

INVESTIGACION TEORICA SOBRE UN SISTEMA MULTIPLEXOR, EN UNA
RED DE CONMUTACIÓN DE PAQUETES PARA LA FACULTAD DE
INGENIERIA DE LA UNIVERSIDAD DE NARIÑO

ALVARO ANDRES CHACON PASTAS
RENATO VANONI MONTENEGRO

UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA DE INGENIERIA DE SISTEMAS
SAN JUAN DE PASTO

2005

INVESTIGACION TEORICA SOBRE UN SISTEMA MULTIPLEXOR, EN UNA
RED DE CONMUTACIÓN DE PAQUETES PARA LA FACULTAD DE
INGENIERIA DE LA UNIVERSIDAD DE NARIÑO

ALVARO ANDRES CHACON PASTAS
RENATO VANONI MONTENEGRO

TRABAJO DE GRADO PRESENTADO PARA OPTAR EL
TÍTULO DE INGENIERO DE SISTEMAS

ASESORES:
ING. JAIME RUIZ
ING. WILSON ACHICANOY

UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA DE INGENIERIA DE SISTEMAS
SAN JUAN DE PASTO

2005

Las ideas y conclusiones aportadas en el trabajo de grado son responsabilidad exclusiva del autor.

Artículo 1° del acuerdo N° 324 de octubre 11 de 1966, emanado del Honorable Consejo Directivo de la Universidad de Nariño.

DEDICATORIA

A mi Madre, mi ejemplo, mi razón de ser, mi luz y mi principal motivo.

A mi abuelo, mi padre y quien desde el cielo me protege.

A mis Hermanas: Liliana y Mónica, promotoras y gestoras de mi realización como persona e ingeniero.

A Natalia, quien me llena de amor y fortaleza para alcanzar mis metas.

A mi familia, porque es un triunfo de todos.

A DIOS, por guiarme siempre, protegerme y brindarme las herramientas espirituales necesarias para salir adelante.

A María, la virgen que siempre me acoge bajo su manto.

ALVARO ANDRES CHACON PASTAS

DEDICATORIA

A mi Madre, por ser mi apoyo y mi motivo para triunfar en la vida.

A mis Tías y a mi Primo, por estar siempre conmigo y darme fortaleza para continuar adelante y lograr mis metas.

A todas las personas especiales en mi vida, que siempre creyeron en mí y estuvieron a mi lado cuando lo necesitaba.

A Dios, por darme la oportunidad de cumplir mis sueños.

RENATO VANONI MONTENEGRO

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan sus más sinceros agradecimientos a:

Ing. Jaime Ruiz. Promotor, gestor y asesor del Proyecto.

Ing. Wilson Achicanoy. Asesor del proyecto.

Ing. Luís Gerardo Cabrera. Encargado sección de datos en TELECOM

Sr. Mauricio Mora. Encargado nodo multiplexor Telefónica Data Colombia

Ing. Delio Gómez. Director del Programa de Ingeniería de Sistemas.

Ing. Nelson Jaramillo. Director del Programa de Ingeniería de Sistemas.

Ing. Jairo Guerrero. Decano de la Facultad de Ingeniería.

A las empresas Colombia Telecomunicaciones TELECOM y Telefónica Data Colombia.

CONTENIDO

	Pág.
GLOSARIO	13
INTRODUCCION	17
1 TEMA	18
1.1 Titulo	18
1.2 Línea de investigación	18
1.3 Alcance y delimitaciones	18
1.4 Modalidad	18
2 DESCRIPCION DEL PROBLEMA	19
2.1 Planteamiento	19
2.2 Formulación	19
2.3 Sistematización	20
3 OBJETIVOS	21
3.1 Objetivo general	21
3.2 Objetivos específicos	21
4 JUSTIFICACION	22
5 INVESTIGACION	23
5.1 CONCEPTOS BASICOS	23
5.1.1 Redes de conmutación de paquetes	23
5.1.2 Multiplexación	37
5.1.3 Modulación	43
5.1.4 Tipos de medios de transmisión	47
5.2 MULTIPLEXORES DE DATOS	50
5.2.1 Arquitectura de un Multiplexor	50
5.2.2 Clasificación	57
5.2.3 Análisis de algunos dispositivos multiplexores	71
5.2.4 Comparación contra otros dispositivos para transmisión de datos	78

5.3	SISTEMA MULTIPLEXOR DE DATOS	82
5.3.1	Definición	82
5.3.2	Componentes	83
5.3.3	Algunos sistemas multiplexores de nuestra región	84
5.4	HERRAMIENTAS DE GESTION, PROTOCOLOS O TECNOLOGIAS DE ENLACE	89
5.4.1	Protocolos o Tecnologías de enlace	89
5.4.2	Herramientas de gestión	114
	CONCLUSIONES	121
	RECOMENDACIONES	124
	BIBLIOGRAFIA	125
	ANEXOS	127

LISTA DE TABLAS

		Pág.
Tabla1.	Especificaciones técnicas V.35	56
Tabla 2.	Especificaciones Recomendadas en Multiplexores para Fibra Óptica	61
Tabla 3.	Bit de estado S según norma ITU-T V.21/RS-232	73
Tabla 4.	Comparación entre Multiplexor, Router y Modem	81
Tabla 5.	Comparación de los servicios prestados por Colombia Telecomunicaciones TELECOM	114

LISTA DE FIGURAS

		Pág.
Figura 1	Red en malla, sin conmutación.	25
Figura 2	Red de conmutación por circuitos.	25
Figura 3	Conmutación por mensajes.	26
Figura 4	Comparación conmutación por circuitos, mensajes y paquetes.	27
Figura 5	Red de conmutación por paquetes.	28
Figura 6	Circuito simplificado del conjunto multiplexor-demultiplexor analógico	51
Figura 7	Circuito simplificado del conjunto multiplexor-demultiplexor por división de tiempo	52
Figura 8	Diagrama de los conectores DB-25 y DB-9	55
Figura 9	Diagrama de una comunicación con SDH	63
Figura 10	Funcionamiento de un Multiplexor ADM	65
Figura 11	Multiplexor Add/Drop para fibra óptica	66
Figura 12	Nodo Multiplexor DXC de la empresa Tellabs	67
Figura 13	Ejemplo del Funcionamiento interno del Multiplexor inverso	71
Figura 14	Trama para un Multiplexor de datos Norma ITU – T X.50/51	72
Figura 15	Multiplexor SAGEM ADR 2500	75
Figura 16	Multiplexor SAGEM ADR 155C	76
Figura 17	Multiplexor DX 10	77
Figura 18	Modem Red telefónica	78
Figura 19	Línea de Telecomunicaciones	78
Figura 20	Recepción de microondas	79
Figura 21	Router y Tabla de encaminamiento	80
Figura 22	Sistema Multiplexor	82
Figura 23	Comparación X 25 VS Frame Relay	92

Figura 24	Formatos Frame Relay	93
Figura 25	Red Frame Relay en Colombia por Telecom	98
Figura 26	Formato Básico y Jerarquía de ATM	100
Figura 27	Procesos de Conmutación	101
Figura 28	Protocolo ATM	103
Figura 29	Red ATM en Colombia por Telecom	105
Figura 30	Arquitectura Clear Channel	111
Figura 31	Servicio Clear Channel Prestado por Telecom	113
Figura 32	Ejemplo Análisis MRTG	119
Figura 32	Ejemplo Análisis MRTG	120

LISTA DE ANEXOS

	pág.
Anexo A. Compuertas Lógicas	128
Anexo B. Filtros y Osciladores	131
Anexo C. SDH, PDH y STM	137
Anexo D. Herramienta Netcool	141
Anexo E. SNMP	146
Anexo F. Animación didáctica sobre el sistema multiplexor	149

GLOSARIO

Datagrama	Método de transmisión derivado de la conmutación de paquetes, donde cada paquete se envía de forma independiente
ADM	Multiplexor de Inserción/Extracción. Terminología para borrar (extraer) o añadir (insertar) tráfico en algún punto intermedio de una ruta de transmisión.
Backbone	Red Troncal
CCITT	Comité Consultivo Internacional de Telefonía y Telegrafía.
Circuito Virtual	Circuito creado para garantizar la comunicación confiable entre dos dispositivos de red. Un circuito virtual se define por un par VPI/VCI y puede ser permanente (PVC) o conmutado (SVC). Los circuitos virtuales se usan en Frame Relay y X.25. En ATM, un circuito virtual se denomina canal virtual. A veces se abrevia VC.
Clear Channel	Enlaces digitales dedicados transparentes (clear channel)
Cliente	Se refiere a un usuario o equipo informático que accede a un servidor para solicitar el uso de un recurso compartido
DCE	Equipo terminal del circuito de datos. Es el encargado de adecuar las señales que viajan por el canal de comunicaciones
DTE	Equipo Terminal de Datos. Conocida también como equipo final, donde llega la información o se transmite la información.
E1	Standard europeo para transmisión digital a 2.048 Mbps.
FDM	Multiplexación por división de frecuencia
ISDN	Red Digital de Servicios Integrados. Standard que define la conversión de redes telefónicas analógicas en una red digital global. La ISDN define servicios de telefonía digital con flujo de datos a 192 kb/s con dos canales de voz/datos "B" a 64 kb/s cada uno y uno de señalización a 16 kb/s.

MDT	Multiplexor por división de tiempo
MDF	Multiplexor por división de frecuencia
Nodo	Cualquier computador o dispositivo de interconexión en una red
Paquete	Bloque de información que maneja el nivel de red de una arquitectura de comunicaciones.
PLC	Controlador Lógico Programable
PDH	Jerarquía digital plesiocrona
SDH	Jerarquía digital sincronía
SMDS	Servicio Conmutado de Datos Multimegabit
STDM	Multiplexación estadística por división de tiempo
STM	Modo de transmisión sincronía
TDM	Multiplexación por división de tiempo
TMN	Red de administración de Telecomunicaciones. Se han desarrollado normas para proporcionar un interfaz común para cada tipo de sistema de transmisión.
Troncal	Canal de gran capacidad que puede transportar voz y datos.
UIT	Unión Internacional de Telecomunicaciones
WDM	Multiplexación por división de longitud de onda

RESUMEN

El siguiente trabajo exploratorio es una herramienta de consulta para todos los interesados en el área de telemática. Cuenta con los componentes necesarios, que lo hacen un texto con la información precisa para investigaciones sobre diversos componentes del sistema general de comunicaciones, con énfasis en dispositivos del mismo.

Esta dirigido al estudio de un sistema multiplexor, como un componente que permite interconectar redes para transmisión de datos, que van desde enlaces sencillos y a baja velocidad que funcionan basándose en la red pública de telefonía hasta los complejos servicios de alta velocidad. Por lo cual, se encuentra información sobre fenómenos y dispositivos electrónicos que trabajan en conjunto con el multiplexor.

ABSTRACT

The following exploratory work is a consultation tool for all the interested ones in the area of telematic. It has the necessary components that make it a text with the essential information for investigations on diverse components of the general system of communications, with emphasis in devices of the same one.

This emphasized to the study of a system multiplexer, as a component that allows interconnecting nets for transmission of data that go from simple connections and to low speed that they work being based on the public net of telephony until the complex high-speed services. Reason why they found information it has more than enough phenomena and electronic devices that you/they work together with the multiplexer.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años, la comunicación, como un proceso de transmisión y recepción de ideas, información y mensajes; la reducción de los tiempos de transmisión de la información a distancia, de su costo y de acceso a la información ha supuesto uno de los retos esenciales de nuestra sociedad

Las redes de computadoras están formadas por conexiones entre grupos de computadoras y dispositivos asociados que permiten a los usuarios la transferencia electrónica de información. La red de conmutación de paquetes es una de las tecnologías más utilizadas para transmisión de datos y para compartir con carácter universal la información entre grupos de computadoras y sus usuarios; un componente vital de la era de la información.

Los dispositivos de telecomunicación utilizan hardware, para conectar un dispositivo a la línea de transmisión, y software, que permite al dispositivo transmitir información a través de la línea.

El sistema multiplexor es un componente que permite interconectar redes de computadoras, que van desde los enlaces de datos sencillos y a baja velocidad que funcionan basándose en la red pública de telefonía hasta los complejos servicios de alta velocidad. Este sistema posee dispositivos electrónicos que realizan la gestión de enlace por medio de diferentes protocolos, dependiendo de la exigencia del cliente.

El documento que se presenta a continuación cuenta con los componentes necesarios, que lo hacen un libro con la información requerida para realizar consultas o trabajos sobre diversos componentes del sistema general de comunicaciones, con énfasis en dispositivos del mismo e ideal para todos los interesados en el área de telemática.

1. TEMA

1.1. TITULO

INVESTIGACION TEORICA SOBRE UN SISTEMA MULTIPLEXOR, EN UNA RED DE CONMUTACIÓN DE PAQUETES PARA LA FACULTAD DE INGENIERIA DE LA UNIVERSIDAD DE NARIÑO

1.2. LINEA DE INVESTIGACION

El proyecto se enfoca en la Línea de Optimización de sistemas.

1.3. ALCANCE Y DELIMITACIONES

La investigación se centrara en un estudio teórico que permita conocer con profundidad la arquitectura (hardware y software) de un sistema multiplexor, en una red de conmutación de paquetes al igual que algunos de sus procedimientos de gestión y operación. Este trabajo será una buena plataforma para continuar con el estudio de estos temas con el fin de otorgar fundamentos claros para realizar más adelante nuevas investigaciones, desarrollos de software y hardware. En esa línea los beneficiarios directos serán los estudiantes de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Nariño en los departamentos de Sistemas y Electrónica, interesados en esta área de investigación.

1.4. MODALIDAD

Se enmarca en la modalidad de Trabajo de Investigación.

2. DESCRIPCION DEL PROBLEMA

2.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la actualidad la telemática, la transmisión de datos y la automatización de la información, ha adquirido gran importancia en el desarrollo y mejoramiento de los sistemas de información, sin discriminar a ningún tipo de comunidad por pequeña que sea.

Sin embargo, en el Área de Telemática, no se están realizando investigaciones que ayuden a ampliar, mejorar y actualizar el conocimiento de la misma, mas aún, que acerquen al estudiante a la realidad y al entorno actual de la transmisión de datos en nuestra región y en nuestro país.

En contra de esta situación se presenta una investigación que promueve el desarrollo de proyectos de estudio, paquetes de software e incluso para el Programa de Electrónica algún desarrollo de hardware, que ofrezcan a la Universidad la posibilidad de continuar con esta línea y en ese sentido influir significativamente en la calidad educativa de la facultad y a los estudiantes dar la facilidad de aproximarse más a la realidad del comportamiento y funcionamiento de un sistema multiplexor en una red de conmutación de paquetes.

2.2. FORMULACION DEL PROBLEMA

¿Cómo ayudaría el estudio profundo de un sistema multiplexor en una red de conmutación de paquetes, para continuar con investigaciones, desarrollo de software o hardware y mejorar la calidad académica en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Nariño?

2.3. SISTEMATIZACION DEL PROBLEMA

¿Por qué es importante la actualización y profundización de conocimientos en el área de telemática?

¿Cómo motivaría nuestra investigación sobre un sistema multiplexor para continuar con nuevos proyectos en el área de telemática?

¿Para qué es útil el conocimiento profundo de un sistema multiplexor en una red de conmutación de paquetes?

¿Cuál es la finalidad de establecer las técnicas y/o protocolos de enlace que se utilizan en el sistema multiplexor?

¿Cómo identificar la realidad actual en nuestra región de los sistemas multiplexores en una red de conmutación de paquetes?

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Realizar el estudio, observación y documentación del comportamiento, arquitectura, técnicas y/o protocolos de enlace y gestión de un sistema multiplexor en una red de conmutación de paquetes, para la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Nariño.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Profundizar en temas relacionados con el área de telemática, con un enfoque actual y ubicado en nuestra región.
- Motivar a los estudiantes de Ingeniería de Sistemas y Electrónica a continuar con proyectos para el área de telemática, ubicados dentro y fuera del contexto de transmisión de datos.
- Describir el funcionamiento y arquitectura de un sistema multiplexor en una red de conmutación de paquetes.
- Describir algunas técnicas y/o protocolos de enlace que se utilizan en el sistema multiplexor y el proceso de gestión de los mismos.
- Identificar la realidad actual en la región de los sistemas multiplexores en una red de conmutación de paquetes.

4. JUSTIFICACION

En la actualidad las telecomunicaciones, teleinformática y telemática son espacios cada vez más importantes en cualquier tipo de organización; es evidente la necesidad de comunicar datos y realizar procesos entre equipos informáticos distantes. Este hecho es el principal motivo de inspiración del proyecto, ya que se nota de forma indudable, la necesidad de investigar mas intensamente temas de estas áreas.

La Facultad de Ingeniería y el Departamento de Sistemas al formar profesionales con énfasis en Telemática, crea la necesidad de tener más conocimiento real y tangible sobre esta materia. El interés en el Área de Telemática es evidente entre los estudiantes, mas no es un campo común escogido para realizar trabajos de investigación. Y la razón principal es debido a la falta de recursos técnicos que faciliten la ejecución de prácticas estudiantiles que estimulen el estudio en esta maravillosa área, que ofrece un amplio campo laboral como empleado o creador de empresa.

El conocimiento directo de un sistema multiplexor en una red de conmutación de paquetes no es nada fácil, puesto que por seguridad, escasez y otros factores; las empresas que los poseen, limitan el acceso a estos sitios, haciendo que un grupo considerable de estudiantes no puedan tener una actividad o visita técnica.

El aporte que proveerá esta investigación es la primera etapa para un futuro desarrollo de investigaciones útiles para muchas actividades como la construcción de herramientas de simulación que acerquen al estudiante a la realidad del funcionamiento de los dispositivos que conforman una red de conmutación de paquetes.

5. INVESTIGACION

5.1 CONCEPTOS BASICOS

5.1.1 Redes de conmutación de paquetes

Redes conmutadas

La red consiste en una sucesión alternante de nodos y canales de comunicación, es decir, después de ser transmitida la información a través de un canal, llega a un nodo, éste a su vez, la procesa para enviarla por el siguiente canal que llega al siguiente nodo, y así sucesivamente.

Existen varios tipos de conmutación en este tipo de redes. Algunos son conmutación de paquetes y conmutación de circuitos. En la conmutación de paquetes, el mensaje se divide en pequeños paquetes, a cada uno se le agrega información de control (por ejemplo, las direcciones del origen y del destino), y éstos circulan de nodo en nodo, posiblemente siguiendo diferentes rutas. Al llegar al nodo al que está conectado el usuario destino, se reensambla el mensaje y se le entrega. Esta técnica se puede explicar por medio de una analogía con el servicio postal, por ejemplo se desea enviar este libro de un punto a otro geográficamente separado.

La conmutación de paquetes equivale a separar el libro en sus hojas, poner cada una de ellas en un sobre, con la dirección del destino y depositar todos los sobres en un buzón. Cada sobre recibe un tratamiento independiente, siguiendo posiblemente rutas diferentes para llegar a su destino, pero una vez que han llegado todos a su destino, se puede reensamblar el libro.

Por otra parte, en la conmutación de circuitos se busca y reserva una trayectoria entre los usuarios, se establece la comunicación y se mantiene esta trayectoria durante todo el tiempo que se esté transmitiendo información.

Para establecer una comunicación con esta técnica se requiere de una señal que reserve los diferentes segmentos de la ruta entre ambos usuarios, y

durante la comunicación el canal quedará reservado para esta pareja de usuarios.

Principios de conmutación de paquetes

Debido al auge de las transmisiones de datos, la conmutación de circuitos es un sistema muy ineficiente ya que mantiene las líneas mucho tiempo ocupadas aun cuando no hay información circulando por ellas. Además, la conmutación de circuitos requiere que los dos sistemas conectados trabajen a la misma velocidad, cosa que no suele ocurrir hoy en día debido a la gran variedad de sistemas que se comunican.

En conmutación de paquetes, los datos se transmiten en paquetes cortos. Para transmitir grupos de datos más grandes, el emisor divide estos grupos en paquetes más pequeños y les adiciona una serie de bits de control. En cada nodo el paquete se recibe, se almacena durante un cierto tiempo y se transmite hacia el emisor o hacia un nodo intermedio.

Las ventajas de la conmutación de paquetes frente a la de circuitos son:

1. La eficiencia de la línea es mayor: ya que cada enlace se comparte entre varios paquetes que estarán en cola para ser enviados en cuanto sea posible. En conmutación de circuitos, la línea se utiliza exclusivamente para una conexión, aunque no haya datos a enviar.
2. Se permiten conexiones entre estaciones de velocidades diferentes: esto es posible ya que los paquetes se irán guardando en cada nodo conforme lleguen (en una cola) y se irán enviando a su destino.
3. No se bloquean llamadas: ya que todas las conexiones se aceptan, aunque si hay muchas, se producen retardos en la transmisión.
4. Se pueden usar prioridades: un nodo puede seleccionar de su cola de paquetes en espera de ser transmitidos, aquellos más prioritarios según ciertos criterios de prioridad.

Técnicas de conmutación o Tipos de Conmutación.

La conmutación es una técnica que nos sirve para hacer un uso eficiente de los enlaces. Si no existiese una técnica de conmutación en la comunicación entre dos nodos, se tendría que enlazar en forma de malla, o sea, de la siguiente forma:

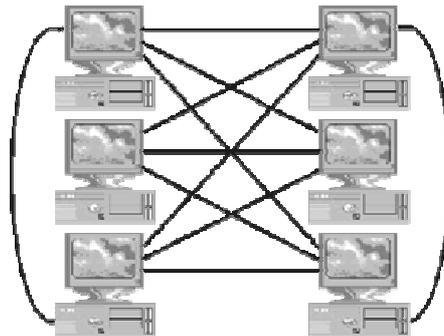


Fig. 1 Red en malla, sin conmutación.

www.iio.ens.uabc.mx/njmilanez/escolar/redes

El número de enlaces máximos que pueden darse en este esquema es de $n(n-1)/2$ enlaces; mientras que con una técnica de conmutación (la primera que surgió fue la conmutación de circuitos) o un conmutador, este esquema se simplificaría de la siguiente forma:

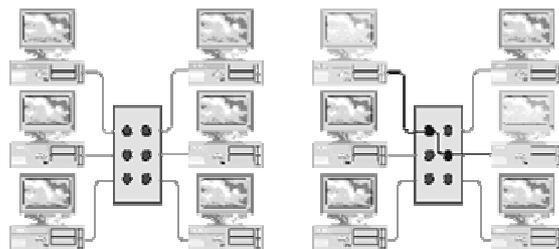


Fig. 2 Red de conmutación por circuitos.

www.iio.ens.uabc.mx/njmilanez/escolar/redes

En las redes de telecomunicaciones surgió un problema: existían programas que deseaban conectarse y ejecutar acciones de una computadora al mismo tiempo. Con la técnica de conmutación de circuitos, esto no era posible o no era óptimo. Además, el flujo de la información no es de tipo continuo, es discreto; por ejemplo, una persona puede llegar a escribir hasta 2 caracteres por segundo, y esto para una red de telecomunicaciones es muy lento,

considerando que normalmente se transmiten hasta 1,600 caracteres por segundo. Esto comenzó a causar problemas, por lo que pensaron en hacer más eficiente este esquema, así que se pensó en otra técnica de conmutación: la conmutación de mensajes.

Conmutación de mensajes.

Consiste en lo siguiente: en lugar de tener las líneas dedicadas a un origen y un destino, lo que se va a hacer es que cada mensaje sea conmutado a un circuito. El mensaje va a llegar al conmutador, y el conmutador va a asignar el mensaje a su nodo correspondiente; así se puede tener varios mensajes, pero ¿Cómo reconoce el conmutador qué mensaje corresponde a cada nodo? Pues con una clave o con un identificador de encabezado del nodo destino (un encabezado del mensaje).

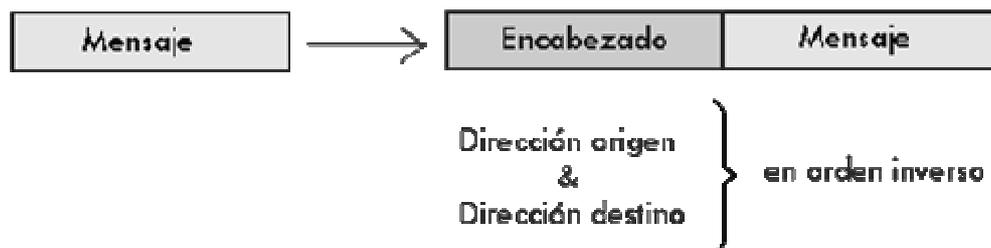


Fig. 3 Conmutación por mensajes.

www.iio.ens.uabc.mx/njmilanez/escolar/redes

Sin embargo, esto trae un decremento en el desempeño, ya que el encabezado es información adicional, si este encabezado fuese muy grande con respecto a la información, el servicio va a ser mas lento. Para asegurar un desempeño óptimo es necesario procurar que el encabezado sea lo más pequeño posible. Además, por cada encabezado que se encuentre, el conmutador necesita analizarlo y procesarlo (lo cual lleva tiempo); por eso los conmutadores de mensajes deben ser muy buenos.

Por ejemplo, se quiere mandar un mensaje del nodo (A) al nodo (D), así se tiene lo siguiente en este mapa de nodos:

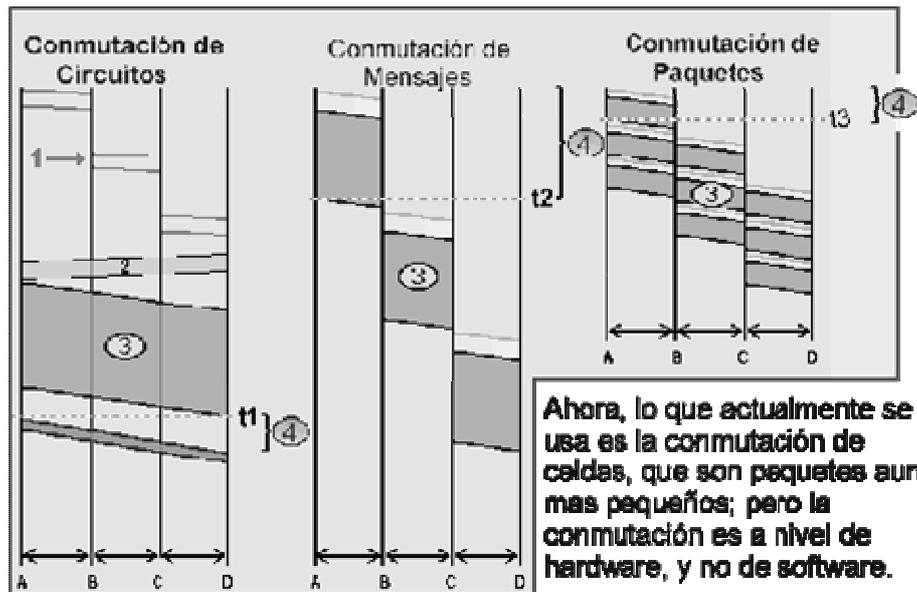


Fig. 4 Comparación conmutación por circuitos, mensajes y paquetes.

Redes de comunicación de datos. Dr. José Incera

Para entender lo anterior hay que recordar que la conmutación de circuitos consta de cuatro fases:

1. Solicitud del circuito.
2. Confirmación del circuito.
3. Transmisión de información.
4. Desconexión de circuitos.

En el primer caso del esquema (1) para la fase (1) y (2), no tiene que hacer nada especial, por no tener un encabezado, lo que no sucede en el esquema siguiente, la ventaja que tiene el segundo esquema es que el tiempo de desconexión de circuitos (4) sucede mucho antes que en el primer esquema (es decir, se desocupa antes el nodo transmisor). Los puntos (1) y (2) están incluidos conceptualmente dentro del encabezado; sin embargo, existe una conmutación mejor que la conmutación de mensajes: la conmutación de paquetes.

Conmutación de paquetes.

Una ventaja adicional de la conmutación de paquetes (además de la seguridad de transmisión de datos) es que, como se parte en paquetes el mensaje, éste se está ensamblando de una manera más rápida en el nodo destino, ya que se están usando varios caminos para transmitir el mensaje, produciéndose un fenómeno conocido como "transmisión en paralelo". Además, si un mensaje tuviese un error en un bit de información, y se está usando la conmutación de mensajes, se tiene que retransmitir todo el mensaje; mientras que con la conmutación de paquetes solo hay que retransmitir el paquete con el bit afectado, lo cual es mucho menos problemático. Lo único negativo, quizás, en el esquema de la conmutación de paquetes es que su encabezado es más grande. Así, para la conmutación de paquetes se tiene el tercer caso del datagrama mostrado en la figura anterior.

En síntesis, una red de conmutación de paquetes consiste en una "malla" de interconexiones facilitadas por los servicios de telecomunicaciones, a través de la que los paquetes viajan desde la fuente hasta el destino.

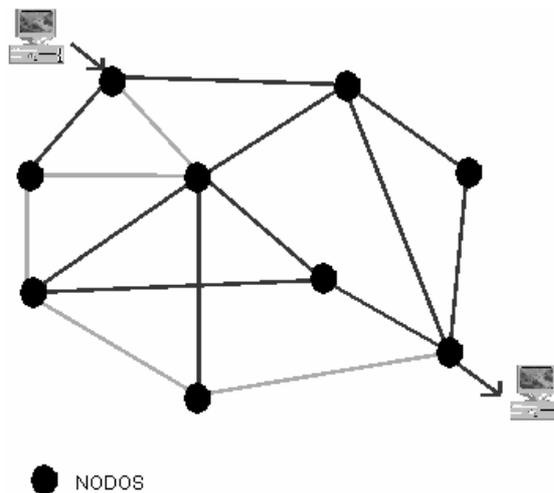


Fig. 5 Red de conmutación por paquetes.

www.iio.ens.uabc.mx/njmilanez/escolar/redes

Existen servicios de datagramas, en los cuales cada paquete se encamina a través de la red como si fuera una entidad independiente, el camino físico entre

los extremos de la conexión puede variar a menudo debido a que los paquetes aprovechan aquellas rutas de menor costo, y evitan las zonas congestionadas. Ahora, lo que actualmente se utiliza es la conmutación de celdas (que surge a mediados de los 90s), que son paquetes aun más pequeños, pero la conmutación se realiza a nivel hardware, y no de software.

Cuando un emisor necesita enviar un grupo de datos mayor que el tamaño fijado para un paquete, éste los divide en paquetes y los envía uno a uno al receptor.

Hay dos técnicas básicas para el envío de estos paquetes:

1. Técnica de datagramas: cada paquete se trata de forma independiente, es decir, el emisor enumera cada paquete, le añade información de control (por ejemplo número de paquete, nombre, dirección de destino, etc.) y lo envía hacia su destino. Puede ocurrir que por haber tomado caminos diferentes, un paquete con número por ejemplo 6 llegue a su destino antes que el número 5. también puede ocurrir que se pierda el paquete número 4. Todo esto no lo sabe ni puede controlar el emisor, por lo que tiene que ser el receptor el encargado de ordenar los paquetes y saber los que se han perdido (para su posible reclamación al emisor), y para esto, debe tener el software necesario.

2. Técnica de circuitos virtuales: antes de enviar los paquetes de datos, el emisor envía un paquete de control que es de Petición de Llamada, este paquete se encarga de establecer un camino lógico de nodo en nodo por donde irán uno a uno todos los paquetes de datos. De esta forma, se establece un camino virtual para todo el grupo de paquetes. Este camino virtual será numerado o nombrado inicialmente en el emisor y será el paquete inicial de Petición de Llamada el encargado de ir informando a cada uno de los nodos por los que pase de que más adelante irán llegando los paquetes de datos con ese nombre o número. De esta forma, el encaminamiento sólo se hace una vez (para la Petición de Llamada). El sistema es similar a la conmutación de

circuitos, pero se permite a cada nodo mantener multitud de circuitos virtuales a la vez.

Las ventajas de los circuitos virtuales frente a los datagramas son:

- El encaminamiento en cada nodo sólo se hace una vez para todo el grupo de paquetes. Por lo que los paquetes llegan antes a su destino.
- Todos los paquetes llegan en el mismo orden del de partida ya que siguen el mismo camino.
- En cada nodo se realiza detección de errores, por lo que si un paquete llega erróneo a un nodo, éste lo solicita otra vez al nodo anterior antes de seguir transmitiendo los siguientes.

Desventajas de los circuitos virtuales frente a los datagramas:

- En datagramas no hay que establecer llamada (para pocos paquetes, es más rápida la técnica de datagramas).
- Los datagramas son más flexibles, es decir que si hay congestión en la red una vez que ya ha partido algún paquete, los siguientes pueden tomar caminos diferentes (en circuitos virtuales, esto no es posible).
- El envío mediante datagramas es más seguro ya que si un nodo falla, sólo un paquete se perderá (en circuitos virtuales se perderán todos).

Tamaño del paquete

Un aumento del tamaño de los paquetes implica que es más probable que lleguen erróneos. Pero una disminución de su tamaño implica que hay que añadir más información de control, por lo que la eficiencia disminuye. Hay que buscar un compromiso entre ambos.

Comparación de las técnicas de conmutación de circuitos y conmutación de paquetes

Hay 3 tipos de retardo:

1. Retardo de propagación: tiempo despreciable de propagación de la señal de un nodo a otro nodo.
2. Tiempo de transmisión: tiempo que tarda el emisor en emitir los datos.
3. Retardo de nodo: tiempo que emplea el nodo desde que recibe los datos hasta que los emite (gestión de colas, etc.).

Las prestaciones de conmutación de circuitos y conmutación de paquetes:

- En conmutación de circuitos hay un retardo inicial hasta establecer la conexión (en cada nodo se produce un retardo). Tras el establecimiento de la conexión, existe el retardo del tiempo de transmisión y el retardo de propagación. Pero toda la información va a la vez en un bloque sin más retardos adicionales.
- En conmutación de paquetes mediante circuitos virtuales, existe el mismo retardo inicial que en conmutación de circuitos. Pero además, en cada nodo, cada paquete sufre un retardo hasta que le llega su turno de envío de entre la cola de paquetes a emitir por el nodo. A todo esto, habría que sumar el retardo de transmisión y el retardo de propagación.
- En datagramas, se ahorra el tiempo de establecimiento de conexión, pero no los demás retardos que hay en circuitos virtuales. Pero existe el retardo de encaminamiento en cada nodo y para cada paquete. Por tanto, para grupos grandes de datos, los circuitos virtuales son más eficaces que los datagramas, aunque para grupos pequeños sean menos eficaces que los datagramas.

Funcionamiento externo e interno

Hay dos niveles en donde se pueden utilizar técnicas de datagramas y de circuitos virtuales. En un nivel interno (entre estación y nodo), se llaman operación de datagrama interno y operación de circuito virtual interno. Pero

cuando se sale de este ámbito controlable por la estación emisora, la propia red decide la utilización de servicios de datagrama externo o servicio de circuito virtual externo para sus comunicaciones (ocultos al usuario o emisor).

Para el servicio externo hay una serie de consideraciones a seguir:

- Si se utilizan operaciones de datagrama interno y servicios de datagrama externo, al haber errores, no hay pérdidas de tiempo en establecer nuevas conexiones ni se necesitan muchos espacios de almacenamiento.
- Si se utilizan operaciones de circuitos virtuales internos y servicios de circuitos virtuales externos, se mejoran las prestaciones para transmisiones de grandes grupos de información y de acceso a terminales remotos.

Encaminamiento

La función de encaminamiento tiene estos requisitos:

1. Exactitud.
2. Sencillez.
3. Robustez: es la capacidad para redirigir el tráfico a zonas seguras cuando hay fallos.
4. Estabilidad: es posible que si un sistema es muy robusto, se convierta en inestable al reaccionar demasiado bruscamente ante situaciones concretas.
5. Imparcialidad: hay sistemas que premian, en aras de optimalidad, las conexiones cercanas frente a las más lejanas, con lo que la comunicación entre estaciones alejadas se dificulta.
6. Optimización: es posible que la robustez y la imparcialidad reporten un coste adicional de cálculo en cada nodo, lo que implica que ya no es el sistema más óptimo.
7. Eficiencia: ocurre lo mismo de la optimización.

Criterios sobre prestaciones:

Hay dos formas de elegir un encaminamiento eficiente: una es elegir el camino más corto (la distancia entre la estación emisora y la receptora es la mínima) y otra es elegir el menor número de saltos (entre la estación emisora y la receptora hay el menor número de nodos).

En aplicaciones reales se suele elegir la del camino más corto.

Lugar e instante de decisión:

El instante en que se decide hacia dónde se enviará un paquete en un nodo es muy importante. En datagramas, esto se produce una vez por paquete. En circuitos virtuales se produce una vez por petición de llamada.

Hay dos lugares donde se puede decidir hacia dónde debe enviarse un paquete desde un nodo: una es en el propio nodo (encaminamiento distribuido) y otra en un nodo señalado para esta tarea (encaminamiento centralizado). Esta última forma tiene el inconveniente de que si este nodo se estropea, el encaminamiento de todos los nodos que dependen de este nodo de encaminamiento es imposible, y todos los nodos serán inservibles.

Hay otra forma de controlar el encaminamiento, y es en la propia estación de origen.

Estrategias de encaminamiento:

1. Encaminamiento estático. Cada nodo encaminará sus datos a otro nodo adyacente y no cambiará dicho encaminamiento nunca (mientras dure la topología de la red). Existe un nodo de control que mantiene la información centralizada. Como cada nodo encaminará sus datos sólo a un nodo adyacente para cada nodo destino posible, sólo es necesario almacenar estos contactos entre nodos adyacentes y no todos los caminos entre todos los nodos de la red. En el nodo central se almacenan todas las tablas de encaminamientos, pero en cada nodo sólo hay que almacenar las filas que conectan ese nodo con el

siguiente para conseguir el encaminamiento a cada nodo posible destino de la red.

Este sistema es muy eficiente y sencillo pero poco tolerante a fallos en nodos adyacentes, ya que sólo puede encaminar a uno.

2. Inundaciones. Consiste en que cada nodo envía una copia del paquete a todos sus vecinos y éstos lo reenvía a todos sus vecinos excepto al nodo del cuál lo habían recibido. De esta forma se asegura que el paquete llegará a su destino en el mínimo tiempo posible. Para evitar que a un nodo llegue un paquete repetido, el nodo debe guardar una información que le haga descartar un paquete ya recibido.

Esta técnica, al ser muy robusta y de coste mínimo, se puede usar para mensajes de alta prioridad o muy importante. El problema es la gran cantidad de tráfico que se genera en la red. Esta técnica libera de los grandes cálculos para seleccionar un encaminamiento.

3. Encaminamiento aleatorio. Consiste en que en cada nodo, elegirá aleatoriamente el nodo al cuál se va a reenviar el paquete. De esta forma, se puede asegurar que el paquete llegará al destino pero en un mayor tiempo que en el de inundaciones. Pero el tránsito en la red es mucho menor. Esta técnica también libera de cálculos para seleccionar el encaminamiento.

4. Encaminamiento adaptable. Consiste en que la red va cambiando su sistema de encaminamiento conforme se cambian las condiciones de tráfico de la red. Para conseguir esto, los nodos deben de intercambiar información sobre congestión de tráfico y otros datos.

En estas técnicas de intercambio de información entre nodos, pueden hacerse intercambios entre nodos adyacentes, todos los nodos, o incluso que haya un nodo central que coordine todas las informaciones.

Los inconvenientes principales son:

- El costo de procesamiento en cada nodo aumenta.
- Al intercambiar información de nodo en nodo, aumenta el tráfico.
- Es una técnica muy inestable.

Las ventajas:

- El usuario cree que aumentan las prestaciones.
- Se puede ayudar en el control de la congestión.

Algunos protocolos de conmutación de paquetes existentes son:

Protocolo X.25

Protocolo normalizado, revisado y probado, ideal para cargas ligeras de tráfico. Las redes de conmutación de paquetes X.25 no son adecuadas para la mayoría del tráfico entre LAN's por ser lentas y requerir una gran porción de ancho de banda para el tratamiento de errores.

RDSI.

Este protocolo especifica funciones de tres capas del modelo OSI: capa física, capa de enlace y capa de paquetes.

El terminal de usuario es llamado DTE, el nodo de conmutación de paquetes es llamado DCE La capa de paquetes utiliza servicios de circuitos virtuales externos.

Frame Relay

Servicio más rápido y eficiente que asume el hecho de que la red este libre de errores, lo que ahorra costosos reconocimientos de errores durante su funcionamiento, como en el caso de X.25.

SMDS

Servicio Conmutado de Datos Multimegabit (Switched Multimegabit Data Service), consiste en un servicio basado en celdas, proporcionado por las

compañías regionales de operaciones Bell en algunas zonas escogidas. (RBOC's - Regional Bell Operational Corp.) SMDS utiliza la conmutación ATM y ofrece servicios tales como facturación basada en la utilización y gestión de red.

Conmutación de Celdas.

Conocidas como Modo de Transferencia Asíncrona (ATM - Asynchronous Transfer Mode), ofrece servicios de conmutación de paquetes rápidos que pueden transmitir a mega o a gigabits por segundo.

Servicio de circuito virtual

Este sistema ofrece dos tipos de circuitos virtuales externos: llamadas virtuales y circuitos virtuales permanentes. En el primer caso, se requiere establecimiento de conexión o llamada inicial, mientras que en el otro no.

En una sección posterior se documenta más detalladamente los principales protocolos.

Formato de paquete:

Cada paquete contiene cierta información de control, como por ejemplo el número de circuito virtual. Además de paquetes de datos, se transfieren paquetes de control en los que figura el número de circuito virtual además del tipo de información de control.

Existen prioridades en los envíos de paquetes. Existen paquetes de reinicio de circuitos cuando hay un error, de reinicio de todo el sistema y de ruptura de conexión.

Multiplexación:

Se permite la conexión de miles de circuitos virtuales, además de full-duplex. Hay varios tipos de circuitos virtuales, fijos, de llamadas entrantes a la red, de llamadas salientes, etc.

Control de flujo:

Se usa protocolo de ventana deslizante.

Secuencias de paquetes:

Se permite el envío de bloques grandes de datos. Esto lo hace dividiendo los datos en paquetes de dos tipos, los grandes con el tamaño máximo permitido y paquetes de restos de un tamaño menor al permitido.

5.1.2 Multiplexación

Multiplexación es la combinación de múltiples canales de información en un medio común de transmisión de alta velocidad. Multiplexar la información es la mejor manera de aprovechar la utilización de enlaces de alta velocidad.

Todas las terminales están conectadas a un multiplexor, el cual está conectado a otro multiplexor por medio de un solo enlace. El enlace que existe entre los dos multiplexores tiene la capacidad de transportar múltiples canales de información por separado. El multiplexor del nodo A multiplexa la información de los dispositivos conectados a él y los transmite por el medio de transmisión de alta velocidad, el multiplexor del nodo B recibe la señal, separa la información de acuerdo al canal y los envía a los dispositivos correctos.

Las facilidades de transmisión son caras y, a menudo, dos equipos terminales de datos que se comunican por cables coaxiales, enlaces por microondas, o satélite, no utilizan la capacidad total del canal, desperdiciando parte de la anchura de banda disponible. Este problema se soluciona mediante unos equipos denominados multiplexores

Existen varias técnicas fundamentales para llevar a cabo la multiplexación:

Multiplexación por División de frecuencia (FDM).

Multiplexación por División de Longitud de Onda (WDM).

Multiplexación por División de Tiempo (TDM).

Multiplexación por División Estadística de Tiempo (STDM).

FDM FREQUENCY DIVISION MULTIPLEXING

Multiplexación por División en Frecuencia (MDF)

La multiplexación por división en frecuencia es una técnica que consiste en dividir mediante filtros el espectro de frecuencias del canal de transmisión y desplazar la señal a transmitir dentro del margen del espectro correspondiente mediante modulaciones, de tal forma que cada usuario tiene posesión exclusiva de su banda de frecuencias (llamadas subcanales). En otras palabras divide el ancho de banda de una línea entre varios canales, donde cada canal ocupa una parte del ancho de banda de frecuencia total.

FDM es una de las técnicas originales de multiplexación usada para la industria de comunicaciones. La técnica de FDM divide el ancho de banda total de entrada y salida en el mismo número de canales en el circuito, dependiendo en el número de puertos y dispositivos que sean soportados. El rango total de información de entrada de los dispositivos o terminales conectados al multiplexor no puede exceder el rango de salida.

En el extremo de la línea, el multiplexor encargado de recibir los datos realiza la demodulación de la señal, obteniendo separadamente cada uno de los subcanales. Esta operación se realiza de manera transparente a los usuarios de la línea. Se emplea este tipo de multiplexación para usuarios telefónicos, radio, TV que requieren el uso continuo del canal.

Este proceso es posible cuando la anchura de banda del medio de transmisión no excede de la anchura de banda de las señales a transmitir. Se pueden transmitir varias señales simultáneamente si cada una se modula con una portadora de frecuencia diferente, y las frecuencias de las portadoras están lo suficientemente separadas como para que no se produzcan interferencias. Cada subcanal se separa por unas bandas de guarda para prevenir posibles interferencias por solapamiento.

La señal que se transmite a través del medio es analógica, aunque las señales de entrada pueden ser analógicas o digitales. En el primer caso se utilizan las modulaciones AM, FM y PM para producir una señal analógica centrada en la frecuencia deseada. En el caso de señales digitales se utilizan ASK, FSK, PSK y DPSK.

En el extremo receptor, la señal compuesta se pasa a través de filtros, cada uno centrado en una de las diferentes portadoras. De este modo la señal se divide otra vez y cada componente se remodula para recuperar la señal.

La técnica de MDF presenta cierto grado de normalización. Una norma de gran uso es la correspondiente a 12 canales de voz, cada uno de 4.000 Hz (3.100 para el usuario y el resto para la banda de guarda) multiplexado en la banda de 60-108 Khz. A esta unidad se le llama grupo. Muchos proveedores de servicios portadores ofrecen a sus clientes una línea alquilada de 48 a 56 Kbps, basada en un grupo.

Se pueden multiplexar cinco grupos (60 canales de voz) para formar un súper grupo. La siguiente unidad es el grupo maestro, que está constituido por cinco súper grupos (de acuerdo con las normas del UIT) o por diez grupos (de acuerdo a Bell System).

Si un dispositivo conectado por FDM es removido de su circuito, no hay posibilidad que la frecuencia que estaba siendo utilizada por ese dispositivo sea relocalizada y utilizada por otro dispositivo y aprovechar el ancho de banda. Lo que significa que el multiplexor no tiene la habilidad para relocalizar dinámicamente sus capacidades para utilizar el ancho de banda disponible.

WAVELENGTH DIVISION MULTIPLEXING (WDM)

Multiplexación por División de Longitud de Onda

En [telecomunicación](#), la multiplexación por división de longitud de onda (WDM, del inglés *Wavelength Division Multiplexing*) es una tecnología que multiplexa varias señales sobre una sola [fibra óptica](#) mediante portadoras ópticas de diferente longitud de onda, usando luz procedente de un [láser](#) o un [LED](#).

Este término se refiere a una portadora óptica (descrita típicamente por su [longitud de onda](#)) mientras que la [multiplexación por división de frecuencia](#) generalmente se emplea para referirse a una portadora de [radiofrecuencia](#) (descrita habitualmente por su [frecuencia](#)). Sin embargo, puesto que la longitud de onda y la frecuencia son inversamente proporcionales, y la radiofrecuencia y la luz son ambas formas de [radiación electromagnética](#), la distinción resulta un tanto arbitraria.

El dispositivo que une las señales se conoce como multiplexor mientras que el que las separa es un demultiplexor. Con el tipo adecuado de fibra puede disponerse un dispositivo que realice ambas funciones a la vez, actuando como un multiplexor óptico de inserción-extracción.

Los primeros sistemas WDM aparecieron en torno a 1985 y combinaban tan sólo dos señales. Los sistemas modernos pueden soportar hasta 160 señales y expandir un sistema de fibra de 10 Gb/s hasta una capacidad teórica total de 1,6 Tbit/s sobre un solo par de fibra.

La única diferencia con FDM eléctrica es que en un sistema óptico, que usa una rejilla de difracción, es totalmente pasivo y por ello altamente confiable.

La multiplexación por división de longitud de onda consiste en dividir múltiples haces de luz, a diferentes frecuencias, transportados mediante fibra óptica.

Un conjunto de fuentes generan haces láser a diferentes frecuencias. El multiplexor combina las fuentes para su transmisión sobre una única fibra. Los amplificadores ópticos amplifican todas las longitudes de onda (Situados a decenas de kilómetros).

Los rangos de longitudes de onda son de 1550 nm.

No es más que una MDF. Cada color de luz (longitud de onda) transporta un canal de datos separado.

En 1997, los laboratorios de Bell logran 100 haces de luz, cada uno a 10 Gbps consiguiendo transmitir 1 terabit por segundo (Tbps). Hoy en día, hay sistemas comerciales de 160 canales a 10 Gbps. Alcatel tiene prototipos de 256 canales a 39.8 Gbps o sea 10.1Tbps (distancias de 100 km).

TDM TIME DIVISION MULTIPLEXING

Multiplexación por División en el Tiempo (TDM)

La multiplexación por división de tiempo es una técnica para compartir un canal de transmisión entre varios usuarios. Consiste en asignar a cada usuario, durante unas determinadas "ranuras de tiempo", la totalidad del ancho de banda disponible. Esto se logra organizando el mensaje de salida en unidades de información llamadas tramas, y asignando intervalos de tiempo fijos dentro

de la trama a cada canal de entrada. De esta forma, el primer canal de la trama corresponde a la primera comunicación, el segundo a la segunda, y así sucesivamente, hasta que el n-esimo más uno vuelva a corresponder a la primera. Tiene la desventaja de que en caso de que un canal no sea usado, esa ranura de tiempo no se aprovecha por los otros canales, enviándose en vez de datos bits de relleno.

El uso de esta técnica es posible cuando la tasa de los datos del medio de transmisión excede de la tasa de las señales digitales a transmitir. El multiplexor por división de tiempo muestrea, o explora, cíclicamente las señales de entrada (datos de entrada) de los diferentes usuarios, y transmite las tramas a través de una única línea de comunicación de alta velocidad. Los MDT son dispositivos de señal discreta y no pueden aceptar datos analógicos directamente, sino demodulados mediante un módem.

Los MDT funcionan a nivel de bit o a nivel de carácter. En un MDT a nivel de bit, cada trama contiene un bit de cada dispositivo explorado. El MDT de caracteres manda un carácter en cada canal de la trama. El segundo es generalmente más eficiente, dado que requiere menos bits de control que un MDT de bit. La operación de muestreo debe ser lo suficientemente rápida, de forma que cada buffer sea vaciado antes de que lleguen nuevos datos.

Los sistemas MIC, sistema de codificación digital, utilizan la técnica MDT para cubrir la capacidad de los medios de transmisión. La ley de formación de los sucesivos órdenes de multiplexación responde a normalizaciones de carácter internacional, con vista a facilitar las conexiones entre diversos países y la compatibilidad entre equipos procedentes de distintos fabricantes.

El UIT/UIT recomienda, como primer escalón de la jerarquía de multiplexación por división en el tiempo, 24 ó 32 (30 + 2) canales telefónicos, sistemas utilizados en Estados Unidos y Japón el primero y en Europa, el segundo. Según la recomendación G-732 del UIT, el sistema MIC primario europeo multiplexa a nivel de muestra 30 canales de voz, además de un canal de alineación y otro de señalización, formando una trama de 256 bits (32 canales, una muestra por canal y 8 bits por muestra) a una frecuencia de 8 Khz (doble

ancho de banda que el canal telefónico), de lo que resulta una velocidad de 2.048 kbps.

En los equipos múltiplex MIC secundario, terciario, etc., se lleva a cabo una multiplexación en el tiempo (MDT) por entrelazado de impulsos (bit a bit) a diferencia de los equipos MIC primarios.

El UIT ha recomendado cuatro jerarquías de multiplexación para equipos MIC. El equipo múltiplex digital que combina las señales de salida de cuatro equipos múltiplex primarios MIC se denomina equipo múltiplex digital de segundo orden. Los equipos múltiplex digitales de tercer orden combinarían las señales de salida de cuatro equipos múltiplex de segundo orden, etc.

Así, el segundo nivel de multiplexación acepta cuatro señales digitales a 2.048 kbps para formar una señal a 8.448 kbps. El tercer nivel agrupa cuatro señales de 8.448 kbps en una de 34.368 kbps. El cuarto nivel agrupa cuatro señales de nivel tres en una señal de 13.9264 kbps. Por último, en la misma proporción, el quinto nivel produce una señal de 565 Mbps.

STATISTICAL TIME DIVISION MULTIPLEXING

Multiplexación por División en el Tiempo Estadística (STDM)

En situaciones reales, ningún canal de comunicaciones permanece continuamente transmitiendo, de forma que, si se reserva automáticamente una porción del tiempo de transmisión para cada canal, existirán momentos en los que, a falta de datos del canal correspondiente, no se transmita nada y, en cambio, otros canales esperen innecesariamente. La idea de esta multiplexación consiste en transmitir los datos de aquellos canales que, en cada instante, tengan información para transmitir.

Los multiplexores MDT estadísticos (MDTE) asignan dinámicamente los intervalos de tiempo entre los terminales activos y, por tanto, no se desaprovecha la capacidad de la línea durante los tiempos de inactividad de los terminales.

El funcionamiento de estos multiplexores permite que la suma de las velocidades de los canales de entrada supere la velocidad del canal de salida.

Si en un momento todos los canales de entrada tienen información, el tráfico global no podrá ser transmitido y el multiplexor necesitará almacenar parte de esta información.

Los multiplexores estadísticos han evolucionado en un corto período de tiempo convirtiéndose en máquinas muy potentes y flexibles. Han acaparado prácticamente el mercado de la MDT y constituyen actualmente una seria competencia a los MDF. Estos proporcionan técnicas de control de errores y control del flujo de datos. Algunos proporcionan la circuitería de modulación para realizar la interfaz con redes analógicas.

De otra forma, sería necesario usar módem separados. El control de flujo se emplea para prevenir el hecho de que los dispositivos puedan enviar datos a un ritmo excesivo a las memorias tampón buffer de los multiplexores.

5.1.3 Modulación

La modulación nace de la necesidad de transportar una información a través de un canal de comunicación a la mayor distancia y menor costo posible. Este es un proceso mediante el cual dicha información (onda moduladora) se inserta a un soporte de transmisión.

Estas son algunas nociones básicas para comprender el proceso que sufre una información, ya sea esta un sonido, una imagen o bien datos informáticos que se desea hacer llegar a un receptor a través de una onda electromagnética o un cable conductor.

Para esta investigación se hará una breve descripción de la modulación utilizada en redes digitales, debido a que será la implementada en los equipos de modulación de los sistemas multiplexores.

Modulación Digital

Un módem comparte interfaz con la red telefónica u otras redes y el DTE. La comunicación con el DTE se hace en forma binaria, pero para poder transmitir

ésta información a través de un medio como una línea telefónica, microondas o un enlace dedicado, se debe hacer una modulación, ya que las señales en estos medios son de tipo analógicas. Una señal modulada es la que, viajando a través de una línea de transmisión transporta de forma analógica la información que originalmente se encontraba en forma digital.

Las formas básicas de modulación son: Modulación de Frecuencia (FSK), Modulación de Fase (PSK), Modulación de Amplitud (ASK),

Modulación en Frecuencia

En este sistema se adecua la frecuencia de la transmisión en función de la trama de bits. Este método recibe la denominación FSK (Frequency Shift Keying, modulación por desplazamiento de frecuencia). El sistema, básicamente cambia la frecuencia de la transmisión cuando hay un 0 o cuando hay un 1. Los ceros se transmiten a 980 Hz. y los unos a 1.180 Hz.

La modulación en frecuencia requiere bastante ancho de banda. El concepto de ancho de banda es el más importante y complicado de entender en la comunicación de datos. Para entenderlo, cualquier onda de cualquier forma puede conceptualmente conseguirse sumando ondas senoidales de diversas frecuencias, cada una con un peso específico en la suma. Cuanto más diferente a una senoide es la forma de la onda, esta descomposición conceptual requiere más frecuencias. El ancho de banda es la diferencia entre la frecuencia más alta y la más baja (despreciando las que tienen un peso específico muy pequeño) que requiere esta descomposición.

En el caso de la modulación FSK, se requiere, en esta descomposición conceptual, frecuencias en torno a la que representa el "uno" y a la que representa el "cero". Cuantos más cambios se produzcan, más ancho es el sector de frecuencias en torno a estas centrales. Es decir, cuanto mayor es la velocidad de los datos, más separados tienen que estar las distancias que representan al cero y al uno. Si se transmite a alta velocidad, estas frecuencias se salen del ancho de banda telefónico y es necesario otras redes de alta velocidad.

Este tipo de modulación asigna una frecuencia diferente a cada estado significativo de la señal de datos. Para ello existen dos tipos de modulación FSK Coherente y FSK No Coherente.

FSK Coherente: Esta se refiere a cuando en el instante de asignar la frecuencia se mantiene la fase de la señal.

FSK No Coherente: Aquí la fase no se mantiene al momento de asignar la frecuencia.

La razón de una modulación FSK no coherente ocurre cuando se emplean osciladores independientes para la generación de las distintas frecuencias. La modulación FSK se emplea en los módem en forma general hasta velocidades de 2400 baudios.

Modulación en Fase

Mediante esta técnica, los modems interrumpen la continuidad de la onda, no dejando que complete un ciclo, de tal forma que cambian la fase de la señal. PSK (Phase Shift Keying, modulación por desplazamiento de fase).

Normalmente, se compara la fase del ciclo en un período con la fase del ciclo en el período siguiente, con lo que se obtiene un método de modulación con desplazamiento de fase diferencial (DPSK). En la modulación en frecuencia, cada ciclo, representaba un bit (0, 1), dado que un ciclo se transmite a una frecuencia u otra (cero o uno). Sin embargo, en la modulación DPSK, cada ciclo puede tener cuatro estados (0, 90, 180, o 270 grados) por lo que representa dos bits (00, 01, 11, 10: dibitio).

No hay que extrañarse de que un modem con DPSK trabaje a 1.200 baudios (o lo que es más importante, ocupe un ancho de banda correspondiente a 1.200 cambios por segundo) y sin embargo, funcione a 2.400 bits/s. Al utilizar menos ancho de banda trabaja mejor en peores condiciones de línea telefónica, y con eficacia doble en cuanto a velocidad.

En la modulación DPSK cada estado de modulación es codificado por un salto respecto a la fase que tenía la señal anterior. Empleando este sistema se garantizan las transiciones o cambios de fase en cada bit, lo que facilita la

sincronización del reloj en recepción. Técnicamente utilizando el concepto de modulación PSK, es posible aumentar la velocidad de transmisión a pesar de los límites impuestos por el canal telefónico. De aquí entonces existen dos tipos de modulación derivadas del DPSK, que son:

QPSK (Quadrature PSK).

Modulación QPSK: Consiste en que el tren de datos a transmitir se divida en pares de bits consecutivos llamados dibits, codificando cada bit como un cambio de fase con respecto al elemento de señal anterior.

MPSK (multiple PSK).

Modulación MPSK: En este caso el tren de datos se divide en grupos de tres bits, llamados tribits, codificando cada salto de fase con relación a la fase del tribit que lo precede.

Modulación de Amplitud

ASK (Amplitude Shift Keying, modulación por desplazamiento de amplitud). Esta modulación consiste en establecer una variación de la amplitud de la frecuencia portadora según los estados significativos de la señal de datos.

Sin embargo este método no se emplea en las técnicas de construcción de los módems puesto que no permiten implementar técnicas que permitan elevar la velocidad de transmisión.

Modulación Compleja.

La necesidad de transmisión de datos a velocidades cada vez más altas a hecho necesario implementar otro tipo de moduladores más avanzados como es la modulación en cuadratura. Este tipo de modulación presenta 3 posibilidades que son:

QAM: Quadrature Amplitud Modulation.

Modulación QAM: En este caso ambas portadoras están moduladas en amplitud y el flujo de datos se divide en grupos de 4 bits, y a su vez en subgrupos de 2 bits, codificando cada dibits 4 estados de amplitud en cada una de las portadoras.

Como ejemplo ilustrativo se consideran dos portadoras en cuadratura Q e I y las amplitudes diferentes como A1, A2, A3, y A4.

QPM: Quadrature Phase Modulation.

Modulación QPM: En este tipo de modulación en cuadratura las portadoras tienen 2 valores de amplitud.

El flujo de datos se divide igual que en el caso anterior en grupos de 4 bits a su vez en subgrupos de 2 bits, modulando cada dibit 4 estados de fase diferencial en cada una de las portadoras.

QAPM: Quadrature Amplitud Phase Modulation.

Modulación QAPM: Esta modulación también conocida como AMPSK o QAMPSK debido a que es una combinación de los dos sistemas de amplitud y fase. El esquema típico en este caso consiste en agrupar la señal en grupos de 4 bits considerando 2 dibits, el primer dibits modula la portadora I en amplitud y fase mientras que el otro realiza lo mismo con la portadora Q.

5.1.4 Tipos de medios de transmisión

Se puede afirmar que la información manejada dentro de una red de conmutación de paquetes, se puede transportar por diferentes medios de transmisión guiados como el par trenzado, cable coaxial, fibra óptica, e inalámbricos o no guiados.

De estos los que nos interesan son:

MEDIOS DE TRANSMISION GUIADOS

En los medios de transmisión guiados, la capacidad de transmisión, en términos de velocidad de transmisión o ancho de banda, depende de la distancia y de la forma como se usa el medio (enlaces punto a punto o multipunto).

Par Trenzado

Son utilizados tanto para transmisiones análogas como digitales. El ancho de banda depende del grosor del cable y de la distancia.

Son usualmente utilizados para conectar los equipos de trabajo en red y esta con un router o un modem que envía la información al nodo.

Fibra Óptica

Es un medio flexible y extremadamente fino capaz de conducir energía de naturaleza óptica. La fibra óptica tiene una gran aceptación para las comunicaciones a larga distancia. Ofrece un mayor ancho de banda y por lo tanto, la velocidad de transmisión es enorme.

MEDIOS DE TRANSMISION NO GUIADOS

En los medios no guiados, la transmisión y la recepción se hace por medio de antenas. En la transmisión, la antena irradia energía electromagnética en el medio (normalmente aire), y en la recepción la antena capta las ondas electromagnéticas del medio que la rodea.

Microondas Terrestres

Las antenas más comunes en las microondas es la de tipo parabólico. Este tipo de antenas son fijadas rígidamente y deben estar necesariamente alineadas una de la otra. Son situadas a una altura apreciable sobre el nivel del suelo, para conseguir mayor distancia entre ellas y evitar posibles obstáculos.

El uso de estos sistemas sobre los servicios de telecomunicaciones de larga distancia, son una alternativa al cable coaxial y la fibra óptica. El uso más frecuente de las microondas es en la transmisión de televisión y voz; también

se las utiliza para enlaces punto a punto a cortas distancias entre edificios. En este último caso se las puede utilizar para circuitos cerrados de televisión o para interconectar redes locales. Además también se las utiliza en las aplicaciones denominadas de “*bypass*”, con las que una determinada compañía puede establecer un enlace privado hasta el centro proveedor de transmisión a larga distancia (nodo multiplexor), evitando así tener que contratar el servicio a la compañía telefónica.

El rango de las microondas cubre gran parte del espectro. La banda de frecuencias está comprendida entre 2 y 40 GHz. Cuanto mayor sea la frecuencia, mayor es el ancho de banda potencial, y mayor es virtualmente la velocidad de transmisión.

Microondas por Satélite

Un satélite de comunicaciones es esencialmente una estación que retransmite microondas. Es usado como enlace entre dos o más receptores/transmisores terrestres, llamados *estaciones base*. El satélite recibe la señal en una banda de frecuencia (canal ascendente), la amplifica o repite, y posteriormente la retransmite en otra banda de frecuencia (canal descendente). Cada satélite geoestacionario operará con una banda de frecuencias llamadas “transponders”.

5.2 MULTIPLEXORES DE DATOS

5.2.1 Arquitectura de un Multiplexor

Son dispositivos que logran transmitir varios canales independientes en un solo medio de transmisión reuniendo varias señales a baja velocidad y transmitiéndolas posteriormente a todas a través de un canal de alta velocidad, siendo totalmente transparente a los datos transmitidos; pudiendo ser estos analógicos (FDM) o digitales (TDM).

Son circuitos realmente importantes en el diseño de sistemas que requieran un cierto tráfico y comunicación entre distintos componentes y se necesite controlar en todo momento que componente es quien envía los datos.

En un extremo, los multiplexores son equipos que reciben varias secuencias de datos de baja velocidad y las transforman en una única secuencia de datos de alta velocidad, que se transmiten hacia un lugar remoto. En dicho lugar, otro multiplexor realiza la operación inversa obteniendo de nuevo los flujos de datos de baja velocidad originales. A esta función se la denomina demultiplexar.

Es un equipo cuya función es la de seleccionar entre varias entradas una de ellas a la salida. Generalmente el Multiplexor esta unido a otros equipos como un Modem o también un Switch. En realidad se puede asimilar a un selector, ya que por medio de unas entradas de control se selecciona la entrada que se desee reflejada en la salida.

Esto se consigue utilizando principalmente compuertas XOR, de ahí su nombre multiplexor. Referirse a ANEXO A Compuerta XOR.

En electrónica digital, un multiplexor, es un circuito que equivale a un conmutador, concretamente es una aplicación particular de los decodificadores, tal que existe una entrada de habilitación (EN) por cada puerta AND y al final se hace un OR entre todas las salidas de las puertas AND. La función de un multiplexor da lugar a diversas aplicaciones:

1. Selector de entradas.
2. Serializador: Convierte datos desde el formato paralelo al formato serie.

3. Transmisión multiplexada: Utilizando las mismas líneas de conexión, se transmiten diferentes datos de distinta procedencia.
4. Realización de funciones lógicas: Utilizando inversores y enganchando a 0 ó 1 las entradas según interese, se consigue diseñar funciones complejas, de un modo más compacto que con las tradicionales compuertas lógicas.

Arquitectura de un Multiplexor por división de frecuencia (FDM - WDM)

En la Figura 6 se representa, de forma muy esquematizada, un conjunto multiplexor-demultiplexor por división de frecuencia para tres canales, cada uno de ellos con el ancho de banda típico del canal telefónico analógico (0,3 a 3,4 kHz).

En esta figura, se puede ver como la señal de cada uno de los canales modula a una portadora distinta, generada por su correspondiente oscilador (O-1 a O-3).

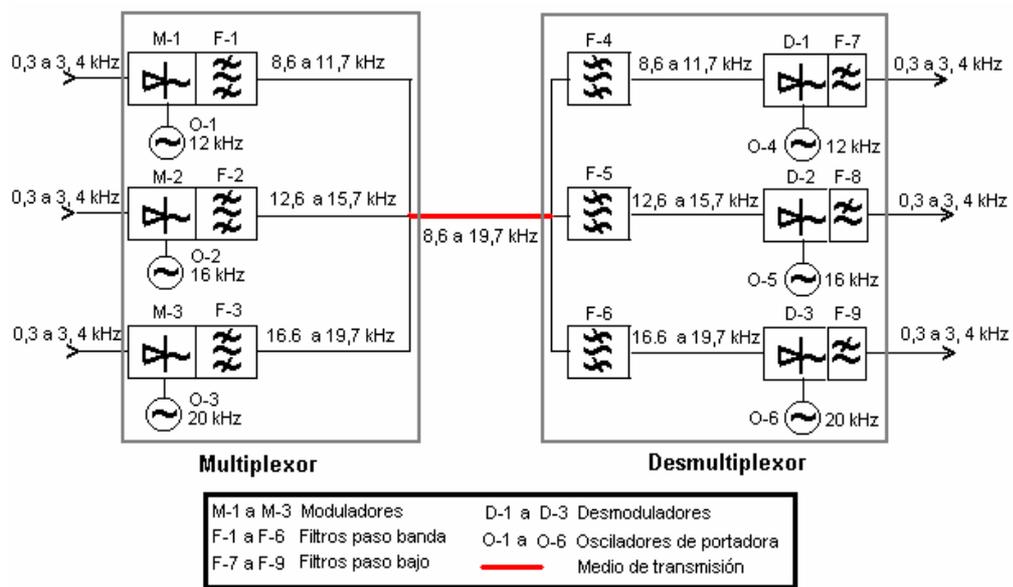


Fig. 6 Circuito simplificado del conjunto multiplexor demultiplexor analógico

A continuación, los productos de la modulación son filtrados mediante filtros de paso de banda, para seleccionar la banda lateral adecuada. En el caso de la figura se selecciona la banda lateral inferior. Finalmente, se combinan las salidas de los tres filtros (F-1 a F-3) y se envían al medio de transmisión que, en este ejemplo, debe tener una banda de paso comprendida, al menos, entre 8,6 y 19,7 kHz.

En el extremo distante, el demultiplexor realiza la función inversa. Así, mediante los filtros F-4 a F-6, los **demoduladores** D-1 a D-3 (cuya portadora se obtiene de los osciladores O-4 a O-6) y finalmente a través de los filtros de paso bajo F-7 a F-9, que nos seleccionan la banda lateral inferior, se vuelve a obtener los canales en su banda de frecuencia de 0,3 a 3,4 kHz.

Referirse a ANEXO B Filtros y Osciladores.

Arquitectura de un Multiplexor por división de tiempo

En la Figura 7 se representa, de forma muy esquematizada, un conjunto multiplexor-demultiplexor para ilustrar los componentes que realizan la multiplexación-demultiplexación por división de tiempo.

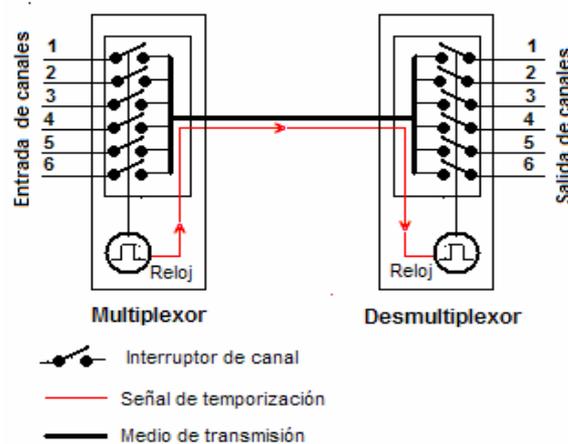


Fig. 7 Circuito simplificado del conjunto multiplexor-demultiplexor por división de tiempo.

www.networkmagazine.com

En este circuito, simplificando mucho el proceso, las entradas de seis canales llegan a unos denominados interruptores de canal, los cuales se van cerrando de forma secuencial, controlados por una señal de reloj. De forma que cada canal es conectado al medio de transmisión durante un tiempo determinado por la duración de los impulsos de reloj.

En el extremo distante, el demultiplexor realiza la función inversa, esto es, conecta el medio de transmisión, secuencialmente, con la salida de cada uno de los seis canales mediante interruptores controlados por el reloj del demultiplexor. Este reloj del extremo receptor funciona de forma sincronizada con el del multiplexor del extremo emisor mediante señales de temporización que son transmitidas a través del propio medio de transmisión o por un camino independiente.

INTERFACES RS 232 Y V.35

Las interfaces de nivel físico se utilizan para conectar los dispositivos a los circuitos de comunicaciones. Para realizar esta importante función la mayoría de los interfaces de nivel físico describen cuatro atributos. Los atributos eléctricos describen los niveles de tensión (o corriente) y la temporización de los cambios eléctricos que representan los valores binarios 0 y 1. Los atributos funcionales describen las funciones a ser realizadas por el interfaz físico. Muchos protocolos de nivel físico clasifican esas funciones como control, temporización, datos y tierra. Los atributos mecánicos describen los conectores y los hilos de interfaz. Todos los hilos de control, señalización y datos se encuentran generalmente en un mismo cable y unidos a conectores en ambos extremos del mismo.

Los atributos de procedimiento describen la función de los conectores y la secuencia de eventos que es necesario efectuar para la transmisión real de datos por el interfaz.

Interface RS - 232

El estándar RS-232 describe un interfaz entre un DTE (Multiplexor) y un DCE (Modem) que emplea un intercambio en serie de datos binarios. En el se definen características eléctricas, mecánicas, funcionales del interfaz y modos de conexión comunes. Las características eléctricas incluyen parámetros tales como niveles de voltaje e impedancia del cable. La sección mecánica describe los pines. La descripción funcional define las funciones de las señales eléctricas que se usan.

Características eléctricas

Los niveles de voltaje descritos en el estándar son los siguientes:

Señales de datos "0" "1"

Emisor (necesario) de 5 a 15 de -5 a -15 Voltios

Receptor (esperado) de 3 a 25 de -3 a -25 Voltios

Señales de control "Off" "On"

Emisor (necesario) de -5 a -15 de 5 a 15 Voltios

Receptor (esperado) de -3 a -25 de 3 a 25 Voltios

Puede verse que los voltajes del emisor y el receptor son diferentes. Esta definición de los niveles de voltaje compensa las pérdidas de voltaje a través del cable. Las señales son atenuadas y distorsionadas a lo largo del cable. Este efecto es debido en gran parte a la capacidad del cable. En el estándar la capacidad máxima es de 2500 pF (picoFaradios). La capacidad de un metro de cable es normalmente de 130 pF. Por lo tanto, la longitud máxima del cable está limitada a unos 17 metros. Sin embargo, esta es una longitud nominal definida en el estándar y es posible llegar hasta los 30 metros con cables de baja capacidad o utilizando velocidades de transmisión bajas y mecanismos de corrección.

Características mecánicas

En el estándar no se hace referencia al tipo de conector que debe usarse. Sin embargo los conectores más comunes son el DB-25 (25 pines) y el DB-9 (9

pinos). El conector hembra debe estar asociado con el DCE y el macho con el DTE.



Fig. 8 Diagrama de los conectores DB-25 y DB-9

Modulo de líneas de transmisión por el Ing. Carlos Restrepo

Interface V.35

Generalmente, los computadores y terminales no están capacitados para transmitir y recibir datos de una red de larga distancia, y para ello están los módem u otros circuitos parecidos. A los terminales o equipos se les llama DTE y a los circuitos (Tarjetas) de conexión con la red se les llama DCE. Los DCE se encargan de transmitir y recibir bits uno a uno. Los DTE y DCE están comunicados y se pasan tanto datos de información como de control. Para que se puedan comunicar dos DTE hace falta que ambos cooperen y se entiendan con sus respectivos DCE. También es necesario que los dos DCE se entiendan y usen los mismos protocolos.

La interface V.35 fue especificada originalmente por la CCITT como un interfaz para las transmisiones de la línea 48kbps. Se ha adaptado para todas las velocidades de línea sobre 20kbps. Fue discontinuado por la CCITT en 1988, y substituido por las recomendaciones V.10 y V.11. V.35 es una mezcla de los interfaces de señal equilibrados (como RS422) y comunes de la tierra (como RS232-C). El control incluye DTR, DSR, DCD, RTS y CTS interfaces comunes de la tierra del alambre, funcionalmente compatibles con las señales del nivel RS-232-C. Los datos y las señales del reloj son equilibrados como las señales de la interfaz RS-422.

Características Físicas de la interfaz V.35

Número de serie	Velocidad en línea	FDX o HDX	Síncrono o Asíncrono	Técnica de Modulación	Tipo de línea
V.35	48k	FDX	Síncrono	AM-FM	Dedicada

Tabla 1. Especificaciones técnicas V.35

Las señales de control de la interfaz V.35 son solo interfaces del alambre de la tierra común, porque estos niveles de la señal son constantes o varían en las frecuencias bajas. Los datos y las señales de alta frecuencia del reloj son llevados por las líneas equilibradas. Así los alambres se utilizan para las frecuencias bajas para las cuales son adecuados, mientras que los pares equilibrados se utilizan para los datos y las señales de alta frecuencia del reloj.

El conector V.35 es estándar. Es de un plástico negro con aproximadamente 20 x 70mm.

Una complicación adicional con la interfaz V.35 es en que el conector V.35 es demasiado grande y no cabe en muchas tarjetas de dispositivo suplementario, tales como las usadas por los PC. Entonces muy a menudo se utiliza un cable no estándar usado para conectar un sistema V.35, terminando un DB25 en un extremo y un enchufe V.35 en el otro. Es muy fácil utilizar el cable incorrecto, y además muy complicado suprimir los errores. Eliminar errores de cualquier señal equilibrada es bastante difícil. La identificación de las mitades de "A" y de "B" de un par de la señal es difícil. Es muy fácil cambiar la polaridad de las señales en un par de la señal. Bajo ciertas circunstancias, tal interfaz parecerá trabajar correctamente, a excepción de errores de línea impares en algunas ocasiones.

El protocolo de enlace y formato de trama soportado para el control de la transmisión y la recepción de tramas es el descrito en las recomendaciones ITU-T Q922 para redes de conmutación FRAME RELAY.

5.2.2 Clasificación

Los multiplexores pueden ser clasificados de diferentes maneras, por ejemplo, por el tipo y flexibilidad de conexiones que pueden ser hechas. Los Multiplexores también son comúnmente clasificados por la tasa de bits de la señal agregada soportada.

Se encuentran todo tipo de modelos en el mercado con todo tipo de anchos de entradas (por ejemplo MUXs de 2 entradas de buses de 8 bits y 1 salida de 8 bits, con lo que se estaría conmutando entre 2 buses de 2 dispositivos de 8 bits).

Otros serán los utilizados en las redes PDH (Plesiochronous Digital Hierarchy. Jerarquía Digital Plesiócrona) y SDH (Synchronous Digital Hierarchy. Jerarquía Digital Síncrona)

A continuación se presentan algunos tipos de multiplexores.

MULTIPLEXOR DE FRECUENCIAS:

Multiplexor análogo que permite que, varias entradas simultáneas puedan transmitir datos a una única salida pero en diferentes frecuencias. Se define un ancho de banda para tal fin, el cual se reparte entre las entradas existentes en un mismo lapso de tiempo. La multiplexación bajo este modelo se le conoce como FDM (Frequency Division Multiplexing).

MULTIPLEXOR DE DIVISION DE TIEMPO

Multiplexor que asigna determinado tiempo a una entrada para enviar el tráfico hasta la salida. Siempre se asignara ese lapso de tiempo aunque no exista tráfico. La multiplexación bajo este modelo se le conoce como TDM (Time Division Multiplexing).

MULTIPLEXOR ESTADÍSTICO

Multiplexor de división de tiempo, que asigna en forma "estadística», la fracción de tiempo al siguiente dispositivo conectado.

El ancho de banda de la red es compartido por muchas aplicaciones, siendo asignado en forma dinámica al usuario (o a la aplicación) que más lo requiera.

Esto permite que el ancho de banda esté disponible para su uso por otras aplicaciones durante los intervalos de silencios, reduciéndose el tiempo de inactividad del canal con lo que se aprovecha mejor el costo del medio. Si una entrada no genera tráfico le da la oportunidad a otra que si lo genere. La multiplexación bajo este modelo se le conoce como SDM (Statistical Division Multiplexing).

MULTIPLEXOR (MPX)

Es también conocido como Concentrador (de líneas). Es un dispositivo que acepta varias líneas de datos a la entrada y las convierte en una sola línea corriente de datos compuesta y de alta velocidad. Esto hace la función de transmitir "simultáneamente" sobre un mismo medio varias señales.

MULTIPLEXOR DE CONEXIÓN

También se conoce como Selector de Puertos. Es una máquina que permite a los puertos "anfitriones" (host ports) conectarse a terminales remotas de manera que si hay demasiados usuarios estos puedan esperar su turno para tener acceso a un puerto que puede estar ocupado. Estas máquinas además pueden proveer capacidad de conmutar de manera que el usuario pueda especificar a la máquina a qué puerto se quiere conectar.

MULTIPLEXORES MUX

Los MUX son Multiplexores de canales analógicos, que permiten conmutar varias señales analógicas utilizando salidas digitales del PLC. De este modo se amplía el número de señales analógicas a controlar por su PLC. Admite la conexión de canales analógicos en modo común y diferencial.

La conmutación se realiza mediante elementos estáticos, lo que evita la pérdida de precisión en la medida y el desgaste en los elementos mecánicos. La separación, mediante opto acopladores, entre la señal de mando y la tensión analógica a medir.

MULTIPLEXORES PARA FIBRA ÓPTICA

Los multiplexores y demultiplexores para fibra óptica monomodo constan de una o dos ramas de entrada y salida. Fabricados en tecnología de fusión, están diseñados para introducir muy bajas pérdidas de inserción y alto aislamiento. La presentación mecánica habitual se realiza sobre bandejas de empalme o cassettes comerciales normalizados. Los extremos de conexión pueden suministrarse terminados con conectores a requerimiento del cliente, pudiendo ser tanto de pulido angular convexo y altas pérdidas de retorno (FC/APC, SC/APC), como de pulido convexo (FC/PC, SC/PC, ST/PC).

Cada multiplexor se suministra caracterizado con sus medidas de Pérdida de Inserción (PI) y Aislamiento de cada una de sus ramas. Las fibras de las diferentes ramas pueden presentarse tanto en fibra de 250 mm, tubo holgado, protección ajustada de 900 mm o cable monofibra de diámetro 3 mm.

Los multiplexores y demultiplexores están disponibles en distintas versiones, variando en ellos la longitud de onda de las distintas puertas o el grado de aislamiento. Las versiones estándar son:

Versión HI: que presenta un altísimo aislamiento. Se suministra en cualquier conectorización. Se encuentra disponible para todas las combinaciones de longitudes de onda: 1310/1550/1650 nm.

Versión NS: versión estándar de la gama. Se suministra en cualquier conectorización. Se encuentra disponible para todas las combinaciones de longitudes de onda: 1310/1550/1650 nm.

Versión PM: diseñado para dividir o combinar distintas longitudes de onda en amplificadores ópticos. Se suministra en cualquier conectorización. Se encuentra disponible para 980/1550nm y 1480/1550 nm.

Parámetros estándar de los Multiplexores Para Fibra Optica			
Longitudes de onda de operación (nm):	1.310 nm & 1.550 nm		
Pérdida de Inserción (dB):	I<0.3 dB	II<0.7 dB	III<1 dB
Aislamiento (dB):	I>15 dB	II>30 dB	III>40 dB
Sensibilidad a la Polarización máx. (%):	±1%		
Directividad (dB):	≥55 dB		
Temperatura de operación:	-20° a +80°C		
Estabilidad de la Pérdida de Inserción con la Temperatura entre -20° y +80°C (dB):	≤0.005 dB/°C		
Tipo de fibra:	protección ajustada de 250 y 900 mm, tubo holgado o cable monofibra (según requerimiento)		
Longitud de la fibra:	Según requerimiento		
Tipo de conector:	FC(PC/APC), SC(PC/APC), ST		
Aplicaciones:	Telecomunicaciones		

Tabla 2 Especificaciones Recomendadas en Multiplexores para Fibra Óptica

Multiplexores de datos por Ing. Mabel Gonzalez

EQUIPOS DE MULTIPLEXACIÓN SDH

La Jerarquía Digital Síncrona genera una nueva serie de productos, desde los multiplexores necesarios para las nuevas transiciones de nivel, equipos de línea para fibra óptica para 155.52 Mb/s y 622.08 Mb/s, sistemas de radio, "cross-connect" (con conexión cruzada) programables, "drop insert" (derivación y agregado) también programables en cualquier nivel, y todas las combinaciones posibles integradas, como por ejemplo multiplexores con drop insert ADM (Add Drop Multiplexer), etc. Pueden desarrollarse equipos de línea con tributarios ópticos, gracias a que las señales son sincrónicas.

Los "drop-insert" (DI) permiten derivar señales e insertar nuevas de menor capacidad en una línea principal, facilitado también por el sincronismo.

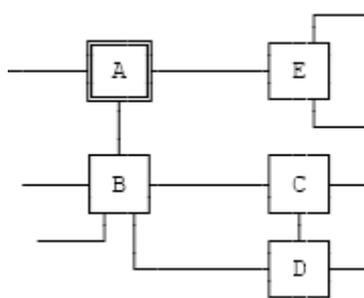
Pero el equipo con mayor futuro, en las redes de telecomunicaciones es el "cross-connect" (CC) que permite reordenar, derivar e insertar señales, sobre todo si las mismas son de niveles bajos, por ejemplo 2 Mb/s en 620 Mb/s, ya que en la SDH no es necesaria la demultiplexación como en la asíncrona. Los equipos de "cross-connect" se definen por su nivel de acceso y por su nivel de conmutación.

La aplicación de estos equipos redundante en una mayor flexibilidad de las redes. Si se analiza el ejemplo de la figura siguiente, desde una estación central de administración de la red A, puede controlarse la capacidad de transmisión entre cada una de las estaciones B, C, D y E, comandando por ejemplo los CC o los DI en esos nodos. En algún caso puede quedar interrumpido el enlace B-C, pudiendo reorientarse el tráfico a través de B-D-C, eligiendo directamente los canales a transferir de ruta. En otro caso puede ocurrir que en D se produzca una demanda transitoria importante con motivo de algún evento especial, debiéndose incrementar la ruta B-D.

En un tercer caso puede requerirse un alquiler de troncales punto a punto exclusivos entre D y E.

Todos estos casos y muchos otros se resuelven de una manera mucho más sencilla con la estructura SDH, dando lugar al concepto de manejo integral de

redes de telecomunicaciones (TMN, Telecommunications Management Network).



Cabe aclarar que la red SDH sólo provee los circuitos de transporte para las señales, las funciones de operación, administración y mantenimiento (OAM) son realizadas por un programa que corre en el computador de gestión de red.

Fig. 9 Diagrama de una comunicación con SDH

La transición hacia redes totalmente sincrónicas llevará algún tiempo, pero con las ventajas técnicas y económicas que ofrece, es fácil comenzar por los enlaces nuevos o ampliaciones punto a punto que no interfieren con las redes asincrónicas ya existentes, o en líneas de larga distancia reunir sistemas de 140 Mb/s en un STM-4 por incremento de tráfico.

Otro campo posible de aplicación es en las redes de abonados digitales, sobretodo por la casi inexistencia de redes asincrónicas de este tipo.

Referirse a ANEXO C SDH, PDH y STM

Los multiplexores pueden ser también clasificados como parciales y completos sistemas de acceso. Un ADM de acceso completo puede acceder a cualquier tráfico contenido en su carga dentro del agregado STM-N. Esto es, todo el tráfico agregado puede ser conectado internamente y pasado a puertos tributarios. En contraste, un multiplexor de acceso parcial únicamente puede acceder y conectar a sus puertos tributarios una porción de su tráfico agregado, siendo el resto de tráfico conectado directamente a través del multiplexor a la señal agregada.

Los multiplexores pueden ser actualizados. Esto típicamente se refiere al reemplazo de puertos agregados con puertos agregados que puedan transmitir a una velocidad mayor. Por ejemplo, un multiplexor STM-1 puede reemplazar su tarjeta agregado por una tarjeta STM-4. La velocidad de la señal agregada del multiplexor se incrementará a STM-4, pero sólo una porción del tráfico

agregado podrá ser conectado a los puertos tributarios de dicho multiplexor. En este caso, el multiplexor se convertiría en un equipo de acceso parcial.

La capacidad de actualizar los multiplexores a agregados de mayor capacidad permite a los operadores de red actualizar sus enlaces a mayores velocidades a medida que la capacidad de tráfico demandado se incrementa. La flexibilidad es, de todos modos, parcial, ya que únicamente una porción de tráfico agregado puede ser accedido por el multiplexor. Las conexiones de tráfico entre agregados y tributarios están limitadas y hace más difícil acomodar los cambios de patrones de tráfico. Algunos cross-conectores están diseñados para que la capacidad de cross-conexión efectiva incremente, es decir que las conexiones son incrementadas al ser actualizada la velocidad de transmisión del agregado.

El equipo de SDH consiste en cuatro bloques constructivos básicos: un multiplexor terminal, un multiplexor add-drop (ADM), un switch o multiplexor de cruce de conexión (crossconnect), y un generador. Debido a que un generador es un dispositivo de fibra no será tratado aquí.

MULTIPLEXOR TERMINAL

Un multiplexor terminal es usado para terminar un enlace SDH punto a punto. Estos operan típicamente en STM-4 y superiores y pueden terminar ambos tráficos SDH o PDH. Las señales en conjunto son usualmente protegidas en un arreglo de 1:1 o 1: n .

MULTIPLEXORES SUMADORES (ADD AND DROP)

El ADM es un bloque constitutivo fundamental de una red SDH. Esto no es tan simple como “romper” una señal de un caudal de 2Mb/s de caudal total porque un VC-4 necesita ser roto en sus VC-12s antes de que el acceso a la señal de 2Mb/s pueda ser obtenida. El principio es que los clientes puedan ser eliminados y agregados usando control por software. Los ADMs son típicamente usados para capacidades STM-1 y STM-4 porque en los STM-16 y superior es requerido generalmente un conector de cruce (cross-connect). Los

adjuntos son usualmente llamadas de un lado al otro, los clientes son transmitidos hacia las direcciones de la derecha y de la izquierda, y en el lado de recepción, estos pueden ser seleccionados tanto de las direcciones de la derecha como las de la izquierda mediante un switcheo por software. Esto es mostrado en la siguiente figura.

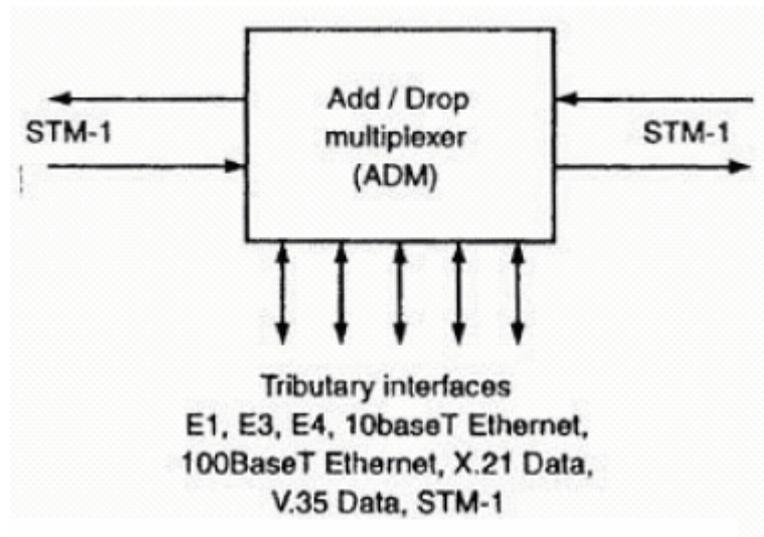


Fig. 10 Funcionamiento de un Multiplexor ADM

www.TechWeb.com

Cuando los ADMs son configurados en anillo, la capacidad para switcheo automático entre direcciones de derecha a izquierda provee la flexibilidad de auto corrección de errores.

Para la tecnología de fibra óptica el multiplexor Add/Drop es un dispositivo instalado en un punto intermedio en una línea de transmisión que permite a nuevas señales entrar y a las señales existentes salir. En un ejemplo típico, muchas señales atraviesan el dispositivo, pero algunas se "liberan" fraccionándolas por el canal. Señales originadas en ese punto pueden ser "adicionadas" dentro de la línea y direccionadas a otro destino.

El dispositivo sólo puede trabajar con longitudes de onda, o puede adaptar las señales eléctricas generadas en la Multiplexación por División de Tiempo, para su funcionamiento. La Setup en un multiplexor add/drop es generalmente estática, y el dispositivo no se reprograma muy a menudo.

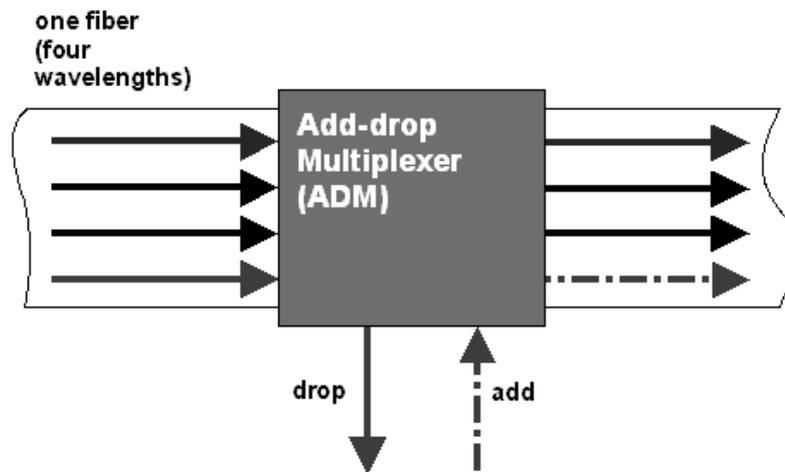


Fig. 11 Multiplexor Add/Drop para fibra óptica

Jeff Hecht, www.TechWeb.com

Note que la nueva señal que esta entrando puede usar el mismo canal óptico que la señal saliente.

MULTIPLEXOR DIGITAL CROSS-CONNECT (DXC)

Los conmutadores de cruce de conexión digital (DXC) son usados para tráficos de cruce de conexión entre los canales adjuntos. Esto permite la auto limpieza del trafico SDH y aumentar la capacidad de re-direccionamiento. El cruce de conexiones de alto grado permite salvaguardar los circuitos errados usando un sistema automático de protección de redes (ANPS). Los DXC son clasificados según la jerarquía de sus troncales de terminación (Trunk termination) y el nivel de cruce de conexión de los contribuyentes. Por ejemplo un cruce de conexión DXC 4/1 será capaz de terminar una señal de nivel 4 (STM-1 o E4) y cruzar conexiones en nivel 1 (direcciones de orden inferior). Un DXC 4/4 puede terminar en troncales de nivel 4 (STM-1) pero será limitado a un cruce de conexiones de nivel 4 igualmente. En redes más pequeñas dos ADMs puede ser configurado como un DXC.

Es usado por los portadores de las empresas grandes para switchear y multiplexar voz y datos a baja velocidad hacia las líneas de gran velocidad y

viceversa. Es típicamente utilizado para agregar varias líneas T1 dentro de líneas ópticas o eléctricas de mayor velocidad así como para distribuir las señales a varios destinos; por ejemplo, el tráfico de voz y datos pueden llegar al cross-connect de la misma manera, pero se destina para las diferentes portadoras. El tráfico de voz será transmitido por un puerto, mientras que el tráfico de datos irá por otro.

Digital Cross-Connect se usa ampliamente junto con los switches de la oficina central de teléfonos y pueden instalarse ambos antes y/o después del switch. Cross-Connect se establece por un proceso administrativo y es semi-permanente, considerando que el switch del teléfono recoge marcando las instrucciones y llamadas de las rutas basadas en el número del teléfono dinámicamente.

Los DXC vienen grandes y pequeños, pudiendo trabajar con sólo unos puertos hasta trabajar con un par de miles. La banda estrecha (Narrowband), banda ancha (Wideband) y broadband cross connect soportan canales inferiores a DS0, DS1 y DS3 respectivamente.

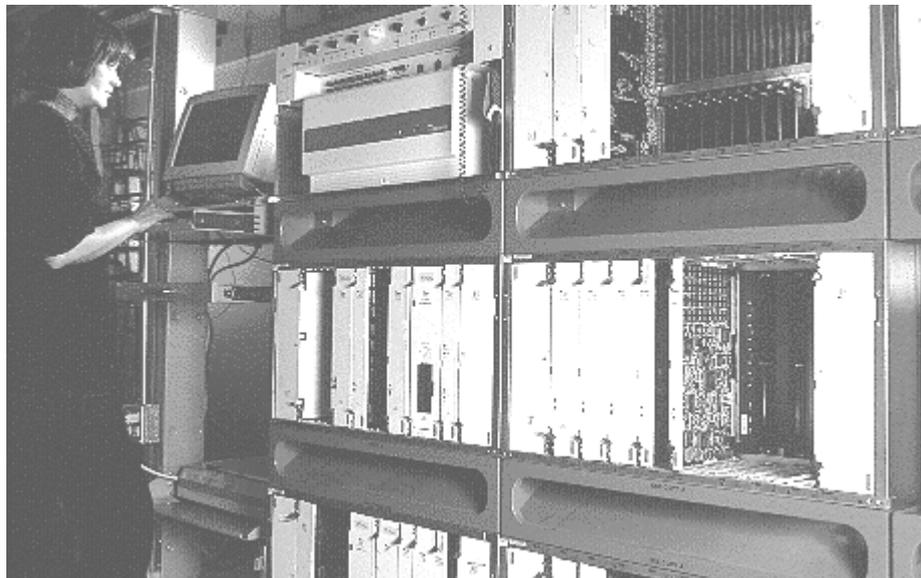


Fig. 12 Nodo Multiplexor DXC de la empresa Tellabs

www.answers.com

Los DXC vienen en diferentes tamaños, pueden ser como un pequeño estante o llegar a ser un gran rack, como lo muestra la figura anterior. Este es un sistema TITAN 5500 de Tellabs, es un ejemplo de de una banda ancha cross connect.

El DXC se lo utiliza como un punto de entrada y salida en el lado de la troncal en la oficina central de las compañías telefónicas o prestadoras del servicio de transmisión de datos.

MULTIPLEXOR INVERSO

El multiplexor inverso se utiliza para la transmisión de un canal de datos de alta velocidad por dos o más redes WAN de velocidad más baja. Uno de los multiplexores inversos subdivide el canal de datos de alta velocidad entre todos los enlaces de velocidad más baja. Otra unidad reconstruye la señal original en el extremo remoto. El multiplexor inverso se sobrepone a las eventuales diferencias de retardo entre los distintos canales por medio de buffers internos. La norma BONDING define el multiplexado inverso a 64 KBps y tiene 3 distintos tipos de implementación.

Los multiplexores inversos pueden dividirse en dos tipos principales:

1. Multiplexores inversos de ancho de banda permanente, cuya aplicación primaria es la de brindar un tubo de datos WAN de alta velocidad cuando sólo hay disponibles enlaces WAN de velocidad inferior. Una aplicación típica sería brindar un acceso de alta velocidad a Internet cuando solo hay líneas E1 o T1 disponibles.
2. Multiplexores inversos de ancho de banda conmutado, los cuales agregan o reducen ancho de banda según sea necesario. Las aplicaciones principales para dichos multiplexores inversos comprenden ancho de banda a demanda y transferencia automática en caso de fallas ("backup")

de línea arrendada. Un ejemplo de ancho de banda a demanda sería el agregar enlaces ISDN BRI – además del ancho de banda básico arrendado en forma permanente – durante los intervalos de máximo tráfico, a fin de mantener el nivel de desempeño y el tiempo de respuestas exigidos. Los enlaces ISDN se eliminan posteriormente, durante los intervalos de bajo tráfico.

Otra aplicación de los multiplexores inversos la constituye la transferencia automática de líneas digitales/arrendadas de alta velocidad. Muchas organizaciones se ven atrapadas entre la necesidad de mantener sus redes WAN funcionando el 100% del tiempo y el alto costo de adquirir un enlace WAN adicional con fines de transferencia automática ante falla. En este caso, un multiplexor inverso puede discar números enlaces ISDN BRI cuando se exige redundancia y así superar las limitaciones de velocidad de un único enlace, brindando una solución de bajo costo y elevadas prestaciones. Otra aplicación es el de discar enlaces de alta velocidad tales como los requeridos para videoconferencias de alta calidad.

La figura 13 muestra un ejemplo de cómo trabaja un multiplexor inverso. Entran múltiples canales de datos de alta velocidad. Estos canales de datos pueden venir de los diferentes puertos en el mismo dispositivo, quizás de un router o pueden venir de diferentes fuentes como un servidor terminal o un codec de video. El mux inverso usa TDM para dividir el canal de datos en varios canales de 56Kbit/sec.

Los canales de 56Kbit/sec separados toman diferentes caminos a través de la red pública cambiando sin importar la aplicación. Por ejemplo, la figura 13 muestra que el mensaje "abcdefghijklmnop" está dividido en cuatro paquetes: "aeim", "bfjn", "cgko" y "dhlp". El paquete "aeim" va del switch en San Francisco a Chicago y Nueva York antes que llegue a Washington, DC. El paquete "cgko" va a Los Angeles y Atlanta y de esta manera a su destino final, Washington. Los cuatro canales de datos llegan al mismo destino pero no necesariamente al

mismo tiempo o en el orden correcto. Entonces, como un router, que segmenta y vuelve a unir los paquetes, los buffers del mux inverso reciben los paquetes y los ponen en el orden correcto. Pasa la información intacta al Router, después a la aplicación del usuario.

La multiplexación inversa, mejora sustancialmente el servicio de carga compartida de los Routers. Con la carga compartida, los Routers intentan equilibrar el tráfico por los múltiples puertos de salida; sin embargo, la carga compartida agrega aproximadamente 30% sobre la transmisión. También, la aplicación de cada proveedor es única, entonces una aplicación de un proveedor no funciona con otro. Por lo tanto un cliente se cierra en una solución propietario.

En cambio la multiplexación inversa logra la misma función pero usa un estándar llamado Bonding. Esta especificación fue escrita por el Bandwidth on Demand Interoperability Group, un consorcio de 40 fabricantes, y se ha convertido en el American National Standards Institute TR41.4 group, (Instituto de Normas Nacional Americano, grupo TR41.4).

Bonding soporta cuatro modos. Modo 0 es un modo especial para llamadas duales de 56Kbit/sec, que brindan ofertas económicas cuando ambos lados están usando líneas de 56Kbit/sec. El modo 1 trabaja con cualquier número de líneas (llamadas Nx) y no tiene subcanales. Los subcanales pueden usarse para señales de control y otros tipos de información. Modo 2 también es Nx también pero tiene un subcanal dentro-banda (in-band). Finalmente, Modo 3 también es Nx con un subcanal fuera-de-banda (out-of-band).

Ascend, uno de los principales fabricantes de multiplexores inversos, tiene su propio protocolo Ascend Inverse Multiplexing (AIM) que es recomendado para alto rendimiento. AIM soporta cuatro modos: Estática que no tiene subcanales; Manual que tiene un subcanal in-band; Delta que es un subcanal out-of-band; y Dinámico, para ancho de banda dial-up.

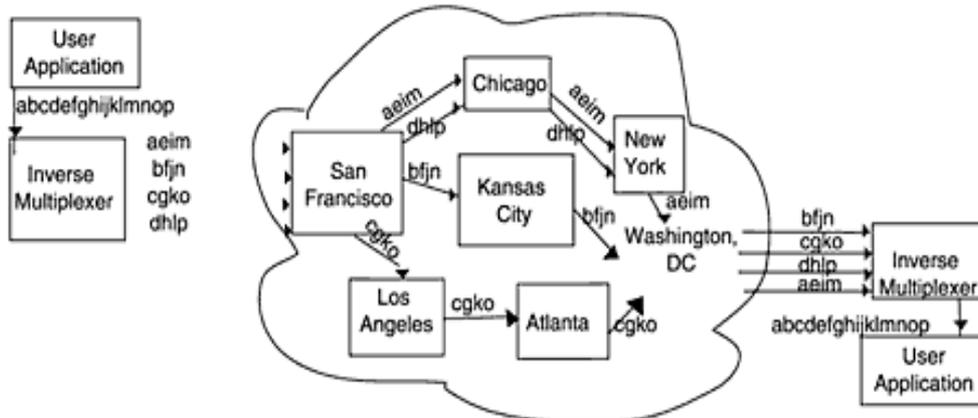


Fig. 13 Ejemplo del Funcionamiento interno del Multiplexor inverso
www.NetworkMagazine.com

5.2.3 Análisis de algunos dispositivos multiplexores

MULTIPLEXORES DE DATOS A 64 kb/s

Se han previsto varias formas cuando se trata de multiplexar canales de datos de velocidades mayores (desde 300 a 19200 b/s) y de distinta velocidad para llegar a 64 kb/s. Se recurre al empaquetado de datos en envolturas de 8 bits en la Recomendación ITU-T X.50; a 9 bits en X.56 y en envolturas de 10 bits en la X.51. En la ITU-T V.35 se determina la forma de convertir datos de 48/56 kb/s a 64 kb/s.

- TRAMA ITU-T X.50/X.56

En la Figura 14 se muestra el empaquetado en envolturas de 8 bit donde se reserva un bit para alineamiento F y un bit de estado S (control de canal de datos), quedando 6 bits para datos en cada envoltura. Esto equivale a incrementar la velocidad de un canal de datos en 8/6 partes. Por ello, un canal de 9,6 kb/s equivale a 12,8 kb/s. En 64 kb/s se disponen de 5 espacios de 12,8 kb/s.

Es decir, se pueden colocar 5 canales de 9,6 kb/s en 64 kb/s en forma de envolturas alternadas. De la misma forma pueden colocarse 10 canales de 4,8 kb/s; 20 canales de 2,4 kb/s o 40 de 1,2 kb/s. Como es lógico se pueden multiplexar canales de distinta velocidad cuidando que la distribución temporal permita una transmisión periódica de envolturas por canal. La palabra de alineamiento de trama consiste en 80 bits de los cuales 72 bits son fijos y 8 bits están reservados (A,B,...,H). Los 72 bits se generan de acuerdo a un polinomio primitivo (X^7+X^4+1) de un Campo de Galois 27 con una configuración forzada 1001101. El bit A se usa para alarma de pérdida de alineamiento de trama enviada hacia atrás al terminal remoto (A=0 alarma) y los bits B,...H se fijan en 110 0110. Es posible también el uso de 20 bits de alineamiento con un solo bit reservado (A110 1001 0000 1010 1110).

En el caso de ITU-T X.56 la envoltura es de 9 bits (un bit de estado S y 8 de datos). Se trata de una multiplexación a velocidad de 56 kb/s usada en servicios satelitales del tipo SCPC (un canal por portadora).

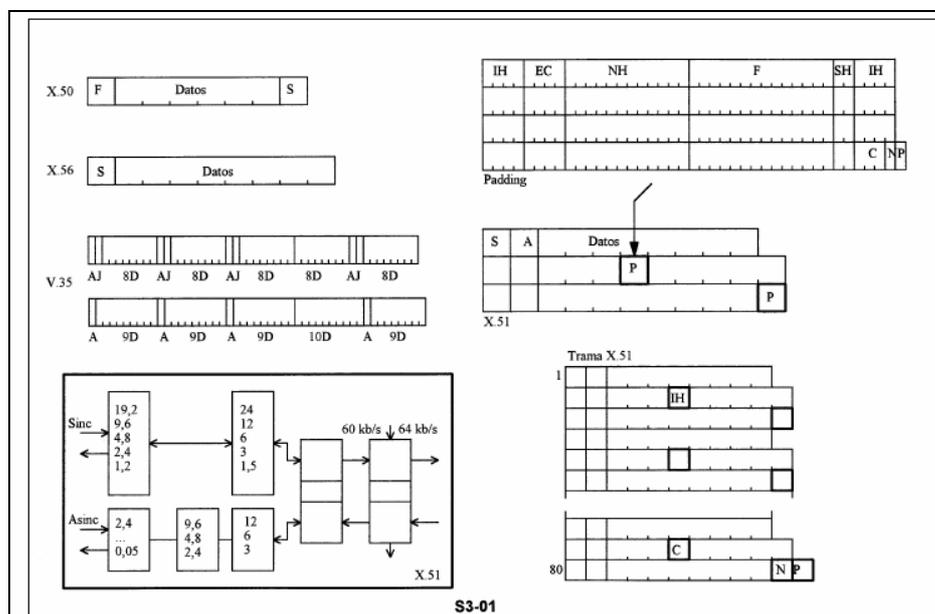


Fig. 14 Trama para un Multiplexor de datos Norma ITU – T X.50/51

Multiplexores de datos por Ing. Mabel Gonzalez

- TRAMA ITU-T X.51

En este caso la envoltura es de 10 bits y tiene reservados un bit para estado S y otro para alineamiento de trama A. Se disponen de 8 bits de datos. La tasa de información se eleva en 10/8. Con la adición de los bits de compensación P se obtiene la trama final.

El bit de estado S se usa para las siguientes señales, en forma cíclica, de acuerdo con numeración del ITU-T V.21/RS-232:

Bit S	Descripción de la señal
105/109	Ready to send/data carrier detect
142/141	Indicator test/loop local
105 (108/107)	Ready to send (data terminal/set ratio)
140/106	Loop remoto/clear to send

Tabla 3 Bit de estado S según norma ITU-T V.21/RS-232

Un canal de 9,6 kb/s tiene entonces asignados una capacidad equivalente de 12 kb/s. Si se reúnen 5 canales se llega a la velocidad de 60 kb/s. Se requiere entonces una señal adicional de 4 kb/s para llegar a los 64 kb/s. Esta señal se denomina de señal de compensación (padding). La capacidad de acomodar canales es la misma que X.50; en ambas se acomodan 5 canales de 9,6 kb/s o múltiplos en las velocidades inferiores (multiplexación promiscua de datos de diferente velocidad).

Cuando se trata de ingresar canales con transmisión asincrónica (datos en caracteres o señal télex), se efectúa un sobremuestreo con el propósito de convertir al canal en una señal sincrónica de alta velocidad. Por ejemplo, un canal asincrónico de 50 b/s se sobremuestra a 2400 b/s y se lo empaqueta en la envoltura de 3000 b/s. Lo particular de X.51 es que la señal de 64 kb/s y 60 kb/s pueden ser plesiócronicas. Es decir, pueden trabajar con relojes distintos (60 kHz para sincronismo de usuario y 64 kHz para sincronismo de red) y en tal caso la señal de compensación se usa para justificación.

Estos espacios trabajan de acuerdo con el proceso de justificación que se describe a continuación. Si las señales de 60 y 64 kb/s son sincrónicas no se requiere el proceso de justificación y los bits C-N-P quedan como reserva IH.

PROCESO DE JUSTIFICACIÓN.

El proceso de justificación es del tipo positiva-nula-negativa. Si los relojes de 60 y 64 kHz son iguales se realiza una justificación nula que consiste en colocar un relleno de justificación en el lugar N de la trama de compensación. Esta posibilidad se señala mediante los bits C=010. Cuando la velocidad del reloj de 60 kHz es mayor en forma relativa a 64 kHz, la señal de compensación debe tener una velocidad proporcionalmente menor. De esta manera algunas de las tramas tendrán 159 bits en lugar de 160. Es decir, no se coloca el lugar N y se señala mediante los C=001.

Si en cambio, la velocidad del reloj de 60 kHz es relativamente menor, la señal de compensación debe ser mayor. Entonces algunas tramas tendrán 161 bits en lugar de 160. Es decir, se coloca un bit de relleno adicional P al final de la trama (dos rellenos consecutivos N-P). Esta posibilidad se indica al terminal remoto mediante los bits C=100. La longitud de trama de 159 bit equivale a una velocidad final de 63975 b/s y la longitud de 161 bit equivale a 64025 b/s. Permite una tolerancia de ± 391 ppm sobre los 64 kb/s; mucho mayor que las ± 100 ppm requeridos a las interfaces de 64 kb/s ITU-T G.703.

El criterio de alineamiento de trama de la señal de compensación consiste en declarar la pérdida de alineamiento con 3 lecturas consecutivas erradas y recuperarlo cuando se encuentran correctamente una secuencia de alineamiento.

- TRAMA ITU-T V.35

La conversión de datos de 48 y 56 kb/s se realiza en 2 pasos: formando paquetes de 8, 9 o 10 bits de datos se convierte a 60 kb/s y luego se lleva a 64 kb/s. Para 48 kb/s los paquetes de datos son de 8 bits a los cuales se adicionan un bit auxiliar y un bit de justificación de acuerdo con el esquema de

la Fig. 14 (60 kb/s). Para el caso de 56 kb/s en cambio, se realizan paquetes de 9 o 10 datos con un bit auxiliar (60 kb/s). Los datos de 48 o 56 kb/s son del tipo sincrónico con interfaz contra o codireccional. El conector normalizado es de 34 pin de acuerdo con ITU-T X.21bis/V.35.

FAMILIA MULTIPLEXORES SAGEM

SAGEM ADR 2500C

SAGEM ADR 2500C es un multiplexor “add & drop” STM-16, en formato de rack 19” 6U, que ofrece la máxima protección para el transporte óptico de tráfico de voz y datos.

Dispone de 6 slots para las señales tributarias, y admite múltiples usos como multiplexor terminal o mux “add & drop” STM-16 o STM-4, como regenerador STM-16 o como cross - connect.



Fig. 15 Multiplexor SAGEM ADR 2500

www.sagem.com

SAGEM ADR 155C

Es un multiplexor STM-1 add & drop compacto y multiservicio que garantiza el transporte eficaz de tráfico de voz y datos sobre anillos SDH.

Con funciones de switch Ethernet 10/100 en SDH, este equipo soporta tráfico de tipo TDM y LAN.



Fig. 16 Multiplexor SAGEM ADR 155C

www.sagem.com

Multiplexor DX-10

El DX-10 es un dispositivo que agrupa y en ocasiones alimenta los concentradores de datos conectados a la red para que sean accesibles directamente desde el computador de oficina.

En el DX-10, cada concentrador de datos está asignado a una dirección de red. Enseguida, el DX-10 puede establecer una comunicación directa entre el computador de oficina y el concentrador de datos o bien dirigir la transferencia automática de datos entre los concentradores de datos y el computador de oficina.

La utilización del DX-10 tiene la ventaja de limitar el efecto de un cable desconectado al DX-10 en lugar de afectar a la red entera.

Ventajas

- Accede a cualquier concentrador de datos en la red a partir de un computador de oficina.
- Automatiza la transferencia de datos.
- La arquitectura distribuida hace que cada grupo sea independiente, limitando así el alcance de los posibles problemas de una entrada sobre las demás.
- La variedad de opciones de alimentación del DX-10 permite instalar sistemas de conteo en los lugares donde no existe ninguna fuente de alimentación local.
- La capacidad para comunicarse directamente con los concentradores de datos permite un apoyo técnico superior.

- Conexión a la red de largo alcance: los concentradores de datos pueden comunicarse a una distancia de 3.2 Km. del computador de oficina.
- Conexión en red de alta velocidad: alcanza velocidades de hasta 115.200 bps.
- Creación de sub-redes con multiplexores para simplificar el cableado. Todos los grupos de concentradores son independientes: un cable dañado no afectará el funcionamiento de los concentradores de datos o de los sensores de conteo.
- La conexión en red utiliza cables estándares de 4 conductores.
- El DX-10 puede proveer de alimentación a los concentradores de datos a los cuáles está conectado.

Especificaciones técnicas

El DX-10 puede colocarse en diferentes lugares del edificio. Cada concentrador de datos está conectado a un DX-10. Los DX-10 están conectados a una central que está a su vez conectado al computador de oficina. El computador de oficina puede conectarse directamente a cada concentrador de datos. Cada concentrador de datos puede transferir sus datos automáticamente al computador de oficina.



Fig. 17 Multiplexor DX 10

www.rad.com

5.2.4 Comparación contra otros dispositivos para transmisión de datos

EL MODEM

Es un dispositivo de mucha utilidad en los enlaces de transmisión de datos, puesto que la red lo utilizará para poder conectarse a otras redes o a Internet estando en este caso conectado a nuestro servidor, a un router o a un multiplexor.

El modem es uno de los métodos más extendidos para la interconexión de equipos de datos como computadores por su sencillez y sobre todo por su bajo costo.

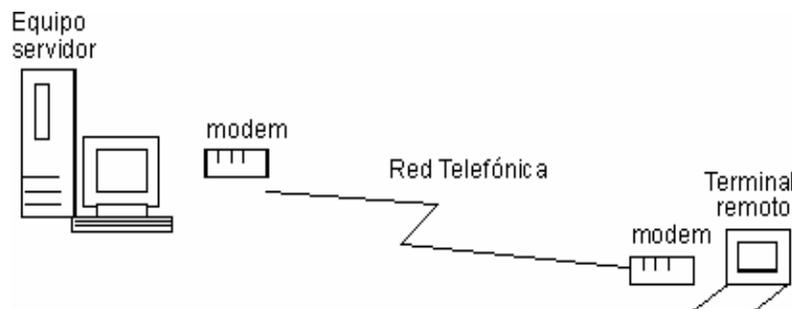


Fig. 18 Modem Red telefónica

La gran cobertura de la red telefónica convencional posibilita la casi inmediata conexión de dos equipos si se utiliza módems.

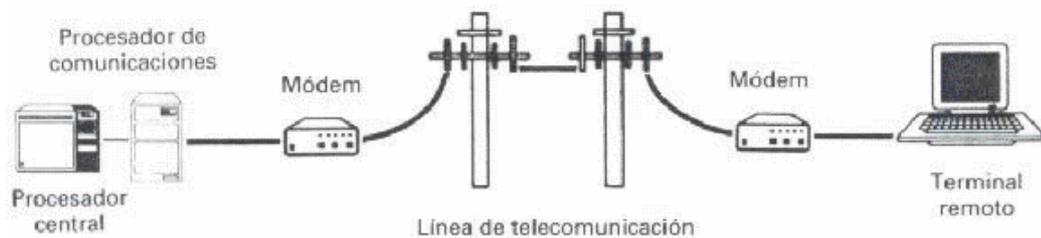


Fig. 19 Línea de Telecomunicaciones

Redes de comunicación de datos. Dr. José Incera

En ocasiones no es necesario enlazar clientes de datos mediante equipos como un router o un multiplexor. Por el contrario se hace uso de pares aislados o enlaces dedicados que por medio de la red pública telefónica y los módems pueden realizar dicha transmisión de datos.

De otra forma sin hacer uso de la red telefónica, se puede utilizar equipos de radio (microondas) que suponen un gasto mayor.

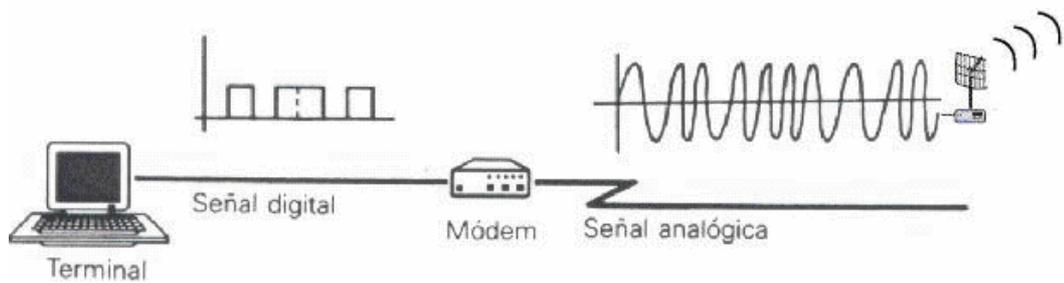


Fig. 20 Recepción de microondas

ROUTER

Realiza una parte del proceso de transmisión de datos de un punto a otro. Router quiere decir enrutador, es decir, "buscador" del camino o ruta.

Se ubica en el modelo OSI dentro del nivel 3: Nivel de Red

Un router tiene dos misiones distintas aunque relacionadas.

- El router se asegura de que la información no va a donde no es necesario.
El router se asegura que la información si llegue al destinatario.
- El router unirá las redes del emisor y el destinatario de una información determinada (email, página Web, Datos) y además solo transmitirá entre las mismas la información necesaria.

Los routers mantienen sus propias tablas de encaminamiento, normalmente constituidas por direcciones de red; también se pueden incluir las direcciones de los hosts si la arquitectura de red lo requiere.

Un router utiliza sus tablas de encaminamiento de datos para seleccionar la mejor ruta en función de los caminos disponibles y del coste.

Los routers requieren direcciones específicas. Entienden sólo los números de red que les permiten comunicarse con otros routers y direcciones NIC locales.

Los routers no conversan con equipos remotos.

Cuando los routers reciben paquetes destinados a una red remota, los envían al router que gestiona la red de destino. En algunas ocasiones esto constituye una ventaja porque significa que los routers pueden:

- Segmentar grandes redes en otras más pequeñas.
- Actuar como barrera de seguridad entre los diferentes segmentos.
- Prohibir las «tormentas» de difusión, puesto que no se envían estos mensajes de difusión.

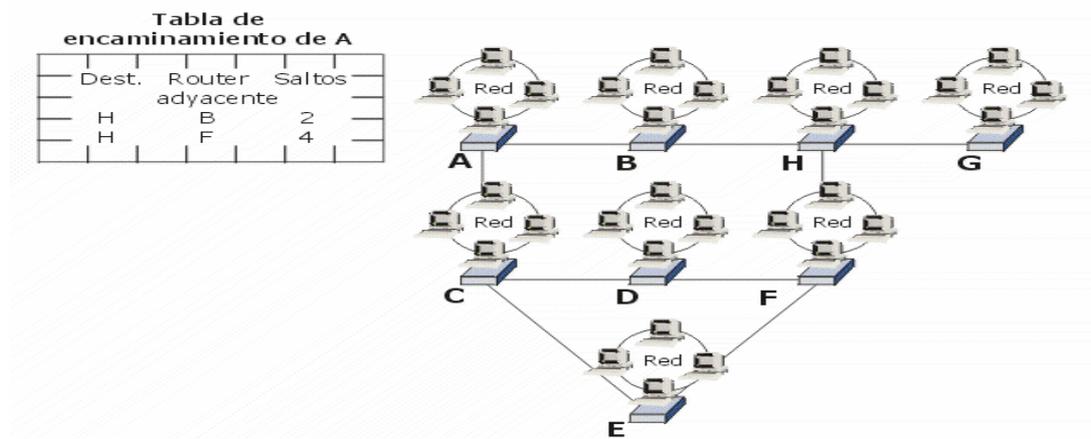


Fig. 21 Router y Tabla de encaminamiento

MULTIPLEXORES Vs. MODEMS Y ROUTERS

CONCEPTO	MULTIPLEXOR	ROUTER	MODEM
Medio de acceso de los clientes al dispositivo	Microondas, espectro expandido, par aislado, enlace dedicado.	Microondas, espectro expandido, par aislado, enlace dedicado.	Microondas, espectro expandido, par aislado, enlace dedicado.
Numero de clientes que pueden conectarse.	Depende del dispositivo, pero es el que más cantidad recibe.	Depende del dispositivo, pero posee un número fijo de conexiones.	Un solo cliente.
Posibilidad de ampliación (# Clientes – en cuanto a Hardware).	Alta	Nula (puede adicionarse otro router, o previo a él otro switch)	Nula
Protocolos y enlaces que soporta el dispositivo simultáneamente.	ATM, X.25, Frame Relay, Clear Channel., SDH, PDH.	TCP/IP (Tablas de encaminamiento). IPX/SPX, HDLC, entre otros.	Ninguno
Procesos sobre la señal.	Multiplexación - Demultiplexación	Enrutamiento	Modulación - Demodulación
En caso de perder la conexión.	Busca otra conexión, de las disponibles.	Busca otra conexión disponible en la tabla de encaminamiento.	No tiene otra alternativa.

Tabla 4 Comparación entre Multiplexor, Router y Modem

5.3 SISTEMA MULTIPLEXOR DE DATOS

5.3.1 Definición

En esta sección encontrarán un análisis detallado y comprobado dentro de este proyecto investigativo, ya que, sin dejar a un lado todo el importante soporte teórico anteriormente descrito; para esta parte fue necesario utilizar el recurso de las visitas técnicas a dos nodos multiplexores, que aunque no fue fácil, sus administradores lo permitieron.

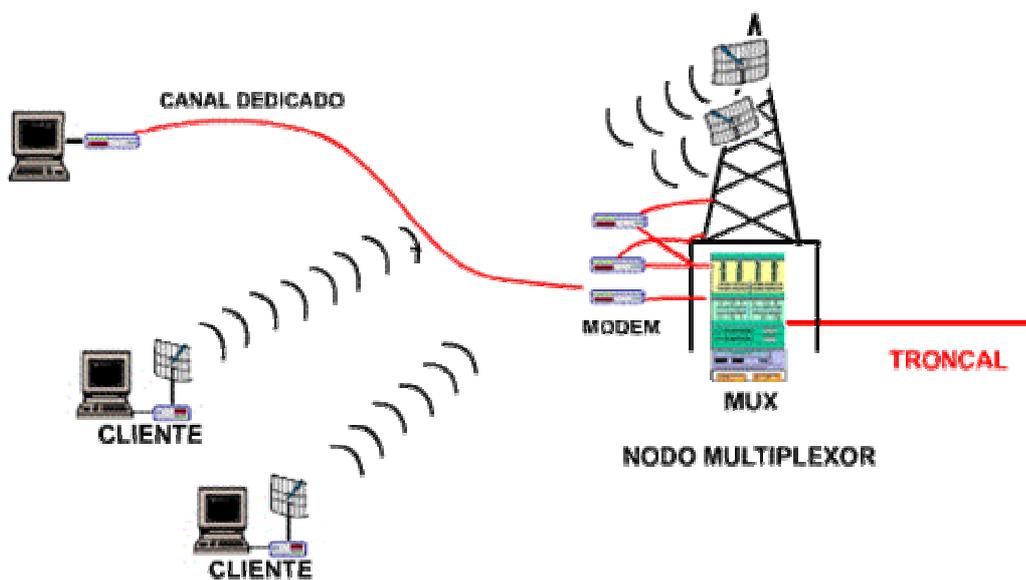


Fig. 22 Sistema Multiplexor

El empleo de multiplexores permite reducir de forma sustancial el número necesario de canales de comunicaciones. Su precio suele estar justificado por el ahorro en costos de líneas que proporciona.

Los multiplexores son muy útiles también en los entornos locales (sin línea telefónica) ya que permiten reducir la cantidad de cable que es necesario tender en un edificio para enlazar las distintas terminales con la computadora central.

Dado que se efectuarán varias transmisiones distintas por la misma línea, la tasa de eficiencia del canal se ve notablemente mejorada.

Los multiplexores son circuitos realmente importantes en el diseño de sistemas que requieran un cierto tráfico y comunicación entre distintos componentes y se necesite controlar en todo momento que componente es quien envía los datos.

Por lo tanto y luego de analizar los temas anteriores, se define como Sistema Multiplexor al conjunto de dispositivos que permiten un enlace entre clientes, y la empresa prestadora del servicio de transmisión de datos por medio de un Nodo multiplexor. La cual se encarga de enviar la información de todos los clientes que se conectan al nodo por diversos medios hacia su destino a gran velocidad.

5.3.2 Componentes

Cliente

Es el usuario que contrata un servicio de interconexión para transmisión de información, sea datos, voz, imagen o video. Dependiendo de sus necesidades los clientes piden una capacidad, que varía generalmente desde 64 Kbps, para mínimas necesidades, hasta un E1, para usuarios de gran demanda de información.

Enlace cliente – nodo multiplexor

Es la conexión de cada cliente con el nodo multiplexor. Esta ligado directamente al tipo de medio de transmisión (guiado o no guiado).

Antenas: dispositivos que se utilizan para enlaces por microondas y espectro expandido. Reciben la señal del espectro radio eléctrico y por un guía de onda lo dirigen hacia el modem. Están presentes en el cliente y en el nodo; deben estar alineadas (En línea de vista, sin obstáculos entre ellas).

Enlace dedicado: conexión cableada exclusiva para conectar a un cliente con el nodo multiplexor (Par aislado). También denominadas líneas arrendadas, suministran servicio de tiempo completo. Normalmente se utilizan para transportar datos, voz y, ocasionalmente, vídeo.

Modem: como se nombro anteriormente, en este enlace su finalidad es convertir la señal análoga a digital. Se usa para los diferentes medios de transmisión. Solo en el caso de que la red sea completamente digital (RDSI) no se utilizarían, aunque se usan tarjetas y adaptadores RDSI.

Multiplexor

Es el dispositivo principal del sistema multiplexor. Recibe la información de los diferentes tipos de clientes y realiza gestión de multiplexacion para enviarla por el canal de salida. En la sección 5.2 y sus subpuntos, se define de forma detallada este equipo de comunicación.

Troncal

Canal de gran capacidad guiado o no guiado que lleva la totalidad de la información de los clientes suscritos al nodo multiplexor o conmutador distante.

5.3.3 Algunos Sistemas Multiplexores en nuestra región

En de nuestro afán por conocer como es la transmisión de datos a través de grandes distancias, con el interés de conocer no solo la parte teórica y una investigación profunda de la misma, sino también la parte real y técnica, se aprovecha la ayuda del Ingeniero Jaime Ruiz, quien era la persona a cargo de un Nodo o sistema multiplexor.

Desde un comienzo y con el ánimo de lograr el objetivo de acercarnos a la realidad de estos sistemas, se logra las visitas a dos nodos. Esto debido a la dificultad para acceder a ellos, por seguridad, por disponibilidad de las personas a cargo y por que en nuestra ciudad no hay demasiados.

Los nodos que se visito en dos ocasiones cada uno son los de las empresas Colombia Telecomunicaciones y Telefónica Data.

Para realizar un análisis de estos sistemas multiplexores se cuestiono a sus administradores o personas a cargo en base a los siguientes aspectos.

Empresa y persona a cargo. Número de clientes y de que capacidad se conectan al nodo. Como se hace el enlace cliente – nodo. Con referencia a protocolos, que tipo de clientes poseen. (X.25, ATM, Frame Relay). Herramientas de gestión poseen. Modo de operación de las mismas y si son Propias diseñadas por la empresa o compradas. Por qué medio de Transmisión se envían los datos de salida del multiplexor y cual es la capacidad de esa troncal.

SISTEMA MULTIPLEXOR DE COLOMBIA TELECOMUNICACIONES TELECOM

Empresa y persona a cargo:

Colombia Telecomunicaciones Telecom. Ing. Luís Gerardo Cabrera.

Número de clientes y de que capacidad se conectan al nodo:

110 Clientes, con exigencias variables de capacidad desde un mínimo de 64 Kbps hasta un máximo de un E1 (2048 Kbps = 2 Mbps).

Enlace cliente - nodo:

Los clientes de conectan a través de Canales dedicados o pares aislados en su mayoría y algunos por microondas.

Con referencia a protocolos, que tipo de clientes poseen:

X.25, Frame Relay, Clear Channel y Servicio de Internet (TCP/IP).

ATM, en el momento no lo presentan en Pasto, el nodo más cercano que lo maneja esta en Cali. Se aclara que si existiera un cliente que desee conectarse con este protocolo se puede realizar dicha gestión desde la ciudad de Pasto.

Herramientas de gestión que poseen:

Poseen 3 herramientas, de las cuales 2 son propias de cada nodo, según sus marcas son Net y la otra Nortel.

La otra es un paquete adquirido que se denomina RAD View.

En la ciudad de Bogota, la empresa cuenta con una herramienta llamada Net Cool que es la unión de varias herramientas de gestión, como las citadas anteriormente. Referirse a ANEXO D

Modo de operación de las mismas:

RAD View y Nortel, hacen una gestión automática. Haciendo uso de una interfaz grafica que muestra el problema y puede solucionarlo si no esta relacionado con problemas de hardware o cableado.

La herramienta de la marca Net, exige realizar un refresh, actualización manual del estado del sistema, aproximadamente cada 5 o 10 minutos. Debido a que este es el nodo más antiguo que poseen, no tiene una gestión automática.

Propias, diseñadas por la empresa o compradas:

Net y Nortel son propias de el equipo multiplexor de su misma marca, se adquieren al comprar el nodo.

RAD View, es un paquete de software licenciado que compro la empresa. Esta herramienta utiliza comandos SNMP en una interfaz grafica.

Referirse ANEXO E

Medio de Transmisión por el que se envían los datos de salida del multiplexor:

Red de fibra óptica y enlace de respaldo por microondas.

Capacidad de ese canal:

Ipiales – Pasto: 2 E1

Tumaco – Pasto: 1 E1

Pasto – Cali: 10 E1

SISTEMA MULTIPLEXOR DE TELEFONICA DATA

Empresa y persona a cargo:

Telefónica Data. Ing. Herson de la Paba y Sr. Mauricio Mora

Número de clientes y de que capacidad se conectan al nodo:

30 Clientes, con exigencias variables de capacidad desde un mínimo de 64 Kbps hasta un máximo de 512 Kbps. Próximamente se tendrá un cliente con una capacidad de un E1.

Enlace cliente - nodo:

Los clientes se conectan a través de microondas y espectro expandido. Con equipos de radio y antenas propios de la empresa Telefónica Data.

Con referencia a protocolos, que tipo de clientes poseen:

X.25, Frame Relay. Todos los clientes se conectan al multiplexor con tarjetas de interface V.35 (Una para cada 6 clientes)

ATM, en el momento no lo presentan en Pasto.

Herramientas de gestión que poseen:

En la ciudad de Bogotá, la empresa cuenta con herramientas de interfaz grafica con comandos al estilo SNMP. Referirse ANEXO E

En Pasto tan solo se revisa el trayecto de última milla en caso de presentar fallas un cliente, una vez se ponen en contacto desde Bogotá con el encargado. Por medio de los modem se verifica el sincronismo de los mismos y se detecta fallos y la tarjeta de control del multiplexor incluye un led numerador

que indica un número que representa un error y este sirve para la gestión desde Bogotá.

Propias, diseñadas por la empresa o compradas:

La persona a cargo no está al tanto de este tema debido a que la gestión es directamente en la central principal en Bogotá.

Medio de Transmisión por el que se envían los datos de salida del multiplexor:

Pasto – Popayán: Canal propio de BellSouth (Ahora Movistar) por Microondas

Popayán – Bogotá: Red de fibra óptica.

Se estudia la posibilidad de realizar un enlace satelital de respaldo (Aunque tiene menor velocidad).

Capacidad de ese canal:

Pasto – Bogotá: 2 E1

5.4 HERRAMIENTAS DE GESTION, PROTOCOLOS O TECNOLOGIAS DE ENLACE

5.4.1 Protocolos o Tecnologías de enlace

PROTOCOLO X25

Protocolo de acceso a redes públicas de conmutación de paquetes definido por el ITU-T, anteriormente CCITT (especificación ITU-T X.25). Este protocolo es extremadamente fiable y garantiza la retransmisión libre de errores de información en forma de datos entre terminales conectados a una misma red de conmutación de paquetes o a redes diferentes adecuadamente interconectadas.

Ofrece múltiples facilidades y opciones de uso que permiten un adecuado control sobre aspectos tales como seguridad, distribución del tráfico, etc.

Descripción

X.25 es un servicio de transmisión de datos apropiado para el intercambio de tráfico transaccional, transferencias de fondos, consultas a bases de datos, teleproceso, etc.

El acceso al Servicio se suministra a través de líneas dedicadas que van desde las dependencias del cliente hasta el nodo de acceso al Servicio más próximo, con la posibilidad de incluir, como parte del Servicio, equipamiento adicional en casa del cliente encaminado a:

- Establecer conexiones de respaldo de las líneas dedicadas
- Concentrar tráfico sobre el acceso al Servicio
- Permitir al cliente la gestión de sus propias conexiones

Aplicaciones

Las aplicaciones típicas de X.25 son:

- Intercambio de tráfico de tipo transaccional (Gestión de pedidos, Consulta de Costos, Plazos de Entrega y Almacén), transferencias electrónicas de fondos, consultas en bases de datos, etc.

- Conexión de terminales a un ordenador central en un sistema de teleproceso. Mediante el uso de equipos concentradores y/o multiprotocolo, el usuario puede concentrar en una sola línea el tráfico de comunicaciones procedente de todos los ordenadores o terminales de un mismo emplazamiento.
- Correo electrónico y EDI también pueden operarse satisfactoriamente sobre X.25.

Ventajas

Calidad: El compromiso de Calidad del Servicio se basa en la Disponibilidad de los accesos de cliente al Servicio y se garantiza mediante:

La infraestructura de red sobre la que se soporta el Servicio, la Red Uno, y que se traduce en una fiabilidad y una capacidad de transmisión muy elevadas mediante la utilización de nodos de red de alta tecnología, la construcción del núcleo de red (backbone) sobre enlaces a 34 Mbit/s, una arquitectura de red completamente redundante, tanto en nodos como en enlaces

En la posibilidad de contratar nodos de Red instalados en casa de cliente a través del Servicio Nodo de Red.

En la existencia de un Centro de Gestión nacional con amplias capacidades de supervisión, operación y control, y en funcionamiento 24 horas/día, 365 días/año

Economía:

Aplicación de tarifa por uso del Servicio para todas las comunicaciones establecidas entre los diferentes accesos del cliente integrados al Servicio

Disponibilidad del Servicio a nivel nacional independiente de la ubicación geográfica y posibilidad de concentrar tráfico en el domicilio de cliente

Normalización:

Libertad en la elección de equipos de cliente, al tratarse de un Servicio basado en un protocolo estándar soportado por la práctica totalidad de los fabricantes

Seguridad:

En el acceso al Servicio, mediante la posibilidad de respaldo RTB/ RDSI, y la contratación de accesos multienlace.

En el transporte, ya que las técnicas de conmutación de paquetes y de protección de errores utilizadas en la Red UNO garantizan el transporte y entrega de información con total fiabilidad y seguridad.

En las conexiones del cliente al Servicio, mediante la creación de Grupo cerrado de Usuarios, y la posibilidad de cifrar los datos que viajan por la Red.

¿Qué ventajas ofrecen los servicios basados en X.25 respecto a las líneas punto a punto?

- Coste independiente de la distancia.
- Transmisión libre de errores.
- Posibilidad multidestino en modo simultáneo.

TECNOLOGIA FRAME RELAY

Frame Relay, o "transmisión de tramas", ha sido citado, en numerosos ámbitos, como la primera tecnología normalizada que realmente funciona, con enlaces activos entre ciudades norteamericanas, europeas y asiáticas.

Frame Relay es igual que SMDS, un servicio público para interconexión de redes de alta velocidad y bajo retraso. La diferencia entre ambos es que SMDS es un servicio sin conexión ("connectionless"), mientras que Frame Relay esta orientado a conexión ("connection oriented").

Dado que las redes locales son "connectionless", podría parecer que SMDS es más apropiado para cumplir el cometido de la interconexión de las mismas. Sin embargo, la realidad es que, a pesar de que las LAN's, por si mismas, son "connectionless", se emplean routers para su interconexión. Dichos routers suelen comunicarse mediante líneas punto a punto, bien mediante circuitos o canales físicos, mientras que en ATM, por ejemplo, en lugar de canales físicos, se emplean conexiones.

En Frame Relay, al ser un servicio orientado a conexión, dichas conexiones son totalmente equivalentes y coincidentes e incluso más apropiadas, que los circuitos basados en redes de routers y por tanto que las proporcionadas por SMDS.

Frame Relay comenzó como un movimiento a partir del mismo grupo de normalización que dio lugar a X.25 y RDSI: El ITU (entonces CCITT). Sus especificaciones fueron definidas por ANSI, fundamentalmente como medida para superar la lentitud de X.25, eliminando la función de los conmutadores, en cada "salto" de la red (control de errores y de flujo).

Frame Relay se define, oficialmente, como un servicio portador RDSI de banda estrecha en modo de paquetes, y ha sido especialmente adaptado para velocidades de hasta 2 Mbps., aunque nada le impide superarlas.

Como se ha visto antes, Frame Relay proporciona conexiones entre usuarios a través de una red pública, del mismo modo que lo haría una red privada con circuitos punto a punto. De hecho, su gran ventaja es la de reemplazar las líneas privadas por un sólo enlace a la red. El uso de conexiones implica que los nodos de la red son conmutadores, y las tramas deben de llegar ordenadas al destinatario, ya que todas siguen el mismo camino a través de la red.

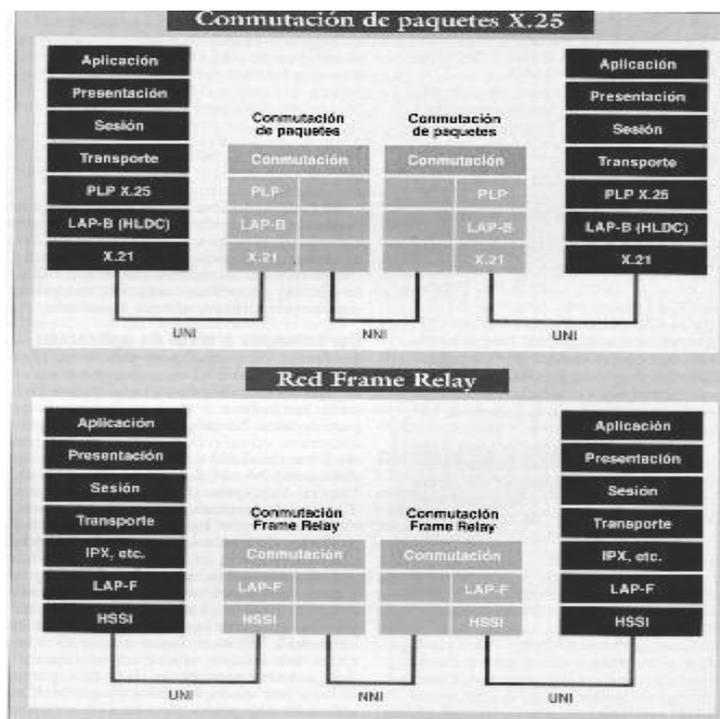


Fig. 23 Comparación X 25 VS Frame Relay

www.wikipedia.com/redespublicasx25

Tecnología:

Las redes Frame Relay se construyen partiendo de un equipamiento de usuario que se encarga de empaquetar todas las tramas de los protocolos existentes en una única trama Frame Relay. También incorporan los nodos que conmutan las tramas Frame Relay en función del identificador de conexión, a través de la ruta establecida para la conexión en la red.

Este equipo se denomina FRAD o "Ensamblador / Desensamblador Frame Relay" (Frame Relay Assembler / Disassembler) y el nodo de red se denomina FRND o "Dispositivo de Red Frame Relay" (Frame Relay Network Device).

Las tramas y cabeceras de Frame Relay pueden tener diferentes longitudes, ya que hay una gran variedad de opciones disponibles en la implementación, conocidos como anexos a las definiciones del estándar básico. La información transmitida en una trama Frame Relay puede oscilar entre 1 y 8.000 bytes, aunque por defecto es de 1.600 bytes.

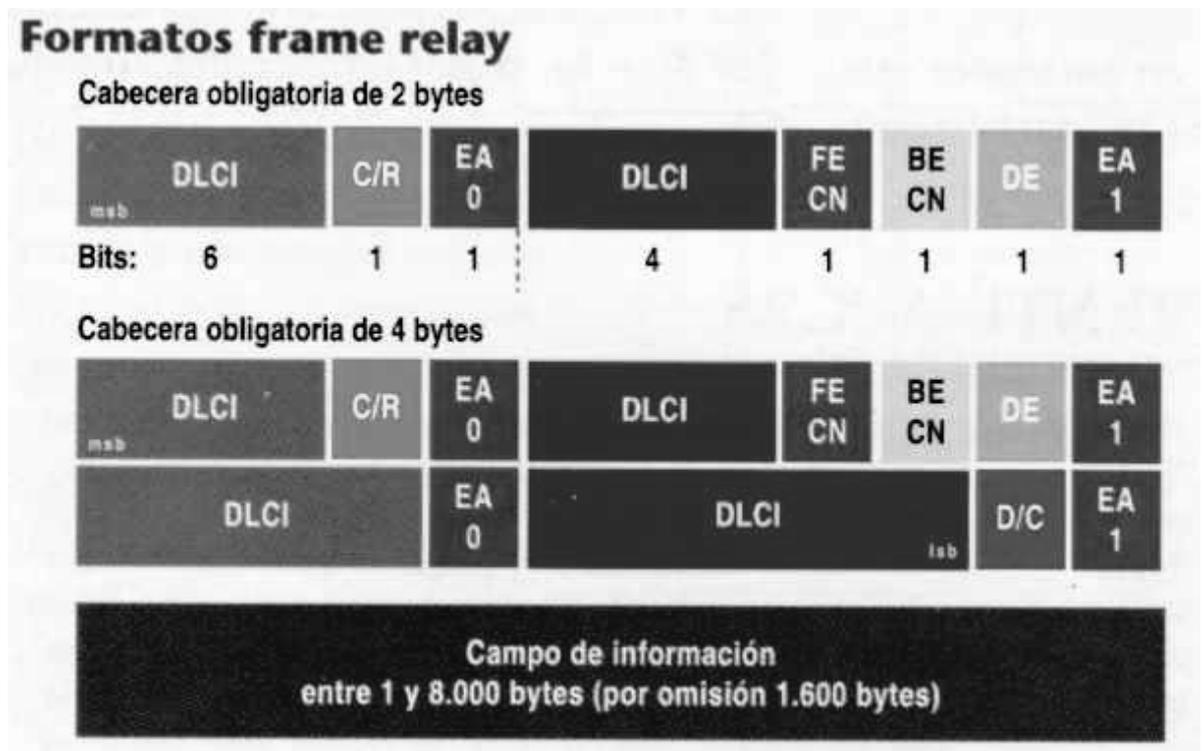


Fig.24 Formatos Frame Relay

Redes Frame Relay por Francisco Musse

Lo más increíble de todo, es que, a pesar del gran número de formas y tamaños Frame Relay funciona perfectamente, y ha demostrado un muy alto grado de interoperabilidad entre diferentes fabricantes de equipos y redes. Ello es debido a que, sean las que sean las opciones empleadas por una determinada implementación de red o equipamiento, siempre existe la posibilidad de "convertir" los formatos de Frame Relay a uno común, intercambiando así las tramas en dicho formato.

Las redes Frame Relay son orientadas a conexión, como X.25, SNA e incluso ATM. El identificador de conexión es la concatenación de dos campos de HDLC (High-level Data Link Control), en cuyas especificaciones originales de unidad de datos (protocolo de la capa 2), se basa Frame Relay. Por ello, el "identificador de conexión de enlace de datos" o DLCI (Data Link Connection Identifier), está interrumpido por algunos bits de control.

Otros bits de la cabecera tienen funciones muy especiales en las redes Frame Relay. Dado que los nodos conmutadores Frame Relay carecen de una estructura de paquetes en la capa 3, que por lo general es empleada para implementar funciones como el control de flujo y de la congestión de la red, y que estas funciones son imprescindibles para el adecuado funcionamiento de cualquier red, se decidió emplear, para ello, algunos bits de la cabecera.

Los tres más esenciales son DE o "elegible para ser rechazada" (Discard Eligibility), FECN o "notificación de congestión explícita de reenvío" (Forward Explicit Congestion Notification), y BECN o "notificación de congestión explícita de envío" (Backward Explicit Congestion Notification). El bit DE es usado para identificar tramas que pueden ser rechazadas en la red en caso de congestión. FECN es usado con protocolos de sistema final que controlan el flujo de datos entre emisor y el receptor, como el mecanismo "windowing" de TCP/IP; en teoría, el receptor puede ajustar su tamaño de "ventana" en respuesta a las tramas que llegan con el bit FECN activado. BECN, como es lógico, puede ser usado con protocolos que controlan el flujo de los datos extremo a extremo en el propio emisor.

Es importante destacar que, en estos aspectos, Frame Relay es incluso más avanzado que ATM, que carece de capacidades explícitas FECN y BECN. Por otro lado, el bit CLP de ATM puede ser fácilmente empleado para proporcionar la funcionalidad del bit DE.

No se ha normalizado la implementación de las acciones de los nodos de la red ni del emisor/receptor, para generar y/o interpretar estos tres bits. Por ejemplo, TCP/IP no tiene ningún mecanismo que le permita ser alertado de que la red Frame Relay esta generando bits FECN ni de como actuar para responder a dicha situación. Las acciones y funcionamiento de las redes empleando estos bits permanecen como temas de altísimo interés y actividad en el "Frame Relay Forum" (equivalente en su misión y composición al "ATM Forum").

Frame Relay también ha sido denominado "tecnología de paquetes rápidos" (fast packet technology) o "X.25 para los 90", y esto es cierto en gran medida.

El protocolo X.25 opera en la capa 3 e inferiores del modelo OSI, y mediante la conmutación de paquetes, a través de una red de conmutadores, entre identificadores de conexión. En cada salto de la red X.25 se verifica la integridad de los paquetes y cada conmutador proporciona una función de control de flujo. La función de control de flujo impide que un conmutador X.25 no envíe paquetes a mayor velocidad de la que el receptor de los mismos sea capaz de procesarlos. Para ello, el conmutador X.25 receptor no envía inmediatamente la señal de reconocimiento de los datos remitidos, con lo que el emisor de los mismos no envía más que un determinado número de paquetes a la red en un momento dado.

Frame Relay realiza la misma función, pero partiendo de la capa 2 e inferiores. Para ello, descarta todas las funciones de la capa 3 que realizaría un conmutador de paquetes X.25, y las combina con las funciones de trama. La trama contiene así al identificador de conexión, y es transmitida a través de los nodos de la red en lugar de realizar una "conmutación de paquetes". Lógicamente, todo el control de errores en el contenido de la trama, y el control de flujo, debe de ser realizado en los extremos de la comunicación (nodo origen y nodo destino). La conmutación de paquetes en X.25, un proceso de 10 pasos, se convierte en uno de 2 pasos, a través de la transmisión de tramas.

El procedimiento de control de errores y de flujo empleado en Frame Relay, implica que los mismos se realizan para el beneficio de la red misma, y no para el de los usuarios. Si se hallan errores, la trama es rechazada. Es un claro cambio de prioridades comparado con X.25.

Actualmente, y como consecuencia de trabajos del "Frame Relay Forum", se ha logrado definir unas especificaciones de "interfaz de nodo de red" o NNI (Network Node Interface). Una vez más, se demuestra que el uso de la tecnología va siempre por delante de las propias especificaciones y normalizaciones de la misma, como en el caso de ATM.

Situación actual y tendencias:

La clave para que Frame Relay sea aceptado con facilidad, al igual que ocurrió con X.25, y también ocurre ahora con RDSI, es su gran facilidad, como tecnología, para ser incorporado a equipos ya existentes: routers, ordenadores, conmutadores, multiplexores, etc., y que estos pueden, con Frame Relay, realizar sus funciones de un modo más eficiente.

Por ello, Frame Relay es una solución ampliamente aceptada, especialmente para evitar la necesidad de construir mallas de redes entre routers, y en su lugar multiplexando muchas conexiones a lugares remotos a través de un solo enlace de acceso a la red Frame Relay.

Su ventaja, como servicio público es evidente. Sin embargo, el hecho de ser un servicio público también llegar a ser un inconveniente, desde el punto de vista de la percepción que el usuario puede tener de otros servicios como X.25, y que han llevado, en los últimos años, a las grandes compañías, a crear sus propias redes, con sus propios dispositivos (fundamentalmente multiplexores, conmutadores y routers) y circuitos alquilados.

El inconveniente de esas grandes redes, además de su alto coste por el número de equipos necesario, es el número de circuitos que pueden llegar a suponer y el intrincado laberinto que ello conlleva; por otro lado, se pueden llegar a generar cuellos de botella en determinados puntos, y grandes congestiones en toda la red. Por el contrario, Frame Relay permite una mayor velocidad y prestaciones, además de permitir que un mismo circuito sirva a

varias conexiones, reduciendo, obviamente, el número de puertos y circuitos precisos, y por tanto el coste total.

El futuro de Frame Relay aparece como brillante, especialmente si se compara con el de SMDS, a pesar de que ambos están destinados al mismo tipo de usuarios y comparten muchos puntos en común. Sin embargo: Frame Relay es un estándar, y SMDS no; SMDS requiere un hardware dedicado, y Frame Relay puede ser implementado en software (por ejemplo en un router), y por tanto puede ser mucho más barato; Frame Relay está orientado a conexiones, como la mayoría de las WAN's y SMDS no lo está, como los routers o las propias LAN's (pero a costa de mayor gasto y complejidad); Frame Relay puede "empaquetar" tramas de datos de cualquier protocolo de longitud variable, mientras que en SMDS la unidad de datos es una célula de longitud fija; la "carga del protocolo" (overhead) SMDS es muy alta, en torno al 20%, frente a menos de un 5% en Frame Relay. En contra, se puede decir que Frame Relay sólo ha sido definido para velocidades de hasta 1.544/2.048 Mbps. (T1/E1), mientras que SMDS lo ha sido para hasta 45 Mbps. (T3).

En cualquier caso ni SMDS ni Frame Relay soportan aplicaciones sensibles al tiempo, al menos de forma estándar.

Pero Frame Relay sigue siendo una tecnología antigua, ya que no inventa nuevos protocolos ni mejora los dispositivos de la red, sino que se limita a eliminar parte de la carga de protocolo y funciones de X.25, logrando mejorar su velocidad. El resultado es una red más rápida, pero no una red integrada.

Además, dado que Frame Relay está orientado a conexión, todas las tramas siguen la misma ruta a través de la red, basadas en un identificador de conexión. Pero las redes orientadas a conexión son susceptibles de perderla si el enlace entre el nodo conmutador de dos redes falla. Aún cuando la red intente recuperar la conexión, deberá de ser a través de una ruta diferente, lo que cambia el retraso extremo a extremo y puede no ser lo suficientemente rápido como para ser transparente a las aplicaciones.

En Colombia, Telecom poseen una poderosa red Frame Relay la cual provee este protocolo a una gran cantidad de clientes en casi todo el país. Esta red hace uso de la tecnología Nortel en sus multiplexores.

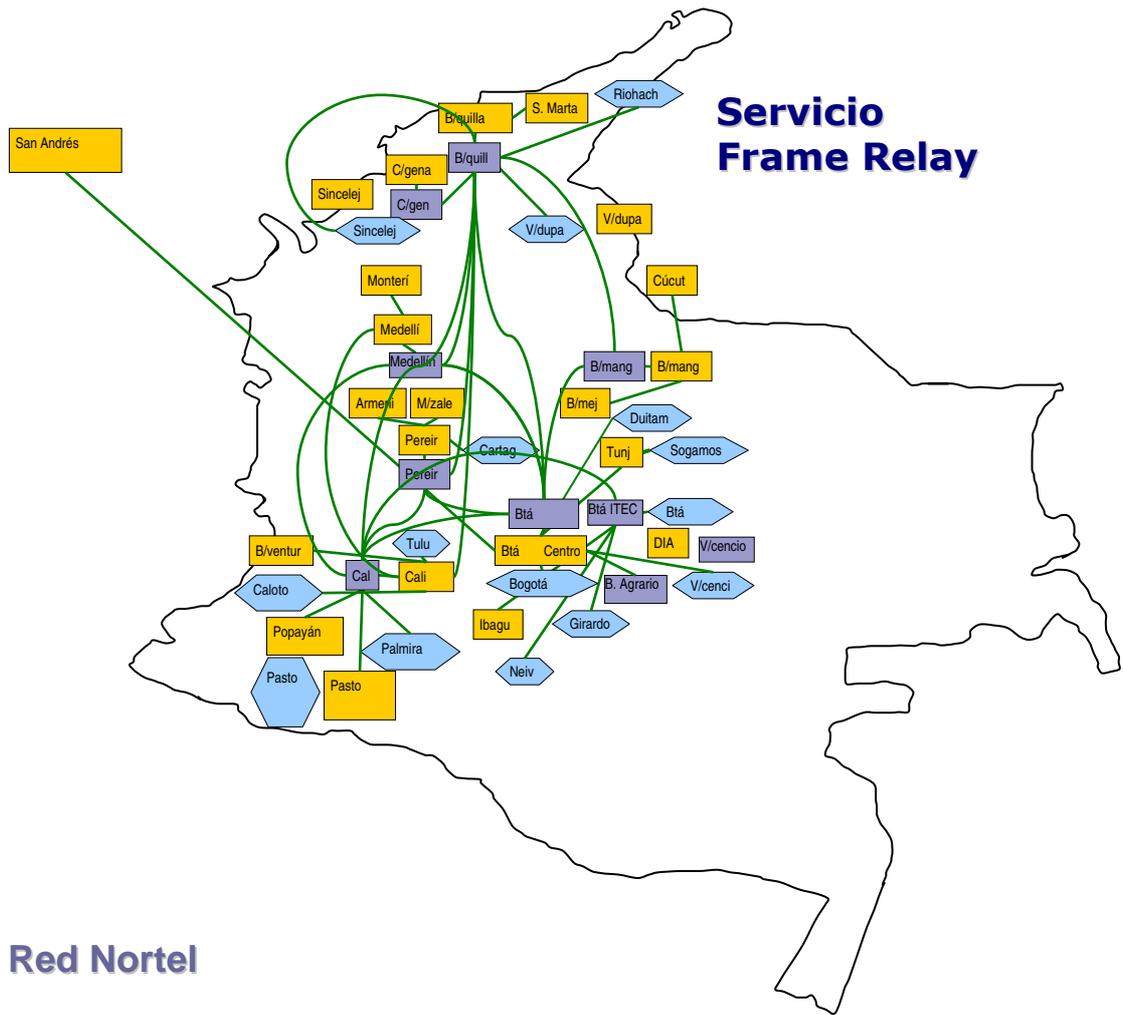


Fig. 25 Red Frame Relay en Colombia por Telecom
Portafolio de servicios Telecom

TECNOLOGIA ATM

Tres letras - ATM - se repiten cada vez más en estos días en los ambientes Informáticos y de Telecomunicaciones. La tecnología llamada Asynchronous Transfer Mode (ATM) Modo de Transferencia Asíncrona es el corazón de los servicios digitales integrados que ofrecerán las nuevas redes digitales de servicios integrados de Banda Ancha (B-ISDN), para muchos ya no hay cuestionamientos; el llamado tráfico del "Cyber espacio", con su voluminoso y tumultuoso crecimiento, impone a los operadores de redes públicas y privadas

una voraz demanda de anchos de banda mayores y flexibles con soluciones robustas. La versatilidad de la conmutación de paquetes de longitud fija, denominadas celdas ATM, son las tablas más calificadas para soportar la cresta de esta "Ciber ola" donde los surfedores de la banda ancha navegan.

Algunos críticos establecen una analogía de la tecnología ATM con la red digital de servicios integrados o ISDN por sus siglas en inglés. Al respecto se escuchan respuestas de expertos que desautorizan esta comparación aduciendo que la ISDN es una gran tecnología que llegó en una época equivocada, en términos de que el mercado estaba principalmente en manos de actores con posiciones monopolísticas.

Ahora el mercado está cambiando, la ISDN está encontrando una gran cantidad de aplicaciones. De toda forma la tecnología ATM se proyecta para diferentes necesidades, a pesar de su estrecha relación con ISDN, en términos de volúmenes de datos, flexibilidad de conmutación y facilidades para el operador.

Los conmutadores ATM aseguran que el tráfico de grandes volúmenes es flexiblemente conmutado al destino correcto. Los usuarios aprecian ambas cosas, ya que se cansan de esperar los datos y las pantallas de llegada a sus terminales. Estas necesidades cuadran de maravilla para los proveedores de servicios públicos de salud, con requerimientos de videoconferencias médicas, redes financieras interconectadas con los entes de intermediación y validación, o con las exigencias que pronto serán familiares como vídeo en demanda para nuestros hogares con alta definición de imágenes y calidad de sonido de un CD, etc.

Para el operador, con la flexibilidad del ATM, una llamada telefónica con tráfico de voz será tarifado a una tasa diferente a la que estaría dispuesto a pagar un cirujano asistiendo en tiempo real a una operación al otro lado del mundo. Ese es una de las fortalezas de ATM usted paga solamente por la carga de celdas que es efectivamente transportada y conmutada para usted. Además la demanda por acceso a Internet ha tomado a la industria de telecomunicaciones como una tormenta. Hoy día los accesos conmutados a Internet están creando

"Cuellos de Botella" en la infraestructura. Para copar este problema los fabricantes no solo han desarrollado sistemas de acceso sino aplicaciones para soluciones de fin a fin con conmutadores ATM, con solventes sistemas de administración de la red (Network Management).

En varios aspectos, ATM es el resultado de una pregunta similar a la de teoría del campo unificada en física ¿Cómo se puede transportar un universo diferente de servicio de voz, vídeo por un lado y datos por otro de manera eficiente usando una simple tecnología de conmutación y multiplexación?

ATM contesta esta pregunta combinando la simplicidad de la multiplexación por división en el tiempo (Time Division Multiplex TDM) encontrado en la conmutación de circuitos, con la eficiencia de las redes de conmutación de paquetes con multiplexación estadística. Por eso es que algunos hacen reminiscencias de perspectivas de conmutación de circuitos mientras que otros lo hacen a redes de paquetes orientados a conexión.

MULTIPLEXACION EN ATM:

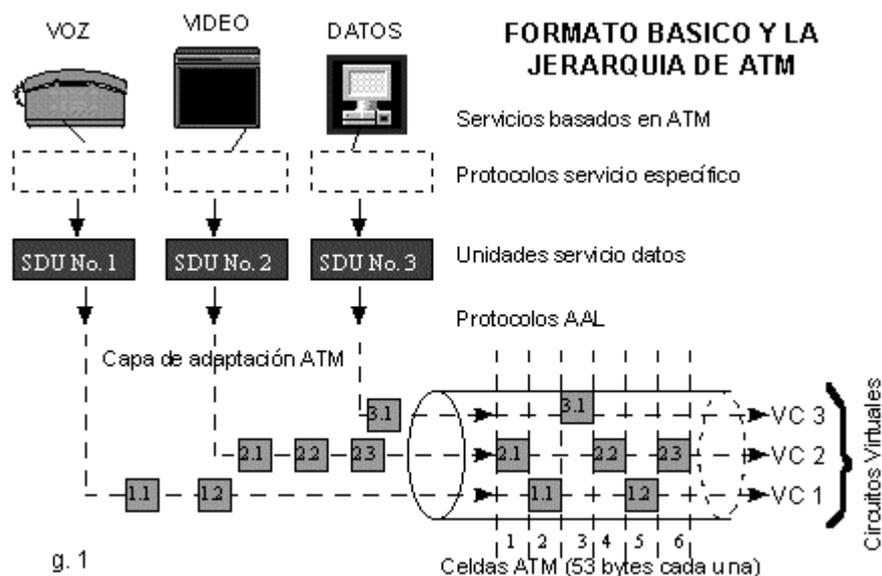


Fig. 26 Formato Básico y Jerarquía de ATM

www.lasalle.edu.co/csi.cursos/informatica/atm.html

Un examen más cercano del protocolo ATM y cómo opera ayudará a explicar cómo los circuitos virtuales, las rutas virtuales, los conmutadores y los servicios que ellos acarrean se afectan entre sí.

La figura 26 muestra un formato básico y la jerarquía de ATM. Una conexión ATM, consiste de "celdas" de información contenidos en un circuito virtual (VC). Estas celdas provienen de diferentes fuentes representadas como generadores de bits a tasas de transferencia constantes como la voz y a tasas variables tipo ráfagas (bursty traffic) como los datos. Cada celda compuesta por 53 bytes, de los cuales 48 (opcionalmente 44) son para trasiego de información y los restantes para uso de campos de control (cabecera) con información de "quién soy" y "donde voy"; es identificada por un "virtual circuit identifier" VCI y un "virtual path identifier" VPI dentro de esos campos de control, que incluyen tanto el enrutamiento de celdas como el tipo de conexión. La organización de la cabecera (header) variará levemente dependiendo de sí la información relacionada es para interfaces de red a red o de usuario a red. Las celdas son enrutadas individualmente a través de los conmutadores basados en estos identificadores, los cuales tienen significado local - ya que pueden ser cambiados de interface a interface.

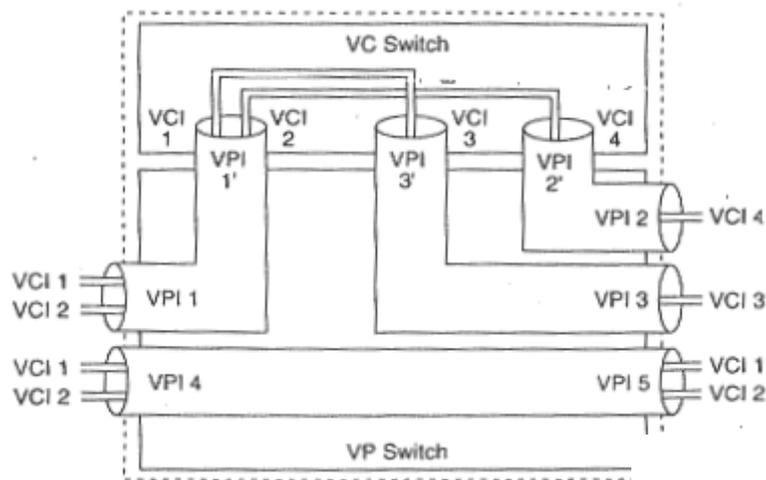


Fig. 27 Procesos de Conmutación

www.lasalle.edu.co/csi.cursos/informatica/atm.html

La técnica ATM multiplexa muchas celdas de circuitos virtuales en una ruta (path) virtual colocándolas en particiones (slots), similar a la técnica TDM. Sin embargo, ATM llena cada slot con celdas de un circuito virtual a la primera oportunidad, similar a la operación de una red conmutada de paquetes. La figura 27 describe los procesos de conmutación implícitos los VC switches y los VP switches.

Los slots de celda no usados son llenados con celdas "idle", identificadas por un patrón específico en la cabecera de la celda. Este sistema no es igual al llamado "bit stuffing" en la multiplexación Asíncrona, ya que aplica a celdas enteras.

Diferentes categorías de tráfico son convertidas en celdas ATM vía la capa de adaptación de ATM (AAL - ATM Adaptation Layer), de acuerdo con el protocolo usado. (Más adelante se aclara mejor).

La tecnología ATM ha sido definida tanto por el ANSI como por el CCITT a través de sus respectivos comités ANSI T1, UIT SG XVIII, como la tecnología de transporte para la B-ISDN (Broad Band Integrated Services Digital Network), la RDSI de banda ancha. En este contexto "transporte" se refiere al uso de técnicas de conmutación y multiplexación en la capa de enlace (Capa 2 del modelo OSI) para el trasiego del tráfico del usuario final de la fuente al destino, dentro de una red. El ATM Forum, grupo de fabricantes y usuarios dedicado al análisis y avances de ATM, ha aprobado cuatro velocidades UNI (User Network Interfases) para ATM: DS3 (44.736 Mbit/s), SONET STS3c (155.52 Mbit/s) y 100 Mbit/s para UNI privados y 155 Mbit/s para UNI privadas. UNI privadas se refieren a la interconexión de usuarios ATM con un switch ATM privado que es manejado como parte de la misma red corporativa. Aunque la tasa de datos original para ATM fue de 45 Mbit/s especificado para redes de operadores (carriers) con redes T3 existentes, velocidades UNI adicionales se han venido evaluando y están ofreciéndose. También hay un alto interés en interfases, para velocidades E1 (2Mbps) y T1 (1,544 Mbps) para accesos ATM de baja velocidad.

PROTOCOLO ATM:

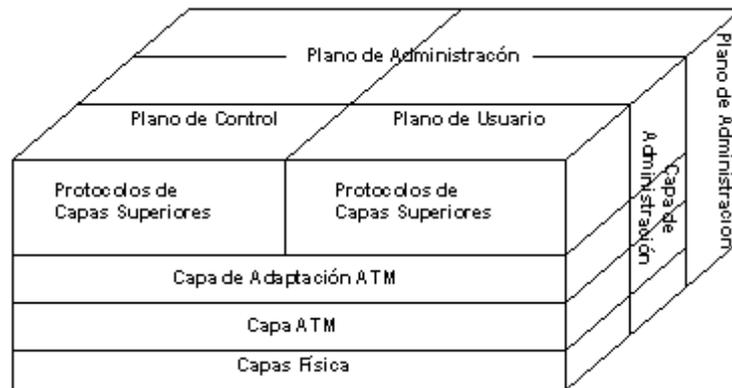


Fig. 28 Protocolo ATM

www.lasalle.edu.co/csi.cursos/informatica/atm.html

El protocolo ATM consiste de tres niveles o capas básicas (Ver figura anterior). La primera capa llamada capa física (Physical Layer), define las interfases físicas con los medios de transmisión y el protocolo de trama para la red ATM es responsable de la correcta transmisión y recepción de los bits en el medio físico apropiado. A diferencia de muchas tecnologías LAN como Ethernet, que especifica ciertos medios de transmisión, (10 base T, 10 base 5, etc.) ATM es independiente del transporte físico. Las celdas ATM pueden ser transportadas en redes SONET (Synchronous Optical Network), SDH (Synchronous Digital Hierarchy), T3/E3, TI/EI o aún en modems de 9600 bps. Hay dos subcapas en la capa física que separan el medio físico de transmisión y la extracción de los datos:

La subcapa PMD (Physical Medium Dependent) tiene que ver con los detalles que se especifican para velocidades de transmisión, tipos de conectores físicos, extracción de reloj, etc., Por ejemplo, la tasa de datos SONET que se usa, es parte del PMD. La subcapa TC (Transmission Convergence) tiene que ver con la extracción de información contenida desde la misma capa física. Esto incluye la generación y el chequeo del Header Error Correction (HEC), extrayendo celdas desde el flujo de bits de entrada y el procesamiento de celdas "idles" y el reconocimiento del límite de la celda. Otra función importante

es intercambiar información de operación y mantenimiento (OAM) con el plano de administración.

La segunda capa es la capa ATM. Ello define la estructura de la celda y cómo las celdas fluyen sobre las conexiones lógicas en una red ATM, esta capa es independiente del servicio. El formato de una celda ATM es muy simple. Consiste de 5 bytes de cabecera y 48 bytes para información.

Las celdas son transmitidas serialmente y se propagan en estricta secuencia numérica a través de la red. El tamaño de la celda ha sido escogido como un compromiso entre una larga celda, que es muy eficiente para transmitir largas tramas de datos y longitudes de celdas cortas que minimizan el retardo de procesamiento de extremo a extremo, que son buenas para voz, vídeo y protocolos sensibles al retardo. A pesar de que no se diseñó específicamente para eso, la longitud de la celda ATM acomoda convenientemente dos Fast Packets IPX de 24 bytes cada uno.

Los comités de estándares han definido dos tipos de cabeceras ATM: los User-to-Network Interface (UNI) y la Network to Network Interface (NNI). La UNI es un modo nativo de interfaz ATM que define la interfaz entre el equipo del cliente (Customer Premises Equipment), tal como hubs o routers ATM y la red de área ancha ATM (ATM WAN). La NNI define la interfase entre los nodos de la redes (los switches o conmutadores) o entre redes. La NNI puede usarse como una interfase entre una red ATM de un usuario privado y la red ATM de un proveedor público (carrier). Específicamente, la función principal de ambos tipos de cabeceras de UNI y la NNI, es identificar las "Virtual paths identifiers" (VPIS) y los "virtual circuits" o virtual channels"(VCIS) como identificadores para el ruteo y la conmutación de las celdas ATM.

La capa de adaptación de ATM:

La tercera capa es la ATM Adaptation Layer (AAL). La AAL juega un rol clave en el manejo de múltiples tipos de tráfico para usar la red ATM, y es dependiente del servicio. Específicamente, su trabajo es adaptar los servicios dados por la capa ATM a aquellos servicios que son requeridos por las capas más altas, tales como emulación de circuitos, (circuit emulation), vídeo, audio, frame relay, etc. La AAL recibe los datos de varias fuentes o aplicaciones y las

convierte en los segmentos de 48 bytes. Cinco tipos de servicio AAL están definidos actualmente.

Colombia Telecomunicaciones TELECOM, posee una gran red para prestar el servicio ATM, esta red aunque no es tan amplia como las de otros protocolos también hace uso de multiplexores Newbridge pero de referencia Lucent Newbridge.

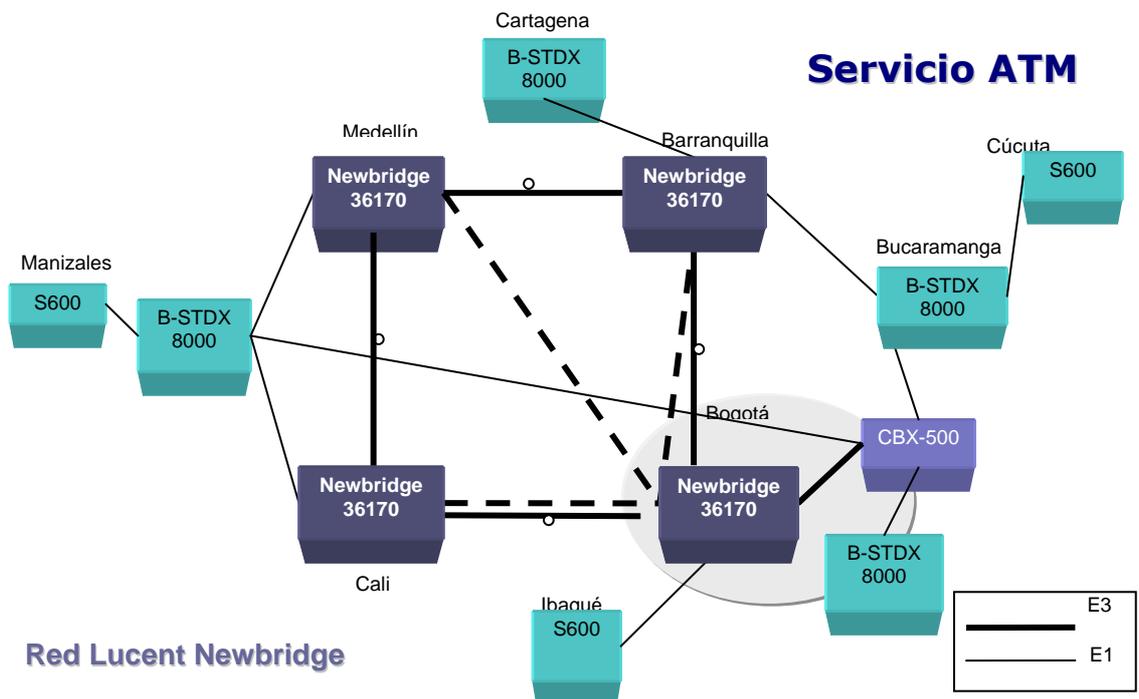


Fig. 29 Red ATM en Colombia por Telecom
Portafolio de servicios Telecom

COMPARACION ENTRE ATM Y FRAME RELAY

ALGUNAS DIFERENCIAS GENERALES IMPORTANTES

Más allá de las pequeñas diferencias puntuales en cada protocolo, existen algunas diferencias técnicas generales entre frame relay y ATM que deben ser tenidas en cuenta para comparar ambas tecnologías.

ORIENTACIÓN

Un aspecto importante para visualizar las diferencias entre uno y otro es la comprensión de la orientación de ambos estándares, es decir, ¿Con qué finalidad fue creado cada uno?

Frame relay fue creado con la intención de sustituir directamente al estándar X.25. Asumiendo que el transporte de datos a través de la red es muy confiable, Frame Relay elimina la corrección de errores en los nodos intermedios de la red, transfiriéndolo a los extremos de la conexión, es decir, a los protocolos de nivel superior (particularmente, a la capa de transporte). Esto hace que frame relay sea mucho más rápido que X.25, aunque también es más difícil y costoso de implementar. Aunque recientemente se ha comenzado a estudiar la utilización de frame relay para la transmisión de voz y vídeo, en términos generales puede decirse que frame relay fue creado con orientación a la transmisión de datos.

ATM fue creado con la intención de convertirlo en la tecnología de conmutación o modo de transferencia de BISDN (*Broadband integrated services digital network*). Desde sus inicios los esfuerzos de los creadores del conjunto de estándares ATM estuvieron orientados a permitir la transmisión de voz, datos y vídeo, por lo que ATM es una tecnología con una orientación de mayor alcance que frame relay.

VELOCIDAD DE ACCESO

La diferencia cuantitativa más importante entre frame relay y ATM está en las velocidades de acceso y de transmisión de datos que cada uno es capaz de

proveer. La interfaz frame relay (FRI o *frame relay interface*) ofrece las siguientes velocidades de acceso principales:

- 56 kbps
- $n \times 64$ kbps
- 1,544 Mbps (T1 en EE.UU)
- 2,048 Mbps (E1 en Europa)

Algunos fabricantes ofrecen velocidades de acceso para frame relay en el orden de los 45 Mbps, sin embargo, esto no está contemplado en el estándar original.

Por su parte ATM ofrece velocidades de acceso en el rango de 25 Mbps hasta 2,4 Gbps. Esto nos indica que ATM es capaz de trabajar con anchos de banda más grandes que frame relay. Suele decirse que ATM se mueve en el grupo de las denominadas redes de banda amplia (*broadband networks*) mientras que frame relay está en el grupo de las redes de banda estrecha (*narrowband networks*).

La diferencia tan notable de velocidad entre uno y otro nace fundamentalmente de la unidad de transmisión de datos empleada por cada estándar. Frame relay emplea frames de tamaño variable, que pueden causar retardos de procesamiento a nivel de los switches de conmutación de la red. Por su parte ATM ofrece una mayor velocidad al emplear una unidad de tamaño fijo denominada celda (53 bytes), lo que simplifica el procesamiento a nivel de los nodos, haciéndolo predecible y eficiente. Algunas ventajas generales de la utilización de celdas en relación a la utilización de frames son las siguientes:

- Dado que por definición todas las celdas tienen la misma longitud, esto simplifica drásticamente el proceso de conmutación. En general, para una capacidad fija de procesamiento en los nodos y un tiempo igual, se pueden transportar más datos en un sistema basado en celdas que en un sistema basado en frames.
- El retardo de las celdas en cada nodo de la red es inferior al de los frames porque la mayoría de las arquitecturas de conmutación requieren que se haya recibido la unidad de datos completa (frame o celda) antes de la conmutación y retransmisión. Dado que este retardo es una

función directa del tamaño de la unidad recibida y/o transmitida y que los frames son en promedio de 10 a 100 veces más grandes que las celdas, el retardo acumulado para los frames en cada nodo es muy significativo en relación al retardo acumulado para las celdas.

- Su tamaño fijo hace más fácilmente predecible el comportamiento de las celdas que el de los frames, en particular, el tiempo que cada unidad de datos ocupará las facilidades de transmisión. Esto permite crear más fácilmente prioridades para el tráfico de información. Las aplicaciones multimedios (que trabajan en tiempo real) son particularmente beneficiadas porque los datos sensibles al tiempo o de tiempo real (audio y vídeo) pueden ser transmitidas con una mayor prioridad.

No obstante, los sistemas basados en celdas tienen algunas desventajas inherentes. En particular:

- El overhead (la información adicional a los datos) puede ser mucho mayor. Cada celda y frame requiere una cantidad similar de bits de overhead (unos 5 bits), pero como un frame puede llegar a tener un tamaño equivalente a 100 celdas, el overhead en el caso de las celdas puede llegar a ser mucho más significativo.
- Otro punto importante es que las transmisiones de datos suelen ocurrir en ráfagas, que se prestan mejor para el soporte en frames. En muchas ocasiones, por ejemplo para transportar datos de redes LAN que usan también frames, el uso de celdas requiere un proceso de segmentación y reensamblaje que no es requerido en los frames. Este proceso, aunque simple de realizar, agrega un tiempo de procesamiento adicional para las celdas.

CONSIDERACIÓN DE LA CALIDAD DE SERVICIO

Por su orientación al soporte de la transmisión de varios medios en forma simultánea, en particular, voz, datos y vídeo, ATM fue creado desde el principio con el concepto de calidad de servicio (QoS o *Quality of Service*) en mente, por que lo que varios estándares dentro de ATM enfocan este aspecto

(negociación de la calidad de servicio, ajuste de la calidad de servicio sobre demanda, etc.). ATM ofrece además varias clases de servicio para la transmisión

Por su parte, en el estándar original frame relay incorpora los aspectos de calidad de servicio sólo de forma muy rudimentaria. Las experiencias recientes en la utilización de frame relay para la transmisión de voz están obligando a los diversos fabricantes a incorporar aspectos de manejo de la calidad de servicio en frame relay, sin embargo, no existen estándares universalmente aceptados y cada fabricante resuelve el problema mediante técnicas propias. Esto hace que frame relay presente serios inconvenientes para el manejo de medios usualmente incorporados en las nuevas aplicaciones multimedios: voz, vídeo y medios en tiempo real en general.

COSTOS Y ACCESO

Aunque las altas velocidades de transmisión de ATM lo convierten en una opción con capacidades por encima de las de frame relay, los altos costos de los equipos ATM tanto para el acceso a la red como para conmutación han limitado su difusión en los años recientes, en tanto que frame relay ha obtenido una parte importante del mercado, en particular, aquellos usuarios que requieren conexiones para la transmisión de datos a velocidades no exageradamente altas.

Sin embargo, el aumento de la demanda y el surgimiento de aplicaciones cada vez más exigentes en recursos (Internet, sistemas multimedios en red, realidad virtual, etc.) ha producido una reducción en el valor de los equipos ATM, por lo que se piensa que en muchos casos sustituirán progresivamente a aquellos para frame relay.

Otros visualizan una convivencia de ambas tecnologías en la que frame relay se emplearía a nivel de la última milla o conexión local del usuario y en las redes de baja velocidad (hasta T1) y ATM se emplearía a nivel de la parte central de la red soportando múltiples conexiones frame relay.

Existen varios esfuerzos en marcha para definir la transferencia o "mapeo" de frames de frame relay a celdas de ATM. Estos son:

- Frame Relay/ATM network interworking
- ATM DXI (data exchange interface)
- ATM/Frame Relay service interworking
- FUNI

INTERCONEXIÓN DE REDES LAN

Frame relay se ha mostrado muy útil en la interconexión de redes LAN (una aplicación con un volumen de negocios muy importante) porque la mayor parte de éstas redes emplean unidades de transmisión de datos de tamaño variable al igual que el frame de frame relay, lo que simplifica la transferencia de datos. En el caso de ATM siempre se han achacado problemas para esta transferencia debidos al tamaño fijo de las celdas. Por ejemplo, para transportar un frame de Ethernet (64 bytes) se requieren dos celdas ATM de 53 bytes (106 bytes), lo que deja una cantidad de espacio no utilizado. En transmisiones de volúmenes de datos importantes esto significa una gran cantidad de overhead adicional para celdas que transportan muy pocos datos.

ARQUITECTURA "CLEAR CHANNEL"

La arquitectura "Clear Channel" (o "canal limpio"), está construida alrededor de la idea de suministrar una conexión Ethernet de 10 Mbps. dedicada o "privada" a cada nodo de la red o cliente, y de 100 Mbps. a cada servidor. Los puertos privados de 10 Mbps., se denominan "puertos Ethernet personales", y soportan sólo una estación o dirección de red.

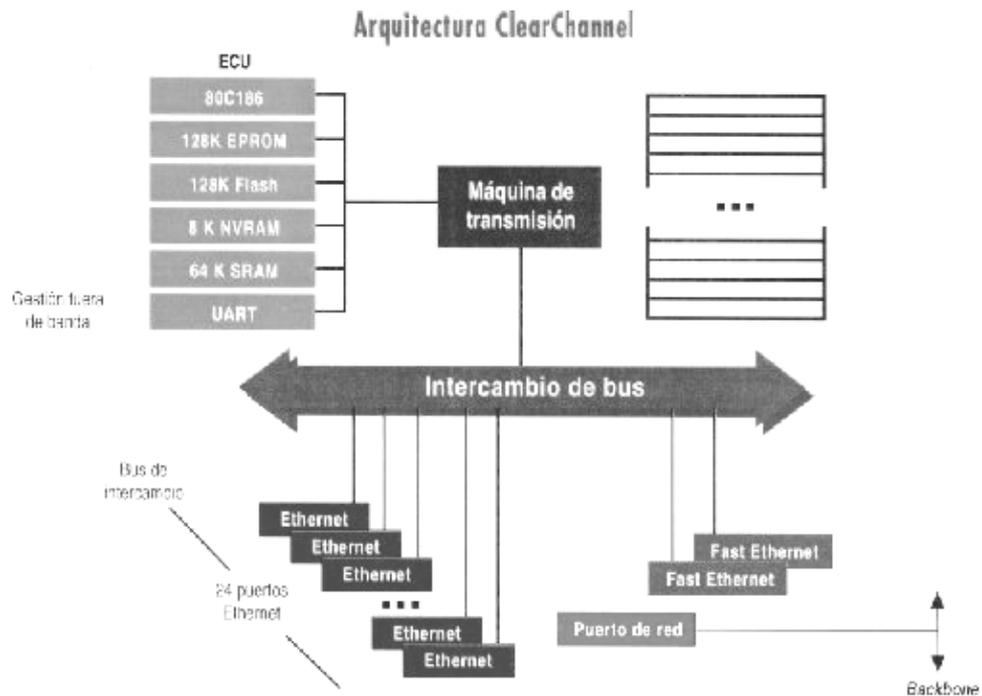


Fig. 30 Arquitectura Clear Channel

Conmutadores: Tecnologías en que se basan por Jordi Palet

La arquitectura Clear Channel implementa tres modos distintos de conmutación de paquetes:

1. Store and Forward (almacenar-transmitir): Es el método tradicional de bridging, en el que cada paquete es recibido por completo y almacenado internamente antes de que se inicie su transmisión. Ello garantiza que no se producen transmisiones de paquetes con errores.
2. Fast Forward (envío rápido): Es un método basado en el modo "cut-through" (cortar-continuar), en el que se inicia la transmisión tan pronto como ha sido recibida la dirección destino, minimizando así el tiempo de latencia a 30 ms para los puertos Ethernet personales y a 7 ms para los puertos Fast Ethernet.
3. FragmentFree (liberación de fragmentos): Es otro método basado en el modo "cut-through"; se trata de un compromiso que evita el reenvío de la mayor parte de los paquetes erróneos, reduciendo al mismo tiempo la latencia en la mayoría de ellos. Con este método, se espera a recibir los

primeros 64 bytes, que es la franja de tiempo en la que ocurren las colisiones de fragmentos, es decir, durante los primeros 51,2 ms de la recepción de los paquetes (ventana de colisión o "collision window").

La arquitectura Clear Channel es una plataforma de conmutación de altas prestaciones, con las siguientes características:

- Puertos Ethernet privados para clientes y servidores.
- Puertos Fast Ethernet privados para conexiones a servidores y clientes de altas prestaciones.
- Conexión en modo "bridge" al backbone.
- Controladores propietarios Ethernet y Fast Ethernet de muy altas prestaciones.
- Bus de intercambio de paquetes de 1 Gbps.
- Memoria buffer de paquetes de 3 Mbytes.
- Controlador de memoria de altas prestaciones.
- Hardware de bridging con 3 modos de trabajo.
- Subsistema de control integrado.
- Implementación altamente integrada y efectiva en coste.

En nuestro país, Colombia Telecomunicaciones Telecom posee una gran infraestructura para prestar el servicio de Clear Channel. A continuación mostramos la cobertura de esta empresa. Esta red presenta varias tecnologías de multiplexores, que son Net, IDNX y Newbridge.

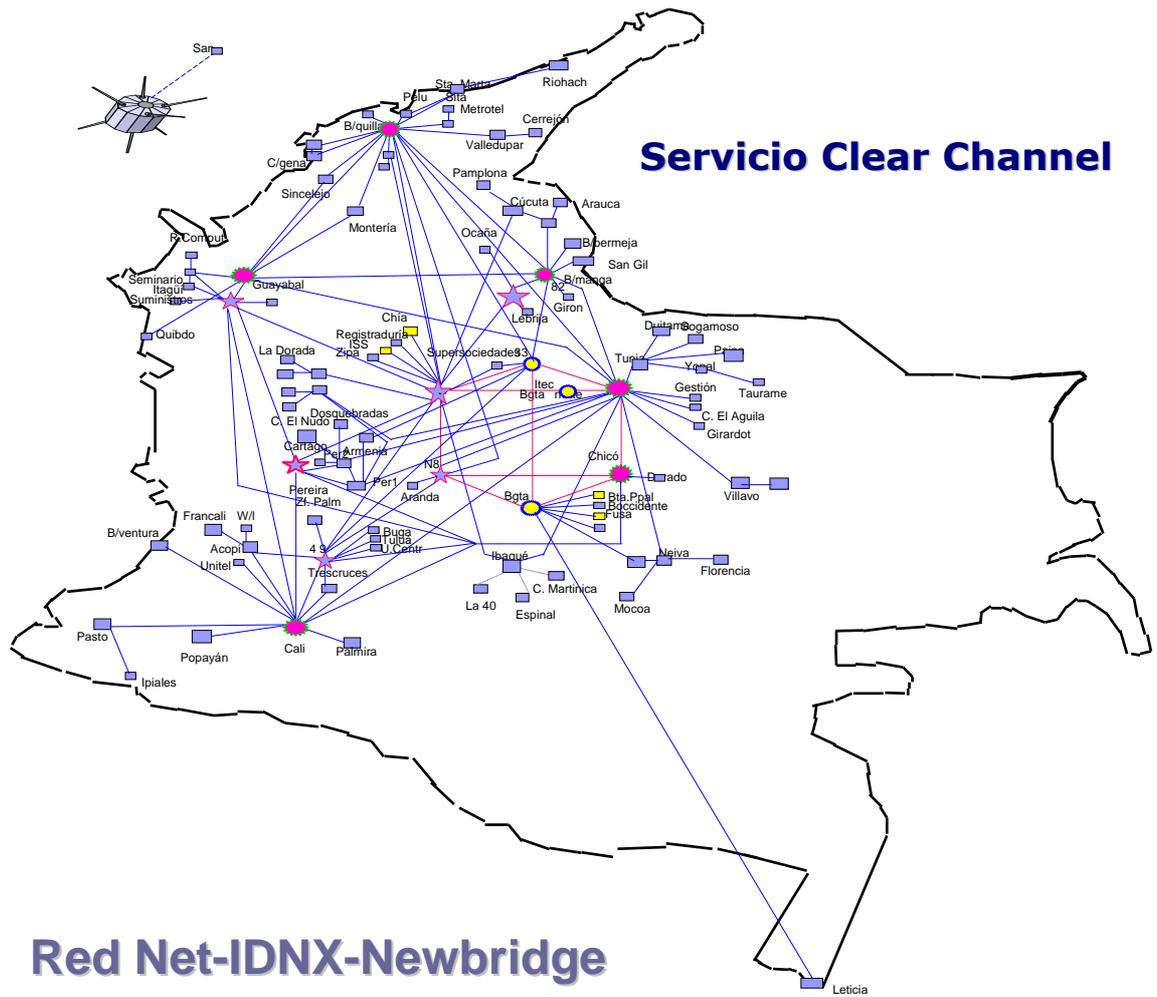


Fig. 31 Servicio Clear Channel Prestado por Telecom
 Portafolio de servicios Telecom

Después de haber analizado detalladamente estos protocolos y gracias a la colaboración del personal de transmisión de datos en Colombia Telecomunicaciones se presenta a continuación una tabla que indica el tipo de red, la cantidad de nodos y el cubrimiento en número de ciudades para tres servicios prestados por esta empresa.

SERVICIO	CLEAR CHANNEL	FRAME RELAY	ATM
RED	NET-IDNX- Newbridge	NORTEL	Lucent Newbridge ATM
CANTIDAD DE NODOS	150	47	13
CUBRIMIENTO (Ciudades)	73	28	12

Tabla 5. Comparación de los servicios prestados por Colombia Telecomunicaciones TELECOM

5.4.2 Herramientas de gestión

La complejidad de las redes impone la necesidad de utilizar sistemas de gestión capaces de controlar, administrar y monitorizar las redes y los dispositivos de interconexión. Algunos dispositivos como los routers y multiplexores necesitan que se realicen funciones de gestión. En los otros dispositivos es recomendable que tengan esta facilidad.

En esta sección no se pretende especificar una o mas herramientas de gestión, por el contrario, se presenta una descripción general del proceso de administración y control de una red. En los ANEXOS D y E se muestra detalladamente dos sistemas de gestión.

En función de los elementos técnicos que intervienen y del alcance abarcado, se definen distintos tipos de pruebas sobre los siguientes entornos de una red de datos:

1. Operativa de Red:

Se distingue entre lo que es un funcionamiento normal de la red y el funcionamiento o reacción de ésta ante los diversos fallos que puedan producirse. Entendiendo por funcionamiento normal, aquél en el que los equipos y la red se encuentran en óptimas condiciones.

Funcionamiento normal.

Se realizarán las comprobaciones de las siguientes funcionalidades:

- Comunicaciones entre Puertos.
 - Comprobar las comunicaciones a través de una red.
 - Comprobar las comunicaciones con redes externas.
 - Comprobar la existencia de derechos de acceso a los distintos puertos de las tarjetas de los diferentes equipos.

- Configuraciones dinámicas.
 - Comprobar que las inserciones o extracciones de tarjetas de una red, no afectan al funcionamiento de la misma.
 - Comprobar que la extracción o inserción de una tarjeta en el multiplexor o en un router, no afecta al funcionamiento de las redes locales conectadas a estos equipos.
 - Comprobar que un cambio en la configuración de una tarjeta, no afecta al funcionamiento del resto de la red.

Funcionamiento ante fallos.

Se realizarán pruebas destinadas a la comprobación de cómo reacciona la red, en el caso de que se produzcan fallos en distintos elementos de la misma.

- Comprobar que las redes siguen funcionando aisladamente, después de la caída de una sección (rama) de la red.
- Comprobar el funcionamiento de las redes ante la caída de una tarjeta de un equipo.

2. Gestión de Red

Funcionamiento propio del sistema de gestión.

- Comprobar el funcionamiento de la red ante la caída del sistema de gestión.
- Comprobar que existe un control de accesos al sistema de gestión de red, con distintos niveles de seguridad.

Monitorización de la red.

- Comprobar que el sistema de monitorización gráfica responde en tiempo real a los eventos que ocurren en la red.
- Comprobar que se pueden visualizar distintos niveles dentro de la topología de la red.

Tratamiento de alarmas.

- Comprobar que el fallo, y posterior recuperación de elementos de la red, provoca las alarmas adecuadas.
- Comprobar la existencia de herramientas de prueba remota.
- Comprobar la existencia de distintos niveles de alarmas, y que pueden ser definidas por el usuario.

Informes y estadísticas.

Analizar con las herramientas disponibles la actividad de la red y la creación de informes sobre la misma.

Con estos informes se puede realizar con mejor precisión un proceso que se realiza en la actualidad en Telecom, que es el Reuso, que consiste en compartir un mismo canal entre clientes, teniendo en cuenta su necesidad de transmisión. Por ejemplo un reuso 1:1 es aquel que cuenta con un canal totalmente disponible para un solo cliente. Un reuso 3:1 es aquel que cuenta con un canal disponible para compartir por 3 clientes. Así si un cliente contrata un canal de 128 Kbps, con reuso 1:1 siempre tendrá dicha capacidad, utilice o no utilice el canal. Si el reuso es 3:1 el cliente contrata un canal de 128 Kbps, pero solo tendrá la capacidad que este disponible dependiendo del uso de los clientes con los que lo comparte.

Es evidente que los costos sean mas altos en un reuso 1:1 y de forma descendente 2:1, 3:1, 4:1, 5:1 y 6:1.

La asignación de clientes a un canal de reuso se hace en base a estadísticas que permiten conectar los clientes dependiendo de su tamaño e importancia.

Monitoreo del tráfico

El monitoreo del tráfico es un método mucho más sofisticado de monitoreo de la red. Analiza el tráfico real de paquetes en la red y genera informes basados en el tráfico de la red. Los programas como el monitoreo de red de Microsoft Windows NT y el Network Analyzer de Fluke son ejemplos de este tipo de software. Estos programas no sólo detectan el equipo defectuoso sino que también determinan si un componente se encuentra sobrecargado o mal configurado. La desventaja de este tipo de programa es que normalmente funciona en un solo segmento por vez y si es necesario reunir datos de otros segmentos el software de monitoreo se debe trasladar a ese segmento. Esto se puede resolver mediante el uso de agentes en los segmentos remotos de red. Equipos como los switches, routers y multiplexores tienen la capacidad de generar y transmitir estadísticas de tráfico como parte de su sistema operativo. Entonces, ¿cómo se reúnen y organizan los datos en una ubicación central para que sean útiles para el administrador de red? La respuesta es: Protocolo de administración de red simple (SNMP).

Para este monitoreo de trafico se encuentra como la herramienta más usada, MRTG Multi router traffic grapher (Graficador de Trafico en Múltiples Rutas)

MRTG es una herramienta para supervisar la carga de tráfico en los enlaces de red. MRTG genera páginas de HTML que contienen imágenes gráficas que proporcionan una representación visual viva de este tráfico. MRTG se basa en Perl y C y funciona bajo UNIX y Windows NT. MRTG se usa con éxito en muchos sitios de la red.

MRTG consiste en una escritura de Perl que usa SNMP para leer el tráfico y un programa rápido de C que anota los datos de tráfico y crean gráficos bonitos que representan el tráfico en la conexión de la red supervisada. Estos gráficos son incluidos en webpages que puede verse de cualquier Web-navegador moderno.

Además de una vista diaria detallada, MRTG crea también las representaciones visuales del tráfico vistas durante los últimos siete días, las últimas cinco semanas y los últimos doce meses. Esto es posible porque MRTG guarda un backup de todos los datos que haya recibido. Este backup es consolidado automáticamente para que no crezca con el tiempo, pero todavía contiene todos los datos pertinentes de todo el tráfico visto durante los últimos dos años. Esto es, todos realizados de una manera eficaz. Por consiguiente usted puede supervisar muchas redes.

MRTG no se limita a supervisar el tráfico, sin embargo. Es posible supervisar cualquier SNMP inconstante que usted escoja. Usted puede usar un programa externo incluso para recoger los datos que deben supervisarse vía MRTG. Las personas están usando MRTG, para supervisar operaciones como la Carga del Sistema, las Sesiones de Login, la disponibilidad del Módem y más. MRTG igual le permite aumentar dos o más fuentes de los datos en un solo gráfico.

Análisis de tráfico para una VLAN-373 -- rou-rz-gw.ethz.ch

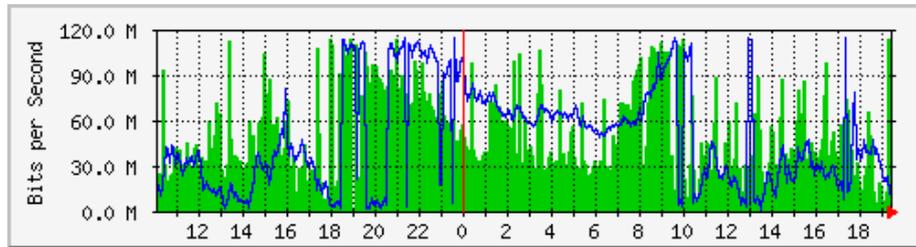
Sistema: rou-rz-gw.ethz.ch in

Descripción: unrouted-VLAN-373

Máxima velocidad: 600.0 Mbits/s

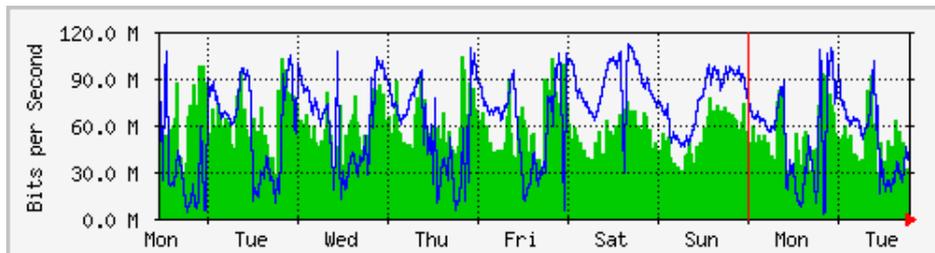
Este ejemplo indica las pantallas de la estadística de la última actualización del día martes 12 de abril de 2005 a las 19:30.

Grafica diaria (Promedio de 5 minutos)



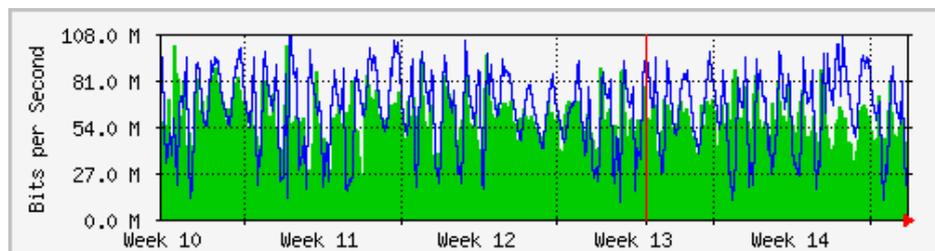
Max **In**:113.8 Mb/s (19.0%) Average **In**:46.9 Mb/s (7.8%) Current **In**:48.5 Mb/s (8.1%)
Max **Out**:113.9 Mb/s (19.0%) Average **Out**:47.5 Mb/s (7.9%) Current **Out**:4326.0 kb/s (0.7%)

Grafica semanal (Promedio de 30 minutos)



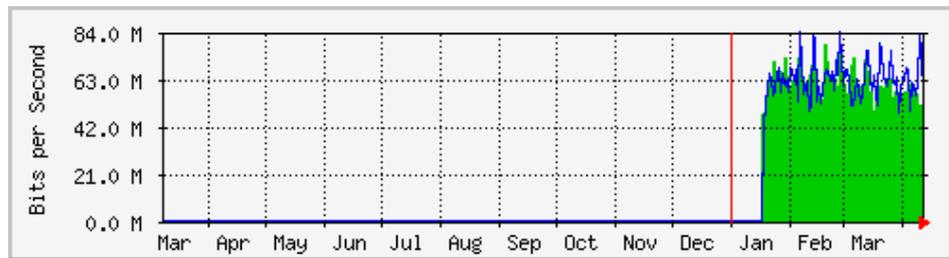
Max **In**:103.3 Mb/s (17.2%) Average **In**:54.7 Mb/s (9.1%) Current **In**:16.6 Mb/s (2.8%)
Max **Out**:110.7 Mb/s (18.4%) Average **Out**:60.9 Mb/s (10.1%) Current **Out**:35.5 Mb/s (5.9%)

Grafica semanal (Promedio de 2 horas)



Max **In**:100.8 Mb/s (16.8%) Average **In**:56.8 Mb/s (9.5%) Current **In**:45.1 Mb/s (7.5%)
Max **Out**:105.6 Mb/s (17.6%) Average **Out**:63.0 Mb/s (10.5%) Current **Out**:29.4 Mb/s (4.9%)

Grafica anual (Promedio 1 día)



Max In:78.2 Mb/s (13.0%) Average In:59.8 Mb/s (10.0%) Current In:51.1 Mb/s (8.5%)

Max Out:84.0 Mb/s (14.0%) Average Out:62.6 Mb/s (10.4%) Current Out:53.9 Mb/s (9.0%)

VERDE ### Incoming Traffic in Bits per Second. Trafico de Llegada en bits por segundo

AZUL ### Outgoing Traffic in Bits per Second Trafico de Salida en bits por segundo

Fig. 32 Ejemplo Análisis MRTG

www.mrtg.org

Existen un gran número de herramientas para realizar la gestión de una red, cada una con características específicas, pero siguen el análisis planteado anteriormente.

Teniendo en cuenta las visitas técnicas realizadas a los nodos multiplexores, se comprobó que se cuenta con varios paquetes de software que realizan el trabajo de gestión y monitoreo. Se observa entonces, que este proceso se puede desarrollar en las instalaciones del nodo o en centrales remotas a este, como el caso del sistema multiplexor de Telefónica Data.

Por experiencia propia de los ingenieros a cargo, es más conveniente realizar la gestión en el mismo lugar donde se encuentran los equipos. Por la gran ventaja, que al presentarse un daño en el hardware, se tiene acceso inmediato a los dispositivos y se mejora el tiempo de respuesta de soporte al cliente.

CONCLUSIONES

La investigación permitió reafirmar los conocimientos adquiridos en la materia de telemática y de igual modo descubrir que el contenido que se adquiere en la misma no es el suficiente y necesario para enfrentarse a una situación real. Se nota la falta de acercamiento a algunos dispositivos utilizados en la transmisión de datos, que en el campo laboral es necesario conocer.

Al realizar un trabajo de carácter exploratorio y teórico, se identifica la falta de fundamentos en metodologías de investigación, redacción, conocimiento del idioma inglés, entre otros obstáculos por los que generalmente no se sigue la modalidad de trabajo de grado.

Al querer acercarse a la realidad de algunos dispositivos se comprueba que es difícil el acceso a las instalaciones donde se encuentran, por motivos de seguridad y la poca disponibilidad de los ingenieros encargados.

Identifica con mayor profundidad los componentes que hacen parte de una red de conmutación de paquetes, reconociendo que el sistema multiplexor es el elemento principal de la misma, por lo cual fue una decisión acertada investigar sobre este.

Reconoce que los sistemas multiplexores son hoy en día los puntos neurálgicos que permiten maximizar el uso de los sistemas de comunicación digital porque permiten transmitir voz, datos, fax, videoconferencia, audio de alta calidad por uno o varios canales.

Al conocer el funcionamiento y arquitectura de un multiplexor, es interesante encontrar varias alternativas de transporte de datos a través del mismo dispositivo.

Las visitas técnicas permitieron afirmar los conceptos teóricos y de igual forma escuchar a profesionales que aportan de sus propias experiencias gran cantidad de información real e importante para esta investigación.

Logra ubicar en la actualidad de los sistemas de transmisión de datos existentes y las nuevas tecnologías que se están utilizando. No solo en lo referente a la Multiplexación por División de Longitud de Onda, que no se estudia en nuestra carrera, sino a nuevos dispositivos que trabajan con fibra óptica y la realidad de las técnicas y/o protocolos de enlace (SDH, PDH, Clear Channel, entre otros).

Gracias a los avances tecnológicos en software y hardware de los equipos multiplexores, los más comunes o utilizados en la actualidad son los que poseen tecnología DXC y ADM, por su flexibilidad y por permitir una fácil administración de los recursos y capacidades de los clientes.

Identifica dentro del Departamento de Nariño, las técnicas y/o protocolos de enlace más usados y algunos que no se ofrecen por poca demanda y costo elevado. Destacando que Frame Relay y Clear Channel son los más requeridos por los clientes.

Ofrece datos reales de la cobertura, los servicios que ofrecen (ATM, Frame Relay, Clear Channel y X.25) y otros aspectos de la infraestructura de dos grandes empresas prestadoras de servicios de transmisión de datos, como son Colombia Telecomunicaciones TELECOM y Telefónica Data Colombia. Quienes a nivel nacional tienen una participación del 11% y el 9% respectivamente con relación al mercado en nuestro país.

Aunque identifica la estructura básica de los procesos de gestión en los sistemas de transmisión de datos, fue imposible realizar una práctica en este aspecto, por lo cual se tomó la decisión de conocer algunas herramientas de software e identificar sus principales características al momento de realizar la gestión.

Logra alcanzar los objetivos planteados en el comienzo de la investigación, con la finalidad que una exploración profunda en este tema aporte bases sólidas para continuar con el desarrollo de planes de estudio profundo en contenidos similares, software o hardware que ofrezcan a los estudiantes de Ingeniería de Sistemas y Electrónica un nuevo campo de disertación que impulse el aprovechamiento de el Área de Telemática.

RECOMENDACIONES

Continuar con este proyecto investigativo en el Área de Telemática que arrojen materiales de consulta o paquetes como simuladores de protocolos, de fenómenos, arquitecturas, funcionamiento de dispositivos o libro electrónicos que sean soporte académico y herramientas prácticas.

Aprovechar este material por parte de los docentes y estudiantes interesados en la transmisión de datos. Para tener una visión clara de la realidad en nuestra región sobre nodos de multiplexación.

Motivar a los estudiantes, por parte de los profesores de los programas de Ingeniería de Sistemas y Electrónica, en el Área de Telemática para la búsqueda de soluciones o alternativas que ofrezcan un soporte real en cuanto a dispositivos usados en la transmisión de datos.

Utilizar los recursos disponibles en la Universidad para comunicaciones de datos, en cuanto a explicación, análisis y acercamiento a los mismos.

BIBLIOGRAFÍA

- ALCALDE, Eduardo. Introducción a la Teleinformática. Mc. Graw Hill.
- DEWAYNE, E. Perry et al. Models of Software Development Environments. New York: AT&T Bell Laboratories and Columbia University, Department of Computer Science. 1991.
- FERNÁNDEZ García Raúl. Metodología de la investigación. Prentice Hall.
- FERRARI, Andrés. Diseño e Implementación de una biblioteca de lógica digital. Publicación on-line del Departamento de Computación, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, U.B.A., 1997.
- GONZÁLEZ Néstor. Redes y comunicaciones. Mc. Graw Hill.
- KINNEAR, Thomas. Procesos de Investigación. Mc. Graw Hill.
- RICO, David F. SEI level 2, 3, 4 & 5 Policies & Procedures. 2002.
- STALLINGS, William. Comunicación y redes de computadores. Prentice Hall. 1998.
- TANENBAUM, Andrew S. Structured Computer Organization, 3era Edición, Prentice-Hall, 1990.
- VISCONTI, Marcello et al. Estado de la práctica de los procesos de documentación y aseguramiento de la calidad de software. Valparaíso: Universidad Técnica Federico Santa María, Departamento de Informática. 1997.
- ZUBROW, David et al. Maturity Questionnaire. Pittsburg: Software Engineering Institute. 1994.

PAGINAS WEB RECOMENDADAS

- http://www.dc.uba.ar/people/proyinv/cso/al_tr.html#orga
- <http://www.rad.com.la> Web site de RAD data communications América Latina
- <http://www.ietf.com> Web site de la Internet Engineering Task Force
- <http://www.hp.com> Web site de la Empresa Hewlett Packard
- <http://www.ibm.com> Web site de la Empresa IBM
- <http://www.siemens.com> Web site de la Empresa Siemens
- <http://www.cisco.com> Web site de la Empresa CISCO
- <http://www.sagem.com> Web site de la Empresa Sagem
- <http://www.lasalle.edu.co> Web site de la Universidad La Salle
- <http://www.google.com> Motor de búsqueda de información
- <http://www.yahoo.com> Motor de búsqueda de información
- <http://www.altavista.com> Motor de búsqueda de información
- <http://msm.com> Motor de búsqueda de información
- <http://www.wikipedia.com> Motor de búsqueda de información
- <http://www.elprisma.com> Motor de búsqueda de información
- <http://www.davidfrico.com> Motor de búsqueda de información
- <http://www.mrtg.org> Motor de búsqueda de información
- <http://www.networkmagazine.com> Motor de búsqueda de información

A N E X O S

ANEXO A

COMPUERTAS XOR COMPUERTAS LÓGICAS

La combinación de transistores forman las compuertas lógicas, existen las compuertas NOT (NO), OR(O), AND (Y), XOR. Una combinación de compuertas lógicas forma una matriz llamada semisumador que es la unión de una compuerta XOR y una compuerta AND. La idea fue construir todos los circuitos a partir de componentes más primitivos. Los componentes más básicos considerados fueron las compuertas lógicas AND, NOT, OR, NOR y XOR (las últimas dos compuertas fueron derivadas de las tres primeras).

AND: Realiza la operación booleana del mismo nombre sobre dos variables.

NOT: Esta operación es unaria, por lo tanto sólo se le pasa una variable.

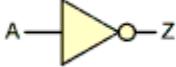
OR: Equivalente a la compuerta AND, pero realiza la operación booleana OR.

NOR: Equivalente a la compuerta OR, pero el resultado es la negación de dicha compuerta. En la práctica, fue implementada mediante un OR a cuyo resultado se le aplica un NOT.

XOR: El "o exclusivo" fue implementado mediante el uso de compuertas AND y OR.

Todos los componentes arrojan una señal de salida, pero pueden recibir una o dos señales de entrada. En general, se los llama "compuertas" (en inglés, *gates*). Las compuertas se construyen con resistores, transistores, diodos, etc., conectados de manera que se obtengan ciertas salidas cuando las entradas adoptan determinados valores. Los circuitos integrados actuales tienen miles de compuertas lógicas.

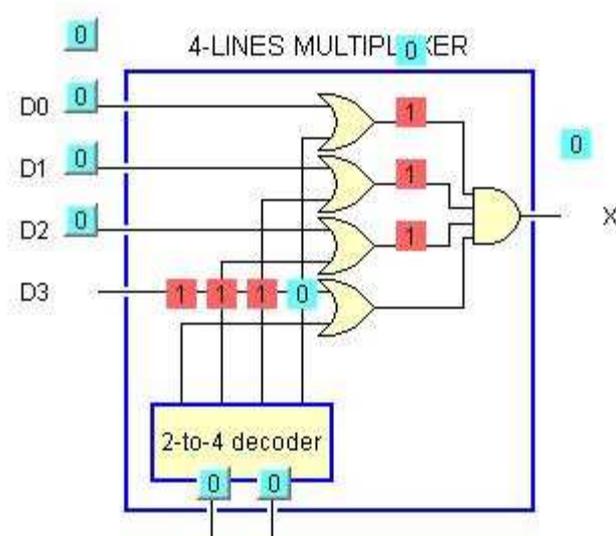
En el cuadro siguiente se presenta la lista completa de los componentes de los circuitos lógicos. (En letras negritas están los nombres en castellano y en letras normales los nombres en inglés.)

CONECTOR/COMPUERTA, ENTRADA(S), SALIDA CONNECTOR/GATE, INPUT(S), OUTPUT	NOMBRE NAME	TABLA DE VERDAD TRUTH TABLE															
	AMORTIGUADOR BUFFER	<table border="1"> <thead> <tr> <th>A</th> <th>Z</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>	A	Z	0	0	1	1									
A	Z																
0	0																
1	1																
	Y AND	<table border="1"> <thead> <tr> <th>A</th> <th>B</th> <th>Z</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>	A	B	Z	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1
A	B	Z															
0	0	0															
1	0	0															
0	1	0															
1	1	1															
	O (O, en sentido inclusivo) OR	<table border="1"> <thead> <tr> <th>A</th> <th>B</th> <th>Z</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>	A	B	Z	0	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1
A	B	Z															
0	0	0															
1	0	1															
0	1	1															
1	1	1															
	OE (O, en sentido exclusivo) XOR (EXCLUSIVE-OR)	<table border="1"> <thead> <tr> <th>A</th> <th>B</th> <th>Z</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>	A	B	Z	0	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	0
A	B	Z															
0	0	0															
1	0	1															
0	1	1															
1	1	0															
	N, NEG o INVERSOR NOT or INVERTER	<table border="1"> <thead> <tr> <th>A</th> <th>Z</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>	A	Z	0	1	1	0									
A	Z																
0	1																
1	0																
	NY (N Y) NAND (NOT AND)	<table border="1"> <thead> <tr> <th>A</th> <th>B</th> <th>Z</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>	A	B	Z	0	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0
A	B	Z															
0	0	1															
1	0	1															
0	1	1															
1	1	0															
	NO (N O) NOR (NOT OR)	<table border="1"> <thead> <tr> <th>A</th> <th>B</th> <th>Z</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>	A	B	Z	0	0	1	1	0	0	0	1	0	1	1	0
A	B	Z															
0	0	1															
1	0	0															
0	1	0															
1	1	0															
	NOE (N OE) NXOR (NOT EXCLUSIVE-OR)	<table border="1"> <thead> <tr> <th>A</th> <th>B</th> <th>Z</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>	A	B	Z	0	0	1	1	0	0	0	1	0	1	1	1
A	B	Z															
0	0	1															
1	0	0															
0	1	0															
1	1	1															

De la asociación de componentes resultan elementos más complejos que ya no se llaman "componentes" sino, por ejemplo: "sumadores" (adders); "decodificadores" (decoders); "multiplexores" (multiplexers); "memorias" (memories); "microprocesadores" (microprocessors). Para representar un

circuito lógico se pueden emplear símbolos para componentes (básicos y combinados) y elementos complejos, pero siempre esa representación se puede reducir a otra que sólo incluya los componentes básicos.

Grafica de un Circuito Multiplexor de Cuatro Líneas



MULTIPLEXOR

El propósito de este circuito es detectar si alguna de las líneas que recibe como entrada está prendida o apagada, ignorando totalmente a las demás. Este modelo puede usarse para construir multiplexores de diversos tamaños, teniendo como única restricción los problemas que puedan llegar a ocurrir con la memoria dinámica. Para calcular la respuesta hay que determinar qué valores de las líneas de control llegan a cada compuerta AND; más precisamente si llega el valor de cierta línea de control o su valor negado.

Si se enumera a las líneas de control de 0 a n-1 (donde 0 es la línea de control perteneciente al bit menos significativo y n-1 la correspondiente al más significativo), la entrada de control j deberá ir en el i-ésimo AND sólo si el cociente de dividir a i sobre 2^j es impar; en caso de ser par deberá ir la negación de la entrada de control j. (NOTA: i comienza desde cero). Como última acción en esta función lo que se hace es calcular en la variable salida el valor OR de todas las salidas de los ANDs anteriores.

ANEXO B

FILTROS Y OSCILADORES

Casi todos los sistemas de comunicación emplean filtros. Un filtro deja pasar una banda de frecuencia mientras rechaza otras. Los filtros pueden ser pasivos o activos. Los filtros pasivos se constituyen con resistencias, condensadores y autoinductores. Se usan generalmente por encima de 1MHz, no tienen ganancia en potencia y son relativamente difíciles de sintonizar. Los filtros activos se construyen con resistencias, condensadores y amplificadores operacionales. Se usan por debajo de 1MHz, tienen ganancia en potencia y son relativamente fáciles de sintonizar.

Los filtros pueden separar las señales deseadas de las no deseadas

RESPUESTA IDEAL

La respuesta en frecuencia de un filtro es la gráfica de su ganancia en tensión frente a la frecuencia, hay cinco tipos de filtros: pasa bajo, pasa alto, pasa banda, banda eliminada y pasa todo.

FILTRO PASA ALTAS

Este tipo de filtro elimina todas las frecuencias desde cero hasta la frecuencia de corte y permite el paso de todas las frecuencias por encima de la frecuencia de corte. Con un filtro pasa alto, las frecuencias entre cero y la frecuencia de corte son la banda eliminada. Las frecuencias por encima de la de corte son la banda pasante. Un filtro ideal pasa alto tiene una atenuación infinita en la banda eliminada, atenuación cero en la banda pasante y una transición vertical



FILTRO PASA BANDA

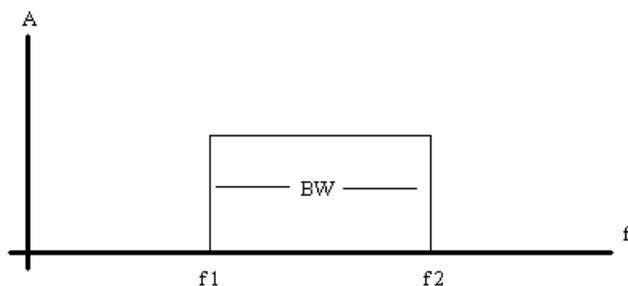
Un filtro pasa banda es útil cuando se quiere sintonizar una señal de radio o televisión. También se utiliza en equipos de comunicación telefónica para separar las diferentes conversaciones que simultáneamente se transmiten sobre un mismo medio de comunicación.

La respuesta ideal elimina todas las frecuencias desde cero a la frecuencia de corte inferior, permite pasar todas aquellas que están entre la frecuencia de corte inferior y la frecuencia de corte superior y elimina todas las frecuencias por encima de la frecuencia de corte superior.

En estos filtros, la banda pasante la forman todas las frecuencias que están entre la frecuencia inferior de corte y la frecuencia superior de corte. Las frecuencias por debajo de la frecuencia inferior de corte y por encima de la frecuencia superior de corte son la banda eliminada. En un filtro pasa banda ideal, la atenuación en la banda pasante es cero, la atenuación es infinita en la banda eliminada y las dos transiciones son verticales.

El ancho de banda (BW; bandwidth) de un filtro pasa banda es la diferencia entre las frecuencias superior e inferior de corte:

$$Bw = f2 - f1$$



RESPUESTA IDEAL DE UN FILTRO PASA BANDA

La frecuencia central se representa por f_0 y viene dada por la media geométrica de las dos frecuencias de corte.

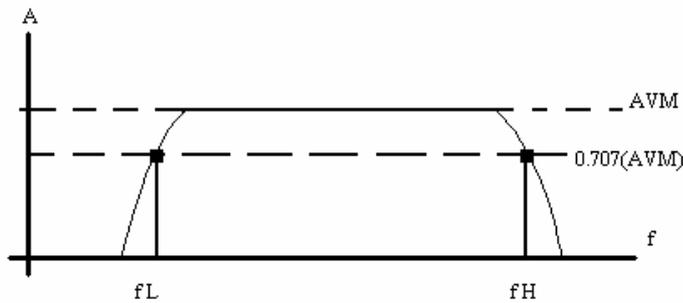
El factor Q de un filtro pasa banda se define como la frecuencia central dividida entre el ancho de banda:

Cuando Q es mayor que 10, la frecuencia central es aproximadamente la media aritmética de las frecuencias de corte:

Si Q es menor que 1, el filtro pasa banda se llama filtro de banda estrecha. Si Q es mayor que 1, se le denomina filtro de banda ancha.

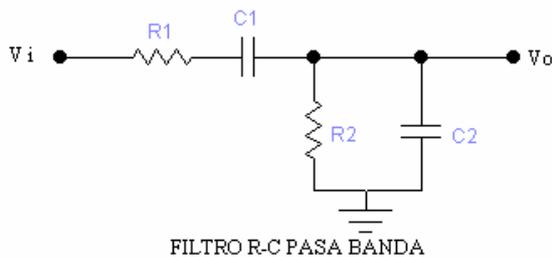
RESPUESTA EN FRECUENCIA DEL CIRCUITO PASA ALTAS (DIAGRAMA DE BODE)

Se le conoce como AVM a la ganancia en voltaje en la banda media de un filtro pasa banda

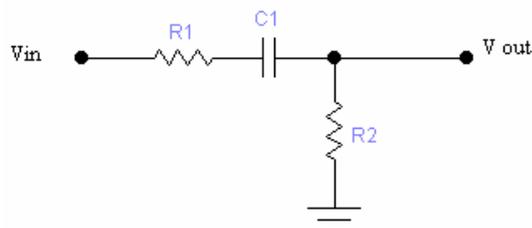


Donde AVM es la Amplitud Máxima de Voltaje, f_L es la frecuencia de corte inferior y f_H es la frecuencia de corte superior.

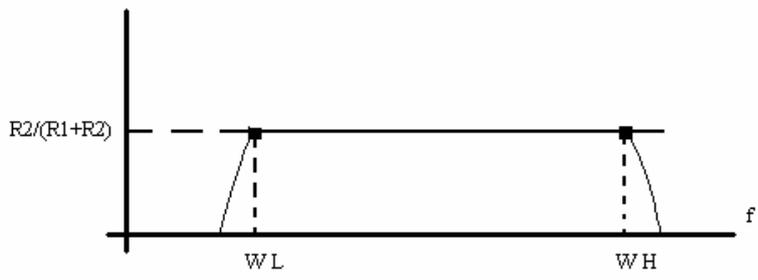
FILTRO R-C PASA BANDA (Elementos pasivos).



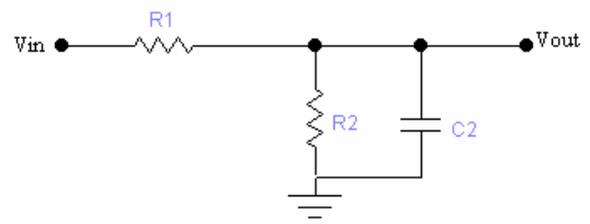
El filtro formado por R_1 y C_1 es un circuito pasa altas, mientras que el filtro formado por el paralelo de R_2 y C_2 , es un circuito pasa bajas, cuyo comportamiento es el siguiente:



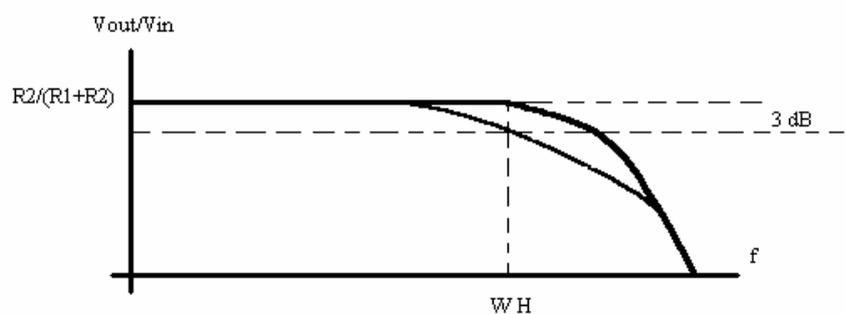
Al elemento S del numerador en el último miembro de la ecuación se le conoce como cero y es igual a 20dB, a el elemento S del denominador de el último miembro de la ecuación, se le conoce como polo y es igual a -20dB.



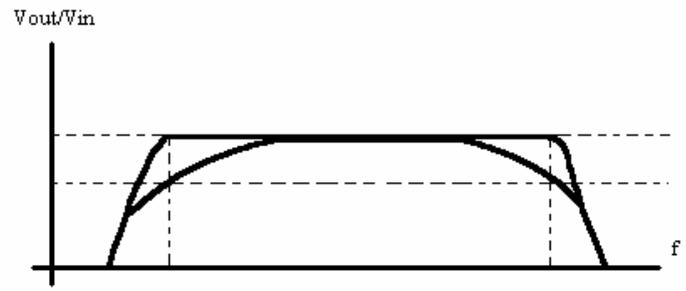
El segundo filtro formado por R2 y C2, es un circuito pasa bajas, en altas frecuencias, el C1 se encuentra en corto circuito, por lo que su comportamiento es:



$T f = C2$ (constante de tiempo)
 Frecuencia de corte superior = $2 \pi f_h$
 f_h = Frecuencia de corte superior



ANÁLISIS DE FILTRO PASA BANDA



$FH - FL$ = Ancho de banda del circuito

OSCILADORES

Oscilador LC

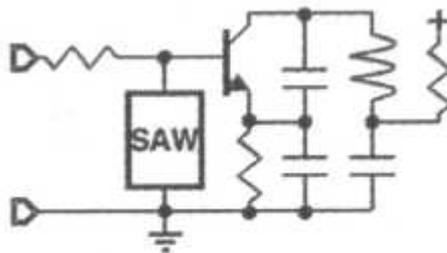
Es la forma más sencilla de generación y usualmente se basa en un simple transistor más componentes discretos configurado como oscilador, donde la modulación ASK se obtiene conmutando al transistor entre una polarización activa -donde oscila- o de corte. Si bien suele ser la solución más económica, la frecuencia generada debe ser ajustada manualmente en producción, y durante el tiempo de vida del equipamiento cambia continuamente ya sea por causas térmicas, humedad, envejecimiento, golpes, etc. Esta "dispersión" de la frecuencia emitida obliga a que los receptores deban ser poco selectivos, con lo que la calidad del enlace es regular a mala; y además, un transmisor de este tipo es difícilmente homologable en la mayoría de los países. Para aplicaciones FSK suele ponerse un diodo varactor (o "varicap") en el circuito resonante, y al variar la polaridad en inversa del varicap éste varía su capacidad y con ello la frecuencia.

Oscilador basados en cristal o en resonadores cerámicos

También basados en un transistor tienen la ventaja de la estabilidad del cristal o resonador. Como desventajas puede mencionarse que es difícil fabricar masivamente osciladores a cristal en frecuencias de más de 30 MHz, y muchísimo más en más de 100 MHz, y que el elevado tiempo de arranque de oscilación de un oscilador de este tipo limita seriamente el máximo régimen de datos (bitrate) obtenible en aplicaciones COK. Como alternativa válida a los cristales, más económica aunque menos precisa y estable, están los resonadores cerámicos, algunos de los cuales incluyen dentro de su encapsulado los capacitores necesarios para configurar el circuito resonante. Los cristales y resonadores cerámicos también son usados como filtros en muchos circuitos de receptores.

Osciladores basados en resonadores SAW:

Estos resonadores son manufacturables para hacer osciladores simples que usan sólo un transistor y que operan en frecuencias elevadas, de hasta casi 1 GHz. La precisión y estabilidad de su frecuencia de oscilación es algo peor que la de un cristal, pero suele ser suficiente para gran parte de las aplicaciones ASK simples. Son muy usados en enlaces SRD, tanto para generar la portadora en transmisores OOK como el de la figura como para filtrar señales de entrada al receptor.



Oscilador basado en resonadores SAW
Ing. Guillermo Jaquenod, www.elkonet.com

ANEXO C

SDH – PDH – STM

PDH (Jerarquía Digital Plesiocrona)

La palabra plesiocrona significa que las frecuencias de reloj del sistema, aunque nominalmente son iguales, pueden diferir en un entorno normalizado causando que los flujos a multiplexar (tributarios) se adelanten o atrasen, siendo necesario recurrir a un proceso conocido en la literatura como justificación. Esto hace más compleja la extracción de tributarios de bajo nivel en una trama superior. En norma de Europa las velocidades son aproximadamente 2, 8, 34 y 140 Mbps para los flujos E1, E2, E3 y E4 respectivamente

Desventajas de PDH

En PDH para las interfaces eléctricas solo existen códigos regionales, en lugar de estándares internacionales. La jerarquía de señal digital PDH presente hoy en día tiene tres niveles de velocidad: serie Europea, serie Norte Americana y la serie Japonesa. Cada una de ellas tiene diferentes niveles de velocidad de las interfaces eléctricas, diferentes estructuras de trama y diferentes métodos de multiplexación dificultando la interconexión internacional.

Tampoco existe en PDH un estándar para las Interfaces de Línea Óptica, cada fabricante usa sus propios códigos de línea para el control de la transmisión. Debido a que los fabricantes adicionan diferentes códigos redundantes a los códigos de información durante la codificación de línea con el objetivo de monitorear la línea, los patrones de código de las interfaces ópticas y las velocidades del mismo nivel de velocidad empleados por diferentes fabricantes son diferentes. Por lo que los equipos en los dos terminales de la línea de transmisión deben ser provistos por el mismo fabricante. Esto causa dificultad en la gestión e interconexión de la red.

En los Sistemas PDH, solo las velocidades de señal de 1.5Mbit/s y 2Mbit/s son sincrónicas todas las otras señales son asincrónicas y requieren de un proceso de justificación de velocidad para macar y adaptar las diferencias de reloj. Como PDH adopta el método de Multiplexación asincrónico, la localización de las señales de baja velocidad cuando son multiplexadas en señales de mayor velocidad no ocupan una posición fija.

SDH (Jerarquía Digital Sincrona)

En 1988, el CCITT, basado en la primera parte de la norma SONET, elaboró la llamada SDH (Synchronous Digital Hierarchy, Jerarquía Digital Sincrónica) con el mismo principio demultiplexado sincrónico y capacidad de reserva.

La existencia de diversas jerarquías digitales (la Europea y la Americana), hacen que cuando el tráfico sobrepasa las fronteras nacionales, haya necesidad de efectuar conversiones generalmente costosas para llevar la señal a otro país. Esto y las desventajas de PDH forzaron a crear una jerarquía digital que proporcionara un standard mundial unificado que a su vez ayude a que la administración de la red sea mas efectiva y económica. Además satisface las demandas de nuevos servicios y más capacidad de transmisión, por parte de los usuarios. SDH se ha convertido en un standard mundial que ofrece un método de multiplexación sincrónica.

La primera jerarquía de velocidad sincrónica fue definida como STM-1 (Synchronous Transport Module, Módulo de Transporte Sincrónico) de 155.52 Mb/s. Este valor coincide con el triple de STS-1 de la red SONET ($3 \times 51.84 \text{ Mb/s} = 155.52 \text{ Mb/s}$).

Los siguientes niveles se obtienen como $N \times \text{STM-1}$, habiendo definido el CCITT el $4 \times \text{STM-1} = 622.08 \text{ Mb/s}$ y $16 \times \text{STM-1} = 2488.32 \text{ Mb/s}$ (aproximadamente 2.5 Gb/s)⁷, encontrándose en discusión sistemas STM-8, STM-12 y STM-64 (10 Gbits/s).

Todas las señales, de cualquier jerarquía y origen, deben poder acomodarse a la estructura sincrónica del STM-1.

Características de SDH

- Velocidad básica 155Mb/s (STM-1)
- Técnica de multiplexado a través de punteros
- Estructura modular: A partir de la velocidad básica se obtienen velocidades superiores de multiplexando byte por byte, varias señales STM-1. Las velocidades multiplexadas, a diferencia de PDH, son múltiplos enteros de la velocidad básica.
- A través del puntero, se puede acceder a cualquier canal de 2Mb/s.
- Posee gran cantidad de canales de overhead que son utilizados para supervisión, gestión, y control de la red.
- Nuevas topologías de red especialmente en la parte de acceso.
- Acceso directo a afluentes de baja velocidad sin tener que demultiplexar toda la señal que viene a alta velocidad, como ocurre con la PDH actual.
- Facilidad de multiplexación y demultiplexación.
- Mejor capacidad de operación, administración y mantenimiento.
- Adopción de canales auxiliares estandarizados.
- Estandarización de interfaces.
- Fácil crecimiento hacia velocidades mayores, en la medida que lo requiera la red.
- Implementación de sistemas con estructura flexible que pueden ser utilizados para construir nuevas redes (incluyendo LAN, MAN, ISDN).

STM (Modo de Transmisión Sincrónica)

El STM (Synchronous Transport Module) es usado en las redes de telecomunicaciones para transmitir paquetes de datos y voz a lo largo de grandes distancias. La red se basa en la tecnología de conmutadores donde una conexión se establece entre dos puntos antes de que empiece la transmisión de datos. De esta forma, los puntos finales localizan y reservan un ancho de banda para toda la conexión.

ESTRUCTURA DE LA TRAMA STM-1

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

A estos contenedores se les añade una información adicional denominada tara de trayecto (Path overhead), que son Bytes utilizados con fines de mantenimiento de la red, dando lugar a la formación de los denominados contenedores virtuales (VC). El resultado de la multiplexación es una trama formada por 9 filas de 270 octetos cada fila (270 columnas de 9 octetos). La transmisión se realiza bit a bit en el sentido de izquierda a derecha y de arriba abajo. La trama se transmite a razón de 8000 veces por segundo (cada trama se transmite en 125 μ s). Por lo tanto el régimen binario (Rb) para cada uno de los niveles es:

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

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

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

De las 270 columnas que forman la trama STM-1 las 9 primeras forman la denominada tara (Overhead), independiente de la tara de trayecto de los contenedores virtuales antes mencionados, mientras que las 261 restantes constituyen la carga útil (Payload).

En la tara están contenidos Bytes para alineamiento de trama, control de errores, canales de operación y mantenimiento de la red y los punteros, que indican el comienzo del primer octeto de cada contenedor virtual.

ANEXO D

HERRAMIENTA NETCOOL

Gestión de fallos en tiempo real para proveedores de servicio y empresas Gestión de fallos en tiempo real Netcool

La gestión de fallos proactiva permite a los proveedores de servicio y a las empresas disfrutar de una disponibilidad continua de sus servicios basados en red. Debido a que la infraestructura de red se ha convertido en un aspecto fundamental para la prestación de servicios empresariales, las organizaciones precisan de soluciones rápidas para los fallos que se produzcan en la red.

La suite de aplicaciones Netcool de Micromuse permite que los proveedores de servicio controlen en tiempo real los fallos que se produzcan en las redes. De este modo, los operadores de los centros de operaciones de redes podrán hacer frente a los problemas antes de que éstos provoquen interrupciones del servicio. La aplicación Netcool/OMNIBus versión 3.4, que se lanzó en octubre de 1999, es una aplicación de garantía de servicio y gestión de fallos de categoría de grandes operadores.

Recopila y consolida información de manera inmediata en tiempo real en forma de alertas, alarmas y eventos, procedentes de más de 300 entornos de red y presenta dicha información con un formato útil e intuitivo, en el que basta con sólo señalar y hacer clic. Todo ello permite que los operadores gestionen de manera proactiva toda la infraestructura de prestación de servicios de la empresa.

Acerca de Netcool/Omnibus

La aplicación Netcool/OMNIBus se diseñó para proveedores de servicio de TI, como: operadores de comunicaciones locales y a larga distancia, proveedores

de servicio de telefonía móvil, proveedores de servicio de Internet, operadores de televisión por cable y corporaciones.

La aplicación Netcool/OMNIbus recopila información de estado y de fallos de diversos dispositivos de red y entornos de gestión. Entre éstos se incluyen los servidores, los grandes sistemas (mainframes), los sistemas NT, las aplicaciones UNIX, los conmutadores de circuitos, los conmutadores de voz, los routers IP, los dispositivos SNMP, las aplicaciones y los frameworks de gestión de redes, entre otros. Además de obtener nombres de host y direcciones IP, puede enriquecer los eventos de red con otros atributos significativos. De este modo, los eventos se pueden gestionar, además de desde una perspectiva de red, desde un punto de vista empresarial y de funcionamiento. Con la aplicación Netcool/OMNIbus los resultados son visibles muy pronto, su implantación es muy rápida, lo cual permite obtener un rápido retorno de la inversión. Su arquitectura distribuida permite que los operadores de red hagan ellos mismos en tiempo real la personalización de las vistas de los diferentes servicios prestados. Basada en una arquitectura abierta, de cliente-servidor, la suite Netcool es compatible con UNIX, Windows NT y los navegadores Web. Los recopiladores de datos fundamentales son unos conjuntos código que casi no necesitan recursos de máquina Netcool Probes & Monitors™ (Sondas y Monitores Netcool), cuya función consiste en recopilar mensajes de error de toda la red y enviarlos a Netcool ObjectServer para su filtrado.

Elementos y componentes de Netcool/Ómnibus

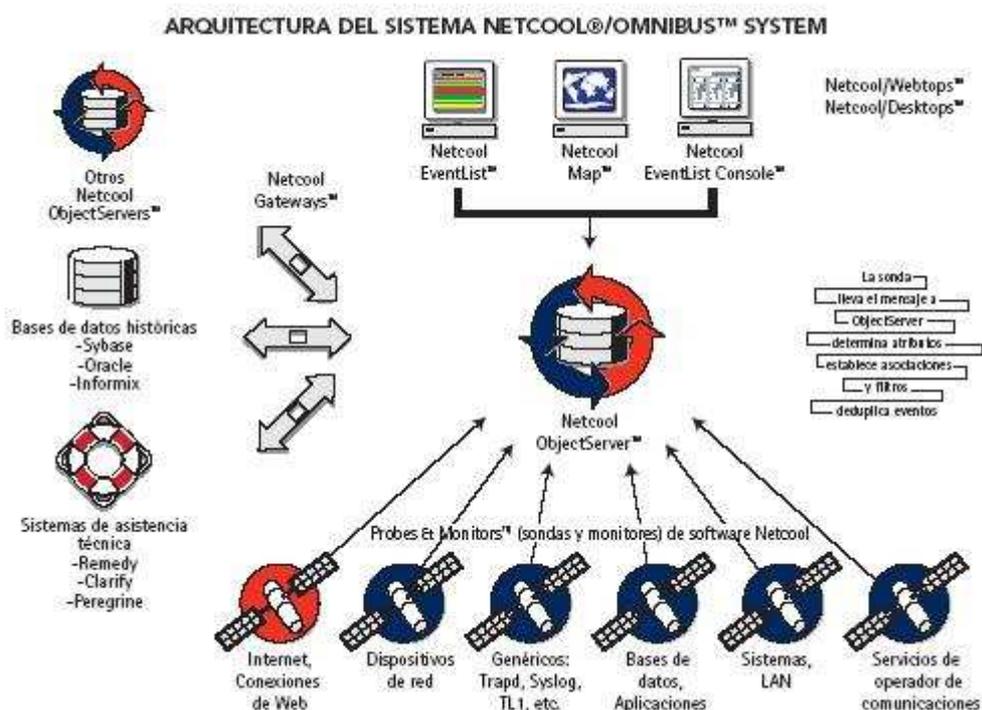
NETCOOL OBJECTSERVER™ es el componente principal de Netcool/OMNIbus. Se trata de una base de datos residente en memoria que recopila fallos procedentes de toda la infraestructura de la red. Permite que los operadores creen filtros y vistas que muestren la disponibilidad de los servicios basados en red.

NETCOOL OBJECTSERVER™ - Base de datos residente en memoria, optimizada para recopilar eventos y diseñar filtros y vistas, y que proporciona las funciones principales de procesamiento de la suite Netcool.

NETCOOL PROBES™ - Grandes conjuntos de código pasivos que recopilan datos procedentes de más de 300 fuentes de datos de gestión. Los datos recopilados se filtran, almacenan, visualizan y se manipulan en Netcool ObjectServer.

NETCOOL MONITORS™ - Aplicaciones que requieren muy pocos recursos de máquina que actúan como usuarios de aplicaciones de red o de servicios de Internet y que realizan comprobaciones periódicas de que los servicios están disponibles para ser utilizados.

NETCOOL DESKTOPS™ - Una suite de herramientas gráficas para los operadores que se pueden utilizar con X Windows, Windows NT o Java, y que proporcionan la interfaz para personalizar vistas de servicio y filtros.



APLICACIONES NETCOOL

LA SUITE NETCOOL/INTERNET SERVICE MONITORS™

(Netcool/ISMs™)

Proporciona información en tiempo real en Internet sobre la disponibilidad en 18 protocolos de Internet y aplicaciones, mediante una comprobación periódica de que todos los servicios están disponibles para ser utilizados. Esta información de tiempo de respuesta y estado es inestimable para las organizaciones de alojamiento de Webs e Internet y sus clientes.

LA APLICACIÓN NETCOOL/IMPACT™

Determina de qué modo afectarán los fallos recopilados por Netcool/OMNibus a los procesos empresariales basados en TI, a los servicios basados en red, o a cualquier sistema generador de ingresos de la infraestructura de red.

LA APLICACIÓN NETCOOL/FIREWALL™

Recopila información de seguridad del software de Check Point FireWall-1 y de las plataformas de firewall PIX de Cisco Systems. Al permitir que los eventos de seguridad se visualicen de manera conjunta en vistas concretas específicas de servidor, la aplicación Netcool/Firewall reduce los riesgos asociados con las operaciones realizadas en entornos informáticos seguros.

LA APLICACIÓN NETCOOL/VISIONARY™

Examina el interior de los dispositivos de red para determinar por qué se produjo un fallo y, a continuación, ofrece sugerencias para solucionar el problema.

La información Netcool/Visionary se visualiza en una tabla “Summary” situada junto a la información de estado de dispositivo en la lista de eventos Netcool EventList

LA APLICACIÓN NETCOOL/PRECISION™

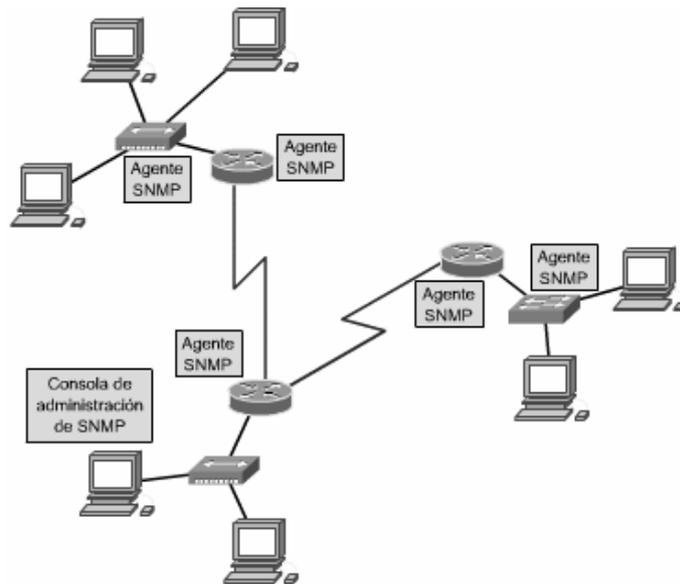
Determina la ubicación precisa de problemas de red en conmutadores y routers hasta el nivel del puerto y de la ranura. La tecnología patentada “Network Slice” de la aplicación proporciona trace routes (trazados de ruta) precisos utilizando datos recopilados de los dispositivos de la Capa 2 y la Capa 3.

ANEXO E

SNMP

Protocolo de administración de red simple

SNMP (Simple Network Management Protocol) es un protocolo que permite que la administración transmita datos estadísticos a través de la red a una consola de administración central. SNMP es un componente de la Arquitectura de Administración de Red. La Arquitectura de Administración de Red se compone de cuatro componentes principales.



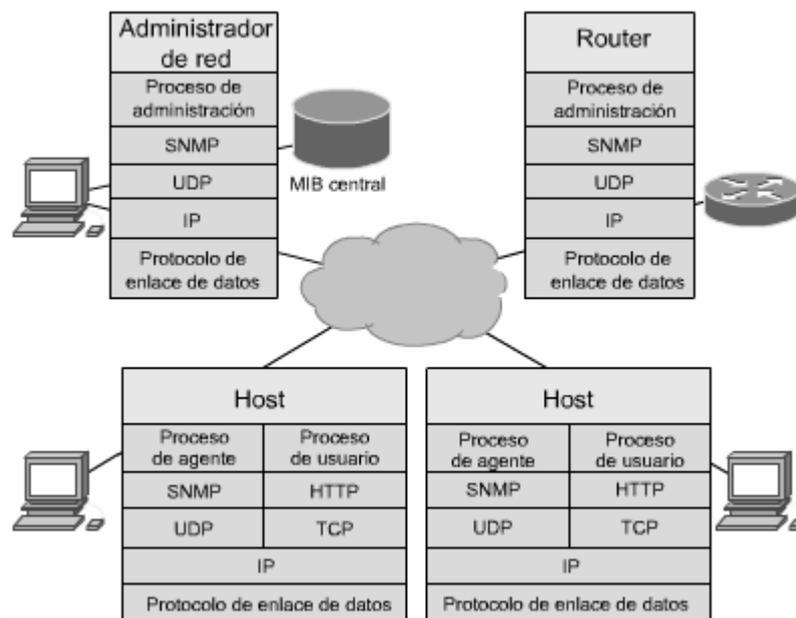
1. Estación de administración:

La estación de administración es la interfaz del administrador de red al sistema de red. Posee los programas para manipular los datos y controlar la red. La estación de administración también mantiene una base de datos de información de administración (MIB) extraída de los dispositivos bajo su administración.

2. Agente de administración:

El agente de administración es el componente incluido en los dispositivos que se deben administrar. Puentes, routers, switches y multiplexores pueden contener agentes SNMP que les permitan ser controlados por la estación de administración. El agente de administración responde a la estación de administración de dos maneras. En primer lugar, mediante sondeo, la estación de administración requiere datos desde el agente y el agente responde con los datos solicitados. La captura es un método de recopilación de datos diseñado para reducir el tráfico en la red y el procesamiento en los dispositivos que se controlan. En lugar de que la estación de administración haga un sondeo a los agentes a intervalos específicos continuamente, se establecen umbrales (límites superiores o inferiores) en el dispositivo administrado. Si se supera este umbral en el dispositivo, el dispositivo administrado envía un mensaje de alerta a la estación de administración.

Esto elimina la necesidad de realizar sondeos continuos de todos los dispositivos administrados en la red. La captura es muy ventajosa en las redes que incluyen una gran cantidad de dispositivos que necesitan administrarse. Reduce la cantidad de tráfico SNMP en la red para proporcionar mayor ancho de banda para la transferencia de datos.



3. Base de información de administración:

La base de información de administración tiene una estructura de base de datos y reside en cada dispositivo administrado. La base de datos contiene una serie de objetos, que son datos sobre recursos reunidos en el dispositivo administrado. Algunas de las categorías en el MIB incluyen datos de interfaz de puerto, datos de TCP y datos de ICMP.

4. Protocolo de administración de red:

El protocolo de administración de red utilizado es SNMP. SNMP es un protocolo de capa de aplicación diseñado para comunicar datos entre la consola de administración y el agente de administración. Tiene tres capacidades clave. La capacidad para OBTENER, que implica que la consola de administración recupera datos del agente, COLOCAR, que implica que la consola de administración establece los valores de los objetos en el agente, y CAPTURAR, que implica que el agente notifica a la consola de administración acerca de los sucesos de importancia.

La palabra clave que se debe recordar con respecto al Protocolo de Administración de Red Simple es "Simple". En el momento en que se desarrolló SNMP, se diseñó para ser un sistema a corto plazo que eventualmente se reemplazaría. Pero, tal como ocurre con TCP/IP, se ha transformado en uno de los estándares principales en las configuraciones de administración de Internet-redes internas. En los últimos años, se han agregado mejoras a SNMP, a fin de expandir sus capacidades de monitoreo y administración. Una de las mejoras principales de SNMP se denomina Monitoreo Remoto (RMON). Las extensiones de RMON a SNMP brindan la capacidad para observar la red como un todo, en contraste con el análisis de dispositivos individuales.

ANEXO E

ANIMACION DIDACTICA SOBRE EL SISTEMA MULTIPLEXOR

Se anexa un CD con una animación para uso como herramienta didáctica para las materias de Telemática 1 y 2. Teniendo en cuenta que no es una aplicación o paquete de software desarrollado con alguna metodología y objetivo en específico; simplemente es una ayuda visual para entender el funcionamiento de un nodo multiplexor y que registra un video de una visita técnica al nodo de Telefónica Data.