

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA



“SISTEMA DE GESTIÓN DE REDES CELULARES”

INFORME DE SUFICIENCIA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO ELECTRÓNICO

PRESENTADO POR:

GIANFRANCO LUIS VARGAS CHANG

PROMOCIÓN

1996-1

LIMA-PERU

2003

Este informe es dedicado a
mi esposa, hijos y a mis padres
y
un agradecimiento especial a todas las personas
que me ayudaron en mi carrera.

SISTEMA DE GESTIÓN DE REDES CELULARES

SUMARIO

Toda red actual de telecomunicaciones debe contar con un sistema de gestión el cual le permita controlar y optimizarla mediante el procesamiento de la información de gestión proveniente de los elementos de red, esto es con el fin de ayudar a las demás administraciones a realizar sus actividades con mayor eficiencia. En este informe se describirá el concepto de una red de gestión de telecomunicaciones (**Telecommunication Management Network - TMN**) aplicada al campo de Redes Celulares. El concepto general de esta documentación se puede aplicar a cualquier tipo de Red, debido a que se están siguiendo los principios básicos mencionados en las normas de la UIT (M.3010) en las cuales se define al TMN como una red que soporta actividades de gestión asociadas a cualquier tipo de redes de telecomunicaciones.

Los sistemas de comunicación están en constante crecimiento, tanto en la parte de Hardware como en la de Software, lo que lleva a incrementar la cantidad de proveedores que desarrollan estos sistemas de gestión, además de tener bajos costos y de obligar a los operadores de servicios a poseer plataformas de gestión cada vez más sofisticadas y con interfaces abiertas para no interponerse con el crecimiento de la empresa.

En los siguientes capítulos se describirá la arquitectura física y funcional de una red TMN, adicionalmente se verán las aplicaciones que se pueden tener con este

tipo de redes de gestión. Se expondrá la arquitectura de una red celular, y para nuestro caso práctico, se tendrá la configuración básica de una red celular y su interconexión con el sistema de gestión. Adicionalmente se mencionarán estándares y los conceptos más utilizados para la comunicación entre los Elementos de Red (NE) con la plataforma TMN y las arquitecturas que se pueden utilizar para implementar este tipo de redes, desde la más básica, que consta de una única máquina, hasta una arquitectura más compleja de varios servidores interconectados entre si conformando así una red nacional, o por que no decirlo, una red internacional de gestión.

ÍNDICE

PRÓLOGO	1
CAPÍTULO I	3
SISTEMAS DE GESTIÓN DE TELECOMUNICACIONES	3
1.1 Red de Gestión de Telecomunicaciones (TMN).	4
1.2 Funcionalidades del TMN en Redes Celulares.	6
1.2.1 Gestión de Fallos	6
1.2.2 Operación remota de los elementos de Red	9
1.2.3 Gestión de Seguridad	10
1.2.4 Gestión de Tráfico y Performance	11
1.2.5 Gestión de configuración	14
1.2.6 Gestión de horas y Backup	15
1.2.7 Gestión de tareas	16
1.2.8 Gestión de Averías	16
1.2.9 Gestión del propio sistema TMN	16
1.3. Arquitectura del TMN	17
1.3.1 Arquitectura Funcional	19
1.3.2 Arquitectura de Información de la red TMN.	30
1.3.3 Arquitectura física de la red TMN.	35

CAPÍTULO II	48
INTRODUCCIÓN A LA ARQUITECTURA DE COMUNICACIÓN DE LOS	
SISTEMAS CELULARES	48
2.1 Elementos de Red de un Sistema Celular.	50
2.1.1 Home Local Register (HLR).	51
2.1.2 Central de Conmutación (MSC/VLR).	52
2.1.3 Controlador de Estaciones Bases (BSC).	53
2.1.4 Estaciones Bases (BTS).	54
2.1.5 Puntos de Transferencia de Señalización (STP).	54
2.1.6 Servicios de Correo de voz (VMS).	55
2.1.7 Servicios de Mensajes Cortos (SMS).	56
2.2 Red de Comunicación de Datos (DCN) de una Red Celular.	56
2.2.1 Modelo de referencia OSI.	57
2.2.2 Protocolo TCP/IP	65
CAPÍTULO III	69
ARQUITECTURA DE REDES DE GESTIÓN TMN EN SISTEMAS	
CELULARES ACTUALMENTE EN OPERACIÓN	69
3.1 Conexiones entre una Plataforma TMN y los elementos de red.	71
3.1.1 Enlace de un Elemento de Red (NE) con el Sistema TMN a través de la propia red celular.	71
3.1.2 Enlace de un elemento de red (NE) con la TMN a través de una red paralela (OSI - TCP/IP) (ASCII-Terminal server)	73
3.1.3 Enlace de un NE con la TMN a través de otro equipo de la propia red BSC-BTS (tipos de supervisión de enlace cascada (spooling) o independiente).	76

3.2	Implementación de una red de comunicación de datos (DCN) para un sistema de gestión celular TMN.	78
3.2.1	Backbone de la red DCN.	81
3.2.2	Equipos de mediación en la Red de Comunicación de Datos.	81
3.2.1	Equipos de seguridad para la red de comunicación DCN – Firewalls.	82
3.3	Estructura y distribución de una red de gestión TMN.	83
3.3.1	Configuración punto a punto.	83
3.3.2	Configuración punto multipunto y distribuida.	85
3.4	Criterios de diseño y Características de una plataforma TMN.	87
	CONCLUSIONES	90
	BIBLIOGRAFÍA	92

PRÓLOGO

El objetivo del presente informe es dar a conocer la importancia que está teniendo en el mercado de las telecomunicaciones, el contar con una plataforma de gestión, la cual nos pueda dar a conocer el grado de servicio que se está prestando a los usuarios finales. De igual manera en nuestro país OSIPTEL, que es la entidad reguladora del estado, requiere información técnica de la calidad del servicio que brindan las empresas de telecomunicaciones, teniéndose que cumplir con ciertos requerimientos de calidad impuestos por el estado, de lo contrario se someterían a ciertos pagos por incumplimiento. Para esto se debe de conocer cuáles son las funciones y usos por los que debe estar conformado una red de gestión de telecomunicaciones TMN.

Al final de este informe se podrá tener la visión del funcionamiento de una red de gestión aplicado al ámbito de una red celular.

Este documento se ha desarrollado siguiendo las normas de la UIT y según la experiencia del autor adquirida en las actuales redes celulares de TIM-PERÚ y de Telefónica Servicios Móviles del Perú.

Este informe no proporciona fórmulas ni estándares fijos para desarrollar una plataforma de gestión sino que proporciona criterios de diseño, los cuales ayudan al lector a definir un adecuado sistema de gestión de redes celulares.

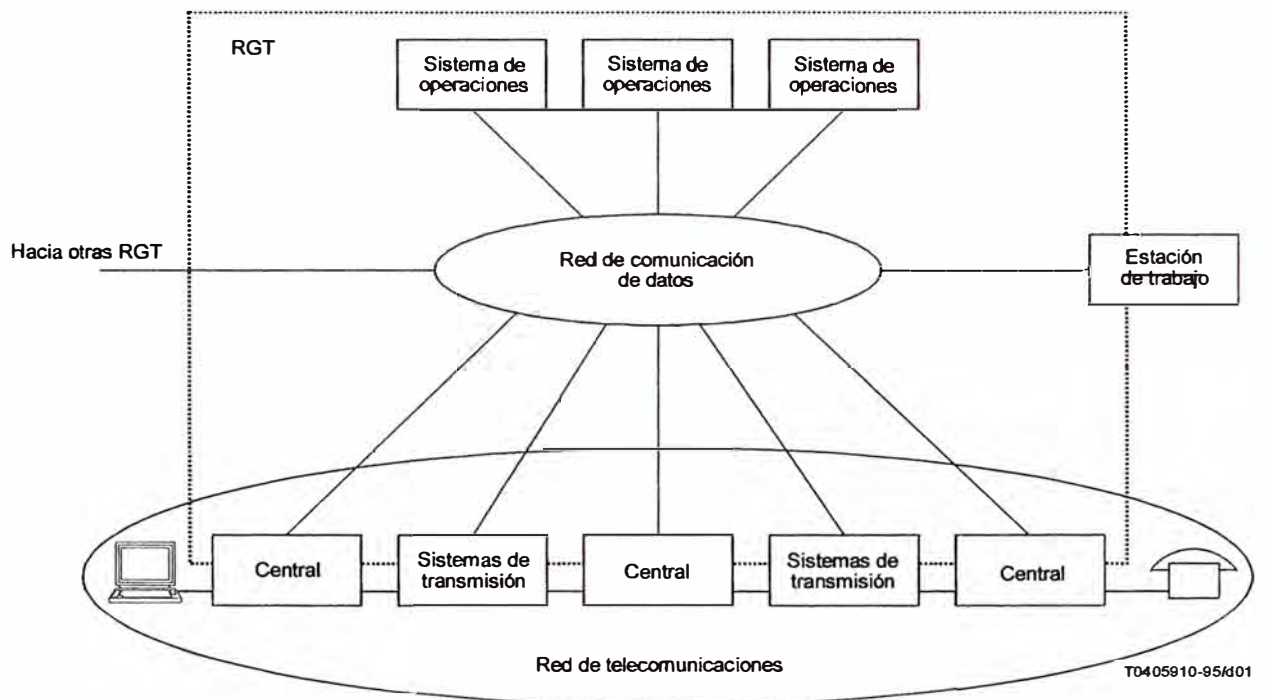
Es necesario aclarar que los alcances a nivel técnico de los sistemas celulares no se encuentran en este informe, por lo que, si se desea, recomendaría consultar documentación concerniente únicamente a este tipo de temas o mejor dicho a redes celulares y sus estándares.

CAPÍTULO I

SISTEMAS DE GESTIÓN DE TELECOMUNICACIONES

En este capítulo se detallarán los conceptos, funcionalidades, arquitectura y estándares en un sistema de gestión de Telecomunicaciones. Este capítulo ayudará a entender mejor los servicios que se pueden obtener de una red TMN además de las ventajas y beneficios que se obtienen con este tipo de sistemas. Finalmente se ayudará a entender la arquitectura y nomenclatura que se utiliza dentro del entorno de Redes de Gestión de Telecomunicaciones (*Telecommunication Management System TMN*).

Comenzare con la descripción en forma gráfica y bastante general de cómo es una red de gestión TMN y su interconexión con los elementos de red; en el siguiente gráfico (Figura 1.1) se representa la relación general existente entre una red TMN y una red de telecomunicaciones gestionada por ésta.



NOTA – Los límites de la RGT podrán abarcar y gestionar servicios y equipos de cliente/usuario.

Figura 1.1: Relación general entre el TMN y una red de telecomunicaciones

Todos los detalles de la gráfica superior, los vamos a describir a lo largo de todo el primer capítulo.

1.1 Red de Gestión de Telecomunicaciones (TMN).

En el entorno del TMN se entiende por gestión a un conjunto de capacidades que permiten el intercambio y procesamiento de información de gestión con el fin de ayudar a las administraciones a realizar sus actividades con eficacia.

“El sistema TMN está concebido como un sistema de operación que permite la centralización y unificación de las actividades de Operación y Mantenimiento de las diferentes redes que conforman una red de telecomunicaciones.”

Una red TMN debe soportar funciones para ayudar a la administración de las diferentes áreas encargadas de planificar, prestar, instalar, mantener, operar y administrar la red de telecomunicación y sus respectivos servicios.

La introducción de un sistema TMN en la red ofrece a las administraciones la posibilidad de lograr una diversidad de objetivos de gestión, en particular:

1. Minimizar entre 40% y 60% los tiempos de reacción de gestión ante eventos en la red.
2. Minimizar entre 20% y 40% la carga causada por el tráfico de gestión cuando se utiliza la red de telecomunicaciones para cursarlo.
3. Posibilitar la dispersión geográfica en el control de la red de telecomunicaciones por áreas específicas.
4. Proporcionar mecanismos de aislamiento para minimizar los riesgos de seguridad.
5. Proporcionar mecanismos de aislamiento para localizar y contener los fallos de red.
6. Mejorar la asistencia de servicio y la interacción con los clientes.

En conclusión, podemos apreciar que teniendo un sistema TMN dentro de la red de telecomunicaciones se puede distribuir de una manera más efectiva la carga de labores de gestión de toda la red, y por que no decirlo, facilitar y ayudar a los usuarios finales en sus tareas administrativas.

1.2 Funcionalidades del TMN en Redes Celulares.

La funcionalidad de un sistema se puede definir como un conjunto de aplicaciones que se ejecutan dentro del sistema TMN y que los usuarios u otros sistemas utilizan para la operación y el mantenimiento de la red a gestionar.

Existen varias funciones o áreas funcionales que un sistema TMN puede proporcionar, esto dependerá de la red que se gestione. Entre las principales áreas funcionales y las que se tratarán en este informe para la gestión de un sistema celular, tenemos:

- Gestión de Fallos
- Operación remota de los elementos de Red
- Gestión de Seguridad
- Gestión de Tráfico y Performance
- Gestión de configuración
- Gestión de horas
- Gestión de tareas
- Gestión de Averías
- Gestión del propio sistema TMN

A continuación se detallarán brevemente cada una de estas funciones e intentaremos de igual manera proporcionar algunos ejemplos prácticos de dichas funcionalidades para un mejor entendimiento.

1.2.1 Gestión de Fallos

Toda red, ya sea de telecomunicaciones o de algún otro tipo, es vulnerable a cualquier tipo de falla ya sea de Hardware, Software o errores de datos. La fiabilidad

en los sistemas de telecomunicaciones es una de las principales características de los sistemas al momento de su adquisición.

El objetivo principal y como primera meta de la función de gestión de fallos es la restauración del servicio cuando este se vea afectado. De la misma manera se tiene como segunda meta la identificación de la raíz del problema. La tercera tarea es la rapidez y eficacia para restaurar el problema y como meta final se tiene el análisis y estadísticas que se obtienen de las alarmas que lleguen al sistema, con esta información podremos obtener el costo que puede generarse al tener equipos fuera de servicio, las partes de la red con mayor cantidad de fallas o cual es la alarma que se presenta con mayor frecuencia para poder así tomar medidas de precaución.

Como ya se ha mencionado, la fiabilidad de los sistemas depende de muchos parámetros, los cuales son analizados al momento de adquirir el equipo o sistema. Una de las características fundamentales de la fiabilidad es la configuración redundante del hardware que se tiene en el sistema, la cual es vital en casos donde se pueda originar la degradación del servicio. La fiabilidad como se puede apreciar está relacionada directamente con la función de fallos a través del MTBF (Mean Time Between Failure) de los equipos, la cual nos indica o nos proporciona una aproximación del tiempo entre fallos del sistema.

Una de las funciones de la gestión de fallos, es realizar acciones de restauración ya sea reactiva o preventiva. La primera de ellas se efectúa una vez ocurrida la falla, en donde se procede de inmediato a la solución del problema y la acción proactiva o preventiva se da cuando se tienen una falla la cual podría generar una pérdida del servicio; por ejemplo redundancia en tarjetas y una de ellas se avería, esta tarjeta se debe remplazar lo más rápido posible por otra, puesto que usualmente

estas tarjetas redundantes suelen dejar al sistema fuera de servicio si es que ambas salen fuera de servicio. Existen alarmas que se generan por exceder umbrales definidos por el administrador, estos umbrales ayudan al sistema a advertir sobre posibles fallas que se podrían dar de no tomarse las acciones correctivas correspondientes.

La detección de la raíz del problema es otra de las funciones que debe realizar la gestión de fallos, puesto que dentro de todo sistema se presentan alarmas duplicadas debido a redundancias u otros motivos, lo cual es necesario evitar; adicionalmente, otra manera de reducir la cantidad de alarmas es correlacionarlas para que no se tengan alarmas innecesarias cuando el problema sólo depende de un equipo o sistema “principal”. La optimización de la función de fallas juega un papel muy importante para los operadores del sistema, puesto que si no se administran de una manera adecuada pueden llegar a tener miles de alarmas activas en un mismo instante con lo cual al operador se le haría imposible determinar la verdadera causa del problema.

La centralización y colección de las alarmas es una de las principales tareas de la gestión de fallos, asimismo el almacenamiento y reportes de las mismas. Todo esto nos lleva a ver el alcance de la gestión de fallas, los cuales son: detección, reportes y localización de las alarmas, así como también se podría mencionar la corrección de problemas.

Existen algunas tareas adicionales que se deben de realizar una vez detectada la falla, estas se pueden incluir dentro de la gestión de fallos, las cuales son: Asignación del problema (trouble ticket), despacho de las partes para la solución del

problema, reparación del problema, verificación de la solución y retorno del dispositivo al estado de disponible y en servicio.

A continuación se van a mencionar algunas definiciones de importancia que se dan en la Recomendación de la UIT M.3400

- Una alarma es un evento adverso e inusual. Generalmente una falla detectada automáticamente por el sistema de gestión que causa la atención de los operadores responsables de generar la acción correctiva correspondiente.
- Encontrar la raíz del problema es una funcionalidad interna que debe ser parte de la infraestructura o software del sistema de gestión.
- Algunas pruebas periódicas (diarias, semanales, mensuales), pueden detectar posibles fallas en los recursos de transporte, tales como una portadora o alguna otra infraestructura.
- El personal de performance de la red, es el encargado de realizar las estadísticas de degradación en los circuitos o equipos relacionados al servicio.
- Un “reporte de falla” es el informe generado ante la percepción de una falla en el servicio. El término es usado también, para describir una tarea asignada a una persona o agente gestor para investigar y limpiar el problema.

1.2.2 Operación remota de los elementos de Red

Una de las ventajas de tener una red TMN es la capacidad de la interconexión con los elementos de la red; lo que nos permite configurarla como una red propia de comunicación. Esta red interna es la encargada de llevar la comunicación entre el sistema TMN y todos los elementos de la red (NE's). Por dicha red circula toda la información de gestión entre los elementos de la red y la red TMN. Al tener

interconectados todos estos elementos ya sea por un mismo protocolo o por distintos protocolos se permite al sistema TMN comunicarse con los NE's e interactuar con ellos ya sea por comandos MML (Man Machine Language) o como procesos internos los cuales permiten realizar tareas específicas de control, configuración así como todo lo relacionado a su gestión.

La conexión remota nos lleva a tener un mejor control centralizado de los accesos a los elementos de red y a su vez poder agruparlos según sus características y en el mejor de los casos, en regiones, en el ámbito celular llamado MR (Maintenance Region).

Otra de las ventajas de tener operación remota y por lo tanto centralizada de los elementos de red, es tener la factibilidad de ejecutar comandos tanto para realizar tareas en horarios definidos, como para enviar comandos a los distintos elementos de la red, que podría ser una actualización (colocación de un parche) en todas las centrales de cierto proveedor como por ejemplo Motorola y no a las centrales Ericsson.

La operación remota es de bastante ayuda para cualquier operador puesto que ahorra gastos innecesarios, tales como tener mucho personal, movilización de muchas personas y lo peor es la pérdida de tiempo que se tendría al tener que ir a cada central sólo para la ejecución de algunos comandos.

1.2.3 Gestión de Seguridad

Una de las partes críticas en una red TMN, es la gestión de seguridad. Esta debe de comprender tanto a los usuarios que acceden a los Elementos de Red como también a la información general que se pueda almacenar en el sistema TMN. Es de

preferencia que la administración se lleve a cabo desde un punto central, el cual debe ser la misma plataforma de TMN.

La seguridad debe ser llevada con bastante cuidado, teniendo reglas y políticas bien definidas (validez de contraseñas, número mínimo de caracteres, tiempo máximo permitido, etc); puesto que cualquier acceso indebido podría traer consecuencias graves para el operador; tales como el ingreso de comandos no permitidos a gente inexperta, o cosas peores como acceso a la información estadística de la red, que es de conocimiento restringido.

Así como existen políticas, generalmente en las plataformas TMN, se suelen definir perfiles de usuarios, estos son agrupaciones de usuarios que poseen privilegios similares. Esto ayuda al administrador a integrar de una manera ordenada y segura a los distintos usuarios que se deseen añadir a la red.

Existen dispositivos externos a la red TMN que pueden ayudar a la seguridad de los sistemas, estos equipos existen cuando se tienen accesos desde la Internet o accesos punto a punto como una línea de MODEM. Estos dispositivos, que podrían ser firewalls o algún sistema propietario, se están utilizando en la actualidad en la mayoría de las redes, y por lo general la gestión de éstos también son integrados a los sistemas TMN a través de protocolos como el SNMP.

1.2.4 Gestión de Tráfico y Performance

Generalmente dentro de una red de telecomunicaciones se tiene la parte de gestión de performance, la cual es una clave esencial para asegurar una eficiente operatividad de la red y asegurar un aceptable grado de servicio. La gestión de performance es una entrada clave para los procesos de planeamiento, el seguimiento

del crecimiento de la red, la demanda de los usuarios y los recursos con los que consta la empresa. Al igual que la gestión de fallos, la parte de performance asegura que la operatividad de los recursos se encuentre libre de fallos y libre de errores.

El alcance de la gestión de performance abarca la gestión de operación de tráfico, la función de gestión de la red y del tráfico y la función de monitorear y mantenimiento de la performance. Se están realizando muchos esfuerzos para juntar los estándares para la parte de monitoreo de red y performance, los cuales proveen una base de trabajo conceptual para la gestión OSI incluyendo la gestión de performance. La gestión de performance incluye las funciones de recolección de información estadística, mantenimiento y análisis de los ficheros de sucesos del sistema, determinar la performance del sistema bajo condiciones naturales y artificiales, y finalmente alterar los modos de operación del sistema para propósitos de conducción de las actividades de la gestión de performance.

El objetivo de la gestión de performance es la de mantener la calidad del servicio (QOS) de una manera coste beneficio efectivo. La calidad del servicio se mantiene usando procesos de evaluación que comienzan por las características de la red seguidos por la definición de objetivos de performance y medidas de tráfico. Un aspecto importante para la QOS es llegar a que el tiempo del servicio concedido llegue a ser una medida del propio QOS.

Anteriormente hemos comentado sobre la determinación de los objetivos de la gestión de performance, los cuales deben asegurar un nivel satisfactorio de servicio a los usuarios finales, así como obtener un coste beneficio para el proveedor del servicio. Mas aún, la necesidad de los usuarios finales de tener una percepción con respecto al cambio de la calidad del servicio y con respecto al tiempo que se les

esta brindando. También hay que tener en cuenta que para lograr estos cambios es necesario que el proveedor realice inversiones adicionales en la estructura de su red y en la tecnología. Todos estos factores determinan los objetivos para la performance de los elementos de red. Los principales pasos en estos procesos son:

- Dividir la red en varios componentes de tamaños manejables y describir y cuantificar la operación de performance de cada componente usando algunos modelos matemáticos basados en las medidas de tráfico hechas durante los procesos de caracterización.
- Determinar la opinión de los usuarios finales y aceptar los niveles determinados por sujetos entrevistados.
- Determinar una distribución de la calidad de servicio de los usuarios.
- Formular los objetivos de performance.
- Las iteraciones en estos objetivos son generalmente estímulos para la apertura de nuevas tecnologías, las cuales son la base para nuevos servicios, o reducción de costos o ganancias adicionales para la empresa.

Se ha mencionado los modelos de performance; el modelo de performance es una base que nos facilita el análisis para propuestas de nuevos servicios o nuevas tecnologías pues estas ya se han estudiado en anteriores mercados y son menos costosas que ensayos de campo que deseen realizar. Generalmente, los modelos matemáticos permiten un mejor entendimiento y una mayor precisión en la definición de procesos. Los modelos deben de ser lo suficientemente detallados como para contar con todos los factores que afecten y contribuyan significativamente con la performance de la red de telecomunicaciones.

1.2.5 Gestión de configuración

Dentro de las funcionalidades se encuentra la gestión de configuración, la cual esta conformada por una base de datos con toda la información de los objetos y servicios que conforman la red y la relación tanto hardware como funcional entre ellos. Esta funcionalidad es muy utilizada al momento de la integración de la red pues nos permite una mayor flexibilidad y comodidad para realizarla. Por ejemplo cuando se intenta colocar una nueva estación base, esta contiene muchos parámetros los cuales pueden ser obtenidos de una estación similar, por lo que bastaría con copiar los parámetros de una estación ya creada y cambiar lo mínimo necesario para la nueva estación.

La gestión de configuración esta directamente relacionada con el área de planeamiento de red, pues envuelve muchos de los procesos de ésta área; tales como el abastecimiento de recursos a nivel de configuración de hardware como también de servicios, todo esto para mantener una calidad del servicio de acuerdo a las metas establecidas por la empresa.

Otra de las características dentro de la gestión de configuración es la capacidad de proyección de la red que se posee; en la actualidad existen procesos dentro de las redes TMN para poder estimar y predecir problemas antes de realizar una modificación de la red, evitando así posibles problemas riesgos, si es que se realizaran pruebas experimentales. Estas pruebas se realizan con software especiales por los cuales el personal de planeamiento de red envía todos los datos de la red actual para que sirvan de entrada a este software y sobre esta configuración realizar los cambios necesarios para ver los posibles problemas que se presentarían.

1.2.6 Gestión de horas y Backup

Estas funcionalidades aunque no afectan al servicio, son de vital importancia para la administración y seguridad de la red. La gestión de horas nos permite tener la red sincronizada y esto es de suma importancia tanto para el buen funcionamiento de la red de telecomunicaciones, para llevar un control correcto y sincronizado de los procesos como para la facturación a los usuarios finales. Hay que diferenciar la sincronización de la central, que se realiza con un reloj de precisión maestro obtenido por lo general de un ente externo y la sincronización de las horas, que generalmente se realiza con un sistema de GPS el cual informa al sistema TMN de la hora mundial y éste a su vez envía la hora a los demás sistemas a través de protocolos estándares como el NTP (Network Time Protocol) o por medio de protocolos o procesos propietarios.

En lo referente al backup, es necesario que se realice tanto en los elementos de la red como en el propio sistema TMN; el alcance de la gestión de backups es de automatizar estos procesos y realizarlos de forma segura y a horas en donde no carguen demasiado a los sistemas.

Ambos backups son necesarios ante cualquier catástrofe que suceda en la red para poder recuperar toda la información, todas las compañías de seguridad recomiendan, aunque suene exagerado, tener dispositivos de backup tanto en el local donde se encuentran los elementos, como en algún otro lugar seguro en caso de una catástrofe en todo el local.

1.2.7 Gestión de tareas

La gestión de tareas nos permite automatizar mejor los procesos cotidianos que se tienen que ejecutar dentro de la red. Como se mencionó en el punto anterior una de estas tareas es realizar el backup de los sistemas; de la misma forma existen tareas que se realizan a determinadas horas por motivos de mantenimiento de los sistemas y tareas que se ejecutan ante alguna eventualidad o falla en la red.

1.2.8 Gestión de Averías

Se conoce dentro del entorno de las telecomunicaciones como trouble ticket, esta funcionalidad nos permite llevar un mejor control de los problemas que suceden en la red y con un mejor flujo de información del problema. Esta funcionalidad es muy útil en empresas donde las áreas son dispersas, puesto que les permite tener un flujo ordenado y centralizado de los diferentes problemas que ocurren dentro de la red.

1.2.9 Gestión del propio sistema TMN

Es común que todo sistema TMN también tenga funciones para controlarse a sí mismo, de tal manera que se puedan tener las herramientas necesarias para advertir al operador cuando se presenten problemas dentro del sistema. No hay que olvidar que cuanto mas complejo se haga nuestro sistema TMN mas usuarios dependerán de él por lo que es necesario tener el sistema funcionando y con los mismos objetivos de los elementos de red en producción, hablese de backups, redundancia, mantenimiento de la base de datos, etc.

1.3. Arquitectura del TMN

La arquitectura de la red de gestión va a depender mucho de la manera en que se desee tener una respuesta ante cualquier eventualidad que se presente sobre la red. La arquitectura es el concepto que dirige la gestión de distintos sistemas a fin de obtener un efecto coordinado con respecto a la red. Hay algunas consideraciones que se deben de tomar en cuenta para obtener una configuración adecuada, y poder cumplir con los objetivos de una red TMN, entre estas consideraciones tenemos:

- hacer posibles diversas estrategias de implementación y diversos grados de distribución de la funcionalidad de gestión;
- posibilitar la gestión de redes, equipos y servicios heterogéneos en un entorno de telecomunicaciones;
- prever una estructura dividida, en la que las funciones de gestión puedan operar autónomamente dentro de cada división, esto quiere decir tener una arquitectura modular;
- prever posibles cambios tecnológicos y funcionales;
- incluir capacidades de migración que potencien las primeras fases de implementación y que permitan posteriores mejoras;
- proporcionar un grado apropiado de fiabilidad en el soporte de funciones de gestión, sobre todo en las unidades funcionales más críticas de la red TMN;
- proporcionar una funcionalidad de seguridad apropiada en el soporte de funciones de gestión;
- dar acceso a funciones de gestión a los clientes, proveedores de servicios de valor añadido y otras administraciones;

- posibilitar la existencia de diferentes o idénticos servicios de gestión en diferentes ubicaciones, aún cuando un servicio acceda al mismo elemento de red;
- atender a los requisitos impuestos por un número grande o pequeño de objetos gestionados;
- posibilitar el funcionamiento entre redes gestionadas por separado, de modo que sea posible prestar servicios interredes entre administraciones, esto se puede apreciar por ejemplo cuando se tiene una arquitectura a nivel nacional con un centro de gestión nacional y varios centros de gestión regionales;
- hacer posible la gestión de redes híbridas constituidas por equipos de red mixtos;
- obtener un compromiso fiabilidad/costes flexible en todos los componentes de gestión de red;
- admitir la transparencia de ubicación y la resolución de asociación;
- proporcionar mecanismos destinados a mantener la información necesaria para la comunicación entre sistemas.

Para el diseño de una red de gestión se deben de tener en cuenta tres aspectos básicos que pueden ser evaluados separadamente:

- Arquitectura funcional
- Arquitectura de la información a recolectar
- Arquitectura física.

La arquitectura funcional describe la distribución apropiada de las funcionalidades dentro de la red TMN, a fin de facilitar la creación de bloques de

función a partir de los que se pueda realizar una red TMN de cualquier grado de complejidad. La definición de bloques de función y puntos de referencia entre bloques de función da origen a los requisitos aplicables a las especificaciones de interfaz recomendadas para la red TMN.

La arquitectura de información a recolectar, basada en un planteamiento orientado al objeto, proporciona el fundamento para la aplicación de los principios de gestión de sistemas de interconexión OSI (Open System Interconnection) a los principios de la red TMN. Se establece una correspondencia entre los principios de gestión de sistemas OSI y del directorio X.500, por un lado, y los principios red TMN por el otro, posteriormente se expanden los primeros para adecuarlos al entorno TMN cuando sea necesario.

La arquitectura física describe interfaces realizables y ejemplos de componentes físicos que integran la red TMN.

1.3.1 Arquitectura Funcional

La arquitectura funcional de la red TMN está basada en cierto número de bloques de función TMN, los cuales se comunican a través de una función de comunicación de datos DCF. Los puntos de referencia separan a pares de bloques funcionales TMN que intercambian información. Lo normal es que diferentes bloques funcionales tengan diferentes grados de restricción en el alcance de la implementación del mismo punto de referencia.

En la figura 1.2 se muestra que sólo las funciones directamente involucradas en la gestión forman parte de la red TMN. Se puede observar que algunos bloques de función están parcialmente dentro de la red TMN, puesto que existen procesos que

dependen de elementos externos; en este documento sólo nos preocuparemos de analizar las funcionalidades que se encuentran en el interior de la red TMN.

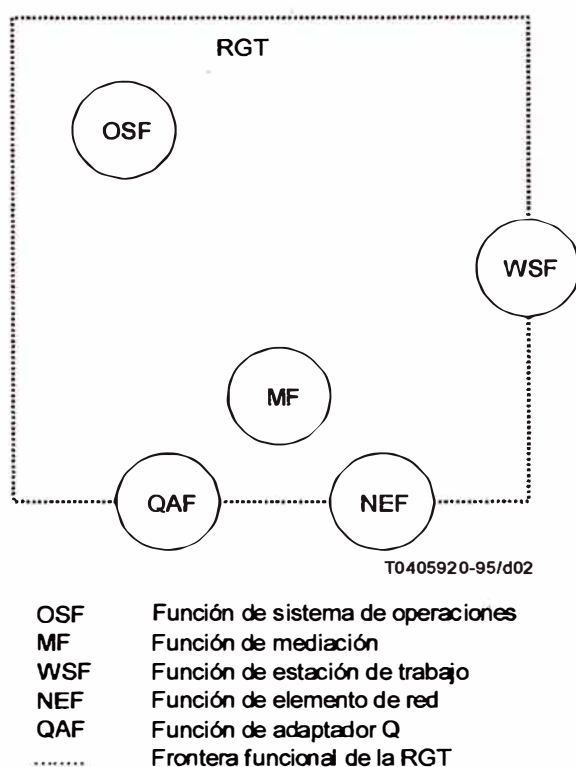


Figura 1.2: Bloques de función de la RGT (TMN)

1.3.1.1 Bloques Funcionales.

Pasaremos a describir los bloques funcionales que se aprecian en la figura 1.2; cada bloque funcional esta constituido por componentes funcionales.

Bloque funcional de sistema de operaciones (OSF, Operations systems function), bloque que procesa información relacionada con la gestión, con el objeto de supervisar, coordinar y/o controlar funciones de telecomunicaciones, incluidas las

funciones de la propia red TMN, podríamos decir que esta función es el cerebro de nuestro sistema TMN.

Bloque de función de elemento de red (NEF, *network element function*), bloque funcional que comunica la red TMN con el objeto a ser supervisado y/o controlado. Este bloque proporciona las funciones necesarias de telecomunicaciones y de soporte, requeridas por la red de telecomunicaciones que está siendo gestionada.

Tal y como se aprecia en la figura 1.2, este bloque de función incluye las funciones de la red TMN que es objeto de gestión, pero parte de este bloque no está incluido en la red TMN.

Bloque de función estación de trabajo (WSF, *workstation function*), bloque que proporciona el medio de interpretar información de la red TMN para el usuario humano, y viceversa. El WSF tiene como responsabilidad el transporte entre un punto de referencia red TMN y un punto de referencia ajeno a la red TMN; por lo tanto, una parte de este bloque de función se indica fuera de la frontera de la red TMN.

Bloque de función de mediación (MF, *mediation function*), es el bloque que actúa sobre la información que pasa entre un bloque de función de sistemas de operaciones y un bloque de función de elemento de red (o un bloque de función de adaptador Q) a fin de asegurar que la información es conforme a las expectativas de ambos bloques de función. Este efecto podría ser necesario, ya que el ámbito de la información soportada por diversos bloques de función comunicantes en un mismo punto de referencia podría diferir. Los bloques de función de mediación podrán almacenar, adaptar, filtrar, establecer umbrales y condensar información.

Bloque de función de adaptador Q (QAF, *adaptor function*), bloque que se utiliza para conectar como parte integrante de la red TMN a las entidades ajenas a las redes TMN y que son semejantes tanto al bloque de función de elemento de red (NEF) como al bloque de función de sistemas de operaciones (OSF). El bloque de función de adaptador Q tiene como responsabilidad el transporte de los datos entre un punto de referencia red TMN y un punto de referencia no red TMN (por ejemplo, de propiedad); por lo tanto, una parte de este bloque de función se indica fuera de la red TMN. Hay que diferenciar este bloque de función del bloque WSF que, como se mencionaba, sólo es para interpretar los datos de gestión para el usuario final.

Todos estos bloques funcionales están constituidos por lo que se denomina componentes funcionales, los cuales no están actualmente normalizados por lo que cada fabricante u operador es libre de realizar sus propios componentes funcionales de acuerdo a sus necesidades y criterios. Como ya se ha explicado, este es un sistema de referencia que sirve como base para generar un sistema de gestión de telecomunicaciones.

1.3.1.2 Componentes funcionales

Se han identificado varios componentes funcionales como bloques constitutivos elementales de los bloques de función del TMN. Los componentes funcionales están identificados, pero no son actualmente objeto de normalización en el ámbito de la red TMN.

A continuación se describe brevemente los principales componentes funcionales dentro de una plataforma TMN:

Función de aplicación de gestión (MAF, *management application function*): Una MAF representa una parte de la funcionalidad de uno o varios servicios de gestión de

la red TMN. Las MAF pueden caracterizarse por el tipo de bloque de función en el que están contenidas, por ejemplo, MF-MAF, OSF-MAF, NEF-MAF y QAF-MAF.

Función de conversión de información (ICF, *information conversion function*):

Función utilizada en sistemas intermedios para proporcionar mecanismos de traducción entre los modelos de información de ambas interfaces. Estos modelos de información pueden ser orientados al objeto, o no serlo. La ICF puede afectar y/o transformar los mensajes. La traducción puede hacerse a nivel sintáctico y/o semántico.

La ICF es el componente que caracteriza a los bloques de función MF y QAF, por lo cual es obligatoria para ellos.

Función de soporte de estación de trabajo (WSSF, *workstation support function*):

Función que proporciona soporte al bloque de función de estación de trabajo (WSF), incluido el acceso y la manipulación de datos, la invocación y confirmación de acciones, la transmisión de notificaciones y de ocultar la existencia de la NEF y otras OSF (o MF) al usuario de la WSF que se comunica con una OSF (o MF) determinada. La función WSSF puede proporcionar también soporte administrativo para el bloque funcional WSF y acceso para administrar el bloque funcional OSF.

Función de soporte de interfaz de usuario (UISF, *user interface support function*):

La UISF traduce la información contenida en el modelo de información de la red TMN a un formato entendible, de fácil visión para la interfaz persona-máquina, y traduce lo introducido por el usuario al modelo de información de la red TMN. La UISF tiene la responsabilidad de integrar información de una o varias sesiones con uno o varios bloques de función OSF o MF, de manera que la información se presente

de manera correcta y coherente en la interfaz de usuario. La UISF puede proporcionar funciones similares a la MAF y la ICF.

Función de comunicación de mensajes (MCF, *message communication function*):

Función asociada a todos los bloques funcionales que tienen una interfaz física. Es utilizada para, y está limitada a, el intercambio de información de gestión contenida en mensajes con sus pares. La función de comunicación de mensajes está constituida por una pila de protocolo que permite la conexión de bloques de función a funciones de comunicación de datos. La función de comunicación de mensajes podría proporcionar funciones de convergencia de protocolo para interfaces en las que no están soportadas la totalidad de las siete capas de interconexión de sistemas abiertos (por ejemplo, en el caso de una pila corta). Dependiendo de cuál sea la pila de protocolo soportada en el punto de referencia, existirán diferentes tipos de función de comunicación de mensajes. Estos tipos estarán diferenciados mediante subsímbolos (por ejemplo, función de comunicación de mensajes q_3 para un punto de referencia q_3).

Cuando un bloque de función es conectado en dos tipos de interfaz, la utilización de dos tipos de función de comunicación de mensajes proporcionará, en caso necesario, conversión de protocolo.

Función de sistema de directorio (DSF, *directory system function*): El componente funcional de la función de sistema de directorio representa un sistema de directorio distribuido, disponible ya sea local o mundialmente. Cada DSF almacena la información del directorio como un conjunto de objetos de directorio (DO, *directory objects*) ordenados jerárquicamente. Como opción de la implementación, puede ser

construida por uno o varios agentes de sistemas de directorio (DSA, *directory system agent*).

Función de acceso al directorio (DAF, *directory access function*): El componente funcional función de acceso al directorio está asociado con todos los bloques de función que necesitan tener acceso al directorio (principalmente necesarios para las OSF, pero posiblemente también útiles para las WSF, MD, QAF, NEF). Se utiliza para acceder a, y/o mantener (leer, enumerar, buscar, añadir, modificar, suprimir), información relativa a la red TMN representada en la base de información del directorio (DIB, *directory information base*).

Función de seguridad (SF, *security function*): El componente funcional de seguridad proporciona un servicio de seguridad que es necesario para que los bloques de función satisfagan la política de seguridad y/o las necesidades del usuario.

Todo el servicio de seguridad incluido en los bloques de función puede clasificarse en cinco servicios básicos: autenticación, control de acceso, confidencialidad de datos, integridad de datos y no rechazo. Dado que el servicio de seguridad detallado de cada bloque de función puede diferir de los demás, la función de seguridad se distingue y se denomina mediante el bloque de función pertinente, por ejemplo, WSF-SF, OSF-SF, MF-SF, NEF-SF, QAF-SF.

1.3.1.3 Puntos de referencia de la red TMN.

A fin de delinear los bloques funcionales de gestión, se introduce el concepto de punto de referencia. Los puntos de referencia definen fronteras de servicio entre dos bloques funcionales. Para un par de bloques funcionales dados, la información que pasa entre ellos puede caracterizarse por la lista de interacciones que son

apropiadas para el par de bloques de función. Para mayor referencia revisar las recomendaciones M.3400 de la UIT.

Se definen tres clases de puntos de referencia de la red TMN;

Clase q; clase entre las funciones de sistemas de operaciones (OSF), de adaptador Q (QAF), de mediación (MF) y de elemento de red (NEF).

Clase f; clase entre las funciones de sistema de operaciones (OSF) o de mediación (MF) y una función de estación de trabajo (WSF).

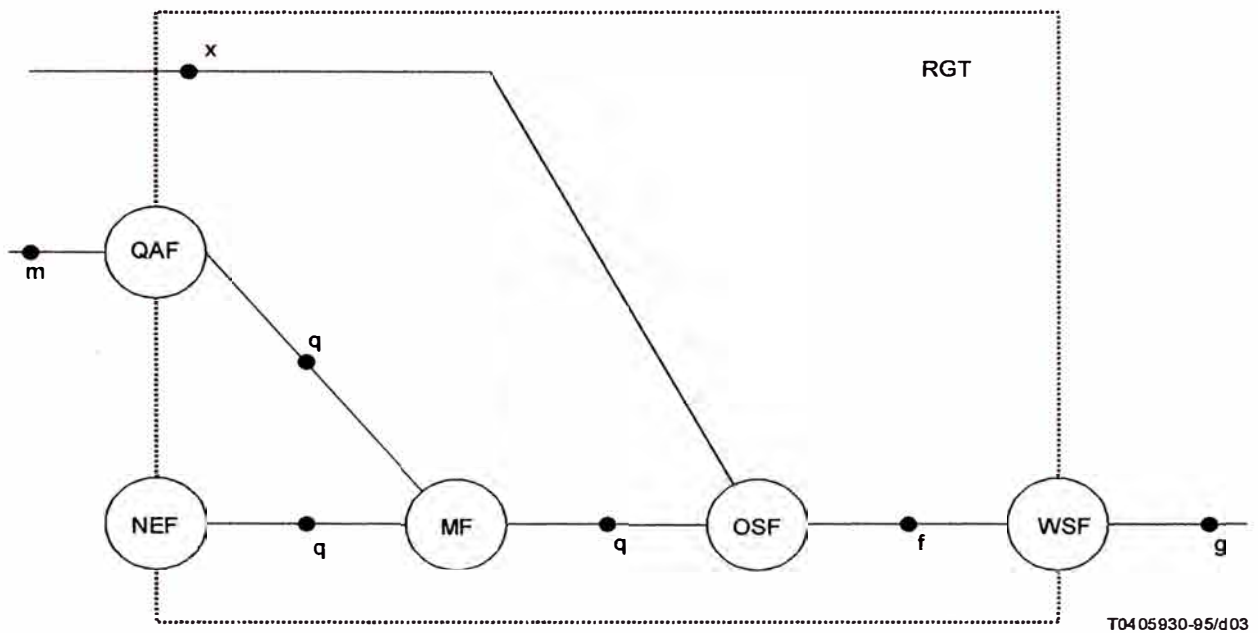
Clase x; clase entre funciones de sistemas de operaciones (OSF) de dos redes TMN o entre la función de sistemas de operaciones (OSF) de una red TMN y la funcionalidad semejante a la función de sistema de operaciones equivalente de otra red.

Adicionalmente a estos puntos de referencia de la red TMN existen otros dos puntos de referencia adicionales, los cuales podríamos decir que se encuentran fuera del alcance de una red TMN o mejor dicho puntos de referencia no red TMN,

Clase g; clase entre la función de estación de trabajo y los usuarios

Clase m; clase m entre una función de adaptador Q y entidades gestionadas no red TMN.

Cada punto de referencia requiere características de interfaz diferentes para el intercambio de información, aunque un punto de referencia no determina por sí mismo la sucesión de protocolos. La especificación del protocolo constituye una tarea posterior en la metodología de especificación de interfaces de la red TMN.



NOTA – Esta figura es ilustrativa, y no agota todos los conceptos

Figura 1.3: Clases de puntos de referencia de la RGT (TMN)

En el cuadro 1.1 se definen las relaciones entre bloques de función lógicos expresados como puntos de referencia. Este cuadro 1.1 tiene por objeto dar una definición concisa de todos los emparejamientos posibles dentro del contexto de una red TMN.

Cuadro 1.1: Relaciones entre bloques de función lógicos expresados como puntos de referencia

	NEF	OSF	MF	QAF _{q3}	QAF _{qx}	WSF	Non-red TMN
NEF		q3	qx				
OSF	q3	q3, x ^{a)}	q3	q3		f	
MF	qx	q3	qx		qx	f	
QAF _{q3}		q3					M
QAF _{qx}			qx				M
WSF		f	f				g ^{b)}
non-red TMN				m	m	g ^{b)}	

a) El punto de referencia x sólo es aplicable cuando cada bloque de función de sistema de operaciones está en una red TMN diferente.

b) El punto de referencia g está situado entre el bloque de función de estación de trabajo y el usuario humano.
 NOTA – Toda función puede comunicarse en un punto de referencia no red TMN. Estos puntos de referencia no red TMN podrán estar normalizados por otros grupos/organizaciones para fines particulares.

1.3.1.4 Función de comunicación de datos de la red TMN

La función de comunicación de datos (DCF, *data communication function*) será utilizada por los bloques de función de la red TMN para el intercambio de información. El objetivo principal de la función de comunicación de datos DCF, es proporcionar mecanismos de transporte de información. La DCF podrá proporcionar funciones de encaminamiento, retransmisión e interfuncionamiento de los datos. La DCF proporcionará el medio de transporte de la información de gestión el medio de transportar información relacionada con la gestión de telecomunicaciones entre bloques de función y de gestión. La DCF proporcionará las capacidades de las capas del 1 al 3 del modelo de referencia de interconexión de sistemas abiertos OSI o su equivalente.

La DCF puede estar soportada por la capacidad portadora de diferentes tipos de subredes. Algunos de estos pueden ser redes de conmutación de paquetes (Recomendación X.25). Las redes de área metropolitana, extensa o local, SS N.º 7 o el canal de comunicaciones integrado (ECC, *embedded communications channel*) de la jerarquía digital síncrona (SDH, *synchronous digital hierarchy*). Cuando son interconectadas diferentes subredes, las funciones de interfuncionamiento formarán parte de la DCF cuando se requiera.

Como veremos mas adelante en la red celular se utiliza mucho los enlaces PCM para la transmisión de la información de las celdas, tanto información de gestión como información de mantenimiento utilizando los “Time Slots” que no se utilizan para la transmisión de voz.

1.3.1.5 Acceso al directorio.

Los bloques de función de la red TMN pueden utilizar opcionalmente los componentes funcionales del directorio para implementar la función de directorio requerida. Esto se modela en la arquitectura funcional de la red TMN como componentes funcionales de la red TMN, que pueden estar contenidos en los bloques de función específicos que requieren funcionalidad de directorio.

En cada bloque de función de la red TMN puede integrarse una función de acceso al directorio (DAF) para que pueda accederse a la información relativa a la red TMN en el directorio y mantenerse dicha información. En determinados bloques de función o en bloques de función similares a los de la red TMN por fuera de ella, puede haber funciones de sistema de directorio (DSF) con el fin de representar información de directorio relativa a la red TMN.

Para el soporte de directorio local (acceso a través de los puntos de referencia q o f) pueden establecerse, entre bloques de función de la red TMN dentro de una red TMN, asociaciones entre las DAF y los componentes funcionales DSF; pueden establecerse también entre bloques funcionales en red TMN remotas (acceso a través del punto de referencia x) o pueden existir en directorios no red TMN (acceso a través del punto de referencia x a un bloque de función similar a la OSF fuera de entornos específicos de la red TMN).

El intercambio de información entre bloques de función que contienen DSFs se lleva a cabo a través del punto de referencia q en el caso de asociaciones DSF-DSF internas a la red TMN y a través del punto de referencia x en el caso de asociaciones con DSFs en redes TMNs o bloques de función similares a la OSF.

1.3.2 Arquitectura de Información de la red TMN.

En este apartado se describirá un planteamiento orientado al objeto para los intercambios de información entre los diferentes bloques funcionales orientado a la transacción. Podrían ser necesarios otros planteamientos adicionales de intercambio de información, los cuales salen fuera del objetivo de este informe y que quedan en estudio.

El intercambio de información aquí descrito debería realizarse por lo general utilizando las Recomendaciones X.710 y X.711 relativas a los servicios comunes de información de gestión (CMIS) y al protocolo común de información de gestión (CMIP). Pero también deberían poderse utilizar otros protocolos tales como FTAM, para la transferencia de información entre un Elemento de la Red y la plataforma de gestión si es que fuera más conveniente para una operación de gestión específica.

Se introducirán aquí los conceptos de gestor y de agente, análogamente a como se ha hecho para la gestión de sistemas OSI. Se introducirán también, en relación con los dominios de gestión y con el conocimiento de gestión compartido, los conceptos necesarios para la organización e interfuncionamiento de sistemas gestionados complejos (por ejemplo, redes).

La información de gestión es considerada desde dos puntos de vista:

a) *Modelo de información de gestión.*- El modelo de información de gestión representa una abstracción de los aspectos de gestión de los recursos de red y de las actividades de gestión de soportes relacionadas. Este modelo determina el alcance de la información que es posible intercambiar de manera normalizada. Esta actividad de soporte del modelo de información tiene lugar a nivel de aplicación, e involucra una variedad de funciones de aplicación de gestión, por ejemplo almacenamiento,

recuperación (o consulta) y procesamiento de información. Las funciones involucradas a este nivel reciben el nombre de bloques de función de la red TMN.

b) *Intercambio de información de gestión.*- El intercambio de información de gestión implica a la función de comunicación de datos (DCF), por ejemplo en el caso de una red de comunicación, y a la función de comunicación de mensajes (MCF), que permiten conectar distintos componentes físicos a la red de telecomunicaciones en una interfaz dada. Este nivel de actividad involucra solamente mecanismos de comunicación tales como las pilas de protocolo.

Planteamiento orientado al objeto

A fin de poder dar una definición efectiva de recursos gestionados, la metodología de la red TMN hace uso de los principios de gestión de sistemas OSI, y está basada en un paradigma orientado al objeto. Se expone a continuación una breve descripción del concepto de objeto.

Los sistemas de gestión intercambian información modelada en términos de objetos gestionados. Los objetos gestionados son visiones conceptuales de los recursos sometidos a gestión o de los recursos que podrían existir para soportar ciertas funciones de gestión (por ejemplo, reenvío de eventos o inclusión en fichero registro de eventos).

Así, un objeto gestionado constituye la abstracción de un recurso que representa sus propiedades desde el punto de vista (y para los fines de) la gestión.

Un objeto gestionado puede representar también una relación entre recursos, o una combinación de recursos (por ejemplo, una red).

Hay que señalar que los principios orientados al objeto se aplican al modelado de información, es decir, a las interfaces en las que interactúan sistemas de gestión comunicantes, y que no está dentro de la implementación interna del sistema de gestión de telecomunicaciones TMN.

Un objeto gestionado está definido mediante:

- los atributos visibles en su frontera (contorno);
- las operaciones de gestión que se le pueden aplicar;
- el comportamiento exhibido por él en respuesta a operaciones de gestión, o como reacción a otros tipos de estímulo. Estos últimos pueden ser de tipo interno (por ejemplo, paso por un umbral) o externo (por ejemplo, interacción con otros objetos);
- las notificaciones emitidas por él.

Concepto de Gestor / Agente.

La gestión de un entorno de telecomunicaciones es en sí, una aplicación de procesamiento de información. Dado que el entorno de una red de telecomunicaciones, la cual está sujeta a cualquier tipo de gestión, está distribuida; la gestión de la red deberá ser también una aplicación distribuida. Ello implica el intercambio de información de gestión entre procesos de gestión a fin de supervisar y controlar los diversos recursos de interfuncionamiento de red físicos y lógicos (recursos de conmutación y transmisión).

Para una asociación de gestión específica, los procesos de gestión adoptarán uno de los dos cometidos posibles.

Cometido del gestor: parte de la aplicación distribuida que emite directivas de operación de gestión y recibe notificaciones.

Cometido de agente: parte de los procesos de aplicación que gestiona los objetos gestionados asociados. El cometido de agente será el de responder a las directrices expedidas por un gestor. Asimismo, reflejará hacia el gestor una visión de estos objetos y emitirá notificaciones que reflejen el comportamiento de dichos objetos.

Relación entre gestor, agente y objetos.

Los cometidos gestor/agente son asignados a procesos de gestión dentro de un contexto de comunicaciones dado (por ejemplo, como parte de una asociación).

En la figura 1.4 se representa la interacción entre gestor, agente y objetos.

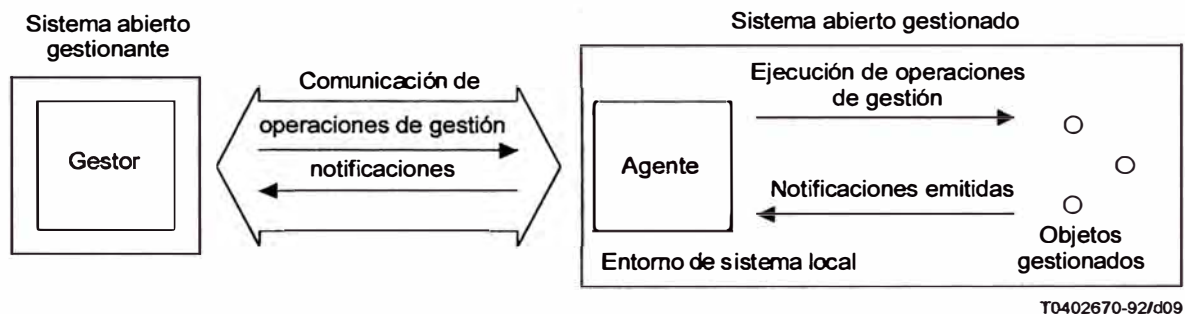


Figura 1.4: Interacción entre gestor, agente y objetos

Hay que señalar que normalmente existirá entre gestores y agentes una relación «muchos a muchos» en el sentido de que:

Un gestor puede estar involucrado en un intercambio de información con varios agentes. En tal caso, contendrá varios roles gestor interactuantes con

sus cometidos de agente asociados. En este escenario puede plantearse el asunto de la sincronización de directrices.

Puede ocurrir que un agente esté involucrado en un intercambio de información con varios gestores. En tal caso, contendrá varios cometidos de agente interactuantes con sus cometidos de gestor asociados. En este escenario puede plantearse el asunto de las directrices concurrentes. Las peticiones concurrentes recibidas por un agente constituyen un tema que queda en estudio.

Un agente podrá denegar directrices de un gestor por diversas razones (por ejemplo, seguridad, o coherencia del modelo de información). Por consiguiente, un gestor tendrá que estar preparado para manejar respuestas negativas procedentes de un agente.

La información, que puede ser transferida o afectada al utilizar protocolos de gestión OSI, es un conjunto de objetos gestionados, identificado como una base de información de gestión (MIB, *management information base*).

Todos los intercambios de gestión entre gestor y agente están expresados en términos de un conjunto coherente de operaciones de gestión (invocadas a través de un cometido de gestor) y de notificaciones (filtradas y emitidas por el cometido de agente). Todas estas operaciones son realizadas utilizando los servicios comunes de información de gestión (CMIS, *common management information service*) y el protocolo común de información de gestión (CMIP, *common management information protocol*), los cuales son encontrados en las recomendaciones X.710 y X.711; los cuales salen fuera del alcance de este informe.

1.3.3 Arquitectura física de la red TMN.

En la figura 1.5 se ha representado un ejemplo de la arquitectura física simplificada para una red TMN. Este ejemplo puede ser de gran ayuda para comprender el concepto de bloque constitutivo de la red TMN descrito más adelante.

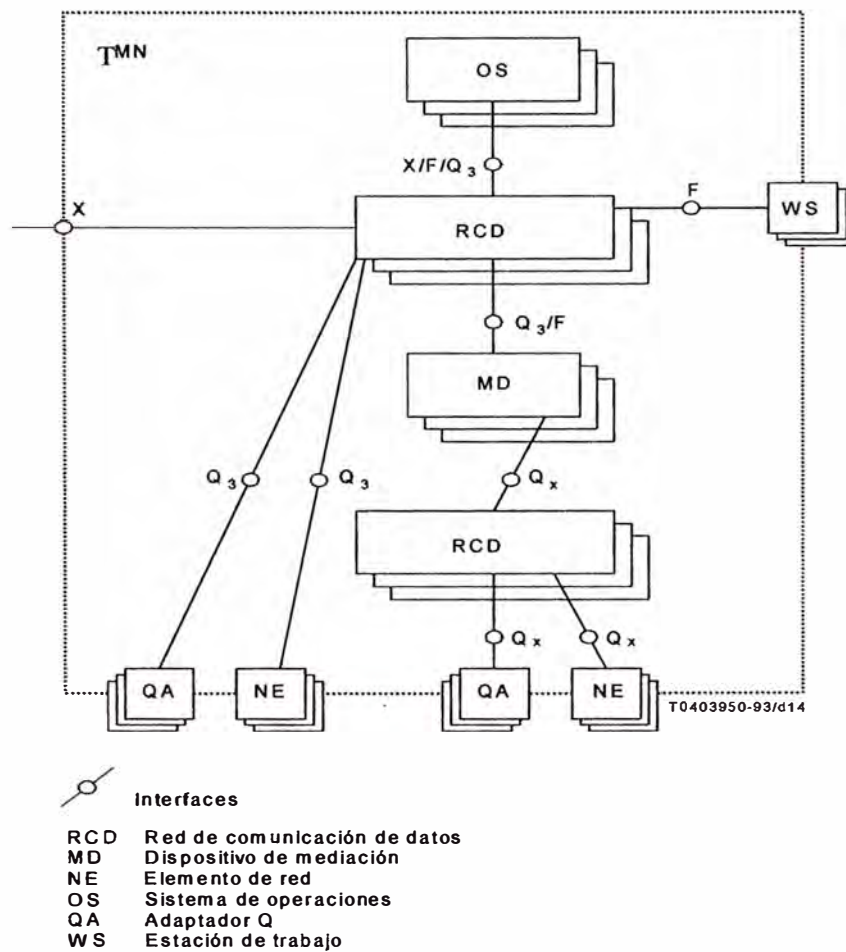


Figura 1.5: Ejemplo de arquitectura física simplificada para una RGT (TMN)

1.3.3.1 Bloques constitutivos de la red TMN

La implementación de funciones de la red TMN puede tener lugar en muy diversas configuraciones físicas. En el siguiente Cuadro 1.2 se muestra la relación entre los bloques funcionales y los equipos físicos.

Cuadro 1.2: Relación entre nombres de bloque constitutivo de la red TMN y bloques de función de la red TMN

(Notas 2 y 3)	NEF	MF	QAF	OSF	WSF
NE	M	O	O	O	O (Nota 3)
MD		M	O	O	O
QA			M		
OS		O	O	M	O
WS					M
M Obligatorio O Optativo NOTAS 1 En este cuadro, en que más de un nombre es posible, la elección del nombre del bloque edificante viene determinada por el uso predominante del bloque. 2 Los bloques constitutivos de la red TMN podrán contener funcionalidad adicional que permita su gestionamiento. 3 Para que la WSF esté presente, deberán estar presentes también o la MF o la OSF.					

En este cuadro 1.2 se denominan los bloques constitutivos de la red TMN de conformidad con el conjunto de bloques de función que cada uno de ellos puede contener. Para cada bloque constitutivo hay un bloque de función característico del mismo, que debe contener obligatoriamente. También existen otras funciones que los bloques constitutivos pueden contener facultativamente. El Cuadro 1.2 no implica ninguna restricción de las implementaciones posibles, pero define las que se han identificado en este documento.

A continuación, se exponen las definiciones que han de tenerse en cuenta en los planes de implementación.

1.3.3.1.1 Sistema de operaciones (OS, operations system): Sistema que ejecuta las funciones del sistema de operaciones. El sistema de operaciones podrá proporcionar opcionalmente las funciones de mediación, de adaptador Q y de estación de trabajo.

1.3.3.1.2 Dispositivo de mediación (MD, mediation device): Dispositivo que ejecuta las funciones de mediación. El dispositivo de mediación podrá proporcionar también opcionalmente las funciones de sistemas de operaciones, de adaptador Q y de estación de trabajo.

Los dispositivos de mediación pueden ser implementados como jerarquías de dispositivos en cascada.

1.3.3.1.3 Adaptador Q (QA, Q adaptor): Dispositivo que conecta elementos asimilables a elementos de red o también, sistemas asimilables a sistemas de operaciones dotados de interfaces no compatibles con la red TMN (puntos de referencia m) con interfaces Q_x o Q_3 .

1.3.3.1.4 Red de comunicación de datos (DCN, data communication network): Red de comunicación interna a una red TMN que soporta la función de comunicaciones de datos. La red de comunicación de datos representa una implementación de las capas 1 a 3 de la interconexión de sistemas abiertos, que incluye todas las normas del UIT-T (anteriormente CCITT) o de la ISO pertinentes correspondientes a las capas del 1 al 3. La red de comunicación de datos no proporciona funcionalidad alguna en las capas del 4 al 7.

La red de comunicación de datos podrá constar de cierto número de subredes individuales de tipos distintos, interconectadas entre sí. Así, por ejemplo, la red de comunicación de datos podrá contar con una subred de base que proporcione conectividad a todo lo ancho de la red TMN entre diversas subredes que

proporcionen acceso local a la red de comunicación de datos. Estos diversos tipos de subredes podrán incluir subredes de tecnología específica, como el canal de comunicación de datos de la jerarquía digital síncrona.

1.3.3.1.5 Elemento de red (NE, network element): Elemento constituido por equipos de telecomunicación (o grupos/partes de equipos de telecomunicación) y equipos de soporte, así como cualquier ítem o grupos de ítems que se considere pertenecen al entorno de telecomunicaciones que ejecuta funciones de elemento de red. El elemento de red podrá contener opcionalmente cualquiera de los restantes bloques de función de la red TMN, con arreglo a sus requisitos de implementación. El elemento de red cuenta con una o más interfaces de tipo Q normalizadas, y opcionalmente podrá contar con interfaces F y X.

Los equipos semejantes al elemento de red que no posean una interfaz normalizada de la red TMN accederán a la red TMN a través de una función de adaptador Q, que proporcionará la funcionalidad necesaria para la conversión de una interfaz no normalizada de gestión y una normalizada.

1.3.3.1.6 Estación de trabajo (WS, workstation): Sistema que ejecuta funciones de estación de trabajo. Las funciones de la estación de trabajo traducen información situada en el punto de referencia f a un formato entendible visualmente y situado en el punto de referencia g; y viceversa.

1.3.3.2. Concepto de interfaz interoperable

A fin de que dos o más bloques constitutivos de la red TMN intercambien información de gestión, deberán estar conectados por un trayecto de comunicaciones, y cada elemento deberá soportar la misma interfaz sobre dicho trayecto de comunicaciones. Será útil valerse del concepto de interfaz interoperable a fin de

simplificar los problemas de comunicaciones que puede plantear una red multivendedores y multicapacidades.

La interfaz interoperable define la sucesión de protocolos y los mensajes transportados por el protocolo. Las interfaces interoperables, orientadas a la transacción, están basadas en una visión orientada al objeto de la comunicación, por lo que todos los mensajes transportados se refieren a manipulaciones de objetos. Este tipo de interfaz está constituido por el conjunto formalmente definido de protocolos, procedimientos, formatos de mensaje y semántica utilizados para las comunicaciones de gestión.

El componente mensaje de la interfaz interoperable proporciona un mecanismo generalizado para la gestión de objetos definidos para el modelo de información. Como parte de la definición de cada objeto, existe una lista de tipos de operaciones de gestión válidas para dicho objeto. Además de esto, hay mensajes genéricos que son utilizados de modo idéntico para muy diversas clases de objetos gestionados.

En esta arquitectura, lo que distingue ante todo una interfaz de otra es el alcance de la actividad de gestión que la comunicación en la interfaz deberá soportar. Este entendimiento común del alcance de la operación se llama conocimiento de gestión compartido. El conocimiento de gestión compartido incluye el entendimiento del modelo de información de la red gestionada (clases de objeto soportadas, funciones soportadas, etc.), de los objetos de soporte de gestión, de las opciones, del contexto de aplicación soportado, etc. El conocimiento de gestión compartido asegura que cada extremo de la interfaz entienda el significado exacto de un mensaje enviado por el otro extremo.

1.3.3.3. Interfaces normalizadas de la red TMN

En la Figura 1.5 (página 35), referente a la arquitectura de la red TMN, se muestra la interconexión de los diversos bloques constitutivos de la red TMN mediante un conjunto de interfaces interoperables normalizadas. Las interconexiones permisibles de estas interfaces normalizadas dentro de una red TMN dada, podrán ser controladas mediante las interfaces proporcionadas en la práctica y/o mediante restricciones de seguridad y encaminamiento proporcionadas en el interior de las diversas entidades de los bloques constitutivos (por ejemplo, contraseñas, actividades de conexión, asignaciones de encaminamiento en la red de comunicación de datos, etc.).

Las interfaces normalizadas son definidas en correspondencia con los puntos de referencia, y son aplicadas en dichos puntos de referencia cuando se requieren conexiones físicas externas a ellos.

1.3.3.3.1 Interfaz Q: La interfaz Q es aplicada en puntos de referencia q.

Para proporcionar flexibilidad en la realización, la clase de interfaces Q estará constituida de las subclases siguientes:

interfaz Q_3 aplicada en el punto de referencia q_3 ;

interfaz Q_x aplicada en el punto de referencia q_x .

La interfaz Q_3 está caracterizada por la parte del modelo de información compartida entre el OS y los elementos de la red TMN con los que asegura la interfaz directamente.

El punto de referencia q_x representa los requisitos obtenidos de la interacción entre MF-MAF y otras MAF aplicables. La diferencia entre estos requisitos y los representados por un punto de referencia q_3 quedará clarificada mediante el uso de

funciones de gestión TMN (conforme a la definición de la Recomendación M.3400) y de determinadas características de interfaz. La diferencia entre las interfaces Q_x y Q_3 queda en estudio. La interfaz Q_x está caracterizada por la porción del modelo de información compartida entre el MD y los NE y QA que ella misma soporta.

Los modelos de información correspondientes a ambos tipos de interfaces pueden ser potencialmente los mismos, pero lo normal sería que cuanto menos funcionalidad soporte el protocolo menos genérico sea el modelo de información. Por consiguiente, la MF es necesaria para proporcionar conversión entre los modelos de información.

1.3.3.3.2 Interfaz F: La interfaz F es aplicada en puntos de referencia f. En esta Recomendación han sido incluidas las interfaces F que conectan estaciones de trabajo con bloques constitutivos que contienen OSF o MF mediante una red de comunicación de datos. Las conexiones de entidades similares a estaciones de trabajo específicas de la implementación a sistemas de operaciones o elementos de red, no son objeto de la presente Recomendación.

1.3.3.3.3 Interfaz X: La interfaz X es aplicada en el punto de referencia x. Será utilizada para interconectar dos TMN, o para interconectar una red TMN con otras redes o sistemas que den cabida a una interfaz semejante a una de red TMN. Por esa razón, este interfaz podrá requerir una seguridad superior a la requerida por una interfaz Q. Será pues necesario, en el momento del acuerdo entre asociaciones, abordar aspectos de seguridad, por ejemplo contraseñas y capacidades de acceso.

El modelo de información en la interfaz X fijará los límites del acceso disponible desde fuera de la red TMN. El conjunto de capacidades puestas a

disposición en la interfaz X con fines de acceso a la red TMN será denominado acceso TMN.

Podrían ser necesarios requisitos de protocolo adicionales a fin de introducir el nivel de seguridad requerido.

1.3.3.3.4 Relación entre interfaces de la red TMN y bloques constitutivos de la red TMN

En el Cuadro 1.3 se definen las posibles interfaces que cada bloque constitutivo de la red TMN puede soportar. Dicho cuadro está basado en los bloques de función asociados en el Cuadro 1.2 (página 36) a cada bloque constitutivo, y asimismo en los puntos de referencia entre bloques de función.

Cuadro 1.3: Relación entre las interfaces de la red TMN y los bloques constitutivos de la red TMN

	Q _x	Q ₃	X	F
NE		(Nota 1)		
	O	O	O	O
OS		(Nota 1)		
	O	O	O	O
MD	(Nota 1)			
	O	O	O	O
QA	(Nota 1)			
	O	O		
WS				(Nota 2)
				M
M Obligatorio O Optativo NOTAS 1 Deberá estar presente al menos una de las interfaces incluidas en la casilla. 2 Esta relación obligatoria es sólo aplicable a estaciones de trabajo.				

1.3.3.3.5 Caracterización de las interfaces de la red TMN

En el cuadro 1.4 se indican las diferencias identificadas que caracterizan a las interfaces de una red TMN. El contenido de este Cuadro podrá mejorarse a medida que progresen las labores relativas a las interfaces X y F.

Cuadro 1.4: Diferencias entre las interfaces de la red TMN

Factores de diferenciación	Interfaz X	Interfaz F	Interfaz Q ₃
Bloques de función	OSF- OSF	OSF – WSF MF-WSF	OSF – NEF/ OSF – MF/ OSF – OSF/ OSF – QAF
Tipo de servicio	Interactivo (orientado a objetos)/almacenamiento y reenvío/transferencia de ficheros/	Interactivo (orientado a objetos)	Interactivo (orientado a objetos)/transferencia de ficheros
Sintaxis	Máquina/máquina	máquina/máquina persona/máquina caracteres	máquina/máquina
Necesidad de control de acceso sobre la base de la actividad	Obligatorio	Optativo	Optativo
Otros aspectos relativos a la seguridad (por ejemplo, integridad/cifrado de datos)	Sí	Sí	Queda en estudio
NOTA – La interfaz Q _x queda en estudio.			

1.3.3.4 Familias de protocolos de la red TMN

Para cada una de las interfaces de la red TMN existe una familia de sucesiones de protocolos; Q₃, Q_x, X y F. La elección del protocolo dependerá de los requisitos de realización de la configuración física.

La capa de aplicación (capa 7) de cada una de esas familias es común a todas, y constituye la base para asegurar la interoperabilidad. Alguna funcionalidad de capa 7 podría no ser requerida en todos los casos (por ejemplo, transferencia de ficheros). En ciertas interfaces, algunas de las demás capas, o todas ellas, podrían tener una funcionalidad reducida.

El requisito de las capas inferiores consiste en soportar las capas superiores. Han sido identificados varios tipos de redes adecuados para el transporte de los mensajes de una red TMN de todos los tipos indicados en la Recomendación Q.811.

Sería posible utilizar cualquier conjunto mixto de redes, siempre y cuando se dispusiese del interfuncionamiento adecuado.

Para equipos de red que no tienen interfaz interoperable es necesario convertir los protocolos y mensajes a un formato de interfaz interoperable. Esta conversión es efectuada mediante funciones de comunicación de mensajes más funciones de adaptador Q que puedan residir en adaptadores Q, elementos de red, dispositivos de mediación o sistemas de operaciones.

1.3.3.5 Examen de las configuraciones físicas

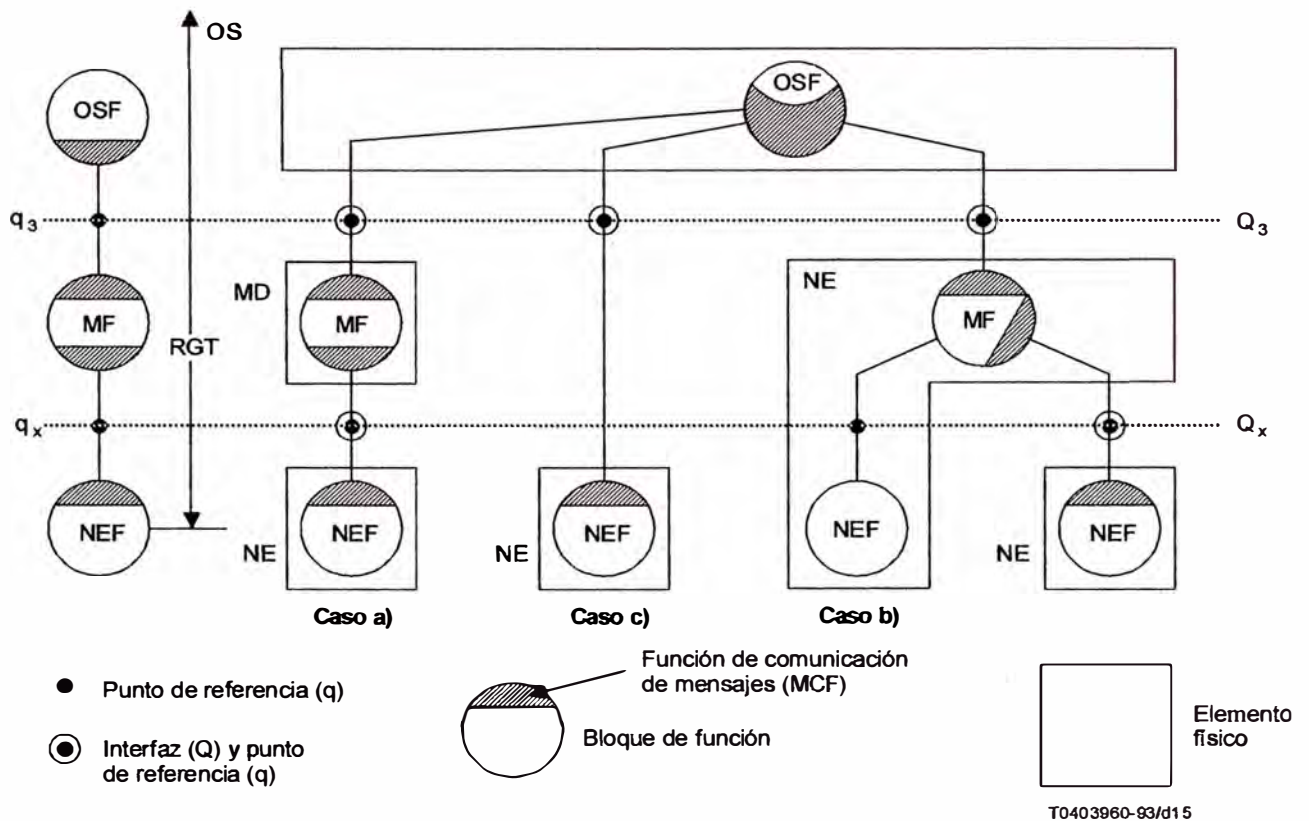
1.3.3.5.1 Realización física de la configuración de referencia para la clase q

En la figura 1.6 se muestran algunos ejemplos de la relación que vincula a la configuración física con la configuración de referencia, sin indicar explícitamente la función de comunicación de datos (DCF). En ella se ilustran combinaciones de interfaces físicas en los puntos de referencia q_x y q_3 . Los puntos de referencia en las que aparece una interfaz física, se indican mediante una Q.

En la figura 1.6 también tenemos, caso a), se representa un NE conectado vía una interfaz Q_x a un MD externo que suministra la MF necesaria para convertir esta interfaz en la interfaz Q_3 requerida por el OS que gestiona el NE.

En el caso b), se representa un NE con una MF interna interconectado a una OSF vía una interfaz Q_3 (véanse también las Notas de dicha figura). A este NE está también conectado un NE externo vía un interfaz Q_x .

En el caso c), se muestra un NE conectado físicamente a un OS vía una interfaz Q_3 .



NOTAS

- 1 Cuando en la porción física de la figura se muestra únicamente un punto de referencia, ello quiere decir que el punto es interno a una casilla física. El diseñador tiene libertad para aplicar la realización que desee. No es necesario que este punto esté físicamente presente dentro del equipo.
- 2 Entre dos casillas adyacentes podrían estar presentes otros equipos necesarios para la conexión de dichas casillas. Estos equipos representan la DCF de la Figura y efectúan funciones de red OSI, no aparecen en la presente figura; por ejemplo, la interfaz Q_3 conecta habitualmente a la RCD, que proporciona la comunicación de datos al OS.
- 3 La MCF está asociada sólo a bloques de función que comunican por una interfaz normalizada. Como puede verse en esta figura, la MCF no soporta comunicaciones entre bloques de función dentro de una casilla.

Figura 1.6: Ejemplo de relación entre la configuración física y la configuración de referencia (con función de comunicación de datos implícita)

1.3.3.5.2 Ejemplos de implementación de RCD

La función de comunicación de datos consta de:

- el mecanismo de transmisión y encaminamiento (cometido de red);

el mecanismo de acceso que permite a la función de comunicación de mensajes MCF conectarse al mecanismo de transmisión.

En caso de que haya diferentes tecnologías involucradas en la puesta en servicio de la RCD [por ejemplo, cuando funciones basadas en la Recomendación X.25 están interconectadas a funciones basadas en redes de área local (LAN)], la continuidad de la RCD es proporcionada mediante una función denominada relevo de comunicación. Existen diferentes tipos de relevo de comunicación; según cual sea su nivel de intervención en las pilas de protocolo, recibirán el nombre de puentes, encaminadores o relevos de red.

Habitualmente, estos equipos están constituidos por una función de relevo asociada a dos funciones de acceso, tal como se representa en el ejemplo de la siguiente figura

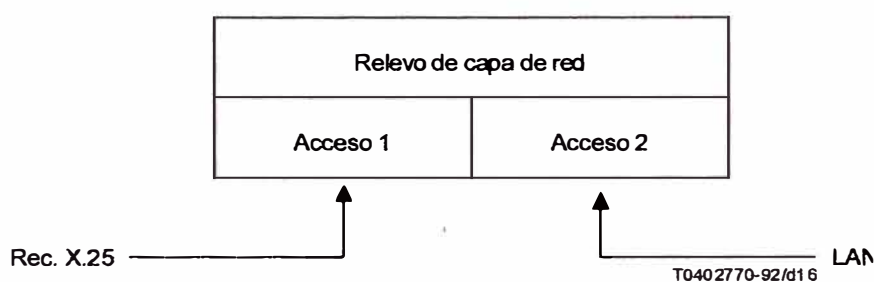


Figura 1.7: Relevo de comunicación realizado vía dos RCD (DCN)

Se necesitan consideraciones adicionales cuando es requerido interfuncionamiento RCD/RCD en capas superiores. Cuando, como sucede lo representado en la figura 1.8, es utilizada una pila completa en el lado Q_3 del MD y una pila con función de convergencia en el lado Q_x , el modelo red TMN exige que la

conversión de interfuncionamiento de protocolos de RCD a RCD en capas superiores sea efectuada por una función de mediación MF (es decir, sería por lo general realizada en un MD).

Es posible encontrar ejemplos de estas funciones de relevo e interfuncionamiento en las Recomendaciones de la serie X.200 del UIT-T e ISO/CEI 7498-1. No están excluidos otros esquemas de interfuncionamiento, que quedan en estudio.

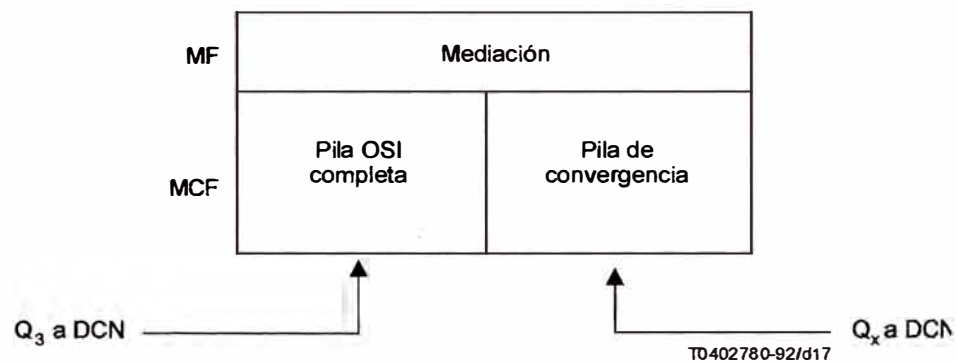


Figura 1.8: Ejemplo de interfuncionamiento de capa superior

CAPÍTULO II

INTRODUCCIÓN A LA ARQUITECTURA DE COMUNICACIÓN DE LOS SISTEMAS CELULARES

Una red celular se diferencia de una red fija por la capacidad del abonado final de moverse libremente con su terminal a través de lugares geográficos diferentes. Una red celular tiene los elementos necesarios para que el abonado tenga la capacidad de trasladarse a través de pequeñas áreas de cobertura denominadas celdas, que a su vez están entrelazadas unas con otras llegando a formar toda un área geográfica llamada cobertura de la red celular.

A continuación se describirá la configuración básica de una red celular y sus componentes principales. Para una mejor apreciación se presentará un bosquejo básico de la red celular, el cual está representado en la figura 2.1.

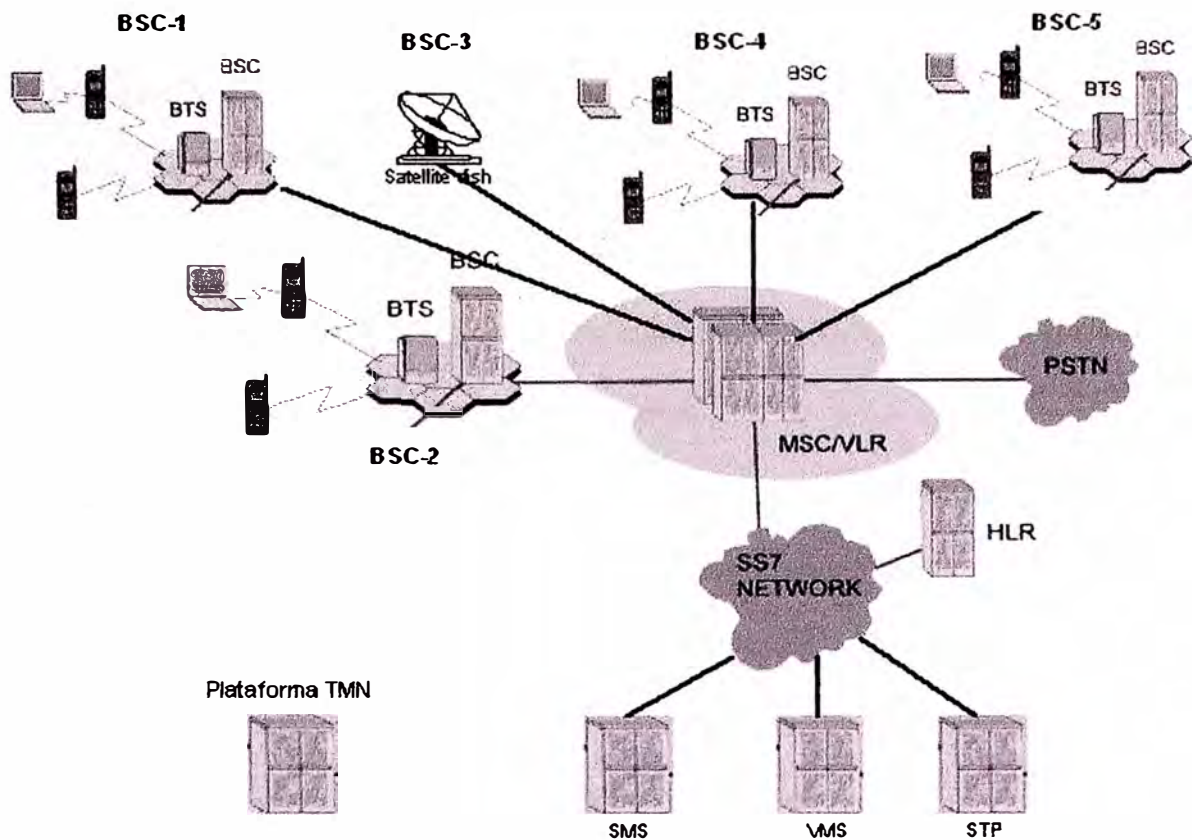


Figura 2.1: Configuración básica de una red Celular

Como se puede observar en el gráfico superior, se tienen entre los principales Elementos de Red (NE) dentro una red celular a los siguientes:

- 1.HLR (Home Local Register)
- 2.Central de Conmutación (SWITCH)
- 3.Controladores de Estaciones Bases (BSC)
- 4.Estaciones Bases (BTS)
- 5.Punto de Transferencia de señalización (STP)
- 6.Servicios de valor agregado (SMS y VMS)
- 7.Sistema de supervisión y gestión celular (sistema TMN)

En la actualidad, la mayoría de los proveedores de sistemas celulares tales como Motorola, Nokia, Ericsson, etc; están incrementando notablemente su tiempo en el desarrollo de sus respectivos sistemas de gestión, pues como se ha venido explicando en este informe, es un producto que permite mejorar en gran medida la calidad de sus sistemas y darles medidas cuantitativas de la calidad del servicio y de la performance que pueden ofrecer sus sistemas.

El propósito de este documento es conocer un sistema de gestión celular, por lo que nos concentraremos en los puntos más importantes de los equipos o sistemas que a interconectarse con el sistema de gestión, tales como los protocolos que se pueden tener en un sistema celular para la comunicación con dispositivos externos, como pueden ser enlaces X.25, PCM, TCP/IP y protocolos de capas superiores como pueden ser SNMP, RPC, y los propietarios Qx.

2.1 Elementos de Red de un Sistema Celular.

Los elementos de red que se presentarán a continuación son una configuración clásica de un sistema celular, no queremos decir que esto sea un estándar ni una obligación que tenga que poseer el operador, sólo son los elementos de red más comunes que podemos encontrar dentro de un sistema celular.

En la mayoría de las operadoras celulares, existen áreas bien definidas, las cuales son las responsables del mantenimiento y gestión de la red celular. Estas áreas son: NSS (Network Switch Subsystem), conformada por la central de conmutación, el HLR y el VLR. Otra área es el BSS (Base Station Subsystem), conformada por toda la interfaz radio, BTS y el controlador de estaciones BSC. Otra de las áreas referidas a la parte de gestión es el OSS (Operation Support Subsystem), en el cual

encontramos a la plataforma TMN y demás plataformas de supervisión y gestión que podamos tener dentro de una red celular.

A continuación daremos una pequeña descripción de los equipos que conforman la red celular y su interconexión dentro todo el sistema, por su puesto que estas definiciones estarán orientadas a la conexión con el sistema de gestión TMN que es nuestro objetivo en el presente informe. Si se requiere de mayor información referente a los equipos de sistemas celulares, se recomendaría leer la documentación concerniente a redes celulares y sus estándares.

2.1.1 Home Local Register (HLR).

Este elemento Red perteneciente al área del NSS es el encargado de almacenar toda la información de los abonados, así como sus correspondientes funcionalidades, las cuales pueden estar tanto activadas como desactivadas. Generalmente en el HLR existe un elemento adicional el cual se encarga de almacenar toda la información de los equipos celulares este elemento es conocido como Centro de Autenticación (Authentication Center) en la que pueden ingresarse todas las series eléctricas de los equipos permitidos en la red y todos los equipos que no se podrían utilizar dentro de la red. La comunicación entre el HLR y el centro de conmutación es por lo general vía señalización SS7, pero hay operadores que poseen protocolos propietarios para dichas comunicaciones.

La comunicación entre el HLR y el MSC es totalmente distinta a la comunicación que se tiene con la plataforma de gestión, que puede ser desde la más básica, a través de puertos asíncronos RS-232, hasta la más avanzada, utilizando

protocolos más sofisticados como son ISO IP CNLS sobre TCP/IP, o incluso los protocolos más antiguos como es el caso del X.25.

2.1.2 Central de Conmutación (MSC/VLR).

Al igual que el HLR estos elementos de red pertenece al Network Switch Subsystem NSS, el MSC (Mobile Switch Center) representa la matriz de conmutación la cual permite la conmutación de todas las llamadas que se originan y que terminan en la red celular. Adicionalmente a la conmutación, el MSC es el encargado de realizar distintas funciones tales como las llamadas en espera, transferencia de llamadas, conferencia y otras funcionalidades que son propias de la central. El otro elemento de red, es el VLR que podemos definir como una base de datos temporal que nos permite acceder a la información del abonado específico con más rapidez, esta base de datos sólo contiene a los abonados que se encuentran dentro de la cobertura de la central de conmutación MSC. De igual manera que el HLR la comunicación del MSC y el VLR, los cuales generalmente físicamente se encuentran juntos, con la plataforma de gestión TMN depende mucho del fabricante, idealmente se debería tener una interfaz Q directa entre el elemento de red y la red de gestión lo cual sería una conexión sin tener que utilizar ningún tipo de mediador, pero hasta que no se estandarice el mercado, generalmente se realizará a través de interfaces propietarias o a través de unas aplicaciones que vendrían a ser bloques de función de adaptador Q (QAF), los cuales nos permitirían conectar a plataformas no TMN con nuestra red TMN; esto suele ser muy común en los operadores puesto que nadie desea abrir sus plataformas para que sean gestionadas por otros proveedores, y si lo permiten lo realizan con muchas restricciones.

2.1.3 Controlador de Estaciones Bases (BSC).

Este elemento de red pertenece al subsistema de estaciones bases BSS, podemos definir al BSC como el cerebro de este subsistema, pues es él el que nos permite realizar numerosas funciones entre la interfaz usuario y la interfaz aire, como por ejemplo, la funcionalidad del handoff o handover, la cual permite al abonado movilizarse sin problemas de corte de señal dentro de la red celular, además en redes celulares digitales tales como CDMA y GSM el BSC es el encargado de “vigilar” al equipo móvil y de poder indicarle a qué celda está enganchado, si se está moviendo el equipo, cuáles serían las celdas a las que podría entrar y hasta definir la potencia con que el móvil tiene que transmitir, si es que está cerca de la estación base que disminuya su potencia y a medida que se aleja (en GSM esto es en pasos de 500 metros) que aumente su potencia. La comunicación con la plataforma TMN al igual que en los dos casos anteriores se realiza a través de interfaces estándares TMN, a través de interfaces propietarias de los diferentes fabricantes, o también a través de bloques de función de adaptador Q (QAF) el cual nos permitiría que la información proveniente del BSC pueda ser entendida por nuestra plataforma de gestión TMN. Existen diversos protocolos aparte de estos como son el TCP/IP con el cual la mayoría de fabricantes están realizando interfaces abiertas, logrando utilizar muchas de las funciones de este protocolo, como son la transferencia de archivos a través del protocolo FTP o gestión remota aprovechando los protocolos existentes tales como el telnet.

2.1.4 Estaciones Bases (BTS).

Estos elementos de la red pertenecen al subsistema de estaciones bases BSS, y a diferencia de los elementos anteriores, estos no tienen conexión directa con la plataforma de gestión, todos estos elementos se supervisan y gestionan a través del controlador de estaciones bases (BSC), puesto que es éste el encargado de la gestión de las estaciones base, podemos decir que las estaciones base son elementos de la red con propiedades ajenas al TMN pero que a través de un adaptador QA es posible controlarlos, para nuestro caso el adaptador QA y su funcionalidad QAF están en el BSC, este se encarga de llevar la información de gestión desde la estación base a través de protocolos propietarios y estándares del TMN como el Q1 sobre LAP-D y transformarlos en Q3 sobre X.25 el cual es enviado a la plataforma de gestión TMN para su posterior procesamiento.

2.1.5 Puntos de Transferencia de Señalización (STP).

Dentro de toda red telefónica, existe un elemento de red el cual se encarga de manejar toda la parte de señalización número 7 de la red, a este elemento se le conoce con el nombre de punto de transferencia de señalización (signalling Transfer Point STP). Este sistema es el encargado de centralizar todo el tráfico de señalización, conectándose a todos los elementos de red que contienen este tipo de señalización y además de manejar todos sus enrutamientos. Gracias a este elemento de red, es posible tener una mejor performance y de controlar mejor el tráfico de señalización entre las centrales de conmutación, elementos de valor agregado y todo elemento que posea señalización número 7.

La comunicación con la plataforma TMN se puede realizar ya sea por protocolos estándares TMN, o por protocolos convencionales que pueden ser TCP/IP o X.25 este último cual es muy utilizado en las centrales Ericsson.

2.1.6 Servicios de Correo de voz (VMS).

Este servicio que proporciona valor añadido a la red celular se ha hecho bastante común en todas las operadoras, puesto que permite aumentar el tráfico de las llamadas cursadas, del mismo modo brinda un servicio adicional al usuario final y en la mayoría de los casos este servicio es gratuito. Este servicio se originó debido a que muchas veces el abonado no contesta una llamada realizada, lo cual dentro de la empresa era tráfico de señalización perdido lo que se convertía en pérdidas para la empresa, generándose así la necesidad de que toda llamada que se realice siempre tenga por lo menos una oportunidad de ser completada.

Muchas de estas plataformas adicionan mas servicios de valor añadido, como son almacenamientos de correo electrónico, fax, y un servicio que permite al abonado ser contactado en cualquier lugar que el haya definido en su casilla, etc.

La comunicación de este elemento de red con la red TMN, es al igual que en todos los primeros casos a través de interfaces normalizadas dentro de TMN, pero generalmente y en la mayoría de los casos que el autor ha podido observar, se realiza a través de una red LAN, utilizando el protocolo TCP/IP y toda sus propiedades para la transferencia de la información de gestión, utilizando protocolos tales como el RCP y el SNMP que explicaremos más adelante; ésta información por supuesto, necesita de bloques de mediación (intérpretes) para poder así llevarla a un estándar entendible por la plataforma TMN.

2.1.7 Servicios de Mensajes Cortos (SMS).

Al igual que la plataforma del correo de voz, este elemento de red es un servicio opcional que poseen la mayoría de las operadoras de servicio celular. Este servicio sólo es aceptado para redes celulares digitales, aunque dentro de las redes celulares existe la tecnología NAMPS la cual permite el envío de mensajes cortos pero con capacidades de 14 caracteres de limitación, lo cual no es de mucha utilidad.

La comunicación de este elemento de red con la red TMN es, al igual que para el correo de voz, a través de interfaces normalizadas dentro de TMN, pero generalmente y para la mayoría de los casos es a través de una red LAN, utilizando el protocolo TCP/IP y toda sus propiedades para la transferencia de la información de gestión, ésta información por su puesto que necesita de bloques de mediación (intérpretes) para poder así llevarla a un estándar TMN.

2.2 Red de Comunicación de Datos (DCN) de una Red Celular.

A continuación daremos una explicación de los protocolos y estándares más conocidos dentro del sistema celular con respecto a la interconexión de los elementos de red con las plataformas TMN, esto no quiere decir de ninguna forma que van a ser los únicos protocolos utilizados, puesto que dentro de los sistemas de telecomunicaciones existe una gran variedad de protocolos por los cuales se puede enviar información desde un elemento de red a otro. El objetivo de este documento es dar una visión general de la red de comunicación de datos dentro de un entorno celular.

En primer lugar vamos a revisar el modelo de interconexión de sistemas abiertos OSI, el cual representa una familia de protocolos y estándares creados por la

ISO (International Organization for Standardization), estos protocolos son usados para la conexión de diferentes sistemas de redes. Finalmente veremos, al protocolo que esta marcando el desarrollo de todos los sistemas de redes: el TCP/IP el cual ya esta siendo utilizado en muchas de las plataformas dentro del sistema celular, y por lo tanto no podíamos de dejar de mencionarlo.

2.2.1 Modelo de referencia OSI.

El propósito del modelo OSI es proveer reglas comunes para la coordinación de sistemas de interconexión que se desarrollen. OSI esta solamente comprendido con el intercambio de información entre sistemas abiertos, cualquier otro aspecto no relativo para la interconexión quedará fuera de alcance.

El término “abierto” se refiere a sistemas que usan, desarrollan y soportan herramientas de interconectividad basados en la estandarización mutua establecida por la ISO y la ITU-T (conocido también como la CCITT).

A continuación explicaremos los aspectos más relevantes dentro de éste modelo como son los servicios, capas, etc.

2.2.1.1 Capas del sistema de referencia OSI.

El sistema de referencia OSI define un protocolo de siete capas (layer), para la comunicación entre aplicaciones OSI. Generalmente una red de comunicación de datos DCN, para una red TMN debería seguir la referencia del modelo OSI para aplicaciones.

Las capas de referencia del modelo OSI son:

- Capa de Aplicación
- Cada de presentación

- Capa de sesión
- Capa de transporte
- Capa de red
- Capa de enlace
- Capa física.

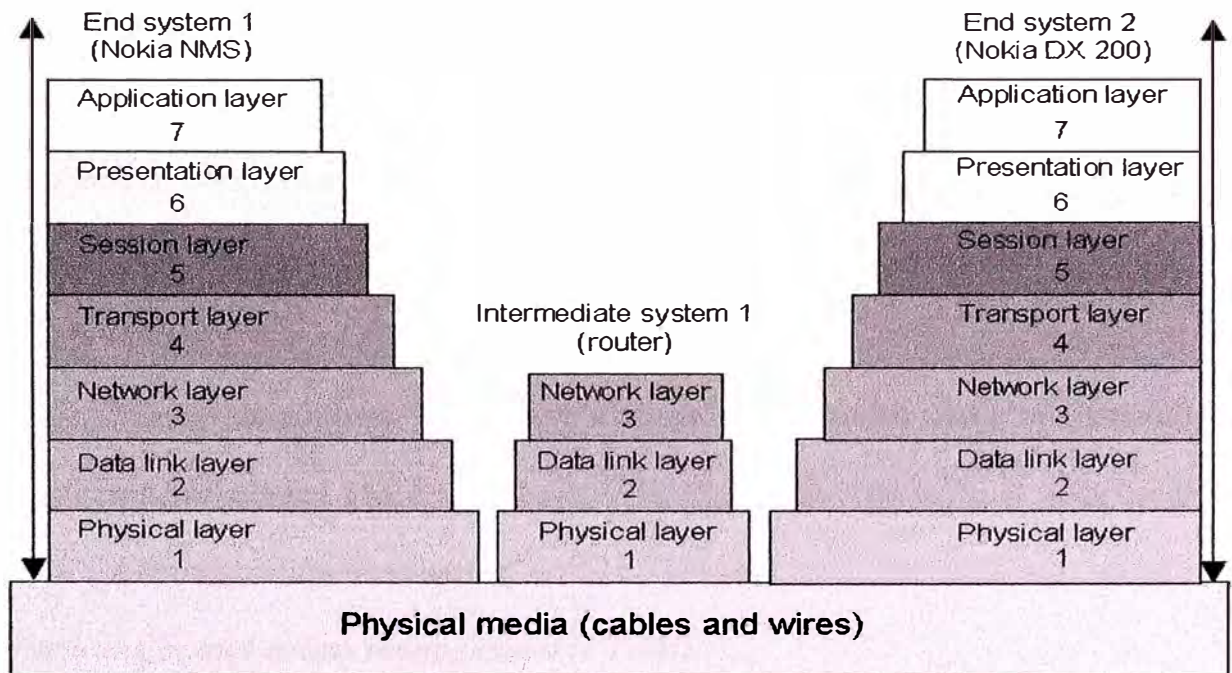


Figura 2.3: Interrelación entre las capas del sistema de referencia OSI

2.2.1.1.1 Capa de aplicación

Esta capa provee acceso al entorno OSI, esta capa, adicionalmente, provee los servicios requeridos por una aplicación corriendo en un sistema para interactuar con otra aplicación corriendo en otro sistema. Las funciones realizadas en esta capa incluyen el establecimiento de contacto entre los procesos y poniendo las condiciones de interacción.

Ahora dentro de esta capa se definen las aplicaciones de servicios para los elementos conocido como ASEs (Application Service Elements) los cuales fueron

diseñados como ayuda de aplicaciones individuales para exportar específicas tareas.

Algunas de estos ASEs utilizados en las redes celulares son:

Common management information service element (CMISE).

Podemos traducirlo al castellano como la información común de gestión de los servicios de los elementos, la cual es responsable de transferir los datos de gestión de red entre la red TMN y sus agentes en los elementos de red usando los servicios de conexión orientada OSI connection-oriented (CONS) o conexión no orientada (CLNS). Las operaciones de CMISE son usados para:

Colección de métricas, performance y otros factores que afecten la calidad de la red.

Manejo de alarmas. Eventos de alarmas son enviados desde el elemento de red hacia la red TMN.

Administración de usuarios.

File transfer and access management (FTAM).

FTAM es responsable de realizar la transferencia de archivos y su facilidad de gestión tanto sobre servicios de conexión orientada (CONS) y no orientada (CLNS). Este servicio puede ser establecido por el elemento de red o por el propio sistema de gestión. FTAM son utilizados:

Entre aplicaciones de manejo de métricas y software.

Entre aplicaciones de cobranzas.

Entre aplicaciones de registros de equipos.

Virtual Terminal (VT)

VT es responsable de proveer acceso remoto a los elementos de red ya sea sobre CONS y CLNS.

2.2.1.1.2 Capa de presentación

Esta capa es responsable de convertir la información enviada por la capa de aplicación, así como de mantener la sintaxis y la estructura de la información.

2.2.1.1.3 Capa de sesión

Esta capa establece y mantiene las conexiones entre aplicaciones y el manejo de diálogos entre ellos. La capa de sesión determina cual de los lados de la comunicación está hablando y cual escuchando en un tiempo determinado, de manera que la interacción entre ellos sea de una manera ordenada.

2.2.1.1.4 Capa de transporte

La capa de transporte es responsable de la comunicación final entre los sistemas cooperantes, sin tener en cuenta las características de la red. La capa de transporte entrega la información proveniente de alguna aplicación a otra y enmascara fallas provenientes de capas inferiores.

2.2.1.1.5 Capa de red

La capa de red es la primera capa en controlar la comunicación entre las computadoras más que entre procesos. Es la responsable de encontrar los equipos donde los procesos remotos están corriendo. La capa de red también es la responsable del ruteo, direccionamiento y control de flujo.

2.2.1.1.6 Capa de enlace

La capa de enlace es responsable de la transmisión de la información sobre un simple enlace llevando los errores de detección y corrección, flujo de control, secuencia de enlace y mantenimiento de la integridad del enlace.

2.2.1.1.7 Capa física

La capa física estandariza como son movidos los bits desde un punto a otro sobre un medio físico. Esto incluye especificaciones eléctricas u ópticas de la señal, conectores, codificadores de señal y tiempos.

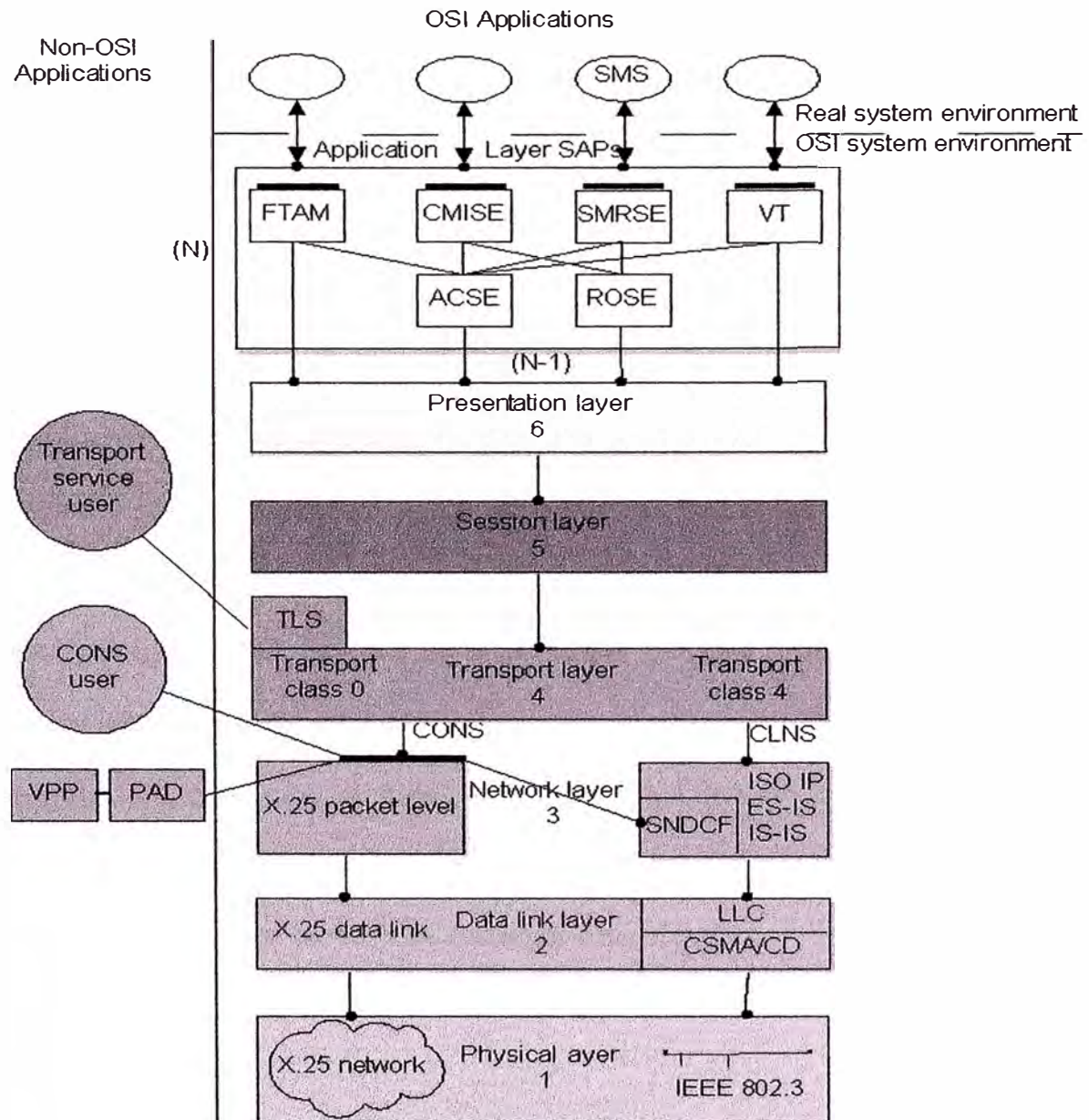


Figura 2.3: Protocolos dentro de cada capa del sistema de referencia OSI

Al hablar de la capa física en redes celulares no podemos dejar de lado el concepto del PCM, que es la interfaz más utilizada dentro del ámbito celular; y en general en toda red de telefonía. La interfaz PCM, definida en la recomendación G.732 de la ITU es el principal medio de transporte de canales de voz a 64 Kbps y permite la interconexión de dos centrales o en nuestro caso, de una estación celular con la controladora de estaciones bases y ésta a su vez con la central de conmutación.

Dentro del entorno celular se aprovecha mucho el espacio libre de estos enlaces para enviar información de gestión de lugares remotos (Estaciones Base) hacia la plataforma de gestión. Con motivo de optimizar la red minimizando los recursos, es recomendable que la plataforma de gestión se encuentre lo más próximo a los elementos de red, para nuestro caso, a la central celular y a los controladores de estaciones base. A continuación y a manera de ejemplo se verá la distribución de un enlace PCM típico de una estación base del estándar GSM hacia el controlador de estaciones bases BSC, hay que tener en cuenta que para un enlace celular PCM la distribución de la data que viaja sobre este enlace es algo diferente a un enlace de interconexión entre dos centrales de conmutación, puesto que se tiene que una portadora celular GSM ocupa la posición de dos time slots y que los canales de control pueden ocupar medio o un cuarto de time slot.

TS \ BIT	0	1	2	3	4	5	6	7
0								
1								
2			TRX TRAFFIC CHANNEL 1					
3	TRX SIG 1		OMU SIG 1		TRX SIG 5		TRX SIG 9	
4								
5			TRX TRAFFIC CHANNEL 5					
6								
7			TRX TRAFFIC CHANNEL 9					
8								
9			TRX TRAFFIC CHANNEL 2					
10	TRX SIG 2		OMU SIG 2		TRX SIG 6		TRX SIG 10	
11								
12			TRX TRAFFIC CHANNEL 6					
13								
14			TRX TRAFFIC CHANNEL 10					
15								
16			TRX TRAFFIC CHANNEL 3					
17	TRX SIG 3		OMU SIG 3		TRX SIG 7		TRX SIG 11	
18								
19			TRX TRAFFIC CHANNEL 7					
20								
21			TRX TRAFFIC CHANNEL 11					
22								
23			TRX TRAFFIC CHANNEL 4					
24	TRX SIG 4		OMU SIG 4		TRX SIG 8		TRX SIG 12	
25								
26			TRX TRAFFIC CHANNEL 8					
27								
28			TRX TRAFFIC CHANNEL 12					
29								
30								
31							Q1 DATA	

Figura 2.4: Configuración de una trama PCM para una estación GSM

Estamos recalcando el enlace PCM puesto que es por este medio que se envía la información de gestión de la estación base hacia el BSC. En la figura 2.4 del enlace PCM, se pueden apreciar canales de tráfico (TRX), canales de información de las llamadas (TRX SIG), canales de gestión de la estación base (OMU SIG) y

finalmente tenemos un canal especial de envío de gestión de los radio enlaces (Q1 DATA).

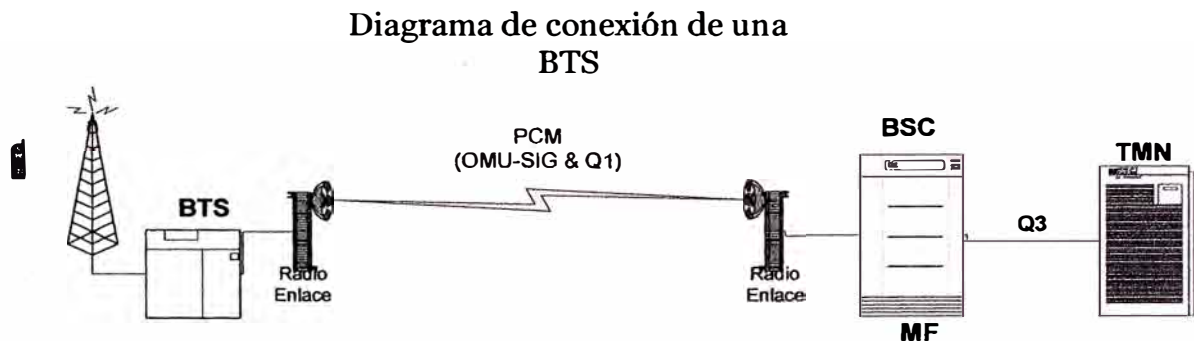


Figura 2.5: Diagrama de conexión de una BTS

En la figura 2.5 podemos observar como se comunica la estación base (BTS) con el BSC y esta a su vez con la plataforma de gestión, los protocolos Q1 y Q3 ya se han explicado en el capítulo anterior. Los datos que viajan entre la estación base (BTS) y el controlador de estación base (BSC) son por lo general propietarios, enviados a través del canal de control OMU-SIG y la información del radio enlace son enviados por el canal de gestión Q1 que viaja en el mismo PCM como se observó anteriormente. Estos dos canales de datos de gestión son enviados al BSC el cual se comporta con un elemento mediador cumpliendo la función de mediación (MF) y adaptación (QAF), convirtiendo toda esta información sobre una interfaz Q3 conocida por la plataforma de gestión para luego ser procesada de una manera adecuada y entendible por el usuario final de la plataforma TMN.

Este ejemplo se aplica en la mayoría de redes celulares GSM para cada una de las estaciones bases que conforman la red.

2.2.2 Protocolo TCP/IP

Dentro de los sistemas de telecomunicaciones y redes TMN, según los estándares, sólo es aplicable el sistema de referencia OSI; pero en la actualidad hay que tener en cuenta también el protocolo TCP/IP, puesto que muchas de los elementos de red del sistema celular, son servidores que brindan valor agregado y utilizan este protocolo para su comunicación entre ellos y para sistemas externos tales como un sistema de gestión TMN.

En la actualidad el protocolo TCP/IP se esta llevando a un alto nivel de uso, al punto de decir que en un futuro no muy lejano las centrales de conmutación serán orientadas a llevar la voz sobre TCP/IP, lo cual obliga, o mejor dicho, presiona a todos los fabricante a la inclusión de interfaces TCP/IP en los elementos de red. En la actualidad se maneja este protocolo para ciertas aplicaciones restringidas, como para el billing usando transferencia de archivos (FTP) y para la comunicación remota desde un terminal utilizando protocolos conocidos (Telnet). Por supuesto esto tiene que convivir paralelamente con los protocolos del modelo OSI, para el correcto funcionamiento de las aplicaciones de gestión ya normalizadas.

No vamos a explayar este documento con información de TCP/IP, puesto que existe demasiada información con respecto a este tema; pero vamos a mencionar dos de los estándares mas utilizados para la comunicación con la plataforma TMN los cuales son:

- RPC (Remote Procedure Call)
- SNMP (Single Network Management Protocol).

2.2.2.1 Remote Procedure Call

La introducción de este paradigma del RPC, fue un paso significativo hacia los sistemas distribuidos. RPC permite a los programadores expresar las entidades en un sistema distribuido y sus respectivas interfaces de comunicación usando las facilidades las cuales son soportadas por todos ellos con un mismo lenguaje.

Con el RPC la programación de la interfaz para la comunicación entre las entidades de un sistema distribuido se hace menos compleja; la comunicación se realiza transparentemente ocultándose sobre mecanismos de procedimientos de llamada del lenguaje de programación (en la práctica, esto se realiza por enlaces entre librerías de programación las cuales soportan este tipo de mecanismos). Por lo tanto los programadores se apoyan de la complejidad de las entidades distribuidas hacia el uso de altos niveles de programación, llamando al RPC. En otras palabras, desde la perspectiva de los programadores, ellos pueden invocar estos procedimientos relacionados hacia ellos como procedimientos locales. RPC es frecuentemente utilizado en conjunto con las arquitecturas cliente-servidor, y con programación orientada a objetos.

Este protocolo dentro de un sistema celular se utiliza para comunicar las plataformas de valor agregado, los cuales son vistas como un objeto más en la plataforma de gestión TMN. Generalmente todo sistema de comunicaciones viene con su propia plataforma de gestión, es por eso que al utilizar este tipo de protocolos podemos definir clientes, los cuales se conectarían con el servidor principal de gestión del sistema celular.

2.2.2.2 Single Network Management Protocol.

Desde que fue creado en los años 80's el protocolo SNMP se ha convertido en un estándar en el entorno de las redes de comunicación de datos. Por que es una solución simple, que requiere de poco código de implementación y cualquier proveedor puede construir agentes de SNMP en sus productos. Adicionalmente el SNMP es un protocolo extensible, lo cual permite al proveedor agregar opciones adicionales de operación a sus productos. Debido a que el SNMP separa la arquitectura del hardware con la arquitectura del software, puede asegurar una integración multivendor.

Tal y como hemos visto en el capítulo anterior en la arquitectura de la información TMN, consiste de un agente y un gestor. El gestor es el encargado de realizar todas las funciones necesarias para la red TMN; y el agente es la interfaz para el equipo que se desea gestionar. Routers, Hubs, Bridges son ejemplos de dispositivos gestionados que contienen objetos gestionados. Los objetos son ordenados y conocidos como una base de datos de información virtual, llamados Base de la Información de Gestión (MIB).

En el paradigma del Gestor/Agente para redes TMN, es que los objetos de la red gestionados deben ser lógicamente accesibles; esto quiere decir que la información de gestión deba ser almacenada en algún lugar y más aún pueda ser modificada y accesible.

Los MIBs son una colección de información, los cuales definen las propiedades de los objetos gestionados dentro del dispositivo que los gestionará.

En el siguiente cuadro 2.1 comparativo podremos notar las equivalencias que existen entre los protocolos OSI y el protocolo TCP/IP en cuanto a las aplicaciones y terminologías empleadas sobre ellos. Esto ayudará a entender mejor las diferencias entre estos dos tipos de protocolos.

Cuadro 2.1: Comparación de los protocolos TCP/IP y OSI

TCP/IP	OSI	Explanation
Host	ES	End System
Router	IS	Intermediate System
OSPF	IS-IS	Intermediate System to Intermediate System
SNMP	CMISE	Common Management Information Service Element
FTP	FTAM	File Transfer, Access, and Management
Telnet	VT	Virtual Terminal
RPC	ROSE	Remote Operation Service Element

CAPÍTULO III

ARQUITECTURA DE REDES DE GESTIÓN TMN EN SISTEMAS CELULARES ACTUALMENTE EN OPERACIÓN

En los primeros capítulos este informe se ha avocado a explicar la parte teórica de una red de gestión TMN, así como también se ha explicado brevemente la arquitectura de sistemas celulares y los protocolos utilizados en la red de comunicación de datos (DCN); además se ha dado un ejemplo real de como aplicar esta teoría dentro de un sistema celular. En este capítulo veremos con mayor detenimiento, como dicha teoría de redes TMN se aplica sobre las redes celulares, dando ejemplos actuales de conexiones de los elementos de red (NE) hacia las plataformas de gestión TMN. Se tratará de explicar, en lo posible, cada uno de estos tipos de conexiones, procesos o interfaces para un sistema de gestión.

Los ejemplos que voy a mencionar son en su mayoría concernientes a la gestión de alarmas, pues esta es la aplicación más utilizada en toda red de gestión. Por supuesto, que la gestión de tráfico y de configuración son bastantes utilizadas por las áreas de planificación y performance, pero las conexiones físicas para este tipo de gestión son las mismas que para la gestión de alarmas con la única diferencia de los protocolos que se utilizarían para la transmisión de información; un ejemplo de estos protocolos para redes OSI es el protocolo FTAM (File Transfer and Access Management) el cual se utiliza para la transferencia de ficheros de medidas y de

configuración hacia las plataformas de gestión, una vez que la plataforma de gestión recibe estos ficheros son las respectivas funciones de mediación (MAF) de los diferentes bloques, los encargados de manipular los datos y llevarlos de una forma adecuada y entendible al sistema operativo del sistema.

Intentaré dar ejemplos de manera que se pueda llegar a planificar y realizar un diseño según las herramientas con que se cuente y las necesidades de la empresa; por su puesto que en la mayoría de las veces el ingeniero debe adaptarse a las especificaciones de los diferentes elementos de red y empezar a planificar la plataforma TMN sobre estas especificaciones; por este motivo lo primero que se debe tener en cuenta al diseñar una red TMN es conocer bien la arquitectura de la red de telecomunicaciones, su evolución y la capacidad de gestión que poseen los elementos de red que constituyen la red de telecomunicaciones.

Uno de los principales puntos para el diseño de una red TMN es tener en cuenta los costos, ya que pueden llegar a sumas verdaderamente altas; para eso debemos aprovechar al máximo los medios que tengamos a la mano, es decir los medios de la propia red celular, los propios enlaces de conexión PCM entre las estaciones base y sus controladores, la red de interconexión, etc. Cuando las redes son muy extensas, como puede ser una red nacional, es recomendable subdividirla en subredes, teniendo centros de gestión regionales y un centro de gestión nacional; esto ahorraría la transmisión de toda la información desde una provincia a otra y solamente se transmitiría la información procesada necesaria, generalmente referida a estadísticas y contadores, para cuestiones de calidad y planificación. La información que se necesita en tiempo real, que por lo general es la mayor cantidad,

se procesaría en los centros de gestión regionales en donde se realizan las funciones de operación y mantenimiento.

Hasta hace poco tiempo, se pensaba en la implementación de centros de gestión independientes para cada elemento de red a gestionar, digamos una plataforma punto a punto, lo cual en la actualidad se ha probado que es una solución costosa para el operador puesto que todos los elementos de red se encuentran dispersos en todo el territorio nacional y para llegar a unir toda esta información sería bastante compleja y costosa.

3.1 Conexiones entre una Plataforma TMN y los elementos de red.

A continuación describiremos algunas de las conexiones más utilizadas entre los diferentes elementos de red de un sistema celular y una plataforma TMN.

3.1.1 Enlace de un Elemento de Red (NE) con el Sistema TMN a través de la propia red celular.

Tal y como se ha mencionado, uno de los objetivos principales al diseñar una red de gestión es el saber aprovechar los medios con que se cuentan, tanto para ahorrar costos como para explotar al máximo nuestros recursos.

Dentro de la red celular se tienen los enlaces de comunicación de 2Mbps (PCM), los cuales conectan a todos los elementos de red; tanto a las estaciones bases con los controladores de estaciones bases, estos controladores de igual manera son conectados al transcodificador de voz a través de enlaces PCMs y estos a su vez al conmutador principal, todo estas conexiones se realizan a través de enlaces de 2 Mb mas comúnmente llamados PCM.

Al tener toda esta red de comunicación celular, es de suponer que no todos los *timeslots* de un PCM son ocupados para cursar tráfico de voz y datos celulares, tal y como comentamos, lo que debe hacer un diseñador es conocer muy al detalle todo este tráfico para poder introducir, en los *timeslots* libres, tráfico para funciones de gestión y conexión con la plataforma TMN.

Una de los protocolos que se utilizan para la transmisión de información de gestión de un elemento de red (NE) hacia el sistema TMN es el protocolo X.25. Aunque es un protocolo antiguo cumple con las capas del estándar OSI. Este protocolo muchas veces es llevado a través de uno o dos *timeslots* libres, esto de acuerdo a la cantidad de información y la velocidad con que es necesario transmitir esta información, muy comúnmente puede estar entre los 64 y 128 Kbps.

En el siguiente gráfico 3.1 se representa las conexiones entre un controlador de estaciones bases (BSC) y la plataforma de gestión TMN.

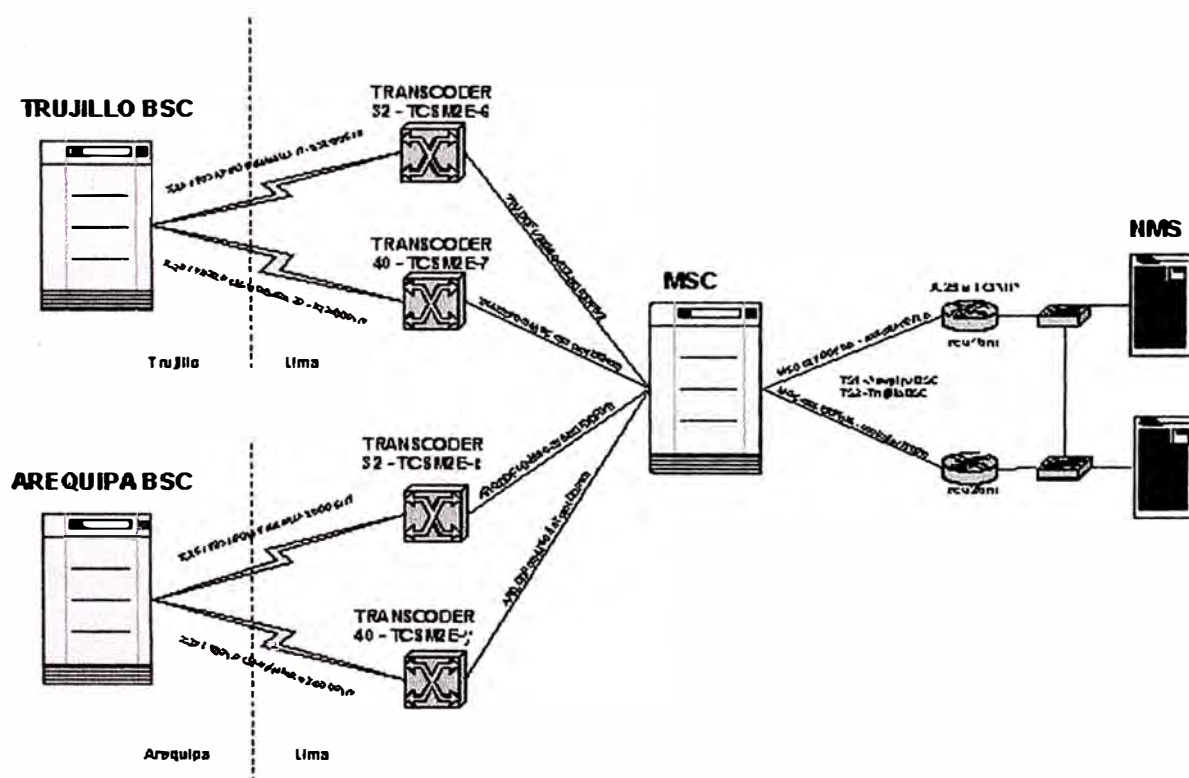


Figura 3.1: Conexión NE's y la red TMN a través de un enlace X.25 sobre PCM

En la figura 3.1 se tienen los enlaces PCM que se utilizan para la conexión de los controladores de estaciones bases (BSC) de provincia con los Transcoder que se encuentran en Lima para esto se utilizan los enlaces PCM y sobre estos enlaces se “introduce” la conexión X.25 (sobre el TS 30). La conexión entre el Transcoder y el MSC se realiza a través de otros PCM, el concepto del transcoder es el de un conmutador el cual se encarga de transformar la voz de 8 ó 13 Kbps, dependiendo del vocoder que se posea en la red, a 64 Kbps (velocidad de un *timeslot* del PCM), el canal donde se encuentra el X.25 no lo transforma y lo lleva de un *timeslot* a otro sin colocar ni modificar ningún bit. Una vez que el canal X.25 ha llegado al conmutador MSC este se encarga de transmitirlo a través de otro enlace PCM hacia un router (Cisco 3600) el cual a su vez se encarga de encapsular la trama X.25 sobre una trama Ethernet y transmitirlo a la plataforma de gestión TMN correspondiente, que para la mayoría de las plataformas es un sistema operativo UNIX, por la seguridad y eficiencia que presentan sobre una plataforma windows común.

3.1.2 Enlace de un elemento de red (NE) con la TMN a través de una red paralela (OSI - TCP/IP) (ASCII-Terminal server)

Otra solución que se puede implementar para la gestión de los elementos de red, es la creación de un red paralela (comúnmente Ethernet), por la cual se transmita toda la información de gestión de los elementos de red hacia la plataforma de gestión TMN. Esta solución como ya se puede estar pensando, es mucho mas costosa puesto que se necesita de la implementación de toda una red paralela a la red celular; lo que representa costos adicionales para la empresa, y si la red tuviera que ser a nivel nacional, podemos suponer cuan costosa resultaría tener este tipo de conexiones.

En el siguiente gráfico se puede observar una red Ethernet la cual esta internectando todos lo elementos de una red celular con la plataforma TMN, vale decir que esta red ethernet es totalmente independiente a la red de tráfico de voz celular y la red de señalización celular. Hay que aclarar que una de las ventajas de tener esta red independiente, es que al momento de realizar mantenimiento sobre esta no afecta en absoluto el tráfico celular que es el principal objetivo de todo el negocio.

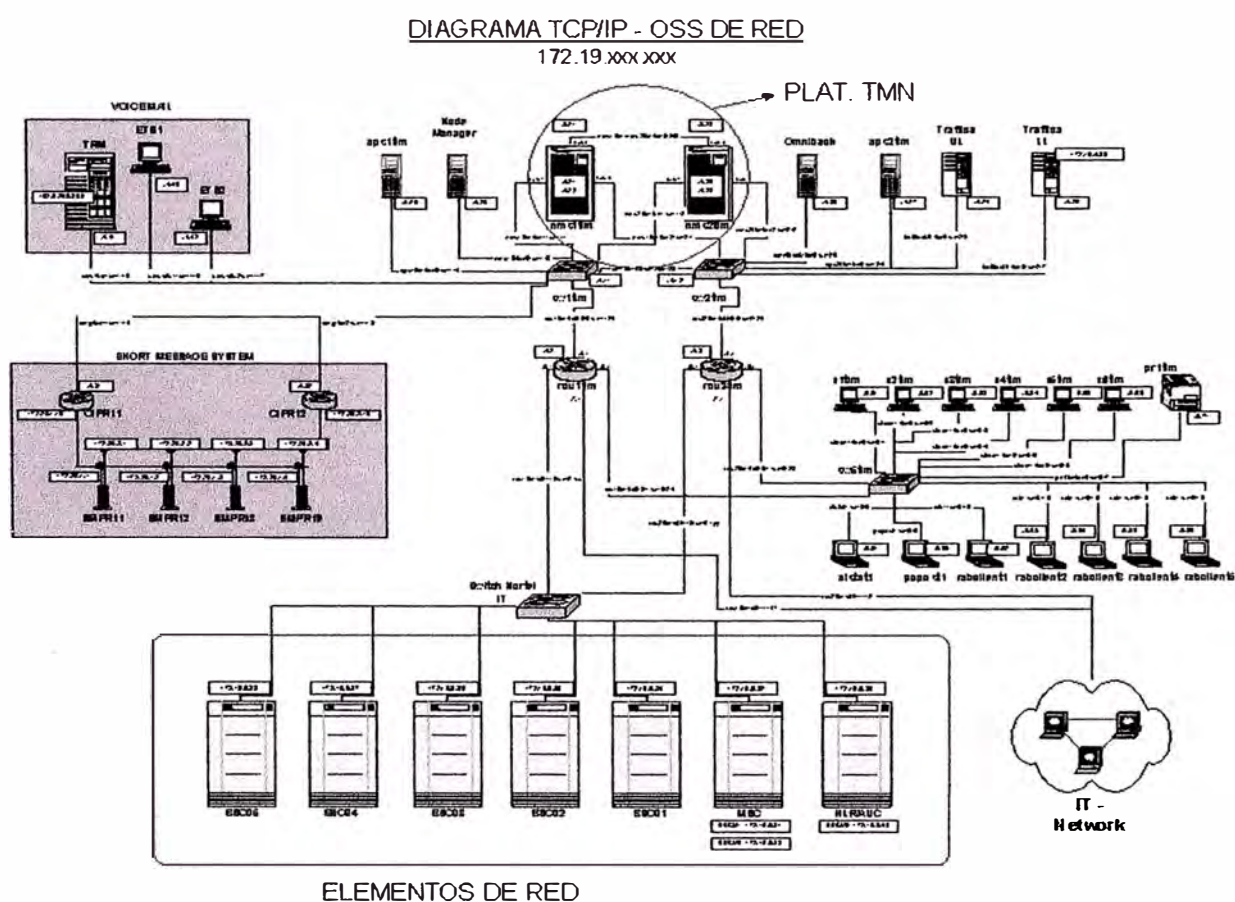


Figura 3.2: Conexión NE's y red TMN a través de una red paralela (Ethernet)

En la figura 3.2, se observa las conexiones ethernet entre la plataforma TMN contra todos los elementos de red y adicionalmente otras plataformas que son de valor agregado como el sistema de correo de voz.

Existen algunas centrales las cuales todavía no presentan tarjetas con interfaces Ethernet y para su interconexión se utilizan puertos asincronos como es el caso de un puerto RS-232 o enlaces para la transmisión de información como es el HDLC, para este tipo de elementos de red es necesario realizar algunas interfaces intermedias (MF: Mediation Function) los cuales pueden ser equipos que nos permitan encriptar esta información y ponerla sobre tramas ethernet como es el caso de un terminal server, el cual tiene puertos asincronos (interfaces DB25 o DB9) por un lado y esta información las empaqueta sobre tramas Ethernet para luego ser transmitida hacia la plataforma de gestión TMN.

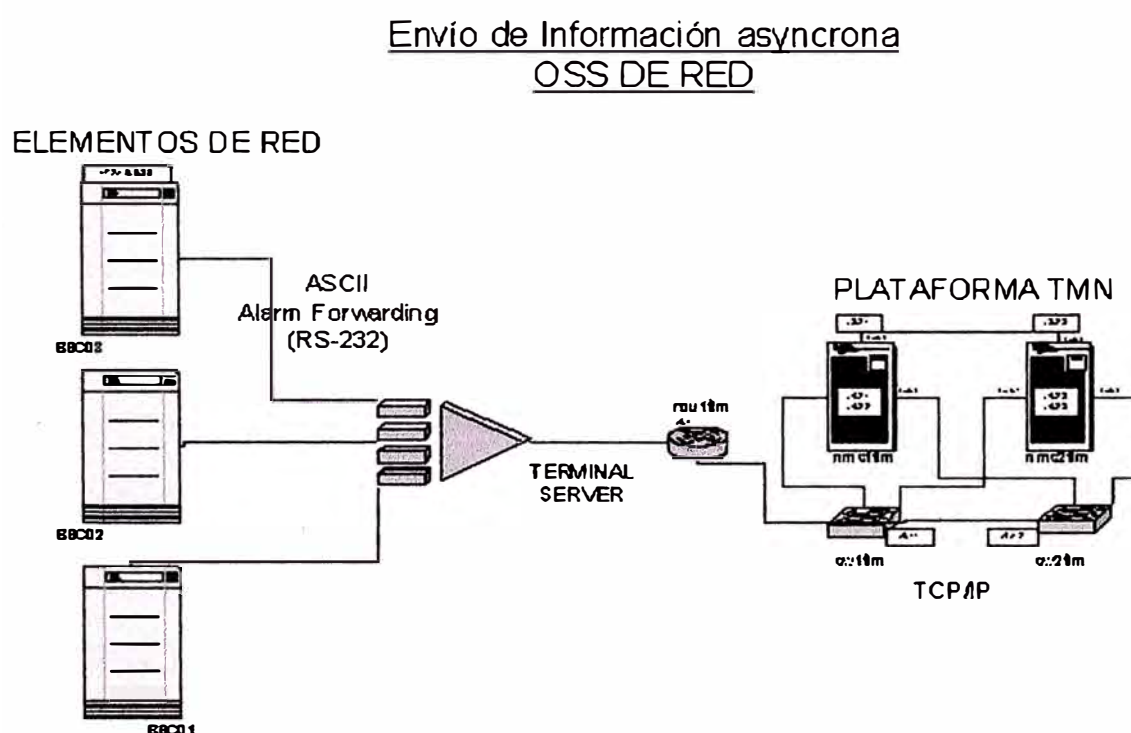


Figura 3.3: Envío de información asincrónica a través de dispositivos externos.

Toda esta información siempre tiene que ir acompañados de un agente y un gestor los cuales permitan al sistema operativo entender esta información y poder procesarla para luego ser mostrada en una forma entendible por el operador a través de una estación de trabajo.

3.1.3 Enlace de un NE con la TMN a través de otro equipo de la propia red BSC-BTS (tipos de supervisión de enlace cascada (spooling) o independiente).

En el capítulo anterior se ha descrito una conexión de este tipo, indicando como un canal de gestión del radio enlace (Q1) puede insertarse dentro de un enlace PCM de una estación base, para luego ser transmitido hacia el controlador BSC. Este BSC para nuestro caso es el elemento de red intermediario o bloque de mediación (MD), el cual se encarga de transformar y entender la información de ese canal Q1 y llevarla a un formato entendible por la plataforma de gestión TMN vía un enlace Q3.

Intentaremos no repetir los ejemplos ya mencionados, por lo que en esta oportunidad describiremos como es la comunicación de gestión entre una estación base celular BTS y una plataforma TMN.

Una estación base es la encargada de propagar la señal celular de una operadora dentro de un área determinada, llamada cobertura. Hay que mencionar que existen distintas clases de configuración de una BTS la cual puede ser sectorizada u omnidireccional, se menciona esto puesto que para ciertas aplicaciones, tal como es la gestión de configuración, es necesario conocer muy bien el tipo de elementos de red los cuales se gestionarán, y dependiendo de ello realizar la configuración en nuestra plataforma TMN.

Nos centraremos en conocer la integración de estas estaciones bases con la plataforma TMN, se ha mencionado que las estaciones bases no se conectan directamente a la plataforma de gestión, puesto que se tiene que tener en cuenta que en una red celular pueden existir miles de éstas, lo cual no existiría dispositivo de gestión alguno capaz de concentrar tanta cantidad de elementos y si esto fuera posible, sería una solución con costos de implementación demasiado altos.

Para llegar a controlar y gestionar todas las estaciones bases se tienen como elementos de mediación (MD) al BSC (Base Station Controller) el cual esta conectado directamente a la plataforma TMN, y para el caso en mención podríamos interpretarlos como un dispositivo de mediación de todas las estaciones bases de la red celular.

Todas las estaciones bases son conectados a los controladores BSC vía uno o varios enlaces PCM, en el capítulo anterior hemos mostrado la estructura de dicho enlace para GSM. Toda la información de gestión de una estación base se lleva por un enlace cuya velocidad puede ser variable, pero por lo general se acomoda en un time slot (64 Kbps) llamado en las redes GSM, OMU-SIG. Este canal de gestión permite al controlador BSC comunicarse con la estación base y llevarle la información necesaria tanto para la gestión de la BTS como la información que será llevada a los equipos móviles (celdas adyacentes, potencia de transmisión, frecuencia a la que se debe enganchar el móvil, etc.) que se encuentran bajo dicha BTS. En conclusión podemos decir que el controlador de estación base BSC es el cerebro de las estaciones base.

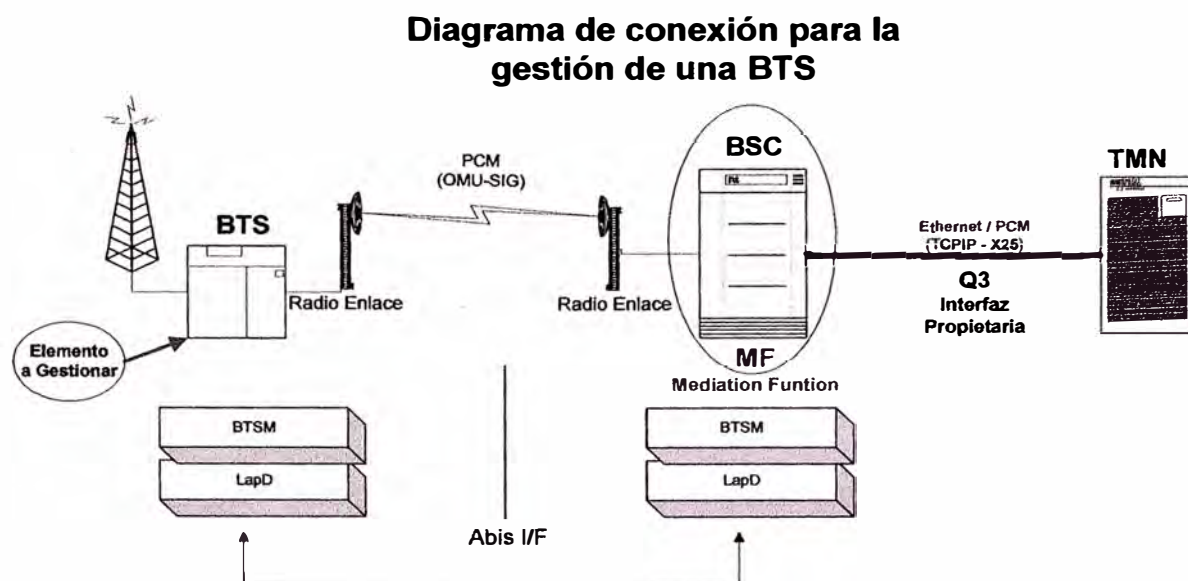


Figura 3.4: Diagrama de conexión para la gestión de una BTS

La estación base está conformada por una gran cantidad de tarjetas las cuales son gestionadas por una tarjeta controladora central, dicha tarjeta es la encargada de encaminar toda la información de gestión hacia el BSC (MD) y esta a su vez hacia la plataforma TMN.

3.2 Implementación de una red de comunicación de datos (DCN) para un sistema de gestión celular TMN.

Como se ha podido apreciar en este informe, una de las principales partes de un sistema de gestión es la Red de Comunicación de Datos (DCN), en todo el informe me he dedicado a explicar esta parte del sistema en todos sus aspectos; y a continuación daré en forma de caso práctico la implementación de una red de comunicación DCN con todos sus detalles.

Voy a comenzar aclarando que la Red de Comunicación de Datos en una empresa de Telecomunicaciones no sólo sirve de base para transportar información de gestión, muchas veces esta infraestructura es extendida para transportar todos los

servicios de telecomunicaciones. Adicionalmente la red DCN no sólo es la infraestructura de transporte si no que en la mayoría de los casos sirve como punto de mediación entre dos interfaces encargándose de la parte de mediación.

Recopilando un poco la información adquirida, hemos comentado que el sistema de gestión debe soportar enlaces PCM, conexiones X.25, conexiones TCP/IP, conexiones OSI y poseer algunas interfaces asíncronas como RS232 y HDLC; todos estos estándares y protocolos deberán ser parte de las especificaciones para la implementación de la red DCN y a su vez soportar el transporte e interconexión de estos estándares.

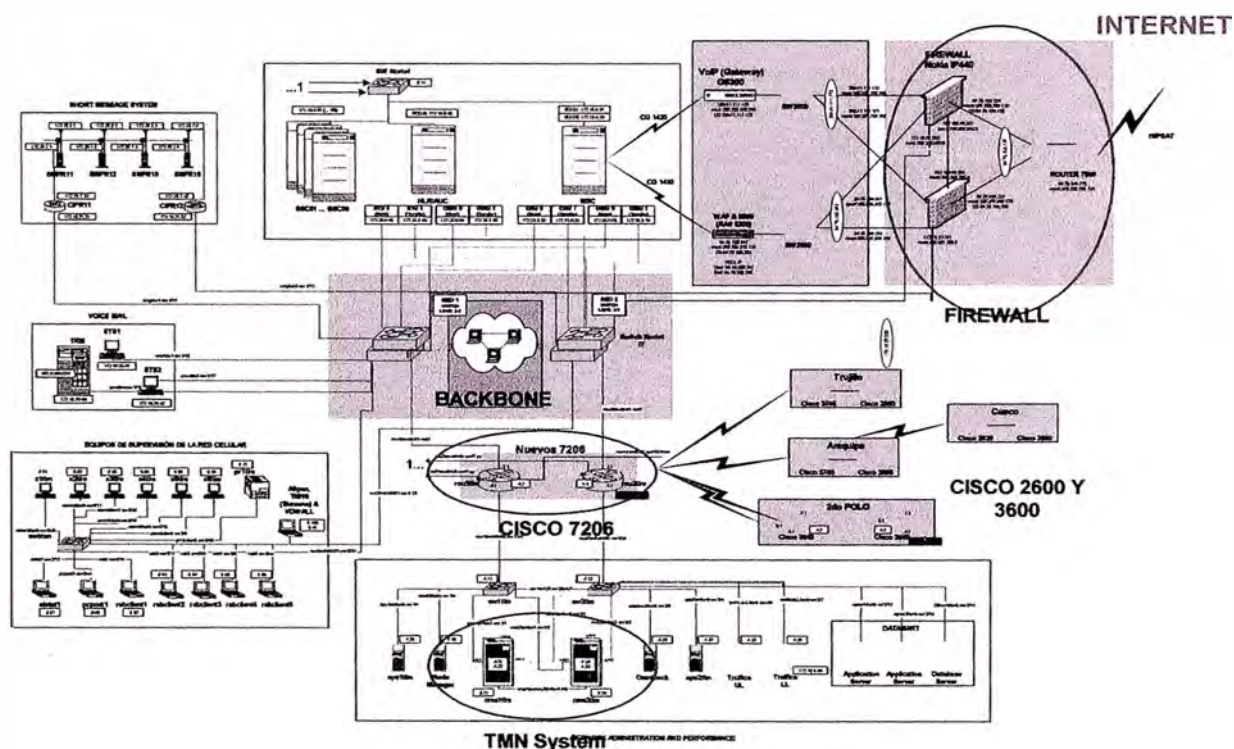


Figura 3.5: Diagrama de una Red de Comunicación de Datos TMN.

En la figura 3.5 podemos observar el diseño de una red de comunicación de datos (parte sombreada) las cuales cumplan con los requisitos básicos para un sistema de gestión TMN.

En la configuración presentada en la figura 3.5 tenemos los siguientes dispositivos de comunicación:

Item	Descripción		Precio
1	03 Routers Cisco 2620 con módulos E1 (provincias) 10/100 Eth Router w/2 WIC Slots, 1 Network		\$34,635.00
1.1	Module Slot	Uni	\$2,495.00
	Cisco 2600 Ser IOS ENTERPRISE PLUS	Uni	\$1,300.00
1.2	32 to 128MB DRAM factory upgrade for Cisco		
	261x/2xXM	Uni	\$2,850.00
1.3	16 to 32 MB Flash Factory Upgrade	Uni	\$500.00
1.4	2-Port Channelized E1/ISDN-PRI Balanced Network Module	Uni	\$4,200.00
1.6	(02) E1 Cable RJ45 to Dual BNC (Unbalanced)	Uni	\$200.00
2	02 Router Cisco 3640 (2do polo) Cisco 3600 4-slot Modular router-AC with IP		\$50,300.00
2.1	Software	Uni	\$6,500.00
2.2	Cisco 3640 Series IOS ENTERPRISE PLUS	Uni	\$1,600.00
2.3	16 to 32 MB Factory Flash Upgrade	Uni	\$600.00
2.4	32-to-128 MB DRAM Factory Upgrade	Uni	\$2,850.00
	(02) 1 Port F Eth 2 Port Chan E1/ISDN-PRI		
2.5	Balanced NM2	Uni	\$12,100.00
2.6	4-Port ISDN-BRI Network Module	Uni	\$1,100.00
2.7	(04) E1 Cable RJ45 to Dual BNC (Unbalanced)	Uni	\$400.00
3	02 Router Cisco 7206 (1er Polo polo) 7206VXR with NPE-400 and I/O Controller with		\$97,590.00
2.1	2 FE/E Ports	Uni	\$17,500.00
	Cisco 7200 Dual AC Power Supply Option,		
2.2	280W	Uni	\$3,000.00
2.3	Cisco 7200 Series IOS ENTERPRISE	Uni	\$3,000.00
	Cisco 7200 I/O PCMCIA Flash Disk, 128 MB		
2.4	Option	Uni	\$995.00
2.5	512MB Memory for NPE-400 in 7200 Series	Uni	\$6,300.00
2.6	8-Port BRI Port Adapter, S/T Interface	Uni	\$2,000.00
	8 port multichannel E1 port adapter with G.703		
2.7	120ohm interf	Uni	\$11,600.00
2.8	2-Port Fast Ethernet 100Base TX Port Adapter	Uni	\$3,800.00
2.9	Adapter cable-converts 75 ohm to 120 ohm		\$600.00
4	05 Switches Cisco 2950 con 24 puertos (para cada site)		\$6,000.00
5	Cableado estructurado para los tres polos		\$15,000.00
6	Enlaces de la red Dorsal para cada uno de los polos		\$0.00
7	Soporte de los Equipos Cisco (Anual)		\$5,000.00
8	(02) Switches de LEVEL 3 Nortel Passport 8600		\$100,000.00
9	(02) Firewall NOKIA IP440 - Firewall 1 Check		\$40,000.00
	Total		\$348,525.00

3.2.1 Backbone de la red DCN.

Cuando se habla del backbone de la red debemos estar pensando en equipos bastantes robustos y que soporten velocidades de transacción muy altas debido a la gran cantidad de información que pasará por estos equipos. El diseño se ha implementado con switches de datos NORTEL PASSPORT 8600 de nivel 3, los cuales posean interfaces gigabit (fibra óptica) para la interconexión entre ellos e interfaces 10/100 Mbps LAN para los demás dispositivos de la red. Estos Switches se caracterizan además por la capacidad de crear redes virtuales (VLANs) de tal forma de separar los diferentes servicios de la red.

Otra posible solución para este backbone son equipos CISCO 6500 con las mismas características mencionadas en el párrafo anterior.

3.2.2 Equipos de mediación en la Red de Comunicación de Datos.

Tal y como se ha venido mencionando en el informe, los equipos de mediación pueden estar contenidos en la propia plataforma de gestión o en entes externos, los cuales pueden ser colocados sobre la DCN. Para el caso práctico estoy colocando routers CISCO de la serie 2600 y 3600 con diferentes interfaces ISDN/BRI e ISDN/PRI para enlaces de 2 Mbps (E1s) para que sirvan de interfaces entre los diferentes elementos de red. Como se puede observar estos routers no se utilizan únicamente para el enrutamiento del tráfico TCP/IP si no que ayudan a interconectar los diferentes elementos de red con distintas interfaces.

Estos routers 2600 y 3600 deben tener su sistema operativo (IOS del sistema) Enterprise de tal manera que puedan soportar los protocolos de gestión OSI y TCP/IP además de enlaces Frame Relay y X.25.

3.2.1 Equipos de seguridad para la red de comunicación DCN – Firewalls.

Dentro de toda red de comunicación (DCN) deben existir equipos que nos ayuden a resguardar toda la información y accesos contra ataques internos o externos. En estos casos lo más recomendado es colocar firewalls dentro de la red. Estos firewalls por lo general nos permiten filtrar paquetes y enmascarar servidores internos en nuestra red. En nuestro caso práctico hemos colocado equipos Nokia IP440 de plataforma, y con el software de Checkpoint-1, el cual es bastante robusto y fiable en el mercado.

Las políticas que se creen en el firewall dependen mucho de la seguridad que se quiera crear, pero es recomendable que sólo se coloquen las políticas necesarias y no dejar ningún “hueco” por donde puedan realizarse ataques.

Otras de las funciones de los firewall es crear VPNs con otros operadores con encriptación L2TP con IPsec y puedan ser de interfaces entre dos sistema TMN o de lo contrario para servicios de valor agregado dentro de una red celular.

Las plataformas de los firewalls son variadas y pueden ser desde equipos CISCO hasta servidores con sistemas operativos como UNIX, Linux y Windows con diferentes productos como el ISA para windows el PIX de cisco; todo dependerá del presupuesto con que se cuente.

Los routers Cisco de la serie 7200 que se presentan en este informe cumplen varias de las funcionalidades mencionadas, puesto que sirven de soporte de la red LAN/WAN y adicionalmente como equipos de mediación para los elementos de red que se encuentran cerca a ellos. Es por eso que se estos equipos deben ser bastante robustos y además de tener las mismas características que los routers de las series 2600 y 3600.

3.3 Estructura y distribución de una red de gestión TMN.

Se ha venido definiendo poco a poco el concepto de una red de gestión TMN y en este apartado se tocará el tema de la configuración punto y multipunto de las plataformas de gestión con algunas de sus características.

Tal y como se describió en el primer capítulo, las plataformas TMN pueden ser tan complejas como lo requiera su diseño y configuración, esto no quiere decir que para supervisar un simple elemento de red debamos tener una plataforma complicada de elevados costos, o si supervisamos todo un sistema de telecomunicaciones se tenga una única máquina sin ningún tipo de protección, siempre hay que tener los criterios y las conclusiones de costo beneficio en la toma de decisión al momento de adquirir o implementar este tipo de plataformas. A continuación describiremos los conceptos de una plataforma punto a punto y de una plataforma punto multipunto y distribuida.

3.3.1 Configuración punto a punto.

Cuando estamos hablando de una plataforma punto a punto, nos referimos a una plataforma TMN la cual se conecta únicamente a un elemento de red y realiza gestión únicamente sobre este elemento. Generalmente, y por lo que he podido apreciar en mi experiencia, este tipo de plataformas manejan protocolos propietarios, puesto que son los mismos fabricantes los que diseñan la plataforma de telecomunicaciones y la plataforma de gestión y mantenimiento. Esto conlleva a que el operador de los equipos tenga un panorama reducido para poder realizar la gestión de estos equipos y al final de cuentas puede costarle mucho dinero a la empresa.

Para dar solución a este tipo de problemas de plataformas propietarias, los sistemas brindan la opción de poseer protocolos abiertos de comunicación, el cual permita el envío de la información hacia un sistema central de gestión y conseguir la implementación de un DATAMART donde se almacene toda la información de la red para poder realizar informes que ayuden o soporten a la toma de decisiones de la alta gerencia.

En la figura 3.6, se representará este tipo de plataformas con la opción que se mencionaba de poseer una interfaz adicional abierta, la cual le permita conectarse con el centro de gestión nacional TMN.

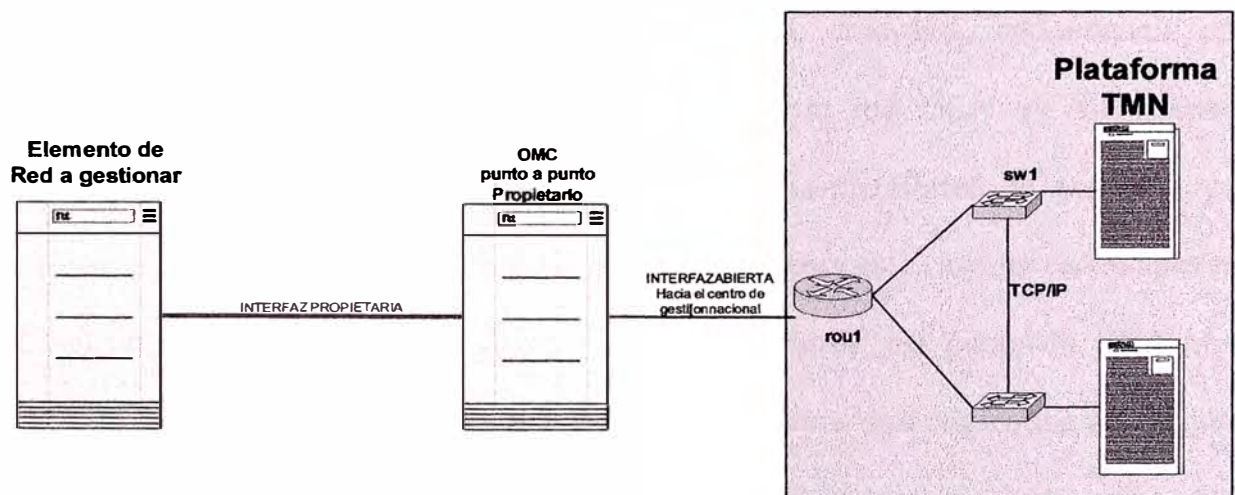


Figura 3.6: Configuración punto a punto

En conclusión, podemos decir que estas plataformas punto a punto son especiales para equipos de telecomunicaciones que no cuenten con la capacidad de comunicación externa a equipos de gestión que posean interfaces abiertas; generalmente este tipo de plataformas de gestión punto a punto son adquiridas junto con los elementos de red, de tal manera de brindarle una interfaz mas amigable al usuario final para su respectivo mantenimiento.

3.3.2 Configuración punto multipunto y distribuida.

Cuando se habla de una plataforma punto multipunto y distribuida, por lo general se refiere a plataformas de un grado de magnitud y complejidad superior a las plataformas punto a punto. Se dice distribuida debido a que la información de gestión es procesada sobre distintas plataformas ya sea hardware, software o en ambos. Esta distribución se realiza de acuerdo al grado de importancia que se le dé a la plataforma y su funcionalidad; por ejemplo se puede tener una plataforma cuya principal función es la de supervisión de alarmas, se tendrá que tener cuidado en la parte de comunicación con los elementos de red, colocando redundancia en procesadores y para los equipos de transporte de la red DCN en los routers respectivos. De la misma manera se pueden tener una plataforma de gestión cuya función sea proporcionar estadísticas de performance, para este caso las redundancias se aplicarían sobre la base de datos y los procesadores; así podemos tener una combinación de muchas variables y finalmente tendríamos una plataforma de gestión bastante compleja con procesos distribuidos y redundancias en muchos puntos. La mayoría de estas plataformas distribuidas aplican el concepto de cliente servidor, el cual es una manera de descentralizar y distribuir mejor las tareas de dicha plataforma.

En la figura 3.7, se presenta un sistema de supervisión y gestión punto multipunto con redundancia de servidores y adicionalmente distribuida (centro de gestión central y regional) el cual esta gestionando múltiples Elementos de Red.

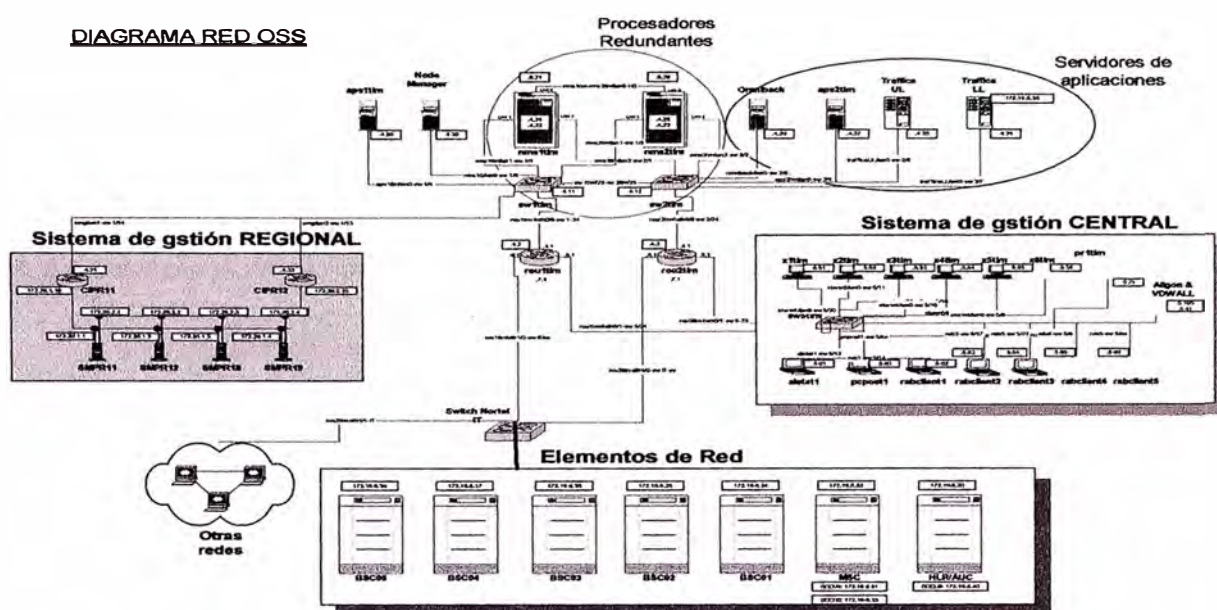


Figura 3.7: Configuración de una Plataforma TMN Punto-Multipunto y Distribuida

a

parte de ser redundantes, son con carga compartida, esto quiere decir que estamos hablando de una plataforma con procesos distribuidos y redundantes de tal manera que si uno cambia a un estado de inoperatividad el otro tomaría todo el control. De igual manera existen procesos externos e internos que dan valor agregado a nuestras plataformas de gestión, los cuales permiten tener un mejor control sobre la red y por lo tanto una mejor calidad de servicio.

Existen muchos casos para una plataforma punto multipunto, sobre todo si mencionamos a una plataforma multivendor, la cual posee interfaces normalizadas para diferentes tipos de elementos de red que manejan distintos protocolos de comunicación.

Hay que recalcar nuevamente que una de las características de este tipo de plataformas, es la distribución de sus procesos la cual se incorpora debido a la importancia que se le viene dando al sistema de gestión. Al tener una plataforma distribuida conlleva a muchas ventajas de velocidad, performance, fiabilidad y

seguridad, puesto muchas veces las funciones son independientes unas de otras, aunque estemos hablando del mismo sistema.

3.4 Criterios de diseño y Características de una plataforma TMN.

Los siguientes son criterios de diseño y claves para poder diseñar una red TMN actuales:

Rapidez de desarrollo para nuevos servicios y nuevas tecnologías; referido a la flexibilidad del sistema, el cual deberá estar preparado para nuevas especificaciones y nuevas tecnologías que aparezcan en el mercado.

Soportar entornos multivendedores y con arquitecturas de interfaces estándar; referido a soportar distintos protocolos y poseer interfaces estándares que soporten equipos de diferentes proveedores del mercado, cuanto mas interfaces posea el sistema estará mejor preparado.

Software reusable y portátil; el software que posea el sistema de gestión no deberá ser rígido y permitir que el mismo software sea utilizado para diferentes elementos de red. Portátil, debido a la posibilidad de migrar de una plataforma a otra sin dificultades de ataduras software-hardware.

Plataforma totalmente programable; el sistema operativo debe poseer un lenguaje abierto a cambios y adición de programas sin mayores problemas, generalmente se utilizan sistemas operativos como UNIX por ser el más adecuado para programar.

Bajo costo inicial de desarrollo; el sistema de gestión debe comenzar con un presupuesto bajo e ir creciendo (escalabilidad) de acuerdo a las necesidades y requerimientos que se presenten en las empresas.

Supervivencia; se refiere a que este tipo de sistemas debe planificarse con un ciclo de vida bastante alto, como mínimo 5 años para justificar sus gastos de implementación y desarrollo.

Procesamiento distribuido; referido a la fiabilidad y performance que debe poseer el sistema.

Diseño orientado al objeto; tal y como lo discutimos en el capítulo I este paradigma es el ideal para implementar la estructura de la base de datos del sistema de gestión.

Soportar los siete niveles de OSI y mensajes CMISE; referido a la estructura de comunicación, que deberá basarse en el modelo OSI tanto internamente como externamente el sistema de gestión.

Funcionalidades modulares; esta es una de las más importantes, puesto que el sistema deberá ser modular para poder crecer de acuerdo a las necesidades que surjan y según el crecimiento de la red de telecomunicaciones.

Se han mencionado dentro de este capítulo muchas de las características de una plataforma TMN, de las cuales vamos a resumirlas y mencionar las principales.

Primero mencionaremos la distribución de los procesos y tareas debido a la seguridad de la plataforma y a la performance de la misma. Seguridad debido a la importancia de este tipo de plataformas TMN, las cuales deben estar operativas todo el tiempo y deben tener redundancias en los procesadores (hardware); y performance debido a que teniendo distribuida las tareas podemos decir que la velocidad de respuesta de estas plataformas incrementaría al realizarse tareas en paralelo.

En segundo lugar podemos mencionar que sea una plataforma fiable, puesto que la integridad y credibilidad de los datos debe ser la mayor posible. Con esto aseguramos a que el usuario final confíe en la plataforma y que su uso se haga cada vez más importante.

En tercer lugar podemos mencionar la robustez del sistema, el cual se consigue con algunas de las características anteriores, ya sea por redundancia en las partes críticas del sistema, como en el sistema operativo que se utiliza. Cabe mencionar que la mayoría de las plataformas son desarrolladas en plataformas UNIX con base de datos resistentes, lo cual encarece bastante al producto final.

En cuarto lugar y por último se tiene la flexibilidad, es otra de las cualidades y puede que sea la más importante que debe brindar una plataforma TMN, esta característica esta referida a la parte final del usuario, la cual debe ser lo más amigable posible y fácil de usar, si existe un buen diseño de la estructura de información el usuario estará en la capacidad de crear nuevos aplicativos y reportes sobre los ya existentes, de tal manera que dé mayor valor al producto final de TMN.

Todas estas características en conjunto son un resumen lo que hace que un sistema de gestión sea aceptable y que tenga éxito en su funcionamiento.

CONCLUSIONES

1. Como primer punto se ha podido observar tanto el uso del protocolo TCP/IP para la transmisión de datos de gestión, como de los protocolos y estándares establecidos por la organización internacional de Normalización ISO; aún cuando inicialmente los estándares y protocolos establecidos para estos sistemas eran sólo los dados por la ISO. En la actualidad se utiliza, para algunos casos, protocolos tales como FTP y TELNET en vez de los protocolos FTAM y VT de la ISO/OSI. Estos cambios se han debido principalmente al gran auge y avance del protocolo TCP/IP, lo que conlleva a una reducción de costos sustancial para las empresas.
2. Otro de los puntos importantes expuestos en este informe y uno de los factores claves para el éxito del sistema de gestión, es el uso del paradigma orientado al objeto. Gracias a este modelo de información se han podido desarrollar todas las funcionalidades existentes y que brinda un sistema de gestión.
3. El uso de los enlaces PCM en las redes celulares es de mucha ayuda y han facilitado en gran medida la implementación del backbone del sistema de gestión, permitiendo la comunicación con los elementos de red y optimizando recursos en las empresas.

4. Con la información expuesta en este informe se ha podido demostrar la importancia y la necesidad para toda red de telecomunicaciones de contar con un sistema de gestión, el cual les permita facilitar y ayudar a las diferentes áreas de administración a desarrollar mejor sus trabajos. Se está mencionando la palabra "necesidad" debido a que gracias a estos sistemas las empresas se permitirían, entre otras cosas, lo siguiente: el ahorro de tiempo en tareas rutinarias del personal, el tiempo de respuestas en la actuación ante fallas del sistema, la optimización de la red con un adecuado sistema de gestión de estadísticas y de configuración de la red y finalmente el ahorro en cantidad de personas (Recursos Humanos) contratadas para la operación, el mantenimiento y en general todo lo relacionado con la gestión del sistema de telecomunicaciones.
5. Además de todos los recursos mencionados en el punto anterior, en este informe se han resumido las diferentes funcionalidades que pueden tener estos sistemas de gestión, de las cuales no es necesario incluir todas; un sistema de gestión puede contener desde una hasta varias funcionalidades; todo depende del grado de complejidad con que se quiera tener al sistema. Todas las funcionalidades que se tienen deben seguir siempre con los conceptos y estándares mencionados en este informe, esto es importante cuando se habla de plataformas abiertas las cuales pueden interconectarse a cualquier elemento de red o equipo que se quiera gestionar.

BIBLIOGRAFÍA

1. Salah Aidarous and Thomas Plevyak
**“Telecommunications Network Management into the 21st Century
IEE The institution of Electrical Engineers”**
1993 – Editorial Board
2. Unión Internacional de Telecomunicaciones.
**“UIT-T M.3010; Principios para una red de gestión de las
telecomunicaciones.
Recomendación UIT-T M.3010”**
1996 - UIT
3. Rafael Ayuso, Blanca Ceña, Mar Fernández, Berta Millán y M. Saturnina Torre
“Comunicaciones Móviles GSM”
1999 – Fundación Airtel
4. HP Computers Systems
“HP-UX Systems and Network Administration II”
1998 – Hewlett Packard
5. Commer, Douglas E.
**“Internetworking with TCP/IP, Vol. I: Principles, Protocols, and
Architectures”**
1995 - Prentice Hall (3rd Ed.)
6. NOKIA Documentation.
“NMS2000 - Network Management System library”
2002 - NOKIA
7. NOKIA Documentation Training.
“Introduction to GSM”
2001 - NOKIA
8. Fundamentos de RPC
<http://www.opengroup.org/onlinepubs/9629399/chap2.htm>
<http://www.ja.net/documents/NetworkNews/Issue44/RPC.html>
Suplemento de Internet
9. Introducción al protocolo SNMP
<http://www.rad.com/networks/1995/snmp/snmp.htm>
Suplemento de Internet