

El protocolo Resilient Packet Ring nace como necesidad de una nueva forma de transporte de datos. Tradicionalmente los datos se han estado transportando sobre redes ATM y SDH. Hoy en día, la tendencia es llevar la conexión Ethernet desde la central del proveedor hasta el abonado, ya que todos los servicios que se están ofreciendo y se van a ofrecer a los usuarios finales están basados en el mundo IP. Además las redes Ethernet cada vez se van haciendo más grandes y se les va pidiendo mayor ancho de banda, rapidez y fiabilidad.

EVOLUCIÓN DE LAS REDES MAN Y WAN. NUEVO PROTOCOLO RESILIENT PACKET RING

Antonio Jesús Amores Galisteo,
Ingeniero de Producto C-COR Ibérica

NUEVOS REQUERIMIENTOS EN LAS REDES MAN Y WAN

Al haber entre el abonado y el proveedor de servicios una comunicación de paquetes, pero sobre una red optimizada para servicios TDM, nos encontramos con un problema. Es necesario evolucionar las redes MAN y WAN. Por lo tanto, ¿qué se le va a pedir a esta nueva manera de transporte? Se le pide que combine los beneficios de la tecnología SDH con los de la Ethernet;

- Compartir el ancho de banda de manera dinámica.
- Eliminar la ingeniería de circuitos.
- Gestión sencilla y simplificada.
- Reutilización espacial.
- Protección eficiente.
- Transporte de video y voz.

- Cumplir con compromisos de calidad de servicio.
- Protección en anillo en menos de 50 ms.

NUEVO ESTÁNDAR RESILIENT PACKET RING

Como respuesta a estas necesidades se ha desarrollado el nuevo protocolo estándar Resilient Packet Ring, cuyas principales características son:

- Es una tecnología de transporte de nivel 2, complementaria a las que ya existen.
- Comparte los anillos de fibra, y reutiliza espacio (ancho de banda).
- Reduce los costes de operación y de construcción de red (Capex y Opex):

Tecnología	Pros	Contras
SDH/SONET	Excelente QoS para servicios de voz y TDM	Ineficiente para transporte de datos
	Protección Carrier Class	Dificultad de provision de circuitos
ATM	Excelente QoS para servicios de voz y TDM	Desperdicio de celdas para transporte de datos
		Provisión de circuitos muy costosa
Ethernet	Eficiente para transporte de datos	Pobre QoS para servicios de voz y TDM
		No protección Carrier Class
RPR	Excelente QoS para servicios de voz y TDM	Nuevo concepto
	Eficiente para transporte de datos	
	Protección Carrier Class	

- Reduce la complejidad de la red.
- Reduce los tiempos de dar servicio.
- Escalable.
- Topología de red muy sencilla (Anillo).
- Eficiencia en la utilización de fibra.
- Carrier Class:
 - Protección de anillos, resistente a fallos.
 - Múltiples niveles de calidad de servicio.

físico es compatible con las tecnologías anteriores, Ethernet, SDH.

Esto simplifica mucho las redes, ya que hasta ahora en la mayor parte de los casos coexistían las ATM, SDH, TDM, IP y Frame Relay, todas ellas superpuestas.

DESCRIPCIÓN DE RESILIENT PACKET RING

Resilient Packet Ring (RPR), está basado en una topología en anillo dual. Un anillo está formado por muchas conexiones entre los diferentes puntos. Si estos enlaces son bidireccionales, el anillo permite resistencia contra fallo. Otra ventaja de este tipo de redes es que es más fácil

de operar que una compleja red mayada o irregular.

Muchas redes MAN y WAN de los proveedores de servicios están basadas en SDH con topología de anillo y anillo dual, en los que un anillo es principal y el otro permanece como reserva para utilizarlo sólo en caso de fallo.

RPR es un protocolo de control de acceso al medio para compartir el anillo de comunicación, que tiene una interface de cliente similar a Ethernet.

En comunicaciones unicast, las tramas son introducidas en la red por una estación origen que además decide en qué sentido se transmite la trama. Ésta deberá viajar por el anillo hasta llegar a la estación receptora. Si una estación recibe una trama y no es la destinataria de ella, la envía a la siguiente estación. Los métodos de transmisión utilizados son «cut-through» y «store and forward».

Para evitar que pueda haber tramas sin una estación receptora, cada una de ellas lleva un campo TTL que se va decrementando según va pasando por estaciones.

Cuando una estación recibe una trama destinada a ella, la extrae del anillo. De tal forma que este ancho de banda queda disponible. A esto es a lo que se conoce como reutilización espacial.

En la figura (a) se muestra un escenario en el que se obtiene reutilización espacial en el anillo exterior; la estación 2 está transmitiendo hacia la estación 4, a la vez que la 6 está transmitiendo hacia la 9.

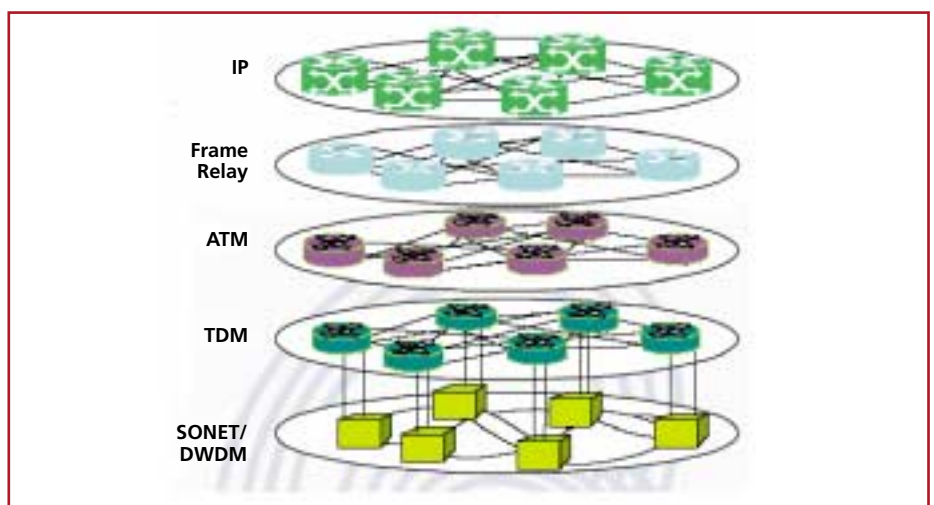
Cada estación tiene un buffer llamado «transit queue». En la figura (b) la trama que transita por una estación es encolada temporalmente. La estación debe actuar

COMPARATIVA ENTRE RPR Y LAS SOLUCIONES ACTUALES

Las actuales soluciones de transporte SDH, ATM y Ethernet tienen ciertas limitaciones a la hora de afrontar el crecimiento de las redes metropolitanas.

Como resumen, en la tabla siguiente se detallan los pros y contras de estas tres tecnologías junto con el nuevo estándar RPR.

El nuevo estándar RPR es un complemento a las tecnologías anteriores que aprovecha lo mejor de todas ellas y, a la vez, las redes ya existentes. Optimiza las redes públicas para transportar datos, e interconecta eficientemente las redes LAN con las redes SDH actuales. A nivel





de acuerdo a dos reglas muy simples, la primera es que la estación sólo puede comenzar a transmitir tramas si la cola «transit queue» está vacía y no hay ninguna trama atravesando la estación. Si una trama llega a la estación después de que ésta haya empezado a insertar tramas en el anillo, esta es almacenada en la cola «transit queue».

RPR proporciona, tres niveles/clases de servicios. El objetivo de este esquema de transporte, es dar a la clase A baja latencia y bajo, en la clase B latencia y jitter son predecibles, y la clase C será un Best Effort. RPR no descarta tramas para solucionar la congestión.

Las tramas de la clase A se pueden dividir en A0 y A1. Las tramas B también se dividen en B-CIR (committed information rate) y B-EIR (Excess information rate). Las clases C y B-EIR son denominadas «FE» (fairness elegible), esto es porque este tipo de tráfico es controlado por el algoritmo «fairness».

Para garantizar los servicios de las clases A0, A1 y B-CIR, se asigna ancho

de banda. El ancho de banda asignado a la clase A0 se denomina «reservado» y solamente puede ser utilizado por la estación que lo tiene asignado. El ancho de banda preasignado a A1 o B-CIR se denomina «reclamable». El ancho de banda «reservado» que no se utiliza se desperdicia, pero el tráfico «reclamable» no utilizado puede ser reutilizado por el tráfico FE.

Cuando una estación quiere reservar ancho de banda A0 envía una reserva mediante broadcast al resto de las estaciones. Una vez recibida la misma información del resto de estaciones, cada estación hace el cálculo de ancho de banda no reservado disponible, que puede ser utilizado por el resto de clases de tráfico. Cada estación del anillo RPR tiene un formateador de tráfico por cada A0, A1 y B-CIR y también uno para FE. Hay otro formateador para todo el tráfico diferente a A0, llamado «downstream shaper». El downstream shaper asegura que el ancho de banda utilizado por el tráfico no reservado no excede el ancho de ban-

da no reservado. Los otros formateadores se encargan de limitar la inserción de tráfico del resto de clases de tráfico.

Los formateadores de las clases A0, A1 y B-CIR están preconfigurados. Una cola es suficiente para realizar el «buffering» de tramas en tránsito de cada estación. La cola puede estar definida como una cola con prioridades, donde las tramas con prioridades más altas son encoladas antes que las de prioridades más bajas. Opcionalmente RPR considera la utilización de dos colas, una principal PTQ (primary transit queue) y otra secundaria (secondary transit queue). Las tramas de clase A son encoladas en la cola PTQ, mientras que las tramas de clases B y C son encoladas en STQ. El envío desde la cola PTQ tiene prioridad sobre la STQ y la mayor parte de tipos de inserción de tráfico.

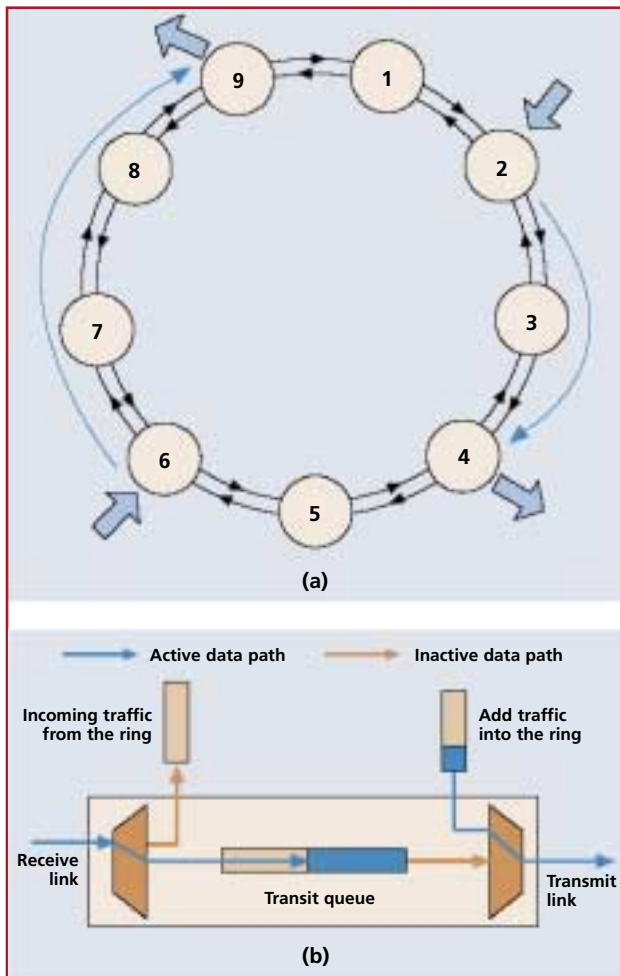
ALGORITMO FAIRNESS

Una estación se considera que está congestionada cuando (con una o dos colas) el tráfico total transmitido supera ciertos límites. Para estaciones con una sola cola, se dice que está congestionada cuando las tramas insertadas en ella tienen que esperar mucho para salir de la cola. Cuando existe cola principal y secundaria, se dice que hay congestión cuando la segunda cola (STQ) se llena. Esto implica que todas las tramas llegadas a la cola STQ tardarán en salir bastante.

Cada entidad MAC 802.17 tiene una «Fairness Control Unit» con las siguientes características:

- Respuesta rápida.
- Alta utilización de ancho de banda.
- Escalabilidad.
- Reclamación de ancho de banda.
- «Source-based weighted fairness».
- Soporte de «Single and multi-choke clientes».
- Estabilidad.

La FCU proporciona a los clientes la velocidad a la que pueden transmitir tráfico FE. Las estaciones del anillo negocian la velocidad basándose en la cantidad total de ancho de banda no reservado disponible en el anillo.



ceivedFairRate de las estaciones vecinas y comparando con sus LocalFairRate. Cuando el LocalFairRate excede el ReceivedFairRate, un nodo asume que está utilizando demasiado ancho de banda y reduce su LocalFairRate. Durante periodos de congestión, un nodo recibe valores de ReceivedFairRate más bajos. Cuando la congestión cesa, el ReceivedFairRate crece hacia FullLineRate.

Cada nodo genera mensajes de control fairness indicando sus requerimientos de ancho de banda y teniendo en cuenta el estado de congestión del anillo.

TOPOLOGÍA

La entidad 802.17 tiene un mecanismo de descubrimiento de topología. Los mensajes de topología son enviados desde cada estación a las demás estaciones en el anillo. Cada estación construye un mapa de topología, conteniendo información sobre localización, capacidades, estado de los nodos en el anillo. Los mensajes son generados periódicamente y tras la detección de cambio en el estado.

Características de la topología:

- Conectividad de la estación y orden.
- Proporciona rápidamente una imagen consistente del anillo.
- Funcionamiento independiente, sin una estación Master.
- Soporta la inserción y extracción dinámica de estaciones.

Funciones de la FCU

Para comunicar el estado de la entidad MAC, la FCU genera y recibe mensajes de control fairness. La FCU genera mensajes para advertir de la utilización de ancho de banda de cada estación. La FCU también recibe mensajes fairness con los que determina:

- Estado de congestión del anillo.
- Ancho de banda permitido para cada estación.

Con la información de ancho de banda, la FCU también configura los formateadores de transmisión para cumplir con las limitaciones de ancho de banda.

Determinación del «Fair Rate»

Las estaciones utilizarán algunas variables para calcular dinámicamente la cantidad de ancho de banda que tienen permitido consumir «Fair Rate».

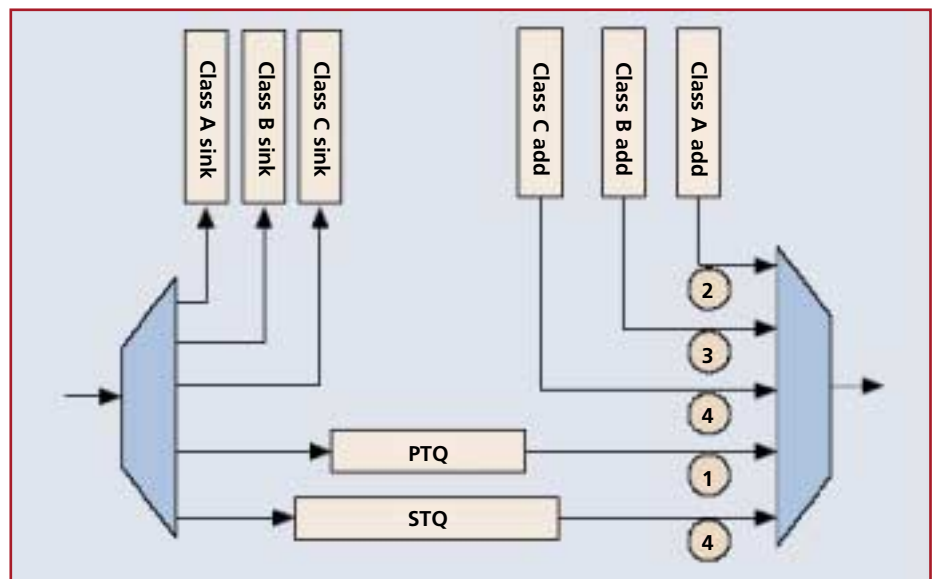
ReceivedFairRate: Ancho de banda recibido de las estaciones anteriores.

LocalFairRate: Ancho de banda que la estación está consumiendo actualmente.

FullLineRate: La máxima velocidad del anillo.

ForwardRate: Ancho de banda utilizado por estaciones siguientes en el anillo.

Básicamente, el «fair rate» de una estación es calculado utilizando el Re-



Estado	Acción
No Congestion	Advertise FullLineRate
Local Node Congested/ Downstream Nodes Not Congested	Advertise LocalFairRate
Local Node Congested/ Downstream Nodes Congested	If the ReceivedFairRate < FwRate (Transit Traffic) advertise ReceivedFairRate Else//local node causing congestion advertise FullLineRate

OPERACIÓN

Inicialización

El mapa de topología contiene información sobre la estación local. La estación escucha los mensajes Broadcast de otras estaciones. Cada estación envía a las demás su información de topología

periódicamente, o cuando detecta un cambio en la misma.

Suma de una nueva estación

Una nueva estación se inicializa a sí misma, después de unirse a un anillo y



envía a todas las estaciones su mensaje de topología. Después de detectar un cambio, los otros nodos del anillo envían sus mensajes de topología. Una estación descubre sus vecinos inmediatos recibiendo los mensajes que han viajado por la red un solo salto.

Fallo

Cuando una estación se quita o falla la fibra. Las estaciones adyacentes al fallo, graba su estado en sus mapas de topologías.

Formato de mensaje de descubrimiento de topología

El mensaje de descubrimiento de la topología contiene información sobre la estación que lo envía.

Las capacidades de las estaciones son:

Jumbo: capaz de recibir frames (MTU > menor que 9.216 bytes).

Wrap: La estación prefiere protección «wrap».

Hay también capacidades que son llevadas en los campos TypeLengthValue (TLV) del mensaje «extended topology message». La trama TLV ofrece una formato de trama flexible, en el que entrega información de las capacidades de la estación.

PROTECCIÓN

El protocolo 802.17 MAC protege el tráfico seleccionado contra fallos de fibra y estación en menos de 50 ms. El mecanismo de protección también soporta la adición y extracción de estaciones en el anillo. Las estaciones intercambian mensajes para comunicar el estado de «salud» del anillo. También se intercambian mensajes «Keepalive» entre las estaciones para comunicar el funcionamiento normal de la estación. Todas las estaciones dentro de un mismo anillo deben utilizar el mismo mecanismo de protección.

Características de protección:

- Protección en menos de 50 ms tanto para tráfico unicast como multicas.
- Soporta tanto mecanismo «Stee-

Mecanismo Wrapping

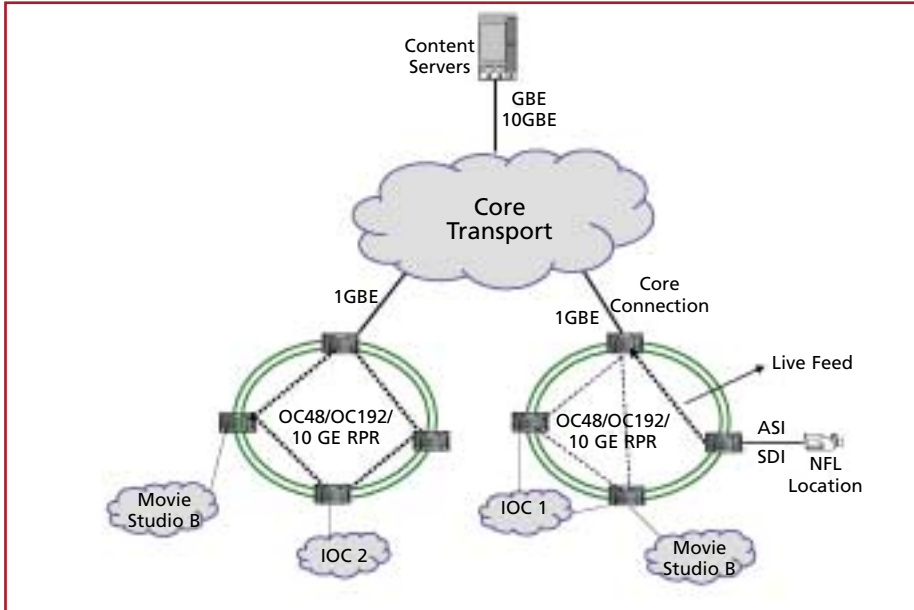
Un mecanismo opcional es el Wrapping. Ante un evento de protección, la estación adyacente al fallo vuelve el tráfico hacia el lado opuesto para evitar el punto de quiebra.

Jerarquía de Protección:

El mecanismo de protección tiene la posibilidad de manejar varios fallos simultáneamente. El más severo tiene prioridad sobre los demás. Por ejemplo, un fallo de degradación de señal tendrá menor severidad, y por tanto no tendrá preferencia sobre un fallo de señal en el anillo.

Estados de fallo RPR (en orden decreciente de severidad):

1. Forced Switch: un operador inicia el comando para forzar un evento de protección en un interface.
2. Signal Fail: evento de protección ocasionado por fallo en la señal o por fallo en un mensaje «RPR Keepalive».
3. Signal degrade: evento de protección ocasionado por excesivo BER.
4. Manual Switch: igual que Torced Switch, pero de menor prioridad.
5. Wait to Restore: temporizador de retardo configurable para restaurar un enlace después de que un fallo se solucione.



Distribución de señales de video digitales

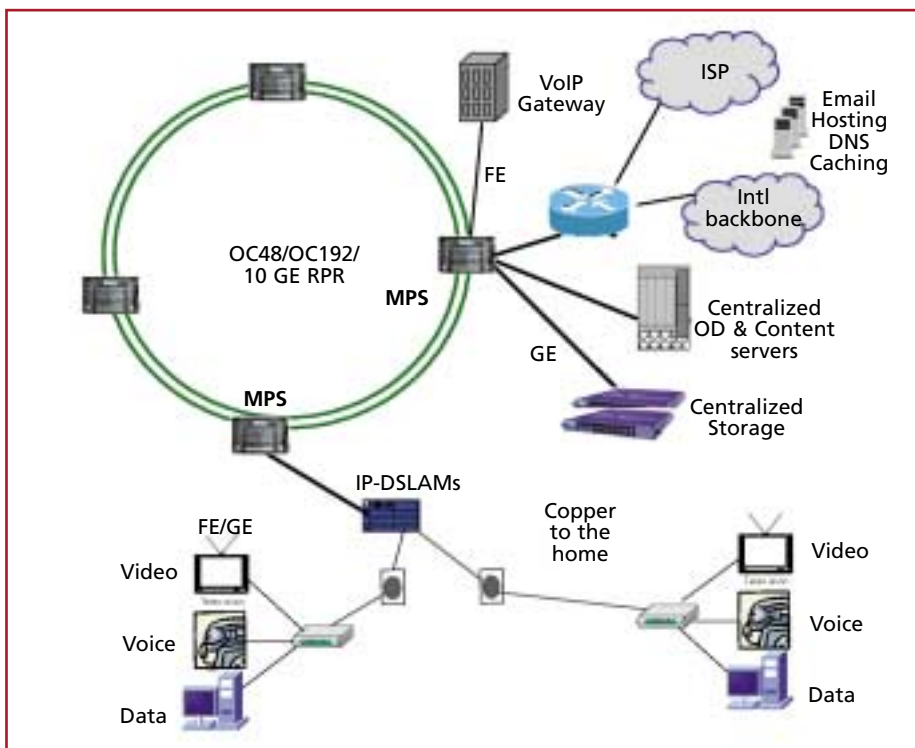
ring» como «Wrapping».

- Soporta adición y extracción dinámica de estaciones en el anillo.
- Cada estación funciona independientemente, sin un nodo Master.
- Escalable a mayor número de estaciones.

un evento de protección, se comunica a todas las estaciones la situación del mismo. Las estaciones transmisoras eligen el sentido en el que tienen que enviar la información para evitar el fallo, hasta que reciben la notificación de que este ha sido solucionado. Los paquetes que llegan al punto de fallo son extraídos del anillo. Los paquetes multicast son enviados en Broadcast por los dos lados del anillo, y el TTL se pone con el número correcto de estaciones antes del fallo.

Mecanismo «Steering»

El mecanismo de protección por defecto es el Steering. Cuando se produce



Servicios Triple-play (video-Voz-Datos)

OAM y capa de Gestión

Las funciones OAM que RPR MAC ofrece son tres:

Gestión de configuración, Gestión de fallos y Gestión de funcionamiento.

Se utilizan mensajes «Echo/Response» para monitorización de conectividad, y localización de camino entre estaciones. La trama eco puede pedir sentido, clase de servicio y modo de protección de la respuesta. Una estación enviando un petición echo recibe respuesta del nodo deseado, se utilizan mensajes «Flush» para evitar el desorden de paquetes en el anillo durante la conmutación por protección. Una estación puede enviar una trama «flush» por el anillo para cualquier clase de servicio. La trama circula alrededor del anillo y llega a su origen. Después, esta estación está segura de que todos sus paquetes enviados por

Data Frame:

Base Data Frame

TTL
 Base Ring Control
 Destination Address
 Source Address
 ttlBase
 Extended RingControl
 HEC
 Protocol Type
 Data Payload
 FCS

Extended Data Frame

TTL
 Base Ring Control
 Destination Address
 Source Address
 ttlBase
 Extended RingControl
 HEC
 Destination Address
 Source Address
 Protocol Type
 Data Payload
 FCS

Control Frame

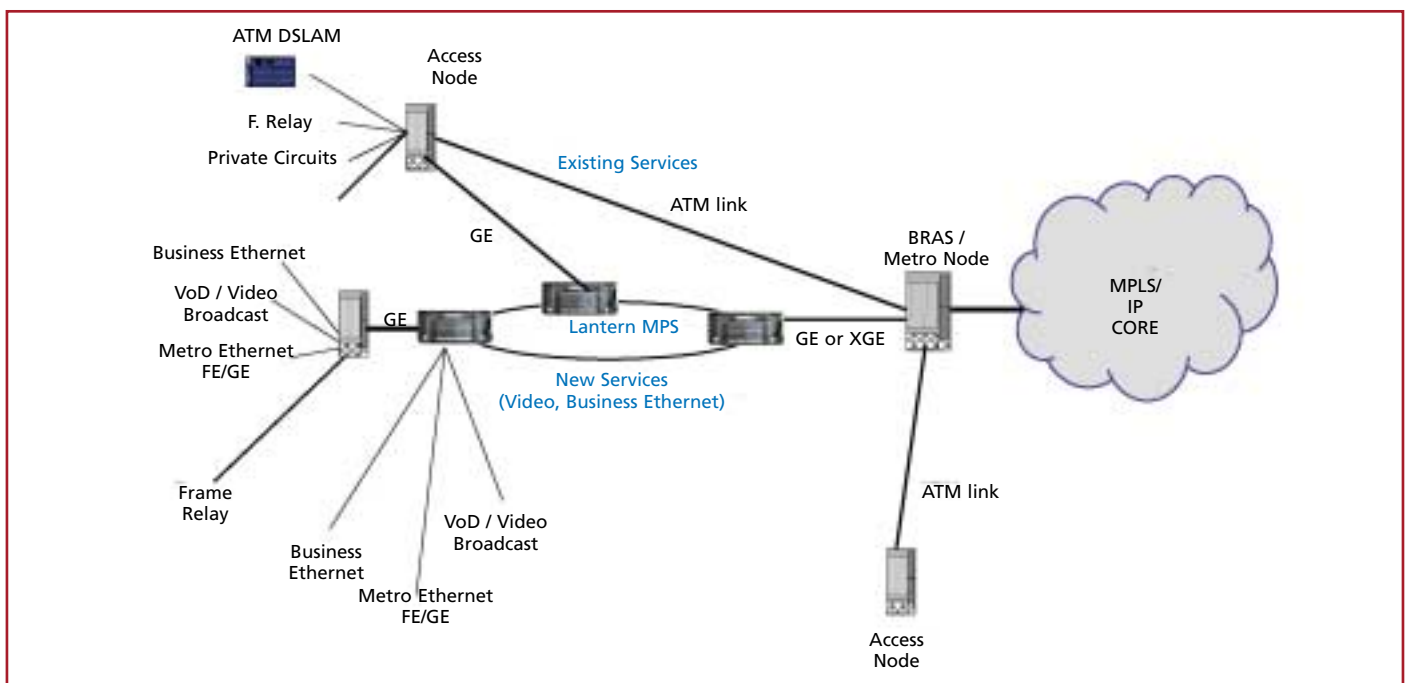
Base Ring Control
 Destination Address
 Source Address
 ttlBase
 Extended RingControl
 HEC
 controlType
 controlVersion
 controlDataUnit
 FCS

Fairness Frame

TTL
 Ring Control
 Source Address
 Fairness Header
 Fair Rate
 FCS

Idle Frame

TTL
 Ring Control
 Source Address
 Idle Payload
 FCS



Nuevos Servicios para xLECS y PTTs

	Cisco	Nortel Optera	Luminous/SA	Lantern's Metro Packet Switch
Services	Router inter-connect. Recent support for Layer 2 services	Point-to-Point and multipoint Ethernet (very high overhead due to encapsulation bridging – up to 30%)	Point-to-point Ethernet, T1/E1 TDM	Point-to-Point and multipoint Ethernet (minimal overhead – up to 6%), T1/E1 TDM
Quality of Service	Class of service (Priority-based)	Class of service (Priority-based)	Class of service (Diffserv based)	Deterministic per-flow QoS for packet, voice and video traffic
Network Resilience	Restoration is best effort, not per service	Restoration is best effort, not per service	Restoration is best effort, not per service	Per flow tiered protection
Peer to peer traffic	Poor support due to Head of Line blocking (utilization drops as number of nodes increases)	Poor support due to Head of Line blocking (utilization drops as number of nodes increases)	Poor support due to Head of Line blocking (utilization drops as number of nodes increases)	Non blocking distributed switch architecture (no Head of line blocking)
Bandwidth Utilization	30-40% utilization for committed bandwidth	30-40% utilization for committed bandwidth	30-40% utilization for committed bandwidth	95% assignable as committed bandwidth 100% dynamically allocated
Highest Link Speed	2.5 Gbps (10 Gbps future)	622 Mbps	1 and 2.5 Gbps	2.5 and 10 Gbps

el anillo han circulado por el anillo y no es necesario cambiar de anillo.

Para gestión, RPR MAC define un interface de gestión. Este interface permite a la entidad de gestión obtener y dar valor a ciertos parámetros:

- Configuración.
- Topología.
- Protección.

802.1D y 802.1Q bridging

RPR MAC tiene la posibilidad de entregar paquetes desde y hacia estaciones remotas fuera del anillo local. El bridging de nivel 2 cumple la especificación 802.1. Una red RPR puede constar de ambos hosts y bridges nodes. Hay un mecanismo para entregar paquetes que son desconocidos a los «bridge nodes». El servicio de bridging no introducirá desorden ni duplicación de paquetes.

Formatos de tramas

Existen cuatro formatos diferentes de tramas definidos en el estándar RPR: «Data», «Fairness», «Control» e «Idle».

Soluciones comerciales RPR

Aunque el estándar acaba de salir hace muy poco tiempo, los miembros de «Resilient Packet Ring Alliance», y algunos otros fabricantes de equipos que no pertenecen a esta alianza ni al grupo de trabajo IEEE802.17ae, han ido sacando al mercado plataformas basadas en el mismo.

A continuación figura una tabla con las características de algunas de las soluciones RPR que hay en el mercado.

Diagramas de servicios

A continuación se adjuntan los tres diagramas de red de servicios que habilita RPR combinando las ventajas de SDH y Ethernet. ●



ANTENA

de Telecomunicación

Órgano Oficial del Colegio y
Asociación de Ingenieros
Técnicos de Telecomunicación

General Moscardó, 33
Teléf.: 91 536 37 87
Fax: 91 535 25 53
28020 Madrid
Gabinete de Prensa
E-mail: prensa@coitt.es

TARIFAS DE PUBLICIDAD 2006



La desaparición del ingeniero
audiovisual amenazaría el desarrollo
del sector multimedia

Nuevas titulaciones que se
impartirán a partir de 2008



Entrevista con Eladio Gutiérrez
Montes, Director de RIVE Digital
"La TDT supone una redefinición
completa de la televisión"



Artículo de José María Vázquez Quintana,
"El Hogar Digital
y la atención al usuario"



El INITE reclama que todas las
atribuciones profesionales de los
ingenieros residan en el Grado

TAMAÑO:

Sangre: 210 x 297 mm.
Mancha: 190 x 262 mm.

PERIODICIDAD:

Trimestral (4 números al año)

TIRADA:

9.000 ejemplares, de distribución entre los
Técnicos, Ingenieros y empresas relacionadas con
el sector electrónico y de telecomunicación

NOTAS:

- Estas tarifas estarán en vigor hasta diciembre de 2006.
- Fotolitos y encartes por cuenta del Cliente.
- Descuento de Agencias el 15%.

TARIFAS

COLOR:

1 pág. interior	900 €
1 pág. interior durante un año*	2.705 €
1/2 página interior	600 €
1/2 pág. interior durante un año* ..	1.800 €
4ª de cubierta.....	1.140 €
4ª de cubierta durante un año*.....	3.425 €
2ª o 3ª de cubierta	1.050 €
2ª o 3ª de cubierta durante un año*..	3.145 €

ENCARTES:

De 4 páginas	1.080 €
De 2 páginas	900 €

GUÍA DEL COMPRADOR:

1 módulo (59 x 60)	
durante 2 números.....	360 €
1 módulo (59 x 60)	
durante 4 números.....	540 €

* 4 números al año