

**SOPORTE EN INGENIERÍA PARA LA EVALUACIÓN DE LA
CALIDAD DEL SERVICIO EN INSTALACIONES Y
MANTENIMIENTO DE EQUIPOS EN REDES DE
TELECOMUNICACIONES.**

CARLOS ANDRÉS PÉREZ FERRER
Cód. 2005427

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOMECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍAS ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y
DE TELECOMUNICACIONES
BUCARAMANGA
2006**

**SOPORTE EN INGENIERÍA PARA LA EVALUACIÓN DE LA
CALIDAD DEL SERVICIO EN INSTALACIONES Y
MANTENIMIENTO DE EQUIPOS EN REDES DE
TELECOMUNICACIONES.**

CARLOS ANDRÉS PÉREZ FERRER

Trabajo de grado
Modalidad: Práctica empresarial
presentado como requisito parcial
para optar al título de Ingeniero
Electrónico

Óscar Mauricio Reyes Torres
Director

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOMECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍAS ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y
DE TELECOMUNICACIONES
BUCARAMANGA
2006**

A Dios, por darme la vida y permitirme ser todo lo que soy

*A mi padre Carlos Antonio, por dedicar su vida y su trabajo para
que yo sea una gran persona*

*A mi madre Esperanza, quien ha sido y será mi principal apoyo
durante toda mi vida*

*A Hernan y Luz Stella, por darme la oportunidad de mi primera
experiencia laboral*

*A mi familia, amigos, profesores y demas personas que estuvieron a
mi lado en los buenos y malos momentos de mi carrera y me
ayudaron a sacar este proyecto adelante*

AGRADECIMIENTOS

Quien elaboró este proyecto, agradece a todas aquellas personas quienes dieron su colaboración para llevarlo a cabo, especialmente al profesor Oscar Mauricio Reyes, la ingeniera Luz stella Rengifo y al Ingeniero Hernan Avendano.

A mis familiares y amigos, por apoyarme en los buenos y malos momentos de esta bella e interesante carrera profesional.

A Intelred S.A., Escuela de ingeniería eléctrica, electrónica y de telecomunicaciones y a la Universidad Industrial de Santander.

RESUMEN

TÍTULO: SOPORTE EN INGENIERÍA PARA LA EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL SERVICIO EN INSTALACIONES Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS EN REDES DE TELECOMUNICACIONES.*

AUTOR: CARLOS ANDRÉS PÉREZ FERRER **

PALABRAS CLAVE: EVALUACIÓN, ESTUDIO DE SITIO, MÓDEM, ENRUTADOR, ADSL, ESPECTRO ENSANCHADO, VSAT.

DESCRIPCIÓN:

En busca de mejorar su calidad en la prestación de servicios Intelred S.A., se diseñó una autoevaluación al personal técnico de la empresa de telecomunicaciones Intelred S.A. y una evaluación externa de Colombia Telecomunicaciones S.A. E.P.S. hacia Intelred S.A. para encontrar las fortalezas y debilidades de la empresa.

La autoevaluación consistió en una serie de preguntas acerca de los conocimientos de: Personal de la empresa, conocimientos básicos de las diferentes tecnologías, inglés, experiencia laboral y aportes hacia la empresa para mejorar la calidad de su servicio. Los resultados fueron aceptables, se analizaron y se graficaron la media, moda, desviación estándar y la varianza. Los resultados de la evaluación externa también se analizaron y se tabularon. También se da una breve explicación de los resultados que no fueron satisfactorios.

Se realiza una propuesta para mejorar la calidad de los servicios, la cual consta de una serie de manuales de las diferentes tecnología que maneja Intelred S.A. (Estudios de sitio, módems, *routers*, ADSL, *spread spectrum*, VSAT), con el fin de dar una herramienta útil para el personal técnico de la empresa que le ayude a realizar los eventos con mayor facilidad, logrando así una mayor eficiencia y por ende mejorando la imagen de la empresa y que la empresa ahorre dinero en capacitaciones.

* Proyecto de grado

** Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas. Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones. Director: Óscar Mauricio Reyes Torres

SUMMARY

TITLE: SUPPORT IN ENGINEERING FOR THE EVALUATION OF THE QUALITY OF THE SERVICE IN INSTALLATIONS AND MAINTENANCE OF EQUIPMENT IN NETWORKS OF TELECOMMUNICATIONS. *

AUTHOR: CARLOS ANDRÉS PÉREZ FERRER **

KEY WORK: EVALUATION, SITE SURVEY, MODEM, ROUTER, ADSL, SPREAD SPECTRUM, VSAT.

DESCRIPTION:

In search of improving their quality in the benefit of services Intelred S.A., an self-evaluation was designed the technical personnel of the company of telecommunications Intelred S.A. and an external evaluation of Colombia Telecommunications S.A. E.P.S. toward Intelred S.A.. to find the strengths and weaknesses of the company.

The self-evaluation consisted on a series of questions about the knowledge of: Personal of the company, basic knowledge of the different technologies, English, labor experience and contribute toward the company to improve the quality of their service. The results were acceptable, they were analyzed and graphed the stocking, fashion, standard deviation and the variance. The results of the external evaluation were also analyzed and they were tabulated. Also it gives a short explanation of the results that they were not satisfactory.

It is carried out a proposal to improve the quality of the services, which consists of a series of manuals of the different technology that Intelred S.A. manual (Site Surveys, modems, routers, ADSL, spread spectrum, VSAT), with the purpose of giving an useful tool for the technical personnel of the company that helps him to carry out the events with more easiness, achieving this way a bigger efficiency and porcelain improving the image of the company and that the company saves money in trainings.

* Project Degree

** Faculty of Physical-Mechanical Engineering. Electronic Engineering, Director: Oscar Mauricio Reyes.

CONTENIDO

	Pag.
INTRODUCCIÓN.....	1
1. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA INTELRED S.A.....	2
1.1 SERVICIOS QUE PRESTA INTELRED S.A.	2
1.1.1 Ingeniería de campo en telecomunicaciones.....	2
1.1.2. Instalación y desinstalación de equipos y redes.....	3
1.1.3 Mantenimiento de equipos y redes.....	4
1.1.4 Gestión y administración de redes.....	6
1.1.5 Interventoría.....	6
1.1.6 Aprovisionamiento de redes.....	6
1.1.7 Inventario tecnológico de redes.....	7
1.1.8 Clasificación interna del personal de Intelred S.A.	8
2. EVALUACIÓN DE CALIDAD.....	12
2.1 AUTOEVALUACIÓN DEL PERSONAL TÉCNICO.....	12
2.1.1 Análisis de los resultados.....	13
2.2. EVALUACIÓN DE CALIDAD EXTERNA.....	19
3. MANUALES.....	21
3.1 ESTUDIOS DE SITIO.....	21
3.1.1 Equipos para los estudios de sitio.....	21
3.2 MODEM.....	25
3.3 EL ROUTER.....	32
3.3.1 Definición.....	32
3.3.2 Apariencia física.....	33
3.3.3 Fundamentos de un <i>router</i>	34
3.4 MÓDEM ADSL.....	49
3.4.1 Instalación.....	49
3.5 SISTEMA SPREAD SPECTRUM.....	53
3.5.1 Instalación y configuración de un sistema <i>spread spectrum</i>	53
3.6 MANUAL DE RADIOENLACES VSAT.....	60
3.6.1 Antena.....	61
3.6.2 IDU.....	62
3.6.3 Diagnostico de fallas.....	64
OBSERVACIONES Y CONCLUSIONES.....	67
RECOMENDACIONES.....	71
BIBLIOGRAFÍA.....	73

LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1. Ver archivo Autoevaluación.xls	75
ANEXO 2 Ver archivo Evaluación de calidad calidad.xls	76
ANEXO 3	77
ANEXO 4	96
ANEXO 5	102
ANEXO 6	110
ANEXO 7	115
ANEXO 8	123
ANEXO 9	132

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Organigrama de Intelred S.A.	8
Figura 2 Resultados de la sección de empresa	13
Figura 3 Conocimientos básicos teóricos	14
Figura 4 Equipos de datos	15
Figura 5 Radioenlaces	16
Figura 6 Inglés	17
Figura 7 Experiencia	17
Figura 8. Servicios	18
Figura 9 Vista frontal del módem Adtran.....	26
Figura 10 Vista posterior del módem Adtran.....	26
Figura 11 Mapa de un E1 de datos en lado nodo o LT	29
Figura 12 Mapa de un E1 de voz en lado nodo o LT	29
Figura 13. Mapa de E1 de datos en el lado cliente o NT	30
Figura 14 Mapa de E1 de voz en el lado cliente o NT	31
Figura 15 Vista Frontal del router Cisco 1700 Series.....	33
Figura 16 Vista posterior del <i>router</i> Cisco 1700 Series.....	34
Figura 17 Puerto serial por el que se gestiona el <i>router</i>	35
Figura 18 Propiedades del puerto serial	35
Figura 19 Verificación del <i>Frame Relay</i> por medio del comando show interface serial	43
Figura 20 Apariencia física ADSL MT840 CPE Huawei.....	49
Figura 21 Panel posterior del módem	49
Figura 22 Panel frontal del módem	50
Figura 23 Conexión del MT840 CPE.	50
Figura 24 Conexión del MT840 al PC para su configuración	51
Figura 25 Sugerencia de usuario y contraseña.....	52
Figura 26 Vista del sistema.....	52
Figura 27 Enlace punto a punto	54
Figura 28 Panel frontal.....	54
Figura 29 Panel posterior.....	55
Figura 30 Radiación de una antena omnidireccional	56
Figura 31 Radiación de una antena direccional.	56
Figura 32 Modelo de pérdidas de un enlace punto a punto	57
Figura 33 Antena parabólica de un VSAT.....	61
Figura 34 Unidad Interior o IDU.	62
Figura 35 Vista trasera del módem.	63

Figura 36 Menú Principal de la Consola	65
--	----

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Resultado de la evaluación externa	20
Tabla 2 Funcionalidad de los botones del panel frontal	26
Tabla 3 Funcionalidad de los LED del panel frontal.....	27
Tabla 4 Conectores del panel posterior	27
Tabla 5 Modos de configuración del <i>router</i>	37
Tabla 6 Pérdida de potencia en el espacio libre	57
Tabla 7 Calidad de voltaje de recepción	59
Tabla 8 Descripción de cada parte de la antena.....	62
Tabla 9 Descripción del panel frontal de un módem satelital.....	63
Tabla 10 Descripción del panel posterior del módem satelital.....	63

INTRODUCCIÓN

El presente documento trata de la evaluación de calidad del servicio en instalaciones y mantenimiento de equipos en redes de telecomunicaciones desde el punto de vista técnico, en el que se analizan cuáles son los puntos fuertes y débiles de la empresa de telecomunicaciones Intelred S.A. realizando una autoevaluación al personal técnico de la empresa y una evaluación externa del principal cliente, el cual es Colombia Telecomunicaciones S.A.

También se diseñó una serie de manuales acerca de las principales tecnologías que maneja Intelred S.A. como estudios de sitio, mantenimiento e instalación de módems, *routers*, enlaces satelitales, enlaces de microondas, ADSL con dos fines: el primero es para ahorrar costos de capacitación cuando se contrate nuevo personal, el segundo es para que aquellos ingenieros y técnicos que sientan inseguridades acerca de ciertas tecnologías tengan una herramienta de rápida y fácil comprensión.

El proyecto tiene como objetivo final ser parte de la documentación necesaria para obtener la certificación ISO 9001 de Intelred S.A.

1. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA INTELRED S.A.

En este capítulo se define y se describen brevemente las funciones de Intelred S.A., lugar donde se lleva a cabo la práctica empresarial.

1.1 SERVICIOS QUE PRESTA INTELRED S.A.¹

Intelred S.A. es una empresa especializada en el gerenciamiento, gestión y administración de infraestructura de telecomunicaciones e informática, para proveedores de equipos y operadores de servicios de telecomunicaciones básicos y telemáticos.

Tiene cobertura nacional. Su planta de personal propia está conformada por 156 ingenieros, tecnólogos y técnicos, distribuidos en todo el territorio colombiano y comprometidos con la satisfacción de los clientes, garantizando los niveles de disponibilidad, atención y eficacia que requiere el mercado mediante el uso de metodologías especializadas.

1.1.1 Ingeniería de campo en telecomunicaciones

Consiste en realizar estudios que permitan determinar la mejor solución tecnológica de telecomunicaciones, con óptima rentabilidad y que cumpla con los requerimientos del Cliente, entre ellos están:

Estudio de sitio

- Visita al sitio e inspección para el levantamiento de información sobre el salón donde se instalarán los equipos y su ubicación en la edificación.
- Definición del salón y *rack* donde se instalará el equipo.
- Elaboración del plano del salón y del *rack*.
- Verificación de línea de vista, si es para radioenlace.
- Inspección de la estructura donde se ubicarán las antenas y en caso de no existir, recomendación de la estructura adecuada.
- Medición de coordenadas GPS.
- Elaboración de diagrama de conexiones indicando longitudes y trayectoria de los cables a tender.
- Evaluación y registro de condiciones de alimentación eléctrica y de sistema de tierra para el *rack* y el equipo.

¹ www.intelred.net

- Evaluación de condiciones ambientales y físicas del sitio.
- Elaboración de lista de materiales, elementos y mano de obra necesarios para la instalación.
- Elaboración y presentación de informe incluyendo datos recolectados, planos y fotos.

Estudio de frecuencias

- Análisis de frecuencias en los sitios con las respectivas recomendaciones.
- Verificación de interferencias.
- Definición de bandas de frecuencia de operación para el radioenlace con base en los equipos que tiene disponibles el cliente.
- Realización del estudio de propagación para cada una de las bandas de frecuencia previamente definidas para el radioenlace.
- Toma de fotografías digitales y elaboración del diagrama de perfiles.
- Elaboración y presentación de informe, incluyendo resultados, diagramas y fotografías.

1.1.2. Instalación y desinstalación de equipos y redes

Instalación de equipos y redes

Corresponde a la instalación y puesta en funcionamiento de servicios de telecomunicaciones con distintas tecnologías de acceso y de *core* (alámbricas e inalámbricas) en los tiempos y lugares que se definan, reduciendo los tiempos de ejecución de las actividades de instalación y cumpliendo los cronogramas programados para las mismas.

- Retiro de las bodegas del cliente de los equipos y transporte de los mismos desde el origen - dentro del país- hasta el sitio de instalación.
- Montaje físico de equipos.
- Verificación de condiciones eléctricas, de tierra y ambientales del sitio.
- Energización y conexión de los equipos.
- Configuración de equipos, de parámetros de enrutamiento y de direcciones IP de las subredes de los clientes.
- Marcación de cables conectados.
- Realización de pruebas y coordinación de las mismas con los clientes.
- Elaboración y presentación de informe, acompañado de registros fotográficos.

Adecuaciones físicas

- Construcción de acometidas eléctricas y de comunicaciones.
- Tendido de cableados eléctricos y de comunicaciones.

- Construcción de cableados estructurados.
- Sistemas de tierra
- Protecciones eléctricas.
- Elaboración y presentación de informe con sus respectivos planos y fotos.

Evaluación de software y hardware

- Levantamiento, en sitio, de información sobre estado físico del equipo, marca, modelo, ubicación y conexiones.
- Concepto sobre el estado físico externo del equipo.
- Realización de inventario de tarjetas, si fuere posible.
- Relación de puertos del equipo indicando puertos conectados y puertos sin conectar.
- Elaboración de diagrama de ubicación del equipo y del *rack*.
- Concepto sobre condiciones de alimentación eléctrica y de sistema de tierra para el *rack* y el equipo.
- Concepto sobre condiciones ambientales y físicas del sitio.
- Verificación de las versiones de software instalado en el equipo.
- Elaboración y presentación de informe.

Desinstalación de equipos de redes

Comprende el desmontaje de todo equipo de telecomunicaciones, e incluye:

- Coordinación con el cliente para el retiro de equipos.
- Eliminación de todas las conexiones virtuales y físicas.
- Desmonte físico de equipos y elementos.
- Marcación de cables libres.
- Limpieza del sitio y eliminación de desechos.
- Embalaje de equipos.
- Transporte de equipos desde el origen hasta el sitio de destino - dentro del país-.
- Entrega de equipos al cliente.
- Elaboración y presentación de informe.

1.1.3 Mantenimiento de equipos y redes

Mantenimiento correctivo

Atención y respuesta inmediata a cualquier solicitud de servicio de mantenimiento correctivo, que comprende todas las acciones encaminadas a solucionar una falla presentada en el normal funcionamiento de los equipos que conforman la red del Cliente. Como tal, involucra una rápida etapa de diagnóstico del problema

presentado y la sustitución completa del equipo o de alguna parte del mismo de ser necesario.

- Atención de eventos 24 horas los 365 días del año.
- Diagnóstico de averías 24 horas los 365 días del año.
- Retiro de las bodegas del cliente de los equipos o partes necesarios para la atención de las fallas.
- Verificación de conexiones.
- Sustitución de partes, unidades o de todo el equipo.
- Coordinación con el Nivel 1 y con el Nivel 3 en caso de requerirse.
- Restauración del servicio.
- Realización de pruebas conjuntas con los diferentes proveedores.
- Limpieza del sitio y eliminación de desechos.
- Entrega en las bodegas del cliente de los equipos o partes retirados, en los casos que aplique, indicando el estado.
- Actualización del registro de inventario -nodo, tarjeta, puerto, interfaz, cliente asignado, proveedor de la solución de último kilómetro, identificación del medio físico, equipos lado cliente-.
- Elaboración y presentación de informe.

Mantenimiento preventivo

Comprende la verificación del estado de los equipos que conforman la red de acuerdo al plan de mantenimiento que se acuerde con el Cliente, e incluye:

- Limpieza interna y externa del equipo.
- Verificación de conexiones y del software.
- Verificación y corrección de alarmas en los equipos.
- Revisión de cables y conectores. Sustitución de los mismos si fuere el caso.
- Ejecución de comandos de diagnóstico y estado.
- Revisión de mensajes registrados por el equipo en memoria.
- Verificación de estadísticas y estado de cada interfaz.
- Revisión de las condiciones eléctricas y del sistema de tierra y realización de mantenimiento al mismo.
- Inspección de las condiciones ambientales del sitio.
- Realización de pruebas.
- Limpieza del sitio y eliminación de desechos.
- Actualización del registro de inventario -nodo, tarjeta, puerto, interfaz, cliente asignado, proveedor de la solución de último kilómetro, identificación del medio físico, equipos lado cliente-.
- Elaboración y presentación de informe con registros fotográficos.

Actualización hardware y software

- Actualización de las versiones de software del equipo -provee el cliente-.
- Concepto sobre el estado físico externo del equipo.
- Transporte y sustitución o instalación de tarjetas u otras partes - provee el cliente -, en el equipo a actualizar.
- Realización de pruebas sobre la actualización.
- Elaboración y presentación de informe.

1.1.4 Gestión y administración de redes

Optimización de los procesos críticos al no tener que destinar personal clave de su organización para desarrollar labores de gestión y soporte. Los recursos de su organización pueden concentrarse exclusivamente al "core" del negocio, delegando en Intelred todas aquellas actividades de gestión y administración de redes, de manera confiable y segura.

Soporte Centralizado

- Conformación de la infraestructura - puestos de trabajo, sistema de comunicación, software especializado, recurso humano calificado- para un centro de soporte que atienda tanto al personal de mantenimiento como al usuario.
- Gestión de redes de telecomunicaciones a través del centro de soporte.
- Servicio en las modalidades 7x24, 7x8, 5x8 u otras que el cliente requiere.
- Elaboración y presentación de informes con la periodicidad requerida por el cliente.

1.1.5 Interventoría

Realización de labores de interventoría para proyectos y contratos de telecomunicaciones, contempla la verificación de la correcta ejecución del proyecto o contrato de acuerdo con las condiciones pactadas tanto en los aspectos administrativos, como en los financieros y técnicos e incluye la elaboración de informes periódicos de acuerdo con las responsabilidades adquiridas.

1.1.6 Aprovechamiento de redes

Proveemos recurso físico y humano especializado en el desarrollo de las actividades técnicas requeridas por el Cliente, tales como:

- Gerencia de Proyectos.
- Ingenieros especializados, en sitio.

- Ingenieros de campo.
- Tecnólogos de campo.
- Técnicos de campo.
- Personal administrativo.
- Materiales y elementos de instalación.

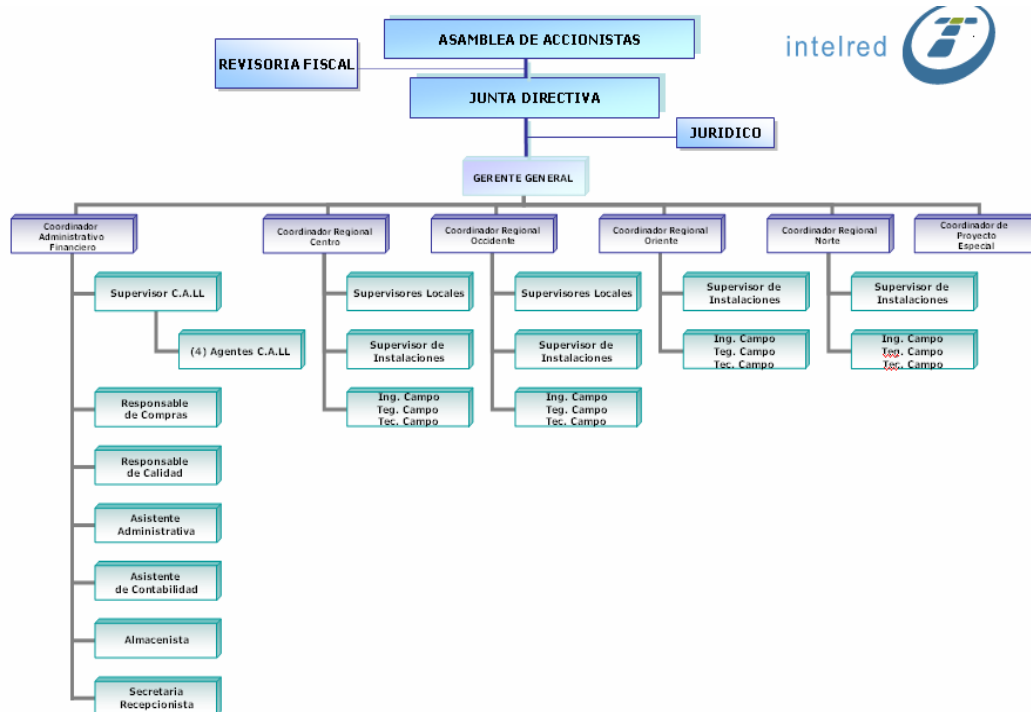
1.1.7 Inventario tecnológico de redes

Consiste en el levantamiento de información sobre equipos y soluciones, nodos de las redes de telecomunicaciones y actualización del registro de inventario a través del sistema de información de enlaces SIE cuya funcionalidad principal es recopilar en una base de datos el inventario de enlaces y de los equipos que lo conforman, permitiendo adicionalmente graficar en un diagrama tipo la "topología de red" de cada uno de los enlaces.

Dentro las principales características del sistema se encuentran las siguientes:

- Módulo de seguridad para restringir el acceso exclusivo a personal autorizado.
- Consulta geográfica mediante mapas de la ubicación los enlaces y equipos almacenados en la base de datos .
- Consulta detallada donde se muestra los equipos, la red y cuál es la solución de comunicaciones que posee el cliente final.
- Reportes detallados de los enlaces y equipos.

1.1.8 Clasificación interna del personal de Intelred S.A. ²



Fuente: www.intelred.net

Figura 1 Organigrama de Intelred S.A.

Descripción de cada puesto

A continuación se describirán los puestos más importantes del personal de Intelred.

- Asamblea de accionistas: son los dueños de la empresa, Intelred S.A. es una empresa privada, y ellos aportan el capital. Se encuentran en Bogotá.
- Revisora fiscal: principal es la persona natural o jurídica que tiene el deber legal de proteger los intereses de los acreedores, el Estado y principalmente de los asociados. Ubicado en Bogotá.
- Junta directiva: Grupo de personas encargadas de hacer los principales negocios de la empresa y de tomar las decisiones mas importantes, está compuesto en su mayoría de quienes conforman la asamblea de accionistas. Ubicada en Bogotá.
- Jurídico: es el abogado de la empresa. Ubicado en Bogotá.
- Gerente general: ubicado en Bogotá, tiene las siguientes funciones:

² El estudiante en práctica se considera Ingeniero de campo.

- Velar porque se le ofrezcan al cliente los porcentajes de calidad del servicio- SLAs - contratados.
 - Interactuar permanentemente con el cliente para identificar y atender todas sus necesidades y requerimientos.
 - Realizar seguimiento para que se cumplan los objetivos definidos para el proyecto.
 - Gestionar la compra de los equipos y materiales.
 - Elaborar y controlar el cronograma de trabajo.
 - Cumplir con las condiciones definidas en el presente plan de calidad.
 - Generar informes periódicos del avance y cumplimiento del proyecto.
- f) Coordinadora administrativa financiera: responsable de ejecutar y hacer que se cumplan las funciones financieras del gerente. Ubicada en Bogotá.
- g) Supervisor C.A.L.L: ubicado en Bogotá. Tiene las siguientes funciones:
- Elaborar y controlar los horarios de trabajo de los agentes del *Help Desk*.
 - Administrar los recursos estadísticos del *Help Desk*, generando los reportes de llamadas para los informes de disponibilidad del proyecto.
 - Soportar los requerimientos de la herramienta *Service Desk*.
 - Generar informes periódicos sobre el comportamiento de la red.
 - Controlar permanente la actualización de los datos en la base de datos del *Help Desk*.
 - Controlar permanente la disponibilidad de recursos físicos y lógicos necesarios para la adecuada operación del *Help Desk*.
- h) Agentes del C.A.L.L: Ubicación Bogotá.
- Seguimiento a la solución de llamadas abiertas, interactuando con los clientes para el diagnóstico y solución inmediata de fallas, de acuerdo con procedimientos específicos y con centros de apoyo de otros operadores.
 - Asignar llamadas a grupos de apoyo externo o escalamiento a personal de soporte de mayor nivel dentro de Intelred.
 - Verificar la satisfacción del usuario final y cierre de llamadas.
 - Elaborar reportes de llamadas generadas por los Clientes.
- i) Responsable de compras: Ubicación Bogotá. Es la persona responsable de la compra de todo el material necesario para cumplir con el servicio y la calidad de la empresa. Su jefe directo es el coordinador administrativo financiero.
- j) Coordinadores de Zona (Centro, oriente, occidente y Norte):

Función: Coordinación de eventos³

1. El personal de C.A.L.L. informa oralmente las solicitudes de servicio abiertas para la zona centro al Coordinador.
2. El Coordinador asigna un Técnico de campo para la solicitud según disponibilidad, conocimiento y ubicación.
3. Seguimiento del evento.

Si no se puede llevar a cabo con éxito el evento, se identifican las causas y según sea el caso, se corrige cambiando al Técnico asignado, enviando instrumentos o equipos de repuesto.

4. Cierre del evento.

Función: Coordinación de Instalaciones

1. Se recibe la solicitud de instalación por parte del cliente a través de la página Web o por el correo electrónico del Coordinador de Región.
2. Se informa la personal de C.A.L.L. para que abran el ticket correspondiente.
3. El Coordinador asigna los Técnicos de campo conjuntamente con la Supervisión de Instalaciones.
4. Se verifica si los equipos y los materiales para la instalación se encuentran disponibles en la bodega o en la ciudad donde se va a instalar.

Si no hay equipos o materiales disponibles se solicitan al cliente o se realiza una orden de compra.

5. Coordinación del medio.
6. Coordinación con el cliente para la adecuación del lugar y disponibilidad de recursos donde se va a realizar la instalación.
7. Seguimiento de la instalación.
8. Cierre de la Instalación.

Función: Consolidación de eventos

1. Recopilación de los eventos mensuales
2. Elaboración del reporte, el cual se registra en un documento en Excel llamado "consolidado centro occidente mes (el correspondiente).xls", que contiene la siguiente información:
 - a. Ticket
 - b. Fecha
 - c. Ciudad

³ La validación corresponde a la persona que verifica que el evento si se realizo, esta persona puede ser el cliente o una persona del C.A.L.L.

- d. Actividad
- e. Cliente
- f. Validada por
- g. Ejecutada por
- h. Observaciones (Materiales adicionales en los cuales se incurrieron en el servicio).
- i. Valor del Servicio (Lista de precios con el cliente más el costo de materiales incurridos).

3. Elaboración de un cuadro resumen con los eventos realizados en el mes y su valor.

4. Reunión con el cliente para presentar el consolidado de eventos y elaborar el acta de consolidación de eventos.

5. Entrega de acta de consolidación de eventos a Coordinación Administrativa.

k) Ingenieros, tecnólogos, técnicos de campo y estudiante en práctica:

- Realizar las visitas correspondientes al sitio de instalación, para precisar los requerimientos de adecuaciones que se requieran.
- Verificar las condiciones del sitio para la instalación de los servicios.
- Realizar la configuración e instalación de los equipos.
- Realizar las actividades de mantenimiento correctivo y preventivo que defina el Gerente de Proyecto, al igual que las pruebas correspondientes de equipos y / o enlaces para verificar su estado.
- Diligenciar los formatos de cada visita y entrega de Equipos.

2. EVALUACIÓN DE CALIDAD

2.1 AUTOEVALUACIÓN DEL PERSONAL TÉCNICO

Con el fin de mejorar la calidad de los servicios de intelred S.A. se diseñó una autoevaluación para el diferente personal técnico y así cada uno encontrara sus fortalezas y debilidades y trabajar sobre estos resultados.

La autoevaluación⁴⁵ la presentaron 36 personas, las cuales son, coordinadores, supervisores, ingenieros, tecnólogos y técnicos. El formato está en anexo 1. Consta de 52 preguntas las cuales 44 son objetivas (medibles) y 8 preguntas abiertas.

Para llevar a cabo un análisis óptimo se decidió partir las 44 preguntas en varias secciones las cuales se explican a continuación:

1. De la 1 a la 12 sobre la Empresa
2. De la 13 a la 15 sobre los Conocimientos básicos
3. De la 16 a la 25 sobre los Equipos de Datos
4. De la 26 a la 37 sobre los Radioenlaces
5. La 38 sobre el Inglés
6. De la 41 a la 43 sobre la Experiencia
7. De la 49 a 51 sobre los Servicios de la empresa
8. Análisis de preguntas abiertas.

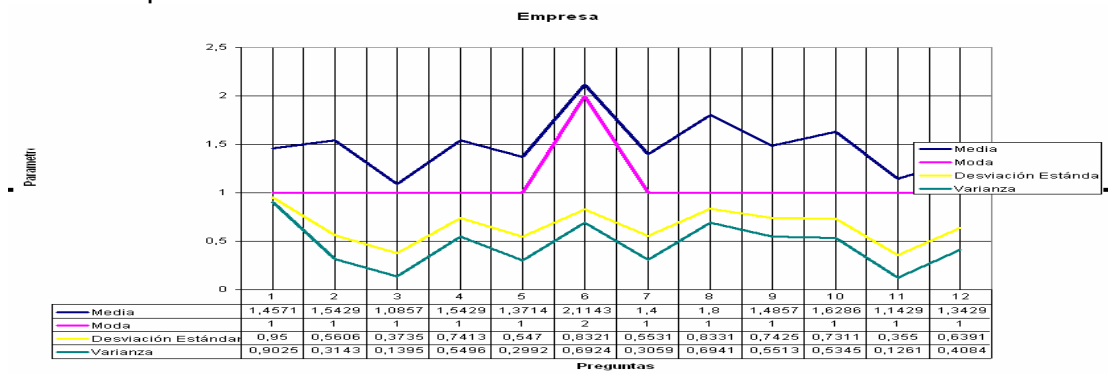
En las diferentes secciones se definieron los siguientes parámetros estadísticos: media, moda, desviación estándar y varianza.

⁴ Anexo 1

⁵ El formato de autoevaluación fue diseñado por el autor y revisado por el gerente de la empresa.

2.1.1 Análisis de los resultados

Empresa



Fuente: El autor

Figura 2 Resultados de la sección de empresa

En esta sección la calificación es de la siguiente manera

- Si: equivale 1
- Algunos: equivale a 2
- No: equivale 3
- Ns/nr: equivale 4

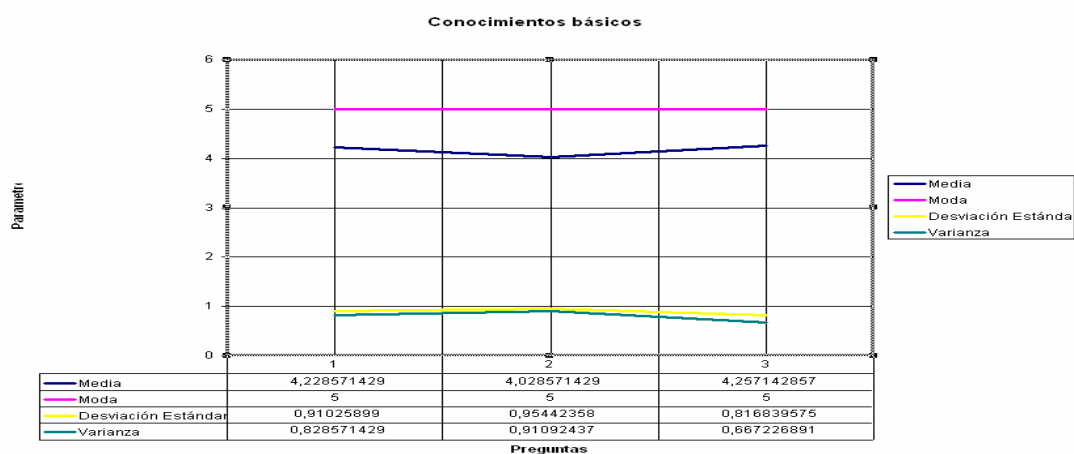
En las preguntas 1 a 5 los resultados satisfactorios por que la media es debajo de 1,5 y la moda 1, excepto la pregunta 4 que hace regencia a la estructura de la empresa su media fue de 1,55 y la desviación estándar de 0,74, esto significa que gran parte del personal no tiene claro cómo es la estructura organizacional en la cual trabaja.

La pregunta 6, ¿Conoce los ANS (acuerdos de nivel de servicio) pactados con cada cliente a nivel contractual? revela resultados preocupantes porque la mayoría no los conoce perfectamente, que solo conoce algunos y esto puede producir una baja calidad de la prestación del servicio por desinformación por parte del personal de campo.

La pregunta 8, la cual habla de las sanciones no revela los resultados esperados la media fue 1.8 eso significa que algo que debe saber todo el personal técnico no es así, esto puede traer como consecuencias multas, rompimiento de contratos y mala imagen en el medio de las telecomunicaciones.

Las preguntas 9 a 12 hacen referencia al apoyo de la empresa al personal técnico, los resultados son normales, es decir, son satisfactorios.

Conocimientos básicos teóricos



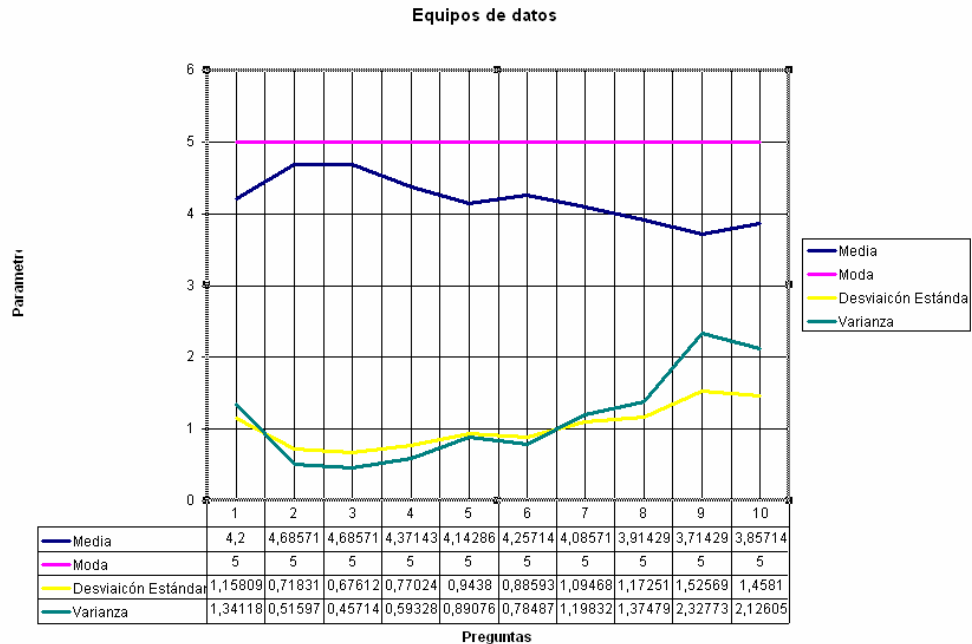
Fuente: El autor

Figura 3 Conocimientos básicos teóricos

Esta sección consta de 3 preguntas que hacen referencia a los conocimientos básicos de las redes de telecomunicaciones. Son las preguntas 13 a la 15. la calificación más alta es 5 y la mas baja 1.

Los resultados son aceptables pues desde el punto de vista teórico el personal técnico cree estar bien capacitado. La media estuvo por encima de 4 y la moda en 5, por otro lado la desviación estándar y la varianza están por debajo de 1, lo que quiere decir que no hay mucha divergencia en las respuestas.

Equipos de datos



Fuente: El autor

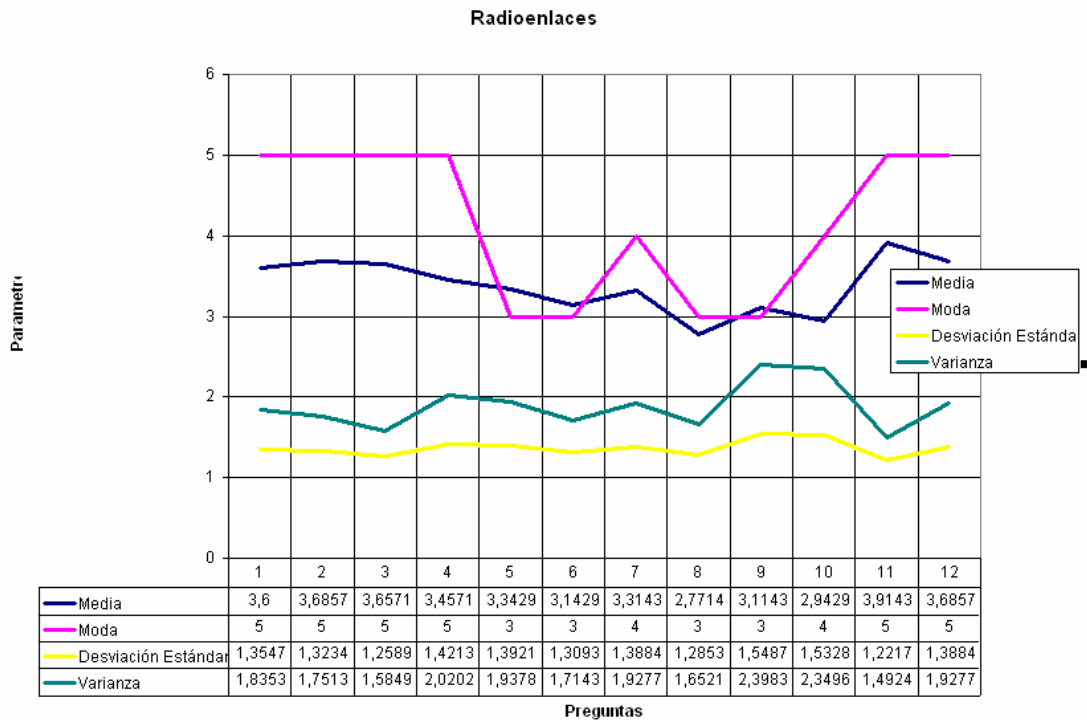
Figura 4 Equipos de datos

Esta sección tiene el mismo modelo de calificación de la sección anterior, y consta de 10 preguntas, son de la 16 a la 25. Las preguntas 16 a 18 (1-3 en la figura 4) hacen referencia a los conocimientos teóricos y prácticos, de los módem banda-base y los resultados fueron bastantes gratos. Las preguntas 19 a 21 (4-6 en la figura 4) hacen referencia a los *router* Cisco®, los resultados también fueron aceptables pero se considera que hay que trabajar en la parte teórica, por otro lado hay varios empleados que hacen el CCNA y las instalaciones que tengan que ver con *routers*, la recomendación es enviarlos a ellos.

Las preguntas 22-23 (7 y 8 en la figura 4), hacen referencia a los ADSL, aquí hay un detalle para analizar, a pesar que la media y la moda son altas, la desviación estándar y la varianza también lo son, esto quiere decir mucha gente domina el tema de ADSL, pero otra tanta no lo domina, se debería trabajar en esto porque esta tecnología está surgiendo con mucha fuerza.

Las preguntas 24-25 (9 y 10 en la figura 4), hacen referencia a los *drop and insert*, y refleja el mismo efecto de los ADSL.

Radioenlaces



Fuente: El autor

Figura 5 Radioenlaces

En esta sección 1 es la nota más baja y 5 la más alta. Cubre desde la pregunta 26 hasta la 37, y hace referencia de la tecnología de radio-enlaces que maneja la empresa.

Las preguntas 26 y 27 (1 y 2 en la figura 5) hacen referencia a la tecnología *spread spectrum*, a pesar de tener la moda en 5, tiene un promedio regular y una desviación estándar y varianza demasiado alta, la lectura que se le puede hacer es que gran parte del personal no conoce bien este tema el cual es bastante importante por que el mercado actual y en la empresa se llega a incrementar la demanda, debería tener el personal capacitado para responder. En las preguntas 28 y 29 (3 y 4 1 y 2 en la figura 5) se refieren a la VSAT y se puede hacer un análisis semejante al anterior.

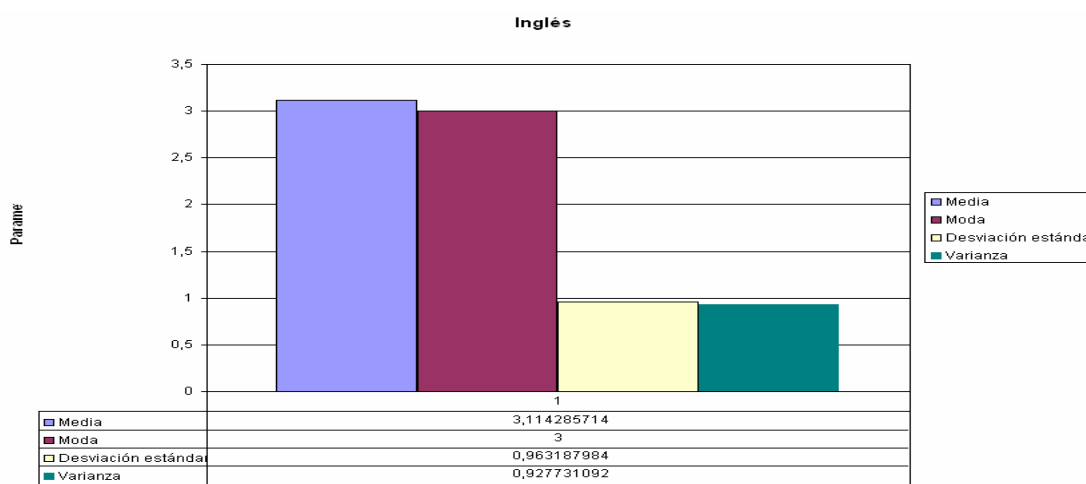
En las preguntas 30 a 33 (5 a 8 1 y 2 en la figura 5) hablan de la PDH y Fibra óptica, la media y la moda bajan considerablemente y las varianza y desviación estándar se mantienen, es decir poco personal domina estos temas.

Las preguntas 34 y 35 (9 y 10 1 y 2 en la figura 5) se reseñan la tecnología SDH, es donde el personal técnico cree tener mayor deficiencia, se debe trabajar en

este tema, porque es una tecnología moderna que está sustituyendo las PDH y la demanda de esta tecnología también está aumentando.

Las preguntas 36 y 37 (11 y 12 1 y 2 en la figura 5) se refieren a las LAN to LAN, muestra resultados aceptables, pero se necesita trabajar más en este tema pues es parte importante del portafolio de servicios de la empresas.

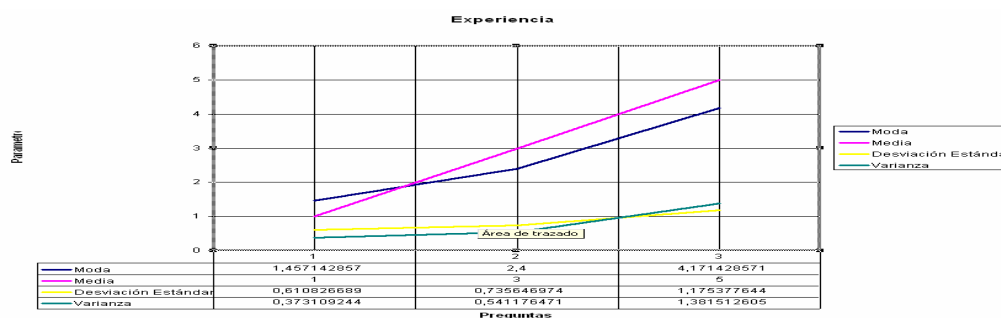
Inglés.



Fuente: El autor
Figura 6 Inglés

Esta sección solo consta de la pregunta 39 y los resultados son claros, la mayoría del personal considera que domina un inglés intermedio, la moda es 3 y la desviación estándar y varianza son inferiores a 1.

Experiencia



Fuente: El autor
Figura 7 Experiencia

Esta sección habla de la experiencia (preguntas 41-43) y se interpreta de la siguiente manera. La mayoría del personal ha trabajado en otras empresas de telecomunicaciones, tienen más de tres años de experiencia y tienen título de ingenieros y de técnicos.

Servicios.



Fuente: El autor

Figura 8. Servicios

Al personal técnico también se le preguntó acerca de la empresa y los servicios que presta y los resultados se pueden observar en la figura 8.

La pregunta 49 (1 en la figura 8) ¿Qué calificación le da a la calidad de los servicios que presta la empresa?, los resultados fueron buenos pues el promedio es 4,4 y la moda es 5, además la desviación estándar y la varianza son inferiores a 1.

La pregunta 50 (2 en figura 8) ¿Qué calificación le da al cumplimiento de los acuerdos de niveles de servicio pactados con los clientes?, el promedio estuvo por debajo de 4, la moda en 4 y la varianza altísima, esto se debió a que muchas personas se abstuvieron de contestar, y por otro lado refleja que algunas veces cuando un técnico hace un mantenimiento, no va lo suficientemente informado para realizarlo excelentemente.

La pregunta 51 (3 en figura 8), ¿Qué calificación le da a la infraestructura que posee la empresa para la prestación de los servicios?, el personal técnico piensa

que la empresa posee una buena infraestructura, pero no excelente, se podría mejorar un poco.

Análisis de las preguntas abiertas

En esta sección se hace un análisis general de las preguntas abiertas más importantes de la autoevaluación.

La pregunta 1.1 – enumere el portafolio de servicios de la empresa- la gran mayoría mencionó instalaciones y mantenimiento de equipos de redes de telecomunicaciones, porque a eso se reduce el trabajo del personal técnico.

La pregunta 45 - ¿Cuáles son sus debilidades de acuerdo con su conocimiento y experiencia?- la gran mayoría respondió que en radioenlaces y VSAT, resultado que es coherente con las respuestas de la sección de radioenlaces, también hubo personal que se siente débil en *routers*.

La pregunta 48 - ¿Qué capacitaciones requiere usted para mejorar su desempeño laboral?- esta pregunta se complementa con la 45, y la gran mayoría contestó que capacitaciones en radioenlaces, VSAT y *routers*.

La pregunta 52 – Propuesta para mejorar la empresa- los encuestados dieron toda clase de respuestas pero la mayoría cree que la empresa para mejorar debe mejorar la dotación de herramientas, celulares, portátiles y hacer más capacitaciones de nuevas tecnologías. También hubo algunos que propusieron mejorar el sueldo para aumentar los incentivos laborales y evitar la rotación de personal, porque eso a la larga le puede costar dinero a la empresa y empeorar su imagen.

2.2. EVALUACIÓN DE CALIDAD EXTERNA⁶

Con el principal objetivo de evaluar la imagen y la calidad de los servicios prestados por Intelred S.A. se diseñó una evaluación breve y concisa de la satisfacción del cliente, de la parte técnica y de los servicios la cual respondió Colombia Telecomunicaciones S.A. E.P.S por medio de Jairo Armando Quiroz cuyo cargo es el líder de aprovisionamiento corporativo.

En la parte que se refiere a satisfacción del cliente, los resultados son muy buenos pues Intelred tiene satisfecho al cliente y ha cumplido completamente con las expectativas.

⁶ El formato de evaluación externa se puede ver anexo 2

La evaluación técnica se puede dividir en dos partes; la primera parte es el desarrollo de la actividad o el evento que Intelred tenía que cumplirle a Telecom, los resultados en general fueron buenos. La segunda parte tiene que ver con los servicios de acuerdo con la tecnología y se describirán detalladamente los resultados a continuación:

SERVICIOS	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENA	EXCELENTE	N.A.
Solución de Módems banda-base y xDSL			X		
Soluciones con <i>routers</i>			X		
Soluciones de acceso con fibra óptica			X		
Soluciones Inalámbricas PDH		X			
Soluciones Inalámbricas SDH		X			
Soluciones LAN to LAN			X		
Soluciones Inalámbricas <i>Spread spectrum</i>		X			
Soluciones VSAT			X		
Redes LAN			X		

Tabla 1 Resultado de la evaluación externa

La última parte de la evaluación consiste en la evaluación de los servicios y los resultados se pueden considerar como buenos y el ingeniero Quiroz recomienda a Intelred S.A. para prestarle el servicio a otras empresas de telecomunicaciones por que según él, tiene buena cobertura y los procesos son excelentes.

Para un mejor análisis se adjuntará en el anexo 2 la evaluación que presentó el ingeniero Jairo Quiroz para la evaluación de calidad técnica de la empresa.

3. MANUALES

Intelred S.A. es una empresa especializada en el campo de las telecomunicaciones, la cual actualmente tiene el contrato para realizar las instalaciones y mantenimientos de los equipos de última milla de los clientes de Colombia Telecomunicaciones S.A.

Para entender mejor la función de Intelred S.A. se definió que es un equipo de última milla o último kilómetro. Un equipo de última milla son aquellos equipos que hacen parte de la WAN que van desde la LAN del cliente hasta el equipo de transmisión de datos.

Estos equipos básicamente son de dos ramas, los que van por par de cobre y los que van por radio. Los que van por par de cobre son el Módem de par de cobre (Adtran), Módem ADSL (Huawei), y los equipos que van por radio, es decir, vía inalámbrica son los *spread spectrum* (cykink) y los VSAT (DW1000, gilat)

Para capacitar al personal técnico de la manera más económica posible se decidió diseñar una serie de manuales de las tecnologías más utilizadas en las diferentes actividades que Intelred S.A. le presta a Colombia Telecomunicaciones S.A.

Los manuales que se diseñaron se presentarán a continuación.

3.1 ESTUDIOS DE SITIO

3.1.1 Equipos para los estudios de sitio

Para realizar un adecuado estudio de sitio se sugiere tener los siguientes materiales: un mapa topológico del área, un mapa urbano del área, un compás, un metro, un multímetro, un GPS, binoculares, cámara digital, formato de estudios de sitio y un analizador de espectros.

Para realizar el estudio de sitio se tendrán en cuenta tres fases: el estudio preliminar, el estudio físico y el estudio de las radiofrecuencias.

Estudio preliminar

El estudio preliminar es necesario para estar preparado antes de ir al lugar de la potencial instalación.

Pasos para realizar el estudio preliminar

- En el mapa topográfico ubicar los 2 lugares trazar una línea recta y medir la distancia, para poder determinar el equipo apropiado para hacer la instalación.
- En el mapa urbano determinar los posibles obstáculos (edificios y torres de radiofrecuencia) entre los dos sitios del enlace.
- Determinar si entre los dos obstáculos hay: colinas o montañas; lagos o ríos, el pueden provocar reflexión de la señal y degenerarla.
- Si hay obstáculos, determine la zona de *fresnel* para comparar la viabilidad del enlace.
- Llene el formato de los estudios de sitio.

Estudio físico

El principal objetivo del estudio físico es repasar los dos sitios en los cuales se van a montar los enlaces y anotar los resultados en el formato de estudio de sitio.

Pasos para realizar el estudio de sitio.

- Con las lecturas del compás tomadas en la fase anterior, ubicar la antena en el *azimuth* (posición horizontal), la cara de la antena debe apuntar hacia la cara de la otra antena en la torre.
- Utilizando binoculares ubicar los obstáculos, árboles, edificios altos y otras torres de radiofrecuencia u marcarlos en el mapa urbano.
- Para la ubicación de la antena, debe estar por encima de todos los obstáculos y tener en cuenta la zona de *fresnel*.
- Al ubicar la antena, tener en cuenta que este lo suficientemente alejados de las líneas de alta tensión para evitar el riesgo de descargas eléctricas.
- Los cables que van dentro de un cuarto, asegurarse que este lo suficientemente cerrado para evitar que le entre interferencia a los cables del enlace.
- Tomar la medida del cable que iría desde la antena hasta los equipos del cuarto (IDU), verificar que cumplan con sus normas técnicas y anotar en el formato del estudio de sitio.
- Determinar la conexión a tierra por que la antena debe ir aterrizada.
- Con el multímetro hallar la resistencia de la tierra, esta debe marcar menos de 1 Ohm.
- Si la ubicación es viable para la instalación del enlace continúe con la instalación, de lo contrario interrumpa el estudio de sitio.

Estudio de radiofrecuencias

El estudio de radiofrecuencias se realiza para examinar el ambiente inalámbrico de los lugares donde se van a montar los enlaces y determinar el canal de frecuencia mas adecuado, esto se hará con el analizador de espectros.

Es aconsejable familiarizarse con el analizador de espectros antes de ir al lugar, pues se ahorra tiempo y se mejora la eficiencia de la actividad.

Realizar l estudio de radiofrecuencias en los 2 lugares donde se quiera hacer la instalación. Hacer el estudio en la parte del día donde hay más trafico electromagnético para juzgar mejor el peor de los casos el tráfico de señal, hacerlo entre 2 y 4 horas.

Los objetivos del estudio de sitio son:

- Adquirir una grafica de todo el conjunto de frecuencias donde se quiera instalar el enlace
- Realizar una medida y un mapeo de las frecuencias y de los noveles de las señales presentes, especialmente con la que están en el rango de interés.
- Encontrar la mejor polarización de la antena.
- Encontrar un canal limpio el cual sea el mejor para montar el enlace de microondas.

Una vez terminadas estas fases y llenado el formato de estudios de sitios se concluye la actividad.

Propuesta de formato de estudio de sitio

dirección del sitio			
propietario del sitio			
administrador del sitio		tel/e-mail	
nombre del topógrafo		tel/e-mail	
existe equipo inalámbrico		existe localización antena	
nueva localización equipo		fuerza de voltaje	
medida del camino del cable		despeje zona de fresnel	
altura del techo		acceso del techo	
localización de la antena		altura de antena de la tierra	
obstáculos cercanos		distancia de los obstáculos	
tipo de cable		entrada del cable	
ruta del cable			
localización de la tierra		distancia del cable de tierra	
evaluación del sitio	bueno	aceptable	no aceptable
Comentarios y recomendaciones			
descripción de problemas			

Adjuntar graficas

Adjuntar fotografías

Formato del estudio de radiofrecuencias

formato de estudio de radio frecuencias

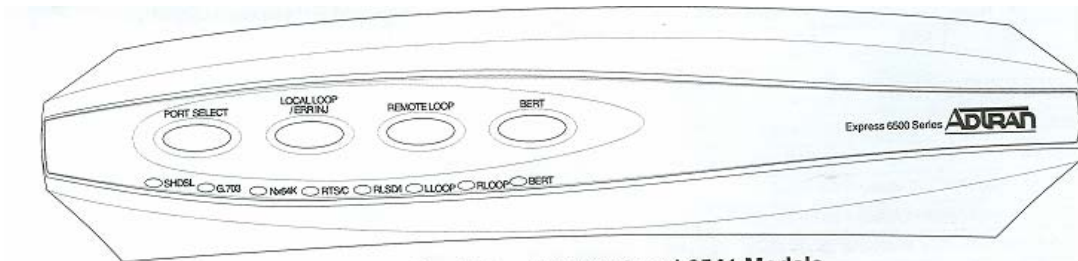
Fecha		realizado por:	
frecuencia MHz	dirección antena	nivel de interfase	observación
2400			
2410			
2420			
2430			
2440			
2450			
2460			
2470			
2480			
2490			
5700			
5710			
5720			
5730			
5740			
5750			
5760			
5770			
5780			
5790			
5800			
5810			
5820			
5830			
5840			
5850			
5860			
5870			

3.2 MODEM

Instalación y Configuración del módem 6540

Descripción física de los paneles del módem

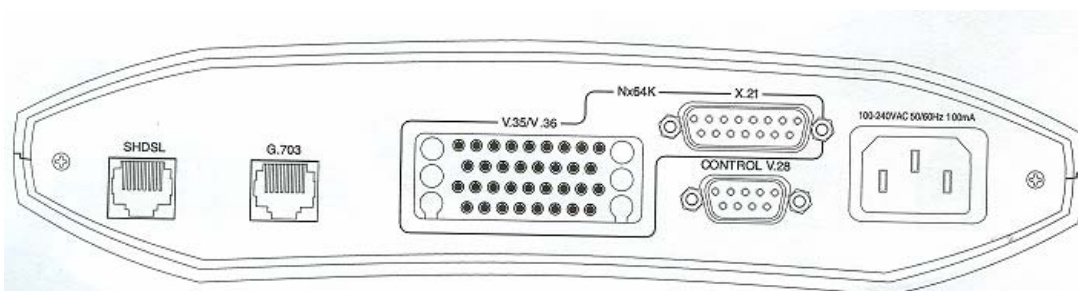
Los módem Adtran son los dispositivos mas utilizados como NTU y LTU en las últimas millas de empresas de telecomunicaciones Colombia Telecomunicaciones S.A. y a continuación se explicará como se instala y se configura.



Front Panel for 6540 and 6541 Models

Fuente: Manual módems Adtran

Figura 9 Vista frontal del módem Adtran



Rear Panel for Model 6540 AC Powered

Fuente: Manual módems Adtran

Figura 10 Vista posterior del módem Adtran

Descripción del panel frontal (Figura 9)

Botones	Descripción
PORT SELECT	Presionando el botón SELECT seleccionara secuencialmente puertos activos en el siguiente orden: Nx64, G.703, SHDSL y el ciclo regresa a "no port".
LOCAL LOOP ERR INJ	Si un puerto es seleccionado y un BERT no está en progreso, luego presionando el botón iniciará o terminará un <i>loop</i> local en el puerto seleccionado. Si BERT está en progreso presionando el botón inyectará errores.
REMOTE LOOP	Si SHDSL es seleccionado, luego presionando el botón remueve o pone un <i>loop</i> remoto en el puerto. Si el puerto Nx64 o G.703 es seleccionado, luego presionando el botón removerá o pondrá un <i>loop</i> remoto en estos puertos
BERT	si el puerto es seleccionado y no hay local <i>loops</i> , presionando el botón inicia o Para un BERT en el puerto seleccionado.

Tabla 2 Funcionalidad de los botones del panel frontal

Descripción de los LED del panel frontal (figura 9)

LED	APAGADO	VERDE	AMARILLO	ROJO
SHDSL	módem apagado	Puerto trabajando sin alarma	puerto trabajando con alarma menor	puerto sin trabajar en condición de alarma mayor
G.703	Puerto no activo	Puerto trabajando sin alarma	puerto trabajando con alarma menor	puerto sin trabajar en condición de alarma mayor
Nx64k	Puerto no activo	Puerto trabajando sin alarma	N/A	puerto sin trabajar en condición de alarma mayor
RTS/C	Nx 64 no activo o DTE esta apagado	Línea del DTE on	N/A	N/A
RDLS/I	Nx 64 no activo o DcE esta apagado	Línea del DCE on	N/A	N/A
LLOOP	loop local no activo	N/A	loop local activo	cuando el puerto no es seleccionado un loop local es activado
RLOOP	loop remoto no activo	N/A	loop remoto activo	cuando el puerto no es seleccionado un loop remoto es activado
BERT	BERT no activo	BERT Activado	BERT Con intermitencias	BERT con errores

Tabla 3 Funcionalidad de los LED del panel frontal

Descripción física de los puertos de la parte posterior

PANEL POSTERIOR (fig. 10)		
Descripción	Conectores	Sello
SHDSL port	RJ-45 (135 Ohm, 2-alambres o 4 alambres)	SDHSL
G.703 port	RJ-45 (75 Ohm)	G.703
Nx64 Port	M34 Winchester 34-pin Hembra	V.35/V.36
Gestión	DB-9 hembra	control V.28
Power	IEC-320 (AC)	100-240 VAC 50/60 100mA

Tabla 4 Conectores del panel posterior

Configuración

Para realizar la configuración se seguirán los siguientes pasos:

Pasos a seguir en el momento de la instalación

1. Conectar cada uno de los módems
2. Programarlos según los requerimientos del cliente
3. Hacer una prueba back-to-back en el Nodo
4. Llevar el módem del lado Cliente
5. Hacer una prueba de BERT

Pasos para la instalación y configuración de los módem Adtran

Conectar cada uno de los módems

Los módems Adtran series 6530 y 6540 trabajan con voltajes desde 90 VAC hasta 240 VAC a frecuencias de 50 Hz o 60 Hz. También pueden trabajar a -48 VDC.

Programarlos según los requerimientos del cliente.

Para hacer la programación de los módems, debemos familiarizarnos con las funciones y características. Los módems Adtran, son usados para transportar datos sobre los pares de cobre y proporciona interfaces para los servicios G.703 y Nx64, por lo tanto, estas son las dos características que se deben tener en cuenta para la programación.

En la parte posterior de los módems, se conecta un cable serial en el puerto de control (V.28) para tener acceso a la programación. Se puede utilizar un programa llamado Tera Term Pro o usando el Hyper Terminal.

Cuando se usa el Tera Term Pro, solo se ingresa el número del puerto serial del PC que se está utilizando. Cuando se usa el Hyper Terminal, la conexión se debe programar con las siguientes características: 9600 en la tasa de transferencia, con 8 bits de datos, 1 bit de parada, sin paridad y sin control de flujo.

Después de realizar la conexión, se empieza por programar el equipo que va a quedar ubicado en el lado Nodo.

- a) En el menú principal se escoge la opción 2 (*Provisioning*), luego la opción 1 (*Unit Options*), luego la opción 1 (*Unit Mode*) y se escoge la opción 2 (LT).
- b) Para regresar al menú principal solo se oprime la tecla Esc tantas veces como sea necesario.
- c) En el menú principal se escoge la opción 2 (*Provisioning*), luego la opción 4 (*Circuit ID*) y se ingresa el nombre del cliente.
- d) En el menú principal se escoge la opción 2 (*Provisioning*), luego la opción 5 (*Circuit ID*) y se ingresa la hora y la fecha.
- e) En el menú principal se escoge la opción 2 (*Provisioning*), luego la opción 2 (*SHDSL Options*), luego la opción 1 (*Interface Mode*), y se escoge la opción 1 que indica 2 *wire* si va por un par o 4 *wire* si va por 2 pares.
- f) En el menú principal se escoge la opción 2 (*Provisioning*), luego la opción 1 (*Unit Options*), luego la opción 2 (*Cross-Connect Map*) y se programan los *time slots* de las tramas que se van a transmitir.

El canal puede ser entregado por la *interface* Nx64 o por la *interface* G.703, y puede tener velocidades de múltiplos de 64 Kbps llegando hasta 2.048 Mbps. Cada *time slot* representa una velocidad de 64 Kbps.

Si el E1 es entregado en V.35, la programación es la siguiente:

```

Unit Mode: LT                               18-May-05 00:34:10
Circuit ID:                               Terminal Mode: Local

                                Cross-Connect Map
                                SHDSL Timeslots
TS0 = 33 TS12 = 33 TS24 = 33      TS0 = 0  TS12 = 0  TS24 = 0
TS1 = 33 TS13 = 33 TS25 = 33      TS1 = 0  TS13 = 0  TS25 = 0
TS2 = 33 TS14 = 33 TS26 = 33      TS2 = 0  TS14 = 0  TS26 = 0
TS3 = 33 TS15 = 33 TS27 = 33      TS3 = 0  TS15 = 0  TS27 = 0
TS4 = 33 TS16 = 33 TS28 = 33      TS4 = 0  TS16 = 0  TS28 = 0
TS5 = 33 TS17 = 33 TS29 = 33      TS5 = 0  TS17 = 0  TS29 = 0
TS6 = 33 TS18 = 33 TS30 = 33      TS6 = 0  TS18 = 0  TS30 = 0
TS7 = 33 TS19 = 33 TS31 = 33      TS7 = 0  TS19 = 0  TS31 = 0
TS8 = 33 TS20 = 33 TS32 = NA       TS8 = 0  TS20 = 0
TS9 = 33 TS21 = 33 TS33 = NA       TS9 = 0  TS21 = 0
TS10 = 33 TS22 = 33 TS34 = NA      TS10 = 0 TS22 = 0
TS11 = 33 TS23 = 33 TS35 = NA      TS11 = 0 TS23 = 0

                                G.703 Timeslots

Timeslot Assignments                Commands
D. Idle                            A. Apply New Map   G. Full G.703 Service
1.-31. G.703 Service 1-31          C. Cancel Changes M. Full Nx64K Service
32. G.704 Frame                    Z. Zero New Map   Tab. SHDSL or G.703 Timeslots
33. Nx64K Service                  Movement Keys: U. Up D. Down L. Left R. Right
                                G.704 Framing = NA

```

Fuente: El Autor

Figura 11 Mapa de un E1 de datos en lado nodo o LT

Si el E1 es entregado en G.703, la programación es la siguiente:

```

Unit Mode: LT                               18-May-05 00:38:33
Circuit ID:                               Terminal Mode: Local

                                Cross-Connect Map
                                SHDSL Timeslots
TS0 = 1  TS12 = 1  TS24 = 1      TS0 = 1  TS12 = 1  TS24 = 1
TS1 = 1  TS13 = 1  TS25 = 1      TS1 = 1  TS13 = 1  TS25 = 1
TS2 = 1  TS14 = 1  TS26 = 1      TS2 = 1  TS14 = 1  TS26 = 1
TS3 = 1  TS15 = 1  TS27 = 1      TS3 = 1  TS15 = 1  TS27 = 1
TS4 = 1  TS16 = 1  TS28 = 1      TS4 = 1  TS16 = 1  TS28 = 1
TS5 = 1  TS17 = 1  TS29 = 1      TS5 = 1  TS17 = 1  TS29 = 1
TS6 = 1  TS18 = 1  TS30 = 1      TS6 = 1  TS18 = 1  TS30 = 1
TS7 = 1  TS19 = 1  TS31 = 1      TS7 = 1  TS19 = 1  TS31 = 1
TS8 = 1  TS20 = 1  TS32 = NA       TS8 = 1  TS20 = 1
TS9 = 1  TS21 = 1  TS33 = NA       TS9 = 1  TS21 = 1
TS10 = 1 TS22 = 1  TS34 = NA       TS10 = 1 TS22 = 1
TS11 = 1 TS23 = 1  TS35 = NA       TS11 = 1 TS23 = 1

                                G.703 Timeslots

Timeslot Assignments                Commands
D. Idle                            A. Apply New Map   G. Full G.703 Service
1.-31. G.703 Service 1-31          C. Cancel Changes M. Full Nx64K Service
32. G.704 Frame                    Z. Zero New Map   Tab. SHDSL or G.703 Timeslots
33. Nx64K Service                  Movement Keys: U. Up D. Down L. Left R. Right
                                G.704 Framing = Unframed

```

Fuente: Manual módems Adtran

Figura 12 Mapa de un E1 de voz en lado nodo o LT

- g) En el menú principal se escoge la opción 2 (*Provisioning*), luego la opción 1 (*Unit Options*), luego la opción 3 (*LT Mode Clock Source*) y se escoge la opción 2 (Nx64 ETC) si el canal es entregado en V.35 o la opción 3 (*G.703 RX Clock*) si el canal es entregado en G.703.

Antes de salir del *cross connection map* pulse la tecla A para que salve los cambios

El siguiente paso es programar el módem que va a quedar ubicado en el lado cliente, para esto, se ingresa por consola al otro módem y se siguen los siguientes pasos:

- a) En el menú principal se escoge la opción 2 (*Provisioning*), luego la opción 4 (*Circuit ID*) y se ingresa el nombre del cliente.

- b) En el menú principal se escoge la opción 2 (*Provisioning*), luego la opción 5 (*Circuit ID*) y se ingresa la hora y la fecha.
- c) En el menú principal se escoge la opción 2 (*Provisioning*), luego la opción 2 (*SHDSL Options*), luego la opción 1 (*Interface Mode*), y se escoge la opción 1 que indica 2 *wire* si es a 2 alambres o 4-*wire* si es a 4 alambres.
- d) En el menú principal se escoge la opción 2 (*Provisioning*), luego la opción 1 (*Unit Options*), luego la opción 2 (*Cross-Connect Map*) y se programan los *time slots* de las tramas que se van a transmitir.
- e) El canal se puede entregar por la *interface Nx64* o por la *interface G.703*, y se debe programar a la misma velocidad con que fue programado el módem del lado Nodo.

Si el E1 se va a entregar por V.35, la programación es la siguiente:

```

Unit Mode: NT                                     18-May-05 00:40:23
Circuit ID:                                       Terminal Mode: Local

                                Cross-Connect Map
                                SHDSL Timeslots   G.703 Timeslots
TS0 = 33  TS12 = 33  TS24 = 33  TS0 = 0   TS12 = 0  TS24 = 0
TS1 = 33  TS13 = 33  TS25 = 33  TS1 = 0   TS13 = 0  TS25 = 0
TS2 = 33  TS14 = 33  TS26 = 33  TS2 = 0   TS14 = 0  TS26 = 0
TS3 = 33  TS15 = 33  TS27 = 33  TS3 = 0   TS15 = 0  TS27 = 0
TS4 = 33  TS16 = 33  TS28 = 33  TS4 = 0   TS16 = 0  TS28 = 0
TS5 = 33  TS17 = 33  TS29 = 33  TS5 = 0   TS17 = 0  TS29 = 0
TS6 = 33  TS18 = 33  TS30 = 33  TS6 = 0   TS18 = 0  TS30 = 0
TS7 = 33  TS19 = 33  TS31 = 33  TS7 = 0   TS19 = 0  TS31 = 0
TS8 = 33  TS20 = 33  TS32 = NA   TS8 = 0   TS20 = 0
TS9 = 33  TS21 = 33  TS33 = NA   TS9 = 0   TS21 = 0
TS10 = 33 TS22 = 33  TS34 = NA   TS10 = 0  TS22 = 0
TS11 = 33 TS23 = 33  TS35 = NA   TS11 = 0  TS23 = 0

Timeslot Assignments                               Commands
D. Idle                                             A. Apply New Map   G. Full G.703 Service
1.-31. G.703 Service 1-31 C. Cancel Changes M. Full Nx64K Service
32. G.704 Frame                                         Z. Zero New Map   Tab. SHDSL or G.703 Timeslots
33. Nx64K Service                                       Movement Keys: U. Up D. Down L. Left R. Right
G.704 Framing = NA

```

Fuente: Manual módems Adtran

Figura 13. Mapa de E1 de datos en el lado cliente o NT

Si el E1 se va a entregar en G.703, la programación es la siguiente:

```

Unit Mode: NT                                     18-May-05 00:41:51
Circuit ID:                                       Terminal Mode: Local

                                Cross-Connect Map
                                SHDSL Timeslots
                                G.703 Timeslots
TS0 = 1 TS12 = 1 TS24 = 1 TS0 = 1 TS12 = 1 TS24 = 1
TS1 = 1 TS13 = 1 TS25 = 1 TS1 = 1 TS13 = 1 TS25 = 1
TS2 = 1 TS14 = 1 TS26 = 1 TS2 = 1 TS14 = 1 TS26 = 1
TS3 = 1 TS15 = 1 TS27 = 1 TS3 = 1 TS15 = 1 TS27 = 1
TS4 = 1 TS16 = 1 TS28 = 1 TS4 = 1 TS16 = 1 TS28 = 1
TS5 = 1 TS17 = 1 TS29 = 1 TS5 = 1 TS17 = 1 TS29 = 1
TS6 = 1 TS18 = 1 TS30 = 1 TS6 = 1 TS18 = 1 TS30 = 1
TS7 = 1 TS19 = 1 TS31 = 1 TS7 = 1 TS19 = 1 TS31 = 1
TS8 = 1 TS20 = 1 TS32 = NA TS8 = 1 TS20 = 1
TS9 = 1 TS21 = 1 TS33 = NA TS9 = 1 TS21 = 1
TS10 = 1 TS22 = 1 TS34 = NA TS10 = 1 TS22 = 1
TS11 = 1 TS23 = 1 TS35 = NA TS11 = 1 TS23 = 1

Timeslot Assignments                               Commands
D. Idle                                             A. Apply New Map G. Full G.703 Service
1.-31. G.703 Service 1-31 C. Cancel Changes N. Full Nx64K Service
32. G.704 Frame Z. Zero New Map Tab. SHDSL or G.703 Timeslots
33. Nx64K Service Movement Keys: U. Up D. Down L. Left R. Right
G.704 Framing = Unframed

```

Fuente: Manual módems Adtran
Figura 14 Mapa de E1 de voz en el lado cliente o NT

Hacer un *back-to-back* en el Nodo

Después de tener programados los módems, se realiza una pequeña prueba conectando los dos módems en el nodo. Para la prueba se necesita un cable directo que es conectado en el puerto SHDSL de ambos módems. Se debe observar que el LED que indica SHDSL debe cambiar de rojo a verde después de aproximadamente 50 segundos. Si el LED no se pone en verde, se debe revisar la configuración de los módems.

El módem configurado como LT se conecta a transmisión. Si se conecta por V.35, los LEDs Nx64K, RTS/C y RLSD/I deben estar en verde. Y si se conecta por G.703 se debe observar el LED G.703 en verde. Si los LEDs anteriormente nombrados no están en verde, se tiene que revisar la configuración

Llevar el módem del lado Cliente

Después que los módems están configurados, se conectan por medio del par de cobre. En el puerto SHDSL se usan los pines 4 y 5 del conector RJ-45 para 2 alambres y los pines 1,2,4 y 5 para 4 alambres.

Primero se conecta el par de cobre al módem configurado como LT, luego, el módem configurado como NT se lleva al cliente y se ubica en el salón de equipos, se conecta el par de cobre y se energiza. Nuevamente, el LED que indica SHDSL debe pasar de rojo a verde después de aproximadamente 50 segundos. Si esto no ocurre, se deben revisar los conectores, los puentes y el par de cobre.

Se deben tener en cuenta las distancias máximas alcanzadas por el par de módems Adtran.

- 192 Kbps 5.700 Km.
- 256 Kbps 5.000 Km.
- 384 Kbps 4.400 Km.
- 512 Kbps 4.100 Km.
- 768 Kbps 3.800 Km.
- 1024 Kbps 3.500 Km.
- 2048 Kbps 2.600 Km.

Hacer una prueba de BERT desde el software del módem

Cuando los módems están listos, se debe hacer una prueba de BERT por aproximadamente 20 minutos para garantizar la calidad del el enlace.

- a) En el menú principal se escoge la opción 4 (*Test*), luego la opción 2 (*SHDSL Remote Loopback*), luego la opción 1 (*Dual Sided*).
- b) En el menú principal se escoge la opción 4 (*Test*), luego la opción 3 (*SHDSL BERT*), luego la opción 1 (*Start*) y se observan los errores que hay en la prueba (xxxx).

Los errores en la prueba tienen que ser cero. Si hay errores en la prueba se deben revisar las conexiones, los puentes, el par de cobre y el aislamiento.

Para normalizar el canal se siguen los siguientes pasos:

- a) En el menú principal se escoge la opción 4 (*Test*), luego la opción 3 (*SHDSL BERT*), luego la opción 2 (*Stop*).
- b) En el menú principal se escoge la opción 4 (*Test*), luego la opción 2 (*SHDSL Remote Loopback*), luego la opción 1 (*Dual Sided*).

3.3 EL ROUTER

3.3.1 Definición⁷

El **router** (**enrutador**) es un dispositivo hardware o software de interconexión de redes de ordenadores/computadoras que opera en la capa 3 (nivel de red) del modelo OSI. Este dispositivo interconecta segmentos de red o redes enteras. Hace pasar paquetes de datos entre redes tomando como base la información de la capa de red.

El *router* toma decisiones lógicas con respecto a la mejor ruta para el envío de datos a través de una red interconectada y luego dirige los paquetes hacia el

⁷ www.wikipedia.org/wiki/router

segmento y el puerto de salida adecuados. Sus decisiones se basan en diversos parámetros. Una de las más importantes es decidir la dirección de la red hacia la que va destinado el paquete (En el caso del protocolo *IP* esta sería la dirección *IP*). Otras decisiones son la carga de tráfico de red en los distintos interfaces de red del *router* y establecer la velocidad de cada uno de ellos, dependiendo del protocolo que se utilice.

Los ***broadcast***, o difusiones, se producen cuando una fuente envía datos a todos los dispositivos de una red. En el caso del protocolo *IP*, una dirección de *broadcast* es una dirección compuesta exclusivamente por números unos (1) en el campo del *host* (para la dirección *ip* en formato binario de modo que para una máscara de red 255.255.255.0 la dirección de *broadcast* para la dirección 192.168.0.1 sería la 192.168.0.255 o sea xxxxxxxx.xxxxxxxx.xxxxxxxx.11111111).

Los protocolos de enrutamiento son aquellos protocolos que utilizan los *routers* para comunicarse entre sí y compartir información que les permita tomar la decisión de cual es la ruta mas adecuada en cada momento para enviar un paquete. Los protocolos mas usados son *RIP* , *OSPF*, y *BGP* (v4), que se encargan de gestionar las rutas de una forma dinámica. aunque no es estrictamente necesario que un *router* haga uso de estos protocolos, pudiéndosele indicar de forma estática las rutas (camino a seguir) para las distintas subredes que estén conectadas al dispositivo.

3.3.2 Apariencia física

En la figura 15 se puede observar el panel frontal de un *router* cisco 1700 series, en esencia todos los *routers* cumplen la misma función, lo que varían es el tipo de configuración o en la capacidad de procesamiento de paquetes.



Fuente:El Autor

Figura 15 Vista Frontal del router Cisco 1700 Series



Fuente: El autor

Figura 16 Vista posterior del *router* Cisco 1700 Series

En la parte posterior es la parte en donde van conectados las diferentes interfaces (*fastethernet, serial, auxiliar, consola*)

- **Fastthernet:** este puerto es un *jack* RJ-45 hembra, el cual usualmente es utilizado para conectar el *router* a la LAN de la oficina o empresa. Se conecta por un cable directo a un *switch* o un cruzado a un PC o *host*
- **Serial:** puerto(s) utilizados generalmente para conectar la WAN al *router*. En los *router* cisco utiliza un conector. llamado *Smart serial*, el cual es propietario de cisco (generalmente cada fabricante usa un puerto serial propietario), según el modelo del *router*, este tiene la capacidad de conectar puertos seriales.
- **Auxiliar:** este puerto también es un *jack* RJ-45 Hembra, y su función es formar un canal de *backup*, para respaldar una caída de uno puerto WAN.
- **Consola:** este puerto al igual que el *fastethernet* y el *auxiliar*, es un *jack* RJ-45 y su función es gestionar el *router*, por medio de un cable transpuesto y un PC

3.3.3 Fundamentos de un *router*

La descripción de los fundamentos de un *router* serán basados en los *routers* marca Cisco.

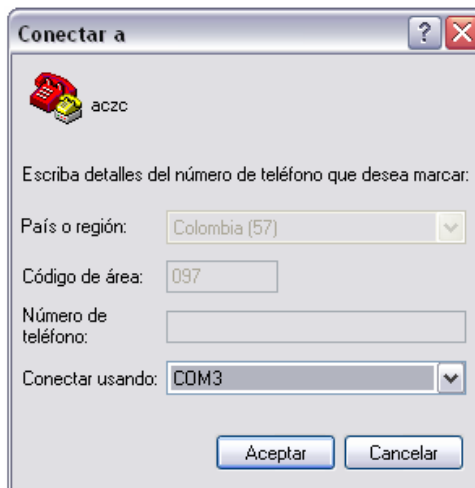
Gestionamiento del *router*

Para gestionar el *router* se realiza por *hyperterminal*, se necesita un cable de consola transpuesto (*rollover*), el cual va conectado al puerto del *router* Console y al puerto serial del PC.

Una vez conectado el cable, se ingresa al programa *hyperterminal*.

1. Se le da un nombre a la conexión y se elige el icono

2. se escoge el puerto serial al cual se conecta el cable. Ver figura 16.

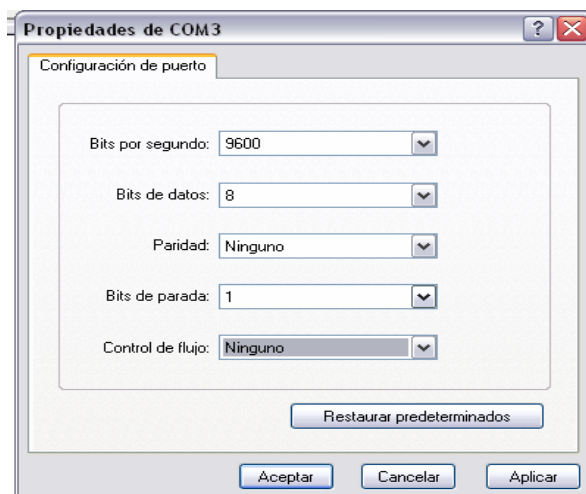


Fuente: Manual módems Adtran

Figura 17 Puerto serial por el que se gestiona el router

3. propiedades del COM 3: se debe configurar con los siguientes parámetros

- a. Bits por segundo a 9600
- b. Bits de datos a 8
- c. Paridad ninguno
- d. Bit de parada a 1
- e. Control de flujo a ninguno



Fuente: Manual módems Adtran

Figura 18 Propiedades del puerto serial

Una vez terminada la configuración del puerto ya se puede acceder a realizar la configuración del *router*.

Configuración

Después de establecer la conexión se deben seleccionar un de varios modos. Dichos modos interpretan los comandos que se escriben y llevan a cabo las operaciones. Existen 2 modos:

- Modo usuario
- Modo privilegiado

Modo usuario

Un usuario entra automáticamente en el modo EXEC de usuario nada más conectarse al *router*. El modo usuario es un examen limitado del *router*.

Modo privilegiado

El modo EXEC privilegiado ofrece un examen detallado del *router* y permite introducir cambios en la configuración del mismo. Para acceder al modo de configuración se escribe **enable**.

```
Router>enable
```

```
Router#
```

El símbolo # significa que está en *enable*.

Modos de configuración del router

Los comandos de configuración global se utilizan en un *router* para aplicar las sentencias de configuración que afectan al sistema en su totalidad. Se escribe **configure** en el modo privilegiado para ingresar al modo de configuración global. Luego pulse enter.

```
Router#configure terminal
```

```
Router(config)#
```

Configuración	Indicador del modo
Interfaz	Router(config-if)#
Subinterfaz	Router(config-subif)#
Controlador	Router(config-controller)#
lista de asignación	Router(config-map-list)#
Clase de asignación	Router(config-map-class)#
Línea	Router(config-line)#
<i>Router</i>	Router(config-router)#
<i>Router</i> IPX	Router(config-ipx-router)#
Asignación de la ruta	Router(config-route-map)#

Tabla 5 Modos de configuración del *router*

Para devolver al paso anterior, se escribe **exit**.

```
Router#configure terminal
Router(config)# int fa 0/0
Router(config-if)#exit
Router(config)#exit
Router#exit
Router>
```

El comando **configure terminal** permite la configuración desde el terminal de consola.

Configuración de un nombre del *router*.

El darle un nombre ayuda a una mejor administración de la red al identificar unívocamente cada uno de los *routers* de la red. El nombre del router se conoce como el nombre de *host* y se visualiza como indicador del sistema.

```
Router>enable
Router#configure terminal
Router(config)#hostname Bogotá
Bogotá(config)#exit
Bogotá#
```

En el modo de configuración global se escribe **hostname** y al lado el nombre que se desee darle al *router*, luego se pulsa enter.

Configuración de contraseñas del *router*.

Un *router* puede ser asegurado mediante el uso de contraseñas para restringir el acceso. Se pueden establecer contraseñas para el modo privilegiado, de consola y de terminal virtual.

Contraseña del modo privilegiado

```
Bogotá(config)# enable password cisco  
Bogotá(config)# enable secret clase  
Bogotá(config)# service password encryption set password here
```

El comando **enable password** es para establecer la contraseña al terminal de consola, el comando **enable secret** es para establecer una contraseña mas fuerte que la anterior y el comando **service password encryption set password here** es para encriptar la contraseña y así evitar que otra persona vea la contraseña.

Contraseña de consola

Para evitar que muchas personas puedan tener acceso al router desde la terminal de consola, se establece una contraseña para esta terminal, esto se realiza desde el modo de configuración **line console 0**.

```
Bogotá(config)# line console 0  
Bogotá(config-line)#login  
Bogotá(config-line)#password cisco
```

Contraseña de terminal virtual

para evitar que alguien ingrese al router por medio de una terminal virtual, se puede configurar una contraseña para restringir este acceso.

```
Bogotá(config)# line line vty 0 4  
Bogotá(config-line)#login  
Bogotá(config-line)#password cisco
```

Configuración de una interfaz serie

Una interfaz serie puede configurarse desde la consola o a través de una línea terminal virtual. Las interfaces serie requieren una señal de reloj para controlar la temporización de las comunicaciones. En la mayoría de entornos, un dispositivo DCE (equipo de terminal de comunicación de datos) suministra el reloj, pero los *router* cisco se pueden configurar como DCE, son DTE (equipo terminal de datos), por defecto.

En los enlaces serie interconectados directamente, un lado debe ser considerado como DCE y proporcionar una señal de sincronización. El comando **clockrate** sirve para habilitar el reloj, en bits por segundo.

```
Bogotá(config)# interface serial 1/0
Bogotá(config-if)# bandwidth 56
Bogotá(config-if)# clockrate 56000
Bogotá(config-if)# no shutdown
```

Por defecto la interfaz está desactivada, se introduce el comando **no shutdown** para activar la interfaz.

Configuración de una interfaz *Ethernet*

Al igual que la interfaz serial, se puede configurar desde consola o desde la terminal virtual. Cada interfaz K debe tener una dirección IP y una máscara subred. También se activa con el comando **no shutdown**.

```
Bogotá(config)# interface e 1/0
Bogotá(config-if)# 192.168.4.1
Bogotá(config-if)# no shutdown
```

Una vez terminada la configuración se llega al modo de configuración global y se escribe el comando **copy running-config startup-config**, este comando almacena la configuración actual en la RAM.

Protocolos de enrutamiento

Protocolo enrutado: es cualquier protocolo de red que ofrezca suficiente información en su dirección de capa de red para permitir que un paquete sea enviado desde un *host* a otro en base al esquema de direccionamiento. El protocolo IP es un buen ejemplo de protocolo enrutado.

Protocolo de enrutamiento: es cualquier protocolo que soporte un protocolo enrutado y que suministre mecanismos necesarios para compartir la información de enrutamiento. Un protocolo de enrutamiento permite a un *router* comunicarse con otros *routers* para actualizar y mantener las tablas de enrutamiento.

Protocolos de enrutamiento más comunes:

- RIP: protocolo de información de enrutamiento
- OSPF: primero la ruta mas corta

Enrutamiento estático

El enrutamiento no es nada más que direcciones para llegar de una red a otra. Le enrutamiento estático son las rutas configuradas manualmente por el administrador de red.

Configuración de rutas estáticas

Paso 1: Determinar todas las redes destino que se vayan a necesitar, sus máscaras, subredes y *gateways*. Puede ser la interfaz local o el siguiente salto.

Paso 2: Entrar al modo de configuración global

Paso 3: Escribir el comando **ip route** con una dirección de red destino, una máscara de subred y seguido del *gateway*.

Paso 4: Repetir el paso 3 para todas las redes destino definidas en el paso 1.

Paso 5: Salirse del modo de configuración global y guardar los cambios.

```
Bogotá>enable
```

```
Bogotá# configure terminal
```

```
Bogotá(config)# ip route 172.14.1.0 255.255.255.0 172.14.2.1
```

```
Bogotá(config)# ip route 172.14.3.0 255.255.255.0 172.14.2.1
```

```
Bogotá(config)#exit
```

```
Bogotá# copy running-config startup-config
```

Configuración de una ruta estática por *default*

Las rutas por *default* enrutan los paquetes con destinos que no coinciden con ninguna de las rutas de la tabla de enrutamiento. Se configuran este tipo de rutas por que es práctico en innecesario mantener rutas a todas las redes de Internet.

```
Bogotá>enable
```

```
Bogotá# configure terminal
```

```
Bogotá(config)# ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 'Dirección del gateway'
```

```
Bogotá(config)#exit
```

```
Bogotá# copy running-config startup-config
```

Enrutamiento dinámico

El enrutamiento dinámico es necesario para permitir a las redes actualizarse y adaptarse rápidamente a los cambios.

Los protocolos mas común en este tipo de enrutamiento es el RIP por que es un protocolo vector distancia, después de 15 saltos descarta el paquete y se actualiza cada 30 segundos.

```
Bogotá>enable
```

```
Bogotá# configure terminal
```

```
Bogotá(config)# router rip
```

```
Bogotá(config-router)# network 10.0.0.0
```

```
Bogotá(config-router)# network 192.168.3.0
```

El comando **network** especifica la red que está conectada directamente.

Comandos que verifican la configuración del router

En el modo de privilegiado se ejecutan los siguientes comandos para verificar la configuración

Show running-config: Muestra el *hostname* del *router*, si las contraseñas están activadas y encriptadas, las direcciones ip de cada interfaz, las rutas estáticas, por defecto y las rutas dinámicas.

Show interface: muestra si cada interfaz del *router* está funcionando (*up*) o no lo está (*down*) o si está desactivado (*administratively down*), las direcciones ip de cada interfaz, el encapsulamiento *Frame Relay*, entre otras.

Show ip route: se utiliza para verificar que la ruta estática se encuentra en la tabla de enrutamiento.

Frame relay

Fue diseñada para permitir que la tecnología de conmutación por circuitos viaje por redes conmutadas por paquetes. *Frame Relay* se ha convertido en un esquema independiente y económico de crear WANs.

Opera en la capa de enlace de datos del modelo de referencia OSI.

Una red *Frame Relay* puede ser privada, pero es más común que se use los servicios de una compañía de servicios externa. Una red *Frame Relay* consiste, en general, de muchos *switches Frame Relay* esparcidos geográficamente, los cuales se interconectan mediante líneas troncales.

Con frecuencia, se usa *Frame Relay* para la interconexión de LANs. En estos casos, un *router* en cada una de las LANs será el DTE. Una conexión serial, como una línea arrendada T1/E1, conecta el *router* al *switch Frame Relay* de la compañía de servicio en su punto de presencia más cercano al *router*. El *switch Frame Relay* es un dispositivo DCE. Las tramas se envían y entregan desde un DTE a otro DTE utilizando la red de *Frame Relay* creada por los DCE de la compañía de servicios. Cuando se requiere interconectar más de dos lugares, es necesario tener en cuenta la topología de las conexiones entre ellos.

Es improbable que *Frame Relay* sea económica cuando sólo se necesita interconectar dos lugares mediante una conexión punto a punto. *Frame Relay* resulta más atractiva económicamente cuando se requiera interconectar múltiples lugares. Con frecuencia, las WAN se interconectan mediante una topología en estrella.

La tecnología *Frame Relay* fue diseñada para ofrecer transferencias de datos conmutados por paquetes con un mínimo retardo de extremo a extremo

La tecnología *Frame Relay* opera de acuerdo al siguiente esquema:

- Toma los paquetes de datos provenientes de un protocolo de capa de red como IP o IPX.
- Los encapsula como la porción de datos de una trama *Frame Relay*
- Los pasa a la capa física para que su envío por el cable

Algunas definiciones básicas.

VC: Circuito virtual, es la conexión a través de red *Frame Relay* de 2 DTE.

SVC: Circuitos virtuales conmutados, cuando un VC se establecen dinámicamente mediante el envío de paquetes de señalización.

PVC: Circuitos virtuales permanentes, previamente configurados por la compañía de servicios.

FRAD: Es un *router* conectado a la red *Frame Relay*.

DLCI: identificador de conexión de enlace de datos. Valor que especifica un PVC o SVC en una *Frame Relay*, en la básica los DLCI son significativos a nivel local, en una LAN extendida, los DLCI son significativos a nivel local.

LMI: Interfaz de administración local. Extensión creada para habilitar la transferencia de información de red de estado en forma dinámica.

Tipos de LMI:

- Cisco: son las extensiones LMI originales de cisco.
- ANSI: son las extensiones correspondientes al estándar ANSI.
- Q33a: son las extensiones correspondientes al estándar UIT.

Subinterfaces *Frame Relay*

Son subdivisiones lógicas de una interfaz física. Se utilizan para permitir el envío de actualizaciones de *broadcast* de enrutamiento en una topología *Frame Relay* en estrella.

Modos de subinterfaces

Punto a punto: se utiliza una subinterfaz para establecer una conexión PVC a otra interfaz física o subinterfaz de un *router* remoto. En este caso cada par de *routers* está en su propia subred y cada subinterfaz punto a punto tiene su propio DLCI.

Multipunto: se utiliza una sola interfaz multipunto para establecer múltiples conexiones PVC a múltiples interfaces físicas o subinterfaces en *routers* remotos. Todas las interfaces se encuentran en la misma subred.

Verificación de la configuración Frame Relay

El comando **show interfaces** muestra la información relativa al encapsulamiento y estado de la Capa 1 y la Capa 2. También muestra la información acerca de lo siguiente:

- El tipo de LMI
- La LMI del DLCI
- El tipo de equipo terminal de datos *Frame Relay*/equipo de terminación de circuito (DTE/DCE)

```
Router#show interface s0/0
```

```
Serial0/0 is up, line protocol is up
  Hardware is HD64570
  Internet address is 10.140.1.2/24
  MTU 150 bytes, BW 1544 Kbit, DLY 20000 usec, relay
  255/255, load 1/255
  Encapsulation FRAME-RELAY, loopback not set, keepalive
  set (10 sec)
  LMI enq sent 19, LMI stat recvd 20, LMI upd recvd 0,
  DTE LMI up
  LMI enq recvd 0, LMI stat sent 0, LMI upd sent 0
  LMI DLCI 1023 LMI type is CISCO frame relay DTE
  FR SVC disabled, LAPF state down
  Broadcast queue 0/64, broadcasts sent/dropped 8/0,
  interface broadcasts 5
  Last clearing of "show interface" counters never
  Queueing startagy: fifo
```

Fuente: El autor

Figura 19 Verificación del *Frame Relay* por medio del comando show interface serial

Diagnostico de fallas *Frame Relay*

Para verificar si el Frame Relay está bien configurado o presenta alguna falla se introduce el siguiente comando.

```
Bogota# debug frame-relay lmi
```

Este comando si están enviando paquetes de manera adecuada.

- **0x2:** (agregado/activo) significa que el *switch Frame Relay* tiene el DLCI y que todo está en funcionamiento.
- **0x0:** (agregado/inactivo). Significa que el *switch* tiene el DLCI programado pero, por alguna razón no se puede usar. Es posible que esto ocurra porque el extremo opuesto del PVC está desactivado.
- **0x4:** eliminado. Significa que el *switch Frame Relay* no tiene este DLCI programado para el *router*, pero que estuvo programado en algún momento en el pasado. Esto puede deberse a una reversión del DLCI en el *router*, o que el proveedor de servicios haya eliminado el PVC en la nube *Frame Relay*.

Ejemplo práctico

El *Frame Relay* solo se configura en una interfaz serial. Si se van a configurar subinterfases, a la interfaz serial principal no se le configura dirección ip.

Si la configuración a la red WAN es por serial (*Frame Relay*) conecte el cable serial al interfaz Serial correspondiente y a continuación utilice los siguientes comandos para configurar la interfaz.

```
Bogota>en
Bogota# configure terminal
Bogota(config)# interface Serial 0
Bogota(config-if)# description TRUNK FRAME RELAY
Bogota(config-if)# no ip address
Bogota(config-if)# encapsulation frame-relay
Bogota(config-if)# clock rate 125000
Bogota(config-if)# frame-relay lmi-type ansi
Bogota(config-if)# no shutdown
Bogota(config)# interface Serial 0.1 point-to-point
Bogota(config-subif)# ip address 172.15.0.1 255.255.255.252
Bogota(config-subif)# frame-relay interface-dlci
Bogota# wr
```

Una vez terminado de configurar ejecutar el comando **show interface serial 0** para la verificación del *Frame-Relay*.

Diagnostico de fallas del *router*

Ping: se utiliza el comando **ping** en el modo EXEC usuario o privilegiado para diagnosticar la conectividad de red básica en redes *Apollo*, *AppleTalk*, *Connectionless Network Service (CLNS)*, *DECnet*, *IP*, *Novell IPX*, *VINES* o *XNS*. El argumento de protocolo opcional puede ser alguno de los siguientes: *apollo*,

appletalk, clns, decnet, ip, ipx, vines o xns. Para realizar un ping extendido, introduzca el comando **ping** sin argumentos.

ejemplo

norte#ping 192.168.16.2

Type escape sequence to abort.

Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 192.168.16.2, timeout is 2 seconds:

!!!!

Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 3/3/4 ms

Traceroute⁸: se utiliza para descubrir las rutas que toman los paquetes cuando viajan hacia su destino. *Traceroute* también puede utilizarse para ayudar a verificar la capa de red (Capa 3) teniendo en cuenta salto por salto y para proporcionar puntos de referencia para el desempeño.

Para que los datos del comando **traceroute** o **ping** completen el recorrido con éxito entre los routers, debe haber rutas conocidas en ambas direcciones. Una falla en la respuesta no siempre indica un problema ya que los mensajes ICMP pueden estar limitados por la velocidad o filtrados en el sitio del *host*. Esto se aplica en especial a Internet.

Ejemplo

Bogota# traceroute 192.168.16.2

Type escape sequence to abort.

Tracing the route to 192.168.16.2

1 192.168.15.2 4 msec 2 msec 1 msec

2 192.168.16.2 1 msec 1 msec 1 msec

Telnet: *Telnet* es un protocolo de terminal virtual que forma parte del conjunto de protocolos TCP/IP. Permite la verificación del software de capa de aplicación entre las estaciones origen y destino. Es el mecanismo de prueba más completo disponible. La aplicación de *telnet* se utiliza generalmente para conectar dispositivos remotos, recopilar información y ejecutar programas.

La aplicación *Telnet* proporciona una terminal virtual para conectarse a *routers* que ejecutan TCP/IP. A los fines del diagnóstico de fallas, resulta de utilidad verificar que se pueda realizar la conexión utilizando *Telnet*. Esto prueba que, al menos, una aplicación TCP/IP es capaz de conectarse de extremo a extremo. Una conexión exitosa de *Telnet* indica que la aplicación de capa superior y los servicios de las capas inferiores funcionan correctamente.

Si el *telnet* falla, se recomienda verificar los dispositivos comenzando por la capa 1, hasta llegar a la capa 7.

⁸ Cisco systems inc. CCNA 1 y 2.

Registro de Configuración

Registro de 16 bits guardado en la NVRAM.

Se expresa en nomenclatura hexadecimal: 0x2102. Los caracteres 0x sólo indican que lo que se encuentra a continuación está expresado en hexadecimales.

Valor por defecto: 0x2102

Valor del Registro 2 1 0 2
bit 15 14 13 12 11 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 0
Valor Binario 0 0 1 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 1 0

- Los bits 0 a 3 constituyen el campo del *boot* del registro e indican el modo en que booteará el dispositivo: 0x0000 a 0x000 F
- El bit 6 en *on* indica que se debe ignorar el contenido de la NVRAM: 0x0040
- Los bits 11 y 12 establecen la velocidad del puerto consola
- El bit 13 en *on* indica que ejecute cada comando *boot system* una única vez. En *off* indica que ejecute los comandos *boot system* hasta 5 veces.

0x2100 – El *router* no carga una imagen del IOS sino que ingresa en modo monitor ROM o modo de mantenimiento que permite que la carga del sistema operativo se realice manualmente

0x2101 - Indica al *router* que deberá leer automáticamente el sistema operativo desde la ROM o imagen *rxboot*.

0x2102 a 0x210F - Indica al *router* que debe cargar los comandos *boot system* la NVRAM. Cuando el archivo de configuración no contiene comandos *boot system*, el *router* intenta cargar una imagen del sistema por defecto almacenada en un servidor *tftp*.

0x2142 - Indica que el *router* debe examinar los comandos *boot systems*, pero ignorar la configuración almacenada en la NVRAM, forzando el modo *setup*. Es el registro utilizado en la secuencia de recuperación de *password*.

Modificación del registro de configuración

LAB_A#config terminal

LAB_A(config)# config-register 0x2102

Cambia el registro de configuración a un nuevo valor.

LAB_A(config)#exit
LAB_A#show version

Permite verificar el cambio realizado. *Cisco Internetwork Operating System Software* IOS (tm) 2500 Software (C2500-JS-L), Version 12.0(8), RELEASE SOFTWARE (fc1)

Copyright (c) 1986-1999 by cisco Systems, Inc. Compiled Mon 29-Nov-99 14:52 by kpm
Image text -base: 0x03051C3C, data-base: 0x00001000 ROM: System Bootstrap, Version 11.0(10c)XB1, PLATFORM SPECIFIC RELEASE SOFTWARE (fc1) BOOTFLASH: 3000 Bootstrap Software (IGS -BOOT-R), Version 11.0(10c)XB1,

PLATAFORM
SPECIFIC RELEASE SOFTWARE (fc1)

Router uptime is 2 hours, 26 minutes
System restarted by reload
System image file is "flash:/c2500-js-l_120-8.bin"

cisco 2500 (68030) processor (revision M) with 6144K/2048K bytes of memory.
Processor board ID 17048803, with hardware revision 00000000
Bridging software.
X.25 software, Version 3.0.0.
SuperLAT software (copyright 1990 by Meridian Technology Corp).
TN3270 Emulation software.
1 Ethernet/IEEE 802.3 interface(s)
2 Serial network interface(s)
32K bytes of non -volatile configuration memory.
16384K bytes of processor board System flash (Read ONLY)

Configuration register is 0x2101 (will be 0x2102 at next reload)

Muestra el valor actual del registro de configuración (valor con el que arrancó el *router*), e indica el valor que asumirá al ser reinicializado.

LAB_A(config)# copy running -config startup -config
LAB_A(config)# reload

Para que el cambio realizado en el registro de configuración tenga efecto, es preciso reiniciar el dispositivo.

Para ver un detalle de la información brindada por cada comando **show version**, vea el "Anexo 1 – Comandos IOS para Monitoreo".

Recuperación de *password*

Para realizar una recuperación de password, de debe tener acceso al router por consola, se apaga el equipo, se prende, se tiene oprimida la tecla control, Se oprime varias veces la tecla de pausa o break, según este el teclado.

Hasta que aparezca **rommon 1 >** digitan los siguientes comandos. Los cisco tiene varios

rommon 1 > confreg 0x2142

Debe aparecer el siguiente mensaje

You must reset or power cycle for new config to take effect

rommon 2 > **reset**

Cuando el router reinicia debe aparecer el siguiente mensaje

Would you like to enter the initial configuration dialog? [yes/no]: n

El Prom. es el siguiente y los comando que se deben ejecutar si quiere que la configuración se pierda.

Router>enable

Router# copy startup-config running-config

Destination filename [running-config]?

Se digitan los siguiente comando

LAB_A(config)#no service password-encryption - con este comando se puede verificar el password después de verificar el mismo se debe dar el comando.

LAB_A(config)#service password-encryption

El siguiente comando es para cambiar el registro

LAB_A(config)# config-register 0x2102

LAB_A(config)# copy running -config startup -config

LAB_A(config)# reload

Para que el cambio realizado en el registro de configuración tenga efecto, es preciso reiniciar el dispositivo

3.4 MÓDEM ADSL

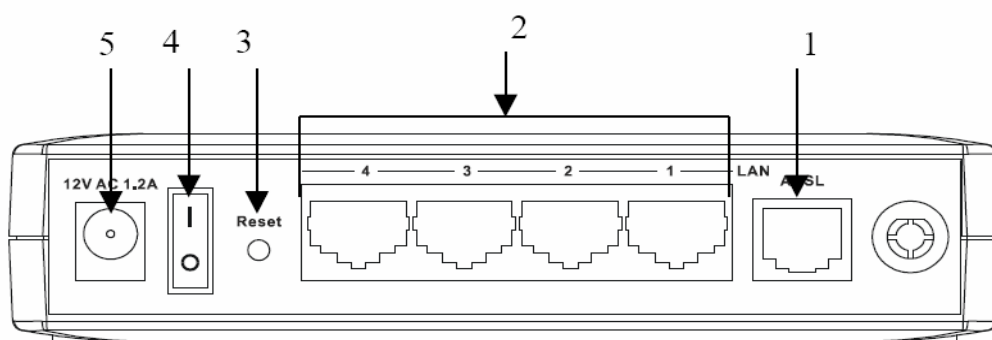
Se explicará la instalación del módem ADSL MT840 CPE Huawei, el cual es el más utilizado por Colombia Telecomunicaciones S.A

3.4.1 Instalación



Fuente: Manual CPE ADSL huawei

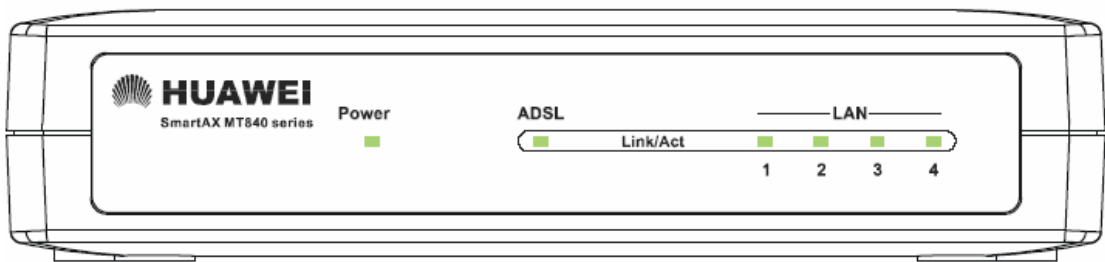
Figura 20 Apariencia física ADSL MT840 CPE Huawei



1. Connect the ADSL cable 2. Connect to your PCs (4 Ethernet ports)
3. Reset Button 4. Power Switch 5. Connect the Power Adapter

Fuente: Manual CPE ADSL huawei

Figura 21 Panel posterior del módem



Fuente: Manual CPE ADSL huawei

Figura 22 Panel frontal del módem

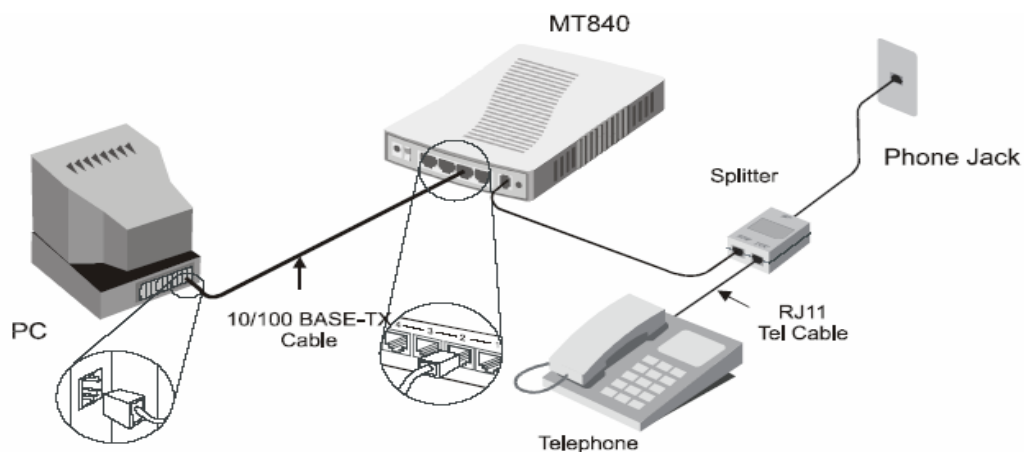
Indicadores de los LEDs

Power: si el LED está en verde indica que está encendido, si está apagado indica que está apagado

ADSL: si el LED está en verde indica que es válida la conexión ADSL, si está blinquiando significa que hay tráfico en la línea de ADSL.

LAN: si el LED está en verde indica que es válida la conexión LAN, si está blinquiando significa que hay tráfico *Ethernet*.

Para conectar el módem se conecta un terminal del par de cobre al puerto ADSL y el otro extremo al terminal correspondiente del *splitter*, en el otro puerto del *splitter* se conecta con otro par de cobre al teléfono, de esta manera el usuario puede tener acceso a Internet y hacer llamadas telefónicas al mismo tiempo. Ver figura 4.

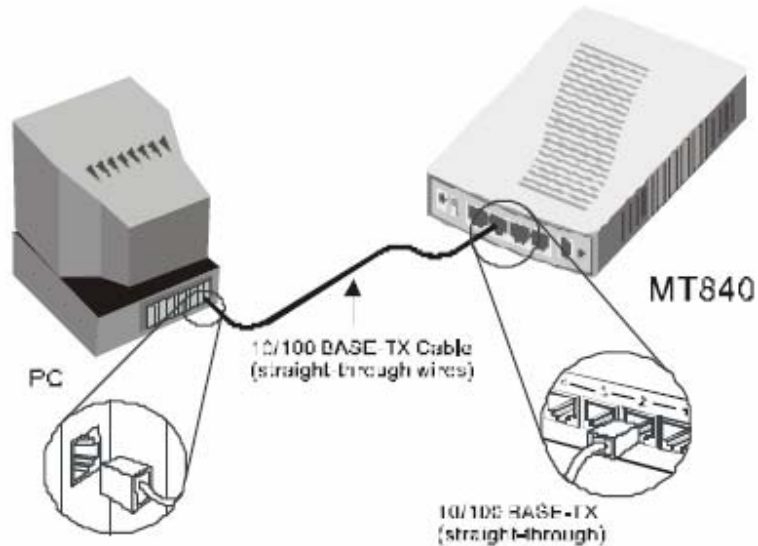


Fuente: Manual CPE ADSL huawei

Figura 23 Conexión del MT840 CPE.

Configuración del MT840 CPE

Para configurar el módem, se debe conectar de la siguiente manera.



Fuente: Manual CPE ADSL huawei

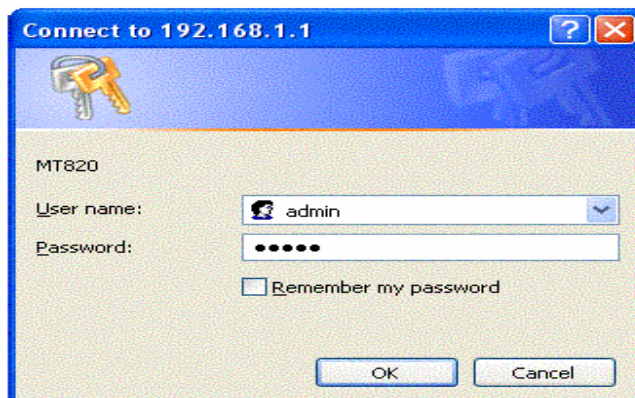
Figura 24 Conexión del MT840 al PC para su configuración

Primero se debe poner la misma sub-máscara del módem, la cual es 255.255.255.0 y la IP del módem es 192.168.1.1 por ende se debe configurar una IP de la misma subred en el PC, por ejemplo 192.168.1.100.

Si el PC está configurado para utilizar servidor *Proxy*, es necesario deshabilitarlo.

Una vez hechos todos estos cambios, ya se puede acceder al módem para cambiarle sus parámetros por defecto. Se abre una ventana de Internet Explorer y escriba: [http:// 192.168.1.1](http://192.168.1.1), es la IP por defecto.

Luego aparece una ventana la cual sugiere un usuario y una contraseña por defecto, el usuario es **admin** y la contraseña es **admin**.



Fuente: Manual CPE ADSL huawei

Figura 25 Sugerencia de usuario y contraseña.

Aparecerá la vista del sistema (*system view*), en la parte izquierda se mostrarán los vínculos de configuración y mantenimiento, en la parte derecha los parámetros de cada vínculo.

System View

Use this page to get the summary on the existing configuration of your device.

Device	
Model:	MT820
S/W Version:	V100R006C01B020SP01

DSL Status			
Operational Status:	Startup Handshake	Standard:	T1.413
DSL Version:	V.1.31.17 / 2.1.041001b2	Latency:	-
Upstream		DownStream	
Speed:	0 Kbps	Speed:	0 Kbps
SNR Margin:	0.0db	SNR Margin:	0.0db
Line Attenuation:	0.0db	Line Attenuation:	0.0db
CRC Error:		CRC Error:	
FEC Error:		FEC Error:	

WAN Interfaces							
PVC ID	Gateway	IP Address	Mask	VPI/VCI	Encapsulation	Status	
PVC-0	0.0.0.0	0.0.0.0	0.0.0.0	0/35	Bridged	●	
PVC-1	0.0.0.0	0.0.0.0	0.0.0.0	8/35	Bridged	●	
PVC-2	0.0.0.0	0.0.0.0	0.0.0.0	0/100	Bridged	●	
PVC-3	0.0.0.0	0.0.0.0	0.0.0.0	0/32	Bridged	●	
PVC-4	0.0.0.0	0.0.0.0	0.0.0.0	8/81	Bridged	●	
PVC-5	0.0.0.0	0.0.0.0	0.0.0.0	8/32	Bridged	●	
PVC-6	0.0.0.0	0.0.0.0	0.0.0.0	14/24	Bridged	●	

LAN Interface					
Mac Address	IP Address	Mask	Speed	Duplex	Status
00:05:5D:00:00:00	192.168.1.1	255.255.255.0	100BT	Full	●

Fuente: Manual CPE ADSL huawei

Figura 26 Vista del sistema.

Una vez ingresado al software del equipo se configura según se halla acordado con el cliente, es decir, se observan los parámetros y se configura según corresponda.

3.5 SISTEMA SPREAD SPECTRUM

3.5.1 Instalación y configuración de un sistema *spread spectrum*

Se presentará un ejemplo de configuración de un sistema *spread spectrum* para que sirva de guía y orientación cuando se instale o se realice un mantenimiento de un enlace de este tipo en campo.

La guía se presentará basada en los radios Cylink® *point to point modem* por que es uno de los radios mas utilizado en el medio de las telecomunicaciones.

Nota: recordar que los enlaces de microondas solo se pueden instalar después de obtener los estudios de sitio y estos verificaron la viabilidad del montaje del enlace.

Características más importantes del módem

- Tiene un alcance hasta de 48 Km.
- Su frecuencia de operación es entre 2300 a 2400 MHz.
- Opera en redes punto a punto.
- Tiene una potencia de radiofrecuencia seleccionable.
- Se le pueden configurar antenas omnidireccionales o direccionales.

Enlace punto a punto⁹.

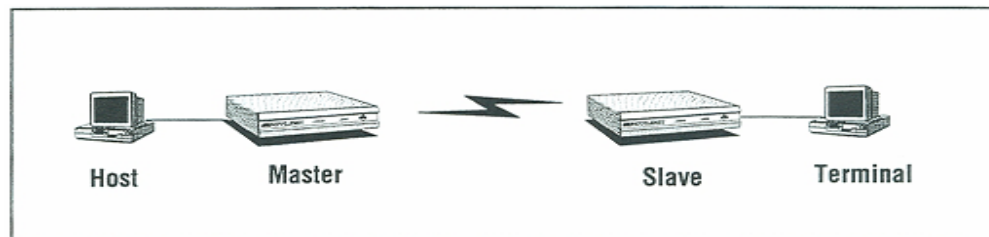
Cuando es una configuración punto a punto, por ejemplo entre edificios, los módems pueden proporcionar enlaces de radios entre los computadores de cada LAN. Para distancias hasta de 16 Km se pueden utilizar antenas omnidireccionales por que son enlaces muy comunes, pero para enlaces que alcanzan los 48 Km se deben usar antenas de alta ganancia direccionales.

Otra opción para enlaces cortos es usar una antena omnidireccional en el módem maestro y una direccional en el módem esclavo, de esta manera se evita que el módem esclavo interfiera con otros enlaces.

El módem maestro es el responsable de la sincronización del enlace con el módem esclavo. El maestro le envía al esclavo un código de tiempo en ráfagas de

⁹ CYLINK®, Manual Cylink® *airlink extended s-band point to point Modem*

transmisión, el esclavo sincroniza la regencia de tiempo y envía una ráfaga de vuelta, este esquema proporciona *full-duplex* en la transmisión punto a punto.



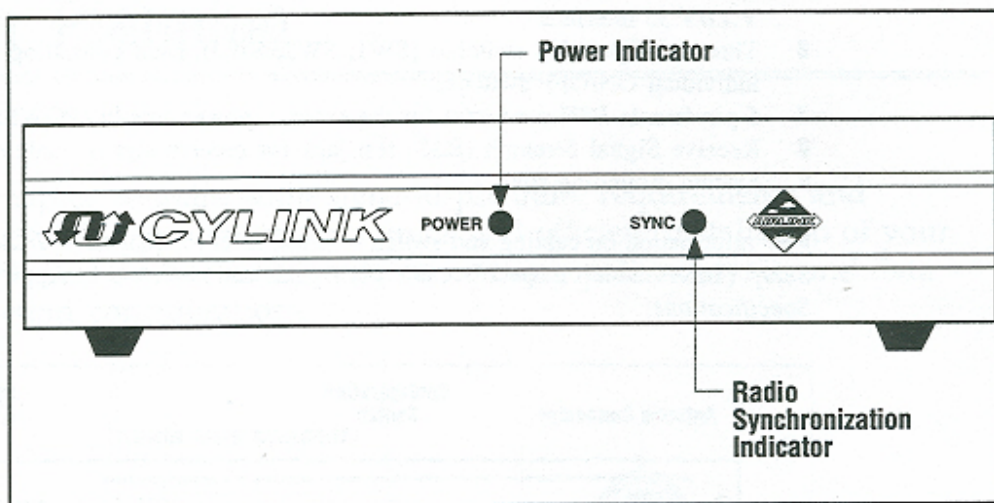
Fuente: Manual *Cylink® airlink extended s-band point to point Modem*

Figura 27 Enlace punto a punto

Descripción del panel frontal.

El panel frontal contiene 2 indicadores visuales

- POWER: se ilumina cuando el módem está conectado a una toma eléctrica.
- SYNC: si está iluminado indica que el enlace radiofrecuencia está activo, si está intermitente indica que el enlace de radiofrecuencia no está bien establecido y si está apagado indica que no hay enlace de radiofrecuencia.



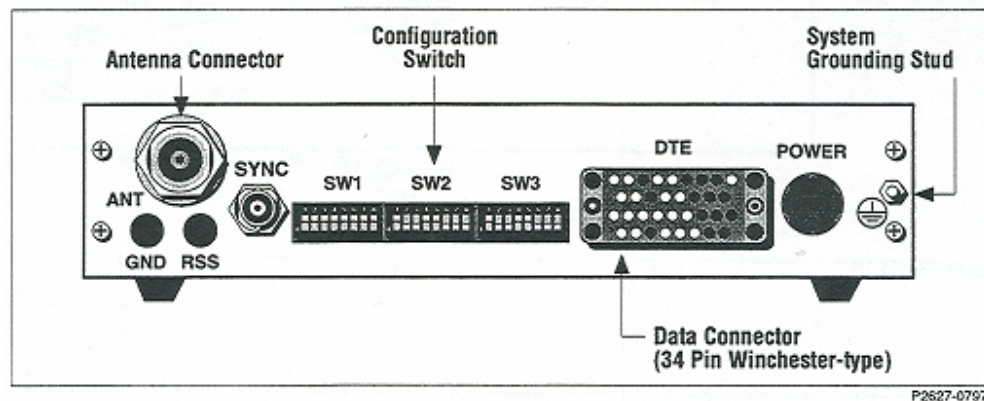
Fuente: Manual *Cylink® airlink extended s-band point to point Modem*

Figura 28 Panel frontal

Descripción del panel posterior

El módem es fácilmente configurado utilizando los interruptores ubicados en la parte de atrás.

- ANT: conector del tipo N hembra, va conectado la antena, puede ser omnidireccional o direccional.
- SYNC: se utiliza para la sincronización de los módem en aplicaciones de *hub* o repetidor.
- DTE: un conector Winchester hembra de 34 pines, para conectar la interfaz V.11/V.35
- SW1,SW2,SW3: son los interruptores que configuran el módem.
- POWER: conector DIN de 5 pines hembra para energizar el módem
- Conector a tierra.



Fuente: Manual *Cylink® airlink extended s-band point to point Modem*

Figura 29 Panel posterior

Planificación del sistema.

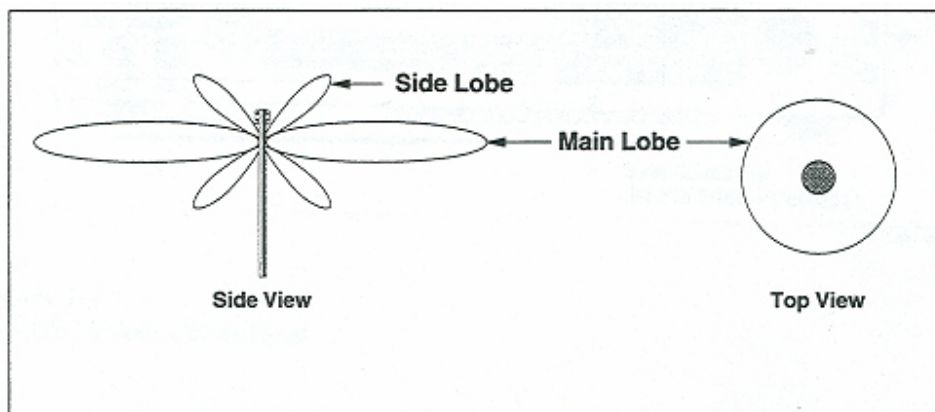
La efectividad del enlace depende de los siguientes ítems.

- Tipo de antena utilizada
- Distancia, altura y línea de vista entre las antenas
- Medida del cable entre módem antena.

La antena

La antena puede ser omnidireccional o direccional, usualmente son montadas en los techos de los edificios y van al módem por medio de un cable coaxial.

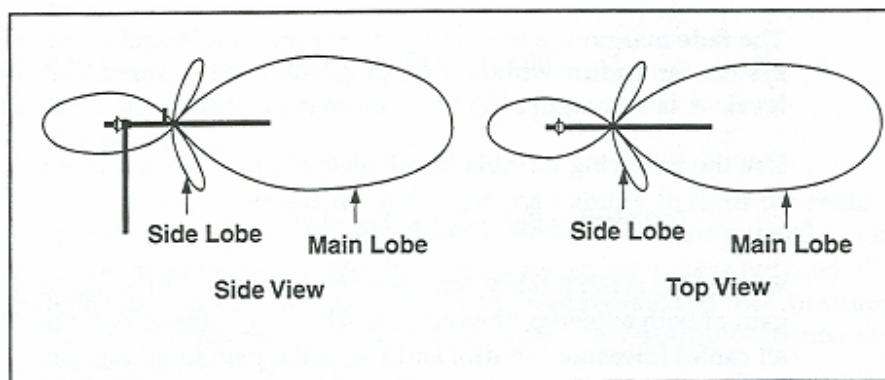
La antena omnidireccional es aquella envía igual de radiación hacia todas las direcciones, similar a lanzar una piedra a una piscina y observar como los anillos se emanan con respecto al centro de la figura.



Fuente: Manual *Cylink® airlink extended s-band point to point Modem*

Figura 30 Radiación de una antena omnidireccional

Antena direccional es la antena que enfoca su energía de radiofrecuencia en una dirección. Cuando se usa antena direccional, esta debe ser apuntada apropiadamente hacia lado opuesto del enlace.

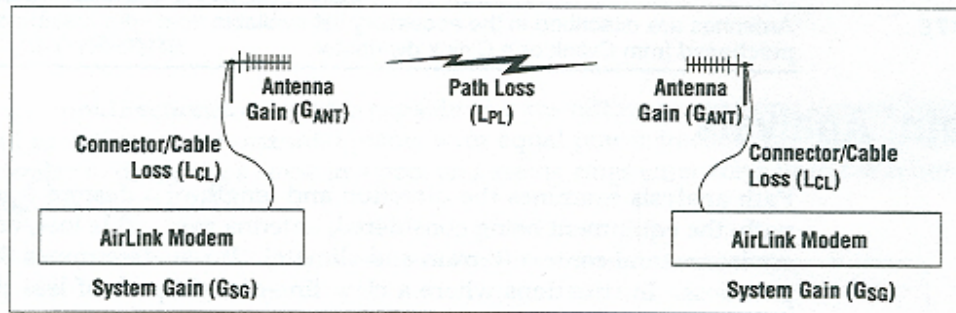


Fuente: Manual *Cylink® airlink extended s-band point to point Modem*

Figura 31 Radiación de una antena direccional.

Determinando el margen de pérdida

El margen de pérdida es un factor de seguridad que dice si el enlace es viable o no, es decir, si se tienen las pérdidas suficientes para que se presenten anomalías en la señal. Es medido por medio de una prueba de BER.



Fuente: Manual *Cylink@airlink extended s-band point to point Modem*

Figura 32 Modelo de perdidas de un enlace punto a punto

Perdidas en el espacio libre

Debido a las reflexiones de la tierra y otros objetos, la pérdida en el camino de la onda entre las antenas transmisoras y receptoras podrían diferir significativamente del calculado cuando las antenas sean puestas en sus respectivos sitios. Desafortunadamente a veces es muy difícil de calcular estas pérdidas y no es viable hacerlo. Típicamente la pérdida de potencia se debe al espacio libre y se puede calcular por medio de una formula muy sencilla:

$$\text{Atenuación [dB]} = [92.4 + 20 \log (\text{distancia en km}) + 20 \log (\text{frecuency in GHz})]$$

Free Space Path Loss Between Two Isotropic Radiators

Distance (Miles)	Path Loss @ 915 MHz (L-Band)	Path Loss @ 2.4 GHz (S-Band)	Path Loss @ 5.7 GHz (C-Band)
1	96 dB	104 dB	113 dB
2	102 dB	110 dB	118 dB
3	105 dB	114 dB	122 dB
4	108 dB	116 dB	124 dB
5	110 dB	118 dB	126 dB
6	111 dB	120 dB	128 dB
7	113 dB	121 dB	129 dB
8	114 dB	122 dB	130 dB
9	115 dB	123 dB	131 dB
10	116 dB	124 dB	132 dB
15	120 dB	128 dB	136 dB
20	123 dB	130 dB	138 dB
25	125 dB	132 dB	140 dB
30	126 dB	134 dB	142 dB

The calculation for attenuation using kilometers is:
 $\text{attenuation in dB} = [92.4 + 20 \text{ LOG} (\text{distance in kilometers}) + 20 \text{ LOG} (\text{frequency in GHz})]$

Fuente: Manual *Cylink@airlink extended s-band point to point Modem*

Tabla 6 Pérdida de potencia en el espacio libre

Configuración

El módem se configura a través de los tres conjuntos de interruptores que están ubicados en la parte posterior.

AirLink Extended 128S Switch Settings

CYLINK
CYLINK CUSTOMER SUPPORT (U.S.A.)
800 - 545 - 6608 - or 408 - 735 - 5822

INTERFACE RS232 V.11 EIA530

INTERNAL BURST TIMING

SW1

ON OFF

1 2 3 4 5 6 7 8

RF CHANNEL TRANSMIT OUTPUT POWER

INTERNAL BURST TIMING

SW2

ON

1 2 3 4 5 6 7 8

TRANSMIT CLOCK SOURCE MODE SELECT

PN-CODES

PN#	6	7	8
1	OFF	OFF	OFF
2	OFF	OFF	ON
3	OFF	ON	OFF
4	OFF	ON	ON
5	ON	OFF	OFF
6	ON	OFF	ON
7	ON	ON	OFF
8	ON	ON	ON

RESERVED 112 kbps

RTS INTERNAL ASSERTED

NOT USED

RADIO LOOPBACK

SLAVE (REMOTE)

SW3

ON

1 2 3 4 5 6 7 8

EXTERNAL BURST TIMING

CLOCK SOURCE 1 2

CLOCK SOURCE	1	2
DTE (TT)	ON	ON
HUB (ST)	OFF	ON
DCE (TT)	ON	OFF
DCE (ST)	OFF	OFF

MODE SELECT 3 4 5

MODE SELECT	3	4	5
FULL DUPLEX	OFF	OFF	OFF
SIMPLEX TEST INTERNAL (2 ² -1)	OFF	OFF	ON
SIMPLEX TEST EXTERNAL (ST)	OFF	ON	OFF

128 kbps

RTS EXTERNAL CONTROLLED

NORMAL

MASTER (HOST)

CHANNEL GROUP SELECT

CHANNEL GROUP	5
1	ON
2	OFF

CHANNEL GROUP SELECT 1	CHANNEL GROUP SELECT 2	1	2	3	4		
1	2304.00	17	2368.00	ON	ON	ON	ON
2	2308.00	18	2372.00	ON	ON	ON	OFF
3	2312.00	19	2376.00	ON	ON	OFF	ON
4	2316.00	20	2380.00	ON	ON	OFF	OFF
5	2320.00	21	2384.00	ON	OFF	ON	ON
6	2324.00	22	2388.00	ON	OFF	ON	OFF
7	2328.00	23	2392.00	ON	OFF	OFF	ON
8	2332.00	24	2396.00	ON	OFF	OFF	OFF
9	2336.00	24	2396.00	OFF	ON	ON	ON
10	2340.00	24	2396.00	OFF	ON	ON	OFF
11	2344.00	24	2396.00	OFF	ON	OFF	ON
12	2348.00	24	2396.00	OFF	ON	OFF	OFF
13	2352.00	24	2396.00	OFF	OFF	ON	ON
14	2356.00	24	2396.00	OFF	OFF	ON	OFF
15	2360.00	24	2396.00	OFF	OFF	OFF	ON
16	2364.00	24	2396.00	OFF	OFF	OFF	OFF

TRANSMIT POWER (milliwatts)	5	6	7
1 (0 dBm)	OFF	OFF	OFF
3 (5 dBm)	OFF	OFF	ON
10 (10 dBm)	OFF	ON	OFF
32 (15 dBm)	OFF	ON	ON
100 (20 dBm)	ON	OFF	OFF
250 (24 dBm)	ON	OFF	ON
400 (26 dBm)	ON	ON	OFF
650 (28 dBm)	ON	ON	ON

DC Voltage @ RS232-TxD-Pin (Volts)		SIGNAL QUALITY (AVERAGE BER)	RECEIVE SIGNAL STRENGTH (dBm) (INTERFERENCE FREE)
SIMPLEX MODE	DUPLEX MODE	112K/128K DATA RATE	
7.5	8.0	<10 ⁻¹⁰	>60
7.4	7.9		-60
7.3	7.8	<10 ⁻⁹	-80
7.2	7.7	<10 ⁻⁸	-87
7.1	7.6	<10 ⁻⁷	-88
7.0	7.5	<10 ⁻⁶	-89
6.8	7.3	<10 ⁻⁵	-91
6.5	7.0	<10 ⁻⁴	-92
6.2	6.8	<10 ⁻⁴	-93
6.0	6.5		
5.5	6.0	<10 ⁻³	-96
5.0 *	5.5 *		-96
4.5 *	5.0 *	<10 ⁻²	-97
4.0 *	4.5 *		-98

* Occasional Sync Loss

UNIT REV _____

14900-001

P1806-0897

Fuente: Manual Cylink® airlink extended s-band point to point Modem

Lista de configuración

- SW 1-1 al SW 1-4: canales de radiofrecuencia, van desde 2.304 a 2.396 GHz, un total de 24 canales.
- SW 1-5 al SW 1-7: potencia de transmisión de salida
- SW 1-8: sincronización de ráfaga de tiempo
- SW 2-1 al SW 2-2: fuente de transmisión del reloj
- SW 2-3 al SW 2-5: selección del modo de configuración de punto a punto, es decir, si es *full-duplex*, *test interno* y *test externo*.
- SW 2-6 al SW 2-8: configuración de la secuencia pseudoaleatoria, la clave del *spread spectrum*.

- SW 3-3: rata de datos, es 128 kbps por defecto.
- SW 3-4: control de RTS
- SW 3-7: seleccionador de la función normal o de *loopback*.
- SW 3-8: seleccionador del master o esclavo.
- Los interruptores que no se mencionan son reservados o no se usan.

Puesta a punto del sistema.

Una vez energizado el módem, se debe verificar la iluminación de los LEDS. Si el LED de power no ilumina, significa que no está energizado, si el LED de sync se ilumina hay enlace de radiofrecuencia, si es intermitente el enlace es débil y si no enciende no hay enlace.

Una vez establecido el enlace se debe hacer un reapuntamiento de la antena para encontrar la máxima calidad de la señal. El módem incluye una salida de voltaje análogo en la parte posterior del módem, para medir la calidad del enlace. La manera más sencilla es utilizar un multímetro y medir el voltaje entre RSS y GND. Para cambiar el voltaje de recepción se debe rotar la antena lentamente hasta que se encuentre la máxima señal. A continuación se mostrarán la calidad de los voltajes.

Signal Quality

DC Voltage @ RSS Test-Pin (volts)		SIGNAL QUALITY (AVERAGE BER) 112K/128K DATA RATE	RECEIVE SIGNAL STRENGTH (dBm) (INTERFERENCE FREE)
SIMPLEX MODE	DUPLEX MODE		
7.5	8.0	<10 ⁻¹⁰	>60
7.4	7.9		-60
7.3	7.8	<10 ⁻⁹	-80
7.2	7.7	<10 ⁻⁸	-87
7.1	7.6	<10 ⁻⁷	-88
7.0	7.5	<10 ⁻⁶	-89
6.8	7.3	<10 ⁻⁵	-91
6.5	7.0		-92
6.2	6.8	<10 ⁻⁴	-93
6.0	6.5	<10 ⁻³	-95
5.5	6.0		-96
5.0 *	5.5 *	<10 ⁻²	-97
4.5 *	5.0 *		-98
4.0 *	4.5 *		

* Occasional Sync Loss

P1836-0797

Fuente: Manual *Cylink@airlink extended s-band point to point Modem*

Tabla 7 Calidad de voltaje de recepción

Problemas operacionales

A continuación se presentará una lista para la solución de problemas cuando se hace un mantenimiento o una instalación.

Indicador de sync está apagado, y nunca se ha encendido

- Revisar el voltaje de alimentación del módem
- Revisar que ambos módems esten en la misma frecuencia
- Revisar la misma secuencia pseudocodiga
- Revisar que el mismo tiempo de ráfaga sea el mismo
- Revisar que los interruptores de master/esclavo esten en la posición correcta
- Revisar los conectores
- Revisar el apuntamiento de la antena
- Revisar los voltajes de recepción

Indicador de sync está apagado, pero antes estaba encendido

- Revisar el voltaje de alimentación del módem
- Revisar si han cambiado la configuración del módem
- Revisar los conectores
- Revisar el aliniamiento de la antena

Indicador de sync está encendido, pero no transfiere datos

- Revisar los conectores de las interfaces
- Revisar si el ST/TT son correctos
- Revisar el reloj DCE/DTE son correctos
- Revisar el cable de datos
- Revisar el RTS en el otro lado del enlace

Para más información revisar el manual *Cylink® airlink extended s-band point to point Modem*

3.6 MANUAL DE RADIOENLACES VSAT

A continuación se hará una propuesta de un manual de la instalación y configuración de un radioenlace VSAT con el propósito que sirva de ayuda para una futura instalación o mantenimiento de este tipo de enlace.

Los enlaces satelitales tienen muchas funciones, como envío y recepción de señales de TV, radio, telefónico, Internet, etc., en este manual solo se hará énfasis en transmisión y recepción de Internet.

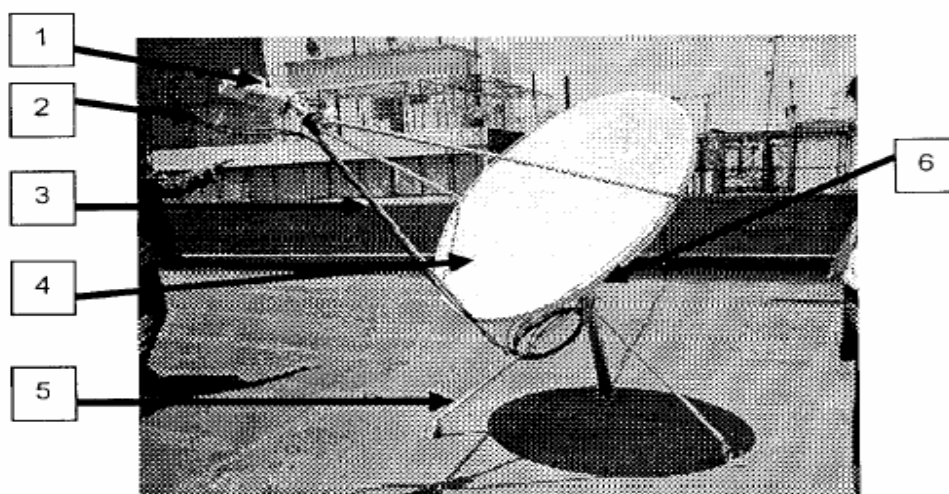
Una estación equipada con un sistema satelital para el acceso a Internet consiste en, ubicada en el techo del local o el vehículo, una unidad alimentadora, un transmisor ODU, un LNB (bloque amplificador de bajo ruido), un receptor, un convertidor de salida, una unidad interior IDU y un cableado que debe cumplir con las normas técnicas.

El sistema cuenta con mecanismos manuales para ajustar la polarización del alimentador, así como elevación, el azimuth y la sintonía fina de la antena. El cableado generalmente es de tipo coaxial.

Los enlaces satelitales constan de dos partes: antena e IDU.

3.6.1 Antena

En la figura 3.25. se muestra una antena parabólica que transmite y recibe en la banda Ku.



Fuente: Sistema directways hns, guía de instalación dw1000.

Figura 33 Antena parabólica de un VSAT.

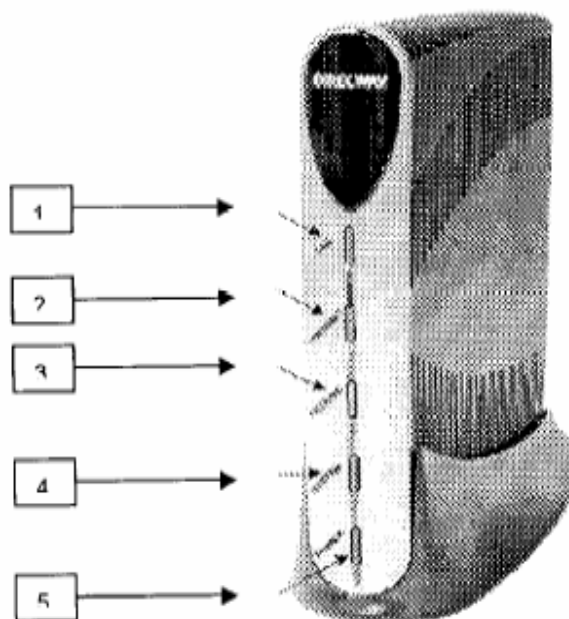
No.	Descripción	Función
1	ODU	Amplificador de señal orientada al satélite
2	Cables de Tx y Rx.	Son los cables que bajan directamente a la IDU
3	Brazos	Sirven para contener la ODU y tienen guías y marcas de apuntamiento.
4	Plato	Recibe la señal proveniente del satélite y la refleja al LNB.
5	Base	Sostiene la antena fijamente, cualquier movimiento puede degradar la señal.
6	Guías o marcas	Están ubicadas en la base del plato y dan la guía para apuntar la antena hacia el satélite

Tabla 8 Descripción de cada parte de la antena.

3.6.2 IDU.

Es la unidad interior, convierte las señales análogas en digitales listas para ;a conexión a un *access point*, un *switch*, o directamente al PC.

Vista frontal del módem.



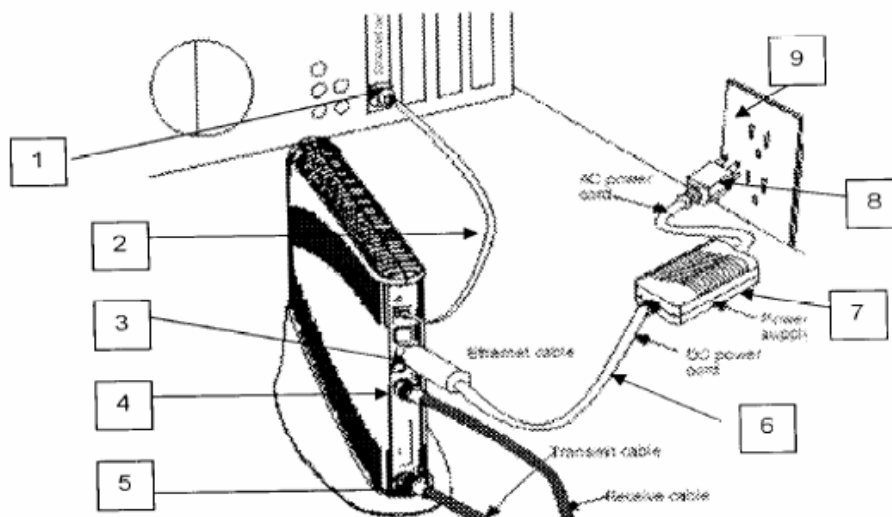
Fuente: Sistema directways hns, guía de instalación dw1000.

Figura 34 Unidad Interior o IDU.

No.	Indicador	Descripción	Función
1	Led LAN	Parpadea constantemente en verde	Indica la funcionalidad de la red LAN y de la IDU.
2	Led TRANSMIT	Color Verde	Indica que el módem está transmitiendo correctamente la operación hacia el satélite.
3	Led RECEIVE	Color Verde	Indica que el módem está recibiendo correctamente la operación hacia el satélite
4	Led SYSTEM	Color Verde	Indica el correcto funcionamiento del sistema interno del módem y de la red LAN
5	Led POWER	Color Verde	Indica que el módem está encendido.

Tabla 9 Descripción del panel frontal de un módem satelital.

Vista posterior del módem



Fuente: Sistema directways hns, guía de instalación dw1000.

Figura 35 Vista trasera del módem.

No.	Descripción
1	Conector RJ-45 para entrada a red de la LAN o directamente al PC por puerto serial
2	Cable para la conexión a la red LAN
3	Alimentación de energía eléctrica desde una fuente externa.
4	Entrada de la señal "RF in RECEIVE"
5	Salida de la señal "RF OUT TRANSMIT"
6	Cable de alimentación de fuente externa
7	Fuente externa
8	Entrada clavija de alimentación

Tabla 10 Descripción del panel posterior del módem satelital.

3.6.3 Diagnostico de fallas

Vista frontal de la IDU

- Led de LAN (parpadeando en color verde) operación normal.
- Led de Transmir (color verde) operación normal.
- Led de Receive (color verde) operación normal.
- Led de System (color verde) operación normal.
- Led de Power (color verde) operación normal.

Vista posterior ODU.

Verificación de energía eléctrica

- No contiene *switch* de encendido/apagado, el cable de fuente exterior se conecta directamente con el de IDU y la toma de corriente, verificar si está bien conectada.
- Cable de alimentación: conectado al contacto a la fuente exterior.

Verificación de conexiones y cableado.

- Cable "IFL" coaxial de Rx (connector tipo F): conectado a la posición satellite "IN"
- Cable "IFL" coaxial de Tx (connector tipo F): conectado a la posición satellite "OUT"
- Cable para red "LAN": conectado al puerto RJ-45

Verificación de antena, ODU y cableado exterior.

- Revisar si el plato tiene alguna ruptura, caído o desorientado. (Cuando se instala la antena o se orienta el plato hacia el satélite, se marcan los herrajes guías para el ajuste final, por lo que se debe verificar si esas marcas o guías se encuentran alineadas).
- Revisar los brazos o guías si no sufrieron alguna ruptura o doblez y si coinciden con las guías del plato.
- Revisar la ODU (unidad exterior) que no haya sufrido algún daño exterior.
- Revisar el cableado, que no haya sufrido alguna ruptura o que no le esté entrando humedad.
- Verificación de conexiones en la ODU, que estén bien selladas.

Verificación del SQF (factor de calidad de señal)

En este ítem se verificará el SQF de los radios satelitales DW1000, la cual fue la tecnología usada por el DANE para realizar el censo en Colombia durante del segundo semestre del año 2005.

Satellite Interface Stats Menu:

- (a) Display Main Statistics.
- (b) Clear Statistics.
- (c) Display Satellite Interface Serial Number.
- (d) Display Signal Quality Factor.
- (e) Display status monitor.
- (z) Return to Main Menu.

Fuente: Sistema directways hns, guía de instalación dw1000.

Satellite Interface Stats Menu (<?/CR> for options): **d <CR>**

SQF: 95, DVB Frames: 0, Errors: 0

Se debe apuntar la antena y ajustar el cros polarizador (guía mecánica de la antena) hasta obtener el valor mas alto posible del SQF.

Para grabar se pulsa "pw"

OBSERVACIONES Y CONCLUSIONES

- ✓ A pesar que el objetivo general de la práctica no es cuantificable, sí es muy importante para el desarrollo de la práctica empresarial y la formación integral del ingeniero, porque se aprende mucho con respecto al movimiento de la ingeniería electrónica a nivel empresarial, como por ejemplo, la estructura, la organización, los precios, las tendencias tecnológicas y porqué no, los problemas por los cuales se pasa en este negocio.
- ✓ Se observa que hay ingenieros, tecnólogos y técnicos que a pesar de su diferente nivel de educación, deben trabajar en equipo para dar una solución óptima de telecomunicaciones y aquellas personas quienes se consideran más importantes que las demás, generan un mal ambiente laboral y deciden retirarse de la empresa. También se observa la importancia de ser proactivo, es decir, no esperar a que se pidan las soluciones, sino anticiparse al problema y dar las soluciones pues todos los puntos de vista son tomados en cuenta.
- ✓ Se concluye que los conocimientos básicos aprendidos en la universidad, y sobretodo en materias como teoría de las comunicaciones y sistemas de microondas y cursos extracurriculares como el CCNA de Cisco, son fundamentales para la comprensión práctica de las comunicaciones y para dar soluciones de soporte académico, es decir, que no están basados en la experiencia ni en el empirismo, aspecto que es bien valorado por los superiores para los próximos proyectos.
- ✓ Cuando se trabaja en una empresa, sin importar de que tipo sea, llevar un control de la calidad de sus productos y/o servicios es de vital importancia porque de eso depende el crecimiento, imagen y futuro de la empresa. Intelred S.A. carece de un departamento que se encargue completamente de este aspecto y cuando se desarrolló este informe se encontraron algunas fallas en la prestación de sus servicios que se corrigen gradualmente y poco a poco se mejora aún más la imagen de la empresa. La persona o grupo de personas que llevan a cabo este procedimiento deben conocer muy bien qué servicios presta la empresa y cómo los presta para poder realizar una evaluación de calidad eficiente y dar soluciones óptimas.

- ✓ Cuando se desarrolló la autoevaluación se generó cierta apatía y temor entre el personal técnico de la empresa sobre todo en aquellos que más experiencia laboral tenían, porque ellos pensaban que iban a perder su empleo. Esto demuestra que nunca se había hecho una evaluación al personal técnico y esto dificultó mucho la elaboración del informe. Por esto se les explicó que era una autoevaluación y por qué se hacía y una vez mostrados los resultados la empresa empezó a llevar a cabo actividades y desarrollar manuales para que ellos fortalecieran sus debilidades, lo que generó gran motivación entre sus empleados por lo que se concluye que no sólo con dinero se motiva a un empleado, si no con respeto y preocupación por su capacitación y porque aprenda más de su trabajo para ser mejor.

- ✓ Tanto la autoevaluación como la evaluación externa muestran un punto en común: resultados regulares en el manejo de tecnología de radioenlaces, por ende es necesario que la empresa desarrolle un plan para mejorar este tipo de tecnología porque es muy importante para los servicios que ella presta.

- ✓ Los resultados de la evaluación externa fueron muy satisfactorios para Intelred S.A., y reflejan el trabajo realizado en campo por el personal técnico, quienes son lo que representan la empresa ante los clientes, pero se observan algunas fallas como por ejemplo incumplimiento del tiempo de solución, falta de alguna herramienta o falta de capacidad para dar solución, pero se resuelven con el excelente trabajo de equipo y la comunicación por celular y Avantel. Se concluye que el trabajo en equipo es básico para la solución y el aprendizaje de las diferentes instalaciones y mantenimientos.

- ✓ Después de que se analizaron los resultados de las evaluaciones, tuvieron en cuenta para certificar la empresa y la propuesta de mejora que consistió en el diseño de los manuales, se entregaron al personal técnico quienes inmediatamente los estudiaron. Para saber los resultados de la propuesta de mejora, se deberá realizar otro estudio dentro de un tiempo prudencial y comparar los resultados con los iniciales y sacar unas nuevas conclusiones.

- ✓ Para poder diseñar los manuales de instalación y mantenimiento se necesitan dos elementos básicos, el primero es el conocimiento teórico, se debe saber qué tipo de tecnología es y cómo opera, por ejemplo en la instalación de un sistema de microondas saber a qué distancia alcanza la frecuencia, cuánta potencia se debe emitir, ancho del lóbulo principal, etc.. lo segundo es tener experiencia en campo, es decir, haber trabajado en ello, para dar soluciones

que no se encuentran en los libros, es decir, redactar una estrategia para hacer un estudio de sitio.

- ✓ Cuando se trabaja con módems banda-base, se aprende acerca del par de cobre, distancias de transmisión, interferencias, degradación del canal, costos de ancho de banda en voz y datos y costos de equipos. Se considera muy importante este aprendizaje por que se va mejorando la calidad del servicio.

- ✓ El *router* es el responsable de enrutar los paquetes de datos por el mejor camino. El aprendizaje de este dispositivo es bastante complicado (si no se tienen los conocimientos adecuados) e importante, pues se considera el corazón del la Internet y quienes lo dominan tienen mayor posibilidad de encontrar trabajo en el campo de las redes de telecomunicaciones.

- ✓ En la instalación y mantenimiento de sistemas de microondas se tiene dos tipos de personal, el primero es el responsable de la configuración del equipo, debe saber cómo funciona el conjunto total (IDU, ODU, antena, cableado, etc.) y el segundo es el responsable de la instalación de la antena en la torre y de hacer el cableado, esta persona debe tener capacitación en trabajo de alturas y un seguro de vida que le cubra este tipo de trabajos. Se trabaja en un mínimo de dos parejas y se debe estar continuamente comunicados.

- ✓ En el área satelital a pesar de tener una teoría bastante sencilla, su práctica es bastante complicada pero enriquecedora, al igual que en los sistemas de microondas se trabaja en 2 equipos pero la experiencia es diferente, se debe saber de cuales son los satélites que se deben apuntar, las coordenadas exactas y cómo ubicarlas con la brújula, etc.

- ✓ Durante el desarrollo de este informe se logró conocer cómo trabaja la red de telecomunicaciones de Telecom, conocer los precios en el mercado de una instalación o un mantenimiento, (alrededor de \$700.000 para cobre y \$1000.000 para radio), se concluye que esto es importante porque se debe tener en cuenta para montar una empresa en un futuro.

- ✓ Cuando se hace ingeniería de campo se pueden observar y aprender muchas cosas, por ejemplo, cómo afectan las condiciones ambientales las redes de telecomunicaciones, pues cuando es temporada de “verano” los mantenimientos se reducen considerablemente porque se presentan menos fallas y las instalaciones de radio enlaces rinden más por lo cual se presenta la siguiente conclusión: la empresa deja de ganar dinero en la parte de cobre porque se reducen los mantenimiento pero por otro lado se incrementan las instalaciones de radio enlaces y cuando es temporada de “invierno” sucede lo contrario.

- ✓ La selección de los equipos se hace por parte de Telecom y se puede observar que se inclinan más por los bajos precios que por la calidad, llegando a la conclusión de la importancia de conocer los precios y las tendencias de las grandes empresas de telecomunicaciones para montar una empresa en esta rama de la electrónica.

- ✓ Se observa que para llegar a ser un buen ingeniero de telecomunicaciones no sólo es suficiente poseer un gran conocimiento teórico, si no tener un conocimiento práctico, es decir, conocer de otra clase de problemas que se presentan a la hora de configurar un módem o un *router*, saber cuánto vale y cuánto tiempo debe tener un ingeniero o técnico para su solución, o en cuanto a radios se refiere, qué frecuencias debe usar, en qué partes se pueden usar sin “tumbar” otro enlace, conocer de las tendencias tecnológicas, por ejemplo, porqué se está utilizando la marca RAD en lugar de la de SAF o *cylink*, cuánto vale cada una y qué tipo de antena utilizan.

- ✓ Como conclusión final, el aprendizaje del trabajo en equipo, aprender a escuchar a las personas de diferente nivel académico, diferente manera de pensar, pues a diferencia de la universidad, en el “campo” no se escoge el compañero, por ende es muy importante saber trabajar en equipo.

RECOMENDACIONES

- ✓ Se recomienda al Intelred S.A. tener su propia flotilla de transporte para agilizar la realización de las instalaciones y mantenimientos para evitar multas contractuales y mejorar la imagen de la empresa.
- ✓ Se debe aumentar el sueldo del personal técnico para mejorar su motivación laboral y evitar la rotación de personal.
- ✓ Dotar a todo el personal con toda herramienta adecuada, computadores portátiles, celular, avantel y uniforme para identificar la empresa en los diferentes clientes.
- ✓ Se le recomienda al personal técnico hacer un curso de redes de telecomunicaciones como el CCNA de Cisco o similares.

BIBLIOGRAFÍA

ADTRAN. Manual Módem Adtran 6500.30 p.

CISCO System, Inc.,Guía del primer año CCNA® 1 y 2. Tercera edición.964 p.

CLIENT SATISFACTION, *Project Management for TSRS*, 4 p.

CORDOVA, Hernan. Estudio del espectro ensanchado. En revista tecnológica EPSOL, Vol 18. Octubre 2005.

CYLINK® , Manual *Cylink® airlink extended s-band point to point Modem*

HERNÁNDEZ HATRE, Alfonso. Implantación de un sistema de norma ISO 9001:2000. centro para la ciudad de Asturias. Asturias, España. 206 p.

HUAWEI, Tecnologías ADSL, edición del ano 2005

HUAWEI. Training on ADSL+2. Diapositivas. 34 p.

MARTÍNEZ, Evelio. Topologías de red. www.eveliux.com

PINZÓN, Samuel. Diapositivas de medios de transmisión. UIS 2005

RAD. Manual de instalación y configuración radios Airmux 200 RAD

SAENZ PENA, Roque. Teoría de las telecomunicaciones. 25 p.

SISTEMA DIRECTWAYS HNS, Guía de instalación DW1000.

SOFTDOWNLOAD, redes y transmisión de datos.

TELEFÓNICA, introducción a la telemática y a las redes de datos.

TERNARIA. Interfaz V.35 Nx64. Circuito digital punto a punto. 12p.

www.wikipedia.org/wiki/spreadspectrum/.

www.wikipedia.org/wiki/vsat/.

ANEXOS

ANEXO 1. Ver archivo Autoevaluación.xls

ANEXO 2 Ver archivo evaluación calidad externa.xls

ANEXO 3

EVOLUCIÓN DE REDES DE DATOS¹⁰

Las redes de datos se desarrollaron como consecuencia de que las agencias del gobierno y las empresas necesitaban intercambiar información electrónica a grandes distancias. En ese momento, los microcomputadores no estaban conectados entre sí como sí lo estaban las terminales de computadores *mainframe*, de modo que no había una manera eficaz de compartir datos entre varios computadores. Se tornó evidente que el uso de disquetes para compartir datos no era un método eficaz ni económico para desarrollar la actividad empresarial. La red a pie creaba copias múltiples de los datos. Cada vez que se modificaba un archivo, había que volver a compartirlo con el resto de sus usuarios. Si dos usuarios modificaban el archivo, y luego intentaban compartirlo, se perdía alguno de los dos conjuntos de modificaciones. Las empresas necesitaban una solución que resolviera con éxito los tres problemas siguientes:

- Cómo evitar la duplicación de equipos informáticos y de otros recursos
- Cómo comunicarse con eficiencia
- Cómo configurar y administrar una red

Las empresas se dieron cuenta de que la tecnología de *networking* podía incrementar la productividad y ahorrar gastos. Las redes se agrandaron y extendieron casi con la misma rapidez con la que se lanzaban nuevas tecnologías y productos de red. A principios de la década de 1980 *networking* se expandió enormemente, aun cuando en sus inicios su desarrollo fue caótico.

A mediados de la década de 1980, las tecnologías de red que habían emergido se habían creado con implementaciones de hardware y software distintas. Cada empresa dedicada a crear hardware y software para redes utilizaba sus propios estándares corporativos. Estos estándares individuales se desarrollaron como consecuencia de la competencia con otras empresas. Por lo tanto, muchas de las nuevas tecnologías no eran compatibles entre sí. Se tornó cada vez más difícil la comunicación entre redes que usaban distintas especificaciones. Esto a menudo obligaba a deshacerse de los equipos de la antigua red al implementar equipos de red nuevos.

Una de las primeras soluciones fue la creación de los estándares de Red de área local (LAN - *Local Area Network*, en inglés). Como los estándares LAN proporcionaban un conjunto abierto de pautas para la creación de hardware y software de red, se podrían compatibilizar los equipos provenientes de diferentes empresas. Esto permitía la estabilidad en la implementación de las LAN.

¹⁰ Cisco Systems Inc. CCNA Guía del primer año.

En un sistema LAN, cada departamento de la empresa era una especie de isla electrónica. A medida que el uso de los computadores en las empresas aumentaba, pronto resultó obvio que incluso las LAN no eran suficientes.

Lo que se necesitaba era una forma de que la información se pudiera transferir rápidamente y con eficiencia, no solamente dentro de una misma empresa sino también de una empresa a otra. La solución fue la creación de redes de área metropolitana (MAN) y redes de área amplia (WAN). Como las WAN podían conectar redes de usuarios dentro de áreas geográficas extensas, permitieron que las empresas se comunicaran entre sí a través de grandes distancias. La Figura resume las dimensiones relativas de las LAN y las WAN.

Protocolos de red

Un protocolo es una descripción formal de un conjunto de reglas y convenciones que gobiernan el modo en que se comunican los dispositivos en una red. Los protocolos determinan el formato, la temporización, la secuenciación y el control de errores en la comunicación de datos. Sin protocolos, la computadora no puede crear o reconstruir el flujo de bits entrante desde otra computadora a fin de obtener los datos originales.

Los protocolos controlan todos los aspectos de la comunicación de datos. Determinan cómo se construye la red física, cómo se conectan las computadoras a la red, cómo se formatean los datos para la transmisión y como envían los datos. Esas reglas sobre redes las crean y mantienen diferentes organizaciones y comités:

- IEEE (instituto de ingenieros eléctricos y electrónicos)
- ANSI (instituto nacional americano de normalización)
- TIA (asociación de la industria de las telecomunicaciones)
- EIA (asociación de industrias electrónicas)
- ITU (unión internacional de las telecomunicaciones)

EL MODELO DE REFERENCIA OSI¹¹

El **modelo de referencia de Interconexión de Sistemas Abiertos** (OSI) lanzado en 1984 fue el modelo de red descriptivo creado por ISO. Proporcionó a los fabricantes un conjunto de estándares que aseguraron una mayor compatibilidad e interoperabilidad entre los distintos tipos de tecnología de red producidos por las empresas a nivel mundial.

¹¹ Cisco Systems Inc. CCNA Guía del primer año.

El modelo de referencia OSI se ha convertido en el modelo principal para las comunicaciones por red. Aunque existen otros modelos, la mayoría de los fabricantes de redes relacionan sus productos con el modelo de referencia de OSI. Esto es en particular así cuando lo que buscan es enseñar a los usuarios a utilizar sus productos.

El modelo en sí mismo no puede ser considerado una arquitectura, ya que no especifica el protocolo que debe ser usado en cada capa, sino que suele hablarse de modelo de referencia. Este modelo está dividido en siete capas:

Capa física

La Capa Física del modelo de referencia OSI es la que se encarga de las conexiones físicas de la computadora hacia la red, tanto en lo que se refiere al medio (cable conductor, fibra óptica o inalámbrico); características del medio (tipo de cable o calidad del mismo; tipo de conectores normalizados o en su caso tipo de antena; etc.) y la forma en la que se transmite la información (codificación de señal, niveles de tensión/intensidad de corriente eléctrica, modulación, tasa binaria, etc.)

Es la encargada de transmitir los bits de información a través del medio utilizado para la transmisión. Se ocupa de las propiedades físicas y características eléctricas de los diversos componentes; de la velocidad de transmisión, si esta es uni o bidireccional (*simplex, duplex o full-duplex*). También de aspectos mecánicos de las conexiones y terminales, incluyendo la interpretación de las señales eléctricas/electromagnéticas.

Se encarga de transformar una trama de datos proveniente del nivel de enlace en una señal adecuada al medio físico utilizado en la transmisión. Estos impulsos pueden ser eléctricos (transmisión por cable); o electromagnéticos. Estos últimos, dependiendo de la frecuencia /longitud de onda de la señal pueden ser ópticos, de micro-ondas o de radio. Cuando actúa en modo recepción el trabajo es inverso; se encarga de transformar la señal transmitida en tramas de datos binarios que serán entregados al nivel de enlace.

Sus principales funciones se pueden resumir como:

- Definir el medio o medios físicos por los que va a viajar la comunicación: cable de pares trenzados (o no, como en RS232/EIA232), coaxial, guías de onda, aire, fibra óptica.
- Definir las características materiales (componentes y conectores mecánicos) y eléctricas (niveles de tensión) que se van a usar en la transmisión de los datos por los medios físicos.

- Definir las características funcionales de la interfaz (establecimiento, mantenimiento y liberación del enlace físico).
- Transmitir el flujo de bits a través del medio.
- Manejar las señales eléctricas/electromagnéticas
- Especificar cables, conectores y componentes de interfaz con el medio de transmisión, polos en un enchufe, etc.
- Garantizar la conexión (aunque no la fiabilidad de ésta).

Algunos de los dispositivos que componen esta capa son los cables, conectores, repetidores, *hubs*, *patch panel*.

Capa de enlace

A partir de cualquier medio de transmisión debe ser capaz de proporcionar una transmisión sin errores. Debe crear y reconocer los límites de las tramas, así como resolver los problemas derivados del deterioro, pérdida o duplicidad de las tramas. También debe incluir algún mecanismo de regulación del tráfico que evite la saturación de un receptor que sea más lento que el emisor.

Algunos de los dispositivos mas comunes son el puente, *switch* y tarjetas *MAC*.

Capa de red

El cometido de la capa de red es hacer que los datos lleguen desde el origen al destino, aún cuando ambos no estén conectados directamente. Es decir que se encarga de encontrar un camino manteniendo una tabla de enrutamiento y atravesando los equipos que sea necesario, para hacer llegar los datos al destino. Los equipos encargados de realizar este encaminamiento se denominan *routers*, en castellano enrutadores.

Adicionalmente la capa de red debe gestionar la congestión de red, que es el fenómeno que se produce cuando una saturación de un nodo tira abajo toda la red (similar a un atasco en un cruce importante en una ciudad).

Capa de transporte

Su función básica es aceptar los datos enviados por las capas superiores, dividirlos en pequeñas partes si es necesario, y pasarlos a la capa de red. En el caso del modelo OSI, también se asegura que lleguen correctamente al otro lado

de la comunicación. Otra característica a destacar es que debe aislar a las capas superiores de las distintas posibles implementaciones de tecnologías de red en las capas inferiores, lo que la convierte en el corazón de la comunicación. En esta capa se proveen servicios de conexión para la capa de sesión que serán utilizados finalmente por los usuarios de la red al enviar y recibir paquetes. Estos servicios estarán asociados al tipo de comunicación empleada, la cual puede ser diferente según el requerimiento que se le haga a la capa de transporte. Por ejemplo, la comunicación puede ser manejada para que los paquetes sean entregados en el orden exacto en que se enviaron, asegurando una comunicación punto a punto libre de errores, o sin tener en cuenta el orden de envío. Una de las dos modalidades debe establecerse antes de comenzar la comunicación para que una sesión determinada envíe paquetes, y ése será el tipo de servicio brindado por la capa de transporte hasta que la sesión finalice. De la explicación del funcionamiento de esta capa se desprende que no está tan encadenada a capas inferiores como en el caso de las capas 1 a 3, sino que el servicio a prestar se determina cada vez que una sesión desea establecer una comunicación. Todo el servicio que presta la capa está gestionado por las cabeceras que agrega al paquete a transmitir. Para finalizar, se puede definir a la capa de transporte como: Capa encargada de efectuar el transporte de los datos (que se encuentran dentro del paquete) de la máquina origen a la destino, independizándolo del tipo de red física que se esté utilizando.

Capa sesión

Esta capa ofrece varios servicios que son cruciales para la comunicación, como son:

- Control de la sesión a establecer entre el emisor y el receptor (quién transmite, quién escucha y seguimiento de ésta).
- Control de la concurrencia (que dos comunicaciones a la misma operación crítica no se efectúen al mismo tiempo).
- Mantener puntos de verificación (*checkpoints*), que sirven para que, ante una interrupción de transmisión por cualquier causa, la misma se pueda reanudar desde el último punto de verificación en lugar de repetirla desde el principio.

Por lo tanto, el servicio provisto por esta capa es la capacidad de asegurar que, dada una sesión establecida entre dos máquinas, la misma se pueda efectuar para las operaciones definidas de principio a fin, reanudándolas en caso de interrupción.

Capa de presentación

El objetivo de la capa de presentación es encargarse de la representación de la información, de manera que aunque distintos equipos puedan tener diferentes

representaciones internas de caracteres (ASCII, *unicode*, *EBCDIC*), números (*little-endian* tipo *intel*, *big-endian* tipo *motorola*), sonido o imágenes; los datos lleguen de manera reconocible.

Para conseguir este objetivo se describió una posible notación de sintaxis abstracta (ASN.1), que en realidad se utiliza internamente en los MIB de SNMP (protocolo de gestión de red, para supervisar equipos de comunicaciones a distancia).

Esta capa es la primera en trabajar más el contenido de la comunicación que cómo se establece la misma. En ella se tratan aspectos tales como la semántica y la sintaxis de los datos transmitidos, ya que distintas computadoras pueden tener diferentes formas de manejarlas.

Son ejemplos claros datos transmitidos en ASCII a un receptor que utiliza EBCDIC, como en el caso de los *mainframes* de IBM, o la utilización de diferentes normas de punto flotante o aritméticas de complemento para representar los enteros.

Por lo tanto, podemos resumir definiendo a esta capa como la encargada de manejar las estructuras de datos abstractas y realizar las conversiones de representación de datos necesarias para la correcta interpretación de los mismos.

Capa aplicación

Ofrece a las aplicaciones (de usuario o no) la posibilidad de acceder a los servicios de las demás capas y define los protocolos que utilizan las aplicaciones para intercambiar datos, como correo electrónico, gestores de bases de datos y servidor de ficheros. Hay tantos protocolos como aplicaciones distintas y puesto que continuamente se desarrollan nuevas aplicaciones el número de protocolos crece sin parar.

Cabe aclarar que el usuario normalmente no interactúa directamente con el nivel de aplicación. Suele interactuar con programas que a su vez interactúan con el nivel de aplicación pero ocultando la complejidad subyacente. Así por ejemplo un usuario no manda una petición "HTTP/1.0 GET index.html" para conseguir una página en html, ni lee directamente el código html/xml.

Entre los protocolos (refiriéndose a protocolos genéricos, no a protocolos de la capa de aplicación de OSI) más conocidos destacan:

- HTTP (HyperText Transfer Protocol) el protocolo bajo la *www*
- FTP (File Transfer Protocol) (FTAM, fuera de TCPIP) transferencia de ficheros

- SMTP (Simple Mail Transfer Protocol) (X.400 fuera de tcp/ip) envío y distribución de correo electrónico
- POP (Post Office Protocol)/IMAP: reparto de correo al usuario final
- SSH (Secure SHell) principalmente terminal remoto, aunque en realidad cifra casi cualquier tipo de transmisión.
- Telnet otro terminal remoto, ha caído en desuso por su inseguridad intrínseca, ya que las claves viajan sin cifrar por la red.

Hay otros protocolos de nivel de aplicación que facilitan el uso y administración de la red:

- SNMP (Simple Network Management Protocol)
- DNS (Domain Name System)



Fuente: Cisco Systems Inc. CCNA. Guía del primer año

Figura.1 Modelo OSI

REDES DE ÁREA LOCAL (LAN)¹²

Red de área local o LAN, conjunto de computadoras que pueden compartir datos, aplicaciones y recursos (por ejemplo impresoras). Las computadoras de una red de área local (LAN, *Local Area Network*) están separadas por distancias de hasta unos pocos kilómetros, y se suelen usar en oficinas o campus universitarios. Una LAN permite la transferencia rápida y eficaz de información en el seno de un grupo de usuarios y reduce los costes de explotación.

Topologías de una LAN

¹² Evelio Martínez. Topologías de red. www.eveliux.com

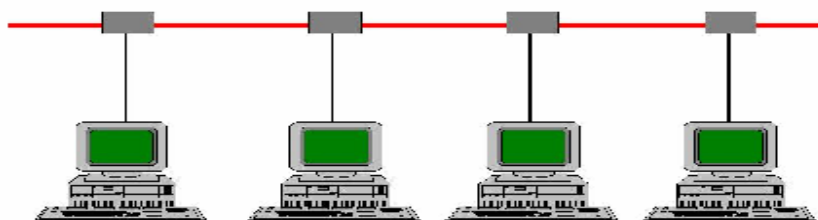
La topología de una red es el arreglo físico en el cual los dispositivos de red (e.g. computadoras, impresoras, servidores, *hubs*, *switches*, puentes, etc.) se interconectan entre sí sobre un medio de comunicación. Existen varias topologías de red básicas (bus, estrella, anillo y malla), pero también existen redes híbridas que combinan una o más topologías en una misma red.

Topología de bus

Una topología de bus está caracterizada por una dorsal principal con dispositivos de red interconectados a lo largo del canal. Las redes de bus son consideradas como topologías pasivas. Las computadoras "escuchan" al bus. Cuando éstas están listas para transmitir, ellas se aseguran que no haya nadie más transmitiendo en el bus, y entonces ellas envían sus paquetes de información. Las redes de bus basadas en contención (ya que cada computadora debe contener por un tiempo de transmisión) típicamente emplean la arquitectura de red ETHERNET.

Las redes de bus comúnmente utilizan cable coaxial como medio de comunicación, las computadoras se conectan al bus mediante un conector BNC en forma de T. En el extremo de la red se ponía un terminador (si se utilizaba un cable de 50 ohm, se ponía un terminador de 50 ohm también).

Las redes de bus son fáciles de instalar y de extender. Son muy susceptibles a quebraduras de cable, conectores y cortos en el cable que son muy difíciles de encontrar. Un problema físico en la red, tal como un conector T, puede tumbar toda la red.



Fuente: Evelio Martinez, www.eveliux.com

Figura. 2 Topología de bus

Topología en estrella

En una topología de estrella, las computadoras en la red se conectan a un dispositivo central conocido como concentrador (*hub* en inglés) o a un conmutador de paquetes (*switch* en inglés). Cada computadora se conecta con su propio cable (típicamente par trenzado) a un puerto del *hub* o *switch*. Este tipo de red sigue siendo pasiva, utilizando un método basado en contención, las computadoras escuchan el cable y contienen por un tiempo de transmisión.

Debido a que la topología estrella utiliza un cable de conexión para cada computadora, es muy fácil de expandir, sólo dependerá del número de puertos disponibles en el *hub* o *switch* (aunque se pueden conectar *hubs* o *switchs* en cadena para así incrementar el número de puertos). La desventaja de esta topología es la centralización de la comunicación, ya que si el *hub* o *switch* falla, toda la red se cae.

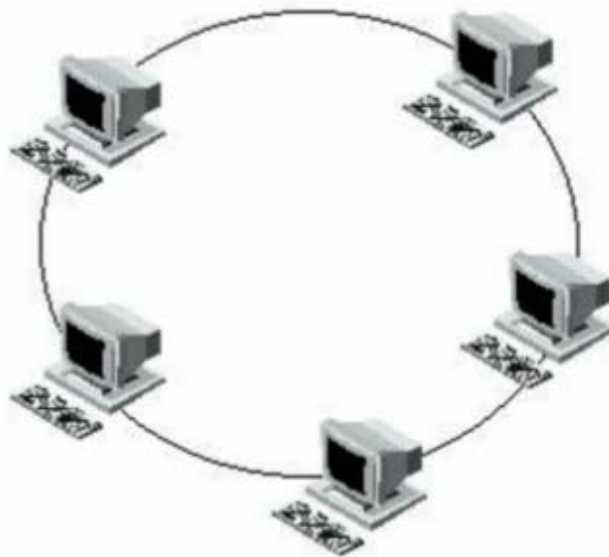


Fuente: Evelio Martinez, www.eveliux.com

Figura. 3 Topología de estrella

Topología de anillo

Una topología de anillo conecta los dispositivos de red uno tras otro sobre el cable en un círculo físico. La topología de anillo mueve información sobre el cable en una dirección y es considerada como una topología activa. Las computadoras en la red retransmiten los paquetes que reciben y los envían a la siguiente computadora en la red. El acceso al medio de la red es otorgado a una computadora en particular en la red por un "*token*". El *token* circula alrededor del anillo y cuando una computadora desea enviar datos, espera al *token* y posiciona de él. La computadora entonces envía los datos sobre el cable. La computadora destino envía un mensaje (a la computadora que envió los datos) que de fueron recibidos correctamente. La computadora que transmitió los datos, crea un nuevo *token* y los envía a la siguiente computadora, empezando el ritual de paso de *token* (*token passing*) nuevamente.



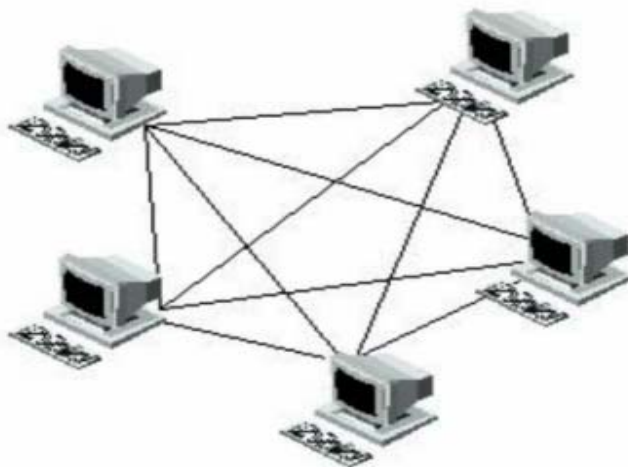
Fuente: Evelio Martinez, www.eveliux.com

Figura. 4 Topología de anillo

Topología de malla

La topología de malla utiliza conexiones redundantes entre los dispositivos de la red así como una estrategia de tolerancia a fallas. Cada dispositivo en la red está conectado a todos los demás (todos conectados con todos). Este tipo de tecnología requiere mucho cable (cuando se utiliza el cable como medio, pero puede ser inalámbrico también). Pero debido a la redundancia, la red puede seguir operando si una conexión se rompe.

Las redes de malla, obviamente, son más difíciles y caras para instalar que las otras topologías de red debido al gran número de conexiones requeridas.

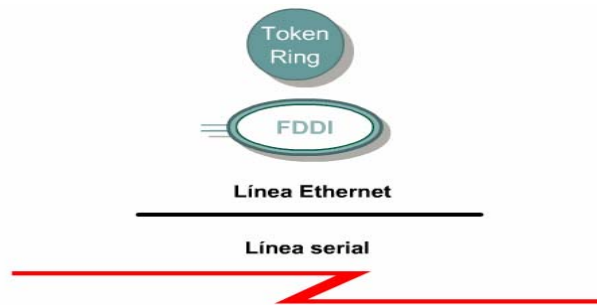


Fuente: Evelio Martinez, www.eveliux.com

Figura 5. Topología de malla

Cableado LAN

Se utilizan varios símbolos para representar los distintos tipos de medios. *Token Ring* se representa con un círculo. La Interfaz de Datos Distribuida por Fibra (FDDI) se representa con dos círculos concéntricos y el símbolo de *Ethernet* es una línea recta. Las conexiones seriales se representan con un rayo.



Fuente: Cisco Systems Inc. CCNA. Guía del primer año

Figura. 6 Símbolos que representan los distintos tipos de medios

Cada red informática se puede desarrollar con varios tipos de medios distintos. La función de los medios consiste en transportar un flujo de información a través de la LAN. Las LAN inalámbricas usan la atmósfera, o el espacio como medio. Otros medios para *networking* limitan las señales de red a un cable o fibra. Los medios de *networking* se consideran componentes de la Capa 1, o la capa física, de las LAN.

Cada medio tiene sus ventajas y desventajas. Algunas de las ventajas y desventajas se relacionan con:

- La longitud del cable
- El costo
- La facilidad de instalación
- La susceptibilidad a interferencias

El cable coaxial, la fibra óptica, e incluso el espacio abierto pueden transportar señales de red. Sin embargo, el principal medio que se estudiará es el cable de par trenzado no blindado de Categoría 5 (UTP CAT 5) que incluye la familia de cables Cat 5e.

Muchas topologías son compatibles con las LAN así como muchos diferentes medios físicos. La Figura muestra un subconjunto de implementaciones de la capa física que se pueden implantar para su uso con *Ethernet*.

Tecnologías *Ethernet*

- *Ethernet* se refiere a la familia de implementaciones LAN que usan CSMA/CD como protocolo MAC, y se incluyen tres categorías principales:
- *Ethernet* Original. Es el sistema más utilizado actualmente, transmite frames a 10 Mbps y está especificado por los estándares IEEE 802.3 y *Ethernet*.
- *Fast Ethernet*: Es un sistema con un ancho de banda de 100 Mbps. Uno de los aspectos importantes de *Fast Ethernet*, es que conserva el formato del *frame Ethernet* y la cantidad de datos que pueden ser transmitidos en él, lo que lo hace ser compatible con la versión anterior.
- Gigabit Ethernet. Corresponde a una extensión más del estándar de *Ethernet*. Este sistema ofrece un ancho de banda de 1000 Mbps, manteniendo absoluta compatibilidad con los nodos *Ethernet* ya existentes.

Medios físicos más utilizados

	10Base5	10Base2	10Base-T	10Base-FL
Cable	Coaxial grueso	Coaxial delgado	UTP Cat 3/5	Fibra 62,5/125 micras
Pares	1	1	2/2	2
Full dúplex	No	No	Sí/Sí	Sí
Tipo Conector	N	BNC	RJ-45/RJ-45	ST
Topología	Bus	Bus	Estrella/Estrella	Estrella
Dist. Seg.	500, máx 2500 m	185, máx 925 m	100, máx 500 m 100, máx 500 m	2 km
Nº Nodos/seg.	100	30	1024/1024	1024

Tabla 1. Medios físicos más utilizados

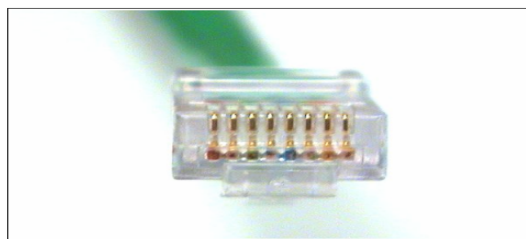
La tabla 1 muestra los tipos de medios físicos posibles de utilizar en la especificación. Actualmente casi todo el cable de cobre utilizado en redes *Ethernet* es el de UTP categorías 3 y 5 preferentemente. Rara vez se emplea STP o cable coaxial.

Implementación del UTP

EIA/TIA especifica el uso de un conector RJ-45 para cables UTP. Las letras RJ significan "*registered jack*" (*jack* registrado), y el número 45 se refiere a una secuencia específica de cableado. El conector transparente RJ-45 muestra ocho hilos de distintos colores. Cuatro de estos hilos conducen el voltaje y se

consideran "*tip*" (punta) (T1 a T4). Los otros cuatro hilos están conectados a tierra y se llaman "*ring*" (anillo) (R1 a R4). *Tip* y *ring* son términos que surgieron a comienzos de la era de la telefonía. Hoy, estos términos se refieren al hilo positivo y negativo de un par. Los hilos del primer par de un cable o conector se llaman T1 y R1. El segundo par son T2 y R2, y así sucesivamente.

El conector RJ-45 es el componente macho, engarzado al extremo del cable. Como se ve en la Figura 6. cuando observa el conector macho de frente, las ubicaciones de los pins están numeradas desde 8, a la izquierda, hasta 1, a la derecha.



Fuente: Cisco Systems Inc. CCNA. Guia del primer año

Figura. 7 Conector macho RJ-45

Como se ve en la Figura 7, el *jack* es el componente femenino en un dispositivo de red, toma de pared o panel de conexión. Para que la electricidad fluya entre el conector y el *jack*, el orden de los hilos debe seguir el código de colores T568A, o T568B recomendado en los estándares EIA/TIA-568-B.1.



Fuente: Cisco Systems Inc. CCNA. Guia del primer año

Figura.8 Conector Hembra RJ-45

Si los dos conectores de un cable RJ-45 se colocan uno al lado del otro, con la misma orientación, podrán verse en cada uno los hilos de color. Si el orden de los hilos de color es el mismo en cada extremo, entonces el cable es de conexión directa.

En un cable de conexión cruzada, los conectores RJ-45 de ambos extremos muestran que algunos hilos de un extremo del cable están cruzados a un pin diferente en el otro extremo del cable. Los pins 1 y 2 de un conector se conectan respectivamente a los pins 3 y 6 de otro.

Utilice cables de conexión directa para el siguiente cableado:

- *Switch a router*
- *Switch a PC o servidor*
- *Hub a PC o servidor*

Utilice cables de conexión cruzada para el siguiente cableado:

- *Switch a switch*
- *Switch a hub*
- *Hub a hub*
- *Router a router*
- *PC a PC*
- *Router a PC*

REDES DE AMPLIA COBERTURA¹³

Una WAN es una red de comunicación de datos que tiene una cobertura geográfica relativamente grande y suele utilizar las instalaciones de transmisión que ofrecen compañías portadoras de servicios como las telefónicas. Las tecnologías WAN operan en las tres capas inferiores del modelo OSI.

Capa Física.

La capa física WAN describe la interfaz entre el equipo terminal de datos (DTE) y el equipo de conexión de los datos (DCE). Típicamente, el DCE es el proveedor de servicio, y el DTE es el dispositivo asociado. En este modelo, los servicios ofrecidos al DTE se hacen disponibles a través de un módem o unidad de servicio del canal/unidad de servicios de datos (CSU/DSU).

Capa de Enlace

Las tecnologías más comunes en la capa de enlace de datos, asociadas con las líneas seriales sincrónicas se enumeran a continuación:

- *Frame Relay*: Utiliza líneas digitales de alta calidad donde sea innecesario verificar los errores LAPB. Al utilizar un tipo de *frame* simplificado sin mecanismos de corrección de errores, *Frame Relay* puede enviar la información de la capa 2 muy rápidamente, comparado con otros protocolos WAN.

¹³ Cisco Systems Inc. CCNA Guía del primer año.

- *Point-to-Point Protocol*: PPP contiene un campo de protocolo para identificar el protocolo de la capa de red.

Tipos de Redes WAN

Redes Públicas: Las redes públicas son recursos WAN pertenecientes a las compañías de telecomunicación que operan tanto en el país como en el mundo. Estos recursos son ofrecidos a los usuarios a través de suscripción.

Estas operadoras incluyen a todas las compañías de servicios de comunicación local, las compañías de servicios de comunicación a larga distancia y los proveedores de servicios de valor agregado, quienes ofrecen con frecuencia, servicios de comunicación WAN como complemento a su verdadero negocio.

Redes Privadas: Una red privada es una red de comunicaciones privada construida, mantenida y controlada por la organización o compañía a la que sirve. Como mínimo una red privada requiere sus propios equipos de conmutación y de comunicaciones. Puede también, emplear sus propios servicios de comunicación o alquilar los servicios de una red pública o de otras redes privadas que hayan construido sus propias líneas de comunicaciones.

Aunque una red privada es costosa, en compañías donde la seguridad y el control sobre el tráfico de datos son de alta prioridad, las líneas privadas constituyen la única garantía de un alto nivel de servicio. Además, en situaciones donde el tráfico de datos entre dos puntos remotos excede de seis horas al día, emplear una red privada puede ser más rentable que utilizar la red pública.

Dispositivos WAN

Módem: Un módem es un dispositivo que interpreta señales analógicas y digitales, permitiendo de esta manera que los datos se transmitan a través de líneas telefónicas. En el punto de origen las señales digitales son convertidas a una forma apropiada para su transmisión a través de equipos de comunicación análogos. En el destino, las señales analógicas son convertidas de nuevo a su forma digital original.

Switch WAN. Corresponde a un dispositivo multipuerto de interconectividad de redes que se utiliza en las redes de transporte. Por lo general, estos dispositivos conmutan tráfico como el de *Frame Relay*, X.25 y SMDS y operan en la capa de enlace de datos.

Router. dispositivo de capa 3, responsable de que cada paquete llegue a su respectivo destino.

EL MODELO TCP/IP¹⁴

La capa de aplicación

La capa de aplicación del modelo TCP/IP incluye detalles de las capas de sesión, transporte y aplicación del modelo OSI. Maneja protocolos de alto nivel, aspectos de representación, codificación y control de diálogo. El modelo TCP/IP combina todos los aspectos relacionados con las aplicaciones en una sola capa y asegura que estos datos estén correctamente empaquetados antes de que pasen a la capa siguiente. TCP/IP incluye no sólo las especificaciones de Internet y de la capa de transporte, tales como IP y TCP, sino también las especificaciones para aplicaciones comunes. TCP/IP tiene protocolos que soportan la transferencia de archivos, e-mail, y conexión remota, además de los siguientes: FTP, TFTP, FTP, NFS, SMTP, Telnet, SNMP, DNS.

La capa de transporte

La capa de transporte proporciona servicios de transporte desde el *host* origen hacia el *host* destino. constituye una conexión lógica entre los extremos de la red, el *host* transmisor y el *host* receptor. Los protocolos de transporte segmentan y reensamblan los datos mandados por las capas superiores en el mismo flujo de datos, o conexión lógica entre los extremos. La corriente de datos de la capa de transporte brinda transporte de extremo a extremo.

Generalmente, se compara la Internet con una nube. La capa de transporte envía los paquetes de datos desde la fuente transmisora hacia el destino receptor a través de la nube. El control de punta a punta, que se proporciona con las ventanas deslizantes y la confiabilidad de los números de secuencia y acuses de recibo, es el deber básico de la capa de transporte cuando utiliza TCP. La capa de transporte también define la conectividad de extremo a extremo entre las aplicaciones de los hosts. Los servicios de transporte incluyen los siguientes servicios:

TCP y UDP

- Segmentación de los datos de capa superior
- Envío de los segmentos desde un dispositivo en un extremo a otro dispositivo en otro extremo.

TCP solamente

¹⁴ Cisco Systems Inc. CCNA Guía del primer año.

- Establecimiento de operaciones de punta a punta.
- Control de flujo proporcionado por ventanas deslizantes.
- Confiabilidad proporcionada por los números de secuencia y los acuses de recibo

Capa de Internet

La función de la capa de Internet es escoger la mejor ruta para enviar paquetes por la red. El protocolo principal que funciona en esta capa es el Protocolo de Internet (IP). La determinación de la mejor ruta y la conmutación de los paquetes ocurre en esta capa.

Los siguientes protocolos operan en la capa de Internet TCP/IP:

- IP proporciona un enrutamiento de paquetes no orientado a conexión de máximo esfuerzo. El IP no se ve afectado por el contenido de los paquetes, sino que busca una ruta de hacia el destino.
- El Protocolo de mensajes de control en Internet (ICMP) suministra capacidades de control y envío de mensajes.
- El Protocolo de resolución de direcciones (ARP) determina la dirección de la capa de enlace de datos, la dirección MAC, para las direcciones IP conocidas.
- El Protocolo de resolución inversa de direcciones (RARP) determina las direcciones IP cuando se conoce la dirección MAC.

El IP ejecuta las siguientes operaciones:

- Define un paquete y un esquema de direccionamiento.
- Transfiere los datos entre la capa Internet y las capas de acceso de red.
- Enruta los paquetes hacia los *hosts* remotos.

Finalmente, para aclarar la terminología, en ocasiones, se considera a IP como protocolo poco confiable. Esto no significa que IP no enviará correctamente los datos a través de la red. Llamar al IP, protocolo poco confiable simplemente significa que IP no realiza la verificación y la corrección de los errores. Dicha función la realizan los protocolos de la capa superior desde las capas de transporte o aplicación.

Capa de acceso de red

La capa de acceso a red también se le conoce como de *host* a red. Es la capa que se ocupa de todos los temas que un paquete IP requiere para crear un enlace

físico con el medio de red. Incluye los detalles de la tecnología LAN y WAN y todos los detalles contenidos en las capas física y de enlace de datos.

Las funciones de la capa de acceso de red incluyen la asignación de direcciones IP a las direcciones físicas y el encapsulamiento de los paquetes IP en tramas. Basándose en el tipo de hardware y la interfaz de la red, la capa de acceso de red definirá la conexión con los medios físicos de la misma.



Fuente: Cisco Systems Inc. CCNA. Guía del primer año

Figura. 9 Modelo TCP/IP

GLOSARIO

Código de colores del cable UTP cat5: en el cableado UTP cat5 se utilizan 2 estándares para el ordenamiento de los colores en los conectores RJ-45, el T568A y el T568B.

Norma 658A	
pin	color
pin 1	blanco/verde
pin 2	verde
pin 3	blanco/naranja
pin 4	azul
pin 5	blanco/azul
pin 6	naranja
pin 7	blanco/café
pin 8	café

Norma 658B	
pin	color
pin 1	blanco/naranja
pin 2	naranja
pin 3	blanco/verde
pin 4	azul
pin 5	blanco/azul
pin 6	verde
pin 7	blanco/café
pin 8	café

FDDI: Interfaz de datos distribuida por fibra óptica. Estándar LAN, definido en ANSI X3T9.5, que especifica una red de transmisión de *tokens* de 100 Mbps que usa cable de fibra óptica, con distancias de transmisión de hasta 2 km. FDDI usa una arquitectura de anillo doble para proporcionar redundancia.

Frame Relay: Protocolo estándar industrial de capa de enlace de datos conmutado, que maneja múltiples circuitos virtuales mediante el encapsulamiento HDLC entre los dispositivos conectados. *Frame Relay* es más eficiente que X.25, el protocolo para el cual se considera generalmente un reemplazo.

Red a pie: Antiguamente cuando no existían las redes de telecomunicaciones, los empleados de una oficina si tenían la necesidad de imprimir un archivo o copiarlo en otro computador, tenían que guardarlo en un disco y llevarlo al lugar deseado.

Token ring: LAN de entrega de *token* desarrollada y apoyada por IBM. Las *Token Ring* operan a 4 ó 16 Mbps mediante una topología de anillo.

ANEXO 4 ESTUDIOS DE SITIO

Los sistemas de red inalámbricas necesitan planificación antes de la instalación del sistema. El sitio de instalación requerido debe ser evaluado para determinar cual sistema de red inalámbrica es capaz de operar eficientemente y proveer cobertura sin degradación de señal.

El objetivo de estudio de sitio es determinar las mejores condiciones para la instalación del sistema inalámbrico y encontrar un rango libre de operación de frecuencias.

Conceptos básicos¹⁵

Fundamentos de radiofrecuencia

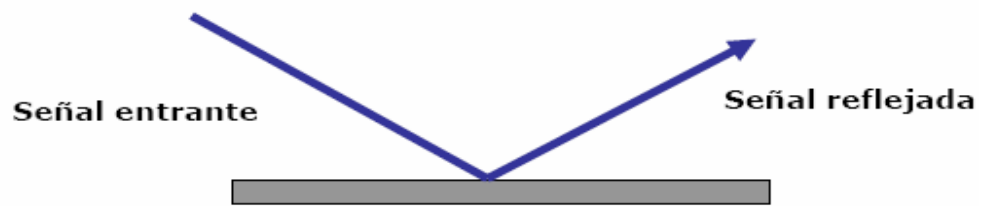
Definición: La radio frecuencia son señales AC de alta frecuencia que al ser pasadas por un conductor de cobre son emitidas o radiadas vía aire en una antena.

Ganancia: termino utilizado para describir un incremento en la amplitud de la señal. Generalmente es un proceso activo (fuente externa de potencia). Algunos procesos pasivos pueden generar ganancia como la reflexión. No siempre tener ganancia es positivo.

Pérdidas: es un termino utilizado para describir un decremento en la amplitud de la señal. Las pérdidas ocurren desde que la señal está en el cable hasta que llega a la antena y es emitida, e incluso la interfaz del aire. Es importante considerar los niveles de sensibilidad. Una de las posibles soluciones pueden ser eliminar las pérdidas en los cables o incrementar la potencia en la antena.

Reflexión: ocurre cuando la onda electromagnética choca con un objeto cuya longitud es mayor que su longitud de onda. Se debe tener en cuenta el efecto *multipath* (error causado por la reflexión de la onda causado por el choque con obstáculos), la reflexión depende del material con que la onda choque.

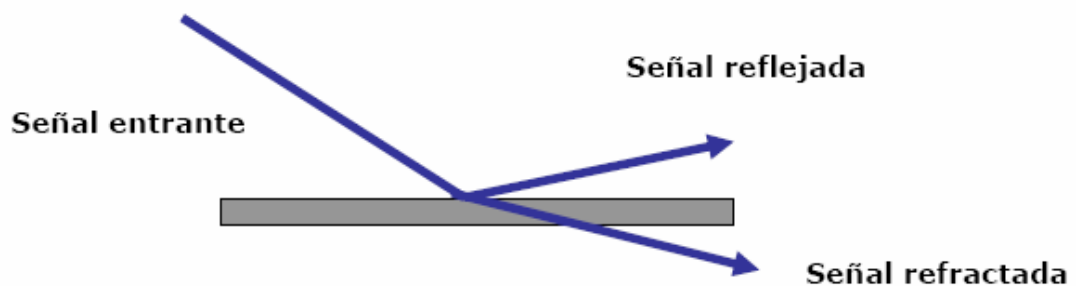
¹⁵ Fuente: Diapositivas de medios de transmisión de el ingeniero Samuel Pinzón. Profesor UIS



Fuente: Diapositivas Samuel Pinzón

Figura. 1 efecto de reflexión

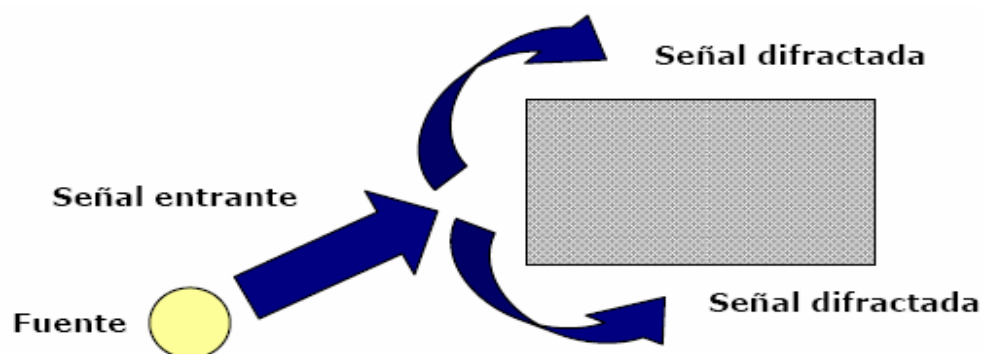
Refracción: describe el cambio de la onda cuando pasa por un medio de diferente densidad, puede llegar a ser un problema considerable en enlaces de larga distancia de radiofrecuencia por las condiciones atmosféricas.



Fuente: Diapositivas Samuel Pinzón

Figura 2. efecto de refracción

Difracción: ocurre cuando entre la transmisión y la recepción existen objetos irregulares. Depende de la geometría del objeto y de la amplitud de la señal, su fase, su polarización e incidencia de la onda.

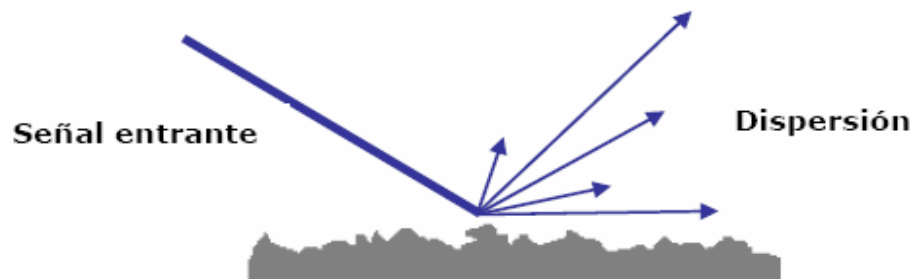


Fuente: Diapositivas Samuel Pinzón

Figura 3. efecto de difracción.

Dispersión: ocurre cuando una onda electromagnética es obstruida por un objeto con dimensiones mas pequeñas que su longitud de onda. La

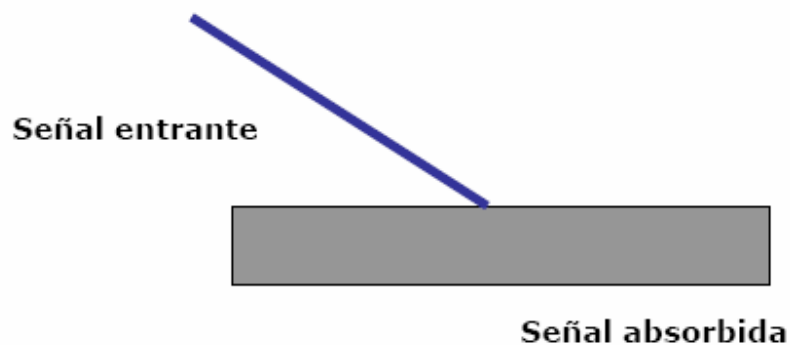
dispersión causará la disipación de la señal y también un efecto similar a la reflexión en la cual la señal dispersa puede seguir diversas trayectorias de propagación.



Fuente: Diapositivas Samuel Pinzón

Figura 4. efecto de dispersión

Absorción: ocurre cuando la señal de radiofrecuencia no es reflejada por algún objeto.



Fuente: Diapositivas Samuel Pinzón

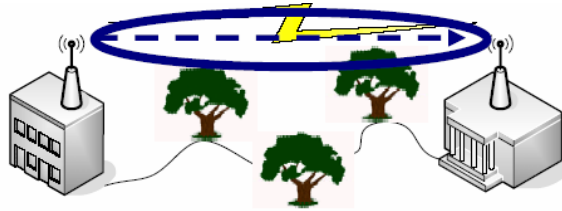
Figura 5 efecto de absorción.

Principios básicos de antenas

Las antenas convierten la señal eléctrica a señal de radiofrecuencia en el caso de las antenas transmisoras y viceversa en el caso de las antenas receptoras. Las dimensiones físicas de la antena, tal como la longitud, están directamente relacionadas con la frecuencia de a la cual transmiten y reciben.

Línea de vista: (*line of sight*) es la línea recta entre el transmisor y receptor.

La zona de *fresnel*: es importante para la planeación de enlaces inalámbricos punto a punto, define un área alrededor de la línea de vista, en la cual la interferencia puede bloquear la señal de radiofrecuencia.



$$r = 43.3 \times \sqrt{\frac{d}{4f}}$$

r: Pies 1 feet = 0,30 m
 d: Millas 1 milla = 1.67 Km
 f: GHz

Fuente: Diapositivas Samuel Pinzón

Figura 6 la zona de *fresnel*.

No es necesario que la zona de *fresnel* garantice el 100%, típicamente entre el 20 – 40 % no introducen problemas graves por ende se debe garantizar el 80% libre de obstáculos.

Ganancia de antenas

Una antena se puede mirar como elemento pasivo, es decir que no tiene amplificadores ni filtros, sin embargo la antena puede crear el efecto de amplificación en virtud de forma física, esto se logra focalizando la radiación en un ancho pequeño, el ancho del rayo (*beamwith*) se mide en grados.

IR: (*intencional radiador*) dispositivo de radiofrecuencia para generar y radiar senales de radio frecuencia.

EIRP: (*equivalent isotropcally radiated power*) es la potencia radiada por la antena, sus unidades es en dBi.

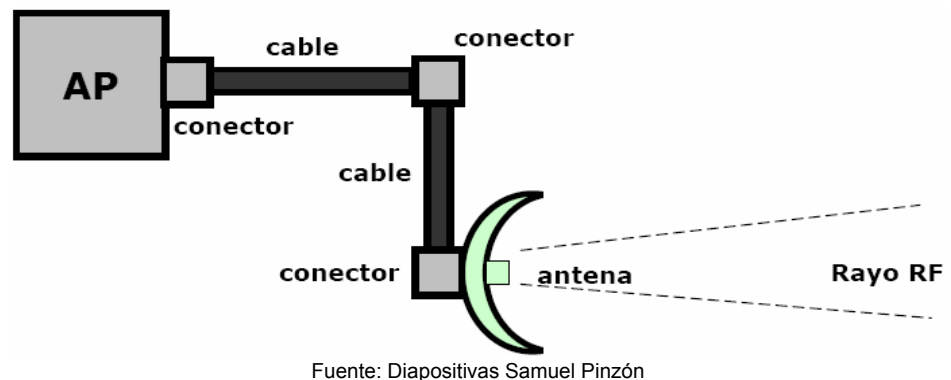


Figura 7 esbozo del sistema de una antena

Cálculos matemáticos de radiofrecuencia

Para calcular el nivel de recepción deseado se deben tener en cuenta todos los factores por donde pasa la señal. Se puede calcular el nivel de recepción de señal en función de todos los factores condicionantes:

$$\text{Nivel_recepción_señal} = \text{Potencia_transmisión_a} - \text{Pérdida_conectores_a} - \text{Pérdida_cables_a} + \text{Ganancia_antena_a} - \text{Pérdida_propagación} + \text{Ganancia_antena_b} - \text{Pérdida_cables_b} - \text{Pérdida_conectores_b}$$

O abreviando:

$$Nrs = Pt_a - Pco_a - Pca_a + Ga_a - Pp + Ga_b - Pca_b - Pco_b$$

Para establecer un enlace óptimo, el Nrs (relación señal a ruido), debe ser mayor que la sensibilidad + margen.

Para un enlace de correcto, la sensibilidad debe ser:

- Para 11Mbit: -82dBm
- Para 5.5Mbit: -87dBm
- Para 2Mbit: -91dBm
- Para 1Mbit: -94dBm

El margen ha de ser:

- Mínimo: 10dB
- Enlaces expuestos a interferencias (ciudad): 15dB
- Enlaces con condiciones climáticas adversas: 20dB

Ejemplo práctico

Suponga que en un enlace de 11Mbit se tienen los siguientes valores de ganancia y de pérdida en sus diferentes dispositivos.

Para el enlace de 11Mbit que se pretende crear, atraviesa parte de la ciudad hasta la periferia, por tanto se aplica los -82dBm de sensibilidad y los 15dB de margen, quedando:

$$Nrs > -82 + 10$$

$$Nrs > -72\text{dBm}$$

Concluyendo:

$$Pt_a - Pco_a - Pca_a + Ga_a - Pp + Ga_b - Pca_b - Pco_b > -72\text{dBm}$$

Tomando los valores

$$Pt_a = 15\text{dBm}$$

$$Pco_a = 2\text{dB}$$

$$Pca_a = 3.4\text{dB}$$

$$Ga_a = 24\text{dBi}$$

$$Pp = 124\text{dB}$$

$$Ga_b = 24\text{dBi}$$

$$Pca_b = 3.4\text{dB}$$

$$Pco_b = 2\text{dB}$$

$$Nrs > -72\text{dBm}$$

Aplicamos la fórmula:

$$Pt_a - Pco_a - Pca_a + Ga_a - Pp + Ga_b - Pca_b - Pco_b > Nrs$$

$$15\text{dBm} - 2\text{dB} - 3.4\text{dB} + 24\text{dBi} - 124\text{dB} + 24\text{dBi} - 3.4\text{dB} - 2\text{dB} > -72\text{dBm}$$

$$-71.8\text{dB} > -72\text{dB}$$

Nota: conversión de unidades

La ganancia se da en unidades de dB (decibeles) y la potencia en unidades de dBm.

$$P [\text{db}] = 10 \cdot (P_{\text{salida}} \text{ W} / P_{\text{entrada}} \text{ W}); \quad P[\text{dBm}] = P [\text{dB}] - 30$$

ANEXO 5 EL MÓDEM

Acrónimo de las palabras **modulador/demodulador**. El módem actúa como *equipo terminal del circuito de datos* (ETCD) permitiendo la transmisión de un flujo de datos digitales a través de una señal analógica.

Funcionamiento

El modulador emite una señal analógica constante denominada portadora. Generalmente, se trata de una simple señal sinusoidal. A medida que se desea transmitir datos digitales, se modifica alguna característica de la señal portadora. De esta manera, se indica si se está transmitiendo un "cero" o un "uno". Las características que se pueden modificar de la señal portadora son:

- Fase, dando lugar a una modulación de fase (PM/PSK).
- Frecuencia, dando lugar a una modulación de frecuencia (FM/FSK).
- Amplitud, dando lugar a una modulación de amplitud (AM/ASK).

También es posible una combinación de modulaciones.

El demodulador interpreta los cambios en la señal portadora para reconstruir el flujo de datos digitales.¹⁶

Los distintos xDSL

Existen varias tecnologías pertenecientes a la familia DSL. Estas, a su vez, se dividen en dos grandes grupos: las tecnologías simétricas y las asimétricas. Las tecnologías simétricas envían datos a la misma velocidad en ambos sentidos. Por otro lado, las asimétricas lo hacen a mayor velocidad en una dirección dada. Generalmente, el sentido de mayor velocidad es desde la red al usuario. Esto es así, pues generalmente el usuario envía mensajes cortos a la red (comandos o URLs) y recibe gran cantidad de información de la misma (gráficos, videos, archivos, etc.). Por este motivo, se espera implementar las tecnologías asincrónicas con los usuarios que en su mayor parte tengan este patrón de transferencia de datos. Las tecnologías asimétricas, por otra parte, contemplan el uso compartido de la línea telefónica.

Las tecnologías simétricas, generalmente, se aplican a enlaces punto a punto fijo, sin compartirse con el teléfono

La gran ventaja de las tecnologías DSL es que permiten lograr altas velocidades a un costo sensiblemente inferior al de los tradicionales enlaces de coaxial o fibra.

¹⁶ www.wikipedia.org/wiki/modem

En cuanto a las tecnologías de xDSL propiamente dichas, las más conocidas son:

ADSL.- la más común en el ámbito doméstico. La “A” está por “Asimétrico” ya que el ancho de banda la línea se divide de forma desigual para la subida y la bajada. Las líneas ADSL disponen siempre de mucha más capacidad para descargar datos de INTERNET que para subirlos a la red.

HDSL.- este tipo de línea es simétrico y su empleo está orientado básicamente a las empresas. La capacidad máxima de las HDSL es de 2,320 Kbps en cada una de las direcciones de transmisión.

SDSL.- es similar a la HDSL, debido al hecho de que también es simétrica, sus tasa de transferencia, sin embargo, son algo más bajas y se encuentran en 1,544 Kbps.

UDSL.- es una propuesta unidireccional de HDSL, de modo que sólo existe una dirección de transmisión, eso sí al doble de velocidad.

VDSL.- es un desarrollo moderno de ADSL y aún se encuentra en proyecto. Se cree que el estándar VDSL será capaz de transportar datos a velocidades entre 51 Mbps y 55 Mbps, sin embargo las longitudes de las líneas se encuentran limitadas actualmente a 300 m, lo que implica un repetidor al cabo de esa distancia.

RADSL.- es una evolución de ADSL en el sentido de que las líneas RADSL se adaptan automáticamente a la línea y ajustan la velocidad de transmisión máxima posible en cada momento, obteniendo así la máxima eficiencia posible para una línea de comunicación determinada.

Las tecnologías xDSL funcionan en todos los pares de abonados, salvo en algunos casos en que los cables son muy viejos o están deteriorados.

Por otro lado, es necesario utilizar un módem de cable híbrido, es decir envía por teléfono y recibe por cable, ya que la red no soporta transmisiones bidireccionales. Los módem de cable poseen la ventaja de poder seguir subiendo su velocidad con una mayor facilidad que los xDSL, pues el medio de transmisión los favorece.

Con respecto a los módem satelitales, éstos poseen la ventaja de no necesitar una red de transmisión, pero al día de hoy todas las implementaciones comerciales que existen son híbridas, es decir, que reciben del satélite y envían por teléfono, en otras palabras, se pierde la línea telefónica al estar conectados a Internet. Los módem satelitales están vistos como una gran solución en áreas rurales, especialmente cuando tanto la bajada como la subida de datos sea satelital, cosa que sucederá en los próximos años.

La tecnología HDSL

HDSL es una tecnología que permite aprovechar los pares de cobre que conforman la planta externa telefónica para la transmisión de señales digitales con velocidades de hasta 2.048 Mbps. Esta tecnología transmite en full dúplex por dos pares telefónicos una igual cantidad de tráfico de bits por medio de líneas privadas. Es un módem completo el cual trabaja con dos pares de transmisión a 5 Km y un solo par de transmisión a 3,5 Km. Ha sido diseñado para cubrir los requerimientos de los clientes ofreciéndoles flexibilidad de transmisión digital proveyendo transmisión de 2 Mbps sobre una o dos pares trenzados de cobre. El módem HDSL se puede clasificar en varios productos como: Hiperlink E1, Hiperlink T1, Hiperlink 784, Hiperlink Rack y la Interlink. Esta tecnología es aplicable a: redes privadas, extensión E1, conexión LAN a LAN, conexión PABX a PABX, videoconferencia, redes de distribución PBX, aprendizaje a distancia, acceso remoto a datos.

Especificaciones	
Formato de señalización	2B1Q
Nivel de Transmisión especificado	+13.5 dBm (+ / - 1 dBm)
Conector	RJ-45
Retorno	20 dB, 40 kHz a 200 kHz
Pérdidas	35 dB a 260 kHz @ 120 ohms
Retardo de la transmisión	Menos de 300 microsegundos.

Tabla 1. Especificaciones

Beneficios

- Requiere un simple par trenzado de cobre que transmite a la misma distancia y datos que el HDSL estándar. HDSL permitiría a los proveedores de servicio TELECOM o ETB enfrentar rápidamente el incremento de demandas para altas velocidades de servicios de transmisión en áreas donde existen pares de cobre.
- Si el servicio provee conexiones HDSL con dos pares trenzados de cobre, este puede alcanzar el doble del promedio de datos para la misma distancia de 4 Km
- Alta Calidad de Transmisión
- Fácil y rápida Instalación

- Rápido Despliegue de Fiabilidad de Alta Integración .
- Evolución no traumática a Fibra.

Características Técnicas de la Interfaz

Interfaz Físico

En la siguiente figura se presenta el conector M34 hembra disponible en el punto terminal de red, también conocido como Winchester de 34 pines. Este conector ha sido estandarizado bajo la norma ISO 2593 y sirve de punto de conexión física a la interfaz V.35.

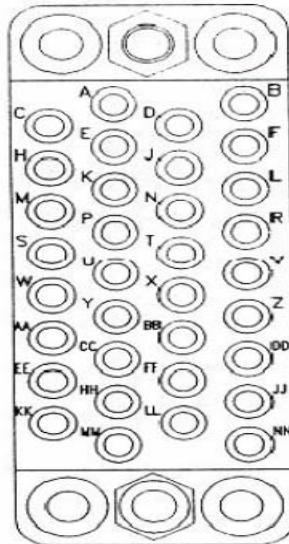


Fig. 1 Interfaz V.35

A continuación se detalla la funcionalidad de cada pin en la modalidad DCE:

PIN	Nombre	Señal	Descripción	Tipo
A	FG	Frame Ground	Blindaje	
B	SG	Signal Ground	Tierra de Señalización	
C	RTS	Request to Send	Peticion para transmitir	No balanceado
D	CTS	Clear to Send	Preparado para transmitir	No balanceado
E	DSR	Data Set Ready	Aparato de datos preparado	No balanceado
F	RLSD	Received Line Signal Detect	Detector de señales de línea recibidas	No balanceado
H	DTR	Data Terminal Ready	Conecte el aparato de datos a la línea	No balanceado
P	SDA	Send Data A	Transmisión de datos +	Balanceado
S	SDB	Send Data B	Transmisión de datos -	Balanceado
R	RDA	Receive Data A	Recepción de datos +	Balanceado
T	RDB	Receive Data B	Recepción de datos -	Balanceado
U	TCEA	Transmit Clock Ext A	Temporización de elementos de TX +	Balanceado
W	TCEB	Transmit Clock Ext B	Temporización de elementos de TX -	Balanceado
V	RCA	Receive Clock A	Temporización de elementos de RX +	Balanceado
X	RCB	Receive Clock B	Temporización de elementos de RX -	Balanceado
Y	TCA	Transmit Clock A	Temporización de elementos de TX +	Balanceado
AA	TCB	Transmit Clock B	Temporización de elementos de TX -	Balanceado
J	LL	Local Loopback	Comprobación bucle local	No balanceado
BB	RLB	Remote Loopback	Comprobación bucle remoto	No balanceado
K	TM	Test Mode	Modo de test	No balanceado

Tabla 2. Descripción de cada pin de la Interfaz V.35

Niveles Eléctricos

En el interfaz V.35 combina señales balanceadas y no balanceadas. Las líneas de control incluyendo DTR, DSR, DCD, RTS y CTS son señales de un único hilo con una tierra de referencia común presente en el pin B (*Signal Ground*).

Por otra parte, las señales de datos y reloj son balanceadas disponiéndose un par de hilos para cada señal.

A continuación se presenta una tabla con las especificaciones eléctrica que ha de satisfacer el interfaces V.35 para las señales del tipo balanceado y no balanceado.

	Parámetro	Especificación
Requerimientos comunes	Maximun differential input voltage	12 V
	Maximun common mode input voltage	10 V
	Line Rate, internal clock	56Kbps a 2.048Kbps configurable
Señales balanceadas	Input sensitivity	< 200 mV
	Source impedance	< 100 ohms
	Output voltage Vo	1.10 Vpp +- 20%
	DC line offset	0.4 V max
	Output short circuit current	< 150 mA
	Output leakage current lol	< 100 uA
Señales no balanceadas	Input sensitivity	< 200 mV
	Output drive	> 90 % de Vo dentro de 450 ohms

Tabla 3. Niveles Eléctricos

Sincronización y Reloj

En función de la necesidad el interfaz V.35 entregará o no al usuario un reloj de referencia. Si se precisa la sincronización con la red el equipo de usuario se comportara como **DTE**, de lo contrario operará como **DCE**.

Interfaz G.703

Características Técnicas

Interfaz Físico

El interfaz E1 es ofrecido al usuario a través de dos conectores macho para cable coaxial tipo BNC, uno dedicado a la transmisión de datos y el otro para la recepción. Su naturaleza es no balanceada, disponiendo como referencia de una tierra común.

Niveles Eléctricos

En presente apartado se presentan las especificaciones eléctricas que ha de satisfacer el equipamiento de usuario que se conecte al Punto Terminal de Red mediante un interfaz E1 coaxial.

Parámetro	Niveles Eléctricos
Impedancia de carga de prueba	75 ohmios resistiva
Tensión nominal de cresta de una marca (impulso)	2,37 V
Tensión de cresta de un espacio (ausencia de impulso)	0 +/- 0,237 V
Anchura nominal de impulso	244 ns
Relación entre la amplitud de los impulsos positivos y la de los negativos en el punto medio del intervalo	De 0,95 a 1,05
Relación entre la anchura de los impulsos positivos y la de los negativos en los puntos de semiamplitud nominal	De 0,95 a 1,05
Máxima fluctuación de fase cresta a cresta en un puerto de salida	Ver cláusula 2 de G.832 [8]

Tabla 3. Niveles eléctricos de la interfaz G.703 con coaxial.

Estructura de Trama

Según la recomendación G.704, los datos transmitidos a través del enlace físico se estructuran en tramas de 256 bits, numerados del 1 al 256. Dada la velocidad

binaria establecida, resulta una frecuencia de repetición de trama de 8 khz. Los 256 bits de la trama G.704 se agrupan en 32 octetos, cada uno de ellos representa un intervalo de tiempo. Estos intervalos se numeran desde 0 hasta 31. Cada uno de los intervalos disponibles puede transportar un flujo de datos de 64 kbit/s. El intervalo de tiempo 0 es empleado para alineación de trama.

Comprobación de Errores

El mecanismo de comprobación de errores empleado sigue los procedimientos de alineación de trama y verificación por redundancia cíclica descritos en la recomendación G.706.

G.706 describe la aplicación de un CRC de 4 bits sobre una agrupación de 8 tramas(2048 bits), esta agrupación recibe el nombre de sub-multitrama. Para el transporte del CRC se emplea en primer bit del intervalo de tiempo 0 de las tramas pares de cada submultitrama. La agrupación de dos sub-multitramas se denomina multitrama.

ANEXO 6 SISTEMA ADSL

El término ADSL significa "Línea de abonado digital asimétrica" (*Asymmetric Digital Subscriber Line*), forma parte de una nueva familia de tecnologías, denominadas xDSL, diseñadas para ofrecer servicios de banda ancha y permitir por sus características, una adopción muy rápida y con un costo muy inferior a otras soluciones con las que compiten.

Con la tecnología ADSL se puede tener acceso a Internet, acceso a redes LAN, aprendizaje a distancia, televisión, video bajo demanda, teléfono, etc.

El ADSL ha adquirido bastante popularidad en las empresas prestadoras de servicios de telecomunicaciones por las siguientes razones:

- Permite velocidades teóricas de hasta 15Mbps (ADSL) en el canal descendente (*download*) que supera en más de 200 veces el ancho de banda que proporciona un módem de 56 Kbits/s.
- Ofrece integración de los servicios voz y datos y permite conversaciones telefónicas y de datos al mismo tiempo.
- Es una tecnología que aprovecha la infraestructura existente de cableado para telefonía básica por lo que su costo para el operador telefónico es mínimo.
- El hardware necesario para implementar una línea ADSL es relativamente sencillo y barato. En cuanto al usuario, sólo hace falta un módem ADSL que se conecta al PC mediante una tarjeta de red. También se suele necesitar un *splitter* (separador) que separa entre voz y datos. Por parte del operador de telefonía las modificaciones tampoco implican cambios radicales.

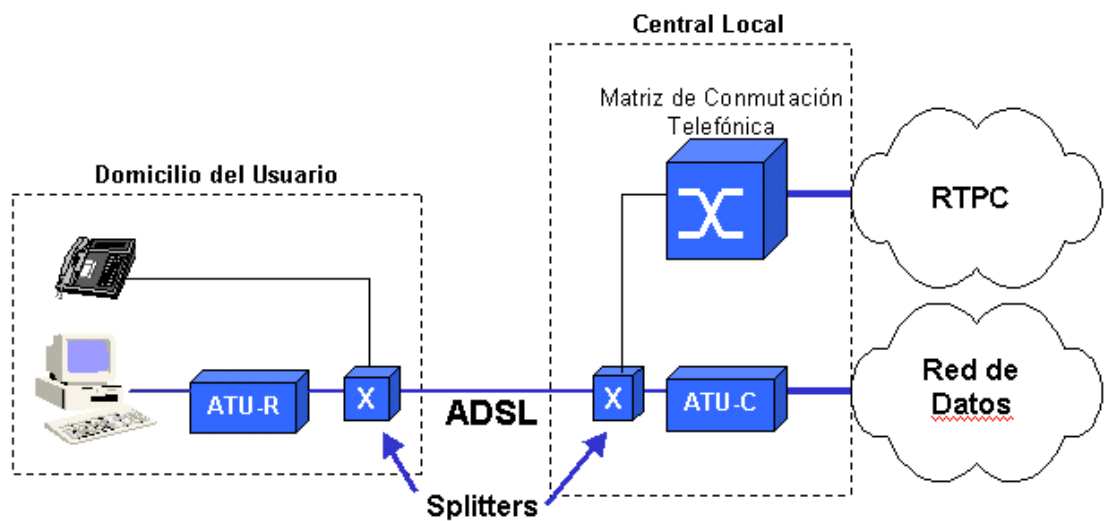


Fig. 1 Conexión ADSL en una oficina o casa

La atenuación

La información se transmite mediante señales eléctricas que al viajar por un medio, sea par trenzado o cualquier otro, sufren atenuación que básicamente consiste en un debilitamiento de la señal. Se puede pensar en la atenuación como en las pérdidas que sufre la señal eléctrica al transmitirse. Estas pérdidas dependen de la distancia y de la frecuencia de trabajo, si aumenta la distancia o la frecuencia de trabajo, aumenta la atenuación.

Tipos de transmisión

Los sistemas ADSL manejan varios tipos de transmisión entre los cuales se destacan los *half-duplex*, *full-duplex*, y *full-duplex* asincrónico que significa que que la velocidad de subida (*upload*) es diferente a la de bajada (*download*).

A continuación se ilustrará en la figura 1 una descripción gráfica de los tipos de transmisión que maneja ADSL.

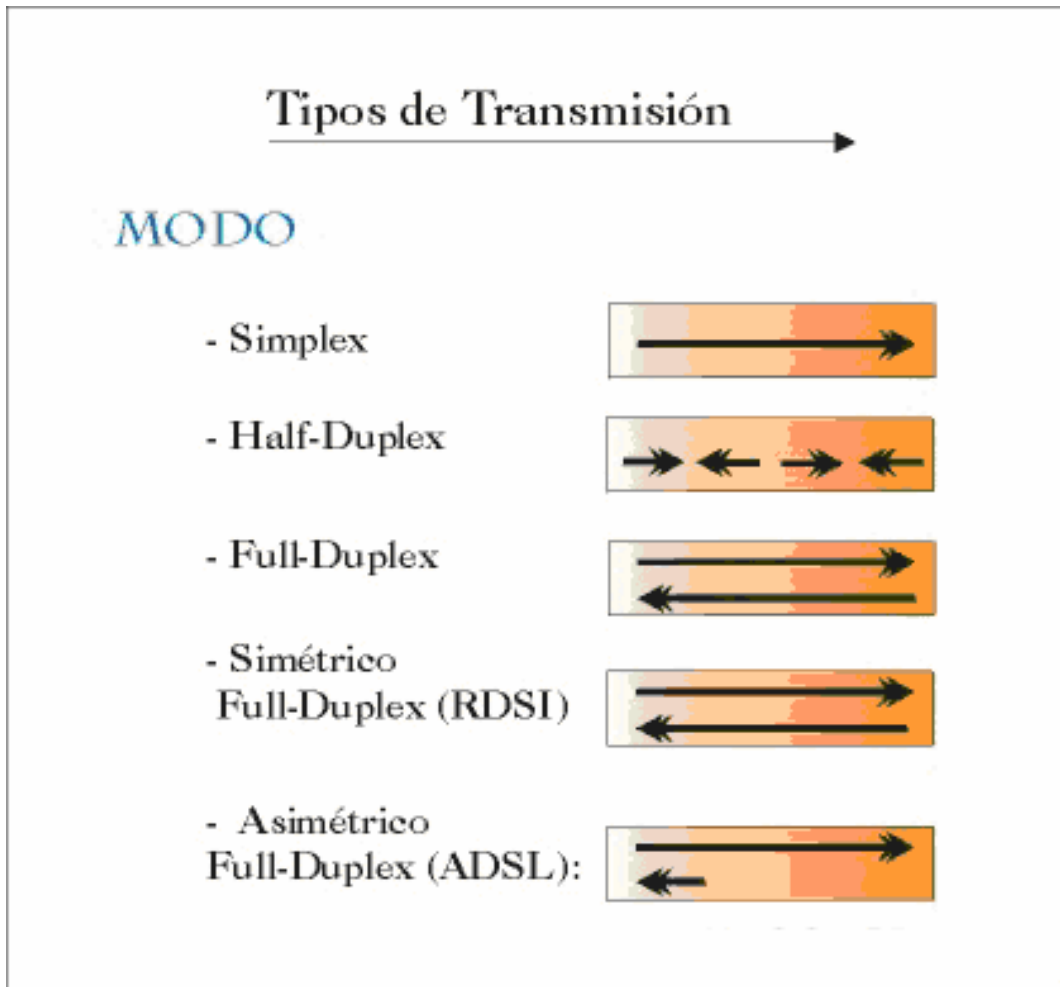


Figura 2. tipos de transmisión del sistema ADSL.

La telefonía básica utiliza un ancho de banda de 3 kHz aproximadamente, el cual es utilizado para transmitir voz y datos, pero con la desventaja que no se pueden usar al mismo tiempo y se cobran por impulsos lo cual resulta excesivamente costoso.

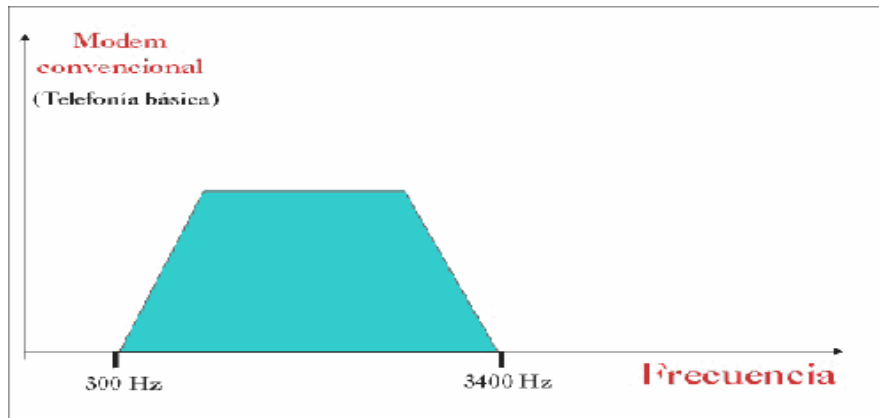


Fig. 3 Ancho de banda de la telefonía básica

ADSL utiliza una técnica llamada DMT (Multi-tono discreto) que divide el ancho de banda utilizado en sub-canales. En ADSL se suelen utilizar 256 sub-canales que son resultado de dividir el ancho de banda disponible, 1 Mhz, en sub-canales de 4.3 KHz (aprox). 6 usados para voz, 24 para el *upstream* (subida) y 222 para el *downstream* (bajada).. En teoría cada canal puede transportar hasta 60 Kbits/s por lo que multiplicando esta cifra por los 256 canales obtendríamos 15,36 Mbits/s pero en la práctica esto se reduce a 1,5-9 Mbits/s por la existencia de ruido e interferencia en las líneas.

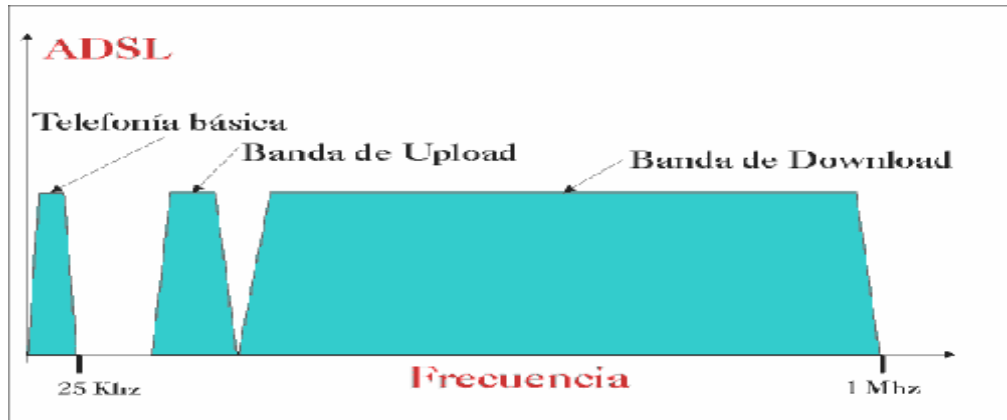


Fig. 4 Anchos de banda que maneja la tecnología ADSL.

El DSLAM

En la red de acceso se encuentra el DSLAM, éste es el último elemento en la red de acceso antes del domicilio del abonado y, por tanto, el vehículo para entregar los servicios de red. Es responsable de la conmutación de los canales de video entregados al abonado y va a ser el dispositivo de multidifusión más cercano al abonado y el de mejor servicio ofrecido en aras de dar respuesta rápida al servicio ofrecido (ej. cambio rápido de canal).

La función de conmutación de multidifusión integrada dentro del DSLAM ofrece la mejor mezcla de rendimiento y precio en la entrega de servicios de difusión, ahorrando en equipamiento externo. El DSLAM debe soportar entonces, la multidifusión en el hardware.

ANEXO 7

SPREAD SPECTRUM

Los diseñadores de sistemas de comunicación se interesan a menudo en la eficiencia con la que los sistemas utilizan la energía y el ancho de banda de la señal. En muchos sistemas de comunicación estos son los asuntos más importantes. Sin embargo, en algunos casos existen situaciones en las que es necesario que el sistema resista a las interferencias externas, opere con baja energía espectral, proporcione capacidad de acceso múltiple sin control externo y un canal seguro e inaccesible para oyentes no autorizados. Por todo esto, a veces es necesario y conveniente sacrificar algo de la eficiencia del sistema. Las técnicas de modulación de *spread spectrum* permiten cumplir tales objetivos.

Los aspectos teóricos de la utilización del espectro ensanchado en un medio con fuertes interferencias se conocían desde hace ya cuarenta años. Lo que sí ha sido muy reciente es su implementación práctica. Inicialmente, las técnicas de espectro ensanchado se desarrollaron para propósitos militares y sus implementaciones eran extremadamente caras. Sólo los nuevos avances tecnológicos tales como el VLSI (*very large-scale integration*, es decir, el proceso de colocar miles, o cientos de miles de componentes electrónicos en un solo chip) y las técnicas de procesamiento de señal avanzadas hicieron posible desarrollar un equipamiento de espectro ensanchado menos caro para uso civil. Las aplicaciones de esta tecnología incluyen teléfonos móviles, transmisión de datos sin cable y comunicaciones por satélite.

Definición¹⁷

El *spread spectrum* (también llamado espectro esparcido, espectro disperso, espectro ensanchado o SS) es una técnica por la cual la señal transmitida se ensancha a lo largo de una banda muy ancha de frecuencias, mucho más amplia, de hecho, que el ancho de banda mínimo requerido para transmitir la información que se quiere enviar. No se puede decir que las comunicaciones mediante *spread spectrum* son medios eficientes de utilización del ancho de banda. Sin embargo, rinden al máximo cuando se los combina con sistemas existentes que hacen uso de la frecuencia. La señal de espectro ensanchado, una vez ensanchada puede coexistir con señales en banda estrecha, ya que sólo les aportan un pequeño incremento en el ruido. En lo que se refiere al receptor de espectro ensanchado, él no ve las señales de banda estrecha, ya que está escuchando un ancho de banda mucho más amplio gracias a una secuencia de código preestablecido.

Podemos concluir diciendo que todos los sistemas de espectro ensanchado satisfacen dos criterios:

¹⁷ www.wikipedia.org/wiki/spreadspectrum/.

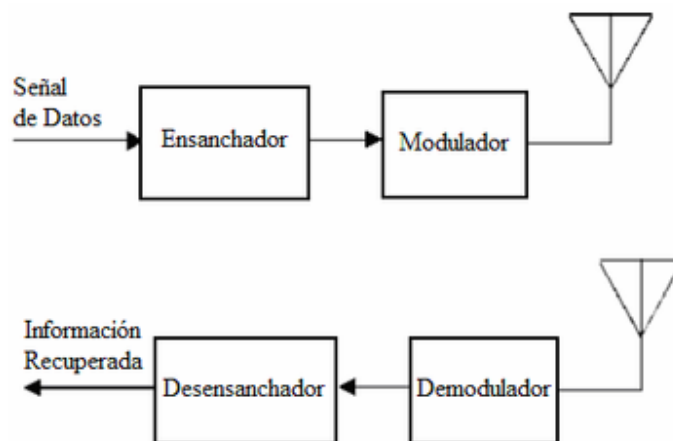
- El ancho de banda de la señal que se va a transmitir es mucho mayor que el ancho de banda de la señal original.
- El ancho de banda transmitido se determina mediante alguna función independiente del mensaje y conocida por el receptor.

Técnicas de ensanchamiento del espectro.

A continuación se explicará el modelo de modulación de secuencia directa por que es la técnica mas utilizada y se dará una breve explicación de otras técnicas de ensanchamiento.

Modelo de modulación por secuencia directa (DSSS).

La técnica de modulación por secuencia directa se suele implementar con un modulador, en el que la fase de la señal portadora varía en concordancia con la señal de datos a transmitir, y un generador de pseudoruido utilizado para ensanchar el espectro de la señal de datos.



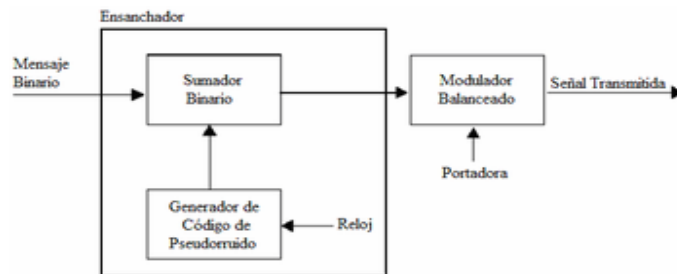
Fuente: www.wikipedia.org/wiki/spreadspectrum/.

Figura 1. transmisor (arriba) y receptor (abajo) de un transmisor sencillo.

El transmisor

Se explicarán los componentes que lo constituyen.

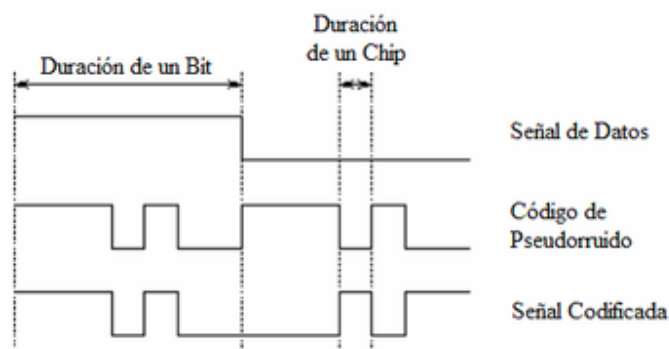
El ensanchador



Fuente: www.wikipedia.org/wiki/spreadspectrum/.

Figura 2. Transmisor de secuencia directa.

Se observa que el ensanchador de la figura anterior está compuesto por un generador de código de pseudoruido y un sumador binario. La salida binaria del generador de pseudoruido se suma con el mensaje binario que contiene la información que se quiere transmitir, como se muestra en la Figura 3.

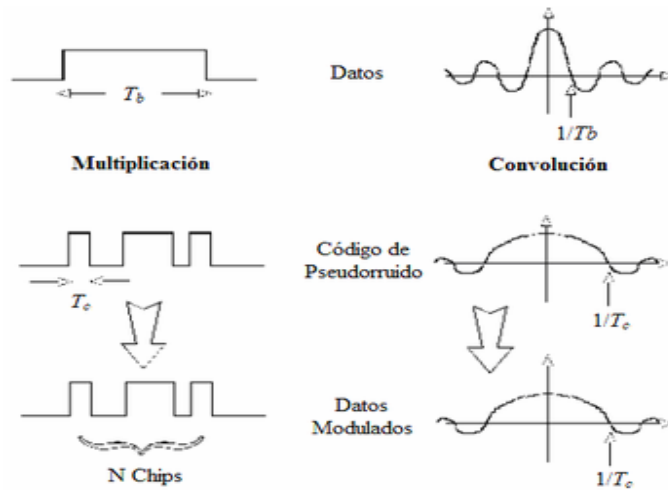


Fuente: www.wikipedia.org/wiki/spreadspectrum/.

Figura 3. Ensanchado mediante código de pseudoruido.

Lo que se obtiene en esta operación es el ensanchamiento del espectro de la señal de datos. Para comprender mejor por qué ocurre esto, se puede ver el ejemplo particular de la Figura 4. En ella, supone que se tiene un pulso cuadrado de duración T_b que representa una parte de la señal binaria que contiene la información. Su transformada de *Fourier*, es una función seno cociente que cruza por cero para valores $1/T_b$. Esta señal se multiplica por una secuencia de pseudoruido con pulsos de corta duración, T_c , y que en el dominio de la frecuencia cruza por cero en $1/T_c$, formando así la señal en espectro ensanchado. Es aquí donde mejor se aprecia que la señal a la que el ancho de banda de la

señal a la que se le ha ensanchado el espectro es mucho mayor que el del mensaje que se quería transmitir. El incremento de tiempo más pequeño en la secuencia de pseudoruido, T_c , se le conoce en cualquier bibliografía consultada como *tiempo chip*.



Fuente: www.wikipedia.org/wiki/spreadspectrum/.

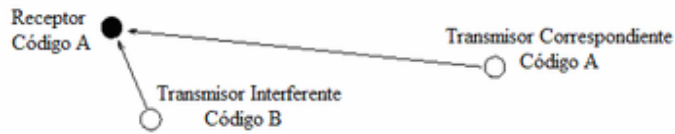
Figura 4. Ejemplo de ensanchado en una modulación DSSS.

El receptor

La recepción de la señal se realiza siguiendo los pasos inversos al proceso de modulación:

1. Se recibe la portadora y se amplifica.
2. La señal recibida se mezcla con una portadora local (como en cualquier proceso normal de demodulación) para recuperar la señal ensanchada.
3. Se genera un código de pseudoruido que esté sincronizado con la señal que se acaba de obtener y se multiplica por la señal que se acaba de recibir. Puesto que el código está formado por unos positivos y ceros o unos negativos, esta operación elimina completamente el código de pseudoruido de la señal, quedando sólo la señal de datos.

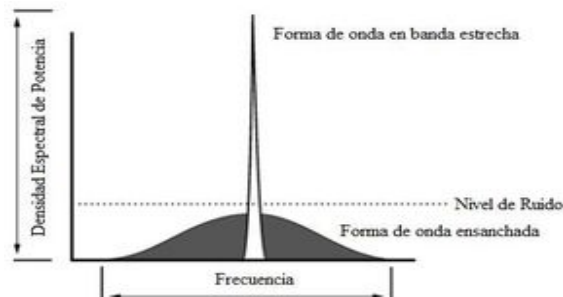
Una observación curiosa es que la operación que hace el ensanchado y la que lo deshace es la misma. La consecuencia es que cualquier posible señal de *jamming* en el canal de radio será desensanchada antes de que se ejecute la detección de los datos. Por lo tanto se reducen los efectos de las interferencias malintencionadas. En cambio, uno de los problemas al aplicar el ensanchado mediante secuencia directa es el así conocido como efecto cerca-lejos, que se ilustra en la Figura 5.



Fuente: www.wikipedia.org/wiki/spreadspectrum/.

Figura 5. Efecto cerca-lejos.

Este efecto se presenta cuando hay un transmisor que interfiere porque está mucho más cerca del receptor que el transmisor que en realidad le corresponde. Aunque la correlación cruzada entre los códigos de pseudoruido de A y de B es baja, la correlación entre la señal recibida del transmisor interferente B y el código de A puede ser mayor que la correlación entre la señal recibida del transmisor que le corresponde y el código de A. El resultado es que no es posible una detección correcta de los datos.

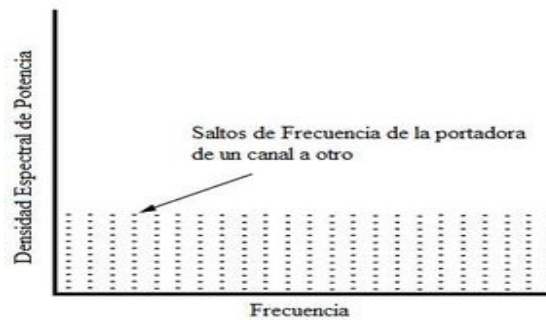


Fuente: www.wikipedia.org/wiki/spreadspectrum/.

Figura 6. Comparación de una señal en banda estrecha con una señal modulada en secuencia directa. La señal en banda estrecha se suprime al transmitir el espectro ensanchado.

Sistemas de salto de frecuencia

En los sistemas de salto de frecuencia, la frecuencia portadora del transmisor cambia (o salta) abruptamente de acuerdo con una secuencia pseudoaleatoria. El orden de las frecuencias seleccionadas por el transmisor viene dictado por la secuencia de código. El receptor rastrea estos cambios y produce una señal de frecuencia intermedia constante.

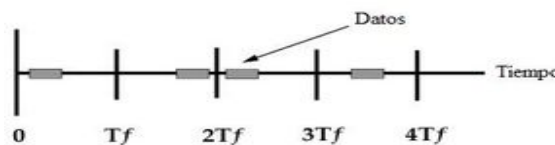


Fuente: www.wikipedia.org/wiki/spreadspectrum/.

Figura 7. Un ejemplo de señal modulada en espectro ensanchado mediante saltos de frecuencia.

Sistemas de salto temporal

Un sistema de salto temporal es un sistema de espectro ensanchado en el que el periodo y el ciclo de trabajo de una portadora se varían de forma pseudoaleatoria bajo el control de una secuencia pseudoaleatoria. El salto temporal se usa a menudo junto con el salto en frecuencia para formar un sistema híbrido de espectro ensanchado mediante acceso múltiple por división de tiempo (TDMA).



Fuente: www.wikipedia.org/wiki/spreadspectrum/.

Figura 8. Espectro ensanchado mediante salto temporal. Cada secuencia consta de k bits de datos y el tiempo exacto en el que se transmite cada secuencia viene determinado por una secuencia pseudoaleatoria.

Propiedades

Hay varias propiedades únicas que surgen como resultado de las secuencias pseudoaleatorias y el gran ancho de banda de la señal que éstas generan. Dos de esas propiedades son el direccionamiento selectivo y la multiplexación por división de código. Al asignar una secuencia pseudoaleatoria dada a un receptor particular, la información se le debe direccionar de forma distinta con respecto a los otros receptores a los que se les ha asignado una secuencia diferente. Las secuencias también pueden escogerse para minimizar la interferencia entre grupos de receptores al elegir los que tengan una correlación cruzada baja. De esta forma,

se puede transmitir a la misma vez más de una señal en la misma frecuencia. Como vemos, el direccionamiento selectivo y el acceso múltiple por división de código (CDMA) se implementan gracias a las secuencias pseudoaleatorias.

Otras dos de estas propiedades son la baja probabilidad de interceptación y el anti-jamming (la capacidad para evitar las interferencias intencionadas). Cuando a una señal se la expande sobre varios megahercios del espectro, su potencia espectral también se ensancha. Esto hace que la potencia transmitida también se ensanche sobre un extenso ancho de banda y dificulta la detección de forma normal (es decir, sin la utilización de ninguna secuencia pseudoaleatoria). Este hecho también implica una reducción de las interferencias. De esta forma, el espectro ensanchado puede sobrevivir en un medio adverso y coexistir con otros servicios en la misma banda de frecuencia. La propiedad *anti-jamming* es un resultado del gran ancho de banda usado para transmitir la señal. Recordando el teorema de *Shannon*:

$$C = W \cdot \log\left(1 + \frac{S}{N}\right); \text{ Donde:}$$

Fuente: www.wikipedia.org/wiki/spreadspectrum/.

C = capacidad de transmisión, en bits por segundo

W = ancho de banda

S = potencia de la señal

N = potencia del ruido

Se observa que la capacidad del canal es proporcional a su ancho de banda y a la relación señal-ruido del canal. De la ecuación anterior se deduce que al expandir el ancho de banda en varios megahertz hay más del ancho de banda suficiente para transportar la tasa de datos requerida, permitiendo contrarrestar los efectos del ruido.

Términos claves

Secuencia pseudoaleatoria: Se llama secuencia pseudoaleatoria, secuencia de pseudoruido o código de pseudoruido a cualquier grupo de secuencias binarias que presentan propiedades aleatorias parecidas a las del ruido. Las secuencias de pseudoruido se distinguen de las secuencias aleatorias de verdad en que muestran una periodicidad. Es decir, están formadas por una serie periódica de números positivos y negativos, o bits, de longitud N. A uno de estos bits de una secuencia de pseudoruido se le llama *chip*. Por lo tanto, a la velocidad de la secuencia se le llama tasa *chip*, y se mide en *chips* por segundo (cps). Una secuencia de este tipo se puede representar de la siguiente manera:

TDMA: son las siglas de *Time Division Multiple Access*. Tecnología que distribuye las unidades de información en alternantes *slots* de tiempo proveyendo acceso

múltiple a un reducido número de frecuencias. TDMA es una tecnología inalámbrica de segunda generación que brinda servicios de alta calidad de voz y datos.

TDMA divide un único canal de frecuencia de radio en seis ranuras de tiempo. A cada persona que hace una llamada se le asigna una ranura de tiempo específica para la transmisión, lo que hace posible que varios usuarios utilicen un mismo canal simultáneamente sin interferir entre sí.

ANEXO 8 RADIOENLACES VSAT

Introducción¹⁸

La globalización de las economías, la necesidad de ofrecer servicios de calidad internacional y los procesos de reconversiones tecnológicas y organizacionales que recorren el mundo, en un marco de competitividad nunca visto, impactan de manera especial el área de telecomunicaciones.

Se encontramos que la necesidad de satisfacer nuevos mercados en corto tiempo, a un costo que permita la competitividad con respecto a otras opciones de servicios de telecomunicaciones hacen que las redes VSAT hayan cobrado impulso.

Los desarrollos tecnológicos han permitido superar limitaciones sobre todo en aplicaciones de satélite, las evoluciones e innovaciones en este campo nos aproximan cada vez más a la convergencia de tecnologías.

La experiencia indica que no se pueden separar las aplicaciones de estas redes de la de otros sistemas de telecomunicaciones, por su interfuncionamiento y su condición de servicios complementarios.

Definición¹⁹

VSAT son las siglas de Terminal de Apertura Muy Pequeña (*Very Small Aperture Terminal*). Son redes privadas de comunicación de datos vía satélite para intercambio de información punto-punto o, punto-multipunto (*broadcasting*) o interactiva.

Se trata de un terminal de telecomunicaciones, que interactúa con satélites de órbita geoestacionaria para comunicarse con sus afines. Son bastante económicos, por lo que se consideran la solución a los problemas de comunicación en zonas aisladas, donde no suele llegar el cableado de las ciudades.

La principal desventaja de estos terminales, es su insuficiente potencia para comunicarse con otros VSAT, por ello la ya citada interacción con satélites, para retransmitir el tráfico entre estos.

Sus principales características son:

¹⁸ Tomado de teoría de las telecomunicaciones de Roque Saenz

¹⁹ www.wikipedia.org/wiki/vsat

- El aprovechamiento de las ventajas del satélite por el usuario de servicios de telecomunicación a un bajo costo y fácil.
- Redes privadas diseñadas a la medida de las necesidades de las compañías que las usan.
- El aprovechamiento de las ventajas de satélite por el usuario de servicios de telecomunicación a un bajo costo y fácil instalación.
- Las antenas montadas en los terminales necesarios son de pequeño tamaño (menores de 2.4 metros, típicamente 1.3m).
- Las velocidades disponibles suelen ser del orden de 56 a 64 kbps.
- Permite la transferencia de datos, voz y video
- La red puede tener gran densidad (1000 estaciones VSAT) y esta controlada por una estación central llamada HUB que organiza el tráfico entre terminales, y optimiza el acceso a la capacidad del satélite
- Enlaces asimétricos.
- Las bandas de funcionamiento suelen ser K o C, donde se da alta potencia en transmisión y buena sensibilidad en recepción

Debido a esto, entra a competir directamente con redes como la Red Pública de Transmisión de Paquetes X.25, o la Red Digital de Servicios Integrados.

Cabe destacar su rápida y masiva implantación en Europa, Asia y USA, lo que esta facilitando un acercamiento sin precedentes de las ventajas del satélite al usuario de servicios en telecomunicación.

Aplicaciones Civiles

Unidireccionales:

- Transmisión de datos de la Bolsa de Valores.
- Difusión de noticias.
- educación a distancia.
- Hilo musical.
- Transmisión de datos de una red de comercios.
- Distribución de tendencias financieras y análisis.
- Teledetección de incendios y prevención de catástrofes naturales.

Bidireccionales:

- Telenseñanza.
- Videoconferencia de baja calidad.
- e-mail.
- Servicios de emergencia.
- Comunicaciones de voz.
- Telemetría y telecontrol de procesos distribuidos.
- Consulta a bases de datos.

- Monitorización de ventas y control de stock.
- Transacciones bancarias y control de tarjetas de crédito.
- Periodismo electrónico.
- Televisión corporativa.

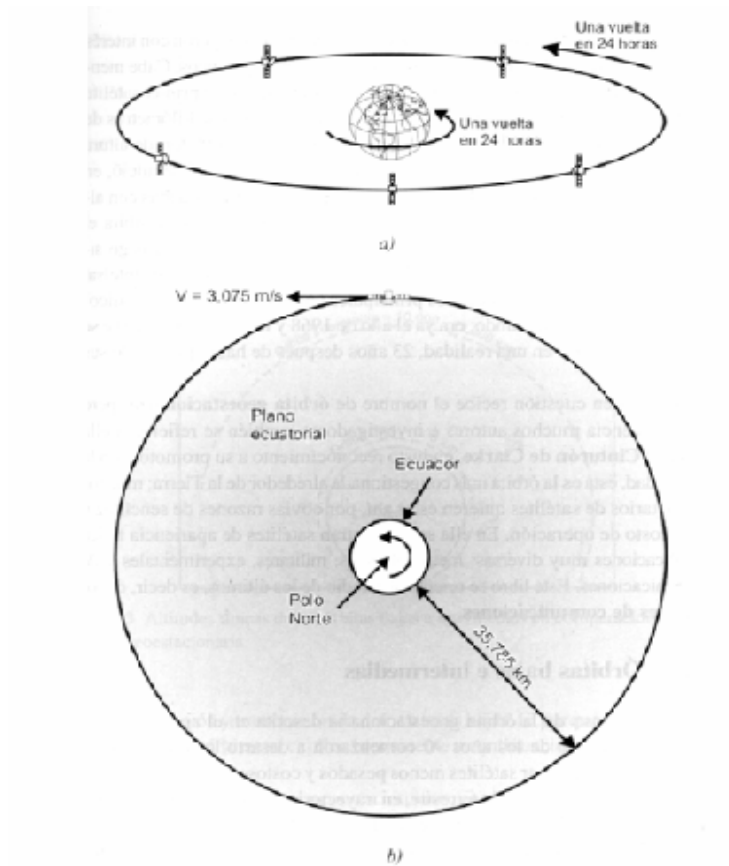
Aplicaciones Militares

Las redes VSAT han sido adoptadas por diferentes ejércitos. Gracias a su flexibilidad, son idóneas para establecer enlaces temporales entre unidades del frente y el hub que estará situado cerca del cuartel general. La topología más adecuada es la de estrella. Se usa la banda X, con enlace de subida en la banda de 7.9-8.4 GHz y con el de baja en la banda de 7.25-7.75 GHz.

Para entender mejor a continuación se explicarán algunos conceptos de los sistemas satelitales.

Orbita geoestacionaria

Es la órbita en la cual un satélite gira en el mismo sentido y a la misma velocidad de tierra, esto implica que el satélite se encuentra a una altura de 36000 Km y gira a una velocidad de 3075 m/s.



Fuente: Teoría de las telecomunicaciones de Roque Saenz

Figura 1. Órbita geoestacionaria. A). vista lateral, B). vista superior.

Posición del satélite dentro de la órbita geoestacionaria.

El perímetro de la órbita geoestacionaria es de 265.000 km, una magnitud realmente grande, teniendo en cuenta por ejemplo que la distancia entre la Tierra y la Luna es de 380.000 km. Por lo tanto, en una órbita de tal dimensión es posible colocar muchos satélites sin que se toquen entre sí, por lo menos en condiciones normales de funcionamiento y control desde la Tierra. Como el plano de la órbita geoestacionaria se encuentra sobre el ecuador, es decir tiene latitud 0° , para ubicar al satélite con relación al planeta basta con indicar su longitud geográfica, ya sea Este u Oeste, tomando como referencia el meridiano de Greenwich cuya longitud es de 0° . Por ejemplo, el satélite Nahuelsat 1A está ubicado en una posición de 72° oeste.

La separación entre satélites vecinos está regida por los niveles permisibles de interferencia radioeléctrica, de manera que se pueda garantizar la buena transmisión y recepción de cada uno, sobre todo si funcionan en frecuencias similares. Estas interferencias suelen ocurrir, ya que los platos parabólicos usados

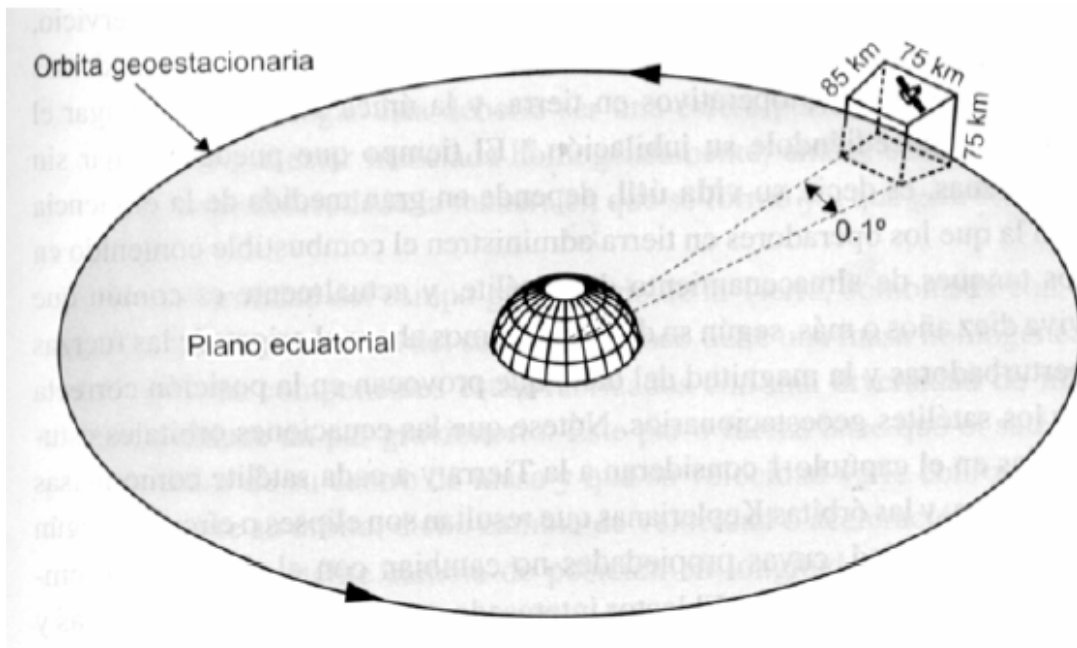
en los satélites tienen lóbulos de radiación secundarios (laterales) desde los cuales se puede radiar o recibir hacia o desde direcciones indeseadas.

La separación mínima promedio que debe existir entre dos satélites vecinos, para evitar interferencias importantes, debe ser de unos 2° de arco. Esto implica una distancia entre satélites de 1.500 km. En algunos casos, en zonas de mucho congestionamiento, esta distancia de separación puede ser menor.

Características del medio espacial

El medio en el que habitan los satélites es un lugar muy complejo y poco amigable para ellos. En el espacio hay vacío casi absoluto, temperaturas extremas, radiaciones intensas y partículas muy veloces que pueden dañar o hasta incluso destruir al satélite. También hay fuerzas gravitatorias originadas en cuerpos celestes que tienden a sacar al satélite de su órbita.

Cuando un satélite llega a su posición orbital definitiva, listo para dar servicio, nos encontramos con que no resulta fácil mantenerlo en una posición estable y con las antenas apuntando hacia la dirección donde debe prestar servicio. Esto se debe a fuerzas de atracción externas que, como se dijo, tienden a mover de su órbita al satélite, por lo cual se debe contar con un sistema de propulsión que permita hacer correcciones periódicas para evitar estos desacomodamientos. Para tener una idea de qué tanto se puede mover un satélite debemos imaginarnos que se encuentra encerrado en una jaula imaginaria (Figura 2) de la que hay que evitar que se salga haciendo las maniobras necesarias. Estas correcciones se hacen desde el centro de control espacial en Tierra, que utiliza un complejo sistema informatizado y que además recibe información desde el satélite que le ayuda a tomar las decisiones para corregir las variaciones orbitales.



Fuente: Teoría de las telecomunicaciones de roque Saenz

Figura 5. Caja imaginaria dentro de la cual se debe mantener al satélite

para que opere correctamente.

Cada vez que el subsistema de propulsión se enciende para hacer correcciones orbitales o la orientación del satélite, se consume combustible y poco a poco los tanques de almacenamiento se irán vaciando. Una vez que el combustible se acaba, luego de varios años de haber realizado maniobras correctivas, ya no es posible mantener al satélite dentro de la caja imaginaria que mencionamos y se corre el riesgo de causarle interferencias a otros sistemas con lo cual debe desactivarse el satélite. Esta vida útil del satélite depende de la eficacia con que los operadores de Tierra hagan las maniobras correctivas, administrando eficientemente el uso del combustible. Actualmente es común que un satélite opere durante unos 10 años o más.

Efectos de la temperatura

Un satélite está integrado por diversas partes, fabricadas con distintos materiales y diseñadas para cumplir diferentes funciones. Por ejemplo, las celdas solares trabajan más eficientemente entre $-100\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$, las baterías lo hacen bien entre $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $+20\text{ }^{\circ}\text{C}$ y los tanques de combustible entre $+20\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $+50\text{ }^{\circ}\text{C}$. Por lo tanto, es necesario garantizar un control térmico en la estructura del satélite. El mecanismo para hacerlo es complejo ya que se requiere mantener un balance térmico entre la energía que emite el satélite y las radiaciones externas, agravado por el hecho de que estas radiaciones externas varían con la hora del día y la época del año.

Si bien el Sol es la principal fuente de radiación térmica perjudicial, a la vez es muy necesario para generar electricidad a través de las celdas solares. Por otra parte, mientras una cara del satélite está orientada hacia el Sol y se calienta mucho, simultáneamente la cara opuesta está expuesta a muy bajas temperaturas. Típicamente la variación de temperatura va desde los $-100\text{ }^{\circ}\text{C}$ hasta los $+120\text{ }^{\circ}\text{C}$.

La Tierra también hace su contribución térmica, consistente en radiación infrarroja que ella misma emite y en la reflexión de los rayos solares sobre su superficie.

Resumiendo, la temperatura neta del aparato está determinada por la combinación de las radiaciones solares y terrestres, sus fuentes internas de calor y el calor eliminado por radiación a través de su estructura (no existe transferencia de calor por convección ya que hay vacío).

Efectos del vacío

Ya que un satélite geostacionario se encuentra a una altura de 36.000 km, en ese lugar el vacío es casi absoluto, por lo tanto no sufre el efecto de fuerzas de rozamiento que lo desaceleren. Para el caso de los satélites de baja altura la situación es diferente, ya que a esa altura hay una cierta resistencia atmosférica que hace frenar al satélite poco a poco, órbita tras órbita. Además de perder altura, convirtiéndose su órbita en una especie de espiral, debido a la fricción el satélite va tomando temperatura. Como al perder altura la velocidad aumenta, la fricción también aumenta y el proceso es acumulativo. Por lo tanto es necesario hacer correcciones con propulsores para evitar que el satélite se estrelle contra la Tierra al cabo de unos meses.

La rapidez con la que un satélite de órbita baja pierde altura depende de la velocidad a la que se desplaza, pudiendo llegar a perder varios metros por día. La altitud promedio de un satélite de órbita baja es de 800 – 1000 km, el doble de la que tiene una estación espacial tripulada (400 – 500 km), perdiendo en este último caso hasta unos 50 metros diarios de altura. Ya que a la altura de un satélite geostacionario la presión atmosférica es casi cero, resulta que se produce una lenta sublimación de los materiales del satélite. Los átomos de la superficie se evaporan al ser expuestos al alto vacío y el efecto aumenta en los materiales que están expuestos a altas temperaturas. De esto se puede concluir que la construcción de un satélite requiere de mucho ingenio para evitar todos los problemas que se presentan en la órbita.

Por último podemos decir que un punto a favor con este tema del vacío es que no se produce corrosión en el satélite, debido justamente a la ausencia casi total de oxígeno. El caso es distinto para los satélites de órbita baja, los cuales deben ser recubiertos con materiales especiales para evitar la corrosión.

Subsistemas que componen un satélite

El satélite es un sistema realmente complejo que está integrado por varios subsistemas. Debe tener energía eléctrica, ser capaz de disipar calor, corregir sus movimientos y mantenerse en equilibrio, ser capaz de regular su temperatura, ser resistente al medio y obviamente poder comunicarse con la Tierra. En la siguiente tabla 1 se resumen los principales.

Subsistemas	Función
Antenas	Recibir y transmitir las señales de radiofrecuencia desde y hacia las zonas donde tiene asignada la cobertura.
Comunicaciones	Amplificar las señales recibidas desde las antenas de recepción, cambiar su frecuencia y dirigirlas a las antenas de transmisión para que sean retransmitidas a la Tierra.
Energía eléctrica	Suministrar electricidad a todos los equipos, con los niveles de tensión y corriente adecuados, ya sea en condiciones normales de operación o bajo condiciones de eclipse.
Control térmico	Regular la temperatura del conjunto, durante el día y la noche.
Posición y orientación	Determinar y mantener la posición y orientación del satélite. Estabilización y orientación correcta de las antenas y de los paneles solares.
Propulsión	Proporcionar incrementos de velocidad y pares para corregir las desviaciones de posición y orientación. Última etapa empleada en la colocación en órbita del satélite.
Rastreo, telemetría y comando	Intercambiar información con el centro de control en Tierra para conservar el funcionamiento del satélite.
Estructural	Alojar todos los equipos y darle rigidez al conjunto.

Tabla 1. tabla de subsistemas de un satélite.

Subsistema de comunicaciones

Todas las señales provenientes de la Tierra, dentro de una cierta banda de frecuencias, entran al satélite por medio de la antena receptora. En el interior del aparato las señales son separadas por grupos, amplificadas y procesadas, trasladadas a una frecuencia más baja, amplificadas nuevamente y luego reagrupadas para retransmitirse hacia la Tierra a través de la antena transmisora. Cada grupo de los nombrados anteriormente se llama transpondedor.

Una cantidad común de transpondedores en un satélite es 12 aunque puede variar. Cada canal de banda ancha o transpondedor tiene a su vez varios canales, que pueden ser de telefonía, datos, TV, etc.

Bandas y frecuencias asignadas

La capacidad de tráfico de un satélite está limitada por dos factores: ancho de banda y potencia de los amplificadores. En cuanto al ancho de banda, la ITU ha asignado a las comunicaciones satelitales las bandas VHF (30 – 300 MHz), UHF (0,3 – 3 GHz) y SHF (3 - 30 GHz). A su vez, estas bandas han sido subdivididas en sub-bandas, también llamadas

bandas. Por ejemplo, UHF tiene las bandas L y S, mientras que SHF contiene a las bandas C, X, Ku y Ka. Los tres tipos de servicio que la ITU ha definido, son:

1. FSS (*Fixed Satellite Service*) o servicio fijo por satélite. Se aplica a todo servicio de comunicaciones que no sea móvil ni de radiodifusión.
2. MSS (*Mobile Satellite Service*) o servicio móvil por satélite. Se refiere a toda comunicación entre dos puntos, donde uno o ambos pueden ser móviles.
3. BSS (*Broadcast Satellite Service*) o servicio de radiodifusión por satélite. Son señales transmitidas directamente a los hogares (también llamado DBS, *Direct Broadcast Service*, o DTH, *Direct To Home*).

Cada servicio tiene sus propias bandas de frecuencia asignadas y los límites inferior y superior de cada una de ellas pueden variar dependiendo de la región. En la tabla 2 se resumen las bandas más usadas:

Banda	Enlace ascendente (GHz)	Enlace descendente (GHz)	Servicio
C: 6/4 GHz	5,925 – 6,425 (500 MHz)	3,700 – 4,200 (500 MHz)	FSS
X: 8/7 GHz	7,900 – 8,400 (500 MHz)	7,250 – 7,750 (500 MHz)	Comunicaciones militares
Ku: 14/12 GHz	14,0 – 14,5 (500 MHz)	11,7 – 12,2 (500 MHz)	FSS
Ku: 17/12 GHz	17,3 – 17,8 (500 MHz)	12,2 – 12,7 (500 MHz)	BSS
Ka: 30/20 GHz	27,5 – 31,0 (3.500 MHz)	17,7 – 21,2 (3.500 MHz)	FSS

Tabla 2. resumen las bandas más usadas

ANEXO 9

MEDICIÓN, ANALISIS Y MEJORA DE UN SISTEMA DE CALIDAD EN UNA EMPRESA

Para llevar a cabo un control óptimo de la calidad de los productos o servicios prestados se debe llevar a cabo un proceso de medición, análisis y mejora periódicamente para encontrar las fallas y corregirlas.

Generalidades

Mediante procesos de medición, análisis y mejora, la organización establecerá sistemas para garantizar

- a) La conformidad del producto con los requisitos planificados.
- b) El cumplimiento del sistema de gestión de la calidad y de sus procedimientos.
- c) La mejora continua del sistema y de sus procesos.

Para conseguirlo se planificarán las correspondientes acciones y se utilizarán las herramientas adecuadas entre las que se incluirán las técnicas estadísticas.

Es imprescindible que la organización disponga de un instrumento para la medida del funcionamiento del sistema de gestión de calidad y éste debe estar basado en tres parámetros principales:

- cumplimiento de procedimientos
- cumplimiento de objetivos
- comparación con la competencia

El primero de ellos da una idea de si se están haciendo las cosas como se deberían hacer, o sea, si se está cumpliendo el programa que se había establecido. La ocupación de este punto preferentemente de este punto cuando consideremos el apartado de las auditorias internas que están basadas precisamente en la comparación entre lo que definen los procedimientos y la realidad del proceso.

El segundo punto es una medida absoluta de nuestro éxito, ya que se supone que hemos señalado para la organización unos objetivos que nos permitan alcanzar la excelencia.

Puede ocurrir, sin embargo, que los objetivos estén mal establecidos y que su cumplimiento no permita alcanzar una posición cómoda en el mercado. Rápidamente se deberían modificarlos y variar por consiguiente los métodos establecidos para poder adaptarse a la nueva situación.

Por lo tanto, la calidad en la gestión de la organización tiene que tener en cuenta estas circunstancias, que el cumplimiento de los estándares o la mejora con respecto a la misma empresa no asegura el éxito y que los objetivos deben establecerse teniendo en cuenta el mercado en el que se encuentra.

La norma también avisa que la satisfacción del cliente debe ser una medida primaria de el éxito, pero no olvidemos que se encuentra en el ámbito del aseguramiento de la calidad, cuyo objetivo fundamental es que el producto y/o servicio cumpla con los requisitos y no el éxito total de la organización que se alcanzaría si además de satisfacer a los clientes, se pudiese conseguir la satisfacción de los accionistas e incluso la de los empleados, si se tratase de una empresa o a los objetivos fundamentales de la organización, en el caso de una entidad.

Seguimiento y medición

Satisfacción del cliente. La organización establecerá sistemas para determinar el grado de satisfacción subjetiva del cliente en lo que se refiere a la utilización o disfrute de los productos y/o servicios.

La única forma de conocer la satisfacción del cliente en lo que se refiere a la calidad de los productos y/o servicios es la consulta permanente y amigable de sus sentimientos respecto al suministro recibido. No debe existir ningún empacho en hablar de sentimientos cuando la satisfacción del cliente no puede limitarse a una fría conformidad con los requisitos técnicos establecidos para los productos y/o servicios, sino a una auténtica satisfacción psicológica con respecto a la relación comercial que sostiene con la organización suministradora.

En todo caso habrá que tener en cuenta las reacciones del cliente respecto a las características de sus adquisiciones que pueden desglosarse en los siguientes aspectos:

- calidad y fiabilidad de los productos o servicios suministrados
- condiciones en las que se encuentra el producto en el momento de su utilización
- cumplimiento de expectativas en cuanto a duración y prestaciones
- trato recibido de la organización y de todo su personal en contacto
- cumplimiento de plazos prometidos
- agilidad y flexibilidad en las entregas

Procesos de medida, análisis y mejora para demostrar la conformidad de los productos y/o servicios
Procesos de medida del funcionamiento del sistema de gestión de calidad

Medida primaria: la satisfacción del cliente

- documentos y servicios complementarios
- precio en relación con el de la competencia

- conocimiento previo de las expectativas de los clientes
- servicio postventa incluidas reclamaciones
- seriedad comercial en promesas y relaciones
- facilidad para devoluciones

La mejor forma de tener seguridad respecto a las opiniones del cliente sería preguntarle directamente, mediante encuestas lo más personalizadas posible. Pero en el caso de que esto resulte difícil o queramos complementarlo con otros indicadores que podemos calcular internamente, podríamos atender a los siguientes indicadores:

- índices de reclamaciones o devoluciones de clientes
- cumplimiento de plazos de entrega
- reducción de plazos de entrega
- resultados de auditorías de producto
- fidelidad de clientes que compran repetidamente
- coste de los servicios postventa extraordinarios y las garantías
- manifestaciones expresas de felicitación por parte de clientes
- premios o galardones de calidad recibidos
- relación entre el número de pedidos y el de ofertas presentadas

El personal que presta la totalidad de los servicios está formado y estimulado con el fin de que mantenga con los clientes una comunicación continua, detectando las posibles insatisfacciones en el suministro, instándoles a que presenten sus reclamaciones, quejas o sugerencias sobre la mejor forma de realizar el servicio contratado.

Cada seis meses se envía a la totalidad de los clientes un cuestionario con diversas preguntas acerca de su opinión sobre los productos y/o servicios suministrados por la organización. En el caso de clientes importantes, dicho cuestionario se les presenta personalmente por medio del agente de ventas que le corresponda, el cual hace la presentación de la encuesta, colabora en su ejecución y se interesa porque sea contestada por todas las personas de la organización del cliente que se vean afectados por el suministro. Se confeccionan cuestionarios orientados a la confección periódica de indicadores de percepción de calidad, preguntando a los clientes cuales son los aspectos del suministro más importantes para ellos y cual es la calificación merecida en cada uno. Posteriormente se tratan informáticamente los datos obtenidos y sus resultados se envían al Comité de Dirección, como un dato fundamental para la revisión del sistema de calidad.

Auditoria interna.

Como uno de los métodos más eficaces para la revisión del sistema de calidad y mejora continua de los procesos, se desarrollarán auditorías internas de acuerdo con un programa establecido previamente que tendrá en cuenta los procesos y

áreas de mayor importancia y aquéllos que hayan obtenido peores resultados en los informes de anteriores auditorías.

Los objetivos de las auditorías internas son:

a) determinar el grado de cumplimiento del sistema de calidad establecido por la organización y de los procedimientos documentados y si es conforme con los requisitos de esta norma internacional.

b) determinar el grado de implantación del sistema de gestión de calidad. La organización establecerá un procedimiento documentado sobre la realización de auditorías internas, en el que se incluirán los métodos adoptados para realizarlas, la frecuencia, el alcance, la selección de auditores, las responsabilidades y el sistema para informar de los resultados y mantener los registros, a fin de que se asegure la objetividad e imparcialidad del proceso.

Los auditores no deben auditar su propio trabajo. A la vista de las posibles no conformidades detectadas en el informe de la auditoría, la dirección del área auditada se responsabilizará de inmediato de la eliminación de las deficiencias y de sus causas. Posteriormente se realizarán acciones de seguimiento de la corrección de las no conformidades, verificando su eliminación definitiva e informando los resultados.

Se señala la obligación de realizar de forma programada auditorías internas de calidad, por personal independiente del responsable de la actividad auditada. Con estas auditorías se pretende comprobar el cumplimiento de los procedimientos y, en general, si el sistema de calidad alcanza los objetivos establecidos. Las no conformidades detectadas en la auditoría se incluirán en un informe que se enviará al responsable de la actividad auditada, a fin de que sean corregidas lo más brevemente posible, haciendo un seguimiento posterior para comprobar la eliminación de las deficiencias.

Los informes de auditorías se aprovecharán para la revisión del sistema de calidad por parte de la dirección. La comunicación de los resultados de las auditorías realizadas por personal independiente a los responsables de las áreas auditadas, servirá para que se tomen las acciones correctoras necesarias para subsanar las deficiencias afloradas.

Aunque la norma se ha extendido con gran amplitud en el aspecto de las inspecciones y ensayos, dedica también un capítulo a auditorías que puede considerarse un método alternativo, ya que las inspecciones controlan el producto mientras que las auditorías controlan el proceso. Ambos sistemas pueden llegar a ser complementarios, dado que muchas inspecciones no tienen como objeto simplemente el rechazo o la aceptación del elemento inspeccionado, sino el conocimiento de algún parámetro del mismo con objeto de establecer los datos del procedimiento siguiente.

Debemos resaltar aquí los principios fundamentales que destacan el valor de las auditorías internas.

- Una auditoría no es un instrumento de control como mucha gente piensa, sino una actividad de mejora, ya que no se busca simplemente detectar los defectos, sino mejorar los procesos y los procedimientos
- Una auditoría no es una simple inspección, ya que está realizada por personas responsables y con capacidad de iniciativa y en su desarrollo participa, no solamente la persona o el equipo auditor, sino los propios auditados con cuya colaboración se realiza
- Una auditoría es una ocasión privilegiada en la que los problemas latentes "se ponen sobre la mesa" con un decidido afán por resolverlos
- Una auditoría supone el cierre obligado de un sistema de aseguramiento de la calidad, ya que consolida la confianza en el cumplimiento de las instrucciones del proceso y aporta el sistema adecuado para mejorarlo.

Los objetivos de la auditoría interna de calidad son los siguientes:

- establecer el nivel de cumplimiento de los procedimientos que forman parte del sistema de calidad
- comprobar que el cumplimiento de dichos procedimientos permite alcanzar los objetivos de calidad de la organización
- proponer las acciones correctivas y de mejora necesarias para alcanzar el cumplimiento de los procedimientos y de los objetivos
- proponer la modificación de los procedimientos cuando se demuestre que no son los adecuados para el desarrollo de la organización

Las auditorías internas de calidad suelen llevarse a cabo mediante auditores de la propia organización que no tienen esta misión en exclusiva, sino que desarrollan otro tipo de trabajo y han sido formados para desempeñar esporádicamente su labor como auditores.

En algunos casos son los propios jefes de los servicios los que actúan como auditores de los servicios ajenos, intercambiándose en esta tarea, de forma que pueda llegar a entenderse la auténtica filosofía del "*audit*" como una actividad de colaboración para la mejora. Las auditorías llevan una minuciosa labor de preparación, mediante el acopio de información inicial, preparación de un cuestionario y de una lista de verificación.

La labor de campo de una auditoría comienza con una reunión inicial del auditor con los auditados y finaliza con la preparación de un informe en el que deben expresarse la impresión general del auditor sobre la observancia del procedimiento, las disconformidades importantes observadas y las acciones correctoras aplicables, fruto de la capacidad de iniciativa y creatividad del que actúa como auditor y del personal del servicio sometido a auditoría.

Dichas Auditorías tienen como objeto el propio Manual de Calidad, se llevan a cabo cada dos años y son realizadas por un organismo ajeno a la empresa. Dichas Auditorías tendrán como objeto el propio Manual de Calidad, se llevan a cabo una vez al año y serán realizadas por el Servicio de Calidad de la empresa. Los resultados de la misma, expresados en un informe, se comunican al Organismo auditado y a la Gerencia, quien toma las acciones necesarias para la corrección inmediata de los incumplimientos.

Todos los organismos de la empresa sometidos a la Auditoría de calidad pueden, durante el transcurso de la misma, proponer las correcciones que consideren oportunas al presente manual. Dichas correcciones son estudiadas por el organismo auditor, quien informa a la Gerencia para que decida sobre su aplicación. En caso de que no se planteen correcciones durante la Auditoría del manual, se entiende que éste queda automáticamente prorrogado.

Todos los procedimientos son auditados al menos una vez al año por personal distinto al responsable de su aplicación. El Jefe de Calidad prepara un programa de auditorías de procedimientos, señalando las fechas y el personal interno que ha de realizar cada auditoría.

Existe un procedimiento para realizar auditorías el cual contempla los siguientes apartados:

- a) recopilación de información
- b) reunión previa
- c) visitas locales
- d) recopilación de registros de calidad
- e) elaboración del informe
- f) discusión del informe
- g) envío a Gerencia de conclusiones

Programación y desarrollo de auditorías internas

- del sistema de gestión de calidad y
- de los procesos correspondientes

para garantizar:

- que son conformes con la norma
- que han sido implantados y mantenidos

Condiciones de las auditorías

- auditores independientes del proceso auditado
- redacción de un informe de no conformidades
- recomendaciones para la mejora
- seguimiento de dichas recomendaciones

Seguimiento y medición de los procesos.

La organización debe asegurarse de que los procesos son capaces para alcanzar los objetivos planificados mediante las correspondientes actividades de seguimiento, medición o estimación y en el caso de que no se alcancen tomará las acciones correctivas necesarias para garantizar la conformidad de los productos con sus especificaciones.

La representación del ciclo de la mejora continua enunciado por Shewart y por Deming, es perfectamente aplicable a la mejora de procesos. Tras la planificación correcta de los mismos mediante estudio y redacción de los procedimientos correspondientes, éstos pasan a realizarse de acuerdo con lo expresado en los mismos. Posteriormente es necesario controlar que la realización del proceso es coincidente con su planificación, que es justamente lo interesado por este apartado de la norma.

En el apartado anterior de auditorías internas, se defendió su realización como la mejor forma de la medida y el control de los procesos y si bien existen otros métodos para poder llevar a cabo esta función, no pueden alejarse demasiado de la metodología expuesta, la cual ha de ser desarrollada de forma más rutinaria y prescindiendo de algunas características peculiares a dicha actividad. Nos estamos refiriendo a lo que podríamos denominar "mini-auditorías" o comprobaciones rutinarias del proceso, llevadas a cabo por los responsables del mismo y sin que sea necesaria su programación previa ni la redacción de un informe.

Los procedimientos deben suponer una pauta viva para el control del proceso y si esto se entiende así por todos los implicados en el mismo, deberán realizar frecuentes comprobaciones de que el proceso marcha de acuerdo con lo planificado: que los parámetros coinciden permanentemente con lo señalado, que los recursos se utilizan en cantidad y calidad apropiada, que el método aplicado se identifica con el documentado y que los tiempos y plazos no superan a los establecidos.

Este tipo de comprobaciones ejecutadas en régimen de autocontrol, siempre producen una evidente sorpresa en los responsables del proceso, ya que suelen identificar insospechados incumplimientos que les hacen ver la realidad de la situación y les proporcionan inmejorables oportunidades para la mejora continua. Al igual que para las auditorías internas, las comprobaciones no medirán solamente el cumplimiento de los procedimientos, sino también si el proceso cumple los objetivos respecto a la satisfacción del cliente.

Seguimiento y medición del producto. Durante los sucesivos procesos de realización del producto, la organización establecerá un sistema de seguimiento y verificación, a fin de comprobar que éste cumple las especificaciones

determinadas para cada situación. Las actividades de verificación a lo largo del proceso, contrastarán las características del producto con los criterios de aceptación y rechazo establecidos en la definición del producto, con objeto de determinar la posibilidad de su liberación o expedición, reflejando el resultado en un registro en el cual debe figurar el responsable o responsables que autorizan esta circunstancia.

No se producirá la liberación del producto hasta que los registros proporcionen la evidencia de que se cumplen los requisitos establecidos, a menos que una autoridad pertinente declare su especial aprobación o sea el cliente quien acepta el producto en ese estado. Se señala la obligación de verificar el cumplimiento de las especificaciones de los productos.

Durante la ejecución del proceso se realizarán las verificaciones previstas en los procedimientos o planes de calidad, de forma que ningún producto podrá ser dado de paso en tanto en cuanto no se conozcan los resultados de las mismas y si esto no se cumple, se identificará el producto a fin de poder recuperarlo si posteriormente se demuestra su no conformidad.

Al final del proceso se realizarán las verificaciones finales previstas en los procedimientos o planes de calidad con el fin de comprobar el cumplimiento total de las especificaciones, sin que pueda autorizarse la expedición o liberación de ningún producto que no haya cumplido este trámite y estén disponibles y probados los documentos que puedan acreditarlo. Medición de los procesos como base para su mejora Medida de la conformidad del proceso con los requisitos del cliente

Se señala la obligación de documentar los resultados de las verificaciones señaladas en los procedimientos y planes de calidad y de conservar estos registros, los cuales deben dejar claro si el producto es o no conforme, identificando al responsable de dicha calificación.

El tratamiento de los productos no conformes incluirá en su caso:

a) las acciones para corregir la no conformidad, con la condición de que, una vez eliminada, el producto deberá someterse nuevamente a una verificación completa, a fin de determinar su total conformidad con los requisitos

b) la posible concesión por una autoridad pertinente o por el propio cliente, para la autorización de uso, liberación o entrega, circunstancia que deberá registrarse de forma conveniente

c) el sistema para impedir la utilización que hubiera sido planificada. La organización adoptará medidas especiales cuando la no conformidad sea detectada durante la utilización del producto o con posterioridad a la entrega, a fin de corregir o prevenir los efectos perjudiciales derivados de esta situación.

Se señala la obligación de controlar el tratamiento de los productos que, en las inspecciones o ensayos realizados en el proceso, han sido declarados como no conformes. Dicho tratamiento debe abarcar la identificación, la localización, la decisión y la necesaria información a las personas u organismos afectados. Se debe determinar quien es la persona responsable de tomar decisiones sobre la clasificación y resolución definitiva de los productos no conformes, de acuerdo con las siguientes posibles situaciones:

- reparación hasta alcanzar la conformidad
- aceptación, previo acuerdo con el cliente
- clasificación en otro nivel de calidad
- rechazo total

El acuerdo con el cliente para que se haga cargo de un producto no conforme, con o sin reparación, requiere que la situación se documente de forma adecuada, tanto por las causas de no conformidad, como por las operaciones de recuperación realizadas. Una identificación clara o a su segregación, dando aviso inmediato a los posibles utilizadores. Dichos procedimientos señalarán también los criterios de selección de los productos no conformes, a efectos de su tratamiento posterior y al responsable de aplicarlos. En el caso de utilización o reparación no prevista de un producto no conforme, deberá el cliente expresar su autorización por escrito, registrando el estado del producto no conforme, antes y después de su reparación. Todos los productos no conformes que sean sometidos a una operación de reparación o reprocesamiento deberán someterse a un nuevo proceso de verificación antes de ser utilizados. Independientemente de que en los registros documentales o informáticos quede expresado con claridad el incumplimiento del producto con sus requisitos o especificaciones, sobre el propio producto debe quedar una señal clara de su situación, mediante la colocación de una marca visible e indeleble, o su ubicación en un lugar destinado en exclusiva a materiales no conformes. La norma indica claramente que debe haber una persona responsable de decidir sobre la clasificación actual y el futuro de los productos no conformes.

Dicha persona estará a resguardo, por su autoridad o su situación en la organización, de posibles presiones por parte de los organismos de producción en orden a una reclasificación indebida del producto. La utilización de un material que no cumpla los requisitos contractuales debe ser propuesta al cliente, aportándole la información completa de las condiciones del producto. En tanto no haya una autorización por escrito de éste, con identificación clara de la clase y cantidad del producto autorizado, no podrá expedirse o dar continuidad al proceso del material no conforme.

identificación definidos anteriormente, la clasificación por medio de persona responsable, la separación de los no aceptados de la línea de producción y la notificación a los servicios a quienes pueda afectar. Los productos no conformes se clasifican en las siguientes categorías:

- a) recuperables mediante el tratamiento adecuado

- b) aceptables con o sin reparación, mediante autorización escrita del cliente
- c) reclasificables a otro nivel de calidad o para otras aplicaciones
- d) irrecuperables

Todos los productos recuperables mediante tratamiento sufren al final de la operación una inspección similar a la que les condujo a esta situación, realizada con los mismos criterios de aceptación o rechazo que en su inspección inicial.

- Identificación y control necesario de los productos declarados como no conformes
- Posibilidad de concesión del cliente para una no conformidad
- Acciones para impedir el uso de los productos no conformes
- Registros de las no conformidades
- Nueva verificación para los productos corregidos

Análisis de datos

El seguimiento y la medición de los procesos y de los productos dan lugar a una serie importante de datos, como resultado de las distintas evaluaciones, que deben ser tratados y analizados con el fin de conseguir, no solamente la eficacia del sistema de calidad sino también la posibilidad de su mejora o de su adaptación a las cambiantes situaciones del entorno.

El tratamiento y análisis de los datos recopilados nos informa sobre:

- a) la percepción de calidad del cliente sobre el producto que le suministramos
- b) la calidad del producto realizado en relación con la totalidad de sus requisitos
- c) la posibilidad de aplicar la mejora continua a los procesos y productos corrigiendo las no conformidades presentadas y aprovechando al máximo todas las oportunidades de mejora.
- d) la posibilidad de mejorar el suministro de los proveedores.

La medida de los procesos y de los productos puede aportar una serie de datos que será necesario analizar si queremos cerrar el bucle de la mejora continua o círculo de Deming. Cuando el número de datos es reducido, el análisis de los mismos puede realizarse mediante el estudio detallado de los mismos, pero a medida que se va disponiendo de una mayor cantidad empieza a ser necesaria la aplicación de las técnicas estadísticas más adecuadas.

El sistema deberá facilitar, en primer lugar, la identificación de la necesidad de implantación de las técnicas estadísticas más idóneas para la serie de datos disponibles y, en segundo término, la utilización correcta de las mismas, para lo

cual habrá que organizar la toma y recopilación de los datos oportunos en condiciones de máxima fiabilidad.

La estadística es la ciencia de las mediciones y como tal tiene un papel fundamental en los sistemas de calidad. Si hasta ahora no ha sido utilizada en nuestro ámbito con excesiva frecuencia, ha sido por la natural suspicacia de técnicos, insuficientemente preparados, hacia la simbología matemática que parecía rodear a los sistemas estadísticos con un aire de misterio.

Los métodos estadísticos aplicables a la industria no han sido presentados de forma sencilla y ésta es una labor que es necesario emprender cuanto antes. Sorprende sin embargo lo introducidos que se encuentran los sistemas estadísticos en la industria japonesa, tanto a nivel de técnicos como de simples obreros y éste es seguramente, uno de los motivos del gran avance japonés en temas de calidad.

El fundamento de la aplicación de los métodos estadísticos a la industria, está basado en la heterogeneidad de los productos. Una medida nunca puede ser exacta y por lo tanto, todos los productos fabricados no son de la misma medida. La heterogeneidad del producto puede ser debida a la propia heterogeneidad de los factores fijos, de los factores variables, de la diversidad de métodos de fabricación y de factores incontrolados. La Normalización puede resolver algunos problemas de heterogeneidad de factores y de productos y el establecimiento de tolerancias sirve para identificar aquellas heterogeneidades permisibles y aquellas que no lo son. El conocimiento de cómo se está comportando un proceso, mediante técnicas estadísticas, nos ilustra acerca de las posibilidades de mejora del mismo. Las técnicas estadísticas son aplicables a producciones en serie o a producciones continuas. Pueden utilizarse distintas aplicaciones de la estadística en el cumplimiento de variados objetivos. Los más utilizados son:

- a) Gráficos de control
 - Determinación de puntos fuera de control y de tendencias
- b) Distribuciones de frecuencia
 - Cálculo de la capacidad de las máquinas, instalaciones y procesos
- c) Tablas de muestreo
 - Reducción del número de los elementos a inspeccionar
- d) Correlaciones y regresión
 - Determinación de la relación entre una causa y un efecto
- e) Diseño de experimentos
 - Reducción del número de experimentos a realizar para encontrar la combinación óptima de las variables de entrada

El conocimiento del comportamiento de un proceso nos ilustra sobre sus posibilidades de mejora y es por ello que se establecerán procedimientos sobre la utilización de técnicas estadísticas en los siguientes aspectos.

Existe un procedimiento de implantación de "Gráficos de Control" en los puestos de trabajo que al efecto se señalen, con objeto de determinar los puntos fuera de control y las tendencias de la producción media, a los efectos de conseguir primero el control y posteriormente la mejora de los procesos.

Existe un procedimiento de implantación de "Distribuciones de frecuencias" con ayuda de los datos proporcionados por los gráficos de control, con objeto de calcular la capacidad de las máquinas e instalaciones, a fin de conseguir una perfecta respuesta a los contratos que establecemos. Existe un procedimiento para la realización de inspecciones mediante "Tablas de muestreo" con el fin de reducir el número de ensayos y de elementos a inspeccionar en las verificaciones. Existe un procedimiento para el estudio de los datos mediante "Correlaciones y Regresión" al objeto de determinar de forma sencilla la relación más probable entre una causa y un efecto determinado.

Existe un procedimiento para implantar el "Diseño de experimentos" al objeto de reducir el número de experimentos necesario para encontrar una relación óptima desde el punto de vista económico y robusta bajo el aspecto de los factores no controlables. Recopilación y análisis de datos de las fuentes pertinentes
Evaluación para la mejora continua. El análisis aporta información para:

- la mejora del sistema y la satisfacción del cliente.

Mejora

Mejora continua. Las distintas acciones incluidas en el sistema como las auditorías internas, el análisis de los datos, la revisión del sistema y las acciones correctivas y preventivas, deben aplicarse para promover la mejora continua del sistema de gestión. Este apartado es un compendio y resumen final del capítulo y refuerza lo señalado hasta ahora, con la aclaración de que todos los procesos de mejora deben ser permanentes y continuos, ya que sólo de esta forma se puede garantizar la satisfacción del cliente y la supervivencia de la organización.

A fin de satisfacer las exigencias normativas de este apartado, todas las acciones recomendadas con anterioridad deben tener un carácter sistemático, no suponer una actividad esporádica que tenga su origen en un esfuerzo puntual de la dirección o en la corrección de un defecto particularmente grave, sino algo que está integrado en el sistema de gestión, que supone una actividad para todos los empleados y que se admite sin reparos en la exigencia del día a día.

Se ha definido la dirección óptima de una organización como aquella que mantiene la eficiencia de la actividad durante la ausencia del responsable, e igualmente podemos definir la mejora continua como la que desarrolla la mejora creciente de la entidad sin necesidad del impulso permanente del líder, una vez que se han establecido los mecanismos adecuados de actuación. Existen organizaciones en las que la mejora continua se desarrolla de una manera

habitual, mediante el ejemplo de los más altos niveles directivos. Valga como ejemplo el de una empresa española, galardonada por la E.F.Q.M., en la cual los directivos leen a lo largo de la semana un capítulo perteneciente a un libro sobre calidad total en la gestión, escogido por el director, reuniéndose el Viernes para comentarlo y encontrar la forma de aplicar las enseñanzas a la mejora de su sistema, y en donde las diversas secciones de producción se reúnen en la llamadas "lineas de color" que son equipos de mejora en los que puede apreciarse una completa integración con los objetivos de la empresa y el espíritu de grupo tiene como manifestación el color coincidente de las máquinas e instalaciones con el de su propia ropa de trabajo.

Acción correctiva.

En el momento en que se detecte una no conformidad, la organización debe estar preparada para corregirla y para eliminar definitivamente la causa o causas que la han originado, con el fin de que nunca vuelva a producirse.

Para conseguirlo se establecerá un procedimiento documentado que señale el proceso de acciones a tomar, que deberán ser apropiadas a la importancia del defecto detectado y que incluirá:

- a) el estudio de las no conformidades internas y detectadas por los clientes
- b) la determinación de las causas que las hayan podido producir
- c) la eliminación o modificación de las causas que eliminen los efectos perniciosos
- d) el control de la eficacia de las medidas correctivas adoptadas y la confirmación de la desaparición de los efectos

Los procedimientos que dirigen las acciones correctivas deben centrarse en el examen de los registros de calidad de los rechazos internos y externos así como los correspondientes a las reclamaciones de los clientes, intentando investigar y determinar las causas que los han producido, aplicando las medidas correctoras correspondientes y comprobando que han dado el resultado que se pretendía.

Ello implica el establecimiento de un procedimiento automático que señale la responsabilidad de emprender el estudio de las no conformidades o reclamaciones en el mismo momento en que sean detectadas. Para facilitar el automatismo, suele disponerse de un impreso adecuado a la no conformidad que pueda producirse. Dicho impreso deberá acompañar la secuencia de la acción correctiva, desde el punto en que se detecte y anote en él la no conformidad, hasta el momento en que considere satisfactorio y definitivo el resultado de la actuación.

Aunque en las organizaciones de gran tamaño, el coordinador de la acción correctora suele ser un agente del servicio de Calidad, los auténticos protagonistas deben ser los responsables del proceso en que se produjo la no conformidad, ya que ellos conocen el trabajo mejor que nadie, son los adecuados para determinar las medidas correctoras más ajustadas, para aplicarlas al proceso y para determinar si el resultado ha sido satisfactorio.

Aplicación de medidas correctivas a las no conformidades

- identificando los efectos
- determinando las causas
- evaluando la necesidad y asegurando la no repetición
- estudiando y aplicando las acciones necesarias
- asegurando que son efectivas

Acción preventiva.

La organización deberá establecer un procedimiento documentado para el estudio y aplicación de acciones preventivas que eliminen las causas de potenciales no conformidades y que sean apropiadas a los efectos que puedan esperarse de dichas causas. Dicho procedimiento deberá incluir:

- a) el estudio de las no conformidades potenciales
- b) la evaluación de los efectos y la determinación de las causas
- c) la eliminación o modificación de las causas que eliminen los efectos perniciosos
- d) el control de la eficacia de las medidas correctivas adoptadas y la confirmación de la desaparición de los efectos
- e) el registro los resultados de las acciones tomadas.

Los procesos que se refieren a las acciones preventivas atenderán principalmente al estudio de las actividades y métodos de trabajo, los informes de las auditorías internas, los datos estadísticos sobre la calidad alcanzada y las impresiones obtenidas por el personal de los servicios posventa, intentando descubrir oportunidades de mejora que puedan prevenir la aparición de no conformidades. Estos procedimientos indicarán los métodos utilizados para identificar e implantar las mejoras, así como la comprobación de haber alcanzado los resultados previstos en las mismas y de que se ha informado convenientemente a la dirección de las acciones realizadas.

Contra la perspectiva tradicional del control de calidad basado en la inspección de productos y separación de los que no cumplan los requisitos, la norma opta por sistemas de calidad basados no solamente en las acciones puramente correctoras, sino también en las preventivas. Estas últimas deben estar basadas en cualquier tipo de observación o indicación, que nos lleve a la conclusión de que pueda llegar a producirse una no conformidad si se sigue el procedimiento vigente. Indudablemente la correcta gestión de un sistema de calidad debe contar con un método organizado para resolver los problemas que se vayan presentando, problemas que pueden ser evidentes, permanecer ocultos e incluso parecer que no existen, dado que los problemas no llegan a serlo hasta que alguien los reconoce como tales.

Así pues, el establecimiento de un procedimiento para la puesta en práctica de las acciones preventivas deberá ser afrontado en las dos vertientes principales de:

- Identificación de problemas o de posibilidades de mejora en cuanto a:
- aumento de calidad de los productos o servicios
- disminución de los costes de producción y gestión
- mejora de las condiciones de trabajo
- Resolución de los problemas planteados de forma definitiva o implantación de las acciones de mejora propuestas

Pero la identificación de problemas y su resolución no es un asunto sencillo, ya que como hemos señalado no siempre se presentan con evidencia palpable. Para conseguirlo, al empresario se le presentan varias alternativas: contratar a un equipo de I+D que sistemáticamente vaya intentando resolver los problemas y descubriendo mejoras, o basarse en su propio personal, estimulándoles a que pongan toda su capacidad corporal e intelectual al servicio de la política de calidad de la organización.

Equipos de I+D

La primera solución es la más fácil de aplicar, pero no resulta siempre la más efectiva e indudablemente tiene un coste que pocas organizaciones pequeñas pueden afrontar. En aquellas organizaciones donde sea implantada deberá cuidarse que el equipo de investigación no pierda de vista sus objetivos, ya que en cuanto alcanza una cierta importancia corre el peligro de considerar la investigación como un fin y no como un medio para mejorar la organización.

Habrá que considerar que además de obtener un producto correcto, éste debe causar la mayor satisfacción y los menores problemas, no solamente al cliente que lo ha de consumir, sino a los operarios que lo tienen que fabricar y a los que han de mantenerlo a lo largo de su vida útil.

Por ello conviene que el equipo investigador franquee las paredes de su laboratorio y proceda a realizar estudios de campo sobre el taller, contando con la colaboración de los operarios de producción y montaje; consulte con el departamento comercial los inconvenientes más habituales para la venta y el servicio post-venta e intente acercarse a los clientes a fin de conocer a fondo sus necesidades y preferencias.

Sistemas de participación

No hace muchos años se ha descubierto el enorme potencial que se encierra en el propio personal de la organización, en lo que se refiere al desarrollo de una intensa actividad en el campo de la mejora continua. Es lo que se ha venido a llamar "participación", que supone considerar que las personas que trabajan en la organización no han contratado solamente sus brazos, sino también su cerebro. Que son capaces de pensar y realizar tareas de mejora cuando sienten la motivación suficiente y que nadie conoce mejor un trabajo que aquél que lo está realizando día tras día. Existen varios sistemas de organizar la participación del personal:

Sistemas de sugerencias, Grupos de progreso, Círculos de calidad, etc. Todos ellos están basados en las ventajas que se derivan de entender la participación como un reparto de la capacidad gestora entre todos los componentes de la organización. Cuando la dirección promueve un sistema de participación, individual o colectivo, está solicitando a sus empleados que colaboren en la toma de decisiones al objeto de conseguir, entre todos, una gestión optimizada. Los sistemas de participación deben encontrar la motivación suficiente en su capacidad de colaborar en la gestión de la organización y en la satisfacción de ver realizadas las soluciones propuestas, pero esto no está reñido con estímulos materiales, como puede ser una participación en los beneficios constatados por la aplicación de la mejora o premios en metálico o en especie a los equipos que presenten las mejores ideas. Los sistemas de participación pueden desarrollarse allí donde haya personas trabajando juntas que compartan problemas similares. No se limitan sólo a los talleres y de hecho, en muchas compañías existen a todos los niveles de la organización, incluyendo empleados de oficinas y personal de mando.

Para mantener la confianza en el sistema, además de considerar prioritarias las inversiones recomendadas por los equipos de trabajo o por empleados que hayan presentado una sugerencia adecuada y que hayan sido aprobadas por la dirección, es preciso evitar que de las soluciones de mejora presentadas se deduzcan inconvenientes para el personal, como ocurriría por ejemplo si aprovechando un aumento de productividad propuesto por un equipo, se redujese el nivel de empleo de la organización. Como ventajas de la aplicación de un sistema de participación pueden contarse las siguientes:

Para la organización:

- Mejora de calidad de los productos finales
- Mejora de rendimiento y eficacia de los procesos
- Reducción de costes
- Mejora del ambiente laboral de los talleres

Para el trabajador:

- Mayor motivación derivada del sentimiento de participación intelectual

- Mejorar la formación sobre las técnicas específicas de los círculos, sobre el proceso y sobre el equipo
- Mayor integración en el grupo
- Pequeños estímulos materiales (dinero, viajes, regalos, etc.)
- Contribuir a la estabilidad de la organización en donde trabaja.

Los sistemas de participación han tenido, en estos últimos años, un desarrollo fulgurante y han demostrado ser una iniciativa muy rentable en miles de organizaciones, no solamente japonesas, sino del mundo occidental.