

El nuevo puesto de control central de Metro de Madrid

Aurelio Rojo Garrido

Director de Operación de Metro de Madrid, S.A.
Secretario General de ALAMYS

“La seguridad es un elemento fundamental dentro del servicio que se presta a los usuarios de Metro de Madrid. Los viajeros que transitan en metro diariamente deben sentirse seguros mientras viajan en los trenes o están en nuestras estaciones” (ver entrevista del número 38 de Trébol/1-2006)”. Para garantizar la seguridad Metro de Madrid cuenta, desde el 2000, con un nuevo puesto de control central, situado en la estación “Alto de Arenal” de la Línea 1”.

Introducción

En el presente artículo se describen las funciones y sistemas del nuevo puesto de control central de Metro de Madrid, donde se concentran todos los telemandos que permiten el control de las instalaciones de la red (instalaciones electromecánicas, sistemas de peaje, comunicaciones, energía, etc.), los sistemas y aplicaciones que permiten actuar y gestionar eventuales situaciones de emergencia, así como el control de tráfico centralizado (CTC) y los sistemas avanzados de regulación del tráfico de trenes, o los diferentes sistemas automáticos que permiten la gestión y normalización de las instalaciones tras una eventual incidencia.

Metro de Madrid es una red ferroviaria que en octubre de 2007 cuenta ya con un total de 283,3 kilómetros de vía doble y 292 estaciones. El gran tamaño de la red, su rápido crecimiento y el elevado número de instalaciones que incorpora, ha propiciado la modernización y concentración de todos los puestos de control de la red en uno solo: EL NUEVO PUESTO DE CONTROL CENTRAL DE METRO DE MADRID.

Este nuevo Puesto Central de Metro de Madrid se inauguró en julio de 2000, y está ubicado en la estación de Alto del Arenal de la Línea 1 de Metro. Desde esta sala se gestionan los sistemas e instalaciones de una red cuya demanda anual para 2007 se estima que se sitúe en torno a los 700 millones de viajeros, asegurando la producción de un total de 183,7 millones de coches x kilómetro, y poniendo a disposición de los viajeros 333 trenes en hora punta.

Funciones del Puesto Central

En el Puesto Central se encuentran integrados todos los dispositivos de control, tanto de las instalaciones de vía y señalización ferroviaria, como de las instalaciones de distribución de energía, electromecánicas y electrónicas. Asimismo, sus sistemas de gestión para afrontar emergencias, la regulación de trenes y los sistemas de normalización de las instalaciones ante incidencias (alarmas, apertura y cierre al público de las instalaciones, falta de corriente eléctrica, etc.), están dotados de lógicas de control y procedimientos que los convierten en sistemas inteligentes dentro de un complejo sistema para la gestión de este masivo sistema de transporte.

Desde su creación, el Puesto Central ha crecido y se ha adaptado a las sucesivas ampliaciones de la red, asumiendo los retos planteados por la introducción de nuevas estaciones, kilómetros de vía y material rodante. La creciente complejidad de la red operada por Metro de Madrid, requiere la constante adaptación y mejora de sus instalaciones de control, así como la existencia de vías alternativas que garanticen la continuación del servicio en el caso de que por algún incidente los medios habituales quedaran inutilizados.

Los Sistemas de Comunicaciones

La Red de Comunicaciones está basada en tecnología ATM, SDH y PDH, soportada por fibra óptica (más de 500 km. de mangueras de fibra a lo largo de toda la red) y por sistemas de transmisión metálicos (cables y cuadretes).





Por medio de este sistema se mantienen las comunicaciones de telecontrol de instalaciones y comunicaciones de voz y video. Está diseñado de forma que ante la pérdida de alguna de sus conexiones, se pueden utilizar caminos alternativos por medio de nodos de conmutación y acceso para garantizar en todo momento las comunicaciones. También existe un sistema de Gestión y Mantenimiento de este Sistema que permite determinar los posibles problemas en los equipos que gestionan la red y los diferentes puntos de acceso de cada sistema a los que está conectado.

Sistemas para el Control de las Instalaciones de Estaciones (Concentrador de Estaciones y Sistema Antiintrusión)

Desde el Puesto Central se tiene acceso a todos los dispositivos e instalaciones de las estaciones. Este sistema de control se basa en la existencia en cada una de las estaciones de un concentrador que aglutina los diversos elementos de estas instalaciones, permitiendo así controlar y telemandar los sistemas de las estaciones y vestíbulos,

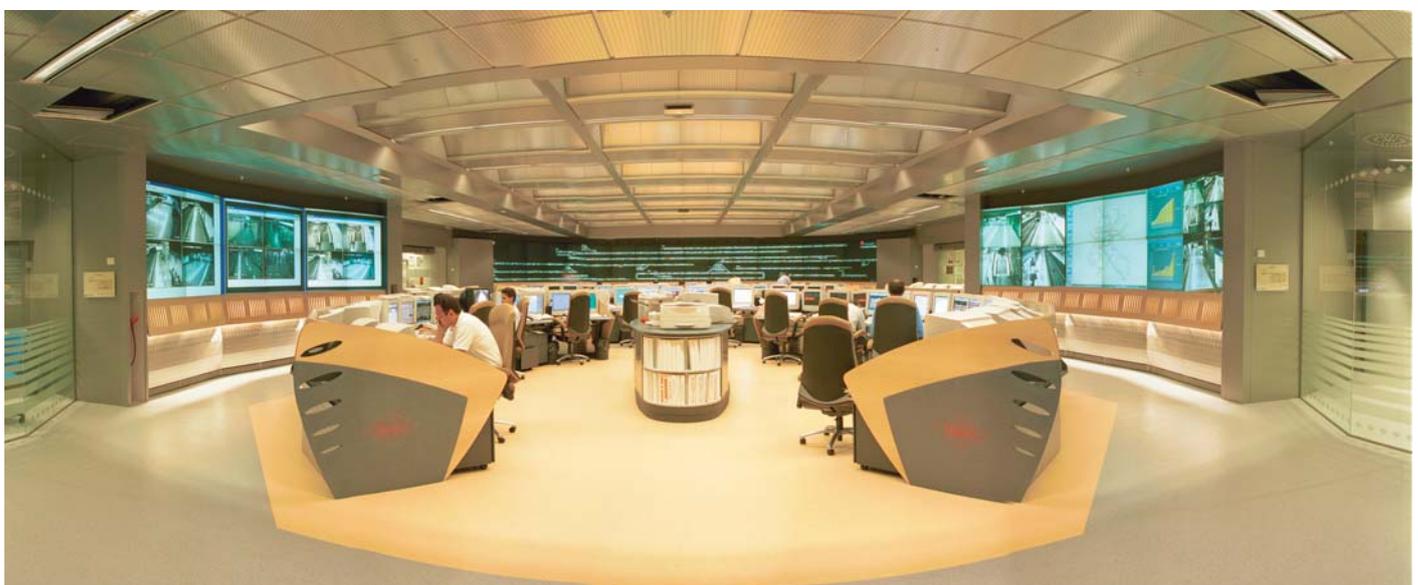
Sistemas Integrados en el Concentrador de Estaciones y Sistema Antiintrusión

- ▶ Sistemas de peaje y recaudación (barreras de peaje, máquinas expendedoras de taquilla y automáticas, etc.).
- ▶ Interfonos (para atención al público y de uso para los agentes).
- ▶ Circuito cerrado de televisión.
- ▶ Ventilación de túnel y andén.
- ▶ Escaleras mecánicas.
- ▶ Megafonía en andenes, vestíbulo y escaleras.
- ▶ Alumbrado normal, autónomo y de emergencia en la estación y alumbrado en los túneles.
- ▶ Sistemas de detección y extinción de incendios.
- ▶ Estado de los pozos de bombas.

transferir los datos de peaje y recaudación (procedentes de torniquetes, pasos de pantalla móvil, máquinas automáticas y puestos de venta), así como generar avisos y alarmas de todos los sistemas integrados en este concentrador. Por otra parte, de este modo se homogenizan en un único interfaz la información de los sistemas de comunicaciones de las estaciones, independientemente del protocolo de comunicación del fabricante.

Los elementos básicos del Concentrador, incluyen los concentradores de las estaciones (Puestos de Control Local y vestíbulos secundarios), los servidores, bases de datos, *Front-end* de comunicaciones, puestos de operación y mantenimiento y los subsistemas.

Con el fin de evitar la saturación en el sistema central, los sistemas de alarma permiten determinar la naturaleza de una



señal o una llamada conforme a una serie de elementos complementarios, de forma que ante determinadas circunstancias la alarma puede ser directamente desviada al Puesto Central.

El **sistema antiintrusión** consta de una central receptora de alarmas que centraliza las alarmas procedentes de las estaciones, así como de las dependencias sin presencia de personal existentes en la red.

Sistema de Control de Tráfico Centralizado (CTC)

Permite el seguimiento de los trenes en todas las líneas en explotación, procesando y representando los diferentes estados de los elementos de señalización. Realiza el envío de órdenes de los operadores y del SIRAT (Sistema de Regulación Automática de Trenes) a los enclavamientos de la línea, para el cierre y apertura de señales, realización de maniobras, etc. Este sistema regula la marcha de los trenes a través del SIRAT para mantener la regularidad, cumplimiento de mallas horarias, etc.

Los trenes, señales, aparatos de vía y otros elementos de la línea, se encuentran representados a través de varios tipos de simbologías que permiten a los operadores identificar cada uno de estos elementos en las pantallas de visualización. El sistema se comunica con otras aplicaciones aportando datos, como el tiempo de llegada de los trenes para los paneles informativos de andenes, tiempo de llegada de los trenes y otros.

Asimismo, el sistema genera ficheros con históricos de eventos, alarmas, órdenes y cambios de estado, permitiendo realizar repeticiones para el análisis de actuaciones del sistema o de los operadores (Sistema Moviola).

Sistema de Información al Viajero (SIV)

Una de las funciones del CTC, reside en la aportación de datos que permitan, en tiempo real, analizar el movimiento de los trenes por medio del Sistema de Teleindicadore. Esta información se utiliza para dar una información lo más exacta

posible a los viajeros del tiempo previsto de llegada de los trenes a las diferentes estaciones. También se utiliza para dar otras informaciones sobre el servicio (longitud de los trenes, estación de retirada de servicio, incidencias en la red etc.).

Operación Automática de Tren (ATO) y Sistema de Regulación Automática de Trenes (SIRAT)

El **sistema de ATO** envía a los enclavamientos diferentes informaciones que los trenes interpretan para realizar la parada en la estación (punto de parada variable en función de su número de coches), el salto de estación (en caso de no tener que parar en la estación), las maniobras automáticas de vuelta en estaciones (AUTOSHUNT) o las marchas de regulación, esta última información es la que utiliza el SIRAT para realizar la regulación de los trenes de la línea.

El **funcionamiento del SIRAT** es el siguiente: para un tren retrasado, el sistema envía una orden de marcha de velocidad superior a la nominal y para uno adelantado (con un intervalo inferior a la media) le envía una orden de marcha por debajo de la nominal. El tiempo a perder se realiza durante el recorrido entre estaciones. De esta manera se cumplen dos objetivos, por un lado los trenes no sufren paradas prolongadas en las estaciones, y por otra parte se produce un ahorro de energía, ya que los ahorros que se producen al no circular el tren a su velocidad punta son altos.

La lógica de funcionamiento del SIRAT tiene en cuenta todas las circulaciones de la línea y los tiempos de parada y recorrido medios de los últimos 45 minutos, y realiza planes de regulación mediante métodos de predicción y cientos de miles de simulaciones para obtener el plan que mejor se adapta a las necesidades de regulación





de la línea. Para líneas con intervalos medios de 2 min. 20' es imprescindible, si se pretenden tener desviaciones sobre el intervalo menores de 30' y velocidades de explotación relativamente altas. Esto finalmente posibilita una mayor capacidad de transporte.

Los Puestos de Operador Integrados (POI)

Los Sistemas definidos anteriormente se integran en Puestos de Operador que, con diferentes perfiles, se utilizan como estaciones de trabajo base de los operadores de tráfico de trenes, control de estaciones, megafonía centralizada y seguridad y protección civil. Estos puestos integran a su vez las comunicaciones telefónicas de la red interior y los sistemas de radiotelefonía, que a su vez se subdividen para seguridad, estaciones y trenes.

Cada uno de estos puestos tiene también algunas aplicaciones de ayuda o gestión, especializada para cada área y sistemas de comunicación exclusivos con medios externos como el SAMUR, Servicios de Seguridad del Estado o terminales del servicio de emergencias regional (112).

Sistema de Megafonía Centralizada

El sistema de megafonía centralizada permite la emisión de mensajes a cualquier punto de la red, bien sea de forma selectiva o de forma simultánea para la difusión de información sobre incidencias o mensajes informativos sobre eventos, recomendaciones a los usuarios, etc. Estos mensajes pueden ser emitidos en directo o grabados para su difusión a determinadas horas, cada cierto tiempo, etc. También y a través del sistema de teleindicadores se pueden simultanear mensajes, de manera que para determinados mensajes de teleindicadores se emita un mensaje grabado de la megafonía centralizada.

Sistema Centralizado de Video-vigilancia de Circuito Cerrado de Televisión

Todas las estaciones de la red están provistas de un sistema de televisión en circuito cerrado cuyas imágenes pueden ser visualizadas y gestionadas desde el Puesto Central. Este sistema, que cuenta ya con unas 4.500 cámaras, permite su mantenimiento remoto a través del acceso a los servidores de cámaras, que se encuentran en cada una

de las estaciones, con un sistema de gestión que permite su visualización simple o por medio de rondas de cámaras, y que además consta de un sistema de recepción de alarmas que se activan mediante movimiento o por otros tipos de señal.

Actualmente toda la red está centralizada en este nuevo Puesto Central, en coordinación con los Puestos de Control Local (PCL), desde los cuales se realiza un seguimiento especial de todos los aspectos de seguridad en estaciones, trenes e instalaciones.

En este sentido, Metro de Madrid está también avanzando en la implantación de tecnologías y soluciones de video inteligente que permitan el análisis automático de las imágenes capturadas por las cámaras, alertando tanto de la presencia de elementos extraños en las instalaciones, como de su desaparición, o cualquier movimiento o situación inusitada.

Sistema de Gestión de Emergencias, Información y Seguimiento (GEMINYS)

Se trata de un programa informático de Gestión de Emergencias diseñado para dar

una mayor agilidad en la toma de decisiones, el seguimiento de pautas de actuación concretas, así como herramienta de apoyo en caso de presentarse una situación de emergencia, en la que el tiempo y el seguimiento de los procedimientos establecidos es totalmente clave para que se resuelva con éxito.

Su diseño permite a los operadores del Puesto Central, disponer de toda la información planimétrica (sistemas de información geográfica) con el fin de poder dar las instrucciones pertinentes tanto a los propios empleados, como a los equipos de emergencia.

Este sistema se configura como una aplicación flexible a las variaciones de potenciales amenazas futuras, permitiendo la incorporación de nuevas experiencias en la evaluación del riesgo, así como en sus procedimientos asociados, de tal forma que ante la entrada de determinados datos de una incidencia el sistema sea capaz de proponer diferentes procedimientos de actuación en función de multitud de variables.

Sistema de Detección y Extinción de Incendios

Integrado con los Sistemas de Gestión de Emergencias y el Sistema de Control de Instalaciones de Estaciones este sistema permite la supervisión y gestión de la extinción de incendios. La extinción es gobernada desde los Puestos de Control Local en las estaciones, para todos los riesgos protegidos de una estación, incorporando acciones de telegestión y de disparos automáticos ligados a la detección en horas de no prestación de servicio o ausencia de personal (no reconocimiento de alarma). Al mismo tiempo el sistema está telecontrolado desde el Puesto Central permitiendo la monitorización de todas las señales en gráficas SCADA y la administración y mantenimiento inteligente de equipos.

Sistemas para el Control y la Distribución de Energía

Básicamente el Puesto de Mando de Energía trabaja con este Sistema, que permite el Telemando y la Gestión de la Energía necesaria para la alimentación de

los trenes (600 y 1500 V. DC) y los servicios Auxiliares (Alumbrado, Fuerza, Ventilación y Señales). El sistema permite, no sólo la distribución desde las acometidas de las suministradoras, sino también la interconexión entre las subestaciones para garantizar el suministro de corriente en toda la Red, aunque por avería o falta de suministro algún punto quede sin corriente.

El sistema SCADA SHERPA gestiona el control distribuido de energía mediante los siguientes elementos: servidores, bases de datos, *Front-End* de comunicaciones, Puestos de Comunicación y Mantenimiento, subestaciones remotas y convertidores de protocolo.

En cada una de las subestaciones existen Cuadros de Mando (Remotas) que realizan funciones de autómatas, llevando a cabo todas las operaciones de preposicionamiento de los elementos de la subestación ante las posibles incidencias que puedan surgir por falta de suministro eléctrico u otras, con el fin de que la subestación recobre las condiciones anteriores a la incidencia. ■

