

Encaminadores de tiempo real para redes celulares

Johan Börje, Hans-Åke Lund y Anders Wirkestrand

Con la introducción de una original gama de encaminadores (routers) optimizados para redes sin hilos, Ericsson abre una nueva era en el IP móvil. Los nuevos encaminadores de tiempo real cumplen las normas industriales en uso y emergentes, y permitirán que los operadores puedan aprovecharse de todas las ventajas de las redes basadas enteramente en IP; por ejemplo, poseen una pila (stack) doble IPv4/IPv6 para escalabilidad y seguridad óptimas, un avanzado mecanismo de calidad de servicio para el tráfico sensible a retrasos, aceleradores de hardware que proporcionan prestaciones excepcionales, funciones de configuración automática para reducir los gastos operativos, y funcionamiento en una auténtica plataforma de calidad de telecomunicaciones sin que un fallo individual afecte a toda la red.

El protocolo de Internet está abriéndose paso en las redes celulares. Se ha perfeccionado en cuanto a eficiencia y soporte de calidad de servicio, ha adquirido madurez, y ahora puede emplearse para servicios de transporte en líneas de cable y en sistemas celulares. No obstante, su uso en la parte de red fija de los sistemas celulares impone requisitos especiales en los equipos de red tales como los encaminadores de IP, las estaciones base, los controladores y las pasarelas de redes por radio.

Los autores describen los encaminadores de tiempo real de Ericsson, que se han diseñado específicamente para abordar las condiciones especiales de las infraestructuras sin hilos, incluyendo la sincronización de la red, los enlaces de banda estrecha y las aplicaciones sensibles a los retrasos.

¿Qué es un encaminador de tiempo real?

Un encaminador es un dispositivo de conmutación de paquetes usado para interconectar varias redes diferentes a fin de formar una red común basada en la tecnología de red con IP. Gracias a su capacidad de comprender con qué redes está conectado, el encaminador decide cómo debe expedirse cada paquete. Pero un encaminador de tiempo real debe además:

- Poder diferenciar entre paquetes de alta y baja prioridad;
- Expedir paquetes de alta prioridad con baja latencia y poca variación en los retrasos;
- Estar siempre exento de congestión interna; y
- Contener mecanismos que, en enlaces lentos, impidan que paquetes grandes de baja prioridad bloqueen el paso a paquetes de alta prioridad.

Los encaminadores de tiempo real permiten a los operadores construir redes de IP para servicios de tiempo real exigentes, al mismo tiempo que aprovechan la capacidad de toda la red y ofrecen servicios de IP "best-effort" tradicionales usando capacidad de reserva.

Encaminadores de tiempo real para redes celulares

Para el operador, las redes enteramente basadas en IP tienen varias ventajas:

- Sencillez y menores costos; una red unificada es más fácil de gestionar, exige menos capital y da como resultado menos gastos operativos;
- Ventajas de transmisión; la tecnología basada en paquetes hace un uso más eficiente de los enlaces;
- Beneficios procedentes del desarrollo de tecnologías subcapa; transmisión nueva y mejor, y soluciones de enlace que pueden implantarse fácilmente en la red;
- Nuevas fuentes de ingresos; una capa de red unificada acelera el desarrollo de aplicaciones y facilita la accesibilidad; y
- IP para acceso remoto; las redes privadas virtuales seguras (VPN) pueden generar ahorros sustanciales en empresas y usuarios residenciales.

Para que el proyecto de un sistema de redes enteramente basado en IP sea realidad, tienen que instalarse encaminadores de tiempo real por toda la red de acceso móvil, a fin de ofrecer el transporte necesario de servicios de tiempo real. Los encaminadores integrados en estaciones base, o añadidos separadamente, actúan como concentradores que optimizan el uso de enlaces de transmisión mediante multiplexado estadístico.

No obstante, si la red de acceso no se basa en el protocolo de Internet, sino que quien utiliza una dorsal de conectividad basada en IP es el sistema al que aquella pertenece, entonces la funcionalidad del encaminador de tiempo real debe introducirse en los nodos de pasarela que hacen de interfaz con la dorsal de conectividad de IP. Dentro de esta dorsal, el flujo de tráfico agregado de las redes de acceso celular se maneja con encaminadores de tiempo real. Debido a la mayor capacidad de los enlaces, en esta red los requisitos de un manejo eficiente son inferiores; es decir, la granularidad de la separación de QoS es menos crítica, debido a menores retrasos de transmisión de los paquetes en enlaces de alta

CUADRO A, ACRÓNIMOS

ATM	Asynchronous transfer mode	MSC	Mobile services switching center
BSC	Base station controller	NCMS	Network configuration management system
CLI	Command line interface		
DEN	Directory enabled networking	NPMS	Network performance management system
DHCP	Dynamic host configuration protocol		
DiffServ	Differentiated Services standard	O&M	Operation and maintenance
ET-FE	Exchange terminal-to-forwarding engine		Open shortest path first
FEHW	Forwarding engine hardware	NPMS	Network performance management system
FPGA	Field programmable gate array		
FTP	File transfer protocol	PPP	Point-to-point protocol
GSM	Global system for mobile communications	QoS	Quality of service
		RMON	Remote network monitoring
GSN	GPRS service node	RNC	Radio network controller
GUI	Graphical user interface	RNS	Radio network server
HLR	Home location register	SCB	Switch core board
HTML	Hypertext markup language	SNMP	Simple network management protocol
ICMP	Internet control message protocol	SXB	Switch extension board
IP	Internet protocol	TCP	Transmission control protocol
IPsec	Internet protocol security protocol	UDP	User datagram protocol
LDAP	Lightweight directory access protocol	UMTS	Universal mobile communication system
MIB	Management information base		
MPB	Main processor board	VPN	Virtual private network

velocidad (figura 1). Los encaminadores de tiempo real para redes celulares deben ser eficientes en el manejo de paquetes pequeños y enlaces de baja velocidad, así como en el tráfico sensible a los retrasos, en la sincronización, y en un gran número de nodos y conexiones continuas, siempre en línea.

Paquetes pequeños

Las redes celulares actuales transportan la voz en tramas de habla cortas que transmiten 20 ms de voz comprimida. Cada trama de habla contiene típicamente entre 10 y 40 bytes de datos. Dado que los paquetes son pequeños, una de las capas de transporte e IP se convierte en un aspecto importante. Por consiguiente en el encaminador tiene que aplicarse un plan de compresión de cabeceras efectivo. Esto rige especialmente en las redes de acceso. No obstante, la compresión de cabeceras también puede emplearse para ahorrar ancho de banda, al entrar los paquetes pequeños en la red del núcleo. Sin embargo, una cuestión más importante—reducir al mínimo la carga en el encaminador—es asegurar que no se tenga necesidad de los encaminadores de la red del núcleo para enrutar cada paquete de voz individual. En síntesis, tiene que implementarse el trunking de voz del nivel IP para aprovechar las altas velocidades de los enlaces en la red del núcleo.

Enlaces de baja velocidad

Los enlaces de acceso típicos en las actuales redes radioeléctricas son de baja velocidad, frecuentemente de 2 Mbit/s o menos. En estos enlaces, los paquetes pequeños, sensibles a los retrasos, compiten en anchura de banda con paquetes de datos grandes, de baja prioridad. Por ejemplo, si un paquete de voz de alta prioridad llega al encaminador en un enlace de 384 kbit/s justamente cuando el encaminador empieza a transmitir un paquete grande, el paquete de voz corre el riesgo de demorarse hasta 30 ms. Evidentemente, esto es inaceptable, ya que en las redes sin hilos el “presupuesto de retrasos” para la transmisión de voz es muy ajustado; sobre todo porque otro equipo, tal como transceptores y convertidores de códigos, consume ya la mayor parte de dicho presupuesto. En consecuencia, en el encaminador tiene que implementarse un mecanismo efectivo para asegurar que la transmisión de paquetes de baja prioridad no bloquee o retrase indebidamente los paquetes de voz.

Tráfico sensible a los retrasos

Una gran parte del tráfico transmitido por redes de IP celulares consta de voz y de otros servicios sensibles a las demoras. Por tanto, hay que dar prioridad a este tráfico y a sus datos de control. Considerando los enlaces de baja velocidad de las redes de acceso celulares, tiene que introducirse una separación de QoS más efectiva y con más clases que la que hace falta en la red dorsal. Es decir, en comparación con los encaminado-

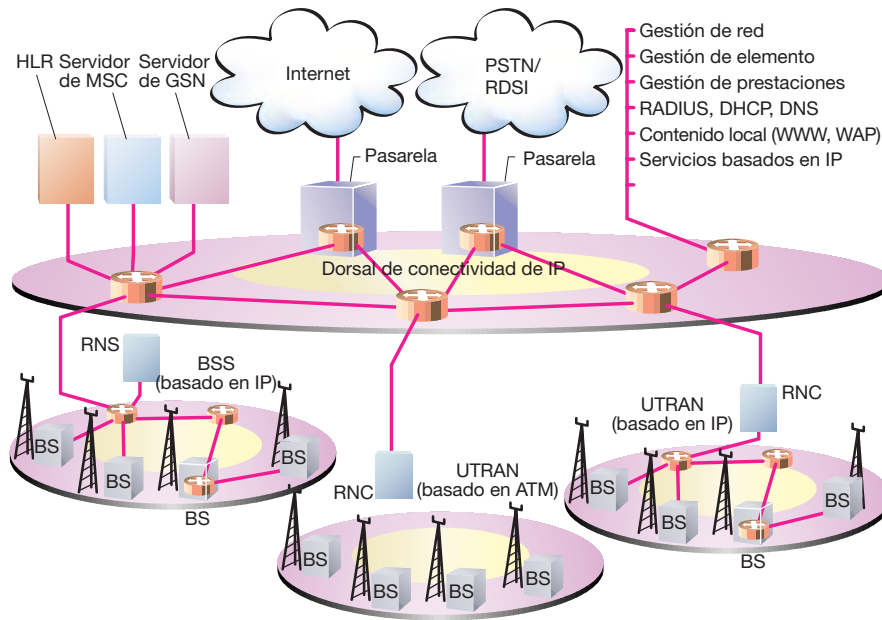


Figura 1
Las redes celulares con IP del futuro desempeñarán un papel clave en los servicios de transporte. En este ejemplo, el protocolo de Internet transmite voz y datos en la red del operador. Se usan pasarelas de media para que actúen como interfaz de redes externas. El encaminador de tiempo real—explotado como encaminador separado en la red de radio y encaminador integrado en estaciones base y pasarelas— garantiza características de tiempo real por toda la red.

res de las redes de comunicación de datos ordinarias, los de las redes móviles tienen que poseer implementaciones de calidad de servicio más extensas e inteligentes.

Sincronización

Al igual que en otras partes, las estaciones base de radio de las redes de IP celulares tienen que sincronizarse. Los encaminadores de redes móviles deben poder ofrecer estaciones base de radio con una señal de sincronización de alta calidad que se distribuya a través de enlaces de transmisión entre encaminadores y estaciones base. Este requisito todavía no se ha tenido en cuenta o no puede cumplirse en la mayoría de los productos actuales para encaminar telemática.

Gran número de nodos

Las implementaciones de redes de IP celulares consistirán en miles de encaminadores, muchos de los cuales estarán integrados en estaciones base de radio. Por tanto, tienen que aplicarse nuevos enfoques a la configuración automática de nodos y direcciones, que integra herramientas avanzadas de planificación e ingeniería de redes. La labor en esta área se beneficiará del uso de redes habilitadas para directorios (DEN), mediante servidores de configuración de protocolo

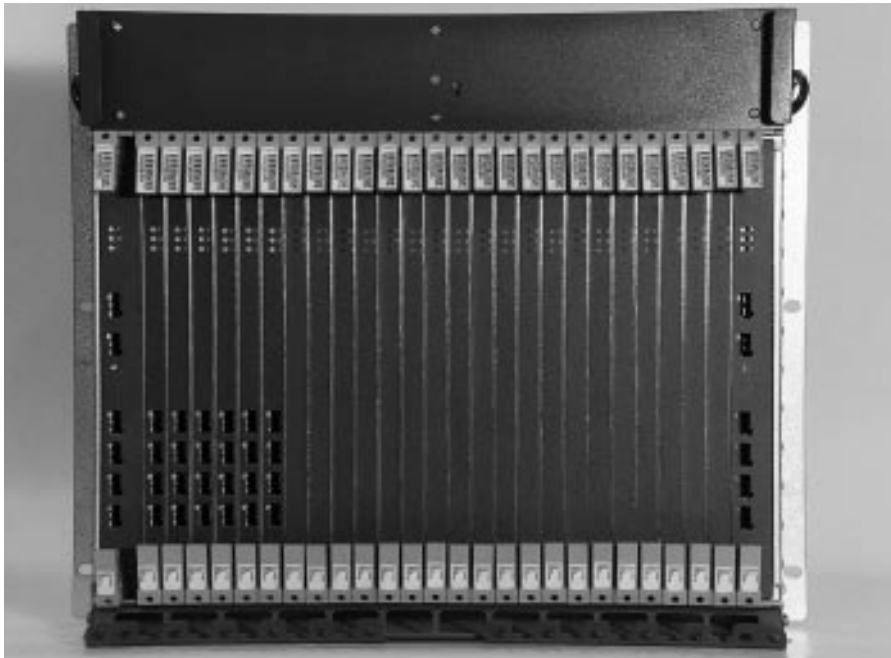


Figura 2
Con núcleos de conmutador dobles (en las posiciones más a la derecha y más a la izquierda) y 26 slots genéricos para procesadores e interfaces, el encaminador de tiempo real de Ericsson aún una alta densidad y redundancia.

CUADRO B, IPV6 – INTERNET DE LA PRÓXIMA GENERACIÓN

La versión 4 del protocolo de Internet (IPv4) se desarrolló a principios de los años 80. Con el incesante éxito de esta red mundial, a la Internet Engineering Task Force (IETF) se le hizo patente que se precisaría una nueva versión del protocolo para abordar el crecimiento y los nuevos requisitos emanados de nuevas aplicaciones. Con este objeto, la IETF elaboró una familia de especificaciones –solicitud de comentarios (RFC)– que constituyen el IPv6.

Las principales diferencias entre el IPv4 y el IPv6 tienen que ver con los aspectos de escalabilidad, sencillez y seguridad. Uno de los inconvenientes del IPv4 es su limitado número de direcciones. Aunque en teoría es de cuatro mil millones (campo de direcciones de 32 bits), la forma de asignarlas reduce considerablemente la cantidad real utilizable. Las perspectivas de comunicación entre asistentes digitales personales, los servicios integrados, y que pueda haber dispositivos móviles permanentemente en conexión y en línea, hace que sea previsible un aumento radical en la demanda global de direcciones. En consecuencia, con su campo de direcciones de 128 bit, el IPv6 es una solución muy bien recibida.

Para más sencillez, el IPv6 proporciona nuevos mecanismos de configuración automática que hacen que la estructuración y reconfigura-

ción de redes sea mucho menos incómoda. Esto es especialmente importante:

- En las redes celulares, donde el número potencial de nodos de IP es grande;
- En las empresas que quieran cambiar de proveedor de servicios de Internet; y
- En las empresas que quieran fusionar sus actividades.

En cuanto a seguridad, el IPv6 ofrece soporte incorporado para IPsec. Por consiguiente, junto con una dirección exclusiva y públicamente encaminable para cada usuario individual, el IPv6 puede proporcionar un nivel de seguridad extremo a extremo superior a las implementaciones del IPv4, que con frecuencia tienen que confiar en direcciones privadas, no encaminables públicamente.

Durante la labor de desarrollo del IPv6 se realizaron varias modificaciones del IPv4. Aunque estos cambios prolongan su vida de servicio, no resuelven los aspectos fundamentales de escalabilidad y seguridad de extremo a extremo de cada usuario.

La reciente adquisición de Telebit S/A por Ericsson brinda a la empresa el liderazgo en cuanto a encaminadores capaces de manejar simultáneamente los protocolos IPv4 e IPv6.

Para más información sobre el IPv6, ver <http://www.ipv6.org>

de acceso a directorios (LDAP). De igual modo, se pondrán a disposición funciones avanzadas para la configuración automática si se selecciona IPv6 como la capa de red de IP (Cuadro B).

Siempre conectado, siempre en línea

En el horizonte futuro, prevemos que el número de terminales móviles (teléfonos móviles, teléfonos inteligentes, comunicadores, asistentes digitales personales, etc.) habilitados para Internet se multiplicará considerablemente. Además, veremos muchos dispositivos integrados y un amplio uso del protocolo de Internet en aparatos sin hilos para el mercado del consumidor. Lo ideal sería que todo aparato del mundo tuviera la posibilidad de poder estar siempre conectado y en línea. Una conectividad sin hilos simple, práctica e inmediata es un factor clave para un rápido crecimiento del mercado. Con todo, la sociedad conectada exigirá una cantidad enorme de direcciones de IP. También aquí se prevé que las posibilidades del IPv6 desempeñen un papel importante.

Encaminadores Ericsson de tiempo real

El encaminador Ericsson de tiempo real, que se basa en la plataforma Cello¹, puede instalarse como unidad integrada o separada. En calidad de encaminador integrado, puede actuar como parte integral de otros productos basados en la plataforma Cello, tales como:

- Controladores de redes de radio (RNC) para UMTS;
- Controladores de estaciones base de radio (BSC) para cdma2000; y
- Pasarelas de media para servicios de datos y voz en paquetes.

Cuando se usa como dispositivo independiente, el objetivo del encaminador de tiempo real de Ericsson es agregar el tráfico en la red de acceso celular cerca de las estaciones base. Contiene todas las funciones necesarias para actuar como interfaz de estaciones base en varios sistemas fundamentados en IP; por ejemplo, optimizaciones de enlaces de baja velocidad, manejo avanzado de QoS, y la distribución de sincronización de red. También puede hacer las veces de encaminador de redes con conectividad de IP, ofreciendo una capacidad total de varios Gbit/s.

Independientemente de si el encaminador está instalado en una configuración integrada o independiente, cuenta con el mismo software de encaminamiento, interfaces y soporte para operación y mantenimiento (O&M). Con respecto a la capa de red, es solamente otro encaminador, con independencia de las funciones presentes en el nodo.

El encaminador de tiempo real de Ericsson está diseñado para funcionamiento doble IPv4/IPv6, y cuenta con una arquitectura auténticamente distribuida mediante un conjun-

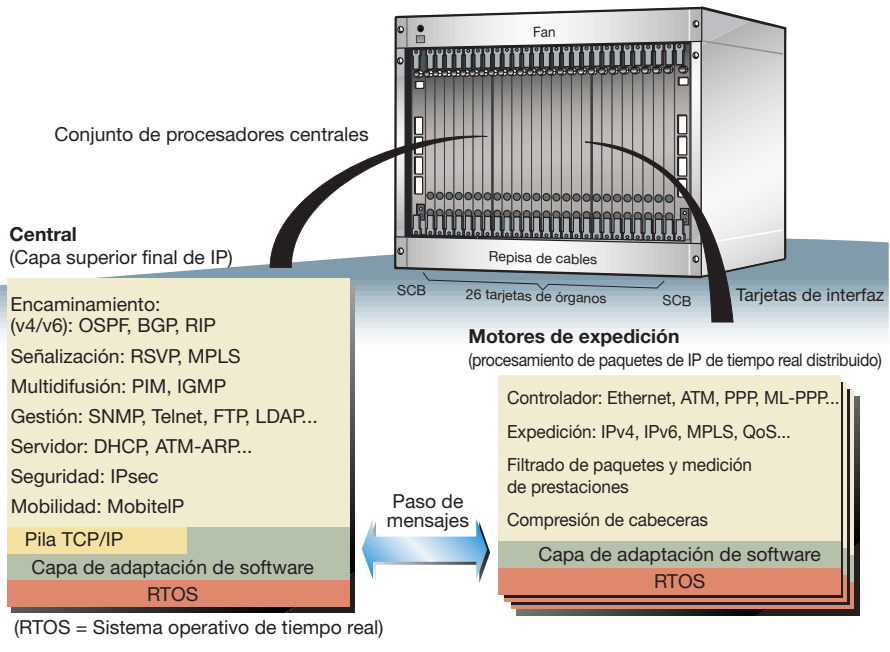


Figura 3
El conmutador de tiempo real tiene una arquitectura distribuida con una plataforma integrada de protocolos de software provista de abundantes funciones y optimizada para funcionamiento celular. El uso de motores de expedición distribuidos (implementados en el hardware) permite la escalabilidad lineal del enrutador. Esto garantiza características de tiempo real en todos los interfaces.

to de procesadores centrales escalables. Además, tiene interfaces con soporte de hardware para IP mediante motores de expedición (figura 2) implementados en el hardware (FEHW).

Una ventaja de la arquitectura de enrutador distribuida es su buena escalabilidad, debido a que cada adición de interfaz aumenta las posibilidades de procesar paquetes (figura 3). Por tanto, el conjunto de procesadores puede usar una o varias tarjetas de procesador central (MPB). Cada MPB constituye un moderno entorno de ejecución de software, que se usa primordialmente para tareas centrales en el enrutador, entre ellas:

- Protocolos de enrutamiento unidifusión para IPv4 e IPv6;
- Protocolos de enrutamiento multidifusión para IPv4 e IPv6;
- Soporte de gestión de red (protocolo de gestión de red simple, SNMPv3), e interfaz de línea de comando, CLI, a través de Telnet o consola);
- Soporte de gestión de prestaciones (monitoreización remota de red, RMON);
- Seguridad de IP (IPsec) y distribución clave; y
- La gestión de mensajes de control de Internet (protocolo de mensajes de control de Internet, ICMP).

Los motores de expedición (FEHW), que se usan en las tarjetas de interfaz de IP (ET-FE) para acelerar el enrutamiento y la gestión de enlaces (figura 4), emplean tecnología de hardware configurable (FPGA), para implementar sus funciones. Esto garantiza flexibilidad ahora y en el

futuro, debido a que las tarjetas instaladas pueden actualizarse remotamente. Los motores de expedición poseen funciones avanzadas para el manejo individual de paquetes de IP:

- Expedición de IP con comparación del prefijo más largo;
- Soporte para separación de QoS granular fina de acuerdo con los Servicios diferenciales, o DiffServ, estándar;
- Planificación de paquetes priorizada con soporte para expedición y clases y niveles de expedición asegurados múltiples;

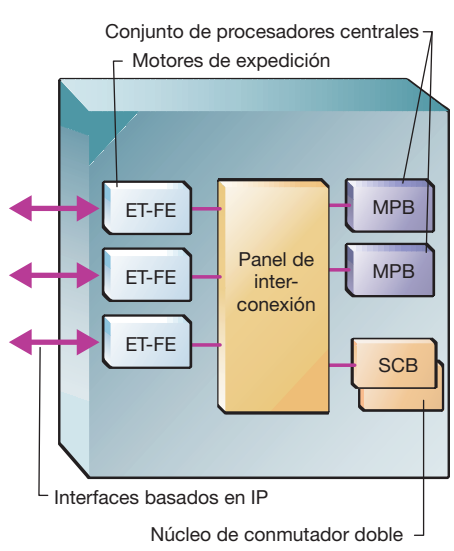


Figura 4
Configuración con una sola repisa.

- Compresión de cabeceras para interfaces E1, T1 y J1; y
- Recopilación de estadísticas para monitorizar las prestaciones.

Estas funciones se implementan en el hardware para sustentar un alto régimen de paquetes por segundo en el encaminador. Tal como se ha mencionado antes, el tráfico en las redes sin hilos suele estar dominado por paquetes pequeños de voz, los cuales, en comparación con el tráfico de las comunicaciones de datos tradicional, producen un régimen de paquetes muy elevado. Sin embargo, la expedición por IP apoyada con hardware reduce significativamente el retraso de los paquetes por el encaminador, haciendo más fácil predecir la duración de las demoras, lo cual es un requisito previo en aplicaciones sensibles a retrasos, tales como la telefonía.

Configurar el encaminador de tiempo real es una tarea muy cómoda; es decir, el encaminador aloja numerosas configuraciones de una manera flexible. La estructura física consta de:

- Un bastidor de 19 pulgadas con 26 slots genéricos para tarjetas de procesador o interfaces;
- Núcleos de conmutador individuales o duplicados, con una tasa de transferencia de datos de 16 Gbit/s;
- Tarjetas de interfaz soportadas por FEHW, actualmente para el protocolo de punto a punto (PPP), por una gama de interfaces de 1,5 a 155 Mbit/s;
- Soporte para interfaces de ATM de 1,5 a 155 Mbit/s usados junto con encaminamiento de IP en órganos de régimen compartido; y
- Interfaces de Fast-Ethernet soportados por FEHW.

Al encaminador de tiempo real se le añadirán otros tipos de interfaz, de acuerdo con las necesidades. Los interfaces con velocidades superiores a 155 Mbit/s se incorporarán cuando lo exijan las redes con las que opere.

Pueden construirse configuraciones de repisa múltiple (cuyos slots adicionales permiten conectar interfaces o procesadores) enlazando las tarjetas del núcleo del conmutador (SCB) de varios bastidores o añadiendo tarjetas de ampliación de conmutador (SXB). El sistema tiene una densidad de tarjetas alta (ocupa poca superficie en el suelo) y sin que un fallo individual afecte a toda la red (fiabilidad de calidad de telecomunicaciones).

La plataforma integrada de protocolos del encaminador de tiempo real

Los encaminadores de tiempo real de Ericsson se fundamentan en una base de software común para protocolos que trabajan con Internet. Todos los protocolos pueden obtenerse en software distribuido modularmente. Ciertas funciones críticas desde el punto de vista del tiempo

transcurrido, que tienen que ver en el manejo por paquetes, también pueden obtenerse como un subjuego de protocolos implementado en el hardware para uso directo en los interfaces con el FEHW. La arquitectura del software posee un diseño tipo "cualquier proceso en cualquier procesador", que permite el procesamiento distribuido de protocolos en el conjunto de procesadores de la Cello y proporciona una solución muy escalable a la cual pueden añadirse nuevos procesadores para gestionar protocolos específicos. Además, debido a que la plataforma integrada de protocolos se ha diseñado para adaptarse a diferentes plataformas, también puede usarse en otras plataformas que no sean de Cello, tales como estaciones base de GSM o TDMA.

Las ventajas de operar el mismo software en todos los encaminadores de la red hacen que:

- Puedan obtenerse auténticas características de tiempo real, gracias a optimizaciones sin hilos por toda la red;
- Pueda incorporarse nueva funcionalidad de software en toda la red, a medida que se introduzcan nuevos protocolos, asegurando un rápido lanzamiento en el mercado;
- Un soporte de O&M uniforme proporciona una gestión coherente de los encaminadores;
- Puede obtenerse información uniforme y amplia para los sistemas de gestión, lo cual facilita el uso de herramientas potentes; y
- Está asegurada la interoperabilidad y la estabilidad.

La plataforma integrada de protocolos se ha desarrollado desde un principio para redes de IPv4 e IPv6. Es decir, la estructura se ha optimizado para manejar cualquier estándar y posee mecanismos de transición entre ambos. Para trabajar con éxito con IPv4 e IPv6, algunos productos exigen una gestión especial. El objetivo ha sido sustentar su estándar en un grado igual, y permitir que el operador de red decida cuál de ellos (o si van a ser ambos) debe funcionar en la red.

Otra destacada característica del software es que cumple con requisitos de seguridad muy estrictos: por ejemplo, soporta IPsec en combinación con algoritmos de criptografiado y autenticación avanzados y actualizables.

La gestión de los encaminadores de tiempo real

Enfoque general

En las redes basadas en IP, los encaminadores integrados o independientes ofrecen un servicio de capa de red horizontal a todos los nodos implicados. En términos de gestión, esta capa de red constituye un conjunto lógico que se gestiona independientemente de otras partes y servicios (por ejemplo, los recursos de radio) de la red. Este enfoque beneficia al operador de varias maneras:

- Los mismos sistemas y procedimientos para gestión de los recursos y nodos de IP pueden aplicarse a redes de acceso por radio y a redes de núcleo, creando así una red de IP individual;
- monitorización punto a punto simplificada de parámetros de QoS (pérdidas de paquetes, etc.) por las redes de acceso y de núcleo; y
- La separación de la gestión de recursos de radio y transmisión crea una división eficiente del personal y reduce los gastos de enseñanza.

En los lugares en los que el encaminador de tiempo real está integrado en el nodo, comparte con otros sistemas algunos recursos e información. La implementación permite al operador configurar la forma de manejo; por ejemplo, cómo deberían filtrarse y correlacionarse las alarmas referentes a la plataforma de hardware compartida.

Gestión de elementos y capa de IP

La solución de gestión para el encaminador de tiempo real de Ericsson consiste en un gestor de elementos y un gestor de capa de IP. Estos productos se han diseñado teniendo presentes los principios esenciales que siguen:

- Reducción al mínimo de los costos de O&M;
- Control óptimo de las prestaciones de la red;
- Amplio soporte a la planificación y optimización de la red;
- Máximo nivel de seguridad; y
- Interfaces abiertos, de estándar industrial.

Gestión de capa de IP

En las redes celulares hay que emplear un gran número de encaminadores. Para reducir los costos asociados con el ajuste y configuración de esas redes, los ingenieros de Ericsson han diseñado un avanzado sistema de configuración (NCMS) que usa un interfaz gráfico intuitivo para el usuario (GUI) junto con la más moderna tecnología LDAP/DEN para configurar automáticamente los encaminadores. Los datos de configuración se introducen en un punto central, tras lo cual se instruye a los nodos a que recojan nuevos datos de configuración en un servidor central. De este modo, tareas laboriosas como cambiar un ajuste de área de "abrir primero el trayecto más corto" (OSPF), pueden limitarse a unos comandos mínimos dados por el operador desde un punto central (figura 5).

Un criterio para desplegar la tecnología de paquetes en redes celulares es que deben poder realizarse sesiones de extremo a extremo en tiempo real en aplicaciones sensibles a la señalización y a las demoras de tiempo. Simultáneamente, las empresas y otros usuarios importantes concertarán acuerdos de nivel de servicio con operadores, para obtener un trato preferencial en la red. En cada ejemplo se precisan medios sofisticados para monitorizar las prestaciones de la red.

Los especialistas en desarrollo de Ericsson diseñaron el sistema de gestión de las prestaciones de la red (NPMS) para recoger estadísticas en la infraestructura empleando el SNMP estándar y

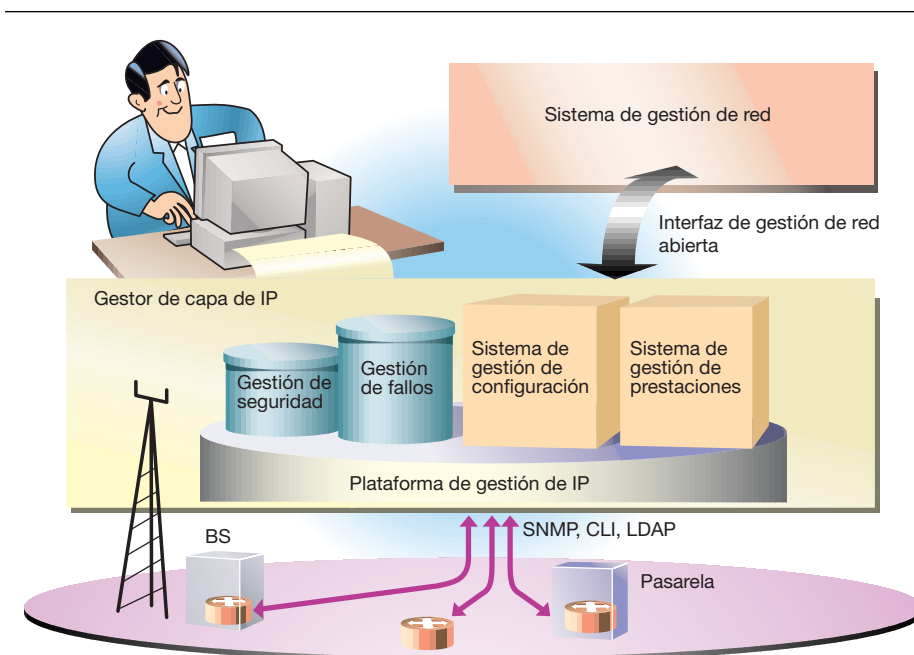


Figura 5
Los operadores introducen los datos de configuración en un punto central. Entonces se instruye a los nodos afectados para que recojan nuevos datos de configuración en un servidor central. De este modo, un trabajo muy extenso puede reducirse a unas pocas órdenes de un operador.

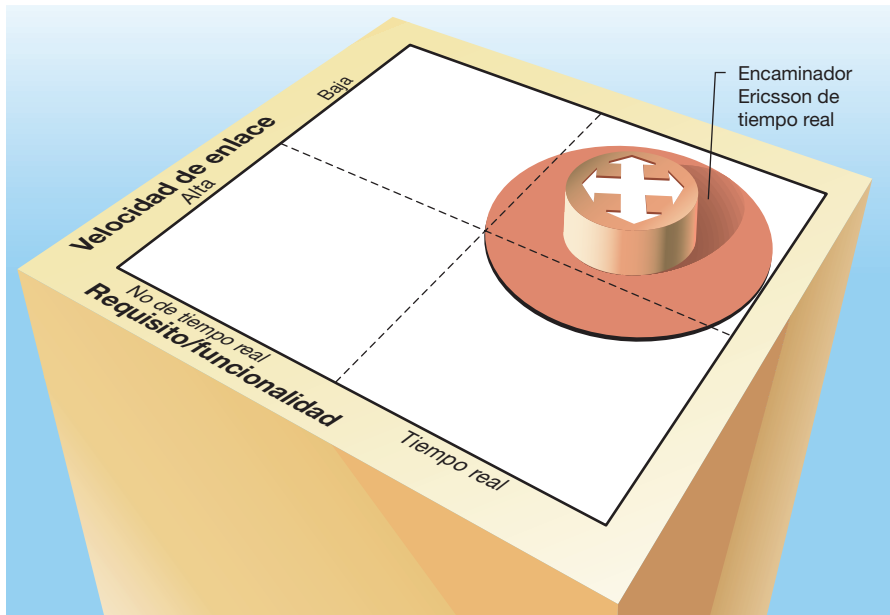


Figura 6
Posicionado del encaminador de tiempo real desarrollado por Ericsson.

- Valorar los niveles de congestión en enlaces individuales;
- Valorar las prestaciones a nivel de toda la red de las clases de DiffServ;
- Diferenciar tendencias de carga de congestión periódica o ad hoc;
- Obtener una visión general de las opciones de ruta y problemas potenciales de conectividad por flujo de tráfico;
- Evaluar las condiciones de “qué pasaría,” simulando la introducción de encaminadores y enlaces adicionales, configurando cambios, y fallos de enlace o nodo; y
- Aplicar diferentes algoritmos de optimización de red para determinar la mejor configuración.

Si con análisis y modelización fuera de línea se identifica una nueva configuración óptima, la red puede actualizarse automáticamente gracias a la integración existente entre los sistemas de gestión de prestaciones y de gestión de configuración. Cada uno de estos sistemas también es capaz de manejar los nodos de otros fabricantes, siempre que cumplan con las normas de la industria.

Gestión de elementos

El encaminador de tiempo real implementa SNMPv3. Esta nueva versión estandarizada del sencillo protocolo de gestión de red contiene perfeccionamientos de autenticación y control de acceso que permiten configurar el encaminador de una forma segura. La aplicación de IPsec al tráfico de gestión puede incrementar aún más la seguridad. Además, pueden asignarse diferentes privilegios a distintos usuarios, y la firma

las bases de información para gestión de monitorización remota (RMON MIB). Una vez recopilada, esta información se emplea para generar alarmas relativas a las prestaciones y como base de una amplia gama de potentes herramientas fuera de línea, con las cuales el operador puede:

CUADRO C, INICIATIVAS DE LA IETF EN COMUNICACIÓN CELULAR

Ericsson (a veces en colaboración con otras empresas) ha contribuido activamente en la IETF para asegurar que las normas usadas por este cuerpo evolucionen hacia un objetivo que facilite soluciones enteramente de IP en las redes celulares. Sus principales propuestas abarcan:

- El tráfico en tiempo real por redes de acceso celular²;
- Control de carga del tráfico en tiempo real³;
- Requisitos del IP móvil desde una perspectiva celular⁴;
- Compresión de cabecera basada en total de control robusto (ROCCO)⁵;
- Una plataforma para servicios diferenciados⁶;
- Definición del campo de servicios diferenciados (campo DS) en las cabeceras de IPv4 e IPv6⁷; y
- Una arquitectura para servicios diferenciados⁸.

e identificación de eventos permite localizar las medidas adoptadas.

El gestor de elementos, una implementación de Java de cliente pequeño que reside en el encaminador propiamente dicho o en un servidor separado, puede cargarse en cualquier hojeador (browser) de HTML habilitado para Java. Usando el interfaz de SNMP del encaminador, el gestor de elementos ofrece GUI orientados a tareas para la mayoría de las operaciones de configuración. El encaminador también puede configurarse usando el interfaz de línea de comando (CLI), a través de Telnet o en la consola. El CLI, que proporciona el mismo nivel de seguridad que SNMP, usa comandos de estándar industrial y soporta un extenso criptografiado de mandatos.

Tal como se ha mencionado anteriormente, el encaminador de tiempo real soporta LDAP, que cuando tiene la asistencia de servicios como el protocolo de configuración de computadora nodal dinámica (DHCP), y el protocolo de transferencia de archivos (FTP), permite al encaminador recoger archivos de imagen y configurar servidores designados. Por tanto, todas las tareas relacionadas con el software (actualizaciones, cambios de configuración, etc.) pueden manejarse remotamente y con un mínimo de intervención humana. Esto también rige para los ajustes del software en los motores de expedición.

Se han implementado bases de información gestora estándar para monitorizar las prestaciones. Además, un subjuego de las RMON MIB permite supervisar umbrales locales sin la tara de sondeo (polling) asociada con la monitorización clásica de SNMP. El gestor de elementos

también sustenta la gestión avanzada de fallos usando desvíos SNMP estándar.

Conclusión

Una red enteramente de IP ofrece varias ventajas a los operadores. No obstante para incorporarlas en redes celulares, se tienen que instalar encaminadores (routers) avanzados de tiempo real que satisfagan las necesidades especiales del equipo de transmisión en las redes.

Los encaminadores de tiempo real de Ericsson son excepcionales en dos aspectos: se han diseñado específicamente para cumplir con los requisitos del entorno de telefonía móvil, y pueden obtenerse como parte integrante de otros nodos y como productos separados. Para el cliente, esto significa que pueden emplearse los mismos componentes (interfaces, procesadores y conmutadores) en los encaminadores integrados o separados, lo cual reduce los gastos de mantenimiento e instrucción. De forma similar, los operadores que usan el mismo sistema de O&M en todos los encaminadores —independientemente de su situación (separados o integrados)— pueden simplificar considerablemente la administración de la red y utilizar herramientas modernas para planificarla y configurarla. Las avanzadas funciones disponibles para configurar automáticamente los nuevos encaminadores reducen aún más el tiempo y costo de instalación de las redes de IP en tiempo real.

Estos encaminadores de Ericsson soportan IPv4 e IPv6, lo cual significa que sustentarán la actual expansión de Internet hacia la era sin hilos de "siempre conectado, siempre en línea".

MARCAS REGISTRADAS

Java™ es una marca de propiedad de Sun Microsystems Inc. en los Estados Unidos y otros países.

REFERENCIAS

- 1 Reinius, J.: Cello—Una plataforma de transporte y control ATM. *Ericsson Review* Vol. 76 (1999): 2, pp. 48-55.
- 2 draft-westberg-real-time-cellular-00.txt
- 3 draft-westberg-loadcntr-01.txt
- 4 draft-ietf-mobileip-cellular-requirements-02.txt
- 5 draft-jonsson-robust-hc-01.txt
- 6 draft-ietf-diffserv-framework-02.txt
- 7 RFC 2474
- 8 RFC 2475