

Red de Transporte para los Sistemas de Gestión de Tráfico de la Dirección General de Tráfico

Los sistemas de Control de Tráfico, últimamente conocidos bajo el término más amplio Intelligent Transportation Systems (ITS) son sistemas diseñados para que los responsables de la gestión de tráfico urbano o interurbano dispongan de la información adecuada que les permita una gestión eficiente.

La información sobre el tráfico rodado se obtiene de multitud de lugares, con diferentes sensores y equipos de adquisición de datos y en formatos muy distintos, por lo que debe almacenarse y presentarse en el Centro de Gestión para poder tomar las decisiones que afecten al tráfico en el momento oportuno.

Es evidente que para que se pueda recibir la información de los equipos de campo en el Centro de Gestión de Tráfico o transmitir la información adecuada al conductor con la suficiente rapidez es imprescindible la existencia de un sistema de comunicaciones que transporte la información.

En este documento se presentan las tecnologías que se implantan en las redes de comunicaciones aplicadas a los sistemas de Control de Tráfico Interurbano, en la Dirección General de Tráfico por tanto los sistemas de difusión de la información directamente al vehículo (p.e HAR, RDS-TMC) no son objeto de análisis en este documento. El éxito de un Sistema de Control de Tráfico se basa en el análisis combinado de la información que proporcionan un conjunto de equipos instalados en campo como pueden ser los siguientes:

- Estaciones de Toma de Datos, datos de tráfico.

• **Jesús Díez de Ulzurrun Mosquera**

Subdirector General de Seguridad Vial. Dirección General de Tráfico. Ministerio del Interior



- Estaciones Meteorológicas, datos de meteorología.
- Postes de Auxilio en carretera SOS, señal de audio con voz y datos de situación, alarmas.
- Paneles de Mensaje Variable, información al usuario.
- Señales de Aviso y Limitación de Velocidad, información al usuario
- Cámaras de Televisión (CCTV), ayuda a la explotación.

Los operadores de los Centros de Gestión de Tráfico necesitan que esa información se presente en sus puestos de decisión en la forma adecuada: pantallas gráficas, monitores de TV o informes impresos, y el momento oportuno (tiempo real).

Siendo así que los requisitos que ha de cumplir cualquier sistema de comunicaciones que transporte la información de un sistema de Control de Tráfico deben ser:

- Comunicaciones en "Tiempo Real".
- Integración de distintos formatos de información (datos, audio, vídeo).-
- Distancias de transmisión variables entre unos pocos Km. a cientos de Km.
- Necesidad de un elevado número de canales para CCTV.
- Seguridad, redundancia y tolerancia a fallos.
- Uso de estándares homologados por el C.C.I.T.T.

De los compromisos anteriores hay que resaltar la necesidad de un elevado número de canales para CCTV, pues para el operador éste es un elemento que informa y proporciona una confirmación fidedigna y por desgracia es el que mayores recursos de comunicaciones consume.

Esta exigencia ha sido clave en la selección de tecnologías de comunicaciones para ITS por la Dirección General de Tráfico, utilizando una red con tecnología SDH para transmisión de formatos de datos, audio y vídeo codificado y otra red independiente como seguridad y apoyo para transmisión de vídeo analógico y/o digital en tiempo real.

EVOLUCIÓN

Para entender la evolución de los sistemas de comunicaciones que se han ido implementando en los sistemas de control de tráfico, conviene analizarlos en función del formato.

Datos

Los equipos de campo de adquisición de datos y de información al usuario, mantienen desde sus orígenes el mismo formato de datos y el mismo interfaz (serie RS-232 o similar), hasta el cambio de ERU con protocolos normalizados bajo estándar TCP/IP, las redes para llegar a ellos han pasado de ser cable de cobre a ser una solución mixta de cobre y fibra óptica y en un futuro todo fibra óptica.

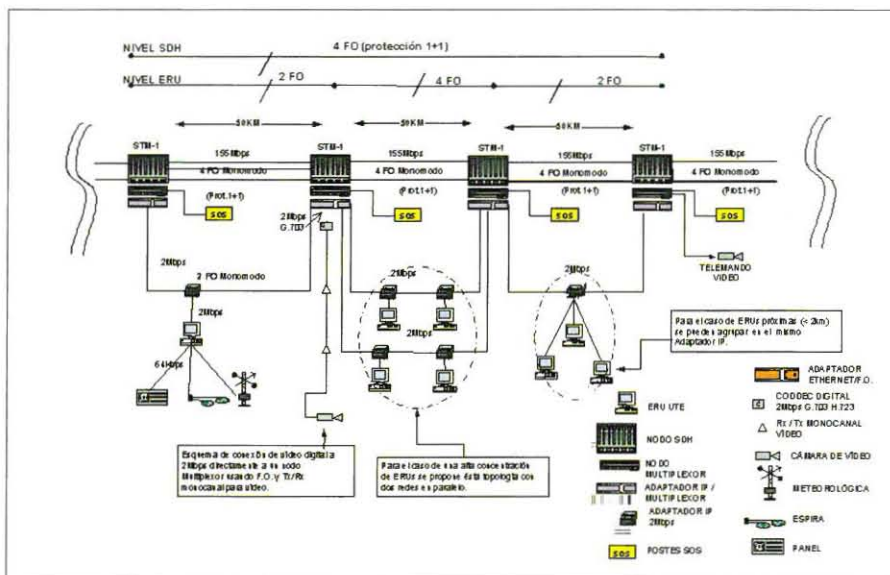
Se observa que la gran transformación de las redes se produce con la aparición de las tecnologías TDM de multiplexación SDH, que permiten instalar una red troncal abier-

La Dirección General de Tráfico ha normalizado el uso de red SDH en sus diversas modalidades, como veremos más adelante, bajo subredes IP del tipo LAN donde cuelgan las Estaciones Remotas Universales.

El equipo de campo que transmite una señal de audio es el poste de auxilio, que transmite una señal analógica de 300 a 3200 Hz. En la actualidad se usa el poste con tecnología digital para transmisión directa por fibra óptica hasta el centro de control, del que se prevé una considerable expansión.

El equipo de campo que transmite una señal de vídeo es la cámara de TV, que transmite una señal analógica (1 Vpp, 75 Ohm). Esta señal, de gran calidad, se transmitía analógicamente por cobre hasta la aparición de la F.O.

Las tecnologías de compresión permiten hoy día comprimir la señal de vídeo digi-



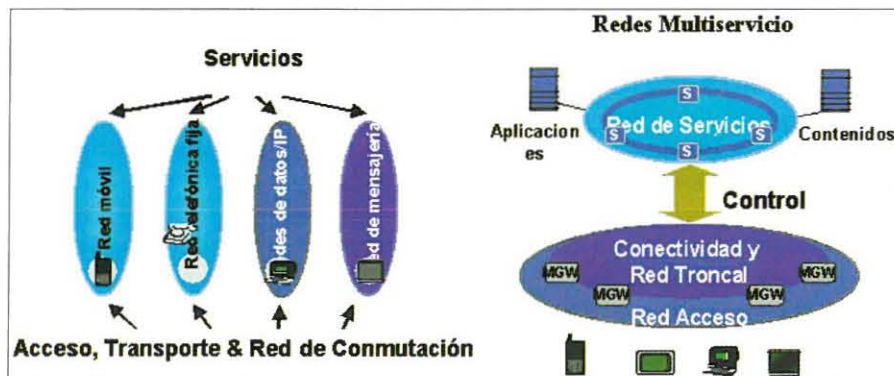
Realmente tan solo a partir de 4/6 Mbps (con compresión MPEG-II), se puede decir que la calidad de la señal es comparable, desde el punto de vista de la Gestión de Tráfico, a la señal analógica, pero desgraciadamente el coste de canales que esto supone es muy elevado, dentro de los disponibles en la red SDH, por lo que la Dirección General de Tráfico ha optado, como se ha indicado, por la instalación adicional de una red exclusiva para la transmisión de las señales analógicas o digitales que proporcionan las cámaras de TV en tiempo real.

En algunos países (USA, Sudamérica) en los que las distancias son muy largas y las infraestructuras físicas son muy costosas se ha mantenido una tradición de sistemas inalámbricos de radioenlaces y satélites que

Topología

En función de ello, las redes pueden ser del tipo árbol o estrella, punto a punto/multipunto o configuraciones en anillo tipo bus.

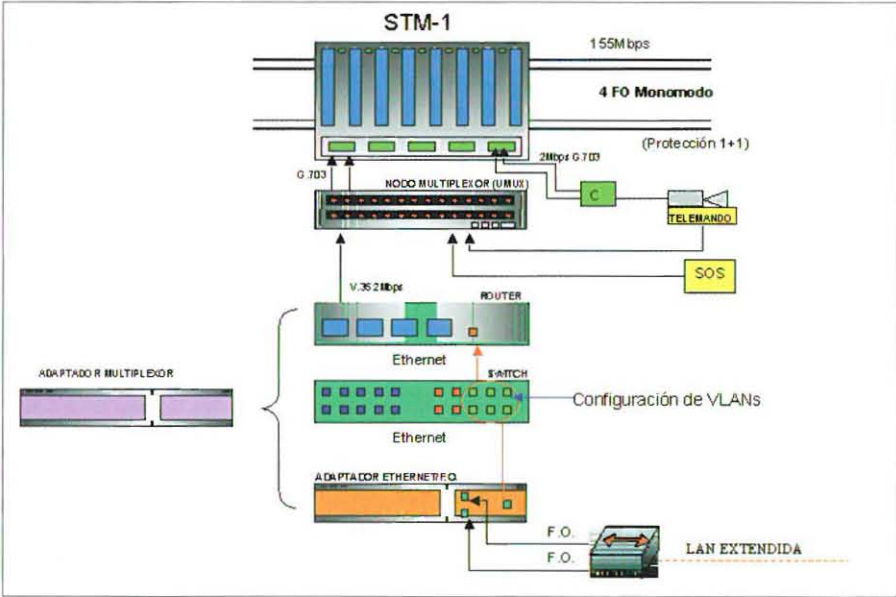
El nivel de distribución está compuesto por las distintas sub-redes que integran todos los elementos de campo (detectores, seña-



les) localizados en un determinado segmento de la autopista y que se concentran en la Estación Remota, la cual está unida en IP con el nivel de concentración o transporte. El nivel de concentración consiste en la red troncal SDH en sus diversas versiones, encargada de integrar las distintas sub-redes del nivel de distribución IP y de transportar esta información largas distancias hasta el Centro de Control.

Nivel de Concentración o Transporte

Este nivel tiene sentido cuando las distancias de comunicación superen los 20-50 Km. Para distancias inferiores se puede pensar en una única red de distribución conectada directamente al Centro de Control. La red del nivel de concentración debe proporcionar suficientes canales de comunicación y ancho de banda para transportar toda la información del sistema de control de tráfico. La configuración típica es en anillo, con configuraciones que permitan proporcionar redundancia, con una separación media entre nodos de 30-60Km. La red de transporte para multiservicios normalizada por la Dirección General de Tráfico es bajo tecnología SDH. Las redes SDH son actualmente las más utilizadas para los sistemas de Control de Tráfico. Tiene la ventaja de estar muy extendidas como redes de telecomunicaciones para telefonía pública y permiten integrar fácilmente audio, datos y vídeo. Además al ser éste un producto maduro se dispone de gran número de proveedores, evitando los problemas asociados a soluciones propietarias de un único suministrador. Las redes SDH ofrecen una inversión segura debido a que servirán de base para sustentar la próxima generación de redes de telecomunicaciones, la Broadband-ISDN (B-ISDN), que se está desarrollando con tecnología ATM. El estándar SDH define múltiples niveles de funcionamiento (STM-1 a 155 Mbps, STM-4 a 622 Mbps, STM-16 a 2,4 Gbps) lo que asegura ancho de banda suficiente para su utilización en ITS y, además, ofrece todas

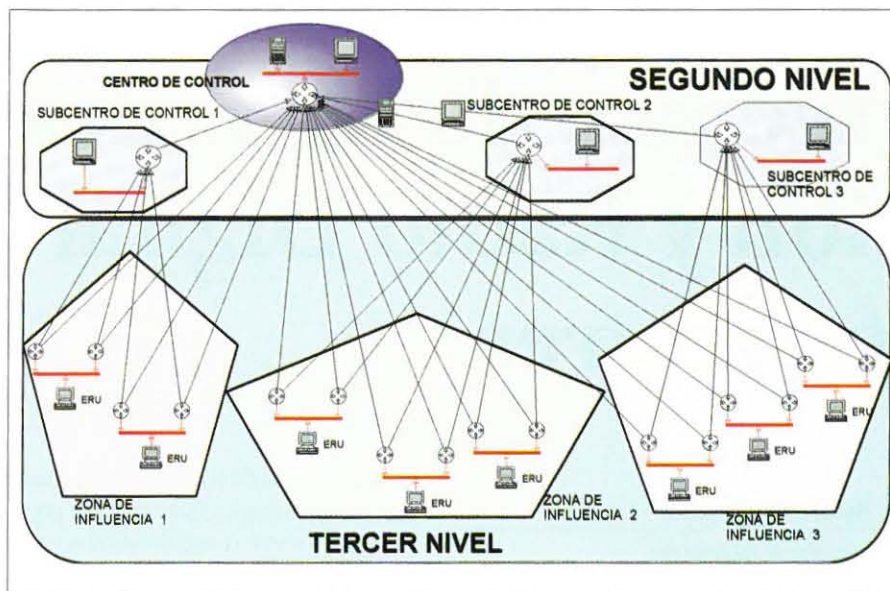


las características para cumplir requerimientos que resumíamos en la introducción, admitiendo por ejemplo, configuración redundante en anillo e interconexión con otras redes SDH. El detalle de un nodo estándar es el anterior. Como puede verse, un nodo está constituido por un equipo multiplexor SDH, a nivel STM-1, que se conecta a la red troncal mediante 4 interfaces ópticas (configuración 1+1). A este multiplexor se agregan los canales E1 (2Mbit/s) procedentes de distintas interfaces como un multiplexor PCM, codecs de cámaras, etc. El mux PCM permite agregar en tramas E1 los datos de más baja velocidad procedentes de los postes SOS, telemandos de cámara, y en ocasiones encapsulando los datagramas IP de las LAN extendidas (ERU's). A través de las LAN extendidas (LAN Ethernet, que se extienden alrededor de 50 Km. a través de un medio óptico) se hace llegar el tráfico procedente de hasta 9 estaciones remotas o ERU's a las NCA's asociadas, y de ahí a un subcentro de control. Las ERU's son los dispositivos encargados de recoger la información procedente de varios sensores meteorológicos, y a su vez suministran la inteligencia necesaria para el manejo de los paneles de señalización variable. Toda la información que llega a un nodo

SDH determinado, es encapsulada en contenedores VC-12 (2 Mbit/s) dentro de la trama STM1 (155 Mbit/s, 63x2 Mbit/s), la cual se envía al subcentro de control de la red. El esquema lógico de funcionamiento es el del siguiente gráfico.

Nivel de Distribución

La red de comunicación del nivel de distribución se encarga de concentrar toda la información que se transfiere entre los equipos de campo y el Centro de Control en el entorno de un nodo de comunicación de la red troncal o de concentración. (NCA), formando subredes (LAN) donde se cuelgan las Estaciones Remotas que son las encargadas de efectuar de interfaz con los equipos de carretera. Estas sub-redes incluyen varias Estaciones Remotas para agrupar los equipos de campo en entornos más reducidos. En el nivel de distribución el audio (y el vídeo si está codificado) se conectan directamente al nodo de la red troncal mediante interfaces de 64 Kbps o canales E1/T1 (2 Mbps). Las configuraciones típicas de estas sub-redes son punto a punto, multipunto o en bus. La configuración adoptada por la Dirección General de Tráfico es del tipo LAN, Ethernet por fibra óptica con el equipamiento de routers y switches apropiados y que



proporciona hasta 100 Mbps de ancho de banda, utilizando equipos estandarizados. El concentrador de datos que hace de interface con los equipos de campo, es la llamada Estación Remota Universal que funciona bajo estándar IP.

Situación Actual Red Multiservicio Dirección General de Tráfico

A día de hoy las redes en servicio dentro del sistema de gestión de carreteras, así como su distribución geográfica son las presentadas en resumen en el siguiente mapa.

El número de nodos SDH+Mux PCM se acerca a las 100 unidades como red de transporte, existiendo más de 400 ERU's en funcionamiento en Red LAN (TCP/IP) como red de distribución.

Así hay en operación los siguientes Nodos:

- Noroeste: une: Benavente-Lugo-A Coruña-Santiago de Compostela-Pontevedra-Ourense-Benavente.
 - Asturias: une: Oviedo-Avilés-Gijón.
 - Castilla-León: une: Valladolid-Tordesillas-Adanero-Madrid-Burgos-Valladolid-Benavente.
 - Madrid: une: Madrid-M-40-Adanero-Accesos a Madrid.
 - Valencia: une: Valencia-Accesos a Valencia.
 - Sevilla: une: Sevilla-Accesos a Sevilla.
 - Málaga: une: Málaga-Accesos a Málaga.
- Ya muy corto plazo, la red cubrirá la totalidad del territorio nacional, e incluso se conectará con otras redes paneuropeas, ya que se están realizando proyectos de unión entre:

Madrid – Badajoz.
Madrid – Valencia
Madrid – Sevilla
Sevilla – Huelva
Sevilla – Málaga – Granada.
Madrid – Zaragoza. Etc...

Con esta infraestructura de Nodos SDH, la Dirección General de Tráfico dispondrá de una red de alta calidad, con alta velocidad de transmisión, con facilidad de inserción, extracción, gran disponibilidad y posibilidad de ampliación.



GLOSARIO DE TÉRMINOS.

ATM. Synchronous Transfer Mode.
BACKBONE. Red Troncal.
B-ISDN. Broadband ISDN.
CODEC. Codec/Decoder.
DSL. Digital Subscriber Line
EDGE. Enhanced Data GSM Environment.
ERU. Estación Remota Universal.
FDI. Fibre Distribution Data Interface.
FDM. Frequency Division Multiplexing
F.O. Fiber Optic.
GSM. Group Special Mobile.
HDSL. High Data Rate DSL.
IP. Internet Protocol.
ISDN. Integrated Services Digital Network.
ISO. International Standard Organization.
ITS. Intelligent Transportation Systems.
LAN. Local Area Network.
PDH. Plesiochronous Digital Hierarchy.
SDH. Synchronous Digital Hierarchy.
SNMP. Simple Network Management Protocol.
SONET. Synchronous Optical Network.
STM. Synchronous Transport Module.
TCP. Transmission Control Protocol.
TDM. Time Division Multiplexing.
TNM. Telecomunicaciones Management Networks.
WAN. Wide Area Network.
WDM. Wavelength Division Multiplexing.

