

Sistemas de control en túneles

Alfonso Amigo; Ingeniero Técnico de Telecomunicación
Álvaro Mallol; Ingeniero Superior de Telecomunicación

Objetivos y particularidades

Las instalaciones en túneles se fundamentan tradicionalmente en normativas centradas en la seguridad básica de las mismas y en cómo afectan a los usuarios tanto en la circulación normal como en situaciones de emergencia. Superado ese hito necesario, la nueva generación de túneles tiene un objetivo prioritario anexo: maximizar la seguridad activa y pasiva del conductor –incorporando nuevos dispositivos, componentes y sistemas- así como optimizar los recursos de gestión del túnel, buscando un equilibrio razonable con el ahorro energético, de componentes y, en consecuencia, de costes de instalación y mantenimiento.

Para alcanzar este doble objetivo con éxito una característica clave consiste en la necesidad de integración y coordinación de distintos subsistemas. Nada trivial, puesto que en estos sistemas de control se mezclan redes y componentes con un protocolo típico de control con otros sistemas diferentes de transmisión de datos, vídeo y voz.

Los principales subsistemas que forman parte de un control de túnel son:

- Generación, distribución eléctrica y conmutación a SAI.
- Iluminación general y de guiado.
- Salidas de Emergencia y señalización de evacuación.



- Sistema de llamadas de emergencia. Postes SOS.
- Video vigilancia, CCTV.
- Radares de velocidad.
- Detección y extinción de incendios.
- Condiciones ambientales: Visibilidad, presencia de monóxido de carbono, velocidad y dirección del viento.
- Ventilación coordinada con otros subsistemas de monitorización de condiciones ambientales y extinción de incendios.
- Señalización variable. Paneles de mensaje variable, señales de aspa-flecha y semáforos.
- Monitorización de tráfico: detección y estadísticas de tráfico, detección de incidentes
- Control de gálibo.
- Megafonía y radiocomunicaciones de emergencia.
- Control de drenajes de evacuación de agua y líquidos peligrosos.

Infraestructura de comunicaciones

La infraestructura de comunicaciones suele estar diseñada, por motivos de seguridad, como una topología en anillo. De esta manera una potencial ruptura de los cables en un punto no determina la pérdida de comunicaciones y por lo tanto evita dejar sin control una parte de las instalaciones del túnel.

En puntos determinados de esta estructura se derivan a su vez las conexiones para los distintos equipos que a su vez podían terminar en conexiones con el equipamiento y con sensores circundantes mediante enlaces punto a punto o multipunto.

Tradicionalmente la infraestructura de comunicaciones estaba basada en cables de cobre. Progresivamente fueron sustituidas por infraestructuras basadas en fibra óptica con las consiguientes mejoras asociadas tanto a la inmunidad contra las perturbaciones

electromagnéticas, posibilidad de mayor distancia entre equipos sin necesidad de repetidores, así como maximizar la velocidad y ancho de banda de las comunicaciones de tramas datos.

Inicialmente la información de los distintos sistemas se solía enviar por circuitos independientes: por un lado la información de video y por otro la información de control. Actualmente, debido a la convergencia de las distintas tecnologías hacia protocolos IP, es habitual encontrar que no solo la información de datos y control se envíe mediante protocolos de IP sino también las señales de monitorización de video y el sistema de llamadas de emergencia utilizando protocolos estándar de video y voz sobre IP.

Hoy en día la infraestructura de comunicaciones construye mediante una red TCP/IP utilizando switches conectados mediante fibra óptica formando uno o varios anillos redundantes. Estos switches cuentan con varios puertos Ethernet a los que se conectan los equipos de campo. Los switches gestionables o inteligentes permiten reservar ancho de banda para algunos de las comunicaciones en las que la calidad de servicio es crítica como puedan ser la voz y el vídeo sobre IP.

Organización Lógica

Los sistemas de control suelen estar organizados en una jerarquía de tres niveles. Ordenados a partir del nivel jerárquico superior tendríamos:

- Centro de Control
- ERU
- Dispositivos Terminales de Campo

Centro de Control

En el Centro de Control se concentra y organiza toda la información proveniente de los distintos subsistemas del túnel. Se organiza desde él la explotación del mismo, considerando todos los procedimientos necesarios: plan de actuación ante emergencias, plan de revisión y mantenimiento periódico, plan de disponibilidad ante obras mayores, etc.

Cuenta con una serie de recursos informáticos, como estaciones de trabajo y aplicaciones que permiten a los operadores



visualizar y actuar sobre los distintos subsistemas dentro del túnel.

En el caso de tener instalados en el túnel mecanismos de eficiencia energética, como por ejemplo control de iluminación, desde el Centro de Control se podrían simular los escenarios configurados, analizar datos gráficos reales, así como los resultados y ahorros en consumo obtenidos por periodos, pudiendo igualmente operar reprogramando, por ejemplo, la luminosidad de cada balastro individualmente.

ERU

Su tarea principal consiste en concentrar la información de los distintos subsistemas distribuidos a lo largo del túnel. Cuentan con los algoritmos para realizar maniobras de control tanto semiautomáticas como completamente autónomas. Implementan protocolos especiales, estandarizados por las organizaciones gubernamentales relacionadas con el control de tráfico. Dichos protocolos han sido diseñados con el objeto de integrar con un alto nivel de abstracción los distintos servicios de monitorización y control existentes dentro del túnel, tanto los derivados de acciones puras de control (iluminación, ventilación, etc.) como los basados en datos (datos de tráfico, señalización variable).

Dispositivos Terminales de Campo

Funcionan principalmente como periferia remota de la ERU. Debido a la dispersión de

Seguridad

señales y servicios estos dispositivos suelen tener una arquitectura modular. Deben albergar tarjetas de entradas y salidas tanto analógicas como digitales, de distintas tensiones y formatos de señal que permitan adecuarse a los diferentes sensores y actuadores existentes en el mercado.

Aunque su función principal es de servir de interfaz remota de la ERU, en algunos casos puedan incluir la lógica de control necesaria para realizar algunas tareas de manera local tales como el control de semáforos y la señalización de la iluminación de emergencia. Si las prestaciones de estos equipos distribuidos lo permiten, las instalaciones más modernas en túneles incorporan la realización, in-situ, de determinadas tareas de control para dotar de una mayor seguridad en el caso de que fallasen las comunicaciones con el elemento de jerarquía superior.

Finalmente, los Dispositivos Terminales de Campo se podrían convertir en componentes útiles para implementar en campo los sistemas



de eficiencia energética y control ambiental del túnel. Si contamos con equipos escalables a los que añadir de forma fácil nuevos módulos de entrada y salida, podremos extender la funcionalidad de estos controladores locales con información relativa a este nivel avanzado de gestión del túnel.