

NUEVOS SISTEMAS DE CIRCUITO CERRADO DE TELEVISIÓN (CCTV) Y DETECCIÓN AUTOMÁTICA DE INCIDENTES (DAI) EN LOS TÚNELES DE NIÉVARES Y BRAÑAVIELLA

JUAN BLANCO SUÁREZ
JOSÉ MARÍA CAMPOS TALAVERA
JOSÉ MANUEL MARTÍN MARCOS



1. INTRODUCCIÓN

La ejecución por parte de la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento de las obras de “Sustitución del sistema de gestión y de detección automática de incidencias en los túneles de Níevares y Brañaviella. Autovía A-8, p.k. 362+810 al 366+700. Término Municipal de Villaviciosa”; tenía como uno de sus principales objetivos la sustitución de los equipos obsoletos y averiados en las instalaciones de Circuito Cerrado de Televisión (CCTV) y Detección Automática de Incidentes (DAI), ya que estos dos sistemas resultan claves en la vigilancia y seguridad en los túneles.

Los túneles de Níevares y Brañaviella, con unas longitudes de 2.360 y 1.240 metros respectivamente, están formados por 2 tubos unidireccionales de 2 carriles cada uno y forman parte del tramo Infanzón – Grases de la Autovía A-8 del Cantábrico inaugurado en 2004.

Esta renovación ha sido llevada a cabo por TUNELIA INGENIEROS, S.L., empresa de ingeniería especializada en el control y gestión de instalaciones en túneles carreteros, formada por un grupo de ingenieros y técnicos con una experiencia muy dilatada en este sector. De forma genérica, en sus desarrollos se incorporan los principales estándares del mercado, de forma que se diseñan sistemas abiertos que incluyen los últimos avances tecnológicos del mercado.

Para argumentar las actuaciones realizadas en este artículo se hace una breve descripción general del Sistema de Control y Gestión de las Instalaciones de Tunelia, así como su particularización en los sistemas de CCTV y DAI y finalmente su implantación en los túneles de Níevares y Brañaviella.

2. OBJETO DEL PROYECTO

El objeto del proyecto ha consistido básicamente en la migración de las instalaciones de Circuito Cerrado de Televisión (CCTV) y Detección Automática de Incidentes (DAI) en los Túneles de Níevares y Brañaviella a una moderna tecnología digital acorde a las técnicas actuales, ya que, tanto las cámaras

existentes, como sus dispositivos de gestión: visualizadores, grabadores, etc.; eran de tipo analógico ya obsoletos, y muchos de ellos se encontraban averiados.

Aprovechando esta migración, se han cambiado también las cuatro cámaras móviles que vigilaban las bocas y el acceso a los túneles por otras también móviles de tipo domo digitales.

Para poder llevar a cabo el proyecto y como parte de éste, estaba también la adecuación de la red de comunicaciones que enlaza todos los equipos del sistema.

Si bien la obra contemplaba también otras actuaciones, en este artículo se centra en las de: CCTV y DAI.

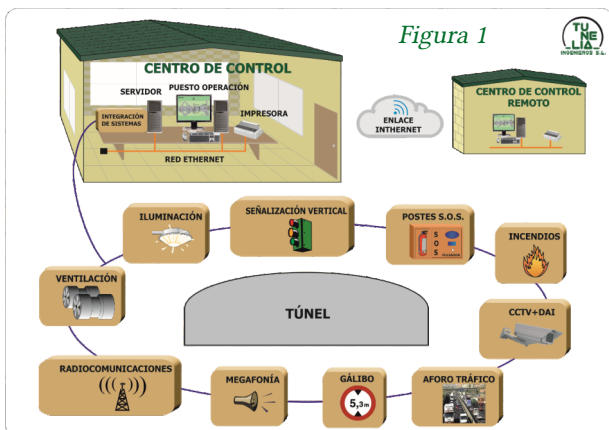
Las actuaciones que se han realizado han sido las siguientes:

- Sustituir las cámaras analógicas del interior por otras digitales tipo IP (digitales) con DAI Integrado.
- Sustituir las cámaras de vigilancia de accesos a los túneles.
- Adecuar la red de comunicaciones mediante nuevos switches.
- Instalar nuevas matrices digitales para la visualización y gestión de las cámaras.
- Sustituir los grabadores de vídeo analógico por otros digitales.
- Poner una matriz de 3x3 monitores de 55” para la visualización de las cámaras.
- Colocar un Puesto de Operación y un Servidor para el control de las instalaciones.
- El control, gestión y coordinación de las instalaciones lo efectúa el Sistema de Control de Tunelia.

3. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SISTEMA DE CONTROL TUNELIA

Las instalaciones más usuales que pueden tener los túneles se muestran en la figura 1.

El Sistema de Control de Tunelia es el encargado de controlar, gestionar y coordinar las instalaciones de los túneles y llevarlas a los puntos de operación donde se



consigan las siguientes condiciones:

- Seguridad y confort en su utilización: calidad de aire, iluminación, etc.
- Funcionamiento regular, estable, coordinado e integrado de las instalaciones.
- Seguridad y fiabilidad en los procesos para las personas y los equipos involucrados

Es un sistema abierto que utiliza la filosofía de control distribuido utilizando hardware de mercado (no propietario).

3.1 ARQUITECTURA

El sistema básicamente se divide en las siguientes partes:

- Nivel de Operación, Supervisión y Coordinación (Centro de Control).
- Nivel de Control de Instalaciones (Túnel).
- Sistema de Comunicaciones.

Nivel de Operación Supervisión y Coordinación (Centro de Control)

Desde este nivel se realiza la operación, supervisión y coordinación de los sistemas bajo control.

Estas funciones se realizan en los ordenadores de los Puestos de Operación y Servidores del Sistema que normalmente se encuentran ubicados en el Centro de Control, pudiendo existir otros Centros de Control Remotos.

El software que se encarga de las citadas funciones con una potente interfaz gráfica hombre – máquina (entorno Windows), adaptada a las instalaciones en túneles se llama SHIELD.

Desde él se realiza la integración de todas las instalaciones, es decir, se programa cada sistema del túnel para que funcionen de forma óptima y coordinada con los demás y se supervisan todos ellos.

Además de los Puestos de Operación y Servidor, en el Centro de Control se encuentran otros equipos a través de los cuales se gestionan las instalaciones de los túneles, como pueden ser: los encargados de la gestión del CCTV, como son la Matriz Virtual para la visualización de cámaras en los monitores y el Grabador de éstas, el Servidor de la Detección Automática de Incidentes (DAI), el Servidor de Megafonía y el Pupitre Microfónico, el Teléfono IP de operación de los Postes SOS, etc.; todos ellos están enlazados por red ethernet. Un ejemplo típico se muestra en la figura 2.



Nivel de Control de Instalaciones (Túnel)

En este nivel existen unos procesadores o Estaciones Remotas (ER) donde corren los programas que se encargan de gestionar a nivel local y de forma autónoma las instalaciones del túnel. Se distribuyen por éstas atendiendo al criterio más adecuado: funcional o físico, y a través de la red de comunicaciones ethernet se comunican entre ellas y con los Ordenadores del Centro de Control.

Sistema de Comunicaciones

Es el encargado de comunicar entre sí los distintos equipos que controlan las instalaciones del túnel.

Tunelia utiliza la tecnología Ethernet por ser la red más estándar y abierta del mercado.

La red consta de dos partes, la primera la componen los medios sobre los que se efectúa la comunicación: fibra óptica, cable de cobre, wifi, wimax, etc.; y la segunda, los equipos que gestionan estos medios: switches, convertidores de medio, etc.

Dentro de estos, caben destacar los switches que son los puntos de acceso a la red, es decir son los aparatos donde físicamente se conectan los equipos de la instalación: Ordenadores del Centro de Control, ER, UPD, Postes SOS IP, cámaras IP, etc.; para unirse a ella.

Por regla general, las comunicaciones entre los switches del túnel y con los del Centro de Control se efectúan a través de una red de fibra óptica (f.o.). En el caso de que el Centro de Control esté muy lejano, también es usual comunicar con él mediante ADSL, vía radio (wifi, wimax, etc.), o mediante telefonía móvil a través de su correspondiente router.

4. CIRCUITO CERRADO DE TELEVISIÓN (CCTV) IP

El sistema de CCTV se encarga de la vigilancia del interior del túnel y sus accesos para ayudar al operador del sistema en su toma de decisiones frente a los incidentes que se puedan producir. Es uno de los sistemas más importantes en la seguridad del túnel pues permite ver al operador lo que realmente está sucediendo.

Equipamiento habitual del sistema de CCTV IP (Tecnología Digital).

En la tecnología digital las imágenes de cada cámara se tratan como paquetes de datos (string de vídeo) y fluyen a través de la red general de comunicaciones ethernet hasta el Centro de Control para su visualización, grabación y otros posibles tratamientos.

Esta plataforma facilita y abarata todo el sistema de cableado, pues se pueden transportar las imágenes de todas las cámaras por la misma red de comunicaciones ethernet que utiliza el resto de los sistemas del túnel y llevarlas hasta cualquier localización con la que se esté enlazado.

Para la vigilancia interior del túnel se suelen utilizar cámaras fijas puesto que al ser una zona confinada su óptica abarca toda la escena que se pretende controlar. La interdistancia entre cámaras oscila entre 70 y 100 metros.

En los accesos, al ser zonas mucho más amplias que las del interior, es más adecuado utilizar cámaras móviles de tipo domo PTZ que permiten el movimiento de la óptica en todos los sentidos además de tener su zoom correspondiente. Aunque depende del entorno de cada túnel, habitualmente se sitúan a una distancia de unos 100 metros de la boca que vigilan.

En el Centro de Control están los equipos donde se visualizan y graban las imágenes para su posterior tratamiento.

La visualización sobre los monitores la realizan unos dispositivos que se denominan Matrices Virtuales o también Matrices Digitales.

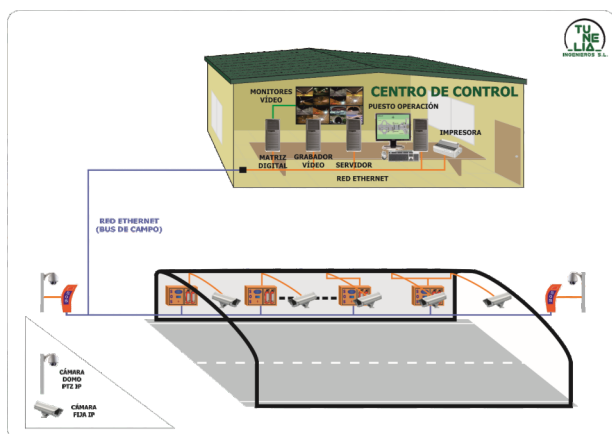
La grabación se efectúa en unos equipos que se denominan Servidores o Grabadores de Vídeo, con las características y capacidades de grabación requeridas.

El transporte de las imágenes digitalizadas se realiza a través de la red ethernet como secuencias de datos. Así, cada cámara se unirá al switch más cercano para integrarse en la red de comunicaciones. Por su parte, la matriz virtual y el grabador estarán dentro de la red ethernet en el Centro de Control.

Gestión del sistema CCTV IP e integración Tunelia

Al Centro de Control llegan las imágenes digitalizadas de las cámaras, donde se visualizan y graban. La aplicación SHIELD de Tunelia integra el sistema de CCTV IP, por lo que su gestión se realiza el mismo entorno de operación que el resto de los subsistemas del túnel.

En la figura que se muestra a continuación se puede ver una instalación típica de CCTV IP. Dentro de los armarios de los postes SOS se ubican los switches donde se conectan las cámaras a la red ethernet de campo.



5. DETECCIÓN AUTOMÁTICA DE INCIDENTES (DAI)

Mediante el análisis de las imágenes captadas por las cámaras del CCTV IP, este sistema realiza la detección automática de los incidentes de tráfico que se puedan producir en el túnel.

Es un sistema muy importante de ayuda para los operadores, pues contribuye a minimizar los tiempos de reacción ante este tipo de sucesos, clave en la resolución de los mismos.

Los incidentes comúnmente detectados son:

- Vehículo detenido
- Objeto caído en calzada.
- Vehículo en sentido contrario
- Vehículo lento
- Nivel de servicio (niveles de intensidad de tráfico por carril)
- Reducción brusca de velocidad
- Peatones
- Humo (en túneles exclusivamente)

El sistema DAI se instala normalmente sólo en las cámaras de interior del túnel, ya que sus campos de visión no varían (tienen óptica fija), al igual que las condiciones de luz, lo que facilita la detección de incidentes.

Arquitectura del DAI

El sistema DAI consta de dos partes, unas tarjetas analizadoras de imágenes que determinan si hay o no incidente y un servidor DAI que, coordina a estas tarjetas, graba y permite visualizar los incidentes y posibilita integrar al sistema en uno de mayor nivel jerárquico, como puede ser el Sistema de Control de Tunelia.

Cada cámara tiene integrada una tarjeta DAI, la cual analiza continuamente sus imágenes para detectar los posibles incidentes. Cuando se detecta un incidente se genera la correspondiente alarma y se guarda su grabación, así como los instantes anteriores y posteriores.

El Servidor DAI se instala donde más convenga, próximo al túnel en un local técnico, o en el mismo Centro de Control. La comunicación con las tarjetas analizadoras se realiza a través de la red ethernet.

Gestión del sistema DAI e integración Tunelia

Tunelia integra el sistema DAI a través del servidor de éste de forma transparente para el operador, y toda la gestión, al igual que el CCTV, se realiza desde la aplicación SHIELD.

En la siguiente figura se muestra un ejemplo de un sistema DAI en el que las cámaras llevan integrados los analizadores. En los armarios de los Postes SOS se encuentran los switches donde se conectan las cámaras a la red ethernet de comunicaciones.

6. CIRCUITO CERRADO DE TELEVISIÓN DIGITAL (CCTV IP) Y DAI EN LOS TÚNELES DE NIÉVARES Y BRAÑAVIELLA

Las obras de emergencia fueron adjudicadas por la Demarcación de Carreteras en Asturias a Tunelia Ingenieros, S.L. en agosto del 2017, y desde esta fecha hasta

enero de 2018 se llevaron a cabo las obras de migración al nuevo sistema.

Los trabajos consistieron en el cambio de las cámaras de interior que estaban situadas en la bóveda de los túneles, por las nuevas con el DAI integrado, apropiando el modo de comunicación de cada una de ellas.

También se cambiaron las cámaras móviles exteriores, aprovechando los báculos sobre los que estaban instaladas. Se cambiaron los switches de comunicación a la nueva tecnología.

En el Centro de Control se instalaron todos los equipos necesarios para controlar el nuevo sistema: Puesto de Operación, Matrices Digitales, Grabadores, etc.

La arquitectura utilizada en la implantación del CCTV y DAI en los túneles ha sido la referida en la descripción general del Sistema Tunelia, y por tanto, está dividida básicamente en tres partes:

- Nivel de Operación, Supervisión y Coordinación- Centro de Control
- Nivel de Control de Instalaciones - Túnel
- Sistema de Comunicaciones

Seguidamente se pormenorizan los equipos instalados.

6.1. CENTRO DE CONTROL

Sistemas de Control General

• Software de control SHIELD: que permite efectuar la interfaz hombre-máquina con el sistema.

• Un Puesto de Operación: consiste un puesto de trabajo, de tipo Workstation, con un monitor de 23", desde donde el operador, en un entorno gráfico, realiza la supervisión y control de los sistemas de CCTV y DAI.

Desde este puesto se pueden realizar también las labores de ingeniería del sistema. Es decir, el responsable Supervisor puede configurar el sistema de control: poner claves de acceso, cambiar programas, parametrizar equipos, etc.

CCTV y DAI

• Dos Matrices Digitales (Virtual): para el control de visualización de todas las cámaras en Full HD (alta definición).



• 9 Monitores de 55": para la visualización de las cámaras, montados en una estructura de VideoWall de 3x3 monitores.

En cada monitor se monitorizan simultáneamente 9 cámaras, con lo que el operador está visualizando en tiempo real todas las cámaras que tienen los dos túneles.

• 3 Grabadores Digitales: para la grabación de imágenes. Cada uno de ellos con capacidad para grabar hasta 32 cámaras en alta definición y con 4 TB de capacidad de grabación.

• Un Servidor DAI: con las características que exige el fabricante del DAI y con su licencia. Hace además las funciones de Servidor del sistema general.

• Un teclado joystick: para el manejo de las cámaras tipo domo que vigilan los accesos a los túneles.

6.2. NIVEL DE TÚNELES

Túnel de Níevares

• 46 cámaras digitales fijas de interior con su analizador DAI integrado. Sustituyen a las existentes. Están repartidas 23 en cada tubo, mirando en el sentido de la marcha del tráfico, con una interdistancia de unos 100 mts, a excepción de la última cámara que se pone en la boca de salida en el sentido opuesto de la marcha y al doble de distancia que su predecesora a efectos de evitar el problema de los contraluces y que ambas tengan la misma longitud de vigilancia.

• 2 cámaras móviles (tipo domo): para sustituir a las actuales que se encuentran en la boca de los túneles.

Túnel de Brañaviella

• 24 cámaras digitales fijas de interior con su analizador DAI integrado. Sustituyen a las existentes. Están repartidas 12 en cada tubo, y al igual que en Níevares, mirando en el sentido de la marcha del tráfico, con una interdistancia de unos 100 mts, a excepción de la última cámara que se pone en la boca de salida en el sentido opuesto de la marcha y al doble de distancia que su predecesora a efectos de evitar el problema de los contraluces y que ambas tengan la misma longitud de vigilancia.

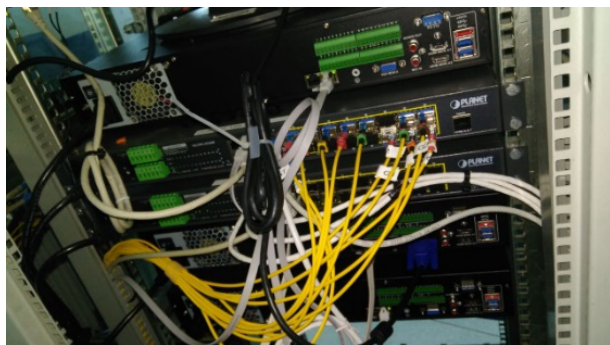
• 2 cámaras móviles (tipo domo): para sustituir a las actuales que se encuentran en la boca de los túneles.



6.3. SISTEMA DE COMUNICACIONES

El enlace de los túneles con el Centro de Control se efectúa mediante la fibra óptica de tipo monomodo existente, mediante los pertinentes switches de comunicación en enlace a 1 Gb, a efectos de satisfacer las actuales necesidades de tránsito y velocidad de la información entre los sistemas presentes, así como garantizar las posibles ampliaciones futuras.

Por su parte, en los túneles para enlazar las cámaras a la red ethernet se ha elegido una topología en estrella. Se utiliza el cableado actual de las cámaras, añadiéndole los



adaptadores correspondientes para su conversión a ethernet. Así, cada cámara llegará a su switch asociado más próximo, ubicado en la galería o local técnico, donde a su vez se unirá a la red general de fibra óptica para llegar hasta el Centro de Control.

La cantidad de puertos necesarios de cada switch depende del número de cámaras que lleva asociadas.

Centro de Control

- 2 Switches (8+16G): de ocho puertos de cobre y 16 puertos de fibra óptica a 1 Gb.

Túnel de Nieves

- 2 Switches (4+2G): de cuatro puertos de cobre y 2 puertos de fibra óptica a 1 Gb.
- 3 Switches (8+4G): de ocho puertos de cobre y 4 puertos de fibra óptica a 1 Gb.
- 2 Switches (16+4G): de dieciséis puertos de cobre y 4 puertos de fibra óptica a 1 Gb.

Túnel de Brañaviella

- 2 Switches (4+2G): de cuatro puertos de cobre y 2 puertos de fibra óptica a 1 Gb.
- 2 Switches (16+4G): de dieciséis puertos de cobre y 4 puertos de fibra óptica a 1 Gb.

7. VENTAJAS DEL SISTEMA TUNELIA

Las prestaciones y ventajas que ofrece el control del CCTV IP y DAI de Tunelia son las siguientes:

- Control total de la visualización del CCTV a través de la matriz de vídeo, facilitando al operador la labor de cambios de escenarios y plantillas con diferentes visualizaciones.
- Grabación digital de todas las cámaras 24 horas.
- En la aplicación SHIELD se reciben todas las alarmas del DAI y se tratan como propias. Esto permite la actuación sobre todos los sistemas de control de manera automática en base a estas alarmas, poniendo por ejemplo el túnel en precaución ante cualquiera de los incidentes asociados al DAI.
- Acceso a las grabaciones de los incidentes, facilitando la búsqueda de éstos.
- Ante una alarma DAI o cualquier otra que tenga vídeo asociado, se señalará en la matriz de vídeo sobre la imagen la cámara asociada, facilitando al operador la verificación visual de las alarmas.
- Permite generar grabaciones de incidentes, guardar fotos, etc., sin necesidad de otra aplicación aparte.