

LAS RADIOCOMUNICACIONES, HERRAMIENTA IMPRESCINDIBLE PARA LOS SERVICIOS DE EMERGENCIA EN EL INTERIOR DE LOS TÚNELES

Leopoldo Maldonado Bobadilla
SEE Telecom S.L.

Los túneles con una previsión intensidad de tráfico rodado alta, precisan disponer de los sistemas de seguridad más avanzados de forma tal que los hagan los más fiables, seguros y resistente a fallos.

Entre estos sistemas se encuentran los Sistemas de Radiocomunicaciones Privados, herramienta fundamental para los Servicios de Emergencia Pública en el interior de los túneles, lugares en los que sus terminales radio no disponen de comunicación vía radio con sus respectivos centros de operaciones, siempre y cuando no disponen los túneles de un sistema de radiocomunicaciones específico que permitan sus comunicaciones radio.

Surgen muchas preguntas en lo referente a los Sistemas de Radiocomunicaciones dentro de los túneles en general. Preguntas tan sencillas como:

- ¿Quién puede comunicarse dentro de los túneles?
- ¿Cómo se comunican dentro del túnel?
- ¿Que sistema radio se utiliza para los servicios de emergencia en los túneles?
- ¿Qué sistema radiante se utiliza para difunden las señales radio en el interior de los túneles?
- ¿Qué facilidades de comunicación tienen los terminales radio en el interior de los túneles?

- ¿Cómo responde el sistema ante un incidente dentro de los túneles?
- ¿Qué nivel de protección a fallos dispone el sistema de comunicaciones radio de los túneles?
- ¿Qué sucede con las emisoras de radio de FM, cuando nos introducimos en los túneles?

Seguidamente iremos contestando una a una a estas preguntas.

¿Quién puede comunicarse dentro de los túneles?

En el interior de los túneles se pueden comunicar, los terminales radio de los servicios que se encuentran incorporados en el sistema de comunicaciones del túnel.

Según la normativa actual corresponden a:

- Los Servicios de Emergencia Pública.
 - Protección Civil.
 - Bomberos.
 - Ambulancias.
- Los Servicios Policiales.
 - Policía Local/Autonómica/Nacional.
 - Policías de Carreteras.
- Los Servicios de Conservación y Mantenimiento de los túneles.
- Las emisoras comerciales de FM.

¿Cómo se comunican dentro del túnel?

Los terminales radio de todos los servicios, tanto de emergencia, policiales ó de mantenimiento, se comunican entre si ó con su centro de operaciones dentro de los túneles de igual manera que se comunican fuera de los túneles.

Un sistema de radiocomunicaciones para los túneles que precisase de un sistema operativo diferente, al que los terminales radio disponen en el exterior de los túneles, no sería un sistema operativo ni eficaz, pues muy probablemente en condiciones críticas ó de accidente, la operatividad del sistema dependería de que el usuario del equipo terminal radio conociera ó no un protocolo de comunicación distinto al que utiliza día a día fuera de los túneles.

¿Qué sistema radiante se utiliza para difundir las señales de radio en el interior de los túneles?

Dos son las técnicas de sistemas radiantes dentro de los túneles, estas corresponden a antenas directivas o cable radiante.

El uso de antenas directivas como sistema de radiación de señales radioeléctricas está condicionado a la banda de frecuencias de trabajo, al número de canales, la separación de los mismos, y a las dimensiones del túnel.

Las frecuencias superiores, con menor longitud de onda, se propagan mejor que las frecuencias inferiores en el interior de los túneles. El alcance de las frecuencias inferiores es limitado y le afecta en gran manera el trazado curvilíneo de los túneles, así como las obstrucciones que presentan los mismos vehículos que circulan por el túnel.

La cobertura de un túnel mediante antenas directivas es posible para sistemas que trabajan en frecuencias altas, pero no es segura ni posibles para frecuencias inferiores, a la vez que están influenciadas por agentes externos.

El uso del cable radiante como sistema de radiación de señales radioeléctricas en túneles, permite las comunicaciones radioeléctricas en espacios cerrados independientemente de su longitud, de su sección y de la frecuencia de trabajo del canal radio a difundir en el interior del túnel. Instalado a lo largo de un túnel, permiten las comunicaciones entre terminales de forma segura y fiable, sin estar influidas por agentes externos.

Iluminar radioeléctricamente un túnel con un cable radiante es equivalente a iluminar un túnel con un hipotético tubo fluorescente tendido a lo largo del túnel por la bóveda del mismo y tan largo como el propio túnel. La iluminación que proporciona es uniforme en todo el túnel.

Por el contrario iluminar radioelectricamente un túnel con una antena es equivalente a iluminar un túnel con un único foco situado en un punto. Su iluminación no es constante a lo largo del túnel y los propios vehículos crean sombras que se agudizan tanto como nos separamos del foco de luz.

¿Qué sistema de radio se utiliza para las radiocomunicaciones en los túneles?

Normalmente los túneles con longitudes que superen los 2.000 metros, deben ser divididos en sectores, con el fin de disponer un sistema modular, flexible y fácilmente ampliable ó modificable a nuevos servicios de radiocomunicaciones que se puedan presentar en el futuro.

Los parámetros fundamentales de diseño que han dado lugar al Proyecto de Radio Comunicaciones son:

- Fiabilidad de funcionamiento de las unidades integrantes del mismo.
- Topología del sistema de distribución de señal redundante y resistente a fallo de las unidades activas y a cortes de las unidades de transporte de las señales.
- Topología del sistema de cable radiante redundante y resistente a cortes.

Los criterios de diseño de deben de regir en un Sistema de Comunicaciones fiable podemos resumirlos en:

- Si la dimensión del sistema lo requiere, el sistema debería de disponer de dos centros nodales, uno principal y un segundo de respaldo. El fallo de uno no supone el fallo del sistema.
- Cada centro nodal alimentará de señal a todas las estaciones de cobertura radio instaladas en los túneles. Esto supone que a las estaciones de cobertura radio de los túneles, accederán las señales de los dos centros nodales simultáneamente.
- La cobertura de los túneles se realiza mediante amplificadores de radio frecuencia distribuidos por el túnel, cuya misión es hacer llegar las señales procedentes de los centros nodales a los terminales radio en los túneles y a su vez hacer llegar a los centros nodales las señales generadas por los terminales radio en los túneles.
- Cada estación de cobertura radio del túnel se unirá con su centro nodal mediante una fibra óptica. Con el fin de realizar un sistema redundante, por ejemplo los amplificadores pares serán alimentados mediante un sector del anillo de fibra óptica y los impares mediante un segundo sector de anillo de fibra óptica que transcurre por trazado diferente al anterior
- La cobertura de los túneles se realizará mediante cable radiante seccionado en tramos que como norma general no deben de sobrepasar los 1.500 metros.
- La distancia entre dos estaciones de cobertura radio es por término medio de 1.500 metros; con ello en caso de fallo total de un sector solo quedarían incommunicados 1.500 metros de cable radiante que forman parte del sistema.
- Cada sector de cable radiante de 1.500 metros será alimentado de señal por sus dos extremos, con ello se obtiene una redundancia total del sistema a la vez que lo hace resistente a fallos

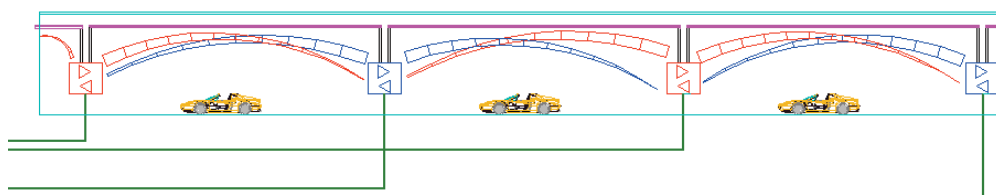


Figura 1. Funcionamiento redundante

- Todas las galerías de unión de los túneles, galerías de servicio y salidas de emergencia, deberán de disponer de cobertura radio de los Servicios de Emergencia Pública.
- El Centro de Control deberá de disponer de un sistema de supervisión remota de todas las unidades integrantes del sistema de comunicaciones.

En base a lo descrito se debe de realizar un diseño de red y sistema que garantiza las comunicaciones en el interior de los túneles en condiciones normales de funcionamiento, cuando no existe incidente alguno; a la vez que en condiciones extremas de funcionamiento, cuando existe un incidente ó accidente en el interior del túnel y como consecuencia de él, el sistema pueda llegar a funcionar en modo fallo ó modo degradado al afectar el incidente a su propia estructura de sistema.

¿Qué nivel de protección a fallos dispone un sistema de comunicaciones radio diseñado en base a los criterios de diseño indicados?

Uno de los requisitos fundamentales de los sistemas de comunicaciones en el interior de los túneles es su fiabilidad en condiciones extremas. La solución que se ha descrito garantiza las comunicaciones en el interior de los túneles ante cinco supuestos de fallo ó incidencia, los cuales corresponden a:

1. Que por causa de un accidente el cable radiante quede cortado. En este caso los dos tramos en que queda dividido están alimentados de señal, no dejando zonas de sombra sin cobertura en el túnel.

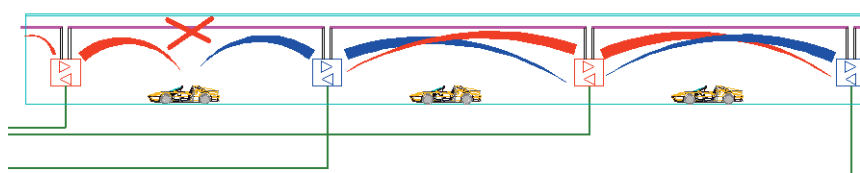


Figura 2: Sistema resistente a fallo de cable radiante.

2. Si por cualquier causa, avería ó fallo de corriente eléctrica, uno de los dos amplificadores de cobertura situados en el interior del túnel en los cuartos técnicos queda inactivo, el otro amplificador de cobertura del túnel, conectado al cable radiante por el extremo opuesto, continúa dando servicio de comunicaciones durante todo el tramo de cable radiante.

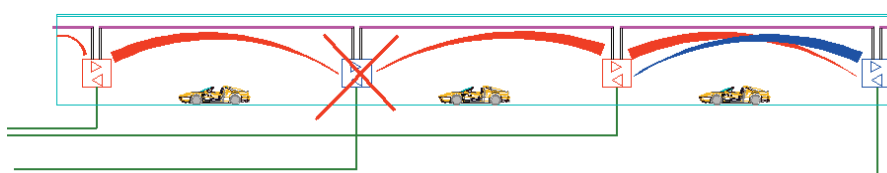


Figura 3: Sistema resistente a fallo de amplificador de cobertura de túnel.

3. Si por cualquier causa, avería ó fallo de corriente eléctrica, dos ó mas amplificadores de cobertura no consecutivos situados en el interior del túnel quedan fuera de servicio; los tramos de cable radiante que han sufrido la avería de uno de sus amplificadores conectados en sus extremos, continúan dando servicio.
4. Si por cualquier causa, avería ó fallo de corriente eléctrica uno de los Centros Nodales del Sistema queda fuera de servicio, el Centro Nodal de Respaldo dispone de la capacidad suficiente para mantener las comunicaciones de los servicios de emergencia en el interior del túnel.
5. Si por cualquier causa, avería ó rotura del anillo de fibra óptica, que transporta las señales desde los centros nodales a las unidades amplificadoras de cobertura, tiene un corte físico, el sistema continúa dando servicio de comunicaciones radio a los servicios de emergencia en el interior del túnel, al disponerse de un anillo redundante.

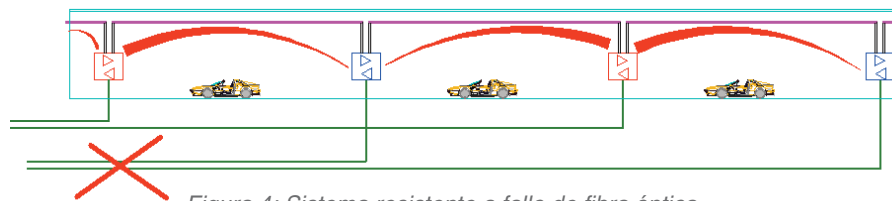


Figura 4: Sistema resistente a fallo de fibra óptica

¿Qué sucede con las emisoras de radio de FM, cuando nos introducimos en los túneles?

El sistema de comunicaciones de los túneles difunde en el interior de los túneles señales correspondientes a emisoras comerciales de FM; de esta manera cuando un conductor se introduce en los túneles, continua disfrutando de la escucha de la emisora que tenía sintonizada antes de entrar en los túneles, ó su receptor sintoniza una de las emisoras disponibles en el sistema.

Aunque en un principio las emisoras comerciales de FM solo aportan un cierto grado de confort a las personas que transitan por los túneles en sus vehículos, si se sustituye el contenido de las emisoras comerciales por mensajes de ayuda ó de SOS en determinadas circunstancias ó incidentes, se puede alcanzar un alto grado de seguridad para las personas que se encuentran en el interior del túnel y dentro de sus vehículos en las condiciones reseñadas.

Una opción posible y contemplada en el sistema de radiocomunicaciones en túneles, consiste en sustituir dentro de los túneles las señales de las emisoras de FM por mensajes hablados de información a los pasajeros de los vehículos que tienen encendido el autorradio del coche y sintonizado en una de las emisoras de FM que se retransmiten en el interior del túnel. Las fuentes de señales que generan los mensajes

de información a los conductores pueden ser dos, una corresponde a un micrófono para mensajes en vivo generados por un operador y una segunda corresponde a un PC con mensajes previamente grabados y catalogados para su envío según la situación.

Conclusiones

El sistema de comunicaciones radio de los túneles que incorporan los últimos avances tecnológicos de estos sistemas en túneles y en recintos cerrados; a la vez que se ha realizado un diseño del sistema con protección a fallos que recoge todas las demandas, en criterios de seguridad, de los Servicios de Emergencia Pública.

Centros de Control duplicados, líneas de distribución de señales radio en los túneles con estructura de anillo, unidades de cobertura de túnel conectadas en los dos extremos de cada sector de cable radiante y sectores de cable radiante de longitud inferior a 1.500 metros, garantizan que se dispone de un sistema de comunicaciones de altas prestaciones y alta fiabilidad.