Las bandas más usuales en la transmisión a larga distancia se sitúan entre 4 GHz y 6 GHz. Debido a la creciente congestión que están sufriendo estas bandas, la banda de 11 GHz se está empezando a utilizar. La banda de 12 GHz se usa para proporcionar la señal de TV a las cabeceras de distribución de televisión por cable, en las que para llegar al abonado se utiliza el cable coaxial. Las bandas de frecuencia superiores son menos útiles para distancias más largas debido a que cada vez la atenuación es mayor, sin embargo, son bastante adecuadas para distancias más cortas. Y además, a frecuencias superiores, las antenas son más pequeñas y baratas.

**7.2.2 Radioenlaces monocanales.** Son un tipo de equipo de radio transmisión, con los que cuenta el área. Están conformados por dos unidades: el lado central y el lado abonado. Estos equipos, como su nombre lo indica, transmiten un solo canal de comunicación entre

---

<sup>3</sup> STALLINGS, William. Comunicaciones y redes de computadores. Sexta edición. Prentice Hall. Madrid. 2000. p. 114

el lado local y el lado remoto. Son utilizados para establecer enlaces con zonas donde no llega la red de Telecom, por ejemplo estaciones retiradas de las cabeceras municipales.

El equipo de radio enlace monocanal IS265 de marca Isec es un sistema para extender vía radio una línea telefónica de discado y repique hasta un abonado remoto. Este sistema consta básicamente de dos terminales de radio, cada uno compuesto por cuatro módulos: transmisor, receptor, tarjeta controladora, duplexor y un amplificador de potencia que se conecta opcionalmente.

“La banda de operación de este tipo de equipos es de 225 a 520 Mhz en rangos de 20 Mhz, la potencia de salida del transmisor es de 2 Vatios señal que puede ser amplificada hasta 15 Vatios por medio del amplificador, utiliza antena tipo Yagi de 5 elementos, el ciclo de trabajo del sistema es continuo”<sup>4</sup>.

El enlace IS265 está provisto de leds indicadores en la tarjeta de control para facilitar la supervisión del sistema, estos son: indicador de transmisor encendido, indicador de portadora detectada, indicador de discado, indicador de repique, indicador de bajo nivel de voltaje de alimentación e indicador de alarma en el lado remoto. Presenta también puntos de prueba que permiten supervisar la calidad de la transmisión: intensidad de la señal recibida midiendo el nivel de voltaje entre 0 y 3 voltios, punto para medición de potencia directa y punto para medición para potencia reflejada.

### **7.3 MÓDEMS**

El módem actúa como equipo terminal del circuito de datos (DCE). Permite la transmisión de un flujo de datos digitales a través de una señal analógica. Es decir, el módem tiene por función adaptar los bits generados en cada equipo terminal de datos (DTE) a las características del medio de transmisión y viceversa. Esto se consigue, generalmente, mediante el uso de alguna modulación específica que convierte los pulsos digitales producidos por un DTE en señales analógicas moduladas, aptas para ser transmitidas a grandes distancias sobre líneas con anchos de banda vocales. En recepción, convierte las señales analógicas provenientes de las líneas de transmisión en señales digitales adecuadas para ser manejadas por los DTEs.

Existen módems internos y externos. Los módems internos consisten en una tarjeta de expansión sobre la cual están dispuestos los diferentes componentes que forman el módem. Los módems externos son similares a los anteriores, pero se ubican fuera del ordenador o

---

<sup>4</sup> ISEC LTDA. Radioenlace monocanal IS265. Ingeniería y servicio especializado de comunicaciones. Bogotá. 1990. p. 6

DTE. La ventaja de estos módems reside en que pueden ser transportados fácilmente entre DTEs diferentes, además de que se puede conocer el estado del módem (marcando, con/sin línea, transmitiendo, etc.) mediante los indicadores que suelen tener en un panel frontal.

“Dos módems para comunicarse necesitan emplear la misma técnica de modulación”<sup>5</sup>. La mayoría de los módem son full-duplex, lo cual significa que pueden transferir datos en ambas direcciones. Hay otros módem que son half-duplex y pueden transmitir en una sola dirección al mismo tiempo. Algunos estándares permiten sólo operaciones asíncronas y otros síncronas o asíncronas con el mismo módem. “El ITU-T (CCITT) ha normalizado un conjunto de recomendaciones para módems denominadas serie V.xx, que definen los procedimientos para transmitir datos sobre líneas telefónicas conmutadas o punto-punto”<sup>6</sup>.

Algunas normativas de modulación y facilidades de compresión y fiabilidad estandarizadas por el ITU-T se especifican en el Cuadro 1 y en el Cuadro 2.

Cuadro 1. Algunas normativas de modulación.

<b>Tipo</b>	<b>Características</b>
V.22 bis	Módem de 2400 BPS, síncrono/asíncrono y full-duplex
V.29	Módem de 4800/7200/9600 BPS, síncrono y full-duplex
V.32	Módem de 4800/9600 BPS, síncrono/asíncrono y full-duplex
V.32 bis	Módem de 4800/7200/9600/7200/12000/14400 BPS, síncrono/asíncrono y full-duplex
V34	Estándar de comunicaciones de módem en velocidades de hasta 28.800 bps

Cuadro 2. Algunas facilidades de compresión y fiabilidad estandarizadas.

<b>Recomendación</b>	<b>Características</b>
V.42	Define un proceso de dos pasos de detección y negociación de control de errores.
V.42 bis	Define esquema de compresión de datos para utilizar en conexiones V.42
MNP 2-5	Define proceso de transmisión sin errores mediante uso de CRC y ARQ.

<sup>5</sup> MATEO, Ramón. Todo sobre módem. Universidad Autónoma de Santo Domingo. Santo Domingo. 1999. p.7

<sup>6</sup> DE LA CRUZ, L. y MATA J. Transmisión de datos en banda vocal vía módem. Universidad Politécnica de Cataluña. Cataluña. 1999. p. 7

El módem presenta cuatro estados de actuación:

**Modo comando:** Es la situación en que se encuentra inicialmente el módem. En este estado queda a la espera de recibir algún comando a través de la conexión serial del mismo.

**Espera de portadora:** El DCE se encuentra en espera de establecer conexión con el DCE remoto, para lo cual éste debe enviar una portadora que confirme la conexión.

**En línea:** Se ha establecido la conexión después de haber iniciado una llamada o respondido a una llamada entrante, y se puede por tanto proceder al envío de datos.

**Modo comando en línea:** Permite abandonar momentáneamente el estado "en línea" para proceder a enviar un comando de configuración o control al módem. Posteriormente, se podrá regresar al modo de actuación "en línea".

**Comandos de control del módem.** La mayoría de los módems se controlan y responden a caracteres enviados a través del puerto serie desde un PC utilizando generalmente para ello el programa Hyperterminal con sistemas Windows o Minicom de Linux. "El lenguaje de comandos para módem más extendido es de los comandos Hayes que fue inicialmente incorporado a los módems de este fabricante"<sup>7</sup>.

Existen dos tipos principales de comandos:

Comandos que ejecutan acciones inmediatas por ejemplo: ATD marcación, ATA contestación o ATH desconexión.

Comandos que cambian algún parámetro del módem, por ejemplo ATS7=90.

Todos los comandos Hayes empiezan con la secuencia AT. La excepción es el comando A/. Tecleando A/ se repite el último comando introducido.

---

<sup>7</sup> MATEO, Op. cit., p. 12

Existen dos tipos de comandos: los comandos AT básicos y los extendidos. Los primeros están estandarizados y son aceptados por todos los módems del mercado. Los segundos no están estandarizados y dependen de cada fabricante.

Los módems presentan registros no volátiles llamados registros S, estos se utilizan para controlar ciertos parámetros del módem y son programables por el usuario a través de comandos Hayes. El contenido de estos registros determina el modo de ejecución de los comandos y la manera en que el DCE debe operar.

La lista de comandos Hayes y la de los registros S con su significado respectivo se encuentra en el Anexo A.

Algunos módems externos también pueden ser configurados mediante pulsadores que se ubican generalmente el panel frontal del mismo. La forma en que son configurados depende del fabricante y de la referencia de módem.

**7.3.1 Conexión RS232 entre PC y módem.** Los módem se conectan con el ordenador a través de un puerto de comunicaciones del primero. Estos puertos siguen comúnmente la norma RS232.

RS-232 es una interfaz que designa una norma para el intercambio serie de datos binarios entre un DTE (Equipo terminal de datos) y un DCE (Data Communication Equipment, Equipo de terminación del circuito de datos), aunque existen otras situaciones en las que también se utiliza la interfaz RS-232 como conexión de dos DTE, entre sí.

El RS-232 utiliza conectores tipo DB-25 (de 25 pines), aunque es normal encontrar la versión de 9 pines (DB-9), más extendido para cierto tipo de periféricos. “DB-25 es un conector de 25 contactos metálicos distribuidos de una manera específica según se define en la norma ISO 2110”<sup>8</sup>. este conector es el terminador del cable que va desde el DTE al DCE. Por lo tanto, en teoría habría que utilizar un cable que tuviera 25 conductores aunque en la mayoría de las aplicaciones prácticas se usa un número menor de circuitos y, por lo tanto, de conductores.

La señalización entre el DTE y el DCE es digital en todos los circuitos de intercambio. Los valores eléctricos se interpretan como binarios o como señales de control dependiendo de la función del circuito de intercambio. Esta normalización específica que, respecto a una

---

<sup>8</sup> STALLINGS, Op. cit., p. 171

referencia de tierra común, una tensión más negativa de 3 voltios se interprete como uno binario, mientras que una tensión mayor de 3 voltios se interprete como un cero binario. La interfaz se utiliza a una velocidad de transmisión menor a 20 kbps para cubrir distancias menores de 15 metros. Es prudente suponer que estos límites deben respetarse tanto en teoría como en la práctica. Los circuitos se pueden clasificar en datos, control, temporización y tierra. Hay un circuito en cada dirección, por lo que es posible el funcionamiento full duplex. En los cuadros 3, 4 y 5 se indican las especificaciones de los circuitos de intercambio.

Cuadro 3. Señales de datos.

<b>CCITT</b>	<b>Nombre</b>	<b>Dirección Hacia</b>	<b>Función</b>
103 BA	TD Transmisión de datos	DCE	Transmitidos por DTE
104 BB	RD Recepción de datos	DTE	Recibidos por DTE
118 SBA	STD Transmisión de datos secundario	DCE	Transmitidos por DTE
119 SBB	SRD Recepción de datos secundario	DTE	Recibidos por DTE

STALLINGS, William. Comunicaciones y redes de computadores. 2000

Cuadro 4. Señales de temporización y tierra.

<b>CCITT</b>	<b>Nombre</b>	<b>Dirección Hacia</b>	<b>Función</b>
113 DA	Temporización del elemento de señal transmitido	DCE	Señal de reloj: aparecen transiciones a ON y OFF en el centro de cada elemento de señal.
114 DB	Temporización del elemento de señal transmitido	DTE	Señal de reloj: tanto el 113 como el 114 están relacionados con la señal 103 del circuito.
115 DD	Temporización del elemento de señal recibido.	DTE	Señal de reloj para el circuito 104
102 AB	Señal de tierra		Referencia de tierra común para todos los circuitos.

STALLINGS, William. Comunicaciones y redes de computadores. 2000

Cuadro 5. Señales de control.

<b>CCITT</b>	<b>Nombre</b>	<b>Dirección Hacia</b>	<b>Función</b>
105 CA	RTS Petición de envío.	DCE	El DTE desea transmitir.
106 CB	CTS Clear to Send: DCE preparado para enviar.	DTE	El DCE está preparado para recibir; respuesta a la petición de envío.
107 CC	DSR DCE preparado	DTE	El DCE está preparado para funcionar.
108 CD	DTR Data Terminal Ready: DTE preparado	DCE	El DTE está preparado para funcionar.
125 CE	RI Ring Indicator: Indicador de llamada	DTE	El DCE está recibiendo la señal de llamada.
109 CF	DCD Detector de señal recibida	DTE	El DCE está recibiendo una señal dentro de los límites apropiados por la línea.
110 CG	SQ Detector de señal de calidad	DTE	Indica si la probabilidad de error es alta en los datos recibidos.
111 CH	DRS Data Rate Selector: Selector de la velocidad de transmisión de la señal.	DCE	Selecciona una de entre dos velocidades de transmisión.
112 CI	DRS Selector de la velocidad de transmisión de la señal.	DTE	Selecciona una de entre dos velocidades de transmisión.
133 CJ	Preparado para recibir	DCE	Control de flujo ON/OFF
120 SCA	SRTS Petición de envío secundaria.	DCE	El DTE desea transmitir en el canal reverso.
121 SCB	SCTS Preparado para enviar secundario.	DTE	El DCE está preparado para recibir por el canal reverso.
122 SCF	SCDC Detector de señal recibida secundario.	DTE	Igual que 109, pero por el canal reverso.
140 RL	Bucle remoto.	DCE	Solicita al DCE remoto que devuelva las señales recibidas.
141 LL	Bucle local.	DCE	Solicita al DCE que devuelva las señales recibidas.
142 TM	Modo Test.	DTE	El DCE se pone en modo test.

STALLINGS, William. Comunicaciones y redes de computadores. 2000

En una conexión vía módem es importante tener en cuenta el estado de las siguientes señales:

✓ **DSR (Data Set Ready).** Datos prepadados. Esta línea es la señal que informa al DTE que el DCE está activado y funcionando adecuadamente. Es normalmente puesta a ON por el DCE al encenderse.

✓ **DTR (Data Terminal Ready).** Esta señal indica al módem que el DTE está conectado y listo para comunicar. Si la señal se pone a OFF mientras el módem esta en on-line, el módem termina la sesión y cuelga el teléfono. Un DCE típico deberá tener un DTR entrante a fin de desempeñarse normalmente. Esta señal deberá ser traída desde el DTE, o proveído por un corto localmente al DCE si no existe.

✓ **CD (Carrier Detect).** El módem indica al PC que esta on-line, es decir conectado con otro módem.

En el Anexo B se muestra el desarrollo de una conexión vía módem en 12 pasos.

**7.3.2 Tasa efectiva de transmisión.** La tasa efectiva de transmisión (**Throughput**). Define la cantidad de datos que pueden enviarse a través de un módem en un cierto período de tiempo. Un módem de 9600 baudios puede tener un throughput distinto de 9600 bps debido al ruido de la línea que puede disminuir la tasa efectiva de transmisión, así mismo las técnicas de compresión de datos pueden aumentarla.

Es importante tener en cuenta que dado un nivel de ruido, cuanto mayor es la velocidad de transmisión, mayor es la tasa de errores. “Es decir, la tasa efectiva de transmisión disminuye si aumenta la velocidad de transmisión en presencia de un nivel determinado de ruido”<sup>9</sup>.

Para mejorar la tasa efectiva de transmisión o throughput se utilizan técnica de compresión de datos y corrección de errores.

La compresión de datos describe el proceso de tomar un bloque de datos y reducir su tamaño. Se emplea para eliminar información redundante y para empaquetar caracteres

---

<sup>9</sup> Ibid., p. 88

empleados frecuentemente y representarlos con sólo uno o dos bits. La información se transmite comprimida. Por tanto, el número de bytes necesarios disminuye, lo cual puede interpretarse como un aumento de la tasa efectiva de transmisión. Estas características de compresión de datos han sido incluidas en muchos tipos de protocolos por ejemplo en el protocolo MNP (Microcom Networking Protocol) el cual es tratado en el apartado 3.7.5 del presente documento.

Control de errores: la ineludible presencia de ruido en las líneas de transmisión provoca errores en el intercambio de información que se debe detectar introduciendo información de control. Así mismo puede incluirse información redundante que permita además corregir los errores cuando se presenten. Cuando el sistema ofrezca mecanismos para la protección de la información (detección de errores, retransmisión, etc.) se dice que presenta fiabilidad en la transmisión.

**7.3.3 Modos de funcionamiento de un módem.** En la transmisión de información, los módems pueden presentar diferentes modos de funcionamiento ya sean: directo, normal o fiable.

En el modo directo la velocidad de transmisión entre DTE y DCE es la misma que entre DCE y DCE remoto. En este caso el módem actúa de forma transparente realizando únicamente funciones de modulación y demodulación sin intervenir el buffer del módem, con lo que el control de flujo se establecerá de DTE a DTE. Por tanto, las facilidades MNP están inhibidas y no existe conversión de velocidad entre terminal- módem y módem- módem.

En el modo normal la velocidad de transmisión entre DTE y DCE puede ser distinta a la velocidad entre módems, para ello se establecerá un control de flujo entre cada par de elementos de la comunicación que estén conectados y cada uno de ellos dispondrá de un buffer para de almacenamiento para cada sentido. Sin embargo, en este modo de funcionamiento el módem no realiza tareas de corrección de errores.

En el modo fiable los módems local y remoto hacen uso de un protocolo para las transferencias de información que aporte fiabilidad, con corrección de errores y retransmisión de paquetes, y eficiencia a través de la compresión de datos. En modo fiable actúa el buffer, conversión de velocidad y las características del protocolo que se utilice.

**7.3.4 Protección contra errores.** En toda transmisión pueden aparecer errores. Se determina la tasa de error por la relación entre el número de bits erróneos y los bits totales. Lo mismo que con bits, se puede establecer una tasa para caracteres o bloques. Se

denomina Error Residual al número de bits erróneos no corregidos en relación al total de bits enviados. Las señales emitidas suelen sufrir dos tipos de deformación; atenuación (reducción de su amplitud); y desfase, siendo esta última la que más afecta a la transmisión. Otros factores que afectan a la señal son: ruido blanco (por los componentes eléctricos de los transformadores), ruido impulsivo, ecos, diafonías, etc. Las distorsiones físicas de la señal las trata el Equipo Terminal de Tratamiento de Datos y los problemas a nivel de bit los trata el Equipo Terminal del Circuito de Datos.

Para realizar una transmisión que presente protección contra errores se realiza una codificación del mensaje de datos y una posterior decodificación. En ambos casos se trabaja con datos binarios a nivel de enlace. Los errores se pueden detectar y corregir. La corrección la puede realizar el propio decodificador (corrección directa) o se realiza por retransmisión.

A los datos enviados se les asocian bits de control. Estos se pueden calcular para cada bloque de datos, o en función de bloques precedentes. Como ejemplos de procedimientos de control de errores se pueden citar:

Control de paridad por carácter: consiste en hacer el número de unos que aparecen en el dato (byte) par o impar. Puede fijarse también la paridad a un valor de 1 (Mark) ó 0 (Space).

Control de paridad por Matriz de caracteres: se determina la paridad de filas y columnas, y se envían los bits de control por filas, permite tanto la detección como la corrección de los errores.

Códigos Lineales: el conjunto de todos los bloques de datos posibles y sus respectivos bits de control, forman las palabras del código corrector. Cada palabra de  $n$  bits se componen de  $k$  bits de datos y  $n - k$  bits de control (se llaman códigos  $n,k$ ). Cada palabra de un código lineal se determina realizando operaciones entre vectores y matrices. El decodificador determina si la palabra recibida pertenece al código o no (caso de un error).

CRC: Comprobación de redundancia cíclica. Dado un bloque o mensaje de  $k$ - bits , el transmisor genera una secuencia de  $n$  bits, denominada secuencia de comprobación de la trama (FCS, frame check séquense), de tal manera que la trama resultante, con  $n + k$  bits, sea divisible por algún número predeterminado. El receptor entonces dividirá la trama recibida por ese número y si no hay resto en la división, se supone que no ha habido errores.

Retransmisión con paro y espera (ARQ – ACK): tras el envío de cada bloque de datos, se espera un acuse de recepción positivo (ACK) o negativo (NAK). Si es negativo, se retransmite el bloque; si es positivo, se envía el siguiente; y si pasa un tiempo límite sin respuesta, se retransmite el bloque.

Retransmisión Continua (ARQ – NAK): en sistemas Full – Dúplex, se envían continuamente bloques hasta que se reciba un acuse negativo. Entonces se detiene el envío, se reenvía el bloque fallido y se continua la transmisión a partir de él. Cada bloque ha de estar numerado, y deben ser almacenados por el receptor.

Retransmisión con repetición selectiva: en sistemas Full – Dúplex, es similar al anterior pero en el caso de error, solo reenvía el bloque fallido. Después, continua la transmisión donde se dejó.

El rendimiento de un código de control viene dado por el número de bits de cada bloque, entre los bits del bloque más los bits de control.

**7.3.5 Microcom networking protocol MNP.** Es un protocolo de comunicaciones que soporta interactividad y transferencia de ficheros entre aplicaciones. MNP ofrece una transferencia de datos fiable sobre redes de telefonía. “El protocolo MNP está estructurado en diez niveles de funcionalidad jerarquizados, esto significa que los niveles superiores son capaces de efectuar las funciones de los inferiores, e incorporar alguna adicional”<sup>10</sup>. Generalmente los módems de altas prestaciones incorporan cinco de ellos (MNP 5). Cuando se establece una comunicación MNP entre módems se negocia al principio de la comunicación en un diálogo entre DCEs, el nivel más alto que ambos sistemas son capaces de soportar, con el fin de operar proporcionando el mayor número de funcionalidades disponibles en cada conexión realizada.

La transmisión de la información se realiza a través de cadenas de bytes denominadas paquetes que facilitan la detección de errores en recepción y reducen la cantidad de información redundante propia de las transmisiones asíncronas al excluir los bits de start, paridad y stop.

Las características básicas de los cinco primeros niveles utilizados en el módem, son:

---

<sup>10</sup> DE LA CRUZ, L. y MATA J. Op. cit., p. 12

✓ **Nivel 1.** Características:

Suministra una transmisión half-duplex asíncrona orientada a byte (la unidad básica es el byte).

La relación entre los bits de información y los bits transmitidos (eficiencia del protocolo) es del orden del 70%.

La tasa de transmisión neta de un dispositivo con MNP clase 1 transmitiendo a 2400 bits/seg. es de 1690 bits/seg.

✓ **Nivel 2.** Características:

Suministra una transmisión full-duplex asíncrona orientada a byte entre dos módems.

La eficiencia del protocolo es del orden del 84%.

La tasa de transmisión neta, en un dispositivo con MNP clase 2 transmitiendo a 2400 bits/seg, es de unos 2000 bits/seg.

✓ **Nivel 3.** Características:

Suministra una comunicación full-duplex síncrona orientada a bit.

Los DTE y DCE se comunican asíncronamente mientras que la comunicación entre módems es síncrona.

La información asíncrona procedente del terminal es procesada por el módem eliminándose la información de señalización (start, stop, paridad) y almacenada en un buffer esperando formar un paquete MNP, que se transmitirá síncronamente por el canal. El módem receptor desensambla el paquete MNP en paquetes asíncronos que son transmitidos vía serie al DTE.

Los datos almacenados en el buffer local no pueden ser eliminados hasta que no se reciba un reconocimiento positivo (ACK) por parte del receptor. En el caso de que el módem remoto detecte errores en la transmisión se genera un (NAK) y el emisor retransmite el paquete MNP correspondiente.

El número máximo de retransmisiones permitidas es de doce.

El control de flujo entre el buffer emisor y receptor se realiza a través de un proceso cuyos parámetros no son controlados por el usuario.

El tamaño del bloque de datos es fijo.

✓ **Nivel 4.** Características:

Suministra una comunicación entre dos módems full-duplex, síncrona, orientada a bit con tamaño de paquete variable.

Durante la transferencia de datos, el MNP monitoriza la fiabilidad del medio de transmisión.

El tamaño del paquete es función inversa de la tasa de errores del canal.

✓ **Nivel 5.** Características:

Suministra una comunicación full-duplex síncrona orientada a bit con tamaño de paquete variable y compresión de datos.

Las facilidades de compresión actúan tanto en la transmisión de ficheros como en la comunicación interactiva entre terminales.

Un módem con nivel cinco puede llegar a doblar la tasa neta de transmisión si se compara con un módem sin facilidades MNP.

Un módem con velocidad de transmisión de 4.800 bits/seg con MNP 5 desarrolla una tasa efectiva de transmisión de 9600 bits/seg.

## 7.4 MULTIPLEXORES

El área de Transmisión distrito Nariño en su sede de Telecom centro cuenta con seis equipos multiplexores: 3 equipos SMS 600 V Nec, 2 equipos SMA 4 Siemens, 1 ADM Teletra. A continuación se recopilan conceptos sobre este tipo de sistemas y sobre las jerarquías digitales, información que se considera importante como marco referencial de este tipo de equipos.

La multiplexación es la combinación de dos o más canales de información en un solo medio de transmisión usando un dispositivo llamado multiplexor. “Las transmisiones ocurren en el mismo medio, pero no necesariamente al mismo tiempo, el medio de transmisión puede ser, un par de cables metálico, un cable coaxial, un sistema de radio de microondas terrestre, un radio de microondas por satélite, o un cable de fibra óptica”<sup>11</sup>.

Una aplicación usual de la multiplexación son las comunicaciones de larga distancia. Los enlaces de redes de larga distancia son líneas de fibra, de cable coaxial o de microondas de alta capacidad de modo que pueden transportar simultáneamente varias transmisiones de voz y de datos haciendo usos de las técnicas de multiplexación.

Existen  $n$  entradas a un multiplexor, que se conecta a un demultiplexor mediante un único enlace de datos. El enlace es capaz de transportar  $n$  canales de datos independientes. El multiplexor combina (multiplexa) los datos de las  $n$  líneas de entrada y los transmite a través de un enlace de datos de capacidad superior. El demultiplexor capta la secuencia de datos multiplexados, separa (demultiplexa) los datos de acuerdo con el canal y los envía hacia las líneas de salida correspondientes.

A medida que la velocidad es superior, la transmisión es más efectiva desde el punto de vista del coste. Es decir, para una aplicación y distancia dadas el coste por kbps decrece con el incremento en la velocidad de transmisión de datos. De forma similar, el costo de los equipos de transmisión y recepción, por kbps, decrece con el aumento de la velocidad. Estos conceptos se refieren a datos pero se aplican igualmente a dispositivos de comunicación de voz.

---

<sup>11</sup> TOMASI, Op. cit., p. 645

Existen dos formas usuales de multiplexación: por división en frecuencias FDM y por división de tiempo TDM. Existe también la multiplexación por división de código CDMA.

La multiplexación por división en frecuencias se puede usar con señales analógicas, de modo que se transmiten varias señales a través del mismo medio gracias a la asignación de una banda de frecuencia diferente para cada señal. El equipamiento de modulación es preciso para desplazar cada señal a la banda de frecuencias requerida, siendo por su parte necesarios los equipos de multiplexación para combinar las señales moduladas.

La multiplexación por división en el tiempo se puede utilizar con señales digitales o con señales analógicas que transportan datos digitales. En esta forma de multiplexación, los datos procedentes de varias fuentes se transmiten en tramas repetitivas. Cada trama consta de un conjunto de ranuras temporales, asignándosele a cada fuente una o más ranuras por trama. El efecto obtenido es la mezcla de los bits de datos de varias fuentes.

La multiplexación por división de código se basa en el uso de distintas codificaciones para cada canal, que pueden ser transmitidos compartiendo tiempo y frecuencia simultáneamente. Hacen uso de complejos algoritmos de codificación. Los usuarios comparten la misma banda de frecuencia y cada señal es identificada por un código especial, que actúa como una clave reconocida por el transmisor y el receptor. La señal recibida es la suma de todas las señales combinadas, y cada receptor debe clasificar e identificar las señales que le corresponden de las demás señales. Para hacer esto utiliza un código que corresponde con el código transmitido.

## **7.5 JERARQUÍAS DIGITALES PDH Y SDH**

**7.5.1 Jerarquía digital plesiócrona.** PDH (Plesiochronous Digital Hierarchy), es una tecnología usada tradicionalmente para telefonía que permite enviar varios canales sobre un mismo medio usando técnicas de multiplexación por división de tiempo y equipos digitales de transmisión.

En PDH las diferentes partes que componen la red no están completamente sincronizadas. Por esta razón, esta tecnología permite la transmisión de flujos de datos, “nominalmente, están funcionando a la misma velocidad (bit rate), pero permitiendo una cierta variación de los equipos alrededor de la velocidad nominal”<sup>12</sup>, esta situación se soluciona por el método como se forman las tramas de bits.

---

<sup>12</sup> LÓPEZ, Giovanni y SÁNCHEZ, Iván. Jerarquías digitales plesiócrona y sincrónica PDH y SDH. Universidad del Cauca. 1996. p. 9

PDH se basa en canales de 64 kbps. En cada nivel de multiplexación se van aumentando el número de canales sobre el medio físico. Por lo tanto, las tramas de distintos niveles tienen estructuras y una duraciónes diferentes. Además, de los canales de voz en cada trama viaja información de control que se añade en cada nivel de multiplexación.

Existen tres jerarquías PDH: la europea, la americana y la japonesa. La europea usa una trama diferente a la americana y la japonesa. Habrá casos en los que para poder unir dos enlaces que usan diferente norma haya que adaptar uno al otro, en este caso siempre se convertirá la trama al usado por la europea. Los flujos de datos que llegan a los multiplexores se les llama tributarios.

El Cuadro 6 muestra los distintos niveles de multiplexación PDH utilizados en Norteamérica, Europa y Japón.

Cuadro 6. Niveles de multiplexación PDH.

Nivel	Norteamérica			Europa			Japón		
	Circuitos	Mbit/s	Nombre	Circuitos	Mbit/s	Nombre	Circuitos	Mbit/s	Nombre
1	24	1,544	(T1)	30	2,048	(E1)	24	1,544	(J1)
2	96	6,312	(T2)	120	8,448	(E2)	96	6,312	(J2)
3	672	44,736	(T3)	480	34,368	(E3)	480	32,064	(J3)
4	2016	274,176	(T4)	1920	139,264	(E4)	1440	97,728	(J4)

En la jerarquía europea la velocidad básica es un flujo de datos de 2,048 Mbps. Para transmisiones de voz, se digitaliza la señal usando una frecuencia de muestreo de 8 KHz (125µs) y cada muestra se codifica con 8 bits con lo que se obtiene un régimen binario de 64 kbps. Agrupando 30 canales de voz más otros 2 canales de 64 kbps, utilizados para señalización y sincronización, se forma un flujo PDH E1. De igual forma es posible también utilizar el flujo completo de 2 megas para transmisión de datos.

La velocidad del flujo de 2 megas es controlada por un reloj en el equipo que la genera. A esta velocidad se le permite una variación, alrededor de la velocidad exacta de 2,048 Mbps, de ±50 ppm (partes por millón). Esto significa que dos flujos pueden estar funcionando a velocidades ligeramente diferentes uno de otro.

Para poder transportar varios flujos de 2 megas, éstos se multiplexan en grupos de cuatro. La multiplexación se realiza tomando un bit del flujo 1, seguido por un bit del flujo 2, luego otro del 3 y finalmente otro del 4. El multiplexor además añade bits adicionales a fin de permitir al demultiplexor del extremo distante decodificar qué bits pertenecen a cada flujo de 2 megas y así reconstituir los flujos originales. Estos bits adicionales son de dos tipos: bits de justificación o de relleno y palabras de alineamiento de trama (combinaciones fijas de unos y ceros que se envían cada vez que se completa el proceso de transmisión).

La necesidad de los bits de relleno o justificación es que como cada uno de los flujos de 2 megas no está funcionando necesariamente a la misma velocidad que los demás, es necesario hacer algunas compensaciones. Para ello el multiplexor asume que los cuatro flujos están trabajando a la máxima velocidad permitida, lo que significa que si la velocidad del flujo inferior a la máxima, en algún momento el multiplexor buscará el próximo bit, pero este no llegará. En este caso el multiplexor señalará (mediante los bits de justificación) al demultiplexor que falta un bit. Esto permite al demultiplexor reconstruir correctamente los flujos originales de los cuatro 2 megas y a sus velocidades plesiócronas correctas. La velocidad del flujo de 8,448 Mbps que corresponde al segundo nivel jerárquico. Por procedimientos similares se llega a los niveles siguientes.

Los equipos PDH están siendo actualmente reemplazados por equipos de tecnología SDH en la mayoría de las redes de telecomunicación debido a las mayores capacidades de transmisión de estos y a sus mejores condiciones para la operación y mantenimiento centralizado.

**7.5.2 Jerarquía digital síncrona.** La Jerarquía digital síncrona (SDH) (Synchronous Digital Hierarchy), se puede considerar como la evolución de los sistemas de transmisión, como consecuencia de la utilización de la fibra óptica como medio de transmisión, así como de la necesidad de sistemas más flexibles y que soporten anchos de banda elevados. La jerarquía SDH se desarrolló en EE.UU. bajo el nombre de SONET y posteriormente el CCITT en 1989 publicó una serie de recomendaciones donde quedaba definida con el nombre de SDH.

Uno de los objetivos de esta jerarquía estaba en el proceso de adaptación del sistema PDH (Plesiochronous Digital Hierarchy), ya que el nuevo sistema jerárquico se implantaría paulatinamente y debía convivir con la jerarquía plesiócrona ya existente. La trama básica de SDH es el STM-1 (Synchronous Transport Module level 1), con una velocidad de 155 Mbps.

Cada trama va encapsulada en un tipo especial de estructura denominado contenedor. Una vez se ha encapsulado se añaden cabeceras de control que identifican el contenido de la

estructura y el conjunto, después de un proceso de multiplexación, se integra dentro de la estructura STM-1. Los niveles superiores se forman multiplexando byte a byte varias estructuras STM-1, dando lugar a los niveles STM-4, STM-16 y STM-64.

Las tramas contienen información de cada uno de los componentes 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.

A estos contenedores se les añade una información adicional denominada tara de trayecto (Path overhead), que son bytes utilizados con fines de mantenimiento de la red, dando lugar a la formación de los denominados contenedores virtuales (VC). El resultado de la multiplexación es una trama formada por 9 filas de 270 octetos cada fila (270 columnas de 9 octetos). 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 (cada trama se transmite en 125  $\mu$ s). Por lo tanto el régimen binario (Rb) para cada uno de los niveles es:

$$\text{STM-1: } 8000 * (270 \text{ octetos} * 8 \text{ bits} * 9 \text{ filas}) = 155 \text{ Mbps}$$

$$\text{STM-4: } 4 * 8000 * (270 \text{ octetos} * 8 \text{ bits} * 9 \text{ filas}) = 622 \text{ Mbps}$$

$$\text{STM-16: } 16 * 8000 * (270 \text{ octetos} * 8 \text{ bits} * 9 \text{ filas}) = 2.5 \text{ Gbps}$$

De las 270 columnas que forman la trama STM-1 las 9 primeras forman la denominada tara (Overhead), independiente de la tara de trayecto de los contenedores virtuales antes mencionados, mientras que las 261 restantes constituyen la carga útil (Payload). En la tara están contenidos bytes para alineamiento de trama, control de errores, canales de operación y mantenimiento de la red y los punteros, que indican el comienzo del primer octeto de cada contenedor virtual.

## 7.6 MEDIOS DE TRANSMISIÓN

El medio de transmisión es el camino físico entre el transmisor y el receptor. Los medios de transmisión se pueden clasificar en guiados y no guiados. En ambos casos la comunicación se hace por medio de ondas electromagnéticas. Los medios guiados proporcionan un camino físico a través del cual la señal se propaga; entre otros cabe citar al par trenzado, cable coaxial y la fibra óptica. Los medios no guiados proporcionan un soporte para que las ondas se transmitan, pero no las dirigen; como ejemplo de ellos están el aire, el agua y el vacío.

La naturaleza del medio junto con la de la señal que se transmite a través de él son los

factores determinantes de las características y la calidad de la transmisión. En el caso de medios guiados es el propio medio el que determina principalmente las limitaciones de la transmisión: velocidad de transmisión de los datos, ancho de banda que puede soportar y espaciado entre repetidores. Sin embargo, al utilizar medios no guiados resulta más determinante en la transmisión el espectro de frecuencia de la señal producida por la antena que el propio medio de transmisión. A continuación se destaca características importantes de algunos medios de transmisión:

*Pares trenzados:* Consiste en dos alambres de cobre aislados, en general de 1mm de espesor. Los alambres se entrelazan en forma helicoidal. La forma trenzada del cable se utiliza para reducir la interferencia eléctrica con respecto a los pares cercanos que se encuentran a su alrededor. Los pares trenzados se pueden utilizar tanto para transmisión analógica como digital, y su ancho de banda depende del calibre del alambre y de la distancia que recorre; en muchos casos pueden obtenerse transmisiones de varios megabits, en distancias de pocos kilómetros. Debido a su adecuado comportamiento y bajo costo, los pares trenzados se utilizan ampliamente y es probable que su presencia permanezca por muchos años. Su rango de frecuencias es de 0 a 1 Mhz.

*Cable coaxial:* El cable coaxial consta de un alambre de cobre duro en su parte central, es decir, que constituye el núcleo, el cual se encuentra rodeado por un material aislante. Este material aislante está rodeado por un conductor cilíndrico que frecuentemente se presenta como una malla de tejido trenzado. El conductor externo está cubierto por una capa de plástico protector. La construcción del cable coaxial produce una buena combinación y un gran ancho de banda y una excelente inmunidad al ruido. El ancho de banda que se puede obtener depende de la longitud del cable; para cables de 1km, por ejemplo, es factible obtener velocidades de datos de hasta 10Mbps, y en cables de longitudes menores, es posible obtener velocidades superiores. Se pueden utilizar cables con mayor longitud, pero se obtienen velocidades muy bajas. Los cables coaxiales se emplean ampliamente en redes de área local y para transmisiones de largas distancia del sistema telefónico. El cable coaxial trabaja en un rango de frecuencias hasta 500 Mhz.

*Fibra óptica:* Un cable de fibra óptica consta de tres secciones concéntricas. La más interna, el núcleo, consiste en una o más hebras o fibras hechas de cristal o plástico. Cada una de ellas lleva un revestimiento de cristal o plástico con propiedades ópticas distintas a las del núcleo. La capa más exterior, que recubre una o más fibras, debe ser de un material opaco y resistente. Un sistema de transmisión por fibra óptica está formado por una fuente luminosa monocromática, generalmente un láser; la fibra encargada de transmitir la señal luminosa y un fotodiodo que reconstruye la señal eléctrica. La fibra óptica trabaja en el rango de frecuencias que va desde  $10^{14}$  hasta  $10^{15}$  Hz, cubriendo parte del espectro visible e infrarrojo.

*Radio enlaces de VHF y UHF:* Estas bandas cubren aproximadamente desde 55 a 550 Mhz. Son omnidireccionales, la ionosfera es transparente a ellas. Su alcance máximo es de un centenar de kilómetros, y las velocidades que permite del orden de los 9600 bps. Su aplicación suele estar relacionada con los radioaficionados y con equipos de comunicación militares, también la televisión y los aviones.

*Microondas:* Las microondas permiten transmisiones tanto terrestres como con satélites. Dada sus frecuencias, del orden de 1 a 10 Ghz, las microondas son muy direccionales y sólo se pueden emplear en situaciones en que existe una línea visual que une emisor y receptor. Los enlaces de microondas permiten grandes velocidades de transmisión, del orden de 10 Mbps.

Tradicionalmente el par trenzado ha sido el medio por excelencia utilizado en las comunicaciones de cualquier tipo. Con el cable coaxial se pueden obtener mayores velocidades de transmisión para mayores distancias, por esta razón, el cable coaxial se ha utilizado en redes de área local de alta velocidad y en aplicaciones de enlaces troncales de alta capacidad. No obstante, la capacidad tremenda de la fibra óptica está desplazando al cable coaxial, copando la mayor parte del mercado de las redes de área local de alta velocidad y las aplicaciones a larga distancia.

## **7.7 SISTEMAS DE COMUNICACIONES DE FIBRA ÓPTICA**

Para el área de Transmisiones distrito Nariño de Colombia Telecomunicaciones los sistemas de comunicación por fibra óptica tienen gran importancia dado que por medio de este sistema se llevan gran parte del tráfico de Nariño hacia el resto de Colombia, concretamente por medio del equipo de transmisión por fibra NEC 2500, ubicado en la sede de Telecom Centro.

Este tipo de sistemas presenta grandes ventajas. Tienen una mayor capacidad debido a los anchos de banda inherentemente más grandes y disponibles con las frecuencias ópticas. Los sistemas de fibra son inmunes a la inducción magnética y la interferencia estática. Los cables de fibra son más resistentes a las condiciones ambientales desfavorables. Sin embargo este sistema presenta también un mantenimiento y reparación más difícil que el de los sistemas con medios metálicos.

En el Anexo C se considera las principales características de un enlace de fibra óptica.

## **8. DESARROLLO DEL PROYECTO DE PASANTÍA**

### **8.1 DESARROLLO DEL SISTEMA PARA GESTIONAR EN FORMA REMOTA EQUIPOS DE RADIO TRANSMISIÓN SAGEM LINK DE LA ESTACIÓN REPETIDORA PLAZUELAS**

**8.1.1 Recopilación de Información e Identificación de los Equipos de Radio Transmisión SAGEM Link.** A lo largo del desarrollo del proyecto fue necesario recopilar información de varias fuentes con el objetivo de adquirir los conceptos teóricos que permitieran el desarrollo del sistema. Se realizó investigación en diferentes medios tales como bibliografía sobre el tema, documentos y manuales de los equipos de radio transmisión y páginas de Internet. Así mismo, fueron fundamentales los conocimientos teóricos y prácticos adquiridos en el programa de Ingeniería Electrónica y la orientación oportuna del personal del área de transmisión de Telefónica Telecom.

Inicialmente, con el objetivo de identificar equipos de radio transmisión SAGEM Link se consultó manuales de los mismos y se realizaron visitas a la estación Repetidora Plazuelas, donde se observó su funcionamiento y se recibió orientación por parte de los ingenieros del área sobre el tema.

Los equipos SAGEM Link son sistemas de radio transmisión digital diseñados para enlaces punto a punto de corta y mediana distancia. Trabaja en las siguientes bandas de frecuencia 7, 8, 13, 15, 18, 23, 26 y 38 Ghz. Presenta ganancia cercana a los 110 dB. El equipo está conformado por dos módulos: unidad exterior ODU y unidad interior IDU, en cada extremo del enlace, es decir en el lado local y en lado remoto.

La estación repetidora Plazuelas se encuentra ubicada al norte de la ciudad de Pasto en el cerro Morasurco. Su vía de acceso es la antigua carretera al norte y posteriormente se debe tomar un desvío para llegar a la estación.

En la Figura 1 se puede observar un mapa que indica la ubicación de la estación.

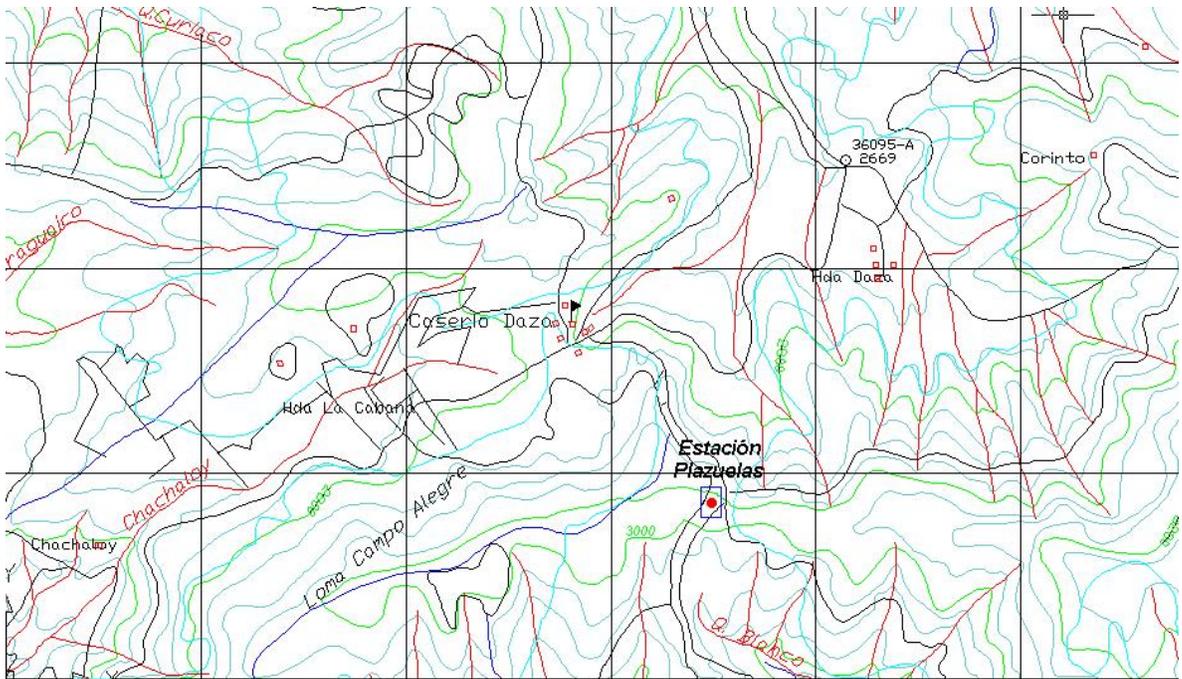
Figura 1. Mapa de ubicación de la estación repetidora Plazuelas.



La estación Plazuelas se encuentra ubicada a una altura de 3107 metros sobre el nivel del mar.

En la Figura 2 se muestra un mapa de curvas de nivel en el cual se indica la altitud del cerro donde se ubica la estación.

Figura 2. Mapa de la estación repetidora Plazuelas.



En la estación repetidora Plazuelas se encuentran cuatro de estos sistemas de radio transmisión los cuales establecen los siguientes enlaces:

Plazuelas – Mapachico. Con frecuencia de transmisión de: 8293 Mhz y frecuencia de recepción de: 8412 Mhz.

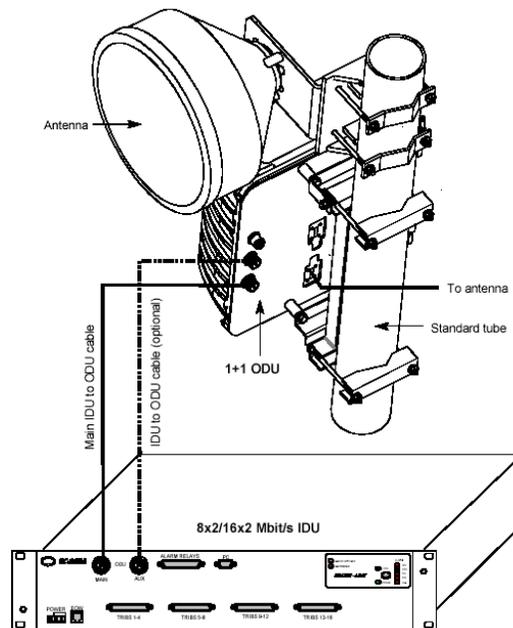
Plazuelas – Nariño. Con frecuencia de transmisión de: 8440 Mhz y frecuencia de recepción de: 8321 Mhz.

Plazuelas – Genoy. Con frecuencia de transmisión de: 8453 Mhz y frecuencia de recepción de: 8334 Mhz.

Plazuelas – Catambuco. Con frecuencia de transmisión de: 8307 Mhz y frecuencia de recepción de: 8426 Mhz.

Estos equipos transportan señales de telefonía para dichas localidades. A cada enlace le corresponde un sistema de radio transmisión SAGEM Link independiente de los otros. De tal forma que en el salón de equipos de la estación repetidora Plazuelas se encuentran las cuatro unidades interiores IDUs, y en la torre de la estación están las 4 unidades exteriores ODUs correspondientes a cada enlace. La contraparte de cada equipo: ODU e IDU remotas, se ubican en las estaciones de cada localidad: Mapachico, Nariño, Genoy y Catambuco. Como los cuatro equipos presentan las mismas características, el sistema de gestión remota que se pretende desarrollar podrá ser útil para cualquiera de ellos. Un esquema general del equipo de radio transmisión, se muestra en la figura 3.

Figura 3. Esquema general del equipo de radio transmisión SAGEM Link.



SAGEM NETWORKS AND TELECOMMUNICATIONS DIVISION. SAGEM link technical manual. 2001

**8.1.2 Investigación y Análisis Sobre el Sistema de Gestión de los Equipos de Radio SAGEM Link.** Se realizaron actividades de investigación y análisis alrededor del proceso de gestión de los equipos SAGEM Link:

- Se indagó en diferentes fuentes como manuales de los equipos, bibliografía sobre el tema.
- Se realizaron visitas a la estación repetidora con el fin de observar la gestión local de los equipos.

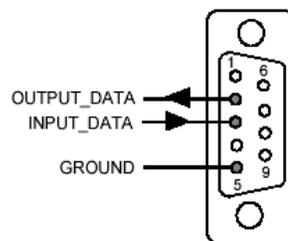
- Se realizó inspección y análisis del software de gestión proporcionado por el fabricante.

Estas actividades permitieron determinar características importantes sobre las cuales se pudo avanzar en el desarrollo del sistema de gestión remota.

La gestión local de los sistemas de radio SAGEM Link se realiza mediante el software SAGEM Link Pilot. Por medio de este se puede controlar y supervisar integralmente al equipo de radio transmisión, el usuario puede: seleccionar la tasa de transferencia de bit, seleccionar la frecuencia y canal de operación, ajustar potencia de transmisión en un rango de 30 dB y pasos de 0.5 dB, monitorear la tasa de error de bit BER, monitorear alarmas y un historial de ellas, visualizar la configuración del terminal local (equipos de Plazuelas) y el remoto (cada una de las localidades); se puede también modificar estas configuraciones, crear, modificar y gestionar archivos de configuración del equipo y acceder a las funciones de diagnóstico del enlace de microondas.

El equipo presenta un puerto serial DB9 para realizar conexión con el PC, utilizando los circuitos Tx, Rx y la línea de tierra de la interfaz RS232. La conexión con el equipo requiere un cable no cruzado macho - hembra. En la Figura 4 se muestra el puerto de conexión del equipo.

Figura 4. Puerto de conexión del equipo SAGEM Link con el PC.



SAGEM NETWORKS AND TELECOMMUNICATIONS DIVISION. SAGEM link technical manual. 2001

Por medio de la inspección del software SAGEM Link Pilot, proporcionado por el fabricante y de propiedad de Telecom, se encontró que este programa puede ser configurado para comunicarse vía módem, una función que hasta el momento no había sido puesta en funcionamiento para la gestión de los equipos de radio transmisión.

### **8.1.3 Diseño del Sistema Para la Gestión Remota del Equipo de Radio SAGEM Link.**

Para determinar las características del sistema de gestión remota se tuvo en cuenta varios aspectos que se describen a continuación.

✓ **Identificación del canal de comunicación.** Se requiere establecer un canal de comunicación que permita realizar el proceso de transmisión y recepción de datos entre Telecom Pasto Centro y Cerro Plazuelas para realizar el proceso de gestión remota.

El análisis de la información que se ha realizado ha permitido observar que es factible desarrollar el sistema de gestión remota vía módem telefónico teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

✓ En la estación repetidora Plazuelas existe el recurso de la línea telefónica que puede utilizarse como canal de comunicación durante el proceso de gestión remota de los radios.

✓ Los módems son equipos de comunicación ampliamente utilizados, por lo tanto, su costo es relativamente bajo y su consecución no presenta dificultades.

✓ Se optimiza un recurso de Telecom lo es el programa SAGEM Link Pilot que puede ser configurado para utilizarse en una conexión por módem, opción que hasta el momento no se había aprovechado.

✓ Existen conocimientos teóricos y prácticos sobre el tema adquiridos en el programa de Ingeniería Electrónica que son útiles para el desarrollo del sistema.

✓ El sistema vía módem telefónica brinda la posibilidad de realizar la gestión remota de los equipos SAGEM Link de Plazuelas, desde la sede de Telecom Centro, que es un objetivo del presente proyecto y permite ir más allá de este ya que se tendrá la posibilidad de realizar el proceso de gestión desde otras ubicaciones diferentes dadas las características de la red pública de telefonía, a través de la cual se realiza el proceso.

✓ **Software de gestión.** Existen gran cantidad de parámetros y variables que presenta el equipo de radio transmisión SAGEM Link que deben ser controlados y supervisados. El software SAGEM Link Pilot proporcionado por el fabricante del equipo con el que cuenta Telecom, permite el control y supervisión integral del sistema de radio transmisión, permitiendo además un entorno gráfico que facilita la interacción del usuario con el equipo SAGEM Link, brindando visualización de los diferentes parámetros y variables para su

interpretación y modificación. El software brinda la posibilidad de conectarse por medio de módem, opción que de ser configurada adecuadamente podría brindar en la gestión remota, las mismas posibilidades de control y supervisión que las que se realiza en el proceso de gestión local.

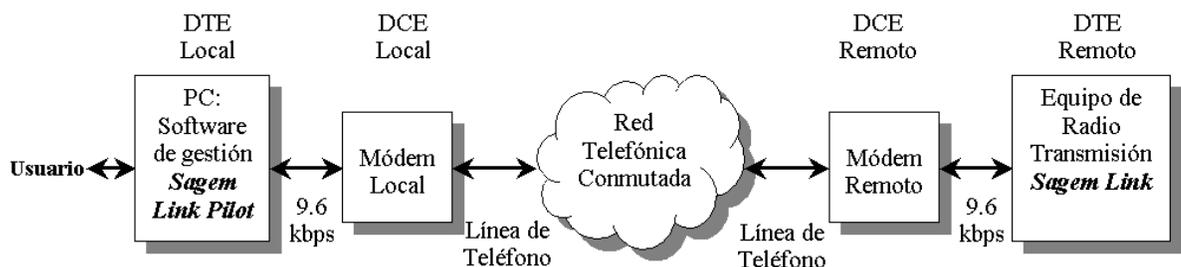
Desde esta perspectiva se considera conveniente utilizar este software e indagar la forma más adecuada para hacer posible la gestión remota vía módem telefónico.

✓ **Interfaz del Equipo SAGEM Link con el sistema de gestión remota.** Durante el proceso de gestión de los equipos de radio SAGEM Link, se realiza intercambio de información con el PC por medio de un puerto serial que utiliza Interfaz RS232, utilizando para ello 3 hilos: Tx, Rx y Tierra. Para la gestión remota este intercambio debe realizarse a través del canal de comunicación y para ello se necesita de la interfaz que lo haga posible. Esto se realizará por medio de dos módems, uno de ellos en el lado remoto conectado al equipo SAGEM Link y el otro será el módem local conectado al PC donde esté instalado el software de gestión que será manipulado por el usuario.

La interfaz entre los equipos de comunicación de datos DCE y equipos terminales de datos DTE, es decir la relaciones módem local – PC y módem remoto – equipo SAGEM Link, se realizarán mediante la interfaz RS232 teniendo en cuenta que la velocidad con la que se efectúa el intercambio de información entre estos elementos es de 9600 bps por lo que los módems deberán ser correctamente configurados para este requerimiento de los equipos.

De esta forma, el sistema de gestión remota se plantea como se muestra en la Figura 5.

Figura 5. Esquema del sistema de gestión remota vía módem.



**8.1.4 Recursos para el desarrollo del sistema de gestión remota.** Una vez se determinó las características del sistema de gestión remota se procedió a la consecución de los elementos que lo conforman: 2 Módem análogos, computador con el software SAGEM

Link Pilot instalado, conectores DB9 y DB25, cable, disponibilidad de líneas telefónicas que se ocuparán durante las pruebas.

Estos recursos fueron facilitados por el área de Transmisión distrito Nariño. El PC con las características apropiadas fue proporcionado por Telefónica Telecom.

Los módems utilizados presentan las siguientes características:

✓ **Módem Motorola referencia UDS V.3229.** Módem análogo externo el cual puede ser configurado para funcionamiento sincrónico o asincrónico. Permiten la transferencia de información entre dos equipos terminales de datos DTE vía sistema de comunicación telefónica. Este tipo de módem es compatible con gran cantidad de estándares y recomendaciones y presenta una variedad de capacidades, como respuesta automática, soporte de protocolo de corrección de errores y compresión MNP 5, opera en las siguientes tasas de transferencia de datos: 300, 1200, 2400, 4800, 7200, 9600, 12000, 14400 bps.

Figura 6. Imagen del módem Motorola UDS V.3229



Este equipo se conecta al DTE a través de un puerto DB25, ubicado en el panel posterior del chasis.

Su configuración se puede realizar de 3 formas: por medio de la manipulación de 3 botones ubicados en el panel frontal del equipo, por software y por comandos AT.

✓ **Módem Microcom Deskporte Fast.** Módem análogo externo. Soporta transmisiones de datos hasta de 14400 bps. Soporta corrección de errores y compresión de datos MNP 5.

Se conecta al DTE a través de un puerto DB25 hembra, ubicado en el panel posterior del chasis.

Su configuración se puede realizar mediante comandos AT o mediante el software del equipo.

Figura 7. Imagen del módem Microcom Deskporte Fast.



**8.1.5 Configuración de los elementos del sistema.** Con el fin de realizar la configuración apropiada, que permita la transmisión y recepción de los datos, se desarrollaron las actividades que se describen a continuación.

En primer lugar fue necesario configurar en los módems los parámetros de la transmisión. Se necesita que el módem remoto responda automáticamente y que se establezca una conexión entre los módems de tal forma que se puede intercambiar la información a una tasa de transferencia de 9600 bps.

Se indagó la forma de configurar estas características en los módems. Para el caso del módem Motorola utilizado, se encontró que puede ser programado fácilmente por medio de tres botones del panel frontal del módem, los parámetros y características que se deseen modificar se visualizan a través de un despliegue visual, siguiendo un procedimiento sencillo que se encontró en el manual de este equipo. De esta misma forma, se graba en la memoria del módem la nueva configuración.

La configuración del Módem Microcom no se puede realizar a través de botones y no se contaba con el software de operación del mismo. Por esta situación, se procedió a consultar la forma de hacerlo mediante comandos Hayes. Que son una serie de órdenes enviadas en forma de caracteres a través del puerto serie con las cuales la mayoría de los módems dan respuesta y pueden ser controlados. El lenguaje de comandos para módem mas extendido es de los comandos AT o Hayes que fue inicialmente incorporado a los módems de este fabricante. Existen dos tipos principales de comandos que ejecutan acciones inmediatas por ejemplo marcación, contestación o desconexión. Y comandos que cambian algún parámetro

del módem por ejemplo velocidad de conexión. Este tema se trató en el marco teórico del presente documento. Para el envío de estos comandos de programación del módem a través del puerto serial se utilizó el programa Hyperterminal.

Para la configuración de los módems se tuvo en cuenta los siguientes requerimientos:

Comunicación DCE – DTE: Velocidad de intercambio 9600 bps, asincrónico, longitud de palabra 8 bits. Características que el equipo SAGEM Link requiere para realizar el intercambio de información.

Modo de respuesta automático del módem remoto.

Comunicación DCE – DCE: Velocidad de transmisión 9600 bps.

A partir de esta configuración se realizaron pruebas de funcionamiento. En primer lugar, se hicieron pruebas de conexión entre los módems, utilizando como DTE a dos computadores utilizando el programa Hiperterminal. Con ello se observó que el módem remoto respondía automáticamente y se establecía la conexión como era requerido. Posteriormente se realizaron pruebas de funcionamiento utilizando uno de los equipos de radio transmisión SAGEM Link de Plazuelas como DTE, y habilitando el programa SAGEM Link Pilot del computador para realizar la conexión vía módem. En estas condiciones se observó que el módem remoto interrumpía la conexión. Interpretando la información del despliegue visual y los indicadores del panel frontal del módem remoto, se pudo determinar que esto ocurría dado que no se recibía la señal DTR, Data Terminal Ready, de la interfaz RS 232 que le indica que el equipo terminal de datos está preparado para recibirlos, permitiendo el intercambio de información entre el módem Motorola y el equipo de radio transmisión SAGEM Link. Esta señal no es proporcionada por el equipo de radio transmisión, por esta razón se procedió a analizar la interfaz RS 232 en busca de otra alternativa que permitiera solucionar la situación. Se determinó que era posible hacer que el módem recibiera esta señal para que interpretara que se podía establecer el intercambio, tomándola de la línea de salida DSR del puerto de este mismo equipo, la cual permanece en estado ON durante la conexión. Para ello se realizó un bucle físico, modificando el cable de conexión con el equipo SAGEM Link, en el puerto del módem Motorola (pines 6 y 20 del conector DB25).

Se realizaron nuevamente pruebas de funcionamiento, con resultados exitosos. Se observó el correcto funcionamiento del sistema de transmisión, el cual permitió el intercambio de información entre el PC con el software SAGEM Link Pilot y el equipo SAGEM Link en el lado remoto, logrando acceder al sistema de gestión del radio. Estas pruebas se realizaron con el equipo SAGEM Link de la estación de Telecom en la localidad de Mapachico ya que

hubo la posibilidad de realizar el desplazamiento hacia dicha estación, en los recorridos de mantenimientos preventivos. Así mismo, posteriormente se realizó el desplazamiento a la estación repetidora Plazuelas con el fin de llevar a cabo las pruebas con los equipos SAGEM Link de esa estación. Estas observaciones junto al estudio de la teoría sobre las características de las conexiones vía módem, permitieron determinar que era recomendable el uso de un protocolo de control de errores para mejorar las condiciones en que se produce la conexión DCE – DCE. Se debe tener en cuenta que factores como el ruido en la línea puede afectar la tasa de transferencia de la información. De la misma forma, se debe considerar que a mayor velocidad de transmisión, el ruido afectará mayor cantidad de datos. Desde esta perspectiva y teniendo en cuenta que los módems utilizados soportan el protocolo MNP 5, el cual permite corrección de errores y compresión de datos, se procedió a configurarlos para que operen de esa manera. Se probó el sistema con resultados satisfactorios, la velocidad de conexión DCE - DCE se programó en 4800 bps, utilizando el protocolo MNP 5 que permite además de la detección y corrección de errores, la compresión de los datos permitiendo aumentar al doble la velocidad de transmisión.

**8.1.6 Puesta en funcionamiento del sistema y resultados obtenidos.** Se realizó desplazamiento a la estación repetidora Plazuelas, donde se instaló el módem Motorola configurado como módem remoto. Se realizaron las pruebas correspondientes desde las instalaciones de Telecom Pasto Centro, para ello se realizó la conexión desde el módem Microcom como módem local. Se observó el correcto funcionamiento del sistema, las pruebas produjeron resultados satisfactorios: se logró acceder en forma remota al equipo de radio SAGEM Link en todos los intentos y todas las conexiones se mantuvieron sin interrupciones, permitiendo acceder al sistema de gestión del equipo con las mismas opciones de control y supervisión que se tendría al trabajar en forma local.

## **8.2 DESARROLLO DE ACTIVIDADES DE APOYO AL MANTENIMIENTO Y SUPERVISIÓN DE LOS EQUIPOS DEL ÁREA DE TRANSMISIÓN.**

**8.2.1 Mantenimiento correctivo y puesta en funcionamiento de un equipo de radio transmisión monocanal para la estación repetidora de Galeras.** Se realizó el mantenimiento correctivo y la puesta en funcionamiento de un enlace de Radio Monocanal marca ISEC para extender una línea desde Telecom Paso Centro y la estación de Telecom en Galeras.

Se requiere una línea Telefónica en la estación repetidora Galeras y debido a que es difícil el uso de telefonía móvil puesto que ningún operador ofrece condiciones aceptables de señal en esa zona, se emplea un enlace monocanal. El equipo de radio transmisión monocanal permite extender vía radio una línea telefónica de discado y repique desde Telecom Centro hasta un abonado remoto en Galeras. Este equipo requería un mantenimiento correctivo puesto que presentó fallas imposibilitando la comunicación entre

los dos extremos del enlace. Frente a esta situación se asumió la responsabilidad de realizar el mantenimiento correctivo requerido y la puesta en funcionamiento del sistema.

Para la realización del mantenimiento correctivo fue necesario en primer lugar la recopilación y análisis de información con el fin de adquirir los conceptos teóricos que permitieran diagnosticar y corregir las fallas de equipo.

Se analizó principalmente la información del manual de operación, que resultó muy útil en las tareas de solución del problema.

El radioenlace monocanal IS265 consta básicamente de dos terminales de radio, cada uno compuesto por los siguientes módulos:

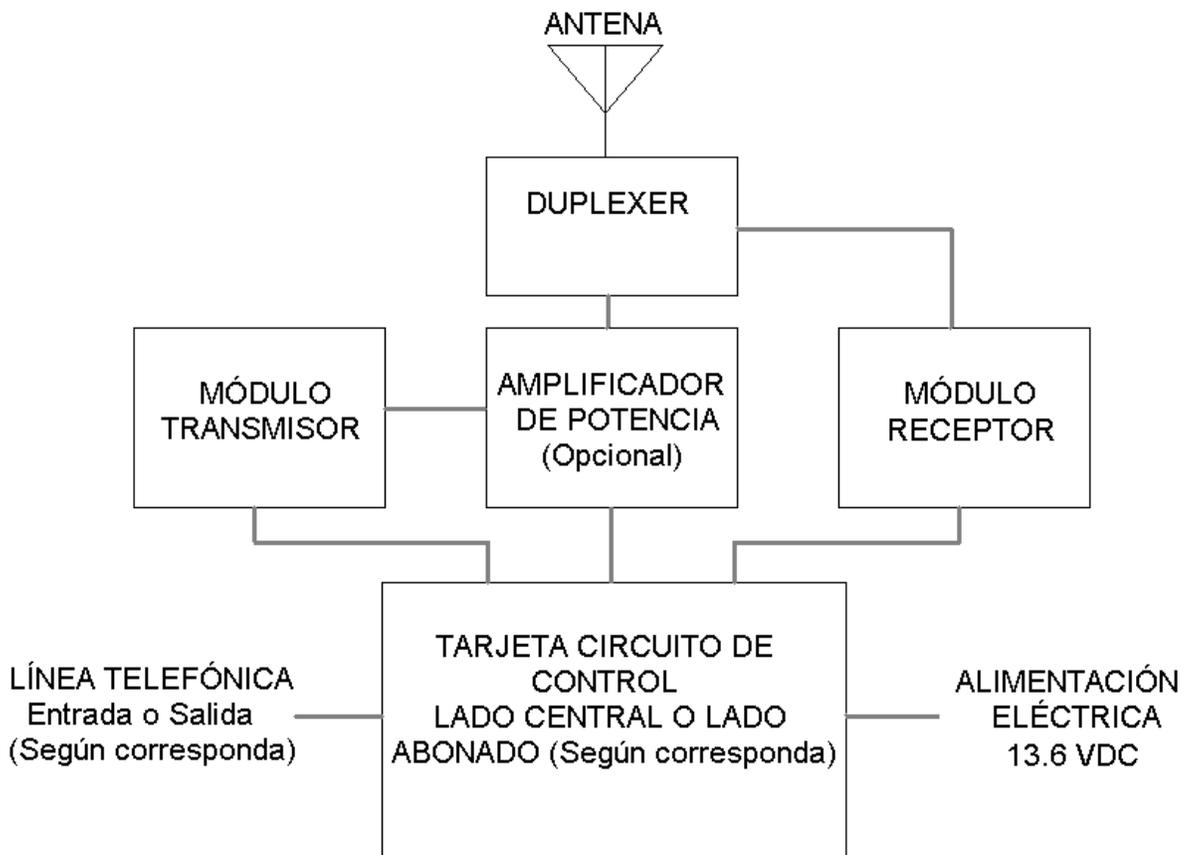
- ✓ Receptor
  
- ✓ Transmisor
  
- ✓ Circuitos de control: Tarjeta de señalización lado central telefónica y lado abonado remoto.
  
- ✓ Duplexor
  
- ✓ Opcionalmente amplificador de potencia.

La alimentación de energía se obtiene a partir de una fuente AC/DC que suministra +13.6 VDC, siendo posible la conexión de batería de respaldo o panel solar.

La Figura 8 (siguiente página) muestra un diagrama de bloques del sistema.

La señal de radiofrecuencia de transmisión se obtiene en principio del módulo transmisor, capaz de suministrar 2 Vatios de potencia que es incrementada, posteriormente, en el amplificador de 15 Vatios, el cual es un módulo opcional.

Figura 8. Diagrama de bloques del equipo de radio transmisión monocanal ISEC.



El módulo transmisor está dentro de un gabinete pequeño de aluminio, el cual brinda blindaje a la radiofrecuencia. La frecuencia de transmisión puede ser ajustada mediante cuatro selectores rotatorios ubicados en este módulo.

El módulo receptor, así como el transmisor, está ubicado en un gabinete de aluminio que proporciona un buen acabado, rigidez mecánica y blindaje a la radiofrecuencia. La frecuencia de recepción se programa de forma similar que en el transmisor, mediante cuatro selectores rotatorios. En módulo receptor cuenta con un punto de medida de señal denominado RSSI (indicador de Nivel de Señal Recibida), el cual proporciona un nivel de voltaje con un rango de variación de 0.5 a 2.8V, correspondientes al rango de variación de -125 dBm a -60 dBm en la señal de radio frecuencia recibida.

El módulo duplexor permite la operación del transmisor y receptor de cada sitio con una sola antena, se conecta directamente al receptor y a la salida del transmisor o puede conectarse a la salida del amplificador del transmisor si es el caso. La salida del duplexor se conecta a la antena.

El módulo de circuito de control se presenta en forma de una tarjeta la cual es diferente para el lado central que para el lado abonado. En el lado central el circuito de control supervisa las funciones de repique e inversión de polaridad de la central, la tensión de la batería de alimentación, el encendido y apagado del transmisor, lleva a cabo el discado de acuerdo con los datos que le llegan desde el extremo de abonado. Así mismo efectúa la transmisión de la orden de repique y recibe la confirmación del extremo abonado. En el lado abonado la tarjeta lleva a cabo las labores de supervisión del estado de la línea, encendido y apagado del transmisor, generación de las órdenes de cuelgue y descuelgue, conteo de los impulsos de discado, la supervisión de la tensión de la batería y la activación del generador de repique, y supervisa que los datos enviados lleguen al otro extremo en forma correcta.

Este equipo está provisto con alarmas y puntos de prueba en la tarjeta de control que permiten supervisar el correcto funcionamiento del sistema. En las tarjetas de control tanto de lado central como del lado abonado se ubican los siguientes puntos de prueba:

“RAUDIO” y “TAUDIO”: Corresponden respectivamente al audio de recepción y audio de transmisión. En estos puntos es posible, con la ayuda de un audífono, chequear la calidad del sonido durante la llamada.

RSSI: intensidad de la señal recibida, sobre este punto de prueba se tiene una tensión que varía entre 0 y 3 voltios la cual indica el nivel de la señal de radiofrecuencia recibida correspondiente entre  $-20$  y  $-70$  dBm. Es un punto de prueba útil para la sintonía del sistema.

Se encuentran además los siguientes indicadores luminosos (leds) sobre la placa:

SQ: Detecta la presencia de la señal portadora.

LOOP: Sirve como indicador de discado. Se enciende tanto en el lado central como en el remoto.

OK: Indica que el enlace está funcionando correctamente, se enciende después del primer intercambio de información.

RING: Repique. Se ubica en el extremo de la central, indica la presencia de voltaje de repique sobre la línea.

POL INV: Inversión de polaridad. Se ubica en el lado de la central, indica que la línea telefónica ha invertido su polaridad. Al momento de conectar el equipo se debe asegurar que la línea tenga la polaridad correcta mediante la inspección de este led.

ALM: Alarma. Indica una falla en el enlace o un nivel de batería bajo (menor de 11V).

REM: Alarma remota. Indica que en el extremo distante se ha producido alguna de las alarmas descritas.

Para realizar el mantenimiento correctivo fue necesario analizar el funcionamiento del equipo y los elementos que lo componen. Para ello los 2 terminales del sistema, tanto el lado de la central telefónica como el lado de abonado remoto, fueron transportados a las instalaciones de Telecom Pasto Centro. Allí se realizaron pruebas para determinar las fallas que presentaban.

Se observaron los indicadores de la tarjeta de control, y se interpretó su significado según el estudio realizado del manual del equipo. Mediante los leds indicadores se detectó que existía una alarma en el lado del abonado remoto.

Se realizaron mediciones de la potencia de salida de los dos módulos del equipo utilizando los puntos de medición descritos anteriormente. Se observó que el nivel de la potencia de salida del módulo transmisor de la unidad de abonado era nulo por lo cual no se presentaba transmisión desde el lado remoto impidiendo el correcto funcionamiento del sistema.

Una vez detectado el módulo que funcionaba en forma incorrecta, módulo transmisor del lado abonado, se procedió a reemplazarlo. Se utilizó un módulo transmisor de repuesto ubicado en la banda de frecuencia adecuada (285 – 305 Mhz) proporcionados por el mismo fabricante del equipo.

Fue necesario programar la frecuencia de operación del lado abonado en el nuevo módulo mediante el uso de los selectores rotatorios ubicados en dicho elemento. Las frecuencias de operación desde el lado abonado son transmisión: 298,025 Mhz, recepción: 285,025 Mhz. Así mismo, se realizó la calibración de los niveles de audio del equipo.

Se realizaron pruebas de funcionamiento espalda – espalda de los dos terminales y se observó la correcta operación del sistema recuperándose la correcta transmisión entre las dos unidades. Así mismo se realizaron pruebas a distancia del equipo reparado y se verificó su correcto funcionamiento.

Finalmente, se realizó la entrega del sistema reparado, este fue instalado estableciendo el enlace entre Telecom Pasto Centro y Galeras. Una vez instalado se probó nuevamente el equipo con resultados positivos.

**8.2.2 Mantenimiento correctivo de un equipo de radio monocanal solicitado al área de transmisión distrito nariño para enlace en el Valle del Cauca.** Se efectuó mantenimiento correctivo de otro equipo de radio monocanal, de similares características al descrito anteriormente. Este sistema le fue solicitado al área de Tx distrito Nariño para ser utilizado en un enlace de Telecom del Valle del Cauca. Para ello fue necesario la reparación de otro equipo Marca ISEC 265 el cual estaba fuera de servicio.

Se realizó observación del equipo y pruebas de funcionamiento. Con ello se pudo detectar que el enlace no se establecía y se procedió, como en la experiencia previa, a la verificación de alarmas y medición de niveles de voltaje en los puntos de prueba de la tarjeta de control de cada uno de los módulos del equipo.

Las alarmas observadas y los niveles medidos permitieron determinar que existía una falla en el terminal de abonado remoto del sistema.

Se procedió a verificar el funcionamiento de los módulos del terminal de abonado remoto. Se observó que los módulos transmisor y receptor funcionaban en forma adecuada. Y la tarjeta de control tampoco presentaba problemas. Frente a esa situación se continuó analizando los otros módulos y los conectores del equipo. Se midió la potencia de salida del módulo transmisor y del sistema en general con esta prueba se verificó el correcto funcionamiento del transmisor, sin embargo el nivel de potencia de salida del equipo era nulo. Se realizó entonces la inspección del duplexor, elemento entre el transmisor y la antena.

Se desmonta el duplexor del equipo para el análisis y detección de fallas. Se encontró varios cortes en una de las líneas internas de este elemento, producidas por una descarga eléctrica muy fuerte, causada seguramente por humedad en la guía de onda. Así mismo se observó conectores destruidos por esta causa.

Se procedió a corregir estos problemas soldando las pistas destruidas y elaborando nuevamente los conectores dañados. Una vez reparados estos elementos, se montó nuevamente cada uno de los módulos del sistema.

Se realizaron pruebas de funcionamiento con resultados positivos:, la transmisión y recepción entre los terminales se establecía correctamente.

Finalmente se realizó la calibración del audio del equipo, con lo cual se consiguió el correcto funcionamiento del sistema. El equipo de radio fue enviado a la ciudad de Cali donde era requerido.

El fabricante del radio recomienda realizar una rutina de mantenimiento preventivo trimestral la cual se detalla en el Anexo E.

**8.2.3 Actividades de apoyo en mantenimientos correctivos para la recuperación de servicio y atención de fallas de los equipos de transmisión de Telefónica Telecom distrito Nariño.** Se desarrollaron las siguientes actividades.

✓ **Mantenimiento al sistema de radio transmisión NORTEL RDU U6B de la estación repetidora Plazuelas para la recuperación del enlace Plazuelas – Chimayoy.** Se brindó apoyo al equipo de ingenieros del área de transmisión en las actividades destinadas al mantenimiento correctivo del sistema NORTEL RDU U6B en el enlace entre la estación repetidora Plazuelas (cerro Morasurco) y la estación repetidora Cerro Chimayoy (norte de Nariño), el cual presentaba fallas en la transmisión con salida intermitente del servicio cuando se presentaba condiciones climáticas adversas. Por esta situación se veían afectados los canales de transmisión de Colombia Móvil y Wireless Communications, clientes de Telecom y canales de telefonía de la empresa.

Se realizó inspección del sistema y se detectó un problema de degradación debido a la obstrucción de la línea de vista por el crecimiento de una arboleda en los alrededores de la estación repetidora Plazuelas. La parte administrativa de la empresa intervino para la negociación de la tala de la arboleda con el dueño de la misma, sin embargo no se pudo llegar a un acuerdo por esta razón; se debió realizar una solución de tipo técnico, instalando

una nueva antena para el equipo NORTEL RDU U6B de Plazuelas, ubicándola de tal forma que salvara la obstrucción con el fin de recuperar el enlace. Esta labor implicaba un trabajo conjunto de todo el equipo de ingenieros del área dadas las características del sistema.

El radio transmisor Nortel RD U6B, que establece el enlace desde Plazuelas hasta Chimayoy es un equipo conformado por las siguientes secciones principales:

✓ Sección de Procesamiento digital de señal.

✓ Sección de Radio.

La sección de procesamiento digital de señal provee las funciones de multiplexación/demultiplexación y modulación/demodulación. Esta sección opera en conjunto con la sección de radio para que el sistema de radio transmisión funcione adecuadamente. En este caso la función multiplexación se refiere al proceso e “combinar” varias entradas de tráfico del sistema en un solo formato sincrónico de salida. A su vez la función demultiplexación a partir de un solo formato sincrónico, que llega a través del receptor, “extrae” varias señales de tráfico. Para completar el proceso de procesamiento el equipo presenta otra unidad encargada de la modulación de la señal en el proceso de transmisión y la demodulación en la recepción.

“La sección de Radio del sistema RD U6B de Nortel, consta de 2 unidades: transmisor y receptor”<sup>13</sup>.

La sección de transmisor permite adecuar las características de la señal procedente de la sección de procesamiento con el fin de que sea radiada a través de la antena del sistema. La frecuencia de operación de este transmisor en el enlace Plazuelas Chimayoy es de: 6,540 Ghz

El receptor del sistema trabaja con una frecuencia de 6,880 Ghz. Esta sección adapta la señal recibida a la sección de procesamiento digital.

La sección de Radio está equipada con una unidad de alarma y monitoreo. Existen dos unidades de este tipo, una para el transmisor y otra para el receptor. En los dos casos la unidad de alarmas consta de los siguientes elementos:

---

<sup>13</sup> NORTHERN TELECOM. RD series b hot standby digital microwave radio. Northern. Toronto. 1997. p. 5

- ✓ Indicadores luminosos leds.
- ✓ Puntos de prueba para el monitoreo de parámetros de funcionamiento.
- ✓ Botones para reiniciar test, cuyo resultado se indica en los leds.

Para los indicadores de alarma se utiliza leds de un solo color. Una condición de alarma se debe interpretar como se describe a continuación:

Un led encendido continuamente sin intermitencia indica una condición de alarma activa.

Un led encendido en forma intermitente indicará que se produjo una alarma, pero esa condición no se conserva en la actualidad.

En la unidad de alarmas del transmisor se encuentran los siguientes indicadores y puntos de prueba:

**SHELF ALARM:** Indicador de la presencia de varias alarmas en la sección.

**POWER CONV:** Indicador de desviación del voltaje de alimentación en más de 3 voltios dc. Dicho voltaje debe ser de  $-15$  Vdc.

**UNIT FAIL:** Indicador de falla en la unidad de alarmas.

**MWG:** Indicador de falla en el generador de micro ondas del transmisor.

**RF OUT:** Indicador de desviación del nivel de potencia de salida en 3 dBm del valor nominal.

**TWTA:** Punto de prueba, provee  $+5$  V dc cuando el estado del sistema es normal y  $-3$  V dc cuando existe algún estado de alarma.

Así mismo la unidad de alarmas del receptor presenta los siguientes indicadores y puntos de prueba:

**SHELF ALARM:** Indicador de la presencia de varias alarmas en la sección.

**POWER CONV:** Indicador de desviación del voltaje de alimentación en más de 3 voltios dc. Dicho voltaje debe ser de  $-15$  Vdc.

**UNIT FAIL:** Indicador de falla en la unidad de alarmas.

**IF OUT:** Indicador de desviación del nivel de potencia nominal del módulo del receptor en 3 dBm.

**AGC:** Punto de prueba, provee un voltaje DC proporcional al nivel de potencia de la señal de entrada hacia el módulo receptor. El valor nominal es de  $-4$  V que correspondiente a  $-33$  dBm.

Con el fin de recuperar el enlace Plazuelas – Chimayoy, que se realiza sobre este tipo de radio transmisor se realizaron las siguientes actividades.

Se realizó la instalación de una antena en banda de Ghz de 3 metros de diámetro, ubicándola a una mayor altura de tal manera que evitara la obstrucción de la línea de vista. La antena instalada cubre el rango de frecuencias de 6,54 a 6.88 Ghz como lo requería el enlace. Así mismo se realizó la instalación de la guía de onda correspondiente, se utilizó una guía de onda de sección elíptica corrugada y flexible de 44 metros de longitud.

Figura 9. Guía de onda de sección elíptica y conectores.

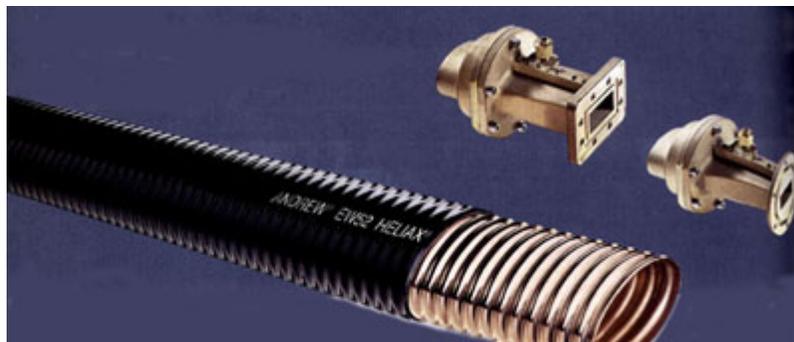


Figura 10. Antena para el sistema de radio transmisión RD U6B de Nortel.



Se brindó apoyo en las labores de instalación de la nueva antena, para ello el área de transmisión realizó las siguientes actividades:

- ✓ Instalación de la antena en la torre de la estación repetidora Plazuelas.
- ✓ Instalación de la guía de onda de 44 metros de longitud.
- ✓ Elaboración de los conectores correspondientes.
- ✓ Orientación de la antena.

Para realizar la orientación de la misma se realizó la medición de los niveles de potencia por medio de puntos de prueba del equipo, esta acción se realiza monitoreando un nivel de voltaje que aumenta en proporción al nivel de potencia. Para realizar todas las labores se realizaron varios desplazamientos a la estación repetidora Plazuelas.

Finalmente se alcanzaron las condiciones requeridas para la recuperación del enlace, el cual se encuentra operando adecuadamente. Se realizaron pruebas sobre el enlace utilizando el instrumento de medida se observaron resultados positivos libres de errores.

✓ **Mantenimiento correctivo al sistema de radio transmisión NEC TRP-6G68MB-700N para la recuperación de servicio del sistema de telefonía de la estación repetidora Plazuelas.** Se recibió reporte de falla del sistema de telefonía en las líneas de abonado de la estación repetidora Plazuelas las cuales correspondientes a un E1 del equipo NEC TRP-6G68MB-700N ubicado en las instalaciones de Telecom Pasto Centro. .

Se emprendió labores para diagnosticar el problema sobre el sistema de radio transmisión NEC TRP-6G68MB-700N y proceder a su corrección.

Es importante destacar algunas de las características de este equipo de radio transmisión:

“El equipo está conformado por las siguientes unidades: Unidad transmisora (TX UNIT), unidad de amplificador de radiofrecuencia (RF AMP), unidad receptora (RX UNIT), unidad de alimentación (PS UNIT)”<sup>14</sup>. Las cuales se describen a continuación:

*Unidad transmisora TX UNIT.* Está constituida por los siguientes módulos: Módulo de frecuencia intermedia de transmisión (TX IF), módulo de radio frecuencia de transmisión (TX RF).

El módulo transmisor recibe una señal la cual es amplificada por el módulo de frecuencia intermedia de transmisión y es aplicada posteriormente al módulo de radiofrecuencia de transmisión, en este último la señal de 70 Mhz es mezclada con la señal local de radio frecuencia procedente del VCO (oscilador controlado por voltaje), de esta forma se tiene una señal de RF, ésta es aplicada al amplificador de radio frecuencia donde se mejora el nivel de la señal.

*Unidad de amplificador de radiofrecuencia RF AMP.* Comprende dos módulos: un módulo amplificador y una fuente de alimentación para el mismo.

---

<sup>14</sup> NEC CORPORATION. Manual de instrucciones transmisor receptor TRP 6G68MB 700N. NEC. Tokio. 1993. p 1

La señal de radio frecuencia llega desde el módulo TX RF de la unidad de transmisión, esta es amplificada por medio del amplificador hasta el nivel especificado. El módulo de alimentación proporciona el voltaje requerido por el amplificador para su correcto funcionamiento.

*Unidad Receptora RX UNIT.* Comprende los siguientes módulos: módulo de recepción de radiofrecuencia RX RF, tablero de ecualizador EQ BOARD, módulo de recepción de frecuencia intermedia RX IF.

La señal de entrada de radio frecuencia llega a la unidad receptora y es convertida en una señal de frecuencia intermedia en la banda de 70 Mhz.

*Unidad de Alimentación PS UNIT:* La unidad de alimentación contiene dos módulos independientes para la sección transmisor y para la sección receptor.

La unidad de alimentación genera + 12 VDC y -18 VDC regulados a partir de una energía de entrada de -48 VDC o -24 VDC. Esta unidad cuenta con un circuito de control para proteger las unidades contra la elevación anormal en los voltajes de salida, en caso de detectarse un voltaje de salida anormal se interrumpe la energía de entrada.

El equipo cuenta con indicadores led de alarma en los siguientes módulos: módulo de transmisión de frecuencia intermedia TX IF, módulo receptor de frecuencia intermedia RX IF y módulo amplificador de radio frecuencia RF AMP. Cuando el equipo está operando en condiciones normales, todos los indicadores de alarma están apagados. Al presentarse condiciones de alarma se encenderá el indicador del módulo correspondiente.

A fin de mantener el sistema de transmisión NEC TRP-6G68MB-700N en operación satisfactoria, se deberá realizar rutinas de mantenimiento que incluyen la limpieza, inspección visual y lectura del medidor. Ante cualquier signo de deterioro de la calidad del sistema, se deberá chequear el equipo inmediatamente. Si fallara el equipo, aparecerá inmediatamente una señal de alarma a las cuales se debe estar atento.

Generalmente la falla del sistema se produce por la falla de uno de sus módulos, por consiguiente para poder restaurar las condiciones de operación normal del equipo, es importante identificar el módulo fallado y reemplazarlo con uno de repuesto, los cuales pueden ser proporcionados por el fabricante.

Para realizar el mantenimiento se utiliza un módulo denominado SYS DISP UNIT. Por medio de este se puede visualizar alarmas y cambiar algunas de las características del sistema.

Para la corrección de la falla presentada en el canal de E1 en primer lugar se realizó la verificación del sistema de radio transmisión NEC TRP-6G68MB-700N observando la presencia de alarmas. Se encontró que el sistema no presentaba alarmas y se encontraba operando correctamente. Se realizó la verificación del enlace Pasto – Plazuelas, mediante pruebas realizadas con el equipo de medición de canales E-1. Para ello se solicitó al analista de la estación repetidora, que hiciera un bucle en el canal afectado entre la línea de transmisión y la de recepción. Se procedió a correr la prueba en la cual se determinó que el E1 entre Pasto y Plazuelas estaba funcionando correctamente, además el enlace estaba libre de errores.

Se decidió verificar el canal proveniente de la central telefónica hacia el equipo de transmisión. Los dos sistemas se ubican en el edificio de Telecom Pasto centro. Mediante las pruebas con el instrumento se pudo observar que no había señal proveniente de la central. Se procedió a comprobar el estado del cable que conecta los dos equipos. De esta manera se descubrió que éste había sido cortado en una rutina de limpieza de escalerillas del cableado realizada por un empleado de la empresa minutos antes del daño.

Para solucionar la situación se decidió reacoplar el cable afectado. De esta forma se reconectó el sistema y se verificó la recuperación del servicio.

✓ **Mantenimiento correctivo del equipo de transmisión NEC TRP 1.5 GDMA 4M de la localidad de Rosal del Monte.** Se brindó apoyo para reestablecer el servicio de Telefonía Total en la localidad de Rosal del Monte municipio de Buesaco, en donde se presentó una falla en el equipo de radio transmisión NEC TRP 1.5 GDMA 4MB.

Este equipo es un sistema de abonados de múltiple acceso de radio digital DRMASS (por su sigla en inglés). Es un sistema flexible que consta de: estación base, terminal y repetidora.

Este sistema trabaja en la banda de 1.5 Ghz. Y utiliza una técnica de acceso múltiple por división de tiempo.

Su configuración típica puede operar en una red en línea. Opera con una capacidad de transmisión de flujo de datos de 4Mb/s, 60 canales de voz. Este sistema es ampliamente

utilizado por Telefónica Telecom para transmisión de telefonía en gran cantidad de localidades del departamento.

La estación base presenta un módulo denominado concentrador, éste provee interfaz de 2 hilos hasta para 512 circuitos línea de abonado. Convierte en 60 intervalos de tiempo, en dos flujos de datos de multiplexación por división de tiempo (TDM) de 2048 Mb/s. Un Intervalo de tiempo entre los 60 intervalos se asigna automáticamente a cada abonado. Las señales telefónicas provenientes de la central local se concentran y convierten en señales digitales transmitidas a las repetidoras y a las terminales. Existen unidades procesadoras de concentrador, que bajo el control de programa almacenado, lleva a cabo la secuencia de llamada y ejecuta la supervisión remota de todo el sistema. Existe además una unidad controladora de TDM denominada TCU y una unidad de datos.

La estación repetidora está compuesta por una unidad de extracción (DOU) y una unidad repetidora (RU). La repetidora recibe la señal transmitida desde la estación base o de otra repetidora de jerarquía superior, así mismo transmite hacia esos dos tipos de estaciones. Después de regenerar la señal, la repetidora transmite en una frecuencia de radio diferente a terminales dentro de una célula y también a una estación repetidora vecina para repetición futura.

La sección del radio DRMASS, como se indico anteriormente, emplea la técnica TDMA para el flujo de señal, por consiguiente, las señales de ráfaga de las estaciones repetidoras o terminales deben ser alineadas a una posición asignada en el eje de tiempo. Para este fin el sistema requiere conocer la distancia aproximada con la estación de jerarquía superior o inferior, este dato debe ser programado en el sistema para su correcto funcionamiento.

Este sistema está compuesto por varios módulos entre ellos se destacan los siguientes:

*Módulo LOE:* constituye una interfaz con una central telefónica.

*Módulo LOEC:* controla la unidad LOE. Tiene un controlador de enlace de datos con la estación base.

*Módulo DTI:* interfaz de transmisión digital. Es una interfaz entre el módulo LOE y TCU, interfaz de voz y señalización.

*Módulo BSC:* controlador de la estación base. Se compone de los siguientes elementos.

- CPU: unidad de procesamiento central. Procesa ciertas clases de datos de control para todo el sistema.

- MEM: módulo de memoria del sistema. Presenta 128 Kbytes de ROM y 128 Kbytes de RAM. Almacena los datos del programa de control permanentes y los datos de control actuales.

- DCC: controlador de comunicación de datos. Transfiere datos entre los módulos de CPU.

- SIOA: controlador de entrada salida serial. Controla dos puertos de entrada salida serial.

*Módulo OMCL*: controlador de operación y mantenimiento. Controla los datos de abonados, datos del sistema, calendario del sistema.

*Módulo TONO*: controlador de tono. Detecta tono de ocupado procedente de la central de jerarquía superior o central local.

*Módulo VDU*: unidad de representación visual. Permite la visualización de ciertos parámetros del equipo.

*Módulo MP*: procesado principal. Controla los datos de protocolo de radio.

*Módulo F CONV*: convertidor de tramas. Demultiplexa los datos de señalización y voz de la trama de señal digital de radio.

*Módulo Transmisor y Receptor*: trata la señal de radio de micro ondas. Multiplexa y demultiplexa la trama de señal de radio digital. Supervisa errores en la radio transmisión.

*Módulo OW & MAINT*: mantenimiento. Recolecta cierta clase de alarma.

*Módulo LCC*: controlador del circuito de línea.

En la localidad de Rosal del Monte, el sistema de telefonía depende de un equipo NEC TRP 1.5 GDMA 4MB, al cual fue necesario realizar un mantenimiento correctivo debido a que se reportaron daños en todas las líneas de la zona, las cuales no presentaban tono de invitación a marcar. Por esta razón, se realizó una visita técnica con uno de los ingenieros del área de Transmisión.

Se verificó alarmas del sistema y se realizaron pruebas utilizando el módulo de gestión del equipo, se determinó que una tarjeta no presentaba el programa para su correcto funcionamiento. Se realizó una reprogramación de dicho elemento con la asesoría del ingeniero introduciendo los datos correspondientes a dicha estación.

El equipo se reconectó después de la programación y se realizaron pruebas de funcionamiento respectivas, se observó la normalización de las alarmas y la reactivación de las líneas telefónicas. De esta forma se recuperó el servicio en su totalidad.

✓ **Mantenimiento correctivo del sistema de radio transmisión Ericsson MINILINK de la estación repetidora de Cerro Copete en el municipio del Tambo.** Se brindó apoyo en la atención de la falla del sistema de radio Ericsson MINILINK el cual soporta la transmisión del sistema de telefonía del municipio del Tambo.

El sistema de radio transmisión Ericsson MINILINK consta básicamente de una unidad interior IDU y una unidad exterior ODU.

Las unidades IDU y ODU están conectadas por un cable coaxial único, el cual transporta el tráfico y la alimentación DC para la ODU.

La IDU se encarga del procesamiento de las señales de tráfico incluyendo su modulación, mientras que la ODU se compone de una unidad de radio y de la antena, la ODU transmite y recibe las señales de radio frecuencia.

Se recibió reporte de falla del sistema de telefonía del municipio del Tambo, por esta razón se realizó visita técnica con dos ingenieros del área de transmisión a la estación repetidora de Telecom en Cerro Copete y en la cabecera municipal para realizar el mantenimiento correctivo correspondiente.

En la estación repetidora de cerro Copete se realizaron pruebas sobre el sistema observando las alarmas e inspeccionando los componentes del equipo. Se observó que la unidad exterior del equipo (ODU) presenta daños ocasionadas por una descarga eléctrica atmosférica ocurrida en la estación, la unidad interior del equipo (IDU) no había sido afectada por la descarga. Se observó que la unidad exterior presentaba daños considerables en su tarjeta controladora, por esa razón fue necesario reemplazar este módulo del equipo. Esta unidad del sistema fue reemplazada.

Posteriormente, se procedió a la reconexión del sistema. Se realizaron pruebas de funcionamiento y se observó el reestablecimiento del servicio. Además se realizó visita a la estación de Telecom en la localidad de El Tambo en donde se verificó la recuperación del sistema de telefonía de la localidad.

✓ **Mantenimiento correctivo de los sistemas de transmisión en la localidad de Cabrera.** Se brindó apoyo en la atención de la falla del sistema de transmisión de la localidad de Cabrera del municipio de Pasto donde hubo afectación de telefonía total. El equipo corresponde a un sistema de radio transmisión SAGEM LINK y a un equipo LR-MA Broadaces ADC Teledata encargado de la telefonía. Se realizó visita técnica con uno de los ingenieros del área, se realizaron pruebas sobre los sistemas.

En primer lugar se realizó una verificación del equipo LR-MA Broadaces ADC Teledata el cual se encarga de la distribución de las líneas en dicha localidad. Este sistema está conformado por un conjunto de tarjetas: tarjetas de abonados y tarjetas de control. Cada una de ellas presenta una serie de indicadores led que permiten observar la existencia de alarmas en el sistema. Se realizó pruebas sobre cada uno de los componentes del equipo y se analizaron alarmas. Se verificó el correcto funcionamiento de los sistemas de telefonía. Se procedió a evaluar el funcionamiento del equipo de radio transmisión SAGEM LINK de esta estación.

En el Anexo D se describen los indicadores de alarma del sistema de radio transmisión SAGEM LINK y las medidas que se deben tomar cuando estas fallas se presenten, estos datos son indispensables a la hora de realizar la supervisión y mantenimiento del sistema. En apartados anteriores del presente informe ya se ha hecho referencia a otras características importantes de este sistema de radio transmisión.

Se realizaron las pruebas correspondientes al sistema de radio transmisión SAGEM LINK, con ello se detectó una degradación del enlace de transmisión Cabrera – Catambuco, se procedió a estudiar la situación y se encontró que el problema se debía a la obstrucción de la línea de vista por causa del crecimiento de árboles. Una vez diagnosticado el problema,

se decidió pedir la colaboración de la parte administrativa de la empresa, la cual intervino negociando con los propietarios de los árboles la tala de los mismos.

Una vez recuperada la línea de vista, se verificó el correcto funcionamiento del sistema. El equipo de radio transmisión SAGEM LINK de Cabrera reestableció su funcionamiento y se observó la recuperación del servicio de telefonía, en esta estación.

✓ **Atención de la falla en la estación repetidora La Rejoja.** Se hizo visita técnica a la estación repetidora de Telecom en La Rejoja localidad del Encano municipio de Pasto. Se reportó afectación del servicio de larga distancia y local extendida de la localidad de Sibundoy (Putumayo), la cual depende de dicha estación. Por esta razón se realizó el desplazamiento al sitio con dos ingenieros del área para la realización del mantenimiento correctivo correspondiente.

El equipo correspondiente es sistema de radio transmisión NEC PASOLINK.

El sistema NEC PASOLINK se compone de dos unidades: IDU y ODU.

La ODU realiza la adecuación de la señal proveniente de la IDU para la transmisión y el proceso inverso para la recepción de la misma.

La IDU se encarga del procesamiento de las señales. Esta conformada básicamente por una unidad principal de procesamiento, una interfaz de entrada para señales, una etapa de modulación – demodulación, una etapa de multiplexación – demultiplexación de las señales de tributarios y una unidad de alimentación.

En la IDU se encuentran los diferentes puertos para la entrada de tributarios, para conexión de antena, alimentación eléctrica y un puerto para gestión por PC. Así mismo cuenta con una serie de indicadores que permiten supervisar el funcionamiento del sistema. Se proveen circuitos de detección de falla en la IDU, enviando señales de para dar indicaciones de alarma en el panel frontal. Además, las señales de alarma iniciadas por los dos circuitos de detección en la ODU se envían a la IDU. Por consiguiente, las indicaciones de alarma para la ODU son presentados también por los indicadores de la IDU. Cuando el equipo esta funcionando de forma normal, los indicadores de alarma de la IDU permanecen apagados; cuando ocurre una condición anormal se enciende el indicador de alarma. Además este sistema puede ser supervisado y gestionado mediante software.

El equipo presenta los siguientes indicadores de alarma en el panel frontal de la IDU: alarma Tx, alarma Rx, alarma ODU y alarma IDU. Para una detección más detallada de la falla se utiliza el software de gestión.

En la visita técnica de mantenimiento a dicha estación se encontró que los sistemas no tenían alimentación eléctrica, debido a una intervención vandálica en la estación. La alimentación eléctrica de la estación había sido interrumpida. Se procedió a la reconexión de los sistemas y posteriormente a la verificación de los mismos. Una vez realizadas estas acciones se verificó el estado de los equipos de radio transmisión NEC PASOLINK de esta estación, así como también sus indicadores de alarmas. Se observó que los equipos entraron en funcionamiento correctamente con lo cual se recuperó el servicio.

✓ **Mantenimiento correctivo para atención de la falla de un canal de E1 entre las estaciones de Telecom Ipiales y Pupiales del sistema de Radio transmisión Siemens CRT 190.** Se brindó apoyo en la atención de la falla de un E1 de datos entre las localidades de Pupiales e Ipiales. Se realizó visita técnica con uno de los ingenieros del área para realizar el mantenimiento correctivo correspondiente, se realizaron pruebas sobre el sistema Radio PDH Siemens CTR 190 en los dos extremos del enlace. Se determinó que la falla se debía a un bloqueo del puerto del equipo multiplexor de Ipiales. Para solucionar esta situación se reinició la tarjeta del equipo multiplexor correspondiente a dicho puerto, con esta acción se desbloqueó el sistema y el canal de E-1 afectado entró nuevamente en operación.

Posteriormente se evaluó el comportamiento del E1 en cuestión, con lo cual se verificó el correcto funcionamiento de los sistemas ya que se observó una prueba de transmisión sin errores. El canal de E1 se dejó operando en forma adecuada.

✓ **Mantenimiento correctivo del equipo NEC TRP 1.5 GDM 4MB de la estación de Telecom en la localidad de Rosa Florida del municipio de Arboleda.** Se recibió reporte de falla del sistema de telefonía en la localidad, por lo que se realizó desplazamiento a la estación con uno de los ingenieros del área de Transmisión con el fin de realizar el mantenimiento correctivo al equipo correspondiente, NEC TRP 1.5 GDM 4MB. Este sistema presenta las mismas características que el descrito en el caso de la estación de Rosal del Monte.

Se observó que el equipo tenía una falla en la alimentación eléctrica. La línea presentaba un corte por lo que el equipo se encontraba desactivado. Se procedió a solucionar este problema realizando la reconexión de la alimentación eléctrica al sistema de radio transmisión NEC TRP 1.5 GDM 4MB. Se procedió a realizar una revisión del equipo utilizando el módulo de gestión del sistema. Se realizó la reprogramación de las tarjetas del

equipo, grabando datos correspondientes. Posteriormente, se realizaron pruebas, se verificó que no existían alarmas y cada una de las tarjetas de control y de abonado funcionaba adecuadamente. Una vez realizadas estas acciones el servicio de telefonía total en la localidad se recuperó.

**8.2.4 Actividades de apoyo en las rutinas de supervisión y mantenimiento preventivo de los equipos del área de transmisión distrito Nariño.** Con el fin de mantener el correcto funcionamiento de los equipos y sistemas de Colombia Telecomunicaciones y de prevenir fallas futuras en ellos, el área de Transmisión realiza rutinas de supervisión y mantenimientos preventivos periódicamente acorde a las políticas de la empresa.

De esta forma se programa recorridos de supervisión de los equipos y el correspondiente mantenimiento preventivo, con frecuencia mensual y semestral.

En cumplimiento con el proyecto de pasantía se brindó apoyo en el desarrollo de estas actividades de supervisión y mantenimiento preventivo de los equipos del área de Transmisión distrito Nariño. A continuación se describen las rutinas en las cuales se brindó apoyo para su desarrollo.

✓ **Supervisión y rutina de mantenimiento preventivo mensual del sistema de radio transmisión PDH, Nec TRP-1.8G4MB-600 de la estación de Telecom en la localidad de San José de Albán:** Se hizo una visita técnica a dicha estación con uno de los ingenieros del área de Transmisión. Se realizó la supervisión del sistema observando alarmas, verificando niveles de transmisión y recepción en los indicadores del panel frontal del equipo, se midió el voltaje de alimentación. Se encontró que no existía ningún tipo de alarma y los niveles medidos eran los adecuados de esta forma se verificó que el equipo se encontraba operando correctamente. Posteriormente se realizó una limpieza del equipo de radio transmisión en cada una de sus módulos. Así mismo, se realizó una inspección de la estación de esta localidad, la cual se encontró en buenas condiciones.

Apoyo en varias actividades de mantenimiento de los equipos ubicados en Telecom Pasto Centro tales como verificación del correcto funcionamiento de un conjunto de fuentes de voltaje, organización de los elementos de la sala de equipos y desinstalación de un conjunto de regletas no utilizadas.

✓ **Supervisión y mantenimiento preventivo del equipo NEC PASOLINK de la estación repetidora Plazuelas.** Se brindó apoyo en las rutinas de supervisión y mantenimiento de este sistema de radio transmisión. Se realizó la supervisión del sistema por medio del software de gestión proporcionado por el fabricante y también se examinaron los indicadores de luminosos de alarma de la unidad interior IDU. Se observó que el

sistema de radio transmisión funcionaba adecuadamente por cuanto no se presentaba ninguna alarma. Este equipo corresponde al enlace Plazuelas – La Palma, el cual se encontró en operación normal. Por medio del sistema de gestión se descargó un registro de eventos del equipo para el archivo del área de Transmisión de Colombia Telecomunicaciones distrito Nariño. Fue necesario reconfigurar en el sistema la fecha y hora del reloj para verificaciones posteriores, esto se realizó también por medio del sistema de gestión. Posteriormente se hizo una inspección de la estación la cual se encontró en buenas condiciones.

✓ **Visita técnica de supervisión del equipo de radio Siemens SRT 1F del enlace internacional Cruz de Amarillo – Cerro Troya (Ecuador):** Se realizó visita técnica a la estación repetidora de Cruz de Amarillo del municipio de Pasto, con uno de los ingenieros del área de transmisión, con el fin de verificar el enlace Internacional Cruz de Amarillo – Cerro Troya (Ecuador) del equipo de radio Siemens SRT 1F. Se realizó supervisión del sistema observando los indicadores de alarma, los cuales no indicaban ninguna falla. Posteriormente se tomó el registro de eventos del radio para observar el comportamiento del enlace para el archivo de Colombia Telecomunicaciones, esto se realizó a través del sistema de gestión del equipo utilizando un PC con el software proporcionado por el fabricante.

✓ **Supervisión y mantenimiento preventivo de los equipos de la estación de Telecom Santa Bárbara municipio de Pasto:** Se realiza monitoreo de los equipos Broadaces ADC Teledata correspondientes al municipio de Chachagüí ubicados en la estación Santa Bárbara. Se observaron y analizaron las alarmas de los sistemas y se llevaron a cabo pruebas sobre ellos y sobre sus elementos (tarjetas) visualizando las alarmas que estas presentaban. Esto permitió determinar la existencia de una tarjeta de abonado defectuosa, la cual fue reemplazada. Además, se realizaron pruebas para habilitar el sistema de gestión de los equipos a través de un computador con el software proporcionado por el fabricante para tal fin. Se examinaron los puertos de conexión al equipo, se realizaron pruebas sobre estos y se estableció la conexión al sistema por medio de la tarjeta de red del computador permitiendo la gestión correspondiente. Se realizó la inspección de las instalaciones las cuales se encontraban en buenas condiciones.

✓ **Supervisión y mantenimiento preventivo del sistema de radio transmisión Sagem link del municipio de Nariño.** Se realizó la visita técnica a la estación, en ella se realizó la supervisión del equipo por medio del software de gestión, así mismo se observaron los indicadores de alarma. El sistema se encontró en buenas condiciones de funcionamiento sin ninguna alarma, así como el enlace Nariño – Plazuelas que se realiza mediante este equipo de radio transmisión. Posteriormente, se inspeccionó otros elementos del sistema como la alimentación eléctrica y las baterías, las cuales presentaban buenas condiciones y los niveles de voltaje correctos.

✓ **Supervisión y mantenimiento preventivo del sistema de radio transmisión Sagem link de la localidad de Genoy.** Se efectuó visita técnica, en compañía de uno de los ingenieros de Telefónica Telecom a la estación de dicha localidad, en donde se realizaron las rutinas de supervisión y mantenimiento de los equipos, se tomó registro de indicadores de alarmas por medio del sistema de gestión y se observó el correcto funcionamiento de los equipos correspondientes al enlace Plazuelas – Genoy.

✓ **Supervisión y mantenimiento preventivo del sistema de radio transmisión Sagem link de la localidad de Mapachico.** Como en las otras localidades que presentan este tipo de equipo se efectuó la supervisión correspondiente utilizando la gestión por software, se inspeccionó los componentes del equipo y las condiciones del enlace Plazuelas – Mapachico. De esta manera se verificó el correcto funcionamiento del sistema SAGEM LINK sin presencia de indicadores de falla, posteriormente se realizó una limpieza al sistema de radio transmisión. Finalmente se procedió a realizar la inspección de la estación, la cual presentaba buenas condiciones.

✓ **Supervisión y mantenimiento preventivo del sistema de radio transmisión Sagem link de la localidad de Cabrera.** Se realizó visita técnica con uno de los ingenieros de Telefónica Telecom a las estaciones de esta localidad. En ellas se realizaron rutinas de verificación del correcto funcionamiento del equipo, se inspeccionaron alarmas y se tomó registro de las mismas por medio del sistema de gestión. El sistema se encontró en buenas condiciones. Posteriormente, se realizaron medidas de los niveles de la alimentación eléctrica. Luego, se realizó limpieza al sistema y a cada uno de sus componentes. Finalmente se inspeccionó las instalaciones las cuales presentaban buenas condiciones.

✓ **Medición de niveles de potencia en equipo de fibra óptica.** Se requería realizar la medición y verificación de los niveles de potencia de líneas de fibra óptica del Equipo Huawei 3500 en la central de Fátima, instalado por una empresa contratista con el fin de realizar la recepción del sistema por parte de Telecom. Se utilizó el instrumento de medición de fibra óptica para realizar la verificación respectiva a 7 canales del equipo, para ello se desarrollaron las siguientes actividades: se recibió la capacitación para la operación del equipo de medición. Se realizó la configuración respectiva del instrumento de medida. Se realizaron las mediciones sobre cada uno de los canales del equipo. Los resultados medidos estaban dentro de los niveles de aceptación de Telecom, se tomó registro de cada una de las mediciones y se presentó esta información a los ingenieros, con lo cual se realizó la aceptación del nuevo sistema.

A continuación, se describen las actividades desarrolladas para la realización de las labores en torno a la supervisión de enlaces y canales de E-1 realizadas.

✓ **Pruebas sobre canales de E1 de los equipos de Telecom Pasto Centro.** En el área de Transmisión se requiere frecuentemente realizar labores de verificación de los canales de E1 de los equipos, con el fin de probar el correcto funcionamiento de éstos, los cuales llegan a los equipos de Telecom Centro desde múltiples lugares de Colombia como también desde otros países. Estos canales son utilizados para el servicio de Telecom y de gran cantidad de sus clientes.

Para la verificación de estos canales se utilizan instrumentos de medida que permiten detectar anomalías y errores en la transmisión a través del canal, así como pérdidas de la señal transportada.

Los canales de E-1 están conformados por dos líneas: transmisión y recepción. Para realizar las pruebas utilizando el instrumento de medida, generalmente se realiza un bucle en un extremo remoto del canal que se requiere analizar, en el lado local se conectan los dos canales al instrumento de medición. El equipo de medida realiza la transmisión de una señal que recorre el canal y regresa por medio del bucle remoto, al regresar al equipo, este presenta al usuario las condiciones de la señal recibida indicando si hay pérdidas de señal, mostrando errores de código de la trama enviada, indicando la tasa de error de bit BER. De esta forma permite determinar el estado del canal de comunicación.

Se realizaron pruebas sobre los siguientes canales:

Un E-1 entre Pasto y Sibundoy para servicio de la empresa Consultnetworws. Para realizar la prueba se utilizó el instrumento de medida en el lado de Telecom Pasto Centro, y se configuró un bucle remoto en el extremo del canal en Sibundoy Putumayo, coordinando las acciones con un ingeniero de Telecom Putumayo vía telefónica. El canal de E1 se encontró en buenas condiciones se realizaron pruebas de funcionamiento con resultados positivos: se detectó la transmisión de la señal y la prueba resultó limpia de errores y anomalías.

Un E-1 Cali – Pasto destinado para gestión remota de equipos de radio Pasolink. Se realizaron las pruebas realizando el bucle remoto en Cali. Se verificó el buen estado del canal.

Ocho E-1 Cali – Pasto para proyecto de Telecom de nueva generación. Se realizó la comprobación correspondiente realizando bucles remotos en Cali, para cada uno de los canales. Se verificó el correcto funcionamiento de cada uno de ellos.

✓ **Realización de pruebas en los enlaces de la red de telefonía de cerro Iscuazán.** Los ingenieros del área de transmisión requerían realizar un estudio de interferencia sobre el sistema de la red de telefonía de la zona de Ipiales, concretamente el sistema de telefonía que depende del cerro Iscuazán dado que el servicio presentaba fallas en varias localidades de la zona. Para esto fue necesario realizar pruebas sobre los enlaces afectados por medio del sistema de gestión remota de estos equipos.

Se recibió la instrucción para la operación del software de gestión de los equipos con el cual se efectuaron pruebas del estado de cada enlace en periodos de tiempo determinados. Esta información se entregó a los ingenieros para que se realizara el estudio respectivo.

### **8.3 DESARROLLO DE OTRAS ACTIVIDADES DE APOYO**

**8.3.1 Creación de reportes para el centro de control de incidentes de Telecom.** Se brindó apoyo en la elaboración de tickets para el centro de control de incidentes de Telecom. Para ello se llevaron a cabo las siguientes actividades.

Se recibió la instrucción para el diligenciamiento de tickets ICC, el cual se realiza mediante una aplicación en línea a través de la red corporativa de la empresa. Por medio de este sistema se registran los eventos que acontecen en el área de transmisión, tales como incidentes técnicos y eventos programados como los mantenimientos preventivos y las visitas técnicas. En el caso de incidentes técnicos, los reportes deben ser registrados en un periodo menor a dos horas a partir del momento en que sucede el evento, tanto en su apertura, actualización o cierre. La elaboración de estos tickets implica un conocimiento de las redes, los enlaces y los equipos que se vean involucrados, con el fin de realizar un correcto diligenciamiento.

Se brindó apoyo en la elaboración de tickets ICC correspondientes a incidentes técnicos, permitiendo estar al tanto de los acontecimientos que atiende el área de transmisión. Así mismo se elaboraron tickets sobre eventos programados tales como mantenimientos preventivos y visitas técnicas, con el fin de colaborar en la organización de las actividades del área.

Con esta información se actualizó el cronograma de mantenimientos preventivos del área de transmisión para el año 2006.

**8.3.2 Actividades de apoyo a las labores del área de Transmisión.** Se llevaron a cabo las siguientes actividades.

Preparación de la migración de equipos del área de transmisión de la ruta Pasto - Tumaco para lo cual fue necesario interconectar equipos ubicados en las instalaciones de Telecom Pasto centro, con este fin se realizó tendido de cables a través del edificio, elaboración de conectores y verificación de los mismos.

Se brindó apoyo en las actividades diarias del área de transmisión tales como pruebas sobre los equipos de Telecom centro, cableado, preparación de equipos para teleconferencias, entre otras.

Se elaboraron etiquetas para la identificación de los canales de E1 de los equipos de Telecom Centro. Esta información resulta útil dado que existe una gran cantidad de canales, con los cuales se trabaja frecuentemente, y por medio de las etiquetas se facilita el reconocimiento de cada uno de ellos sin necesidad de consultar los archivos de los equipos.

**8.3.3 Actividades de acompañamiento en representación de Telefónica Telecom.** Se realizaron las siguientes actividades.

Se realizó visita técnica a la estación repetidora de Telecom ubicada en el cerro La Rejoya, límites entre Nariño y Putumayo, en representación de Telefónica Telecom con el fin de realizar acompañamiento a la empresa NEC para adelantar labores en la puesta en funcionamiento de un sistema de gestión remota de los equipos de dicha estación.

Se realizaron visitas técnicas al nodo de Telefónica Data en el Hotel Agualongo, con el fin de realizar acompañamiento en representación de Telefónica Telecom al cliente Prodicol que brinda servicios de Internet inalámbrico en la ciudad de Pasto y tiene sus equipos en este sitio. Dichos sistemas presentaron fallas frecuentes durante el mes de Enero, por congestión de su red, por lo cual se brindó el acompañamiento respectivo para que el personal de Prodicol realizara la recuperación del servicio.

## 9. CONCLUSIONES

El sistema de gestión remota del equipo de radio transmisión SAGEM link, que se desarrolló, es una herramienta que brinda la posibilidad de controlar y supervisar todas las variables y parámetros de funcionamiento del equipo de radio que se manipulan en el proceso de gestión local, evitando realizar desplazamientos a la estación repetidora Plazuelas para tal fin. De esta manera permite ahorro de dinero y de tiempo que es un factor importante a la hora de atender una falla del sistema.

La conexión por módem es susceptible de errores que pueden deteriorar el proceso de transmisión de datos del sistema de gestión remota desarrollado. El protocolo MNP 5 utilizado es una herramienta útil para corregir este problema permitiendo establecer conexiones confiables por medio de la detección y corrección de errores.

La conexión por módem desarrollada trabaja con un protocolo de compresión de datos permitiendo el intercambio de información a una velocidad de transmisión menor a la que se requiere sin utilizar dicho protocolo. Este hecho favorece las características de la conexión puesto que los riesgos de que se presenten errores en la transmisión de datos disminuyen al disminuir la velocidad de intercambio de información.

Una conexión vía módem es una alternativa económica y eficiente para el intercambio de datos entre el equipo de radio transmisión SAGEM Link remoto y el PC de gestión en el extremo local.

El software SAGEM Link Pilot brinda la posibilidad de controlar integralmente el equipo de radio transmisión SAGEM link tanto en el proceso de gestión local como en el sistema de gestión remota vía módem que se desarrolló.

Con el sistema de gestión remota desarrollado se optimiza un recurso de Telecom como es el software de Gestión SAGEM Link Pilot, el cual puede utilizarse para controlar el equipo de radio en forma remota a través de la conexión vía módem y no únicamente para realizar gestión local como se había utilizado antes del desarrollo del proyecto.

El desarrollo de actividades en el área de transmisión de Colombia Telecomunicaciones distrito Nariño implica gran responsabilidad por cuanto se debe trabajar con sistemas que

son la infraestructura de la red departamental y enlaces de transmisión nacionales e internacionales de una de las empresas de telecomunicaciones más grandes del país.

El desarrollo de la pasantía en el área de transmisión de Telecom distrito Nariño brinda la oportunidad de poner en práctica los conocimientos adquiridos en la carrera de Ingeniería Electrónica aplicándolos al desarrollo de nuevos sistemas, a la operación de equipos y a la solución de fallas que se presentan en ellos.

El área de transmisión de Colombia Telecomunicaciones distrito Nariño tiene a su cargo gran cantidad de sistemas electrónicos, y constituye una parte fundamental de la empresa. Por medio de las actividades realizadas en el presente proyecto se contribuyó a mejorar las condiciones de los equipos del área de transmisión tanto con el desarrollo del sistema de gestión remota como con las actividades de apoyo que se llevaron a cabo.

## **10. RECOMENDACIONES**

Realizar estudios futuros sobre el proceso de gestión remota de equipos. Sería interesante que se llevaran a cabo otros proyectos alrededor del tema, dado que es un campo amplio y sus resultados pueden ser de gran utilidad. El sistema de gestión desarrollado puede ser un objeto de estudio de proyectos posteriores.

Continuar con el desarrollo de proyectos de grado en la modalidad pasantía porque permite poner en práctica los conocimientos teóricos adquiridos en los programas de la Universidad de Nariño y simultáneamente ganar experiencia en el campo laboral.

Conservar el vínculo interinstitucional entre Colombia Telecomunicaciones y la Universidad de Nariño a fin de que se le dé la oportunidad a otros estudiantes de realizar proyectos de grado, especialmente en el área de transmisión, dado que la empresa posee recursos humanos, materiales y tecnológicos que brindan las condiciones apropiadas para la culminación de la formación profesional de los estudiantes.

## BIBLIOGRAFÍA

DE LA CRUZ, L. y MATA J. Transmisión de datos en banda vocal vía módem. Universidad Politécnica de Cataluña. Cataluña. 1999. 32 p.

ISEC LTDA. Radioenlace monocanal IS265. Ingeniería y servicio especializado de comunicaciones. Bogotá. 1990. 58 p.

LÓPEZ, Giovanni y SÁNCHEZ, Iván. Jerarquías digitales plesiócrona y sincrónica PDH y SDH. Editorial Universidad del Cauca. Popayán. 1996. 52 p.

MATEO, Ramón. Todo sobre módem. Editorial Universidad Autónoma de Santo Domingo. Santo Domingo. 1999. 24 p.

NEC CORPORATION. Manual de instrucciones transmisor receptor TRP 6G68MB 700N. NEC. Tokio. 1993. 25 p.

NORTHERN TELECOM. RD series b hot standby digital microwave radio. Editorial Northern. Toronto. 1997. 340 p.

SAGEM S.A. Sagem link microwave systems technical manual. Corporación Sagem. Paris. 2001. 260 p.

STALLINGS, William. Comunicaciones y redes de computadores. Sexta edición. Prentice Hall. Madrid. 2000. 740 p.

TOMASI, Wayne. Sistemas de comunicaciones electrónicas. Segunda edición. Prentice Hall. Ciudad de México. 1996. 858 p.

# **ANEXOS**

## ANEXO A ÓRDENES AT HAYES Y REGISTROS S

Órdenes de comunicación:

ATA. con esta orden el módem queda en espera de una llamada telefónica, comportándose como un receptor.

ATB 0 o 1. Permite seleccionar dos modos de trabajo del módem, de acuerdo a las normas 1: Bell para USA o 0: CCITT para Europa.

ATE 0 o 1. 1: Selecciona eco local activado o 0: desactivado. Cuando el computador local envía un dato al remoto, éste puede o no verse en la pantalla local.

ATF 0 o 1. 0: Selecciona el modo Half o 1: Full dúplex.

ATH 0 o 1. 1: Conecta o 0: desconecta la línea telefónica desde el módem.

ATM 0 a 3. Controla el altavoz del módem. Se puede dejar el altavoz siempre apagado: 0, encenderse hasta que la conexión se haya establecido: 1, dejarle permanentemente encendido: 2 o fijar que se encienda solo después de la llamada y hasta que se establezca la conexión: 3.

ATO 0 o 1. Durante una conexión telefónica con otro módem, se puede temporalmente dejar colgada la conexión (interactivo en línea), para ello se utiliza la secuencia de escape (+++). Para recuperar la línea se utiliza la orden ATO. Con ATO 1 pasa a modo on line y fuerza al módem a adaptarse a la línea.

AT&L 0 o 1. Esta orden permite conexiones a través de 0: la línea telefónica, mediante el tono de línea, o 1: a través de líneas directas sin señal de tono.

AT&C 0 o 1. Controla la señal DCD, con 0 permanece activada permanentemente. Con 1 refleja el estado real de la señal.

ATD. Esta orden es la encargada de realizar las llamadas telefónicas. Generalmente va seguida de una suborden y el número de teléfono después de ella. Las subórdenes son las siguientes:

T Llama utilizando tonos.

P Llama utilizando pulsos.

W No empieza a marcar hasta haber recibido la señal de tono.

- @ Espera el tiempo indicado en el registro S7 para recibir una señal de llamada, y luego espera 5 segundos antes de proceder con la siguiente orden.
- , Hace una pausa al marcar.
- ? Corta la línea durante la llamada 0,5 s
- ; Después de llamar retorna al modo de órdenes.
- R Llama y queda en modo de respuesta.
- S Llama a un número de teléfono almacenado en la RAM del módem.

AT&P 0 ó 1. Cuando se utiliza el modo de llamada por pulsos se pueden seleccionar el sistema británico (1) o el europeo (0) cuyos rangos son 33%, 67% y 39%, 61% respectivamente.

ATU 0, 1 ó 2. Esta orden tiene por misión adaptar las características receptoras emisoras del módem, al estado de la línea. Permite tres condiciones: media calidad (0), muy mala calidad (1), y mala calidad (2).

ATL 0 a 3. Determina el nivel de volumen del altavoz. Puede ser bajo (0, 1), medio (2) o alto (3).

ATY 0 o 1. Si el módem recibe una señal de Break, inicia una secuencia para cortar la comunicación. Esta función puede estar activada (1) o desactivada (0).

ATZ. Limpia el buffer del módem y restaura los valores originales grabados en la RAM no volátil. Después de un ATZ es conveniente esperar medio segundo antes de introducir otra orden.

AT&D 0 a 3. Analiza el estado de la señal DTR. Puede ignorarse este estado (0), cuando la señal pase de on a off deja al módem en modo de órdenes (1), cuando cambia la señal inhabilita el autoanswer, cuelga el teléfono y queda en modo de órdenes (2), o por último, al cambiar la señal desconecta y hace un reset del módem (3).

AT&S 0 o 1. Analiza el estado de la señal DSR, pudiendo dejarla activada permanentemente (0), o hacerla compatible con la norma RS-232 C (1).

AT&G 0 a 2. Especifica el uso o no de la señal de tono en el modo de pulsos. Puede ser 550 Hz (1), de 1.800 Hz (2), o no ser utilizada (0).

AT&R 0 ó 1. La señal CTS responde a los cambios de la señal RTS, o la ignora (queda activada permanentemente).

AT&X 0 a 2. Determina la procedencia de la señal de clock para modos sincrónicos.

Órdenes de Control:

A/. Repite la última orden introducida en el módem.

ATI 0 a 3. Proporciona el número de versión (0), el valor de control de la ROM (1), una comprobación interna (2), o la versión del software (3). Actúa a modo de autotest.

ATQ 0 o 1. Los códigos que genera el módem como resultado de sus operaciones, son (0) o no (1) enviados al ordenador.

ATSn?. Lee el registro Sn del módem. El valor de n dependerá del número de registros que tenga el módem.

ATSn=m. Asigna al registro Sn del módem. Los valores a asignar dependen de cada registro y de los valores que soporte el módem. Adelante se enumeran los diferentes registros.

ATV 0 ó 1. Los códigos generados por el módem como resultado de sus operaciones, cuando son enviados al computador, pueden serlo en forma de letra (1) o como números (0).

ATX 0 a 4. Selecciona los tipos de respuesta que el módem transmite a la terminal, desde CONNECT 2400, BUSY, NO CARRIER, etc. Con 0, 1 o 3 permite llamar sin esperar señal de tono.

AT&F. Transfiere la configuración de ajustes que el módem tiene en su ROM, a los registros operativos necesarios. (Configuración por defecto).

AT&Zn. Graba números de teléfono en la RAM del módem. El teléfono es el valor de n.

AT&W. Graba la configuración activa en la RAM del módem.

AT&J 0 ó 1. Permite seleccionar el tipo de conector a utilizar con la línea telefónica. Puede ser un jack RJ-11 (0) o un RJ-12 (1).

AT&T 0 a n. Le permite al módem entrar en modo de test, que puede ser local digital, local, remoto digital, etc. Con AT&T0 se finalizan los test.

AT&M 0 a 3. Establece el modo asíncronico (0), o el modo sincrónico (1 a 3).

AT&V. Muestra la configuración activa del módem.

Cada módem utiliza una serie de órdenes "AT" comunes y otros específicos, por ello se deberá hacer uso de los manuales que acompañan al módem para configurarlo adecuadamente.

Registros S:

Al igual que ocurre con las órdenes "AT", existen registros comunes y otros específicos del módem, a continuación se indican los más comunes.

Registro 0: número de llamadas que el módem espera antes de responder cuando funciona en modo de respuesta automática. Si su valor es 0, el módem nunca responderá a las llamadas.

Registro 1: contabilizador de llamadas realizadas / recibidas.

Registro 2: código del carácter que se utiliza para activar la secuencia de escape. Suele ser un +.

Registro 3: código del carácter de fin de línea. Suele ser un 13 (enter).

Registro 4: código de carácter de avance de línea, (line feed).

Registro 5: código de carácter de borrado con retroceso (backspace).

Registro 6: tiempo de espera antes de empezar a marcar (s).

Registro 7: tiempo de espera para recibir portadora (s).

Registro 8: tiempo asignado a la pausa del Hayes (la coma, en s).

Registro 9: tiempo de respuesta a la detección de portadora, para activar la DCD (en décimas de segundo).

Registro 10: tiempo máximo de pérdida de portadora para cortar la línea. Aumentando su valor permite al remoto cortar temporalmente la conexión sin que el módem local inicie la secuencia de desconexión. Si es 255, se asume que siempre hay portadora. Este tiempo debe ser mayor que el del registro 9 (en décimas de segundo).

Registro 12: determina el guard time; éste es el tiempo mínimo que precede y sigue a un código de escape (+++), sin que se hayan transmitido o recibido datos. Si es 0, no hay límite de tiempo (S12 x 20 ms).

Registro 18: contiene la duración de los tests.

Registro 25: tiempo para que el módem considere que la señal de DTR ha cambiado.

Registro 26: tiempo de respuesta de la señal CTS ante RTS.

**ANEXO B**  
**CONEXIÓN VÍA MÓDEM EN 12 PASOS**

	<b>Usuario</b>	<b>Software</b>	<b>Módem llama</b>	<b>Módem responde</b>
1	Selecciona "dial" en el menú del programa o teclea en la línea de comandos.	Pone a ON la señal DTR y envía al módem el comando de marcación.	El módem conecta el altavoz, descuelga la línea, espera el tono de llamada y marca el número de teléfono.	
2		Comienza observando los códigos de resultados del módem.	Espera una respuesta durante tiempo determinado.	
3				La línea de teléfono suena.
4				El módem detecta la llamada, y contesta situando el tono de respuesta en línea.
5			El módem detecta el modo de respuesta y sitúa la portadora de comienzo en línea.	
6			Los módems se ponen de acuerdo en la modulación y velocidad a utilizar.	Los módems se ponen de acuerdo en la modulación y velocidad a utilizar.
7			Los módems determinan la técnica de compresión y control de errores a utilizar	Los módems determinan la técnica de compresión y control de errores a utilizar
8			Indica la conexión al DTE: pone a ON la señal CD.	
9		Detecta la señal CD; Informa al usuario que la conexión está establecida.		

10	Comienza la comunicación con el destino.	Gestiona la sesión de comunicaciones; vigila la pérdida de portadora monitorizando la señal CD.	Envía y recibe datos.	Envía y recibe datos.
11	Completa la sesión de comunicaciones y selecciona el comando de desconectar.	Pone a OFF la señal DTR para que la conexión termine.		
12			Cuelga el teléfono.	Detecta la pérdida de portadora y cuelga.

## **ANEXO C ENLACE DE FIBRA ÓPTICA**

Un enlace de fibra óptica está compuesto por tres bloques principales que son: el transmisor, el receptor y la guía de fibra. El transmisor consiste de una interfaz analógica o digital, un convertidor de voltaje a corriente, una fuente de luz y un adaptador de luz fuente a fibra. La guía de fibra es un vidrio ultra puro o un cable de plástico. El receptor incluye un dispositivo conector detector de luz (un foto detector), un convertidor de corriente a voltaje, un amplificado y una interfaz analógica o digital.

La interfaz de entrada acopla las impedancias y limita la amplitud de la señal de entrada la cual es generalmente de voltaje

El convertidor de voltaje a corriente sirve como una interfaz eléctrica, entre los circuitos de entrada y la fuente de luz. La fuente de luz es un diodo emisor de luz o un diodo de inyección láser. La cantidad de luz emitida por el LED es proporcional ala cantidad de la corriente de excitación. Por lo tanto, el convertidor de voltaje a corriente convierta un voltaje de señal de entrada a una corriente que se usa para dirigir la fuente de luz.

La conexión de fuente a fibra es una interfaz mecánica. Su función es acoplar la luz emitida por la fuente al cable de fibra óptica. La fibra óptica consiste en un núcleo de fibra de vidrio o plástico, una cubierta y una capa protectora. El dispositivo de acoplamiento al detector de fibra a luz, también es un acoplador mecánico. Su función es acoplar la mayor cantidad de luz posible del cable de fibra en el detector de luz.

El detector de luz frecuentemente es un diodo PIN (p- tipo – intrínseco – n – tipo) o un APD (fotodiodo de avalancha). Ambos, el diodo ADP y PIN, convierten la energía de luz a corriente. En consecuencia, se requiere un convertidor de corriente a voltaje, el cual proporciona la señal de salida.

La interfaz analógica o digital a la salida del receptor, también es una interfaz eléctrica. Si se usa la modulación analógica, la interfaz acopla las impedancias y niveles de señal a la circuitería de salida. Si se usa la modulación digital, la interfaz debe incluir un convertidor digital a analógico.

La fibra se clasifica generalmente en los siguientes tipos:

**Fibra Monomodo:** Potencialmente, esta es la fibra que ofrece la mayor capacidad de transporte de información. Sólo son transmitidos los rayos que tienen una trayectoria que sigue el eje de la fibra, un solo modo de propagación, de allí el nombre “monomodo”. Son fibras que tienen el diámetro del núcleo en el mismo orden de magnitud que la longitud de onda de las señales ópticas que transmiten, es decir, de unos 5 a 8 nm. Si el núcleo está constituido de un material cuyo índice de refracción es muy diferente al de la cubierta, entonces se habla de fibras monomodo de índice escalonado. Los elevados flujos que se pueden alcanzar constituyen la principal ventaja de las fibras monomodo, ya que sus pequeñas dimensiones implican un manejo delicado y entrañan dificultades de conexión que aún se dominan mal.

**Fibra Multimodo de Índice Gradiente Gradual:** El principio de funcionamiento de este tipo de fibras se basa en que el índice de refracción en el interior del núcleo no es único y decrece cuando se desplaza del núcleo hacia la cubierta. Los rayos luminosos se encuentran enfocados hacia el eje de la fibra. Estas fibras permiten reducir la dispersión entre los diferentes modos de propagación a través del núcleo de la fibra. La fibra multimodo de índice de gradiente gradual de tamaño 62,5/125  $\mu$ m (diámetro del núcleo / diámetro de la cubierta) está normalizado, pero se pueden encontrar otros tipos de fibras: multimodo de índice escalonado 100/140 nm; multimodo de índice de gradiente gradual 50/125 nm.

**Fibra Multimodo de índice escalonado:** Las fibras multimodo de índice escalonado están fabricadas a base de vidrio o plástico. En estas fibras, el núcleo está constituido por un material uniforme cuyo índice de refracción es claramente superior al de la cubierta que lo rodea. El paso desde el núcleo hasta la cubierta conlleva por tanto una variación abrupta del índice, de ahí su nombre de índice escalonado.

Existe una relación entre la longitud de onda utilizada, el tipo de transmisión y la velocidad de transmisión que se puede conseguir. Tanto el monomodo como el multimodo pueden admitir varias longitudes de onda diferentes y pueden utilizar como fuentes tanto láser como diodos led. En las fibras ópticas, la luz se propaga mejor entre regiones o “ventanas” de longitudes de onda, centradas a 850, 1300 y 1500 nanómetros (nm). Todas estas frecuencias están en la zona infrarroja del espectro, por debajo del espectro visible que está situado entre los 400 y 700 nm. Las pérdidas son menores cuanto mayor es la longitud de onda, permitiendo así mayores velocidades de transmisión sobre distancias superiores. En la actualidad la mayoría de las aplicaciones usan como fuentes diodos led a 850 nm. Aunque esta elección es relativamente barata, su uso está generalmente limitado a velocidades de transmisión por debajo de 100 Mbps y a distancias de pocos kilómetros. Para conseguir mayores velocidades de transmisión y mayores distancias es necesario transmitir en la ventana centrada a 1300 nm (usando tanto láser como diodos), y si todavía se necesitan mejores prestaciones, entonces hay que recurrir al uso de emisores láser a 1.500 nm.

Todo el potencial de la fibra se utiliza plenamente cuando se transmiten varios haces de luz a diferentes frecuencias en la misma fibra. Esto no es sino un tipo de multiplexación por división en frecuencias FDM, aunque se denomina multiplexación por división en longitudes de onda (Wavelength Division Multiplexing) (WDM). En WDM, el haz de luz está constituido por multitud de colores o longitudes de onda, cada uno de los cuales porta un canal diferente de datos. En 1997 en los laboratorios Bell de Estados Unidos se demostró la viabilidad de un sistema WDM con 100 haces cada uno operando a 10 Gbps, proporcionando una velocidad de transmisión total de un trillón de bits por segundo (1 Terabit por segundo). En la actualidad están disponibles en el mercado sistemas con 80 canales a 10 Gbps cada uno.

**ANEXO D**  
**INDICADORES DE ALARMA DEL SISTEMA DE RADIO TRANSMISIÓN**  
**SAGEM LINK**

El sistema de radio transmisión SAGEM LINK cuenta con un conjunto de indicadores de alarma que permiten realizar la supervisión y mantenimiento del equipo.

A continuación se describe cada una de estas alarmas, y la acción correctiva requerida.

**Transmit Power:** Falla en nivel de potencia, indica un nivel anormal en el nivel de potencia detectado en la tarjeta de transmisión y recepción. El problema puede ser solucionado reemplazando este módulo.

**Transmit Freq:** Falla en la frecuencia transmitida, en caso de que se produzca esta alarma el nivel de potencia de salida se anula. El problema puede solucionarse reemplazando la tarjeta de transmisión y recepción.

**Modem:** Indica la detección de una falla en el modulador. El problema puede solucionarse reemplazando la tarjeta módem del equipo.

**Receive level:** Indica que el nivel de radio frecuencia recibido está por debajo del límite permitido. Si esta alarma ocurre, puede ser el debido a condiciones de propagación considerablemente desfavorables (lluvia muy fuerte) también puede ser el resultado de una ausencia de potencia de salida en el terminal remoto, una antena desorientada o una obstrucción en la línea de vista del enlace.

**Receive Freq:** Falla en frecuencia recibida, indica pérdida de la señal en uno de los receptores del equipo. Es necesario reemplazar la tarjeta de transmisión y recepción para solucionar el problema.

**Link ID Code:** Código de identificación de enlace incorrecto. Esta condición de alarma indica que la señal que está siendo recibida tiene presenta un código de enlace no identificado. Si esta alarma ocurre, puede ser que el receptor está captando una señal de otro enlace del mismo tipo y a la misma frecuencia. Si esto ocurre, las señales recibidas son bloqueadas. Para solucionar el problema se debe chequear que el código del enlace es el

mismo que el que se utiliza en el terminal remoto y que no hay posibilidad de interferencia de un terminal cercano.

Trib 1 to 16: Falla en tributario. Indica la pérdida de alguna de las señales de los tributarios de entrada o la detección de una señal en un tributario no usado. Si esta alarma ocurre se debe inspeccionar la continuidad de la conexión de datos de la IDU, y de ser necesario se debe configurar nuevamente los tributarios que se van a utilizar.

BER Warning: Indica que el BER excede un límite preestablecido en el sistema ( $10^{-6}$  por defecto) Si esta alarma ocurre la causa puede ser interferencia en el enlace.

BER Alarm: Indica que el BER excede un límite preestablecido en el sistema ( $10^{-3}$  por defecto). La causa puede ser, como en el caso anterior, interferencia en el enlace.

PSU1/PSU2: Falla en la unidad de alimentación eléctrica. Para solucionar el problema se debe reemplazar el módulo de alimentación eléctrica del sistema.

PSU: Falla en la unidad de alimentación de la ODU. Para solucionar la falla se debe reemplazar esta unidad del interior de la ODU.

**ANEXO E**  
**RUTINAS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO RECOMENDADO POR EL**  
**FABRICANTE PARA EL EQUIPO DE RADIO ENLACE MONOCANAL IS256**

- ✓ Efectuar la rutina de mantenimiento, de ser posible cada tres meses.
  
- ✓ Revisar la batería o fuente de alimentación, la cual debe encontrarse en perfectas condiciones de limpieza, y con los niveles de voltaje requeridos.
  
- ✓ Revisar el conector de la antena tanto en el equipo como en el terminal de la antena.
  
- ✓ Revisar los indicadores de alarma (leds) los cuales deben indicar el perfecto funcionamiento del sistema.
  
- ✓ Revisar los conectores de los módulos Receptor, Transmisor y así como el del amplificador de potencia si está siendo utilizado.
  
- ✓ Revisar la adecuada conexión de la línea telefónica, ya sea en el lado de central telefónica o en el lado de abonado remoto.
  
- ✓ Medir el voltaje en los puntos de prueba (RSSI) de 0 a 3 que corresponde al nivel de la señal de radiofrecuencia recibida entre  $-20$  y  $-70$  dBm. Y comparare esta medida con los datos iniciales de la instalación.
  
- ✓ Probar la calidad del audio, asegurándose de que no presente silbidos ni ruidos.
  
- ✓ De ser necesario calibrar los módulos mediante los selectores de audio y frecuencia, según los valores iniciales del sistema.