

**MIGRACION DE PLATAFORMA FRAME RELAY A REDES ETHERNET DEL
ISP SYNAPSIS**

ANDRÉS FELIPE COLLAZOS PERDOMO

**UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
FACULTAD DE INGENIERÍA DE TELECOMUNICACIONES
BOGOTÁ
2014**

**MIGRACION DE PLATAFORMA FRAME RELAY A REDES ETHERNET DEL
ISP SYNAPSIS**

**Presentado Por:
ANDRÉS FELIPE COLLAZOS PERDOMO
CODIGO: 2063252**

**Proyecto de Pasantía para optar por el Título de Ingeniero de
Telecomunicaciones
(Monografía)**

**Dirigido por:
ING. CARLOS ENRIQUE MONTENEGRO**

**UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
FACULTAD DE INGENIERÍA DE TELECOMUNICACIONES
BOGOTÁ
2014**

RECTOR GENERAL

Padre Carlos Mario Álzate Montes, O.P.

VICERRECTOR ADMINISTRATIVO Y FINANCIERO GENERAL

Padre Diego Orlando Serna, O.P.

VICERRECTOR ACADÉMICO GENERAL

Padre Eduardo Gonzales Gil, O.P.

SECRETARIO GENERAL

Doctor Héctor Fabio Jaramillo Santamaría

DECANO DIVISIÓN DE INGENIERÍAS

Padre José Díaz Camacho, O.P.

SECRETARIA DE DIVISIÓN

E. C. Myriam Gómez Colmenares

DECANO FACULTAD DE INGENIERÍA DE TELECOMUNICACIONES

Ingeniero Miguel Eugenio Arias Flórez

Nota de aceptación

Firma Ingeniero. Carlos Enrique Montenegro
Tutor Asignado

Firma del Jurado

Firma de Jurado

Fecha

ADVERTENCIA

La Universidad Santo Tomás no se hace responsable de las opiniones y conceptos expresados por el autor (es) del trabajo de grado, sólo velará porque no se publique nada contrario al dogma ni a la moral católica y porque el trabajo no tenga ataques personales y únicamente se vea el anhelo de buscar la verdad científica.

Capítulo III –Art. 46 del Reglamento de la Universidad Santo Tomás.

AGRADECIMIENTOS

El poder realizar esta monografía es el final de todas las experiencias y enseñanzas recopiladas a través del paso por la Universidad Santo Tomás y las prácticas realizadas en el área de Ingeniería de Telecomunicaciones, este camino se vio influenciado por todas las personas que me acompañaron y apoyaron durante estos años. Por eso es mi deber agradecer a todos los que me acompañaron en este arduo camino.

Quiero agradecer a Dios por haberme dado la fortaleza para poder enfrentar todos los obstáculos que se me presentaron en este recorrido y acompañarme en todos los momentos de este camino, debido a las situaciones que tenía que sortear y otorgarme el discernimiento para elegir el mejor andar para poder llegar a la meta.

Agradezco a mi padre José María Collazos y a mis hermanas, ya que ellos siempre estuvieron a mi lado apoyándome, guiándome y transmitiéndome su fortaleza en el camino a convertirme en Ingeniero de Telecomunicaciones; además de por creer en mí y apoyarme en los momentos en los que por distintos motivos mi fe se debilitaba e impulsarme a seguir adelante, demostrándome que un camino sin inconvenientes no vale la pena recorrerlo; por este motivo este logro va especialmente dedicado a ustedes.

A mis profesores de la Universidad Santo Tomás, que me enseñaron que más importante que formar a un ingeniero era formar una persona íntegra, con toda la actitud de hacer el bien con lo aprendido. Quiero resaltar la labor del ingeniero Carlos Montenegro ya que me apoyo y guio casi en la totalidad de la carrera además fue el guía para poder culminar este proceso que termina. También al ingeniero Víctor Castro que con sus enseñanzas y exigencias aprendí que siempre se puede dar más y que el único límite es el que uno mismo se propone.

No por ser los últimos son menos importantes, quiero agradecer a todos mis compañeros y amigos que obtuve en el transcurso de este camino con los que viví tantas experiencias, los que fueron mis cómplices en toda esta travesía, de los cuales aprendí muchas cosas no solo profesionalmente sino para la vida; de verdad muchas gracias por entrar a formar parte de mi historia.

A Synapsis Colombia, por darme la oportunidad de realizar mi práctica y demostrar lo aprendido durante todo este proceso, a los ingenieros de proyectos por transmitirme su conocimiento y enseñarme a enfrentar el mundo laboral del cual espero ser un buen profesional y cumplir todas las expectativas depositadas en mí.

A todos muchas gracias.

RESUMEN

En este documento se plasma la información obtenida del estudio de una solución para migrar la plataforma Frame Relay a la red Ethernet con la que cuenta actualmente la compañía Synapsis S.A.S, sin alterar las características de los enlaces que esta soporta además de cumplir con los requerimientos de los usuarios de este servicio.

A lo largo de este documento se hará el desarrollo de una solución específica para cada una de las configuraciones que actualmente están soportadas sobre la plataforma Frame Relay, teniendo como marco de referencia los recursos con los que cuenta la compañía y los niveles de afectación que se podrían generar de cara a la compañía en cuanto a su Core y al cliente en cuanto al QoS y la estabilidad del servicio que es ofrecido por Synapsis S.A.S.

En la parte final de este documento se plantean las conclusiones basadas en toda la información recopilada, compilando todos los resultados y mostrando la viabilidad de las soluciones propuestas.

Palabras Clave

Frame Relay, Ethernet, Migración, Core, QoS, Recursos, Soluciones.

ABSTRACT

In this document the information obtained from the study of a plasma solution to migrate the Frame Relay to Ethernet platform with which the company currently has Synapsis SAS without altering the characteristics of the links that this support in addition to meeting the requirements of users of this service.

Throughout this document will develop a specific solution for each of the configurations that are currently supported on Frame Relay platform, taking as a reference the resources available to the company and the level of involvement that could generate in the face of the company in their Core and customer regarding QoS and stability of the service that is offered by Synapsis S.A.S.

In the final part of this document conclusions based on all information gathered arise, compiling all results showing the feasibility of the proposed solutions.

Keywords

Frame Relay, Ethernet, Migration, Core, QoS, Resource Solutions

TABLA DE CONTENIDO

1	CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN AL PROYECTO.....	15
1.1	INTRODUCCIÓN.....	15
1.2	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	17
1.3	JUSTIFICACION	20
1.4	OBJETIVOS.....	22
1.4.1	General	22
1.4.2	Específicos	22
2	MARCO TEÓRICO.....	24
2.1	FRAME RELAY	24
2.1.1	Operación Frame Relay	25
2.1.2	Formato de Trama	27
2.1.3	Control de Flujo y Tasa de Información.....	29
2.1.4	Extensiones LMI.....	29
2.1.5	Direccionamiento Global.....	30
2.2	REDES ETHERNET	33
2.2.1	Control de enlace lógico: Conexión con las capas superiores	34
2.2.2	Primeros medios Ethernet	37
2.2.3	Administración de colisiones en Ethernet antigua.....	37
2.2.4	Ethernet actual.....	38
2.2.5	Ethernet más allá de la LAN	39
2.2.6	La trama de Ethernet	39
2.2.7	Dispositivos de Red.....	42
2.2.8	Control de acceso al medio en Ethernet.....	43
2.2.9	Temporización de Ethernet	45
2.2.10	Capa física de Ethernet	48
2.2.11	Ethernet de 10 y 100 Mbps	48
2.2.12	100BASE-TX.....	50
2.3	GIGABIT ETHERNET	51
2.3.1	1000 Mbps - Gigabit Ethernet.....	51
2.3.2	Ethernet 1000BASE-T	51
2.3.3	Ethernet 1000BASE-SX y 1000BASE-LX por fibra óptica.....	52
2.3.4	Futuras velocidades de Ethernet	53
2.3.5	Switches.....	53
2.4	METROETHERNET	54
2.4.1	Redes Metro Ethernet	54
2.4.2	Modelo básico de los servicios de Metro Ethernet	55
2.4.3	EVC (Ethernet Virtual Connection) Conexión Virtual Ethernet.....	55

2.4.4	<i>Atributos de los servicios Metro Ethernet</i>	56
2.4.5	<i>Beneficios del Metro Ethernet</i>	56
2.5	COMPARACION ETHERNET-FRAME RELAY.....	58
3	PROPUESTA DE SOLUCIONES TECNICAS A LAS CONFIGURACIONES ACTUALES DE RED	61
3.1	CONFIGURACIÓN ACTUAL ENLACE DE ACCESO A INTERNET HIBRIDO SDH-FR CON RADIO ENLACE COMO SOLUCION DE ULTIMA MILLA	61
3.2	CONFIGURACIÓN PROPUESTA PARA EL ENLACE DE ACCESO A INTERNET HIBRIDO SDH-IP CON RADIO ENLACE COMO SOLUCIÓN DE ÚLTIMA MILLA.....	63
3.3	CONFIGURACIÓN ACTUAL ENLACE DE SUCURSALES HIBRIDO SDH-FR PUNTO MULTIPUNTO	65
3.4	CONFIGURACIÓN PROPUESTA ENLACE DE SUCURSALES HIBRIDO SDH-IP PUNTO MULTIPUNTO	67
3.5	CONFIGURACIÓN ACTUAL ENLACE SALIDA A INTERNET CON CONEXIÓN DIRECTA AL CORE	69
3.6	CONFIGURACIÓN PROPUESTA ENLACE SALIDA A INTERNET CON CONEXIÓN DIRECTA AL CORE	70
4	COSTOS MIGRACIÓN DE LA FLATAFORMA FRAME RELAY	71
4.1	EQUIPOS NECESARIOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN.....	71
4.2	RECURSO HUMANO NECESARIO PARA LA IMPLEMENTACIÓN	73
4.3	COSTO TOTAL DE LA MIGRACION.....	75
4.4	BENEFICIOS DE LA MIGRACION	76
4.4.1	<i>Comparación equipos Frame Relay – Ethernet</i>	76
4.4.2	<i>Comparación Recurso Humano Frame Relay – Ethernet</i>	77
5	CONCLUSIONES	79
5.1	VERIFICACIÓN, CONTRASTE Y EVALUACIÓN DE LOS OBJETIVOS.....	79
5.2	APORTES ORIGINALES	81
6	BIBLIOGRAFÍA.....	82
7	ANEXOS.....	84

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1	SUSCRIPTORES DE INTERNET FIJO POR PROVEEDOR.....	17
FIGURA 2	INGRESOS TOTALES DE LOS OPERADORES POR TRANSMISIÓN DE DATOS.....	18
FIGURA 3	RED FRAME RELAY.....	24
FIGURA 4	TOPOLOGÍA DE ESTRELLA	27
FIGURA 5	TOPOLOGÍA MALLA	27
FIGURA 6	IDENTIFICADORES DE NODOS	31
FIGURA 7	CARACTERÍSTICAS CAPA 1Y 2 DEL MODELO OSI.....	33
FIGURA 8	DISTINTOS DIRECCIONAMIENTOS RED ÉTHERNET.....	43
FIGURA 9	DISEÑO SOLUCIÓN FRAME RELAY.....	61
FIGURA 10	SOLUCIÓN PROPUESTA CONFIGURACIÓN PLATAFORMA EXISTENTE DBI ..	63
FIGURA 11	SOLUCIÓN ACTUAL DBA	65
FIGURA 12	SOLUCIÓN PROPUESTA DBA.....	67
FIGURA 13	CONEXIÓN DIRECTA NODOS SOLUCIÓN ACTUAL	69
FIGURA 14	SOLUCIÓN DIRECTA NODOS SOLUCIÓN PROPUESTA	70

LISTA DE TABLAS

TABLA 1	COMPARACIÓN ETHERNET-FRAME RELAY	58
TABLA 2	COSTOS EQUIPOS PARA LA MIGRACIÓN	72
TABLA 3	RECURSO HUMANO	73
TABLA 4	COSTO RECURSO HUMANO PARA IMPLEMENTACIÓN.....	74
TABLA 5	COSTO TOTAL DE LA IMPLEMENTACIÓN.....	75
TABLA 6	COSTO EQUIPOS FRAME RELAY – ETHERNET	76

LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1	CONFIGURACIÓN ROUTER FRAME RELAY ENLACE PUNTO MULTIPUNTO	84
ANEXO 2	CONFIGURACIÓN ROUTER IP ENLACE PUNTO MULTIPUNTO	89
ANEXO 3	CONFIGURACIÓN ROUTER FRAME RELAY ACCESO A INTERNET	93
ANEXO 4	CONFIGURACIÓN ROUTER IP ACCESO A INTERNET	95
ANEXO 5	DATASHEET EQUIPO ERICSSON AXD 311	97
ANEXO 6	DATASHEET EQUIPO ROUTER CISCO 1841	98
ANEXO 7	DATASHEET TARJETA CISCO HWIC 4ESW	99
ANEXO 8	DATASHEET CONVERSOR EoE1	100
ANEXO 9	DATASHEET CONVERSOR FIBER-ETH	101

PARTE I
Introducción del Proyecto

1 CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN AL PROYECTO

1.1 INTRODUCCIÓN

En el mundo actual las Tecnologías de la información de las comunicaciones – TIC- se han convertido en uno de los eslabones más importantes en pro del desarrollo de un país. Gracias al acceso que otorgan a todo tipo de contenidos generados permite la inclusión de un individuo de cara a las últimas tendencias que se manejan en el mundo. Además de lo anterior el aumento de la inclusión de internet afecta directamente el crecimiento del Producto interno Bruto –PIB- de un país, ya que según estadísticas del Banco Mundial, cada aumento del 10% de la inclusión de internet en un país puede incrementar el PIB nacional hasta en un 1,38%, siendo Colombia y Venezuela los países con mayor proyección a futuro en la región¹.

Colombia no ha sido ajena al comportamiento demostrado en toda Latinoamérica en cuanto a la inclusión del servicio de internet y esto se evidencia en las cifras entregadas por el ministerio de las TIC. Las cifras arrojadas en su último informe demuestran que el aumento de conexiones de banda ancha en Colombia ha sido exponencial ya que se pasó de 2.2 millones de suscriptores en el año 2010 a 8.2 millones en el año 2013², evidenciando de esta manera el fortalecimiento del sector de las TIC.

El sector de las Telecomunicaciones es a nivel económico uno de los que demuestra mayor crecimiento y para mantener dicha tendencia, es esencial para los ISP (Internet Service Provider) la puesta en marcha de grandes infraestructuras que puedan cumplir con dicho objetivo para dar cubrimiento a todos los requerimientos generados por sus clientes.

No ajena a dichos escenarios la compañía SYNAPSIS S.A.S empresa ISP será objeto de estudio de este documento, ve la necesidad de ajustar sus procesos tecnológicos, para mantenerse a la vanguardia de las exigencias que nacen a diario por parte de sus usuarios y ser competitiva frente a otros actores que ofrecen los mismos servicios. Puntualmente y como parte de sus procesos de modernización surgió la necesidad de actualizar una de sus plataformas más antiguas que se ve soportada sobre FRAME RELAY (FR). Que a pesar de mantenerse vigente para algunos servicios, en la actualidad no presenta ningún crecimiento, porque los servicios son soportados por otras tecnologías que sobrepasan por un amplio margen los alcances que esta tiene.

¹ Alba Sánchez Serradilla. Internet en Latinoamérica. [en línea]. Enero 2014. [Junio 2014]. <http://enpositivo.com/2014/01/internet-en-latinoamerica/>

² MinTIC Colombia. Boletín trimestral de las TIC. [en línea]. Marzo 2014. [Junio 2014]. http://colombiatic.mintic.gov.co/602/articles-5550_archivo_pdf.pdf

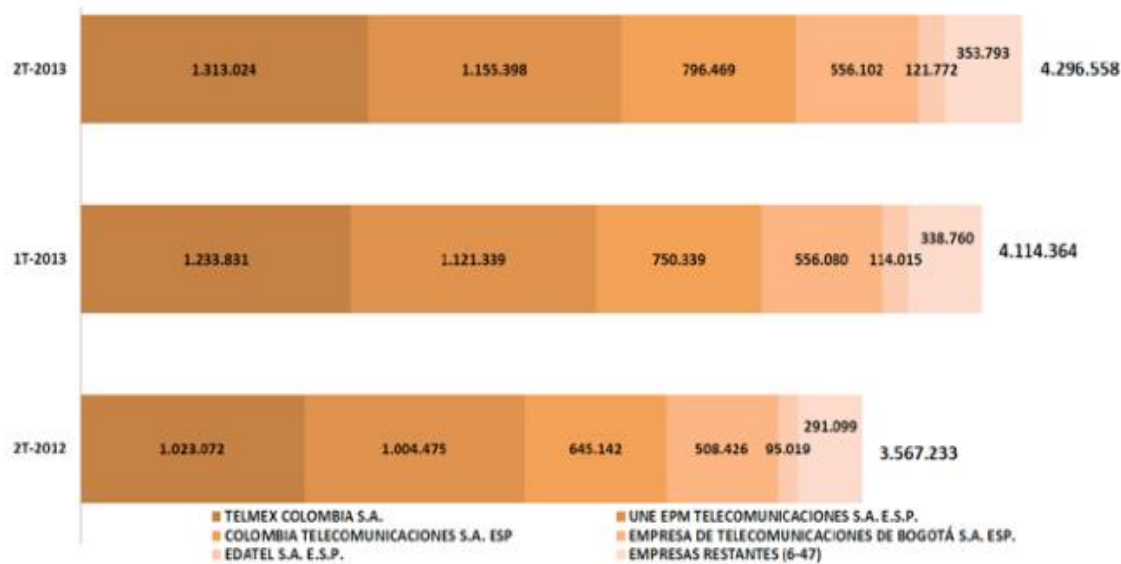
Frame Relay es una tecnología que se desarrolló en los años 80 y que tuvo su auge en los años 90 cuando las grandes compañías desarrolladoras de hardware lo implementaron como su tecnología de transporte de información como es el caso de Cisco, en su momento los requerimientos de ancho de banda por parte de los usuarios eran mínimos en comparación con lo que se ve en la actualidad, por lo tanto el protocolo soportaba de manera eficiente los requerimientos del mercado. Pero con el pasar de los años y el desarrollo de nuevas tecnologías este fue quedando de lado, cada vez su interacción con nuevos escenarios fue más limitadas a tal punto que en la actualidad muy pocas plataformas manejan en su Core dicha tecnología y los desarrollos por parte de las compañías que se dedican a esta actividad son nulos, sesgando en su totalidad la escalabilidad y el crecimiento de las plataformas que tienen como base el uso de Frame Relay. Otro de los grandes problemas que presenta la tecnología mencionada es la interacción con plataformas que no manejan Frame Relay, ya que estas se ven condicionada a adaptarse a los recursos que ofrece en temas bastante sensibles como lo son el ancho de banda y la velocidad de transporte de información.

Debido a lo anteriormente expuesto se observa porque la importancia de reemplazar dicha tecnología en pro de los beneficios que este cambio representaría para la compañía objeto de este análisis.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El mundo de las telecomunicaciones es en este momento uno de los sectores más competidos ya que existe un buen número de compañías que prestan los servicios de conectividad; debido a esto, las compañías se esmeran cada día por mantenerse en la vanguardia de los requerimientos del mercado, empleado grandes sumas de dinero y de personal para la manutención de sus redes y para la calidad de servicio debido a la gran competitividad que se presenta. En la Figura 1 se registra los suscriptores de internet fijo por proveedor en Colombia.

Figura 1 Suscriptores de internet fijo por proveedor



Fuente: Datos reportados por los proveedores de redes y servicios al SIUST – Colombia TIC

SYNOPSIS S.A.S no es ajena a la situación de competitividad por lo cual día a día inicia procesos de actualización y fortalecimiento de la infraestructura con la que cuenta³, pero ciertos sectores se han quedado rezagados de dichos procesos y se hace imperativo incluirlos con el fin de potenciar al máximo la eficiencia global de su red y esto se remonta particularmente a la plataforma que maneja todavía con una tecnología que no cumple de manera eficiente los estándares que exigen las necesidades de los clientes actuales.

³ Nelson Doria Arcila. Synapsis Colombia invertirá en un nuevo 'Data Center'. [en línea]. Agosto del 2011. Junio del 2014. <http://www.portafolio.co/negocios/synapsis-colombia-invertira-un-nuevo-data-center>

Frame Relay es una tecnología para interconectar redes WAN que se estandarizó en los años 80 pero su auge se dio en los años 90⁴ y durante un buen tiempo fue la solución preferida para conexiones de alta velocidad de los proveedores de servicios, con la evolución de las tecnologías en telecomunicaciones esta red fue reemplazada por aquellas que estaban basadas en tecnología Ethernet.

Figura 2 Ingresos totales de los operadores por transmisión de datos

(millones de euros)

	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Líneas dedicadas de datos	823,55	863,30	894,59	908,49	887,70	876,12
Frame relay	367,28	326,56	309,42	274,29	231,80	215,27
IP	266,28	334,55	378,84	435,15	471,60	484,26
ATM	96,37	76,05	58,18	44,01	27,74	21,05
Redes VSAT	2,31	3,55	4,04	4,52	5,47	5,64
RDSI	0,04	0,05	0,66	0,90	0,77	0,69
Otros	91,26	122,53	143,45	149,61	150,31	149,21
Servicios de información	55,07	58,37	39,76	32,26	37,03	37,11
Total	878,62	921,67	934,35	940,74	924,73	913,23

La tecnología X-25 se incluye en "Otros".

Fuente: Comisión del Mercado de las Telecomunicaciones

Frame Relay es una tecnología orientada a la conmutación de circuitos; utiliza un circuito virtual (VC), que es una conexión lógica creada entre dos equipos terminales de datos (DTE) a través de la red del proveedor de servicio. Cuando se contrata un servicio Frame Relay cada circuito virtual se especifica un CIR, entendido como la velocidad de transmisión de datos promedio máxima que la red se compromete a transportar, siendo una de sus desventajas ya que su velocidad máxima de transmisión es de 2048 Mbps, registrando por debajo la velocidad promedio manejada en el país⁵.

Otras de las desventajas presentadas por Frame Relay, son las limitaciones en los tiempos de convergencia de la red, ya que al presentarse un fallo en los equipos centrales el proceso de restauración de las comunicaciones es mucho más lento y complejo que el de las redes basadas en tecnología Ethernet, traduciendo en elevaciones de costos, bajos rendimientos y alto grado de inflexibilidad al momento de requerirse modificaciones en los enlaces o conexiones dentro de la red.

⁴ IDC. Frame Relay y ATM impulsan las comunicaciones de datos. [en línea]. Marzo 1996. Junio 2014. <http://www.computerworld.es/archive/frame-relay-y-atm-impulsan-las-comunicaciones-de-datos>

⁵ Avantel. Colombia alcanzó el puesto 111 en velocidad de descargas en el mundo. [en línea]. Julio 2013. [junio 2014]. <http://blog.avantel.co/colombia-alcanzo-el-puesto-111-en-velocidad-de-descargas-en-el-mundo>.

Además de lo descrito anteriormente, mantener vigente la plataforma Frame Relay es una desventaja debido al espacio físico que ocupan los equipos, ya que este recurso es limitado y en su lugar se podrían instalar equipos de una envergadura menor pero que prestarían muchos más servicios como es el caso de los Routers que son el Core de la plataformas basadas en tecnología Ethernet.

Según observaciones hechas por el área de postventa (Synapsis S.A.S) las ganancias obtenidas por los usuarios que utilizan la plataforma Frame Relay no cubren los gastos generados por estos servicios, traduciéndose en pérdidas para la compañía. Por otro lado, los gastos inherentes al mantenimiento de los distintos tipos de tecnologías que coexisten bajo esta configuración representan un consumo de recursos técnicos que se suman a la problemática comentada anteriormente.

Los clientes han manifestado su descontento con el servicio ya que no es suficiente el ancho de banda ofrecido por la solución, al ser una tecnología tan antigua no es suficiente con los requerimientos necesarios para soportar las aplicaciones obligatorias en el ambiente corporativo como lo son las videoconferencias y la VoIP. En los casos que los clientes soliciten aumento de la capacidad de ancho de banda, el proceso se debe realizar si se tratara de un servicio nuevo.

Debido a lo expuesto anteriormente es necesario para la empresa Synapsis S.A.S la migración de los clientes que tiene actualmente soportados sobre la plataforma Frame Relay a otras tecnologías, con el fin de proporcionar a sus clientes todas las ventajas que no obtiene con dicha configuración, además de disminuir a largo plazo los costos tanto de personal como de manutención de los equipos con los que cuenta, ya que el uso de estos es mínimo y representan más una carga que un beneficio en cuanto a ganancias, siendo este uno ítem importante a tener en cuenta en la relación costo beneficio que genera la venta de determinados servicios ofrecidos por la compañía.

1.3 JUSTIFICACION

En la actualidad el negocio de las TIC es uno de los que representa mayor crecimiento ya que aparte de ser un rubro significativo dentro de la economía mundial, ha encontrado en los países en vía de desarrollo su foco más importante de crecimiento⁶, a partir de esta consigna el fortalecimiento a diario de sus redes es un hecho inevitable, debido a que cada día es mayor la demanda de los servicios. Los requerimientos generados para los ISP se centran en dos direcciones definidas, las cuales apuntan a los servicios prestados a las personas naturales y a los ambientes corporativos.

A partir del crecimiento e interconexión de las redes surgió la necesidad de que las grandes compañías hicieran uso de tecnologías cada vez más robustas para potenciar sus alcances, gracias a esto los ISP iniciaron sus actividades con el fin de integrar un pool de servicios acomodándose a los requerimientos que cada compañía necesita. Inicialmente dichos requerimientos por parte de los ambientes corporativos eran bastante limitados en comparación a la actualidad⁷ y tecnologías como Frame Relay hicieron su aparición, siendo bastante exitosas en su momento, pero con el pasar de los días y gracias al crecimiento exponencial de los volúmenes de información manejados por las empresas, dichas tecnologías no fueron suficientes y sistemáticamente fueron reemplazadas por otras que cumplieran las mismas funciones pero de una manera más eficiente y debido a esto los desarrollos y escalabilidad de las redes soportadas sobre esta tecnología se fueron quedando atrás⁸, dando paso a tecnologías que se mantienen vigentes y son objeto de desarrollos tanto a nivel de hardware y software como es el caso de Ethernet por mencionar una de las más difundidas.

Todos los desarrollos tanto físicos como lógicos se enfocaron en el adelanto de la tecnología Ethernet y las redes poco a poco fueron creciendo con base en esta ya que al usar un solo tipo de tecnología la interconexión y la escalabilidad era mucho más sencilla, dejando de lado otras tecnologías. Esta tendencia se hizo mucho más fuerte con el nacimiento de redes como Metro Ethernet y tecnologías como MPLS haciendo aún más crítica la sostenibilidad de plataformas basadas en Frame Relay⁹.

Synapsis S.A.S (compañía objeto de estudio) es un proveedor de servicios de internet (ISP) que tiene presencia principalmente en la ciudad de Bogotá y cuenta

⁶ La UIT publica las cifras más recientes sobre desarrollo de tecnologías a escala mundial. [en línea]. Octubre 2012. [Julio 2014]. <http://www.cepal.org/cgi-bin/getProd.asp?xml=/MDG/noticias/noticias/>.

⁷ EFECTOS DEL INCREMENTO DEL ANCHO DE BANDA EN LAS PYMES. [en línea]. Marzo 2007. [Julio 2014]. http://www2.congreso.gob.pe/Tesis_Efecto_Incremento_Ancho_Banda_Pymes.pdf

⁸ IP/MPLS marca la senda de la inversión de los operadores de datos. [en línea]. Febrero 2005. [Julio 2014]. <http://www.computing.es/internet/reportajes/1011368001901/ip-mpls-marca-senda-inversion-operadores-datos.1.html>.

⁹ Redacción Computing. IP/MPLS marca la senda de la inversión de los operadores de datos. [en línea]. Febrero 2005. Junio 2014. <http://www.computing.es/internet/reportajes/1011368001901/ip-mpls-marca-senda-inversion-operadores-datos.1.html>

aproximadamente 180 clientes corporativos que hacen uso de su estructura para intercomunicar sus distintas sucursales y contar con una salida a internet, inicialmente la compañía como muchas otras contaba con una plataforma basada en tecnologías como Frame Relay, gracias a la evolución constante del ambiente en que se desempeña, su plataforma fue migrada sistemáticamente a tecnologías basadas en el uso de redes Ethernet dejando de lado el uso de la tecnología Frame Relay, convirtiéndose con el tiempo en un problema debido a que los clientes que soporta dicha tecnología son mínimos representando una carga para la empresa para su manutención, ya que el crecimiento de esta se detuvo totalmente y consume recursos importantes como lo son el soporte y el mantenimiento de equipos. Al ser tan limitada y una tecnología bastante antigua, sus equipos superan en costo a los que maneja el resto de la infraestructura, por esta razón nace la necesidad de eliminar completamente esta plataforma e integrar toda la red de la compañía a la tecnología basada en redes Ethernet ya que como se mencionó son muchas las ventajas con las que cuenta y lo más importante es que fortalecería la robustez y eficiencia del Core con el que cuenta la empresa maximizando tanto como la eficacia como costos.

La investigación que debe realizarse como requisito esencial para poder llevar acabo el diseño de las soluciones, fortalecerá el conocimiento que el autor del documento tiene sobre la infraestructura de la compañía, además de basar todos los enfoques de dichas configuraciones en dos pilares básicos como lo son los beneficios que la compañía obtendría de dichos diseño al ser aplicados y como el cliente se verá favorecido en cuanto a la calidad de servicio y a las posibilidades que se abren para generar crecimiento en cada una de las compañías que se vean amparadas por la migración propuesta.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 General

Determinar la viabilidad en términos de las ventajas ofrecidas de la migración de la plataforma Frame Relay a Ethernet para mejorar la calidad de servicio a los clientes de la empresa Synapsis S.A.S.

1.4.2 Específicos

- Identificar los usuarios con los que cuenta la empresa Synapsis S.A.S y de esta manera detectar cuál de estos utiliza la plataforma Frame Relay para la prestación de los servicios de telecomunicaciones por parte de la compañía.
- Realizar el estudio para el cambio de tecnología, teniendo como base la topología de red con la que cuenta actualmente la compañía para migrar a los usuarios que usan Frame Relay con el mínimo impacto, con el fin de no perjudicar la calidad del servicio.
- Realizar un estudio de los costos que representaría dicha migración para la compañía con el fin de atenuar al mínimo cualquier pérdida sensible que se presentara al ejecutar dicho proyecto.

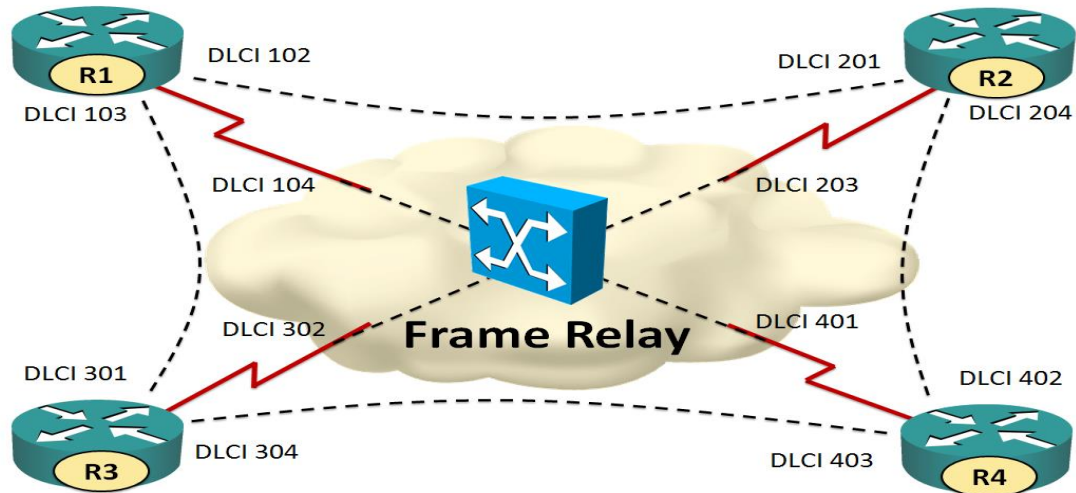
PARTE II INVESTIGATIVA

2 MARCO TEÓRICO

2.1 FRAME RELAY

Frame Relay es un estándar del Instituto Nacional Americano de Normalización (ANSI) que define un proceso para el envío de datos a través de una red de datos públicos (PDN).

Figura 3 Red Frame Relay



Fuente: Security & Networking

Frame Relay es un protocolo que envía información a través de una red WAN fragmentando los datos en paquetes. Cada paquete viaja a través de un canal establecido, esto se logra por medio circuitos creados por una plataforma basada en Switches Frame Relay que operan en el Core de la red. Se desempeña en la capa física y de enlace de datos del modelo de referencia OSI, pero depende de los protocolos de capa superior como TCP para la corrección de errores. Frame Relay se planteó originalmente como un protocolo destinado a utilizarse con las interfaces RDSI. Actualmente, Frame Relay es un protocolo de capa de enlace de datos conmutado que maneja múltiples circuitos virtuales mediante el encapsulamiento de Control de enlace de datos de alto nivel (HDLC) entre dispositivos conectados. Frame Relay utiliza circuitos virtuales para realizar conexiones a través de un servicio orientado a conexión.

La red que proporciona la interfaz Frame Relay puede ser una red pública proporcionada por un ISP o una red de equipos privados (LAN). Una red Frame Relay se compone de equipos terminales en un extremo de la conexión y por

dispositivos de red Frame Relay como Switches, Routers, CSU/DSU, o multiplexores que se alojan en el Core de la misma.¹⁰

2.1.1 Operación Frame Relay

2.1.1.1 Tecnología básica

Frame Relay proporciona la capacidad de comunicación de paquetes de conmutación de datos que es usada a través de la interfase entre los dispositivos de usuario (Routers, Switch, computadores) y equipos de Core (Switch Frame Relay). Los dispositivos de usuario son referidos a menudo como data terminal equipment (DTE), mientras que los equipos de red son llamados data circuit-terminating equipment (DCE), la red que proporciona la interfase Frame Relay puede ser una red pública o una red de equipos privados sirviendo a una sola empresa.

Como interfase entre usuario y equipo de red, Frame Relay proporciona unos métodos para multiplexar satisfactoriamente muchas conexiones lógicas de datos (circuitos virtuales) sobre un único enlace físico de transmisión. Frame Relay tiene multiplexación estadística que proporciona un uso más flexible y eficiente del ancho de banda disponible.

Otra característica importante de Frame Relay es que convive con otras tecnologías que utilizan las redes de transmisión de área amplia (WAN) para el transporte de información. Frame Relay no utiliza muchos recursos en la corrección de errores ya que los protocolos de la capa de enlace pueden prescindir del tiempo que se gasta en aplicar algoritmos para la detección de estos, identificando que sean desarrollados por capas de niveles superiores. Un mayor desarrollo y eficiencia es así posible sin sacrificar la integridad de los datos, ya que incluye un algoritmo de chequeo cíclico redundante (CRC) para detectar bits corruptos (así el dato puede ser descartado), pero no incluye ningún mecanismo de protocolo para corregir los datos erróneos.

Frame Relay, no incluye procedimientos explícitos de control de flujo que duplique los existentes en capas superiores. De hecho, sólo se proporcionan unos mecanismos muy simples de notificación de congestión, para permitir a una red informar a un dispositivo de usuario que los recursos de red están cerca de un estado de congestión. La notificación puede avisar a los protocolos de las capas más altas de que el control de flujo puede necesitarse.

Los actuales estándares Frame Relay se dirigen a circuitos virtuales permanentes (PVC) que son administrativamente configurados y dirigidos en una red Frame

¹⁰ Frame Relay. [en línea]. Febrero 2014. [Julio 2014]. <http://blog.uca.edu.ni/edlacayo/files/2009/09/Capitulo-5-Frame-Relay.pdf>

Relay. Otro tipo, los circuitos virtuales de cambio SVC (Switched virtual circuits) se desarrollaron con el fin de obtener una mayor flexibilidad a la hora de establecer de una manera dinámica los circuitos y así se logró que un DTE y un DCE comunicarán para establecer, terminar, y dirigir SVC dinámicamente, sin embargo este desarrollo se vio truncado por la poca aceptación que tuvo en los fabricantes de equipos y a pesar de representar una reducción de costos para las compañías, son mínimos los equipos que soportan esta tecnología¹¹.

2.1.1.2 Capa de Interfase Física

La especificación Frame Relay no dicta un tipo específico de cable o conector. Dado que Frame Relay fue diseñado para ser parte de ISDN, no obstante, los servicios Frame Relay pueden ser proporcionados por un cable común UTP (al menos a las velocidades de transmisión más bajas).

Un router está típicamente conectado al DSU/CSU por una conexión V.35 o por una conexión estilo RS-232 de alta velocidad, dependiendo del modelo específico el router proporciona uno o más puertos los cuales pueden ser conectados virtualmente a cualquier tipo de LAN.

2.1.1.3 Topologías de Conexión

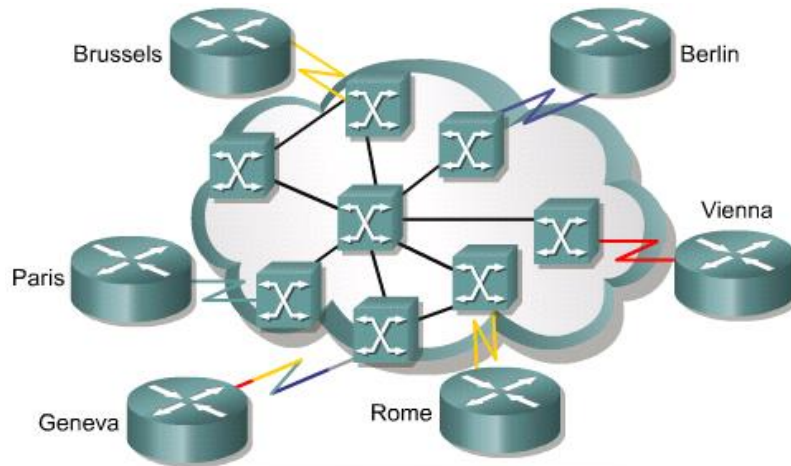
Una de las características que ofrece Frame Relay es la flexibilidad de conexión hacia la nube Frame-Relay. El ISP ofrece circuitos virtuales capaces de interconectar los clientes finales con una topología particular. En la topología de malla completa todos los Routers disponen de circuitos virtuales al resto de los destinos, cuando la interconexión es del tipo de malla parcial, no todos los sitios tienen acceso a los demás y en la topología en estrella, los sitios remotos están conectados a un punto central que por lo general ofrece un servicio.

- Topología de Estrella de Frame Relay

Switch con un enlace físico llevando múltiples circuitos virtuales.

¹¹ CISCO. Frame Relay. [en línea]. Octubre 2012. [Agosto 2014]. http://docwiki.cisco.com/wiki/Frame_Relay

Figura 4 Topología de Estrella

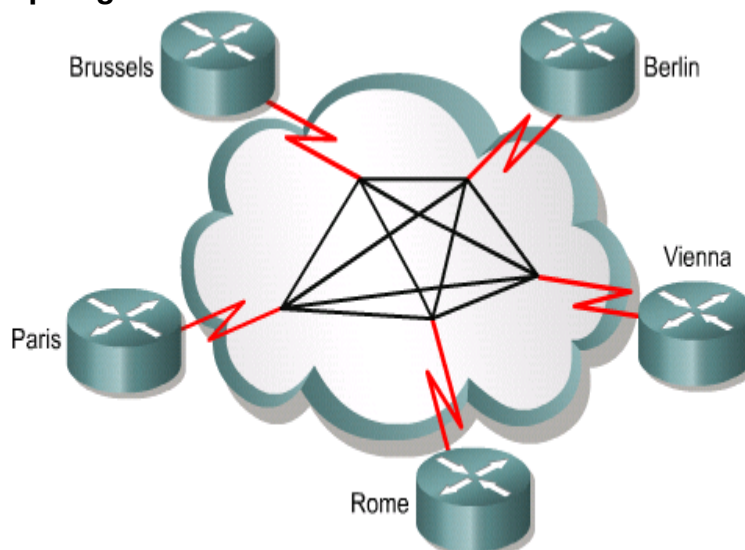


Fuente: Cisco Systems

- Topología Malla de Frame Relay

Cada DTE tiene un enlace físico llevando 4 circuitos virtuales.

Figura 5 Topología Malla



Fuente: Cisco Systems

2.1.2 Formato de Trama

La trama definida por el protocolo para usar en Frame Relay está basada en un subconjunto esencial del protocolo de acceso de enlace D (LAP-D) el cual está

definido para ISDN. Bajo Frame Relay las tramas son llamadas también unidades de datos de protocolo (PDU). El protocolo Frame Relay permite para la PDU lo siguiente:

- Delimitación de la trama, alineamiento, transparencia, proporcionada por HDLC y cero bits inserción/extracción.
- Verificación de la integridad de la trama, proporcionado por la secuencia de chequeo de trama (FCS). El FCS es generado por código estándar de control cíclico redundante de CCITT de 16-bits.
- Direccionamiento Frame Relay, usando 2, 3 o 4 bytes de cabecera. Un bit de dirección extendida es reservado en cada byte para indicar si le sigue otro o no.
- Control de congestión de la información. El indicador de elegibilidad de descarte (DE) proporciona un mecanismo de prioridad de dos niveles, en el cual la más baja prioridad de tráfico es descartada primero en caso de congestión en la red. El bit forward explicit congestion notification (FECN) y el bit backward explicit congestion notification (BECN) notifican al usuario final de la congestión que hay en la red.

El paquete Frame Relay consiste de un byte de flag, seguido de 2-4 bytes de dirección, 2 bytes de CRC, y un último byte de flag.

Los bytes de flag al comienzo y al final de la trama son los mismos que usan LAP-B y LAP-D. El campo dirección está descrito debajo. El campo información contiene los datos de usuario. La secuencia de control de trama (FCS) es generada usando el polinomio de 16-bit estándar de CCITT (CRC).

El campo dirección del paquete Frame Relay puede ser 2, 3, o 4 bytes de largo. Los posibles formatos del campo dirección son los siguientes:

La longitud del campo dirección es determinada por el bit de dirección extendida (E/A). Si el E/A bit es 0, sigue otro byte de dirección. El byte final de dirección tiene E/A puesto a 1. El bit mandato/respuesta (command/response) (C/R) está definido para alineamiento con paquetes LAP-D, pero no es usado para Frame Relay. Los bits FECN y BECN son usados para notificar que hay congestión en la red. El bit de elegibilidad de descarte, DE, puede ser usado o por el usuario o por la red para proporcionar un mecanismo de prioridad a dos niveles. En caso de congestión las tramas con DE = 1 serán descartadas primero. El bit indicador de control/DLCI (D/C) determina si los seis bits de menor orden deben ser interpretados como bits DLCI de menor peso o como bits de control.

La mayoría de los campos de dirección constan del identificador de conexión de enlace de datos (DLCI). El DLCI es equivalente al identificador de circuito virtual (VCI) usado en redes X.25. La dirección completa de 23 bit sirve como modo de direccionamiento global. Los modos más compactos de direccionamiento sirven para limitar la generalidad de la trama cabecera cuando el usuario no utiliza direccionamiento global; por ejemplo cuando un usuario solo conecta con otros usuarios locales dentro de una misma organización. Esto es análogo al uso de las extensiones cortas de teléfonos.

2.1.3 Control de Flujo y Tasa de Información

No hay control de flujo sobre Frame Relay, simplemente descarta las tramas sobre las que no puede decidir. Cuando te suscribes especificas la velocidad de la línea y también, una velocidad de información comprometida (CIR) para cada DLCI.

El valor especifica el medio máximo de velocidad a la que la red trabajara bajo condiciones normales; si envías más rápido que esa velocidad algunas tramas serán marcadas con el bit DE a 1, y por tanto en caso de sobrecarga estas serán las primeras en descartarse. Muchos servicios Frame Relay gratuitos están basados sobre un CIR cero, significa que cada trama es una trama marcada con DE, y la red la eliminará cuando lo necesite. (Telefónica ofrece la posibilidad de contratar velocidad de acceso 0 kbps en su servicio Frame Relay).

Frame Relay proporciona información de que la red está congestionada a través de sus bits FECN y BECN en las tramas de datos¹².

2.1.4 Extensiones LMI

El mayor desarrollo en la historia de Frame Relay se produjo en 1990, cuando Cisco Systems, StrataCom, Northern Telecom, y Digital Equipment Corporation formaron un consorcio para enfocar el desarrollo de la tecnología Frame Relay y acelerar la introducción de productos Frame Relay interoperables. Este consorcio desarrolló una especificación conforme al protocolo básico de Frame Relay discutido en ANSI y ITU-T, pero extendiéndolo con características que proporcionan capacidades adicionales para entornos complejos de red. Estas extensiones de Frame Relay son conocidas colectivamente como la Interfase de Dirección Local (LMI = Local Management Interface).

¹² Las nuevas oportunidades de negocio se llaman FRAME RELAY. [En Linea].
Abril 1997. Septiembre 2014.

<http://www.profesores.frc.utn.edu.ar/sistemas/ingsanchez/Redes/Archivos/framerelay.asp>

En unión a las funciones del protocolo básico Frame Relay para transferir datos, la especificación del consorcio Frame Relay incluye extensiones LMI que hacen el soporte de redes complejas y grandes más fácil. Algunas extensiones LMI se denominan comunes y deben ser implementadas por todo el que adopte la especificación, otras funciones LMI son denominadas opcionales. Un resumen de las extensiones LMI es el que sigue:

Mensajes de estado de Circuito Virtual (común): Proporciona comunicación y sincronización entre la red y el dispositivo de usuario, informando periódicamente de la existencia de nuevos PVC y la eliminación de PVC ya existentes, y generalmente proporcionando información sobre la integridad PVC. Estos mensajes de estado de Circuito Virtual previenen el envío de datos a agujeros negros, es decir, sobre PVC inexistentes.

Multicasting (opcional): Permite a un emisor transmitir una sola trama que tenga como destinatario en la red a múltiples receptores; así, el multicasting soporta procedimientos de resolución de direcciones para tramas que típicamente deben ser enviadas a múltiples destinos simultáneamente.

Direccionamiento Global (opcional): Da identificadores de conexión globales, permitiendo que sean usados para identificar un interfase específico de la red Frame Relay.

Control de flujo simple (opcional): Proporciona medios para un XON/XOFF mecanismo de control de flujo que aplica a la interfase Frame Relay, indicando para aquellos dispositivos cuyas capas superiores no pueden usar los bits de notificación de congestión y que necesitan algún nivel de control de flujo.

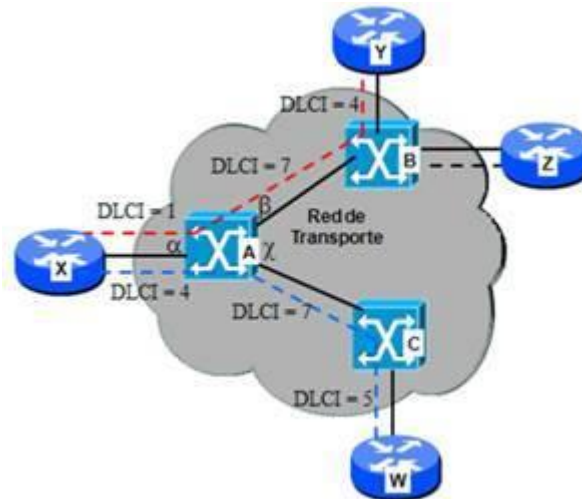
2.1.5 Direccionamiento Global

En unión a las características comunes LMI, hay muchas extensiones LMI opcionales que son extremadamente usuales en un entorno de red. La primera extensión opcional LMI importante es el direccionamiento global. Como se referencio anteriormente la especificación Frame Relay básica únicamente soporta valores del campo DLCI que identifiquen los PVC con significado local. En este caso, no hay direcciones que identifiquen interfases de red, o nodos asociados a las interfases. A causa de que estas direcciones no existen, ellos no pueden ser descubiertos por las técnicas tradicionales de resolución y descubrimiento de direcciones. Esto significa que con el direccionamiento Frame Relay normal, se pueden crear mapas estáticos para decir a los Routers qué DLCI usar para encontrar un dispositivo remoto y su dirección de red asociada.

La extensión de direccionamiento global permite identificadores de nodo. Con esta extensión, los valores insertados en el campo DLCI de una trama son direcciones

con significado global de dispositivos finales de usuario (por ejemplo, Routers). Esto se implementa como se puede observar en la siguiente figura:

Figura 6 Identificadores de nodos



Fuente: Cisco Systems

En la figura superior vemos que cada interfase tiene su propio identificador, supongamos que Pittsburgh debe enviar una trama a San José; el identificador para San José es 12, así que Pittsburgh coloca el valor 12 en el campo DLCI y envía la trama dentro de la red Frame Relay. En el punto de salida el campo DLCI es cambiado a 13 para reflejar el nodo fuente de la trama. Cada interfase router tiene un valor distintivo como su identificador de nodo, así los dispositivos individuales pueden ser distinguidos, esto permite la enrutamientos adaptativos en entornos de red complejos y grandes.

La red Frame Relay aparece ahora ante los Routers como cualquier LAN, no son necesarios cambios en los protocolos de capas superiores para obtener completas ventajas de sus capacidades.

2.1.5.1 Multicasting

Multicasting es otra característica opcional de LMI, los grupos multicast son designados por una serie de cuatro valores reservados de DLCI (del 1019 al 1022). Las tramas enviadas por un dispositivo usando uno de estos DLCI reservados son reenviadas por la red a todos los puntos de salida en el conjunto designado. La extensión multicasting también define mensajes LMI que notifican a los dispositivos de usuario de la unión, borrado y presencia de grupos multicast.

En redes que toman ventajas del enrutamiento dinámico, la información enrutada puede ser intercambiada entre muchos Routers. Los mensajes de enrutamiento pueden ser enviados eficientemente por tramas que usen la extensión multicast LMI. Esto permite enviar mensajes a grupos específicos de Routers.

2.2 REDES ETHERNET

Ethernet opera a través de dos capas del modelo OSI. El modelo ofrece una referencia sobre con qué puede relacionarse Ethernet, pero en realidad se implementa sólo en la mitad inferior de la capa de Enlace de datos, que se conoce como subcapa Control de acceso al medio (Media Access Control, MAC), y la capa física.

Ethernet en la Capa 1 implica señales, streams de bits que se transportan en los medios, componentes físicos que transmiten las señales a los medios y distintas topologías. La Capa 1 de Ethernet tiene un papel clave en la comunicación que se produce entre los dispositivos, pero cada una de estas funciones tiene limitaciones.

Figura 7 Características capa 1y 2 del modelo OSI.

Limitaciones de la Capa 1	Funciones de la Capa 2
No se puede comunicar con capas superiores	Se conecta con las capas superiores mediante control de enlace lógico (LLC)
No pueden identificar dispositivos	Utiliza esquemas de direccionamiento para identificar dispositivos
Sólo reconoce streams de bits	Utiliza tramas para organizar los bits en grupos
No puede determinar la fuente de la transmisión cuando transmiten múltiples dispositivos	Utiliza control de acceso al medio (MAC) para identificar fuentes de transmisión

Fuente: Capítulo 009 Ethernet.

Tal como lo muestra la Figura 7, Ethernet en la Capa 2 se ocupa de estas limitaciones. Las subcapas de enlace de datos contribuyen significativamente a la compatibilidad de tecnología y la comunicación con el equipo del cliente. La subcapa MAC se ocupa de los componentes físicos que se utilizarán para comunicar la información y prepara los datos para transmitirlos a través de los medios.

La subcapa Control de enlace lógico (Logical Link Control, LLC) sigue siendo relativamente independiente del equipo físico que se utilizará para el proceso de comunicación.

2.2.1 Control de enlace lógico: Conexión con las capas superiores

Ethernet separa las funciones de la capa de Enlace de datos en dos subcapas diferenciadas: la subcapa Control de enlace lógico (LLC) y la subcapa Control de acceso al medio (MAC). Las funciones descritas en el modelo OSI para la capa de Enlace de datos se asignan a las subcapas LLC y MAC. La utilización de dichas subcapas contribuye notablemente a la compatibilidad entre diversos dispositivos finales.

Para Ethernet, el estándar IEEE 802.2 describe las funciones de la subcapa LLC y el estándar 802.3 describe las funciones de la subcapa MAC y de la capa física. El Control de enlace lógico se encarga de la comunicación entre las capas superiores y el software de red, y las capas inferiores, que generalmente es el hardware. La subcapa LLC toma los datos del protocolo de la red, que generalmente son un paquete IPv4, y agrega información de control para ayudar a entregar el paquete al nodo de destino. La Capa 2 establece la comunicación con las capas superiores a través del LLC.

El LLC se implementa en el software y su implementación depende del equipo físico. En un equipo final, el LLC puede considerarse como el controlador de la Tarjeta de interfaz de red (NIC). El controlador de la NIC (Tarjeta de interfaz de red) es un programa que interactúa directamente con el hardware en la NIC para pasar los datos entre los medios y la subcapa de Control de Acceso al medio (MAC)¹³.

El Control de acceso al medio (MAC) es la subcapa de Ethernet inferior de la capa de Enlace de datos. El hardware implementa el Control de acceso al medio, generalmente en la Tarjeta de interfaz de red (NIC).

La subcapa MAC de Ethernet tiene dos responsabilidades principales:

- Encapsulación de datos
- Control de Acceso al medio
- Encapsulación de datos

La encapsulación de datos proporciona tres funciones principales:

- Delimitación de trama
- Direcccionamiento

¹³ American National Standard (ANSI). Part 2: Logical Link Control. [En línea]. 1988. [Septiembre 2014]. <http://standards.ieee.org/getieee802/download/802.2-1998.pdf>

- Detección de errores

El proceso de encapsulación de datos incluye el armado de la trama antes de la transmisión y el análisis de la trama al momento de recibir una trama. Cuando forma una trama, la capa MAC agrega un encabezado y un tráiler a la PDU de Capa 3. La utilización de tramas facilita la transmisión de bits a medida que se colocan en los medios y la agrupación de bits en el nodo receptor.

El proceso de entramado ofrece delimitadores importantes que se utilizan para identificar un grupo de bits que componen una trama. Este proceso ofrece una sincronización entre los nodos transmisores y receptores.

El proceso de encapsulación también posibilita el direccionamiento de la capa de Enlace de datos. Cada encabezado Ethernet agregado a la trama contiene la dirección física (dirección MAC) que permite que la trama se envíe a un nodo de destino.

Una función adicional de la encapsulación de datos es la detección de errores. Cada trama de Ethernet contiene un tráiler con una comprobación cíclica de redundancia (CRC) de los contenidos de la trama. Una vez que se recibe una trama, el nodo receptor crea una CRC para compararla con la de la trama. Si estos dos cálculos de CRC coinciden, puede asumirse que la trama se recibió sin errores.

2.2.1.1 Control de acceso al medio

La subcapa MAC controla la colocación de tramas en los medios y el retiro de tramas de los medios. Como su nombre lo indica, se encarga de administrar el control de acceso al medio. Esto incluye el inicio de la transmisión de tramas y la recuperación por fallo de transmisión debido a colisiones.

2.2.1.2 Topología lógica

La topología lógica subyacente de Ethernet es un bus de multiacceso. Esto significa que todos los nodos (dispositivos) en ese segmento de la red comparten el medio. Esto significa además que todos los nodos de ese segmento reciben todas las tramas transmitidas por cualquier nodo de dicho segmento.

Debido a que todos los nodos reciben todas las tramas, cada nodo debe determinar si debe aceptar y procesar una determinada trama. Esto requiere analizar el direccionamiento en la trama provisto por la dirección MAC.

Ethernet ofrece un método para determinar cómo comparten los nodos el acceso al medio. El método de control de acceso a los medios para Ethernet clásica es el

Acceso múltiple con detección de portadora con detección de colisiones (CSMA/CD)¹⁴.

2.2.1.3 Implementaciones físicas de Ethernet

La mayor parte del tráfico en Internet se origina y termina en conexiones de Ethernet. Desde su inicio en la década de 1970, Ethernet ha evolucionado para satisfacer la creciente demanda de LAN de alta velocidad. Cuando se introdujo el medio de fibra óptica, Ethernet se adaptó a esta nueva tecnología para aprovechar el mayor ancho de banda y el menor índice de error que ofrece la fibra. Actualmente, el mismo protocolo que transportaba datos a 3 Mbps puede transportar datos a 10 Gbps.

El éxito de Ethernet se debe a los siguientes factores:

- Simplicidad y facilidad de mantenimiento
- Capacidad para incorporar nuevas tecnologías
- Confiabilidad
- Bajo costo de instalación y de actualización

La introducción de Gigabit Ethernet ha extendido la tecnología LAN original a distancias tales que convierten a Ethernet en un estándar de Red de área metropolitana (MAN) y de WAN (Red de área extensa).

Ya que se trata de una tecnología asociada con la capa física, Ethernet especifica e implementa los esquemas de codificación y decodificación que permiten el transporte de los bits de trama como señales a través de los medios. Los dispositivos Ethernet utilizan una gran variedad de especificaciones de cableado y conectores.

En las redes actuales, la Ethernet utiliza cables de cobre UTP y fibra óptica para interconectar dispositivos de red a través de dispositivos intermediarios como Hubs y Switches. Dada la diversidad de tipos de medios que Ethernet admite, la estructura de la trama de Ethernet permanece constante a través de todas sus implementaciones físicas. Es por esta razón que puede evolucionar hasta cumplir con los requisitos de red actuales.

2.2.1.4 Ethernet: comunicación a través de LAN

La primera versión de Ethernet incorporaba un método de acceso al medio conocido como Acceso múltiple por detección de portadora y detección de colisiones (CSMA/CD). El CSMA/CD administraba los problemas que se

¹⁴ IEEE standards association. Standard Group MAC Addresses: A Tutorial Guide. [En línea]. [Septiembre 2014]. <http://standards.ieee.org/regauth/groupmac/tutorial.html>.

originaban cuando múltiples dispositivos intentaban comunicarse en un medio físico compartido.

2.2.2 Primeros medios Ethernet

La capacidad de migrar la implementación original de Ethernet a las implementaciones de Ethernet actuales y futuras se basa en la estructura de la trama de Capa 2, que prácticamente no ha cambiado. Los medios físicos, el acceso al medio y el control del medio han evolucionado y continúan haciéndolo. Pero el encabezado y el tráiler de la trama de Ethernet han permanecido constantes en términos generales.

Las primeras implementaciones de Ethernet se utilizaron en entornos LAN de bajo ancho de banda en los que el acceso a los medios compartidos se administraba mediante CSMA y, posteriormente, mediante CSMA/CD. Además de ser una topología de bus lógica de la capa de Enlace de datos, Ethernet también utilizaba una topología de bus física. Esta topología se volvió más problemática a medida que las LAN crecieron y que los servicios LAN demandaron más infraestructura.

Los medios físicos originales de cable coaxial grueso y fino se reemplazaron por categorías iniciales de cables UTP. En comparación con los cables coaxiales, los cables UTP eran más fáciles de utilizar, más livianos y menos costosos.

La topología física también se cambió por una topología en estrella utilizando Hubs. Los Hubs concentran las conexiones.

En otras palabras, toman un grupo de nodos y permiten que la red los trate como una sola unidad. Cuando una trama llega a un puerto, se lo copia a los demás puertos para que todos los segmentos de la LAN reciban la trama. La utilización del hub en esta topología de bus aumentó la confiabilidad de la red, ya que permite que cualquier cable falle sin provocar una interrupción en toda la red. Sin embargo, la repetición de la trama a los demás puertos no solucionó el problema de las colisiones, esto se logró más adelante mediante la introducción de Switches en la red.

2.2.3 Administración de colisiones en Ethernet antigua

En redes 10BASE-T, el punto central del segmento de red era generalmente un hub. Esto creaba un medio compartido.

Debido a que el medio era compartido, sólo una estación a la vez podía realizar una transmisión de manera exitosa. Este tipo de conexión se describe como comunicación Half-Duplex.

A medida que se agregaban más dispositivos a una red Ethernet, la cantidad de colisiones de tramas aumentaba notablemente. Durante los períodos de poca actividad de comunicación, las pocas colisiones que se producían se administraban mediante el CSMA/CD, con muy poco impacto en el rendimiento, en caso de que lo hubiera. Sin embargo, a medida que la cantidad de dispositivos y el consiguiente tráfico de datos aumentan, el incremento de las colisiones puede producir un impacto significativo en la experiencia del usuario.

2.2.4 Ethernet actual

Un desarrollo importante que mejoró el rendimiento de la LAN fue la introducción de los Switches para reemplazar los Hubs en redes basadas en Ethernet. Este desarrollo estaba estrechamente relacionado con el desarrollo de Ethernet 100BASE-TX. Los Switches pueden controlar el flujo de datos mediante el aislamiento de cada uno de los puertos y el envío de una trama sólo al destino correspondiente (en caso de que se lo conozca) en vez del envío de todas las tramas a todos los dispositivos.

El Switch reduce la cantidad de dispositivos que recibe cada trama, lo que a su vez disminuye o minimiza la posibilidad de colisiones. Esto, junto con la posterior introducción de las comunicaciones Full-Duplex (que tienen una conexión que puede transportar señales transmitidas y recibidas al mismo tiempo), permitió el desarrollo de Ethernet de 1 Gbps y más.

Las aplicaciones que atraviesan enlaces de red a diario ponen a prueba incluso a las redes más sólidas. Por ejemplo, el uso cada vez mayor de servicios de Voz sobre IP (VoIP) y multimedia requiere conexiones más rápidas que Ethernet de 100 Mbps. Gigabit Ethernet se utiliza para describir las implementaciones de Ethernet que ofrecen un ancho de banda de 1000

Mbps (1 Gbps) o más. Esta capacidad se creó sobre la base de la capacidad Full-Duplex y las tecnologías de medios UTP y de fibra óptica de versiones anteriores de Ethernet.

El aumento del rendimiento de la red es significativo cuando la velocidad de transmisión (throughput) potencial aumenta de 100 Mbps a 1 Gbps y más.

La actualización a Ethernet de 1 Gbps no siempre implica que la infraestructura de red de cables y Switches existente debe reemplazarse por completo. Algunos equipos y cableados de redes modernas bien diseñadas e instaladas podrían trabajar a mayores velocidades con sólo una actualización mínima. Esta capacidad tiene el beneficio de reducir el costo total de propiedad de la red.

2.2.5 Ethernet más allá de la LAN

Las mayores distancias de cableado habilitadas por el uso de cables de fibra óptica en redes basadas en Ethernet disminuyeron las diferencias entre las LAN y las WAN. La Ethernet se limitaba originalmente a sistemas de cableado LAN dentro de un mismo edificio y después se extendió a sistemas entre edificios. Actualmente, puede aplicarse a través de toda una ciudad mediante lo que se conoce como Red de área metropolitana (MAN).

2.2.6 La trama de Ethernet

2.2.6.1 Encapsulación del paquete

La estructura de la trama de Ethernet agrega encabezados y tráilers a la PDU de Capa 3 para encapsular el mensaje que se envía. Tanto el encabezado como el tráiler de Ethernet tienen varias secciones de información que el protocolo Ethernet utiliza. Cada sección de la trama se denomina campo. Hay dos estilos de tramas de Ethernet: el IEEE 802.3 (original) y el IEEE 802.3 revisado (Ethernet).

Las diferencias entre los estilos de tramas son mínimas. La diferencia más significativa entre el IEEE 802.3 (original) y el IEEE 802.3 revisado es el agregado de un delimitador de inicio de trama (SFD) y un pequeño cambio en el campo Tipo que incluye la Longitud, tal como se muestra en la figura.

2.2.6.2 Tamaño de la trama de Ethernet

El estándar Ethernet original definió el tamaño mínimo de trama en 64 bytes y el tamaño máximo de trama en 1518 bytes. Esto incluye todos los bytes del campo Dirección MAC de destino a través del campo Secuencia de verificación de trama (FCS). Los campos Preámbulo y Delimitador de inicio de trama no se incluyen en la descripción del tamaño de una trama. El estándar IEEE 802.3ac, publicado en 1998, amplió el tamaño de trama máximo permitido a 1522 bytes. Se aumentó el tamaño de la trama para que se adapte a una tecnología denominada Red de área local virtual (VLAN).

Si el tamaño de una trama transmitida es menor que el mínimo o mayor que el máximo, el dispositivo receptor descarta la trama. Es posible que las tramas descartadas se originen en colisiones u otras señales no deseadas y, por lo tanto, se consideran no válidas.

Los campos Preámbulo (7 bytes) y Delimitador de inicio de trama (SFD) (1 byte) se utilizan para la sincronización entre los dispositivos de envío y de recepción. Estos ocho primeros bytes de la trama se utilizan para captar la atención de los nodos receptores. Básicamente, los primeros bytes le indican al receptor que se prepare para recibir una trama nueva.

2.2.6.3 Campo Dirección MAC de destino

El campo Dirección MAC de destino (6 bytes) es el identificador del receptor deseado. Como recordará, la Capa 2 utiliza esta dirección para ayudar a los dispositivos a determinar si la trama viene dirigida a ellos. La dirección de la trama se compara con la dirección MAC del dispositivo. Si coinciden, el dispositivo acepta la trama.

Campo Dirección MAC de origen El campo Dirección MAC de origen (6 bytes) identifica la NIC o interfaz que origina la trama.

2.2.6.4 Campo Longitud/Tipo

El campo Longitud/Tipo (2 bytes) define la longitud exacta del campo Datos de la trama. Esto se utiliza posteriormente como parte de la FCS para garantizar que el mensaje se reciba adecuadamente. En este campo debe ingresarse una longitud o un tipo. Sin embargo, sólo uno u otro podrán utilizarse en una determinada implementación. Si el objetivo del campo es designar un tipo, el campo Tipo describe qué protocolo se implementa.

El campo denominado Longitud/Tipo sólo aparecía como Longitud en las versiones anteriores del IEEE y sólo como Tipo en la versión DIX. Estos dos usos del campo se combinaron oficialmente en una versión posterior del IEEE, ya que ambos usos eran comunes. El campo Tipo de la Ethernet II se incorporó a la actual definición de trama del 802.3. La Ethernet II es el formato de trama de Ethernet que se utiliza en redes TCP/IP. Cuando un nodo recibe una trama, debe analizar el campo Longitud/Tipo para determinar qué protocolo de capa superior está presente. Si el valor de los dos octetos es equivalente a 0x0600 hexadecimal o 1536 decimal o mayor que éstos, los contenidos del campo Datos se codifican según el protocolo indicado.

2.2.6.5 Campos Datos y Relleno

Los campos Datos y Relleno (de 46 a 1500 bytes) contienen los datos encapsulados de una capa superior, que es una PDU de Capa 3 genérica o, con mayor frecuencia, un paquete IPv4. Todas las tramas deben tener al menos 64 bytes de longitud. Si se encapsula un paquete pequeño, el Pad se utiliza para aumentar el tamaño de la trama hasta alcanzar este tamaño mínimo.

Campo Secuencia de verificación de trama El campo Secuencia de verificación de trama (FCS) (4 bytes) se utiliza para detectar errores en la trama. Utiliza una comprobación cíclica de redundancia (CRC). El dispositivo emisor incluye los resultados de una CRC en el campo FCS de la trama.

El dispositivo receptor recibe la trama y genera una CRC para detectar errores. Si los cálculos coinciden, significa que no se produjo ningún error. Los cálculos que

no coinciden indican que los datos cambiaron y, por consiguiente, se descarta la trama. Un cambio en los datos podría ser resultado de una interrupción de las señales eléctricas que representan los bits.

2.2.6.6 La dirección MAC de Ethernet

Inicialmente, la Ethernet se implementaba como parte de una topología de bus. Cada uno de los dispositivos de red se conectaba al mismo medio compartido. En redes con poco tráfico o pequeñas, ésta era una implementación aceptable.

El problema más importante que debía resolverse era cómo identificar cada uno de los dispositivos. La señal podía enviarse a todos los dispositivos, pero ¿cómo podía determinar cada uno de los dispositivos si era el receptor del mensaje?

Se creó un identificador único, denominado dirección de Control de acceso al medio (MAC), para ayudar a determinar las direcciones de origen y destino dentro de una red Ethernet. Independientemente de qué variedad de Ethernet se estaba utilizando, la convención de denominación brindó un método para identificar dispositivos en un nivel inferior del modelo OSI.

Como recordará, la dirección MAC se agrega como parte de una PDU de Capa 2. Una dirección MAC de Ethernet es un valor binario de 48 bits expresado como 12 dígitos hexadecimales. Estructura de la dirección MAC.

El valor de la dirección MAC es el resultado directo de las normas implementadas por el IEEE para proveedores con el objetivo de garantizar direcciones únicas para cada dispositivo Ethernet. Las normas establecidas por el IEEE obligan a los proveedores de dispositivos Ethernet a registrarse en el IEEE. El IEEE le asigna a cada proveedor un código de 3 bytes, denominado Identificador único organizacional (OUI).

El IEEE obliga a los proveedores a respetar dos normas simples:

- Todas las direcciones MAC asignadas a una NIC u otro dispositivo Ethernet deben utilizar el OUI que se le asignó a dicho proveedor como los 3 primeros bytes.
- Se les debe asignar un valor exclusivo a todas las direcciones MAC con el mismo OUI (Identificador exclusivo de organización) (código del fabricante o número de serie) en los últimos 3 bytes.

La dirección MAC se suele denominar dirección grabada (BIA) porque se encuentra grabada en la ROM (Memoria de sólo lectura) de la NIC. Esto significa

que la dirección se codifica en el chip de la ROM de manera permanente (el software no puede cambiarla).

Sin embargo, cuando se inicia el equipo la NIC copia la dirección a la RAM (Memoria de acceso aleatorio). Cuando se examinan tramas se utiliza la dirección que se encuentra en la RAM como dirección de origen para compararla con la dirección de destino. La NIC utiliza la dirección MAC para determinar si un mensaje debe pasarse a las capas superiores para procesarlo.

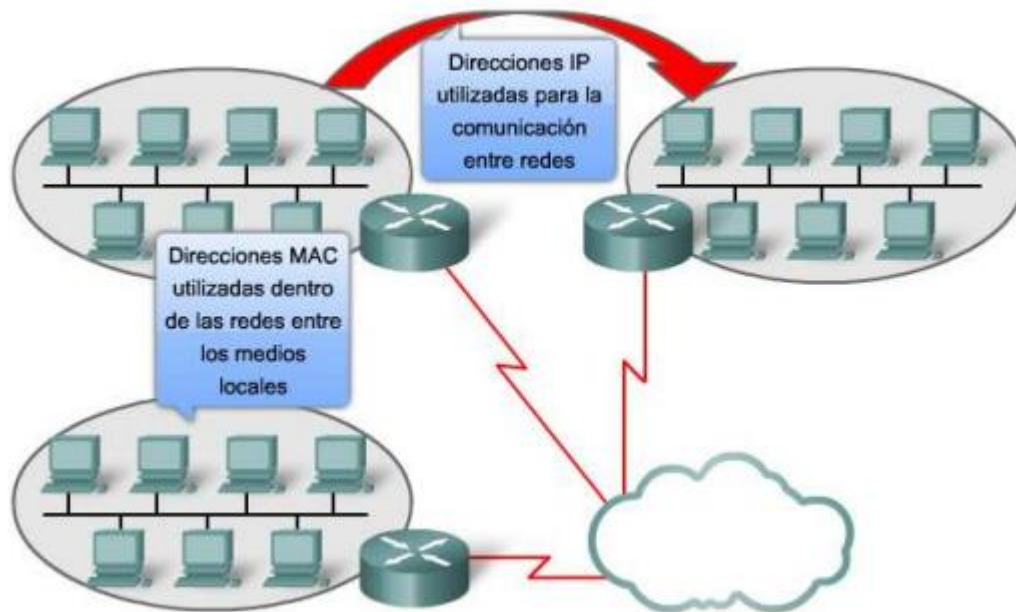
2.2.7 Dispositivos de Red

Cuando el dispositivo de origen reenvía el mensaje a una red Ethernet, se adjunta la información del encabezado dentro de la dirección MAC. El dispositivo de origen envía los datos a través de la red. Cada NIC de la red visualiza la información para determinar si la dirección MAC coincide con su dirección física. Si no hay coincidencia, el dispositivo descarta la trama. Cuando la trama llega al destino donde la MAC de la NIC coincide con la MAC de destino de la trama, la NIC pasa la trama hasta las capas OSI (Interconexión de sistema abierto), donde se lleva a cabo el proceso de desencapsulación.

Todos los dispositivos conectados a una LAN Ethernet tienen interfaces con direcciones MAC. Diferentes fabricantes de hardware y software pueden representar las direcciones MAC en distintos formatos hexadecimales. Los formatos de las direcciones pueden ser similares a 00-05-9A-3C-78-00, 00:05:9A:3C:78:00 o 0005.9A3C.7800. Las direcciones MAC se asignan a estaciones de trabajo, servidores, impresoras, Switches y Routers (cualquier dispositivo que pueda originar o recibir datos en la red)¹⁵.

¹⁵ IANA. Ethernet Numbers. [En línea]. Abril 2014. [Septiembre 2014]. <http://www.iana.org/assignments/Ethernet-numbers/Ethernet-numbers.xhtml>

Figura 8 Distintos direccionamientos red Ethernet



Fuente. Capítulo 009 Ethernet.

2.2.8 Control de acceso al medio en Ethernet

En un entorno de medios compartidos, todos los dispositivos tienen acceso garantizado al medio, pero no tienen ninguna prioridad en dicho medio. Si más de un dispositivo realiza una transmisión simultáneamente, las señales físicas colisionan y la red debe recuperarse para que pueda continuar la comunicación. Las colisiones representan el precio que debe pagar la Ethernet para obtener el bajo gasto relacionado con cada transmisión.

La Ethernet utiliza el acceso múltiple por detección de portadora y detección de colisiones (CSMA/CD) para detectar y manejar colisiones y para administrar la reanudación de las comunicaciones.

Debido a que todas las computadoras que utilizan Ethernet envían sus mensajes en el mismo medio, se utiliza un esquema de coordinación distribuida (CSMA) para detectar la actividad eléctrica en el cable. Entonces, un dispositivo puede determinar cuándo puede transmitir. Cuando un dispositivo detecta que ninguna otra computadora está enviando una trama o una señal portadora, el dispositivo transmitirá en caso de que tenga algo para enviar.

2.2.8.1 CSMA/CD: El proceso Detección de Portadora

En el método de acceso CSMA/CD, todos los dispositivos de red que tienen mensajes para enviar deben escuchar antes de transmitir. Si un dispositivo detecta una señal de otro dispositivo, esperará durante un período especificado antes de intentar transmitir.

Cuando no se detecte tráfico, un dispositivo transmitirá su mensaje. Mientras se lleva a cabo la transmisión, el dispositivo continúa escuchando para detectar tráfico o colisiones en la LAN. Una vez que se envía el mensaje, el dispositivo regresa a su modo de escucha predeterminado.

2.2.8.2 Multiacceso

Si la distancia existente entre los dispositivos es tal que la latencia de las señales de un dispositivo denota que un segundo dispositivo no detecta las señales, el segundo dispositivo puede comenzar también a transmitir. Los medios tienen entonces dos dispositivos que transmiten sus señales al mismo tiempo. Sus mensajes se propagarán por todos los medios hasta que se encuentren. En ese punto, las señales se mezclan y el mensaje se destruye. Si bien los mensajes se corrompen, la mezcla de señales restantes continúa propagándose a través de los medios.

2.2.8.3 Detección de colisiones

Cuando un dispositivo está en modo de escucha, puede detectar una colisión en el medio compartido. La detección de una colisión es posible porque todos los dispositivos pueden detectar un aumento de la amplitud de la señal por encima del nivel normal.

Una vez que se produce una colisión, los demás dispositivos que se encuentren en modo de escucha (como así también todos los dispositivos transmisores) detectarán el aumento de la amplitud de la señal. Una vez detectada la colisión, todos los dispositivos transmisores continuarán transmitiendo para garantizar que todos los dispositivos de la red detecten la colisión.

2.2.8.4 Señal de congestión y postergación aleatoria

Cuando los dispositivos de transmisión detectan la colisión, envían una señal de congestión. Esta señal interferente se utiliza para notificar a los demás dispositivos sobre una colisión, de manera que éstos invocarán un algoritmo de postergación. Este algoritmo de postergación hace que todos los dispositivos dejen de transmitir durante un período aleatorio, lo que permite que las señales de colisión disminuyan.

Una vez que finaliza el retraso asignado a un dispositivo, dicho dispositivo regresa al modo "escuchar antes de transmitir". El período de postergación aleatoria garantiza que los dispositivos involucrados en la colisión no intenten enviar su tráfico nuevamente al mismo tiempo, lo que provocaría que se repita todo el proceso. Sin embargo, esto también significa que un tercer dispositivo puede transmitir antes de que cualquiera de los dos dispositivos involucrados en la colisión original tenga la oportunidad de volver a transmitir. Hubs y dominios de colisiones.

Dado que las colisiones se producirán ocasionalmente en cualquier topología de medios compartidos (incluso cuando se emplea CSMA/CD), debemos prestar atención a las condiciones que pueden originar un aumento de las colisiones.

Debido al rápido crecimiento de la Internet se identifica lo siguiente:

- Se conectan más dispositivos a la red.
- Los dispositivos acceden a los medios de la red con una mayor frecuencia.
- Aumentan las distancias entre los dispositivos.

2.2.9 Temporización de Ethernet

Las implementaciones más rápidas de la capa física de Ethernet introducen complejidades en la administración de colisiones.

2.2.9.1 Latencia

Tal como se analizó anteriormente, cada dispositivo que desee transmitir debe "escuchar" primero el medio para verificar la presencia de tráfico. Si no hay tráfico, la estación comenzará a transmitir de inmediato. La señal eléctrica que se transmite requiere una cantidad determinada de tiempo (latencia) para propagarse (viajar) a través del cable. Cada hub o repetidor en la ruta de la señal agrega latencia a medida que envía los bits desde un puerto al siguiente.

Este retardo acumulado aumenta la probabilidad de que se produzcan colisiones, porque un nodo de escucha puede transformarse en señales de transmisión mientras el hub o repetidor procesa el mensaje. Debido a que la señal no había alcanzado este nodo mientras estaba escuchando, dicho nodo pensó que el medio estaba disponible. Esta condición produce generalmente colisiones.

2.2.9.2 Temporización y sincronización

En modo Half-Duplex, si no se produce una colisión, el dispositivo emisor transmitirá 64 bits de información de sincronización de temporización, lo que se

conoce como el Preámbulo. El dispositivo emisor transmitirá a continuación la trama completa.

La Ethernet con velocidades de transmisión (throughput) de 10 Mbps y menos es asíncrona. Una comunicación asíncrona en este contexto significa que cada dispositivo receptor utilizará los 8 bytes de información de temporización para sincronizar el circuito receptor con los datos entrantes y a continuación descartará los 8 bytes.

Las implementaciones de Ethernet con velocidades de transmisión (throughput) de 100 Mbps y más son síncronas. La comunicación síncrona en este contexto significa que la información de temporización no es necesaria. Sin embargo, por razones de compatibilidad, los campos Preámbulo y Delimitador de inicio de trama (SFD) todavía están presentes.

Para cada velocidad de medios diferente se requiere un período de tiempo determinado para que un bit pueda colocarse y detectarse en el medio. Dicho período de tiempo se denomina tiempo de bit. En Ethernet de 10 Mbps, un bit en la capa MAC requiere de 100 nanosegundos (ns) para ser transmitido. A 100 Mbps, ese mismo bit requiere de 10 ns para ser transmitido. Y a 1000 Mbps, sólo se requiere 1 ns para transmitir un bit. A menudo, se utiliza una estimación aproximada de 20,3 centímetros (8 pulgadas) por nanosegundo para calcular el retardo de propagación en un cable UTP. El resultado es que para 100 metros de cable UTP se requiere un poco menos de 5 tiempos de bit para que una señal 10BASE-T recorra la longitud del cable.

Para que el CSMA/CD de Ethernet funcione, el dispositivo emisor debe detectar la colisión antes de que se haya completado la transmisión de una trama del tamaño mínimo. A 100 Mbps, la temporización del dispositivo apenas es capaz de funcionar con cables de 100 metros. A 1000 Mbps, ajustes especiales son necesarios porque se suele transmitir una trama completa del tamaño mínimo antes de que el primer bit alcance el extremo de los primeros 100 metros de cable UTP. Por este motivo, no se permite el modo Half-Duplex en la Ethernet de 10 Gigabits.

Estas consideraciones de temporización deben aplicarse al espacio entre las tramas y a los tiempos de postergación (ambos temas se analizan en la próxima sección) para asegurar que cuando un dispositivo transmita su próxima trama, se ha reducido al mínimo el riesgo de que se produzca una colisión.

2.2.9.3 Intervalo de tiempo

En Ethernet Half-Duplex, donde los datos sólo pueden viajar en una dirección a la vez, el intervalo de tiempo se convierte en un parámetro importante para determinar cuántos dispositivos pueden compartir una red. Para todas las

velocidades de transmisión de Ethernet de o por debajo de 1000 Mbps, el estándar describe cómo una transmisión individual no puede ser menor que el intervalo de tiempo.

La determinación del intervalo de tiempo es una compensación entre la necesidad de reducir el impacto de la recuperación en caso de colisión (tiempos de postergación y retransmisión) y la necesidad de que las distancias de red sean lo suficientemente grandes como para adaptarse a tamaños razonables de red. El compromiso fue elegir un diámetro de red máximo (2500 metros aproximadamente) para después establecer la longitud mínima de una trama que fuera suficiente como para garantizar la detección de todas las peores colisiones.

El intervalo de tiempo para Ethernet de 10 y 100 Mbps es de 512 tiempos de bit o 64 octetos. El intervalo de tiempo para Ethernet de 1000 Mbps es de 4096 tiempos de bit o 512 octetos.

El intervalo de tiempo garantiza que si está por producirse una colisión, se detectará dentro de los primeros 512 bits (4096 para Gigabit Ethernet) de la transmisión de la trama. Esto simplifica el manejo de las retransmisiones de tramas posteriores a una colisión.

El intervalo de tiempo es un parámetro importante por las siguientes razones:

- El intervalo de tiempo de 512 bits establece el tamaño mínimo de una trama de Ethernet en 64 bytes. Cualquier trama con menos de 64 bytes de longitud se considera un "fragmento de colisión" o "runt frame" y las estaciones receptoras la descartan automáticamente.
- El intervalo de tiempo determina un límite para el tamaño máximo de los segmentos de una red. Si la red crece demasiado, pueden producirse colisiones tardías. Las colisiones tardías se consideran una falla en la red, porque un dispositivo detecta la colisión demasiado tarde durante la transmisión de tramas y será manejada automáticamente mediante CSMA/CD.

El intervalo de tiempo se calcula teniendo en cuenta las longitudes máximas de cables en la arquitectura de red legal de mayor tamaño. Todos los tiempos de retardo de propagación del hardware se encuentran al máximo permisible y se utiliza una señal de congestión de 32 bits cuando se detectan colisiones.

El intervalo de tiempo real calculado es apenas mayor que la cantidad de tiempo teórica necesaria para realizar una transmisión entre los puntos de máxima separación de un dominio de colisión, colisionar con otra transmisión en el último

instante posible y luego permitir que los fragmentos de la colisión regresen a la estación transmisora y sean detectados.

Para que el sistema funcione correctamente, el primer dispositivo debe estar al tanto de la colisión antes de que termine de enviar la trama legal de menor tamaño.

Para que una Ethernet de 1000 Mbps pueda operar en modo Half-Duplex, se agregó a la trama el campo de extensión cuando se envían tramas pequeñas, con el sólo fin de mantener ocupado al transmisor durante el tiempo que sea necesario para que vuelva un fragmento de colisión. Este campo sólo se incluye en los enlaces en Half-Duplex de 1000 Mbps y permite que las tramas de menor tamaño duren el tiempo suficiente para satisfacer los requisitos del intervalo de tiempo. El dispositivo receptor descarta los bits de extensión.

2.2.10 Capa física de Ethernet

2.2.10.1 Descripción general de la capa física de Ethernet

Las diferencias que existen entre Ethernet estándar, Fast Ethernet, Gigabit Ethernet y 10 Gigabit Ethernet tienen lugar en la capa física, generalmente denominada Ethernet PHY.

La Ethernet se rige por los estándares IEEE 802.3. Actualmente, se definen cuatro velocidades de datos para el funcionamiento con cables de fibra óptica y de par trenzado:

- 10 Mbps - Ethernet 10Base-T
- 100 Mbps - Fast Ethernet
- 1000 Mbps - Gigabit Ethernet
- 10 Gbps - 10 Gigabit Ethernet

Si bien existe una gran cantidad de implementaciones de Ethernet diferentes para estas diversas velocidades de transmisión de datos, aquí sólo se presentarán las más comunes. La figura muestra algunas de las características de la Ethernet PHY.

2.2.11 Ethernet de 10 y 100 Mbps

Las principales implementaciones de 10 Mbps de Ethernet incluyen:

- 10BASE5 con cable coaxial Thicknet

- 10BASE2 con cable coaxial Thinnet
- 10BASE-T con cable de par trenzado no blindado Cat3/Cat5

Las primeras implementaciones de Ethernet, 10BASE5 y 10BASE2 utilizaban cable coaxial en un bus físico. Dichas implementaciones ya no se utilizan y los más recientes estándares 802.3 no las admiten.

La 10BASE-T utiliza la codificación Manchester para dos cables de par trenzado no blindado. Las primeras implementaciones de la 10BASE-T utilizaban cableado Cat3. Sin embargo, el cableado Cat5 o superior es el que se utiliza generalmente en la actualidad.

La Ethernet de 10 Mbps se considera como la Ethernet clásica y utiliza una topología en estrella física. Los enlaces de Ethernet 10BASE-T pueden tener hasta 100 metros de longitud antes de que requieran un SW o repetidor.

La 10BASE-T utiliza dos pares de cables de cuatro pares y finaliza en cada extremo con un conector RJ-45 de 8 pins. El par conectado a los pins 1 y 2 se utiliza para transmitir y el par conectado a los pins 3 y 6 se utiliza para recibir.

La 10BASE-T generalmente no se elige para instalaciones de LAN nuevas. Sin embargo, todavía existen actualmente muchas redes Ethernet 10BASE-T. El reemplazo de los Hubs por los Switches en redes 10BASE-T aumentó notablemente la velocidad de transmisión (throughput) disponible para estas redes y le otorgó a la Ethernet antigua una mayor longevidad. Los enlaces de 10BASE-T conectados a un Switch pueden admitir el funcionamiento tanto Half-Duplex como Full-Duplex. 100 Mbps - Fast Ethernet.

Entre mediados y fines de la década de 1990 se establecieron varios estándares 802.3 nuevos para describir los métodos de transmisión de datos en medios Ethernet a 100 Mbps. Estos estándares utilizaban requisitos de codificación diferentes para lograr estas velocidades más altas de transmisión de datos.

La Ethernet de 100 Mbps, también denominada Fast Ethernet, puede implementarse utilizando medios de fibra o de cable de cobre de par trenzado. Las implementaciones más conocidas de la Ethernet de 100 Mbps son:

- 100BASE-TX con UTP Cat5 o mayor
- 100BASE-FX con cable de fibra óptica

Ya que las señales de mayor frecuencia que se utilizan en Fast Ethernet son más susceptibles al ruido, Ethernet de 100 Mbps utiliza dos pasos de codificación por separado para mejorar la integridad de la señal.

2.2.12 100BASE-TX

100BASE-TX fue diseñada para admitir la transmisión a través de dos hilos de fibra óptica o de dos pares de cable de cobre UTP de Categoría 5. La implementación 100BASE-TX utiliza los mismos dos pares y salidas de pares de UTP que la 10BASE-T. Sin embargo, la 100BASE-TX requiere UTP de Categoría 5 o superior. La codificación 4B/5B se utiliza para la Ethernet 100BASE-T.

Al igual que con la 10BASE-TX, la 100BASE-TX se conecta como estrella física. La figura muestra un ejemplo de una topología en estrella física. Sin embargo, a diferencia de la 10BASE-T, las redes 100BASE-TX utilizan generalmente un Switch en el centro de la estrella en vez de un hub. Aproximadamente al mismo tiempo que las tecnologías 100BASE-TX se convirtieron en la norma, los Switches LAN también comenzaron a implementarse con frecuencia. Estos desarrollos simultáneos llevaron a su combinación natural en el diseño de las redes

- 100BASE-TX.
- 100BASE-FX

El estándar 100BASE-FX utiliza el mismo procedimiento de señalización que la 100BASE-TX, pero lo hace en medios de fibra óptica en vez de cobre UTP. Si bien los procedimientos de codificación, decodificación y recuperación de reloj son los mismos para ambos medios, la transmisión de señales es diferente: pulsos eléctricos en cobre y pulsos de luz en fibra óptica. La 100BASE-FX utiliza conectores de interfaz de fibra de bajo costo (generalmente llamados conectores SC Duplex).

Las implementaciones de fibra son conexiones punto a punto, es decir, se utilizan para interconectar dos dispositivos. Estas conexiones pueden ser entre dos computadoras, entre una computadora y un Switch o entre dos Switches.

2.3 GIGABIT ETHERNET

2.3.1 1000 Mbps - Gigabit Ethernet

El desarrollo de los estándares de Gigabit Ethernet dio como resultado especificaciones para cobre UTP, fibra monomodo y fibra multimodo. En redes de Gigabit Ethernet, los bits se producen en una fracción del tiempo que requieren en redes de 100 Mbps y redes de 10 Mbps. Gracias a que las señales se producen en menor tiempo, los bits se vuelven más susceptibles al ruido y, por lo tanto, la temporización tiene una importancia decisiva. La cuestión del rendimiento se basa en la velocidad con la que el adaptador o la interfaz de red puedan cambiar los niveles de voltaje y en la manera en que dicho cambio de voltaje pueda detectarse de un modo confiable a 100 metros de distancia en la NIC o la interfaz de recepción.

A estas mayores velocidades, la codificación y decodificación de datos es más compleja. La Gigabit Ethernet utiliza dos distintos pasos de codificación. La transmisión de datos es más eficiente cuando se utilizan códigos para representar el stream binario de bits. La codificación de datos permite la sincronización, el uso eficiente del ancho de banda y características mejoradas de relación entre señal y ruido.

2.3.2 Ethernet 1000BASE-T

La Ethernet 1000BASE-T brinda una transmisión Full-Duplex utilizando los cuatro pares de cable UTP Categoría 5 o superior. La Gigabit Ethernet por cables de cobre permite un aumento de 100 Mbps por par de cable a 125 Mbps por par de cable o 500 Mbps para los cuatro pares. Cada par de cable origina señales en full-duplex, lo que duplica los 500 Mbps a 1000 Mbps.

La 1000BASE-T utiliza codificación de línea 4D-PAM5 para obtener un throughput de datos de 1 Gbps. Este esquema de codificación permite señales de transmisión en cuatro pares de cables simultáneamente. Traduce un byte de 8 bits de datos en una transmisión simultánea de cuatro símbolos de código que se envían por los medios, uno en cada par, como señales de Modulación de amplitud de pulsos de 5 niveles (PAM5). Esto significa que cada símbolo se corresponde con dos bits de datos. Debido a que la información viaja simultáneamente a través de las cuatro rutas, el sistema de circuitos tiene que dividir las tramas en el transmisor y reensamblarlas en el receptor. La figura muestra una representación del sistema de circuitos que utiliza la Ethernet 1000BASE-T.

La 1000BASE-T permite la transmisión y recepción de datos en ambas direcciones (en el mismo cable y al mismo tiempo). Este flujo de tráfico crea colisiones permanentes en los pares de cables. Estas colisiones generan patrones de voltaje

complejos. Los circuitos híbridos que detectan las señales utilizan técnicas sofisticadas tales como la cancelación de eco, la corrección del error de envío de Capa 1 (FEC) y una prudente selección de los niveles de voltaje. Al utilizar dichas técnicas, el sistema alcanza un throughput de 1 Gigabit. Para contribuir a la sincronización, la capa física encapsula cada trama con delimitadores de inicio y finalización de stream. La temporización de loops se mantiene mediante streams continuos de símbolos INACTIVOS que se envían encada par de cables durante el espacio entre tramas.

A diferencia de la mayoría de las señales digitales, en las que generalmente se encuentra un par de niveles de voltaje discretos, la 1000BASE-T utiliza muchos niveles de voltaje. En períodos inactivos, se encuentran nueve niveles de voltaje en el cable. Durante los períodos de transmisión de datos, se encuentran hasta 17 niveles de voltaje en el cable.

Con este gran número de estados, combinado con los efectos del ruido, la señal en el cable parece más analógica que digital. Como en el caso del analógico, el sistema es más susceptible al ruido debido a los problemas de cable y terminación.

2.3.3 Ethernet 1000BASE-SX y 1000BASE-LX por fibra óptica

Las versiones de fibra óptica de la Gigabit Ethernet (1000BASE-SX y 1000BASE-LX) ofrecen las siguientes ventajas sobre el UTP: inmunidad al ruido, tamaño físico pequeño y distancias y ancho de banda aumentados y sin repeticiones.

Todas las versiones de 1000BASE-SX y 1000BASE-LX admiten la transmisión binaria Full-Duplex a 1250 Mbps en dos hebras de fibra óptica. La codificación de la transmisión se basa en el esquema de codificación 8B/10B. Debido al gasto de esta codificación, la velocidad de transferencia de datos sigue siendo 1000 Mbps. Cada trama de datos se encapsula en la capa física antes de la transmisión y la sincronización de los enlaces se mantiene enviando un stream continuo de grupos de códigos INACTIVOS durante el espacio entre tramas.

Las principales diferencias entre las versiones de fibra de 1000BASE-SX y 1000BASE-LX son los medios de enlace, los conectores y la longitud de onda de la señal óptica. Estas diferencias se ilustran en la figura. 9.5.4 Ethernet: Opciones futuras.

Se adaptó el estándar IEEE 802.3ae para incluir la transmisión en Full-Duplex de 10 Gbps en cable de fibra óptica. El estándar 802.3ae y los estándares 802.3 para la Ethernet original son muy similares. La Ethernet de 10 Gigabits (10GbE) está evolucionando para poder utilizarse no sólo en LAN sino también en WAN y MAN. Debido a que el formato de trama y otras especificaciones de Ethernet de Capa 2 son compatibles con estándares anteriores, la 10GbE puede brindar un mayor

ancho de banda para redes individuales que sea interoperable con la infraestructura de red existente.

10Gbps se puede comparar con otras variedades de Ethernet de este modo:

- El formato de trama es el mismo, permitiendo así la interoperabilidad entre todos los tipos de tecnologías antiguas, fast, gigabit y 10 Gigabit Ethernet, sin la necesidad de retransmisión o conversiones de protocolo.
- El tiempo de bit ahora es de 0,1 nanosegundos. Todas las demás variables de tiempo caen en su correspondiente lugar en la escala.
- Ya que sólo se utilizan conexiones de fibra óptica Full-Duplex, no hay ningún tipo de contención de medios ni se necesita el CSMA/CD.
- Se preserva la mayoría de las subcapas de 802.3 de IEEE dentro de las Capas OSI 1 y 2, con algunos pocos agregados para que se adapten a enlaces de fibra de 40 km y la posibilidad de interoperabilidad con otras tecnologías en fibra.

Con 10Gbps Ethernet es posible crear redes de Ethernet flexibles, eficientes, confiables, a un costo punto a punto relativamente bajo.

2.3.4 Futuras velocidades de Ethernet

Si bien la Ethernet de 1 Gigabit es muy fácil de hallar en el mercado y cada vez es más fácil conseguir los productos de 10 Gigabits, el IEEE y la Alianza de Ethernet de 10 Gigabits trabajan actualmente en estándares para 40, 100 e inclusive 160 Gbps. Las tecnologías que se adopten dependerán de un número de factores que incluyen la velocidad de maduración de las tecnologías y de los estándares, la velocidad de adopción por parte del mercado y el costo de los productos emergentes.

2.3.5 Switches

En los últimos años, los Switches se convirtieron rápidamente en una parte fundamental de la mayoría de las redes. Los Switches permiten la segmentación de la LAN en distintos dominios de colisiones. Cada puerto de un Switch representa un dominio de colisiones distinto y brinda un ancho de banda completo al nodo o a los nodos conectados a dicho puerto.

Con una menor cantidad de nodos en cada dominio de colisiones, se produce un aumento en el ancho de banda promedio disponible para cada nodo y se reducen las colisiones¹⁶.

¹⁶ Capitulo Ethernet 009. [En línea]. [Septiembre 2014]. <http://blog.utp.edu.co/ee973/files/2012/04/capitulo09-Ethernet.pdf>

2.4 METROETHERNET

Una red Metro Ethernet es una red de alta velocidad (banda ancha) que dando cobertura en un área geográfica extensa, proporciona capacidad de integración de múltiples servicios mediante la transmisión de datos, voz y vídeo, sobre medios de transmisión tales como fibra óptica y par trenzado de cobre.

El concepto de Metro Ethernet representa una evolución de la noción de red de área local a un ámbito más amplio, cubriendo áreas con un alcance superior que en algunos casos no se limitan a un entorno metropolitano sino que pueden llegar a niveles regionales e incluso nacionales mediante la interconexión de diferentes redes de área metropolitana.

Las redes Metro Ethernet debido a sus características introduce nuevas funcionalidades, las más representativas son:

- **Interconexión de redes de área local**
- **Interconexión de centrales telefónicas digitales (PBX y PABX)**
- **Interconexión punto a punto.**
- **Transmisión de aplicaciones que soportan voz y video¹⁷**

2.4.1 Redes Metro Ethernet

Las redes Metro Ethernet, están soportadas principalmente por medios de transmisión guiados, como son el cobre (MAN BUCLE) y la fibra óptica, existiendo también soluciones de radio licenciada, el ancho de banda proporcionado es de 10 Mbit/s, 20 Mbit/s, 34 Mbit/s, 100 Mbit/s, 1 Gbit/s y 10 Gbit/s.

La tecnología de agregación de múltiples pares de cobre, (MAN BUCLE), oscila entre 10 Mbit/s hasta 100 Mbit/s, mediante la transmisión simultánea de múltiples líneas de cobre, además esta técnica cuenta con muy alta disponibilidad ya que es imposible la caída total del enlace debido al número líneas de cobre. En caso de una rotura de varias líneas de cobre, la red está en la capacidad de seguir transmitiendo pero su ancho de banda se ve afectado en proporción a las líneas que han quedado fuera de servicio.

La fibra óptica y el cobre, se complementan de forma ideal en el ámbito metropolitano, ofreciendo cobertura total a cualquier servicio, a desplegar

¹⁷ Montalvo Miño, Luis Alberto. "DISEÑO DE UNA RED METROPOLITANA ETHERNET EN LA CIUDAD DE QUITO". Capitulo I. 2006

2.4.2 Modelo básico de los servicios de Metro Ethernet

Metro Ethernet está compuesto por una red que funciona bajo Switches (Metro Ethernet Network -Men-), ofrecida por un proveedor de servicios; los usuarios acceden a la red mediante CEs (customer Equipement) que se conectan a través de UNIs (User Network Interface) a velocidades desde 10Mbps hasta 10Gbps.

Es posible tener múltiples UNIs conectadas al MEN de una simple localización, metro Ethernet también es una red denominada multiservicio así que soportan una gama de aplicaciones, contando con mecanismos donde se incluye soporte a tráfico "RTP" (tiempo real), como puede ser telefonía Ip y Video IP

2.4.3 EVC (Ethernet Virtual Connection) Conexión Virtual Ethernet

Un EVC es la asociación entre una o más interfaces UNIs (User Network Interface). Es un tubo virtual que proporciona al usuario servicios extremo a extremo atravesando múltiples redes MEN (Metro Ethernet Network). Un EVC tiene dos funciones:

- Conectar dos o más sitios (UNIs) habilitando la transferencia de tramas Ethernet entre ellos.
- Impedir la transferencia de datos entre usuarios que no son parte del mismo EVC, permitiendo privacidad y seguridad.

Un EVC puede ser usado para construir VPN (Virtual Private Network) de nivel 2. El MEF (Metro Ethernet Forum) ha definido dos tipos de EVC:

- Punto a Punto (E-Line)
- Multipunto a Multipunto (E-LAN)

2.4.3.1 E-LINE

El servicio E-Line proporciona un EVC punto a punto entre dos interfaces UNI (User Network Interface). Se utiliza para proporcionar una conexión Ethernet punto a punto.

Dentro del tipo de servicio E-Line se incluye una amplia gama de servicios. El más sencillo consistente en un ancho de banda simétrico para transmisión de datos en ambas direcciones y no fiable, entre dos interfaces UNI a 10 Mbit/s. Un servicio más sofisticado considerado dentro del tipo de servicio E-Line sería, por ejemplo, una línea E-Line, que ofrezca una CIR concreta junto con una CBS, y una EIR

junto con una EBS, y un retardo, variación del retardo y ver máximos asegurados entre dos interfaces UNI.

2.4.3.2 E-LAN

El tipo de servicio E-LAN proporciona conectividad multipunto a multipunto. Conecta dos o más interfaces UNI (User Network Interface). Los datos enviados desde un UNI llegarán a 1 ó más UNI destino. Cada uno de ellos está conectado a un EVC multipunto. A medida que va creciendo la red y se van añadiendo más interfaces UNI, éstos se conectarán al mismo EVC multipunto, simplificando enormemente la configuración de la misma. Desde el punto de vista del usuario, la E-LAN se comporta como una LAN.

Su estructura esta basa en modelo de capas, las capas que lo conforman son: Core, Distribución, y acceso.

2.4.4 Atributos de los servicios Metro Ethernet

Algunos de los atributos relacionados con metro Ethernet son:

2.4.4.1 Multiplexado de servicios

Asocia una UNI con varias EVC puede ser:

- Hay varios clientes en una sola puerta. ej: En un POP UNI.
- Hay varias conexiones de servicios distintos para un solo cliente

2.4.4.2 Transparencias de Vlan

Significa que el proveedor del servicio no cambia el identificador de la Vlan. En el servicio de acceso a internet tiene poca importancia. con ellas se aumenta la simplicidad operativa

2.4.4.3 Empaquetado (bundling)

Más de una Vlan de cliente está asociada al EVC en una UNI

2.4.5 Beneficios del Metro Ethernet

Los beneficios que ofrece Metro Ethernet son los siguientes:

- Presencia y capilaridad prácticamente universal en el ámbito metropolitano tiene una disponibilidad en las líneas de cobre, con cobertura universal en el ámbito del urbano.

- Tiene una alta fiabilidad, ya que los enlaces de cobre certificados Metro Ethernet, están constituidos por múltiples pares de en líneas de cobre (MAN BUCLE) y los enlaces de fibra óptica se configuran mediante spanning tree (activo- pasivo) o LACP (caudal aceptado).
- Fácil uso: Interconectando con Ethernet se simplifica las operaciones de red, administración, manejo y actualización.
- Economía: Los servicios Ethernet reducen el capital de suscripción y operación de tres maneras.
- Amplio uso: se emplea interfaces Ethernet que son las más difundidas para las soluciones de Networking.
- Bajo costo: Los servicios Ethernet ofrecen un bajo costo en la administración, operación, y funcionamiento de la red.
- Ancho de banda: Los servicios Ethernet permiten a los usuarios acceder a conexiones de banda ancha a menor costo.

2.5 COMPARACION ETHERNET-FRAME RELAY

En la Tabla 1, se hace la comparación entre las tecnologías que intervienen en el estudio de este documento.

Tabla 1 Comparación Ethernet-Frame Relay

ETHERNET	FRAME RELAY
Tiene su diseño basado en la compatibilidad con los equipos finales (situados en las instalaciones del cliente como los Routers)	Todos los desarrollos que Frame Relay genero se basaron en la tecnología WAN por lo que se ve obligado a interactuar con la red IP ya que todas las redes privadas se basan en esta.
Se interconecta a todos los niveles de la capa OSI	Maneja las capas de enlace de datos y de red del modelo OSI
Ethernet se ha adaptado a la aparición de nuevos medios de transmisión tanto para las conexiones de última milla como las conexiones de Core (Fibra Óptica, Cable UTP, Cable Coaxial)	El medio más difundido para implementar las soluciones Frame Relay es a través del cable serial, aunque puede utilizar Fibra Óptica para interconectar sus equipos de Core
Ethernet se enfocó en proporcionar un crecimiento grande de sus redes proporcionando al cliente una solución ideal a la hora de facilitar la integración de nuevos terminales a su red. Proporcionando una red más sencilla tanto en el ISP como en el cliente.	Frame Relay es un medio dedicado ya que para incorporar un nuevo elemento de la red establecida se requiere una nueva conexión tanto física como lógica. Siendo esta una de sus mayores debilidades ya que su escalabilidad es más compleja dificultando el crecimiento de la red del abonado.
Una de las características que logró posicionar a Ethernet como la tecnología predominante en el mundo de las telecomunicaciones es la capacidad de generar canales redundantes autosostenibles. Ya que la red cuenta con la capacidad de mantener una interconexión a pesar de que uno de sus eslabones este fuera de servicio en cuanto a nivel de Core se refiere. Al remitirnos a la solución de última milla la capacidad de reacción por parte del ISP para superar este inconveniente es mucho más alta y accesible que con otras tecnologías.	La redundancia en redes Frame Relay de cara a los clientes no es común ya que implementar un canal que supla la conexión principal en caso de que esta falle se traduce en la generación de otro servicio transformándose en costos tanto para el abonado como para la compañía.

Los equipos que componen la red Ethernet cuentan con la capacidad de actualizar su software para agregar o mejorar los desarrollos que se presentan a nivel de protocolos y de adaptación a las nuevas tecnologías que se desarrollen. Ya que al ser la tecnología más diseminada en el mundo de las redes todos los fabricantes se enfocan en la manutención de la misma.	Frame Relay es una tecnología que se ha estancado en cuanto a su desarrollo al ser reemplazada por soluciones más acopladas al contexto actual del mundo de las telecomunicaciones. Viéndose totalmente detenido el desarrollo de nuevas configuraciones que permitan su integración a otras plataformas.
Ethernet al ser una tecnología que tiene como premisa compartir los recursos con todos los elementos que componen la red presenta una de sus mayores debilidades la cual es la pérdida de información debido a las colisiones generadas por los equipos que comparten el mismo canal de información.	Frame Relay al generar canales únicos para cada abonado no se ve afectada por colisiones entre equipos, ya que desde un punto de vista general la conexión entre el equipo de Core y la red del cliente es una red punto a punto.
Ethernet maneja distintos Anchos de Banda viéndose limitado por los equipos y el medio de transmisión por el cual se propaga la información. Manejando en este momento velocidades suficientes para cubrir en su totalidad los requerimientos del cliente.	Actualmente una de las grandes desventajas de Frame Relay es que al crearse este protocolo se establecieron limitantes en el ancho de banda las cuales no son superiores a los 2Mbps, los cuales no son suficientes para cubrir en su totalidad las necesidades de los abonados, además cuando este llega a su límite el mecanismo implementado para mantener la estabilidad en la conexión es el de descartar paquetes que debido al flujo de información superan el tope del canal.
Ethernet se ha preocupado por enfocar sus desarrollos en ofrecer calidad en sus servicios, por lo que asegura que la pérdida de información sea mínima, ofreciendo niveles de servicio cercanos al 100%.	Frame Relay a pesar de ser una plataforma bastante estable no logra entregar la calidad de servicio ofrecida por otras tecnologías ya que se gestión sobre la red es bastante limitada en cuanto a fallos se refiere.

PARTE III

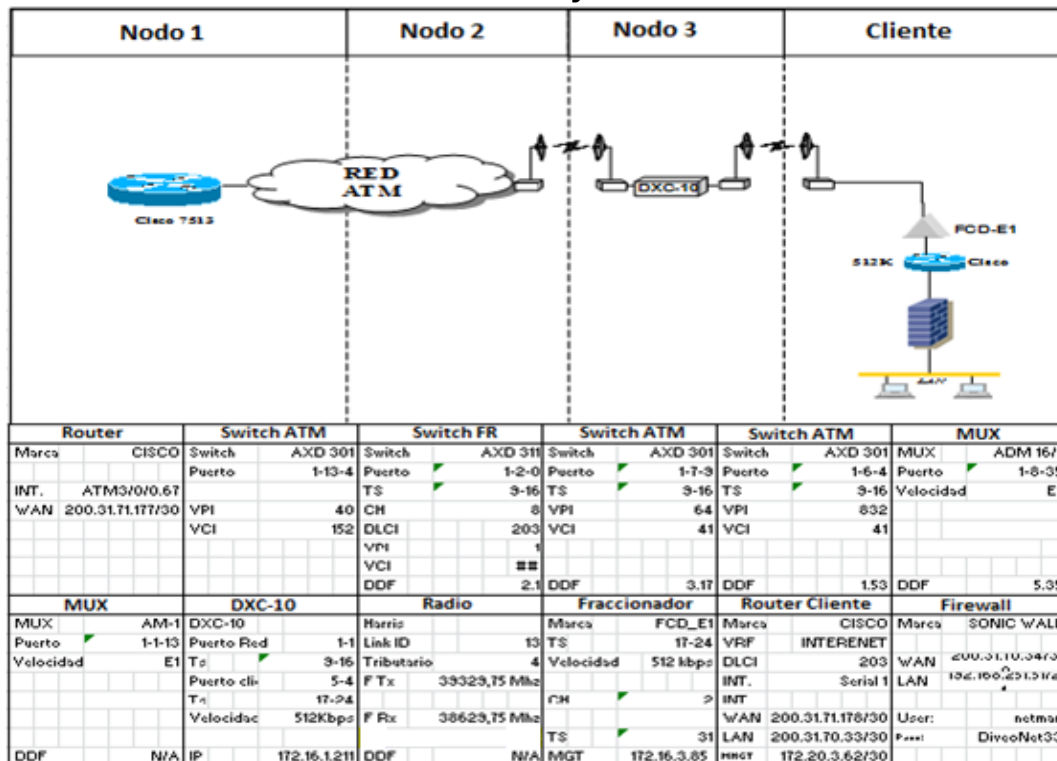
ESTUDIO Y ANÁLISIS DEL PROBLEMA

3 PROPUESTA DE SOLUCIONES TECNICAS A LAS CONFIGURACIONES ACTUALES DE RED

3.1 CONFIGURACIÓN ACTUAL ENLACE DE ACCESO A INTERNET HIBRIDO SDH-FR CON RADIO ENLACE COMO SOLUCION DE ULTIMA MILLA

Actualmente la compañía Synapsis S.A.S maneja redes bastante intrincadas para llegar a sus clientes, que tiene como solución de última milla una red Frame Relay para interconectarse con su proveedor de salida a internet. Como se observa en la Figura 9, Esta solución consiste en una interconexión entre Synapsis y el cliente por medio de una red Ethernet conformados por equipos con varias tecnologías que complican la flexibilidad y el mantenimiento de esta, además del incremento de costos debido al uso de equipos conversores para adaptar los nodos donde se interconectan los distintos tipos de tecnologías (ATM, Frame Relay, SDH), haciendo cada vez más complicada la conexión de nuevos clientes a esta plataforma. La utilización de esta red en la actualidad es prácticamente obsoleta ya que los nuevos abonados que llegan se conectan a una red enteramente Ethernet, convirtiéndose en una carga para la compañía y para los clientes que todavía se mantienen bajo esta configuración.

Figura 9 Diseño Solución Frame Relay



Fuente: Synapsis S.A.S

Como se observa en la figura anterior, la solución de interconexión desde el cliente hasta su salida a internet, atraviesa varios nodos que utilizan distintos tipos de tecnologías, siendo Ethernet el tramo final el cual provee la salida a la nube y Frame Relay la solución que interconecta a la LAN del usuario.

La solución que ofrece la compañía para los clientes que utilizan la plataforma Frame Relay, que en su tramo inicial cuenta con una conexión por medio de un radio enlace, se basa en tecnología SDH para dar un cubrimiento total sin depender de la posición geográfica del usuario. Para interconectar la red LAN con la solución de última milla dada por la compañía, es necesaria la implementación de un fraccionador el cual genera la transición entre una conexión E1 con una serial la cual va conectada al router que se entrega al cliente.

En su segunda fase, el otro extremo del radioenlace se conecta a un equipo SDH el cual recopila todos los clientes que llegan a esta zona común, y en este punto se interconecta con un nodo por medio de una red de Core ya preestablecida por la compañía.

En su tercera fase que se remite al nodo principal, las conexiones provenientes de la fase anterior llegan a un equipo ATM que funciona en este escenario como un puente para llegar al Switch Frame Relay, en este punto se realiza la conexión final para alcanzar la salida hacia la nube por medio de una conexión serial.

Como se observa en la Figura 10, la solución propuesta para reemplazar la mostrada en la Figura 9, consiste en el reemplazo de las distintas tecnologías confinadas a la nube ATM por una nube enteramente IP. Esto daría solución a los problemas de interoperabilidad expuestos anteriormente.

La intención del proyecto es no incurrir en costos adicionales tanto para el cliente como para la compañía, por lo que se conserva el radio enlace. Esta es la solución más viable para interconectar al cliente con los nodos principales. A pesar que la red no se basa enteramente en tecnología Ethernet, en el Core de la empresa se unificaron en gran medida las tecnologías que administran el enlace. De esta manera, la salida a internet del abonado contaría con la red SDH como conexión entre su nodo principal y una zona común a la que llegan varios clientes del sector, pero regresando a la red IP con la cual se entrega el servicio al cliente.

63

mencionado se conecta con otro de las mismas características, pero que marca el límite entre la nube Ip (Red existente entre el nodo 1 y nodo 2) y el tramo 3.

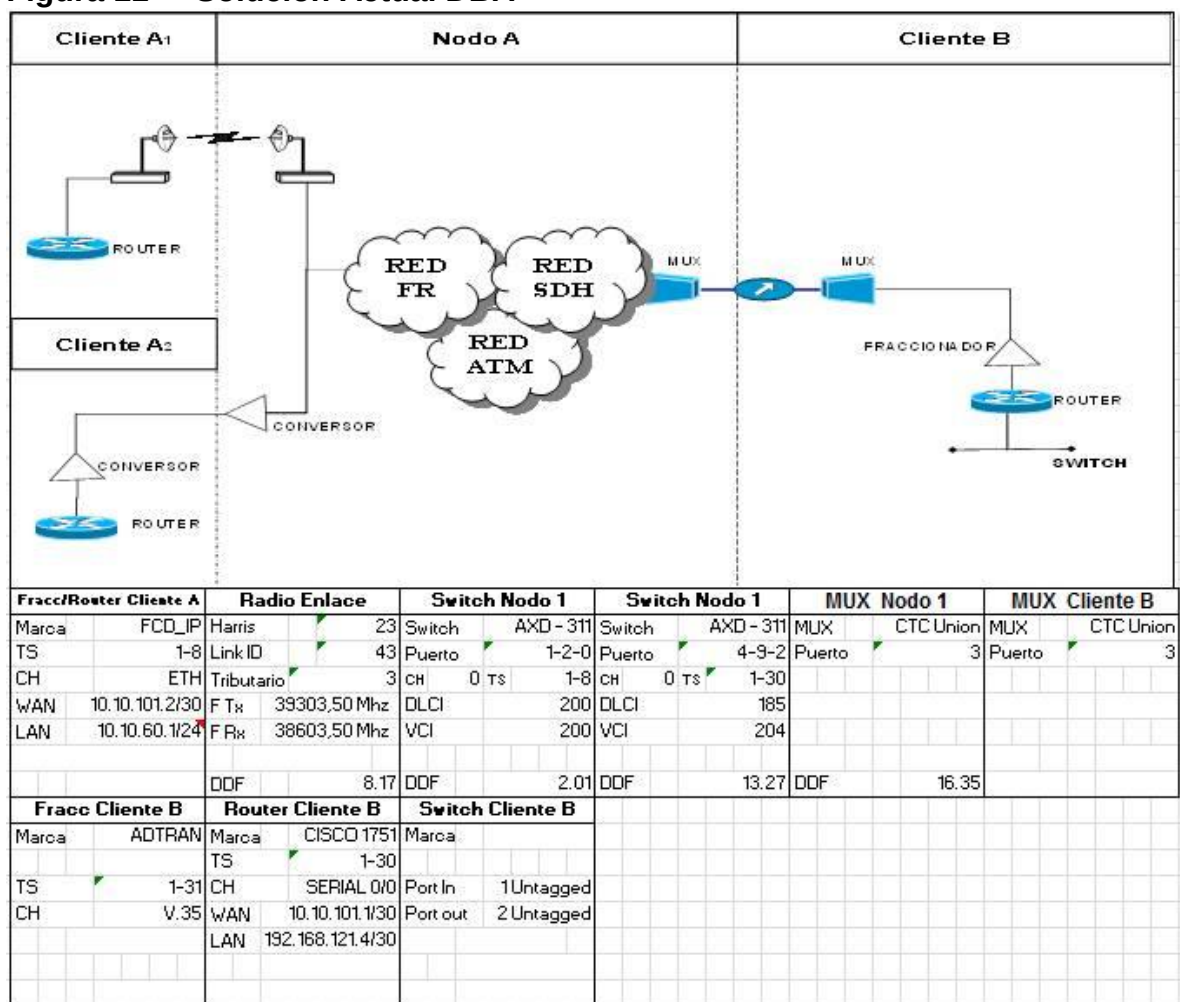
El tramo 3, mediante una conexión preestablecida, se interconecta con el Switch del segundo nodo y por medio de una Cross conexión se comunica con el equipo SDH. El tercer nodo el cual se conoce como zona común solo cuenta con esta red para integrarse a la red de la compañía.

Finalmente, mediante un radio enlace como solución de última milla se llega a la sede del cliente, allí se utiliza un conversor que permite cambiar de E1 a Ethernet y de esta forma poder integrarse con el Router con el que cuenta el cliente, en el inicio de su red privada LAN.

3.3 CONFIGURACIÓN ACTUAL ENLACE DE SUCURSALES HIBRIDO SDH-FR PUNTO MULTIPUNTO

En la siguiente figura se muestra que el servicio ofrecido es de un canal punto-multipunto más conocido como acceso a datos informáticos, esto quiere decir que la red es utilizada para interconectar dos compañías que requieran un intercambio de datos directo. La solución se diferencia de las anteriormente expuestas en que la red no es utilizada para acceder a internet.

Figura 11 Solución Actual DBA



Fuente: Synapsis S.A.S

El escenario propuesto es la configuración típica donde se implementa la tecnología Frame Relay. Dada la sensibilidad de los datos es imperativa la seguridad de estos y para lograr esto se crean canales virtuales totalmente

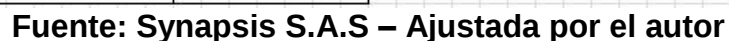
independientes uno de los otros. Este el medio es la más atractivo para los clientes que requieren una interconexión con las características anteriormente descritas y fue por esto que en su momento se adoptó esta plataforma para suplir las necesidades del abonado.

En esta red punto-multipunto se observa, en su primer tramo, los distintos abonados conectados por medio de Fibra Óptica o de un radio enlace, tal como en las configuraciones que se describieron anteriormente en la última milla.

En el segundo tramo se encuentra el punto de acceso al nodo principal ya sea mediante Fibra Óptica o radio enlace, dependiendo de la solución aceptada por el cliente. En el siguiente segmento la señal es entregada al Switch Frame Relay. Luego de esto por medio de Cross conexiones se enlaza dicha señal con la red SDH por medio de la plataforma ATM la cual se encarga de integrar estas tecnologías. SDH entrega al punto final un canal E1 ya que este es el medio para entregar en su tramo final la información enviada por el cliente A. Luego el E1 llega a un fraccionador que limita el ancho de banda dependiendo de lo contratado por el cliente.

En el tramo final el fraccionador se conecta al router del cliente por medio de una interfaz serial y la función del router es el manejo de la dirección pública entregada al abonado para obtener una salida a todos los dispositivos pertenecientes a la red LAN de este.

Figura 12 Solución Propuesta DBA



En el segundo tramo se encuentra el punto de acceso al nodo principal ya sea mediante Fibra Óptica o radio enlace, dependiendo de la solución requerida por el cliente. En el siguiente segmento la señal es entregada a un Switch. La dirección

pública entregada a cada uno de los clientes se aloja en el mismo segmento de red para aprovechar al máximo los recursos gracias a esta tecnología. Ahora bien, Cross conexiones se integra directamente a la red SDH, eliminando del escenario la plataforma ATM. Esta solución permite un ahorro para la compañía.

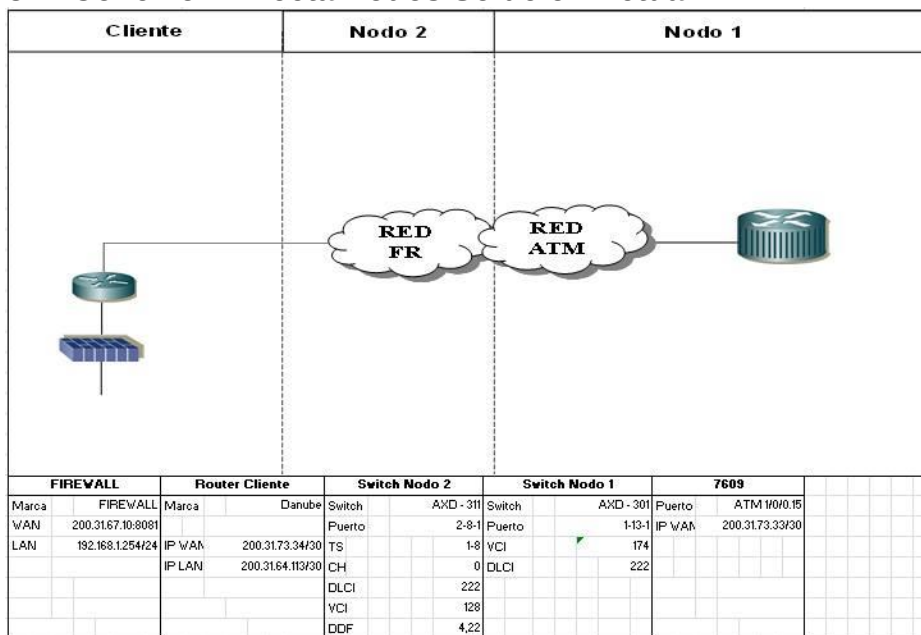
SDH entrega al punto final un canal E1 para entregar en su tramo final la información enviada por el cliente A. Luego el E1 llega a un conversor donde no es necesario el uso del fraccionador porque esta función se realiza directamente en la nube IP por medio de un Packetshaper que limita el ancho de banda contratado por el cliente.

En el tramo final el conversor se conecta al router del cliente por medio de una interfaz LAN y la función del router es el manejo de la dirección pública entregada al abonado para obtener una salida a todos los dispositivos pertenecientes a la red privada de este.

3.5 CONFIGURACIÓN ACTUAL ENLACE SALIDA A INTERNET CON CONEXIÓN DIRECTA AL CORE

Las soluciones que cuentan con una configuración más simple son para aquellos clientes que debido a su posición geográfica se conectan directamente a uno de los nodos principales, constituyéndose en un caso único. En las soluciones propuestas, las conexiones para alcanzar el Core de la empresa requerían la implementación de tecnologías alternas como radio enlaces para lograr la interconexión de sus servicios. En todas las configuraciones propuestas esta es la única que se migraría enteramente a una solución Ethernet porque los requerimientos del cliente y la infraestructura cumplen con las especificaciones para lograr una migración total y da viabilidad a este estudio, teniendo en cuenta que la mayoría de los clientes tienen esta configuración de red.

Figura 13 Conexión Directa Nodos Solución Actual

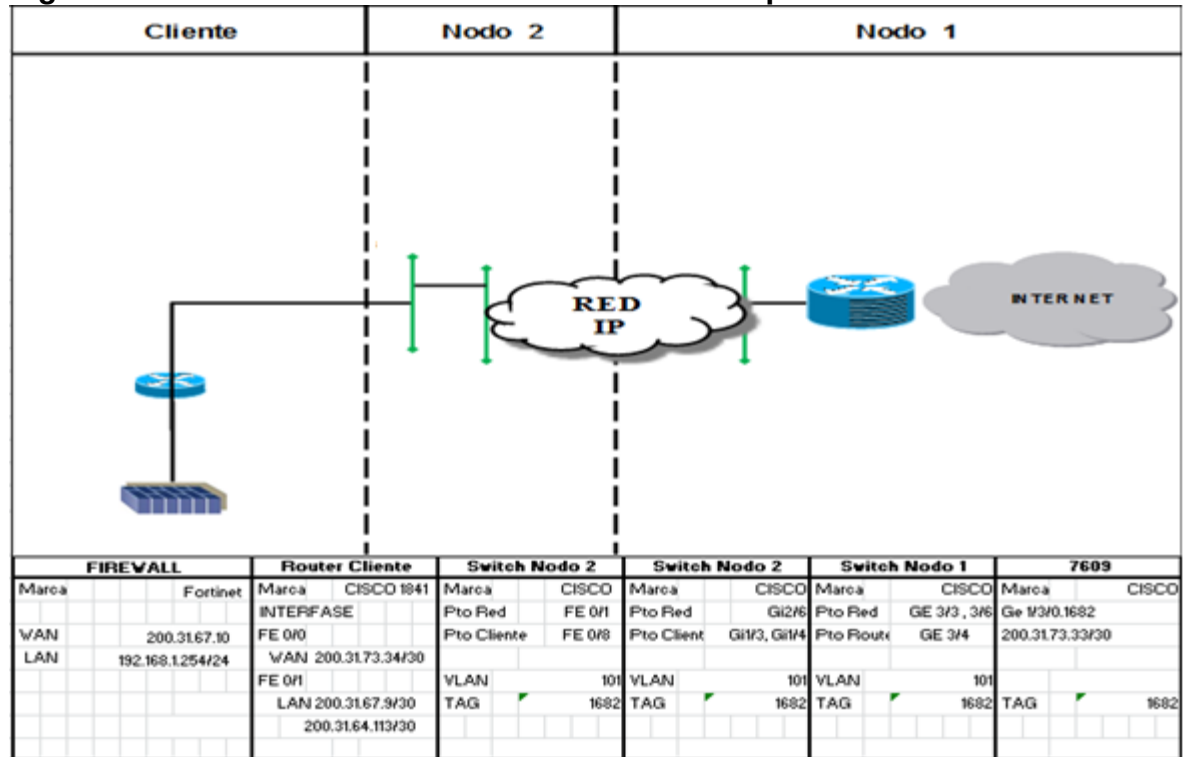


Fuente: Synapsis S.A.S

Como se observa en la imagen, la solución dada actualmente, para proporcionar una salida a internet, solo cuenta con dos tramos. El primer tramo se localiza entre la red privada del cliente y el Core de la compañía, como ya se mencionó anteriormente no hay una tecnología intermedia que entrelace estos dos puntos, la conexión se hace directamente y llega al segundo que corresponde a la plataforma ATM la cual soporta a Frame Relay, de allí a través de conexiones establecidas directamente en el Core o Cross conexiones se crea el canal para obtener la salida a la nube a través de un router.

3.6 CONFIGURACIÓN PROPUESTA ENLACE SALIDA A INTERNET CON CONEXIÓN DIRECTA AL CORE

Figura 14 Solución Directa Nodos Solución Propuesta



Fuente: Synapsis S.A.S – Ajustada por el autor

La solución propuesta para la configuración anteriormente descrita se basa en el reemplazo de las plataformas ATM y Frame Relay y dejarla enteramente sobre una plataforma Ethernet. Esto se traduce en el reemplazo de todos los equipos actualmente existentes e integrarlos a la red Ethernet con la que cuenta la empresa, siendo totalmente transparente para el cliente ya que el equipo de acceso al Core de la compañía es un router, dejando de lado la integración de plataformas y transformándose en un enlace mucho más eficiente ya que se agregarían todas las ventajas de esta tecnología como la calidad del servicio y la redundancia en el canal.

Al ser servicios que dependen directamente de los nodos principales del ISP, la solución dada se compone de una red completamente Ethernet en todos sus tramos desde el punto de salida del cliente hasta la conexión con la salida a la nube de internet.

4 COSTOS MIGRACIÓN DE LA PLATAFORMA FRAME RELAY

A continuación se relacionan los costos que representaría para la empresa la migración de los servicios que corren sobre la plataforma Frame Relay a la red Ethernet. Los costos más representativos para Synapsis S.A.S es la adquisición de algunos equipos para realizar la migración ya que al contar con una plataforma Ethernet algunos de sus recursos pueden ser reutilizables para llevar a cabo dicha implementación.

En cuanto al recurso humano el costo sería asumido por la empresa como el inicio de un proyecto propio de actualización, ya que la compañía cuenta con el talento humano para realizar dicho servicio porque es una tecnología que conocen debido al aprendizaje obtenido desde el momento que la empresa optó por la necesidad de implementar una red Ethernet propia.

Como se identificó anteriormente el impacto para Synapsis S.A.S al implementar la solución objeto de estudio de este documento es viable y además de fortalecer el portafolio de servicios con los que cuenta la empresa, ofrece otra ventaja la cuál es la de no generar ningún sobrecosto a los clientes que actualmente utilizan la plataforma a eliminar, ya que toda la migración sería totalmente transparente para ellos y todos los costos correrían por cuenta de la compañía.

4.1 EQUIPOS NECESARIOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN

Como se mencionaba anteriormente, para llevar acabo la implementación de las soluciones diseñadas para cada uno de los servicios que soporta la empresa sobre su plataforma Frame Relay, es forzosa la adquisición de los equipos de Core que soporten el nuevo diseño.

En la Tabla 2 se relacionan todos los equipos que serían necesarios para llevar acabo la implementación de cada una de las soluciones dadas (ver PROPUESTA DE SOLUCIONES TECNICAS A LAS CONFIGURACIONES ACTUALES DE RED). Los equipos allí registrados cuentan con las características para soportar la implementación, además de esto se eligió CISCO como el fabricante predominante ya que no presentaría ningún problema a la hora de integrarse con la plataforma con la que cuenta la empresa, debido a que el Core de Synapsis usa en su mayoría este fabricante gracias a la estabilidad y confiabilidad que este ofrece por sus años de trayectoria.

En resumen la adquisición de estos elementos además de generar créditos a la empresa en cuanto a su calidad de servicio de cara al cliente, también representaría un fortalecimiento en su red al unificar sus servicios al migrarlos a una única tecnología.

Tabla 2 Costos Equipos Para la Migración

RECURSOS UTILIZADOS PARA LA IMPLMENTACION PROPUESTA (EQUIPOS)					
SOLUCION IMPLEMENTADA	NUMERO DE SERVICIOS	NUMERO DE EQUIPOS	EQUIPOS SOLUCION	COSTO EQUIPO (USD)	COSTO TOTAL (USD)
ENLACE DE ACCESO A INTERNET HIBRIDO SDH IP CON RADIO ENLACE COMO SOLUCION DE ULTIMA MILLA	16	5	ROUTER CISCO 1841 	515	2575
		11	TARJETA HWIC 4ESW 	220	2420
		16	CONVERSOR EOe1* 	0	0
ENLACE DE SUCURSALES HIBRIDO IP SDH PUNTO MULTIPUNTO	5	2	ROUTER CISCO 1841 	515	1030
		4	TARJETA HWIC 4ESW 	515	2060
		5	CONVERSOR EOe1* 	0	0
ENLACE CON SALIDA A INTERNET IP	28	7	ROUTER CISCO 1841 	515	3605
		15	TARJETA HWIC 4ESW 	515	7725
		8	CONVERSOR FIBER ETHERNET 	169	1352

Fuente: Autor

4.2 RECURSO HUMANO NECESARIO PARA LA IMPLEMENTACIÓN

Para llevar a cabo la implementación de las soluciones propuestas, además de la adquisición de nuevos equipos, es necesario el uso del recurso humano para realizar la instalación y las configuraciones necesarias de cada uno de los elementos partícipes en la integración de los servicios que corren sobre la plataforma Frame Relay con la red Ethernet con la que cuenta la compañía en su Core.

En la Tabla 3, se relaciona cada uno de los recursos que interactúan con la puesta en marcha de la implementación de los diseños propuestos anteriormente y las funciones que cumpliría cada uno para cumplir dicho objetivo.

Tabla 3 Recurso Humano

RECURSO HUMANO		
CARGO	DESCRIPCIÓN	FUNCIONES
INGENIERO DE PROYECTOS	Encargado de planeación y ejecución del proyecto	Presupuesto del proyecto.
		Cronograma de actividades
		Validación con el cliente
INGENIERO DE IMPLEMENTACION	Encargado de la puesta en marcha del proyecto	Gestor de ventanas de implementación
		Instalación de equipos
		Protocolos de pruebas
		Diseño de la red
INGENIERO DE REDES	Encargado de la integración de los equipos	Configuración de los equipos
		Soporte de la solución
		Diseño de la red
INGENIERO DE SEGURIDAD	Encargado de los permisos de acceso	Crear políticas de acceso y seguridad a la red

Fuente: Autor

En la Tabla 4 se observa el costo para la compañía de la implementación de las soluciones propuestas, desglosadas entre el valor por hora de cada uno de los ingenieros que participarían en el proyecto, las horas totales que se utilizarían por cada solución y el costo global que acarrearía para la empresa adoptar el diseño que se propone en este documento.

Tabla 4 Costo Recurso Humano Para Implementación

RECURSOS UTILIZADOS PARA LA IMPLMENTACION PROPUESTA (PERSONAL)					
SOLUCION IMPLEMENTADA	NUMERO DE SERVICIOS	RECURSO HUMANO	HORAS MIGRACION	COSTO HORA	COSTO TOTAL
ENLACE DE ACCESO A INTERNET HIBRIDO SDH IP CON RADIO ENLACE COMO SOLUCION DE ULTIMA MILLA	16	INGENIERO DE PROYECTOS	80	23.438	1.875.040
		INGENIERO DE IMPLEMENTACION	64	19.792	1.266.688
		INGENIERO DE REDES	40	20.834	833.360
		INGENIERO DE SEGURIDAD	24	20.834	500.016
					4.475.104
ENLACE DE SUCURSALES HIBRIDO IP SDH PUNTO MULTIPUNTO	5	INGENIERO DE PROYECTOS	25	23.438	585.950
		INGENIERO DE IMPLEMENTACION	20	19.792	395.840
		INGENIERO DE REDES	13	20.834	270.842
		INGENIERO DE SEGURIDAD	8	20.834	166.672
					1.419.304
ENLACE CON SALIDA A INTERNET IP	28	INGENIERO DE PROYECTOS	140	23.438	3.281.320
		INGENIERO DE IMPLEMENTACION	112	19.792	2.216.704
		INGENIERO DE REDES	70	20.834	1.458.380
		INGENIERO DE SEGURIDAD	42	20.834	875.028
					7.831.432
COSTO TOTAL					13.725.840

Fuente: Autor

4.3 COSTO TOTAL DE LA MIGRACION

A continuación se relaciona el costo total de la implementación, allí se recopila el valor de los equipos necesarios para llevar acabo la migración, además del recurso humano requerido para la realización del proyecto, configuración de equipos, cumplimiento de la normatividad y soporte durante y después de la integración de los servicios a la red Ethernet. Es necesario agregar otro ítem el cual se define en la Tabla 5 como otros, este hace referencia al valor de las adecuaciones estructurales, tanto de las obras civiles como de interconexiones físicas que son necesarias para la puesta en marcha de las soluciones propuestas en este documento.

Tabla 5 Costo Total De La Implementación

COSTO TOTAL MIGRACION PLATAFORMA FRAME RELAY A LA RED IP	
ITEM	VALOR
EQUIPOS DCE	41.866.272
RECURSO HUMANO	13.725.840
OTROS	5.500.000
TOTAL	61.092.112

Fuente: Autor

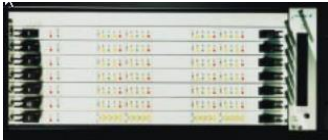
4.4 BENEFICIOS DE LA MIGRACION

A continuación se detalla las ventajas que tiene para la empresa realizar la migración de la plataforma Frame Relay a la red Ethernet que posee la compañía.

4.4.1 Comparación equipos Frame Relay – Ethernet

En la Tabla 6 se relaciona el costo parcial y total de cada uno de los equipos que conforman la configuración actual (Frame Relay) y los equipos que harían parte de las soluciones propuestas (Ethernet).

Tabla 6 Costo Equipos Frame Relay – Ethernet

RELACION COSTO BENEFICIO PARA LA COMPAÑÍA AL IMPLEMENTAR LAS SOLUCIONES PROPUESTAS		
ITEM	PLATAFORMA FRAME RELAY	PLATAFORMA ETHERNET
EQUIPOS	SWITCH FRAME RELAY AXD301  23.950 USD	SWITCH SERIE 2900  5.500 USD
	TARJETA INTERFAZ E1  2.230 USD	ROUTER SERIE 1841  515 USD
	TARJETA HWIC 2T  550 USD	TARJETA HWIC 4ESW  220 USD
	COSTO TOTAL EQUIPOS 26.730 USD	6235 USD

Fuente: Autor

Como se observa en la descripción anterior, el beneficio para la empresa de implementar las soluciones propuestas basadas en la plataforma Ethernet en cuanto a costos es bastante tangible, ya que a pesar de ser en una primera fase una inversión, con el tiempo, cuando sea necesario reemplazar los equipos que

intervienen en la configuración con la que cuenta la empresa, se verá el beneficio de haber realizado el cambio de tecnología.

Es necesario resaltar que en la plataforma Frame Relay, la centralización de los equipos obliga a la compañía al cambio inmediato de un terminal al presentarse una falla, ya que no existe una redundancia debido al costo tanto para la empresa como para el cliente de la implementación de esta, mientras que con la plataforma Ethernet la escalabilidad de la red permite mantener el funcionamiento del servicio en caso de que un equipo presente intermitencias o caídas gracias a la redundancia que esta ofrece.

Otro de los beneficios que obtendría la empresa al implementar las soluciones propuestas es la del número de servicios soportados en relación al costo de la implementación de cada uno, ya que en promedio una tarjeta interfaz E1 (ver Tabla 6) soporta 8 servicios estando muy por debajo de la rentabilidad que presentaría un Switch con relación al precio de cada uno y esta proporción se mantiene en cada uno de los equipos que participan en las soluciones, siendo relativamente a corto plazo mucho más atractiva en cuanto a costo la implementación de las nuevas configuraciones. Es importante resaltar que la compañía ya cuenta con varios de los equipos necesarios para la integración de los servicios a la red Ethernet y los nuevos equipos que se compran, permiten por sus características la inclusión de nuevos abonados gracias a la facilidad de agregar nuevos servicios, siendo esta una de las características más sobresalientes en cuanto a crecimiento de utilidades se refiere.

4.4.2 Comparación Recurso Humano Migración Frame Relay – Ethernet

Actualmente la compañía cuenta con 3 ingenieros de soporte que se encargan exclusivamente de la manutención de la plataforma Frame Relay, siendo esta una desventaja ya que el recurso humano se está desperdiciando. Al implementarse las soluciones propuestas, el recurso humano que se haría cargo de estos clientes sería el mismo que soporta toda la plataforma Ethernet, que es la tecnología predominante de la compañía.

Además, se cuenta con una garantía y un soporte sobre los equipos que interactúan en las soluciones por parte del fabricante y la posibilidad de adquirir actualizaciones de software, siendo este un recurso intangible que representa una alta utilidad para la empresa, situación que no se presenta con los equipos que soportan la plataforma Frame Relay porque gracias a su antigüedad en la mayoría de los casos estas ventajas no existen y si lo hacen, son por un tiempo bastante limitado.

PARTE IV CONCLUSIONES

5 CONCLUSIONES

5.1 VERIFICACIÓN, CONTRASTE Y EVALUACIÓN DE LOS OBJETIVOS

En el desarrollo de este documento se recopiló la información y se colocó en práctica las herramientas necesarias para lograr el cumplimiento del objetivo general propuesto que era determinar la viabilidad, en términos de las ventajas de la migración de la plataforma Frame Relay a Ethernet para mejorar la calidad de servicio a los clientes de la empresa Synapsis, además de esto, se alcanzaron cada uno de los objetivos específicos que fueron los articuladores del fin principal.

Como resultado de la investigación hecha para cumplir el objetivo principal de este documento, se profundizó en la estructura interna de la compañía Synapsis con respecto al número de abonados a los cuales la empresa prestaba sus servicios a través de la plataforma Frame Relay y se hizo un especial énfasis en cada uno de los enlaces, ya que para el caso de estudio se presentaban distintos tipos de configuración dependiendo de la solución requerida por el cliente.

Gracias a la información recopilada para llevar a cabo este estudio, se logró plantear el diseño de una solución para cada una de las configuraciones existentes actualmente en la compañía que corren sobre la plataforma Frame Relay, siempre teniendo como premisa el menor impacto tanto para la empresa como para el cliente. Además de esto, se tuvo en cuenta los recursos con los que cuenta la compañía para que el costo fuera mínimo en caso de que en algún momento se deseara implementar.

También se hace referencia a un panorama en el cual la no implementación de estas soluciones presentaría para la empresa un atraso significativo en el crecimiento de su red ya que el aumento de requerimientos por parte del cliente desembocaría en la total saturación de la red Frame Relay, sumándose a esto la baja adquisición de servicios de distintos abonados a través de esta plataforma y la falta de nuevos desarrollos por parte de los fabricante que aun ofrecen este tipo de equipos.

Otra de las banderas de este estudio es la generación de un proyecto que conllevara al mínimo los periodos de afectación al cliente, también que la implementación de la solución fuera totalmente transparente para el abonado sin que este se viera afectado en el desempeño de su enlace ni en sobre costos del mismo.

Teniendo como base el estudio sobre los recursos tanto de equipos como de personal humano con los que cuenta Synapsis se consiguió llegar a un estimado del costo que representaría para la empresa la puesta en marcha de las soluciones propuestas en este documento, además del talento humano requerido para llevar a cabo la migración objeto de estudio.

Para que la migración cumpla con los requerimientos de minimizar los gastos que aporta la compañía y que el cliente no tenga que asumir ningún costo, se vio la necesidad de mantener los radio enlaces a pesar que la empresa en la actualidad se enfoca en entregar todos sus servicios en Fibra Óptica

Las soluciones generadas en este documento van enfocadas a la compañía Synapsis S.A.S y a compañías a las cuales sus plataformas se ajusten a las configuraciones descritas aquí.

5.2 APORTES ORIGINALES

Básicamente la mayoría de la información usada en la implementación del proyecto es producto de la recopilación de datos por parte del autor del mismo, estos fueron necesarios para contextualizar el marco bajo el cual se iba a desarrollar la configuración de las soluciones propuestas.

Las configuraciones de los enlaces que son soportados a través de la plataforma Frame Relay fueron el punto de partida para lograr las soluciones descritas en este documento. Los recursos con los que cuenta la empresa y los requerimientos del cliente fueron los parámetros que limitaron cada una de las soluciones propuestas, ya que estas debían cumplir los requerimientos básicos sin exceder los límites de la compañía en cuanto a infraestructura y costos de ejecución.

Al final se logró el boceto de cada una de las soluciones a implementar, basadas en un entorno real y cumpliendo con el servicio que inicialmente recibía el cliente, agregándole nuevas características como lo son calidad de servicio, mayor crecimiento de la red y la implementación de tecnología de punta con el fin de cubrir los estándares de exigencia del abonado que es el fin principal de toda compañía.

6 BIBLIOGRAFÍA

- Alba Sánchez Serradilla. Internet en Latinoamérica. [en línea]. Enero 2014. [Junio 2014]. <http://enpositivo.com/2014/01/internet-en-latinoamerica/>
- MinTIC Colombia. Boletín trimestral de las TIC. [en línea]. Marzo 2014. [Junio 2014]. http://colombiatic.mintic.gov.co/602/articles-5550_archivo_pdf.pdf
- Nelson Doria Arcila. Synapsis Colombia invertirá en un nuevo 'Data Center'. [en línea]. Agosto del 2011. Junio del 2014. <http://www.portafolio.co/negocios/synapsis-colombia-invertira-un-nuevo-data-center>
- IDC. Frame Relay y ATM impulsan las comunicaciones de datos. [en línea]. Marzo 1996. Junio 2014. <http://www.computerworld.es/archive/frame-relay-y-atm-impulsan-las-comunicaciones-de-datos>
- Avantel. Colombia alcanzó el puesto 111 en velocidad de descargas en el mundo. [en línea]. Julio 2013. [junio 2014]. <http://blog.avantel.co/colombia-alcanzo-el-puesto-111-en-velocidad-de-descargas-en-el-mundo>.
- La UIT publica las cifras más recientes sobre desarrollo de tecnologías a escala mundial. [en línea]. Octubre 2012. [Julio 2014]. <http://www.cepal.org/cgi-bin/getProd.asp?xml=/MDG/noticias/noticias/>.
- EFECTOS DEL INCREMENTO DEL ANCHO DE BANDA EN LAS PYMES. [en línea]. Marzo 2007. [Julio 2014]. http://www2.congreso.gob.pe/Tesis_Efecto_Incremento_Ancho_Banda_Pymes.pdf
- IP/MPLS marca la senda de la inversión de los operadores de datos. [en línea]. Febrero 2005. [Julio 2014]. <http://www.computing.es/internet/reportajes/1011368001901/ip-mpls-marca-senda-inversion-operadores-datos.1.html>.
- Redacción Computing. IP/MPLS marca la senda de la inversión de los operadores de datos. [en línea]. Febrero 2005. Junio 2014. <http://www.computing.es/internet/reportajes/1011368001901/ip-mpls-marca-senda-inversion-operadores-datos.1.html>
- Frame Relay. [en línea]. Febrero 2014. [Julio 2014]. <http://blog.uca.edu.ni/edlacayo/files/2009/09/Capitulo-5-Frame-Relay.pdf>

- CISCO. Frame Relay. [en línea]. Octubre 2012. [Agosto 2014]. http://docwiki.cisco.com/wiki/Frame_Relay
- American National Standard (ANSI). Part 2: Logical Link Control. [En línea]. 1988. [Septiembre 2014]. <http://standards.ieee.org/getieee802/download/802.2-1998.pdf>
- IEEE standards association. Standard Group MAC Addresses: A Tutorial Guide. [En línea]. [Septiembre 2014]. <http://standards.ieee.org/regauth/groupmac/tutorial.html>.
- IANA. Ethernet Numbers. [En línea]. Abril 2014. [Septiembre 2014]. <http://www.iana.org/assignments/Ethernet-numbers/Ethernet-numbers.xhtml>
- Capitulo Ethernet 009. [En línea]. [Septiembre 2014]. <http://blog.utp.edu.co/ee973/files/2012/04/capitulo09-Ethernet.pdf>
- Montalvo Miño, Luis Alberto. "DISEÑO DE UNA RED METROPOLITANA ETHERNET EN LA CIUDAD DE QUITO". Capitulo I. 2006
- Las nuevas oportunidades de negocio se llaman FRAME RELAY. [En Línea]. Abril 1997. Septiembre 2014. <http://www.profesores.frc.utn.edu.ar/sistemas/ingsanchez/Redes/Archivos/framerelay.asp>

7 ANEXOS

Anexo 1 Configuración Router Frame Relay Enlace Punto Multipunto

```
Router Cliente #sh run
Building configuration...

Current configuration : 7386 bytes
!
! No configuration change since last restart
!
version 12.3
service timestamps debug datetime msec
service timestamps log datetime msec
service password-encryption
!
hostname ASD_AFPs
!
boot-start-marker
boot-end-marker
!
logging buffered 4096 debugging
enable secret 5 $1$MN7G$sEX4cWA36uO6lgN1KAs0i/
!
memory-size iomem 25
no aaa new-model
ip subnet-zero
!
!
!
ip cef
!
!
!
class-map match-all DG
    match any
!
!
policy-map DG
    class DG
        shape average 512000
!
!
!
interface FastEthernet0/0
    no ip address
    load-interval 30
    speed 100
    Full-Duplex
!
interface FastEthernet0/0.1
    description GESTION SWITCH
```

```

encapsulation dot1Q 1
ip address 172.20.3.137 255.255.255.252
no snmp trap link-status
no cdp enable
!
interface FastEthernet0/0.11
description description CONEXION FW
encapsulation dot1Q 11 native
ip address 192.168.121.4 255.255.255.240
no ip redirects
no ip unreachableables
no ip proxy-arp
ip nat inside
no snmp trap link-status
!
interface Serial0/0
description CONEXIONES AFPs
bandwidth 1920
no ip address
encapsulation frame-relay IETF
load-interval 30
no fair-queue
frame-relay lmi-type ansi
!
interface Serial0/0.120 multipoint
description Cliente A1
bandwidth 512
ip address 10.10.101.9 255.255.255.252
frame-relay map ip 10.10.101.10 120
!
interface Serial0/1
description Cliente A3
ip address 10.10.101.17 255.255.255.252
no ip redirects
no ip unreachableables
no ip proxy-arp
encapsulation ppp
!
interface Serial0/0.136 multipoint
description GESTION_ROUTER
bandwidth 64
ip address 172.20.3.66 255.255.255.252
frame-relay map ip 172.20.3.65 136
!
interface Serial1/0
description PROTECCION OIT 9781 NUEVO
bandwidth 2048
ip address 10.10.101.5 255.255.255.252
load-interval 30
!
ip nat inside source static 192.168.211.3 172.18.6.10
ip nat inside source static 192.168.211.4 172.18.6.11
ip nat inside source static 192.168.211.29 172.18.6.12
ip classless

```

```

ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 192.168.121.1
ip route 10.1.3.1 255.255.255.255 192.168.121.8
ip route 10.1.10.62 255.255.255.255 192.168.121.8
ip route 10.253.197.0 255.255.255.0 192.168.30.61
ip route 10.253.197.178 255.255.255.255 192.168.30.61
ip route 10.253.197.195 255.255.255.255 192.168.30.61
ip route 132.1.1.0 255.255.255.0 192.168.30.61
ip route 172.18.6.8 255.255.255.248 192.168.121.1
ip route 172.27.1.0 255.255.255.0 10.10.101.2
ip route 172.27.2.0 255.255.255.0 10.10.101.6
ip route 172.27.3.0 255.255.255.0 10.10.101.10
ip route 172.27.4.0 255.255.255.0 10.10.101.14
ip route 172.27.5.0 255.255.255.0 10.10.101.18
ip route 190.7.109.20 255.255.255.255 172.20.3.65
ip route 192.168.211.0 255.255.255.0 192.168.121.1
ip route 192.168.219.6 255.255.255.255 192.168.121.1
ip route 200.31.64.0 255.255.255.224 172.20.3.65
ip route 200.31.65.211 255.255.255.255 172.20.3.65
ip route 200.31.87.217 255.255.255.255 172.20.3.65
ip route 200.31.87.219 255.255.255.255 172.20.3.65
no ip http server
!
!
ip access-list standard COLF
permit 192.168.194.34
permit 172.22.200.0 0.0.1.255
permit 172.22.202.0 0.0.1.255
permit 172.22.204.0 0.0.1.255
permit 172.22.206.0 0.0.1.255
permit 172.22.208.0 0.0.1.255
permit 172.22.210.0 0.0.1.255
permit 172.22.212.0 0.0.1.255
permit 172.22.214.0 0.0.1.255
permit 172.22.216.0 0.0.1.255
permit 172.22.234.0 0.0.1.255
permit 172.22.236.0 0.0.1.255
permit 172.22.238.0 0.0.1.255
permit 172.22.240.0 0.0.1.255
permit 172.22.10.0 0.0.1.255
permit 172.22.140.0 0.0.1.255
permit 169.167.69.252 0.0.0.1
permit 169.167.118.192 0.0.0.31
permit 169.174.241.0 0.0.0.255
permit 169.174.242.0 0.0.0.255
permit 169.174.244.0 0.0.0.255
permit 169.174.246.128 0.0.0.63
!
ip access-list extended DG
permit ip any any
access-list 99 permit 200.31.65.211
access-list 99 permit 200.31.68.219
access-list 99 permit 200.31.68.218
access-list 99 permit 200.31.70.19
access-list 99 permit 200.68.159.148

```



```
line vty 0 4
  access-class 199 in
  exec-timeout 60 0
  password 7 06080A35414F07
  login
!
End
```

Anexo 2 Configuración Router IP Enlace Punto Multipunto

```
Router Cliente #sh run
Building configuration...

Current configuration : 7386 bytes
!
! No configuration change since last restart
!
version 12.3
service timestamps debug datetime msec
service timestamps log datetime msec
service password-encryption
!
hostname ASD_AFPs
!
boot-start-marker
boot-end-marker
!
logging buffered 4096 debugging
enable secret 5 $1$MN7G$sEX4cWA36uO6lgN1KAs0i/
!
memory-size iomem 25
no aaa new-model
ip subnet-zero
!
!
!
ip cef
!
!
!
class-map match-all DG
  match any
!
!
policy-map DG
  class DG
    shape average 512000
!
!
!
interface FastEthernet0/0
  no ip address
  speed 100
  Full-Duplex
!
interface FastEthernet0/0.1
  description GESTION SWITCH
  encapsulation dot1Q 1
  ip address 172.20.3.137 255.255.255.252
  no snmp trap link-status
  no cdp enable
```

```

!
interface FastEthernet0/0.1682
  description WAN HACIA NODO
  encapsulation dot1Q 1682
  ip address 200.31.73.34 255.255.255.252
  no snmp trap link-status
!
interface FastEthernet0/1
  description LAN Cliente
  ip address 200.31.67.9 255.255.255.252 secondary
  ip address 200.31.64.113 255.255.255.252
  duplex auto
  speed auto
!
!
!
interface FastEthernet0/0.1
  description GESTION SWITCH
  encapsulation dot1Q 1
  ip address 172.20.3.137 255.255.255.252
  no snmp trap link-status
  no cdp enable
!
interface FastEthernet0/0.11
  description description CONEXION FW
  encapsulation dot1Q 11 native
  ip address 192.168.121.4 255.255.255.240
  no ip redirects
  no ip unreachable
  no ip proxy-arp
  ip nat inside
  no snmp trap link-status
!
ip nat inside source static 192.168.211.3 172.18.6.10
ip nat inside source static 192.168.211.4 172.18.6.11
ip nat inside source static 192.168.211.29 172.18.6.12
ip classless
ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 192.168.121.1
ip route 10.1.3.1 255.255.255.255 192.168.121.8
ip route 10.1.10.62 255.255.255.255 192.168.121.8
ip route 10.253.197.0 255.255.255.0 192.168.30.61
ip route 10.253.197.178 255.255.255.255 192.168.30.61
ip route 10.253.197.195 255.255.255.255 192.168.30.61
ip route 132.1.1.0 255.255.255.0 192.168.30.61
ip route 172.18.6.8 255.255.255.248 192.168.121.1
ip route 172.27.1.0 255.255.255.0 10.10.101.2
ip route 172.27.2.0 255.255.255.0 10.10.101.6
ip route 172.27.3.0 255.255.255.0 10.10.101.10
ip route 172.27.4.0 255.255.255.0 10.10.101.14
ip route 172.27.5.0 255.255.255.0 10.10.101.18
ip route 190.7.109.20 255.255.255.255 172.20.3.65
ip route 192.168.211.0 255.255.255.0 192.168.121.1
ip route 192.168.219.6 255.255.255.255 192.168.121.1
ip route 200.31.64.0 255.255.255.224 172.20.3.65

```

```

ip route 200.31.65.211 255.255.255.255 172.20.3.65
ip route 200.31.87.217 255.255.255.255 172.20.3.65
ip route 200.31.87.219 255.255.255.255 172.20.3.65
no ip http server
!
!
ip access-list standard COLF
  permit 192.168.194.34
  permit 172.22.200.0 0.0.1.255
  permit 172.22.202.0 0.0.1.255
  permit 172.22.204.0 0.0.1.255
  permit 172.22.206.0 0.0.1.255
  permit 172.22.208.0 0.0.1.255
  permit 172.22.210.0 0.0.1.255
  permit 172.22.212.0 0.0.1.255
  permit 172.22.214.0 0.0.1.255
  permit 172.22.216.0 0.0.1.255
  permit 172.22.234.0 0.0.1.255
  permit 172.22.236.0 0.0.1.255
  permit 172.22.238.0 0.0.1.255
  permit 172.22.240.0 0.0.1.255
  permit 172.22.10.0 0.0.1.255
  permit 172.22.140.0 0.0.1.255
  permit 169.167.69.252 0.0.0.1
  permit 169.167.118.192 0.0.0.31
  permit 169.174.241.0 0.0.0.255
  permit 169.174.242.0 0.0.0.255
  permit 169.174.244.0 0.0.0.255
  permit 169.174.246.128 0.0.0.63
!
ip access-list extended DG
  permit ip any any
access-list 99 permit 200.31.65.211
access-list 99 permit 200.31.68.219
access-list 99 permit 200.31.68.218
access-list 99 permit 200.31.70.19
access-list 99 permit 200.68.159.148
access-list 99 permit 200.31.64.25
access-list 99 permit 200.31.64.7
access-list 99 permit 200.31.64.13
access-list 99 permit 200.31.64.12
access-list 99 permit 200.31.64.8
access-list 99 permit 190.7.109.20
access-list 99 deny any log
access-list 199 permit ip host 200.31.69.90 any
access-list 199 permit ip host 200.31.68.54 any
access-list 199 permit ip host 200.31.70.222 any
access-list 199 permit ip host 200.31.70.19 any
access-list 199 permit ip host 200.31.65.211 any
access-list 199 permit ip host 200.31.87.217 any
access-list 199 permit ip host 200.31.64.12 any
access-list 199 permit ip host 200.31.70.18 any
access-list 199 permit ip host 200.31.64.8 any
access-list 199 permit ip 192.168.25.80 0.0.0.15 any

```

```
access-list 199 permit ip host 200.31.87.219 any
access-list 199 deny ip any any log
no cdp run
snmp-server community SYNAPSISCol RO 99
banner motd ^CC
```

```
^C
line con 0
line aux 0
line vty 0 4
    access-class 199 in
    exec-timeout 60 0
    password 7 06080A35414F07
    login
!
End
```

Anexo 3 Configuración Router Frame Relay Acceso a Internet

```
Cliente_DBI#sh run
Building configuration...

Current configuration : 1064 bytes
!
version 12.4
service timestamps debug datetime msec
service timestamps log datetime msec
no service password-encryption
!
hostname Cliente_DBI
!
boot-start-marker
boot-end-marker
!
enable password netman
!
no aaa new-model
!
resource policy
!
mmi polling-interval 60
no mmi auto-configure
no mmi pvc
mmi snmp-timeout 180
ip subnet-zero
ip cef
!
!
!
!
!
!
!
!
!
interface FastEthernet0/0
no ip address
load-interval 30
speed 100
Full-Duplex
!
interface Serial0/0
description CONEXIONES AFPs
bandwidth 2048
no ip address
encapsulation frame-relay IETF
load-interval 30
no fair-queue
frame-relay lmi-type ansi
!
```

```
!  
ip classless  
ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 200.31.73.33  
ip route 200.31.67.8 255.255.255.252 200.31.67.10  
ip route 200.31.72.92 255.255.255.252 200.31.67.10  
ip route 200.31.76.40 255.255.255.248 200.31.67.10  
!  
no ip http server  
!  
!  
control-plane  
!  
!  
line con 0  
line aux 0  
line vty 0 4  
    password netman  
    login  
!  
end
```

Anexo 4 Configuración Router IP Acceso a Internet

```
Cliente_DBI#sh run
Building configuration...

Current configuration : 1064 bytes
!
version 12.4
service timestamps debug datetime msec
service timestamps log datetime msec
no service password-encryption
!
hostname Cliente_DBI
!
boot-start-marker
boot-end-marker
!
enable password netman
!
no aaa new-model
!
resource policy
!
mmi polling-interval 60
no mmi auto-configure
no mmi pvc
mmi snmp-timeout 180
ip subnet-zero
ip cef
!
!
!
!
!
!
!
!
interface FastEthernet0/0
no ip address
speed 100
Full-Duplex
!
interface FastEthernet0/0.1682
description WAN HACIA NODO
encapsulation dot1Q 1682
ip address 200.31.73.34 255.255.255.252
no snmp trap link-status
!
interface FastEthernet0/1
description LAN Cliente
ip address 200.31.67.9 255.255.255.252 secondary
ip address 200.31.64.113 255.255.255.252
duplex auto
```

```
    speed auto
    !
ip classless
ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 200.31.73.33
ip route 200.31.67.8 255.255.255.252 200.31.67.10
ip route 200.31.72.92 255.255.255.252 200.31.67.10
ip route 200.31.76.40 255.255.255.248 200.31.67.10
    !
no ip http server
    !
    !
control-plane
    !
    !
line con 0
line aux 0
line vty 0 4
    password netman
    login
    !
end
```

AXD 311 ATM switching family

The Ericsson AXD 311 series is a family of scalable ATM switches, providing an ideal starting point for both enterprise and public ATM networks.

The switches support a large range of interface types, making them suitable for building multi-service networks while protecting existing equipment investments.



General

The AXD 311 family provides ideal edge switching solutions for enterprise and public networks.

They allow enterprise networks to take advantage of ATM technology, while protecting investments in current equipment.

As edge switches for service providers and public network operators, the AXD 311 family provides a flexible mix of ATM and legacy technologies at the WAN access point.

The family comprises three models, with a maximum complement of four, seven or 16 interface cards, respectively.

All three models share the same software and hardware architecture, and support the same services and

interfaces. They are managed by a common management system.

The largest model, the AXD 311-16, is a flexible ATM edge switching system that can also be used for backbone ATM networks. It has a total switching capacity of 6.4 Gbit/s. All key components – switch fabric, node controller, power supply and network timing module – can be duplicated for full redundancy.

There are also two smaller units, the AXD 311-7 and AXD 311-4, which can be stand-alone or rack-mounted. These systems are designed to act as concentrator nodes and can be placed either at customer premises or remote locations, depending on traffic and service-handling issues.

Anexo 6 Datasheet Equipo Router Cisco 1841



Data Sheet

Cisco 1800 Series Integrated Services Routers: Cisco 1841 Router (Modular)

Cisco Systems® is redefining best-in-class enterprise and small- to-medium-sized business routing with a new line of integrated services routers that are optimized for the secure, wire-speed delivery of concurrent data, voice, and video services. Founded on 20 years of leadership and innovation, the modular Cisco® 1800 Series of integrated services routers (refer to Figure 1) intelligently embed data and security into a single, resilient system for fast, scalable delivery of mission-critical business applications. The best-in-class Cisco 1800 Series architecture has been specifically designed to meet requirements of small-to-medium-sized businesses, small enterprise branch offices, and service provider-managed services applications for delivery of concurrent services at wire-speed performance. The integrated secure systems architecture of the Cisco 1800 Series delivers maximum business agility and investment protection.

Product Overview

Cisco 1800 Series integrated services routers are the next evolution of the award-winning Cisco 1700 Series modular access routers. The Cisco 1841 router (Figure 1) is designed for secure data connectivity and provides significant additional value compared to prior generations of Cisco 1700 Series routers by offering more than a fivefold performance increase and integrated hardware-based encryption enabled by an optional Cisco IOS® Software security image. The Cisco 1841 dramatically increase interface card slot performance and density over the Cisco 1700 Series while maintaining support for more than 30 existing WAN interface cards (WICs) and multiflex trunk cards (voice/WICs [VWICs]-for data only on the Cisco 1841 router).

The Cisco 1841 router features secure, fast, and high-quality delivery of multiple, concurrent services for small-to-medium-sized businesses and small enterprise branch offices. The Cisco 1841 router offers embedded hardware-based encryption enabled by an optional Cisco IOS Software security image; further enhancement of VPN performance with an optional VPN acceleration module; an intrusion prevention system (IPS) and firewall functions; interfaces for a wide range of connectivity requirements, including support for optional integrated switch ports; plus sufficient performance and slot density for future network expansion and advanced applications as well as an integrated real-time clock.

Support of high-density WICs (HWICs) is optional.

Figure 1. Cisco 1800 Series Integrated Services Routers



Applications

Secure Network Connectivity for Data

Security has become a fundamental building block of any network, and Cisco routers play an important role in embedding security at the customer's access edge. The Cisco IOS Software security feature sets for the Cisco 1841

Anexo 7 Datasheet Tarjeta Cisco HWIC 4ESW



Data Sheet

Cisco EtherSwitch 4- and 9-Port High-Speed WAN Interface Cards

Product Overview

The 4- and 9-port Cisco® EtherSwitch® 10/100 high-speed WAN interface cards (HWICs) supported on the Cisco 1800 (modular)/1941, Cisco 2800/2900, and Cisco 3800/3900 series integrated services routers offer small-to-large-size businesses and enterprise branch office customers the option to integrate switching and routing in one device. This combination offers ease of configuration, deployment, and management while using the powerful characteristics of Cisco routing and Cisco Catalyst® switching features.

The modular 4- and 9-port Cisco EtherSwitch HWICs provide line-rate Layer 2 switching across Ethernet ports using Cisco IOS® Catalyst Software. The 4-port Cisco EtherSwitch HWIC has four 10/100 switched Ethernet ports, with options for inline power support on all four ports. The 9-port Cisco EtherSwitch HWIC has nine 10/100 switched Ethernet ports, with options for inline power support on 8 of the 9 ports. The ninth port does not support inline power but can be used as a regular switch port for trunking and other normal data applications. Features such as port autosensing, quality of service (QoS), VLAN support from 802.1P and 802.1Q standards, and 802.1D spanning tree protocols are standard on the Cisco EtherSwitch HWIC. The Cisco EtherSwitch HWICs are available in standard 4- or 9-port 10/100BASE-TX switch HWIC and Power-over-Ethernet (PoE) configurations. The PoE configurations consist of a 4- or 9-port 10/100BASE-TX switch and a 4- or 8-port inline power module daughter card. The power module daughter card houses a power controller for detecting, classifying, and enabling power on 802.3af-compliant powered devices attached to the HWICs. The inline powered version of the Cisco EtherSwitch HWIC can power Cisco IP phones, Cisco wireless access points, or any other IEEE 802.3af-compliant device. The optional inline power support on the 4- and 9-port HWICs on the Cisco 2800/2900 and Cisco 3800/3900 series of integrated services routers requires the use of a field-replaceable inline power supply. (Refer to Figure 1.)

Figure 1. 9- and 4-Port Cisco EtherSwitch HWICs



Eoe1A

Ethernet over E1 with SNMP Management



12

Managed ethernet
over E1

The Eoe1A is a Channel Service Unit for unframed ITU-T G.703 E1 that features a built-in Ethernet bridge. The CSU has a built-in Network Terminating Unit (NTU) and may connect to either 75 Ohm unbalanced, BNC connectors or to 120 Ohm balanced, unframed E1 via twisted pairs and a shielded RJ-45 connector. The Eoe1A Ethernet Bridge uses HDLC encapsulation to transport Ethernet packets across the WAN and supports 10/100 auto-negotiation or manual settings for 10M, 100M, Full or Half Duplex Ethernet. The Ethernet port also supports a standard auto-MDIX feature that will completely eliminate Ethernet cross-over cables or the guessing that is sometimes involved in choosing a cable when connecting to a HUB or a PC. The Eoe1A is very easy to configure by a menu driven serial console interface. SNMP and proprietary MB add the ability to manage the Eoe1A centrally through third party network management software or via CTC Union's EMS management system.

Features

- Supports 10/100Base-TX Ethernet over Unframed E1
- Automatic address learning, aging and deletion after 5 minutes
- Auto padding of undersized packets to meet the minimum Ethernet packet size requirement
- Buffering modes can be selected according to the setting of WAN and LAN line speeds
- Forwarding and filtering rate at WAN speed with throughput latency of 1 frame
- Auto MDI / MDIX
- Real-time filtering with 256 MAC address table
- Supports Console, SNMP and Web management
- Adjustable payload rates of: 10K, 32K, 64K, 128K, 256K, 512K, 1024K & 2048K

Specifications

G.703 E1 Specifications

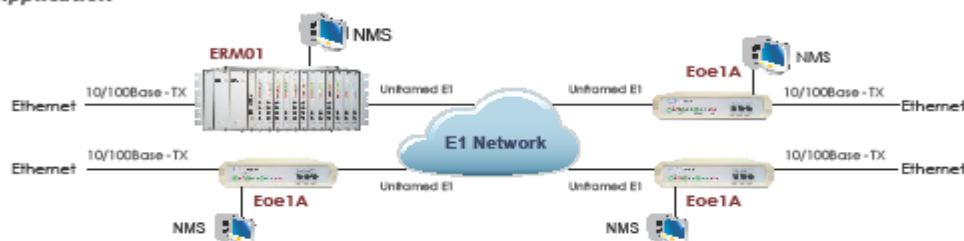
Framing	Unframed
Line code	AMV HD83
Bit rate	2.048Mbps (clear channel)
Relative receive level	0 to -43dB
Transmit level	Pulse Nominal 2.37V±10% for 75ohm Amplitude Nominal 3.00V±10% for 120ohm Zero amplitude ±0.1V
Jitter performance	According to ITU-T G.823
Connector	BNC(unbalanced), RJ-48(balanced)
Clock modes	Clock mode 0: Receive & transmit clock (DCE)(recovered) to the sync DTE Clock mode 1: Receive & transmit clock (DCE2)(internal oscillator) to the sync DTE
Diagnostics	
Test Switches	Digital local loopback, Analog local loopback, Digital local and remote loopback, 2047 Test pattern

Ethernet Specifications

Connector	RJ-45
-----------	-------

Data Rate	10/100Mbps; Half Duplex / 20/200Mbps; Full duplex
Filtering & Forwarding	90,000 packets/sec
Delay	1 frame
Frame Buffer	340 frames
MAC Table	256 MAC address
Protocols	Synchronous HDLC
Indications	LEDs (Power, Signal Loss, Alarm, Link TD, RD, 100, Full, Error, Error, Test)
Standards	ITU-T G.703, G.706 and G.732, IEEE 802.3/802.3u
Management	Console, Web, SNMP
Power Input	AC: 90-250VAC ; DC: 18-72VDC
Power Consumption	20W
Dimensions	250 x 195 x 45mm (D x W x H)
Weight	1.5kg
Temperature	0°C ~ 50°C (Operating), -10°C ~ 70°C (Storage)
Humidity	10 ~ 90% non-condensing
Certification	CE, FCC, RoHS compliant
MTBF	57,000 hrs

Application



Ordering Information

Model Name	Description
Eoe1A/AC	1U half 19" Ethernet over unframed E1 SNMP with AC power (100 ~ 240 V)
Eoe1A/DC	1U half 19" Ethernet over unframed E1 SNMP with DC power (18 ~ 75 V)
Eoe1A/AD	1U half 19" Ethernet over unframed E1 SNMP with AC (100~240V) and DC (18 ~ 75 V)

Eoe1A -  
Example: Eoe1A - AD

Specifications & design are subject to change without prior notice. Please visit CTC Union website for more details.

CTC UNION TECHNOLOGIES CO., LTD.

www.ctcu.com

Eoe1A

12-25

Anexo 9 Datasheet Conversor Fiber-ETH

Multi-Service Platform - Standalone Chassis

Standalone Chassis for FRM220 Series

The FRM220 product line includes various metal chassis sizes, which can hold from one to twenty FRM220 slide-in modules. The FRM220-CH01 is one slot chassis, which can be installed with one single width blade card for stand-alone applications. The available power options are external AC adapter, built-in AC, DC power or built-in AC+DC, AC+AC, DC+DC redundant power. The FRM220-CH01M is one slot chassis with DB9 console port for local management on supported cards, which can be installed with one single width blade card for stand-alone applications. The available power options are built-in AC, DC or built-in AC+DC redundant power. The FRM220-CH02 is a two slot chassis, which can be installed with one double width blade card for stand-alone applications. The only available power supply option is an external AC adapter. The FRM220-CH02M is a two slot chassis with DB9 console port for local management, which can be installed with either one or two single width blade cards or one double width blade card. The available power supplies are built-in AC, DC or AC+DC redundant power. The FRM220-CH02/NMC(SNMP) is a two slot chassis and can be SNMP managed when installing one FRM220-NMC card for Web, Telnet, Console and SNMP management. The FRM220-CH02/NMC(SNMP) should always be used with an NMC card for management and one single width blade card. The FRM220-CH02/NMC(SNMP) available power options are built-in AC, DC or AC+DC redundant power.

1 Slot Chassis

FRM220-CH01

◆ Adapter Type



◆ Power Build-In Type



FRM220-CH01M

◆ Power Build-In Type



2 Slots Chassis

FRM220-CH02

◆ Adapter Type



FRM220-CH02M/CH02M-2

◆ Power Build-In Type



◆ Cooling Fan (CH02M) : 30 Watt
◆ Fanless (CH02M-2) : 12 Watt

FRM220-CH02/NMC(SNMP)

◆ Power Build-In Type



Features

- Fanless (CH01, CH01M, CH02, CH02M-2)
- Cooling Fan (CH02M & CH02/NMC(SNMP))
- Supports DB9 console port for local management (CH01M, CH02M)
- Telnet, Web, Console, SNMP management via NMC Card (not included) (CH02/NMC(SNMP))
- Power Type:
 - External Power: DC12
 - Internal Power: AC, DC, AD, AA or DD redundant power (option)

Specifications & design are subject to change without prior notice. Please visit CTC Union website for more details.