

El puesto central de control de la línea de alta velocidad Madrid-Sevilla

La incorporación de nuevas tecnologías al equipamiento ferroviario, así como la Integración de los Sistemas de Seguridad y Telecomunicaciones en la línea de Alta Velocidad Madrid-Sevilla han demostrado que la digitalización de los sistemas de Seguridad ferroviaria conjuntamente con la de las Telecomunicaciones, que tuvo lugar dos décadas antes, han abierto una línea hacia el futuro, desde el momento de la planificación, proyecto e instalación del equipamiento de las Instalaciones de Seguridad y Telecomunicaciones de la línea Madrid-Sevilla, cuyo progreso tecnológico consecuente, con las correspondientes adaptaciones, ha sido la base de los actuales sistemas de Dirección de la Explotación.

Para el mando centralizado de la explotación ferroviaria en la Línea de Alta Velocidad de Madrid a Sevilla se ha procedido a la instalación de un Puesto central de Control, PCC, en el Edificio de RENFE de la calle Méndez Alvaro nº 1. Desde este Puesto Central de Control se planificó el gobierno del Servicio ferroviario de toda la línea. En este Centro de Control se instaló el equipamiento que permite la vigilancia de la circulación, el control de los itinerarios y el mando y la supervisión del sistema eléctrico de tracción de

• **Faustino Hermida**

Centro de Control de AVE



todo el tramo de la línea AVE Madrid-Sevilla.

Además se instalaron los equipos necesarios para la vigilancia de las instalaciones de explotación de; las estaciones, los puestos de adelantamiento y estacionamiento de trenes y los puestos de banalización, así como de las subestaciones de tracción a lo largo de la traza.

Un capítulo muy importante de los equipos de control lo constituye el equipamiento de Telecomunicaciones. En él están incluidos las instalaciones telefónicas, de radio-telecomunicaciones tren tierra, de vigilancia por circuito cerrado de televisión de los andenes de las Estaciones y de los Edificios Técnicos de la línea así como de los Servicios de atención a los viajeros; megafonía, teleindicadores y monitores de información.

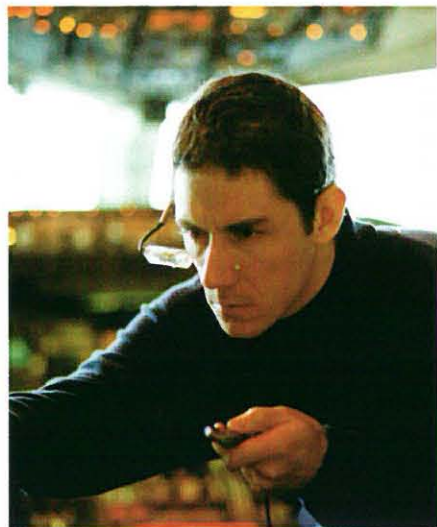
Todo este equipamiento debe controlar las instalaciones y la marcha de los trenes, por razones funcionales, ergonómicas y de

explotación, desde una sala del Centro de Control.

Posteriormente a lo largo de los 10 años que lleva en explotación esta línea se han incorporado otros sistemas en Telecomunicaciones para llevar a cabo la gestión y la supervisión de las Telecomunicaciones que configuran dicho equipamiento en la línea AVE Madrid-Sevilla y se ha instalado este nuevo Centro en otra sala anexa a la anterior.

Se llevó a cabo una planificación de la distribución del equipamiento en diferentes salas del Edificio de la calle Méndez Álvaro nº 1, además de la sala para el equipamiento de la operación y vigilancia están las salas para el equipamiento técnico como son las salas de Ordenadores, salas de equipamiento de las telecomunicaciones, salas para el suministro de energía y salas para el equipamiento de acondicionamiento de aire para todo el Edificio. En este Edificio también se acondicionaron salas para la dirección de explotación, el personal de Operación y el de mantenimiento de las Instalaciones.

Todas estas necesidades han hecho necesario la ocupación de la superficie correspondiente a las 4 plantas del Edificio, de forma que el mismo tiene esta única ocupación y una utilización que puede ser considerada como óptima.





PUESTOS DE OPERACIÓN DEL JEFE DE CIRCULACIÓN.

El sistema de gobierno y control ferroviario para toda la línea de alta velocidad Madrid Sevilla es concibió de forma centralizada y gobernada desde tres puestos de operación en el Centro de Control.

Pero en esta línea se concibió un gobierno modular e intercambiable, en principio cada tramo de la línea podría ser gobernado desde cualquier puesto de operación. Sin embargo, por definición de los responsables de circulación de RENFE y para facilitar el control global y separar claramente las tareas de gobierno, cada puesto de operación se asignó a un tramo determinado de la línea. Posteriormente y a petición de los responsables de Circulación y por razones de eficiencia el control y vigilancia de toda la línea se dispuso para dos jefes de circulación.

En el inicio cada Puesto de operación se dotó de idéntico equipamiento. Cada puesto consta de:

- 4 monitores en color con una resolución de 1280x1024 puntos de imagen para la representación de bandas de regulación y diagramas de zonas.
- 1 terminal de diálogo compuesto por un teclado y una pantalla en color
- 1 tablero gráfico con marcador para localización.

El terminal de diálogo y el tablero gráfico sirven para la operación de forma indis-

tinta, es decir, todas las indicaciones de entradas pueden ser realizadas tanto por el terminal de diálogo como por el tablero gráfico. Las entradas realizadas sobre el tablero gráfico son representadas en la pantalla en forma de texto.

En los monitores de alta resolución pueden representarse tanto imágenes de bandas de regulación como diagramas de zonas, según demande el operador. Normalmente por funcionalidad, en los dos monitores de un lado se representan las imágenes de las bandas de regulación y en los dos monitores del otro lado se representan los diagramas de zonas.

Para la comunicación con el personal que está en las diferentes instalaciones del trayecto y en los vehículos, cada jefe de circulación dispone en su puesto de operación de un terminal telefónico, del tipo de operadora, y de un terminal del sistema de radiocomunicación tren-tierra. A través del terminal telefónico el jefe de circulación puede comunicar mensajes, por la megafonía de las Estaciones, a los viajeros, bien a un área determinada; andén, vestíbulo o sala de espera, o a todas las áreas de la estación con megafonía, por la integración de la megafonía de las estaciones en la red de fonía de la línea AVE.

Frente a los puestos de operación de los jefes de circulación se han instalado 20 pantallas de proyección de vídeo dispuestas en dos filas, una encima de la otra. En cada

dos pantallas se proyectan las imágenes amplificadas de un enclavamiento electrónico, de forma que en cada momento los proyectores permiten observar en el Centro de Control la situación de todos los enclavamientos.

Para la operación de las Centrales de conducción Automática de los Trenes, LZB, ocho en total en toda la línea que coinciden en ubicación y geográficamente con los enclavamientos electrónicos, se ha instalado en el Puesto central de Control un ordenador de operación LZB con un puesto de operación propio. Como el sistema LZB es totalmente automático y las acciones de operación solo son necesarias en casos excepcionales (Indicaciones de entrada de limitaciones de velocidad temporales, debido a trabajos en el trayecto u otro tipo de actuaciones), este PCC solo dispone de un puesto de operación común que es actuado por el Técnico de regulación.

PUESTO DE MANDO PARA EL SUMINISTRO DE ENERGÍA DE TRACCIÓN.

El suministro de energía de tracción para toda la línea AVE Madrid Sevilla es telegobernado y telesupervisado desde el puesto de mando instalado en el Centro de Control. A este puesto de mando pertenecen las 12 subestaciones de tracción de corriente alterna 25.000 voltios Vac a 50 Hertzios distribuidas a lo largo de toda la línea y las 2 subestaciones de tracción de corriente continua a 3.000 voltios dc ubicadas en las proximidades de Madrid y de Sevilla, así como la red de catenaria de trayecto y en las estaciones, puestos de adelantamiento y estacionamiento de trenes y puestos de banalización.

Desde este puesto de mando se gobierna y monitoriza; las subestaciones, los parques de alta tensión y las instalaciones de tensión de tracción con todos sus dispositivos de conexión. Los avisos de perturbación y alarma que provengan de estas instalaciones, así como sus medidas son presentadas en el puesto de mando. Los seccionadores telemandados pertenecientes a la red de catenaria están conec-

tados a través del mando eléctrico-manual a la unidad remota de telemando más próxima. A través de estos equipos de telemando el operador de telemando puede acceder a la red de catenaria desde el puesto de mando del Centro de Control, estableciendo las conexiones necesarias para la explotación y controlando la totalidad de la red de catenaria.

Actualmente esta técnica de telemando de la energía de tracción utiliza un sistema que funciona en ordenadores personales (PC) estándar bajo WINDOWS NT 4.0. La misión principal de este sistema, proporcionar el telemando y la vigilancia de subestaciones, de seccionadores de poste en; las estaciones, puestos de adelantamiento y estacionamiento de trenes y puestos de banalización y en las subestaciones así como la vigilancia en mando local, se realiza de forma fácil y sencilla.

Las acciones de operación son realizadas mediante teclado o ratón con las facilidades de Windows. El operador es ayudado mediante un menú sobre el monitor cuando desea realizar entradas a través del teclado del terminal situado en el puesto de mando. Para el seguimiento de la vigilancia se tienen los diagramas e informaciones de detalle presentados en los monitores, mientras que las salidas de partes y avisos, además de las notas recogidas en la pantalla del menú correspondiente, también son presentadas en las impresoras. Estos teclados y monitores, equipados y asignados siguiendo criterios ergonómicos (presentación de zonas de visualización y de manipulación) permiten al operador un trabajo rápido, seguro y de fácil continuidad.

El teclado, el ratón y los monitores están conectados a un ordenador del puesto de mando, que por su parte está incorporado en la LAN en la que están conectados los dos ordenadores de control. La memoria del ordenador del puesto de mando contiene los elementos para las informaciones estáticas de las imágenes, como son los caracteres y los colores. Todas las informaciones dinámicas de proceso son transmitidas por el sistema de ordenadores de control al ordenador del puesto de man-

do, siendo representadas por este en las imágenes del monitor.

De este modo se consiguen tiempos de respuesta en los monitores muy cortos, de manera que el operador es rápidamente informado de los cambios producidos en la red de suministro de energía, permitiéndole reaccionar de inmediato. Junto al puesto de mando en el Centro de Control existe un segundo puesto, situado en la sala de Control de las Telecomunicaciones AVE, equipado de forma idéntica al del puesto de mando y listo para funcionar en todo momento. En este segundo puesto, que puede ser en cualquier momento también de mando, pueden realizarse las adaptaciones del banco de datos en el sistema de control originadas por posibles modificaciones y ampliaciones en las subestaciones y en la red de catenaria.

En caso necesario pueden ser asumidas, por parte de este segundo puesto de mando, las mismas funciones de gobierno y vigilancia que las realizadas en el primer y principal puesto de mando. Se ha recurrido a esta posibilidad cuando fue necesario trabajar con el primer puesto de mando, bien por necesidades de mantenimiento o por incorporar funciones solicitadas por el usuario.

Ambos puestos de mando están conectados mediante una red LAN con estructura redundante a la que están conectados los dos Ordenadores de Control.

PUESTO DE VIGILANCIA

Otro puesto, conectado al sistema de ordenadores de control aquí descrito, sirve para la vigilancia de las estaciones, puestos de adelantamiento y estacionamiento de trenes y puestos de banalización y subestaciones de tracción, así como de otros equipos situados a lo largo de la línea.

Sobre los monitores de este puesto de vigilancia son representados los avisos transmitidos desde los puestos de explotación en la línea, ubicados en los Edificios Técnicos, por las instalaciones locales de vigilancia para incendios, intrusión, climatización, energía en dichos Edificios Técnicos, caída de objetos a la vía en los pasos superiores y bocas de túneles y estado de otro tipo de equipamiento como es la cronometría. Este puesto de vigilancia realiza solo funciones de indicación sobre monitor, no dispone de funciones de mando. Así mismo este puesto está conectado a la red LAN y por lo tanto a la redundancia de los dos ordenadores de control. Como con el puesto de mando, las funciones de este puesto de vigilancia pueden ser asumidas por el puesto de mando situado en la sala de Control de Telecomunicaciones AVE.

Adicionalmente se encuentran asignadas al puesto de vigilancia una serie de funciones como son la vigilancia de los andenes y zona de acceso a los Edificios Técnicos realizada a través de circuito cerrado de televisión, en tres monitores puede visuali-



lizar las imágenes de cualquier anden de las estaciones de AVE o las imágenes de acceso a los edificios Técnicos de la línea AVE con diferentes alternativas de selección de imágenes, la megafonía de las Estaciones, seleccionando cualquier andén, zona determinada o toda la Estación y el sistema de comunicación tren-tierra para comunicación con los móviles o con brigadas que trabajan a lo largo de la línea.

También dispone del sistema de vigilancia de la temperatura de las cajas de rodamiento de los ejes de los trenes así como de la vigilancia de la temperatura de los discos de los frenos para dar los avisos de alarma cuando estén agarrotados.

Para el dialogo con el sistema de gobierno y control ferroviario existe en el puesto de vigilancia un terminal de operación, un tablero gráfico y un monitor en color. Sobre el monitor en color es posible representar imágenes de bandas de regulación y diagramas de zonas, tal y como se realiza en los puestos de los jefes de circulación.

CONFIGURACIÓN HARDWARE DEL SISTEMA DE GOBIERNO Y CONTROL FERROVIARIO

En su momento se seleccionó para el gobierno y control del tráfico ferroviario la digitalización del equipamiento y la funcionalidad informática por permitir la realización de los siguientes aspectos:

- Utilización de sistemas de doble ordenador, redundancia, para aumentar la disponibilidad del funcionamiento
- Reparto de tareas sobre varios sistemas para facilitar posibles ampliaciones, geográficas o funcionales, y evitar que el fallo de componentes individuales produzca el fallo del sistema global.
- Utilización de hardware, software de sistema y software de aplicación ampliamente extendidos y verificados, por tanto libres de errores.
- Estructuración de todo el hardware de gobierno y control ferroviario como red local, LAN.

Dentro de la red los ordenadores de comunicación constituyen la unión con los encla-



vamientos electrónicos. A través de canales serie se reciben los avisos y se emiten las ordenes. Cada ordenador de comunicaciones se encarga de realizar esa función con dos enclavamientos. Como ordenador de comunicaciones se utilizó un μ VAX-3100 de la firma DEC.

El seguimiento de la circulación (ZLV) tiene lugar en "servers" de números de tren propios. También aquí se utiliza un "server" por cada dos enclavamientos. Los "servers" de números de tren adquieren a través de los ordenadores de comunicación la imagen de avisos de los enclavamientos, facilitan la situación actual del tren y transmiten esta a los ordenadores del puesto de operación. El "server" de números de tren habían sido desarrollados y probados en instalaciones ferroviarias alemanas y por lo tanto muy experimentados antes de su instalación en esta línea. Los "servers" están acoplados entre ellos mediante un bus ZLV. El gobierno de la explotación que constituye la principal tarea del Puesto Central de Control, es realizado en los ordenadores de los puestos de operación. Dichos ordenadores llevan la imagen de la totalidad de la línea con los datos actualizados. Los módulos de programa "itinerarios de trenes" y "elaboración de dialogo" se ejecutan en los ordenadores de los puestos de operación y acceden a los datos mencionados. En estos últimos ordenadores se encuentran almacenados los planes de circulación empleados y los indicadores de destino. Aquí tiene lugar la elaboración previa de las imágenes de bandas de regulación y de diagramas de zonas. Como ordenadores de los puestos de operación se han empleado los μ VAX-3400 de la firma DEC,

empleando tres ordenadores debido a la carga de los mismos.

Los ordenadores de comunicación, los "servers" de números de tren y los ordenadores de los puestos de operación fueron concebidos, por razones de disponibilidad, como sistemas de doble ordenador, en donde un ordenador permanece activo mientras el otro se encuentra en situación de "hot standby". Así mismo el bus ZLV es doble.

En el ordenador de comunicación y en el del puesto de operaciones se utiliza el sistema operativo VMS de la firma DEC, que fue diseñado tanto para desarrollo de programas como para utilización en tiempo real.

Cada puesto de operación del jefe de circulación pasa a dos "servers" de monitor (MOS) las imágenes de bandas de regulación y los diagramas de zona para su representación. A cada MOS están conectados dos monitores en color de alta resolución. Mediante la introducción de potentes PC's COMPAQ como MOS se alcanzan tiempos de respuesta en la aparición de imágenes de bandas de regulación menores a un segundo.

El "server" de canal (KAS) sirve para la coordinación de las entradas realizadas a través del terminal de dialogo y del tablero gráfico. Como KAS también se emplea un PC COMPAQ utilizando el sistema operativo MS-DOS. Tanto el MOS como el KAS están configurados como sistemas de un solo ordenador.

En el puesto de vigilancia se dispone de un KAS como terminal de dialogo y tablero gráfico y de un MOS con un monitor en color.

Todos los ordenadores a excepción de los "servers" de números de tren, están conectados a una red ETHERNET. A través de esta red ETHERNET se realiza el intercambio de datos, pudiendo comunicar cada ordenador con cualquiera de los otros. La red ETHERNET está diseñada para transmitir datos a 10 MB/s. Como software de la red se emplea en todos los ordenadores el paquete DEC net.

La estructura del sistema de gobierno y control ferroviario como red local en base

a una red ETHERNET ofrece la ventaja de que cualquier nuevo ordenador puede ser integrado en la red prácticamente on-line. La proyección de las imágenes de los enclavamientos se realiza mediante un controlador de vídeo (beamer), que está conectado directamente al módulo de imágenes del enclavamiento electrónico.

El sistema de gobierno y control de trenes está conectado a través de canales serie al sistema de comunicación de paquetes X.25, EWSP, con el sistema de control, la central de alarmas de cajas calientes, la central de indicadores de destino y el ordenador de servicio de LZB.

FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE GOBIERNO Y CONTROL FERROVIARIO

Las múltiples funciones del sistema de gobierno y control ferroviario están distribuidas en varios ordenadores de la red. A continuación se va a realizar una descripción, a grandes rasgos, de dichas tareas, enfocándola hacia las características funcionales y no a la asignación de las mismas a los ordenadores. La comunicación entre los operadores y las instalaciones informáticas está apoyada en el sistema de Dialogo. Los diálogos básicos establecidos son los siguientes:

- Cambio de turno
- Operación de los enclavamientos electrónicos
- Selección de imágenes
- Trabajos con bandas de regulación
- Bloqueo de vías
- Conexión y desconexión de itinerarios
- Selección y modificación de los números de tren
- Elaboración de planes de circulación (gráfico de itinerario de tren)
- Introducción de datos y comentarios ante retrasos
- Introducción manual de los indicadores de destino.

Básicamente todas las entradas de dialogo pueden ser realizadas a través del teclado del terminal y del tablero gráfico. En el tablero gráfico las teclas son sustituidas por los campos de función correspondientes.

Las operaciones topográficas, como el establecimiento de un itinerario, se introducen mediante el tablero gráfico con el esquema de vías en él representado y los símbolos de señal de una forma mucho más rápida que mediante el teclado alfanumérico del terminal.

Sobre cada pantalla de dialogo se reservan una serie de líneas para la indicación de avisos de error y advertencias de perturbación.

La operación de los enclavamientos electrónicos se realiza de forma análoga a la operación local. Esto sirve tanto para el tablero gráfico como para las entradas a través de teclado, teniendo en cuenta en cualquier caso el concepto de operación centralizado: de este modo se establecen itinerarios que son fijados por el jefe de circulación mediante operaciones manuales a través de líneas paralelas sobre los diagramas de zona.

Los proyectores de vídeo son gobernados directamente por los enclavamientos electrónicos, siendo sus imágenes idénticas a las que generan los proyectores locales del puesto de operación del enclavamiento. El seguimiento de los trenes es un módulo

básico del Puesto Central de Control. Este módulo envía al sistema la información de donde se encuentra cada tren. A estas informaciones acceden los módulos software de dirección de trenes, indicación de diagrama de zona, representación de bandas de regulación, elaboración de planes de circulación y gobierno de indicadores de destino.

Las imágenes de diagramas de zona facilitan al jefe de circulación una visión global de la parte de la línea que está gobernando en forma comprimida.

Junto a la distribución de vías, las informaciones estáticas y de señales (por ejemplo la denominación de los enclavamientos, la denominación de las vías y la denominación de señales), son representadas las siguientes informaciones dinámicas, en base a los avisos de los enclavamientos:

- Ocupación de la vía
- Itinerario establecido
- Aviso de bloqueo
- Avisos de perturbación conjunta
- Conexión/desconexión del direccionamiento de los trenes en función de condiciones locales, (Formación Automática de Itinerario).

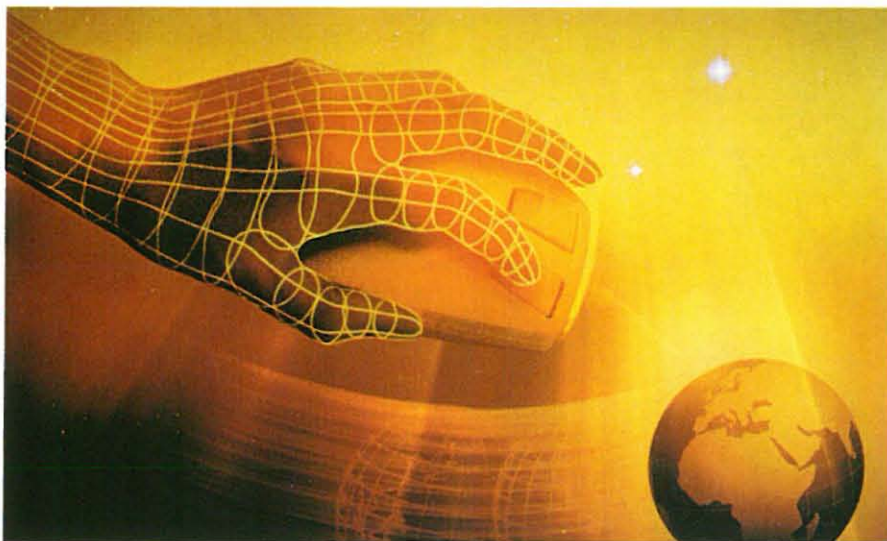
Para todo ello llegan a la Central algunos datos elaborados:

- Número de tren
- Desviaciones horarias
- Conexión/desconexión del direccionamiento de los trenes en función de condiciones locales, (Formación Automática de Itinerario).
- Orden de enclavamiento actualmente elaborada

El diagrama de zona contiene con ello todas las informaciones que necesita el operador para poder vigilar y gobernar la marcha del tren.

Las imágenes de banda de regulación indican sobre un sistema de coordenadas, constituido sobre un eje horizontal de recorrido del tren y un eje vertical de tiempos, las líneas del plan de circulación también llamadas gráficos de itinerarios y los números de tren correspondientes a las ramas AVE y trenes TALGO circulando en las horas del día correspondiente.





La zona de líneas de bandas de regulación contiene en la parte de arriba del eje de tiempo actual la zona de tiempo ya transcurrido, mientras en la parte de abajo está la zona aún por transcurrir. Las líneas reales de la zona ya transcurrida son actualizadas por los datos recibidos del sistema de seguimiento de la marcha del tren ante el paso del mismo por puntos de explotación definidos, mientras que las líneas de consigna en la zona por transcurrir son colocadas a continuación de las líneas reales. Mediante el desplazamiento de la zona de líneas del tiempo actual, cada minuto, se garantiza que el operador siempre tiene indicada aproximadamente la misma cantidad de zona ya transcurrida que la cantidad de zona por transcurrir y casi en tiempo real. Los distintos tipos de trenes, líneas de consigna y líneas reales son representadas en distintos colores.

El jefe de circulación puede acceder a una imagen de bandas de regulación con ayuda del tablero gráfico y del correspondiente indicador, introduce la parada de disposición, modificando el recorrido de trenes sobre la línea o introduciendo nuevas líneas de disposición. A través de las indicaciones *on-line* el jefe de circulación reconoce de forma inmediata las consecuencias de su disposición sobre otros trenes circulando.

Un direccionamiento de trenes tiene la función de establecer los itinerarios necesá-

rios para el recorrido puntual de un tren de forma automática. El direccionamiento de trenes trabaja en función de los mismos, es decir, es activado cuando un tren circula por un punto de explotación establecido para la formación de un itinerario. Dentro del direccionamiento de trenes se ejecuta una comprobación de factibilidad en la cual se verifica si existe algún inconveniente para el establecimiento del itinerario. Si no es este el caso, el direccionamiento de trenes emite una orden al enclavamiento correspondiente. Si esta orden no es ejecutada se procede a la repetición de la misma.

El direccionamiento de trenes puede ser conectado o desconectado en función de condiciones locales o condiciones del tren. La elaboración de planes de circulación realiza en puntos de explotación determinados y para cada tren una comparación entre el tiempo de consigna almacenado en el plan de circulación y el tiempo actual de circulación. La desviación del tiempo resultante es indicada en el diagrama de zona y en las imágenes de bandas de regulación (SAO). Con ayuda del diálogo la elaboración de planes de circulación da al operador *on-line* nuevos planes de circulación o modifica los existentes.

Para diferenciar los distintos tipos y períodos de planes de circulación, estos están estructurados de la siguiente forma:

- Plan de circulación actual y futuro
- Adaptaciones diarias
- Plan actual de circulación diario

El plan de circulación diario es establecido una vez al día teniendo en cuenta las adaptaciones sobre el plan de circulación actual.

Un aspecto importante con vistas a las reconstrucciones de determinadas situaciones es el archivo de acontecimientos de explotación.

Las informaciones sobre la marcha de los trenes y algunas entradas de operación son archivadas sobre soporte de datos. Con ello es posible supervisar imágenes de bandas de regulación archivadas o representar entradas de operación realizadas. Las imágenes de bandas de regulación archivadas pueden ser extraídas a través de un plotter.

HARDWARE DEL ORDENADOR DE CONTROL

Como núcleo integrante del equipamiento hardware del Centro de Control para el suministro eléctrico de energía de tracción está instalado el sistema de control VICOS P 500 basado en componentes de hardware estándar, flexible y con facilidad de ampliaciones. El sistema está compuesto por dos ordenadores de proceso, el Maestro y el Standby de la serie Pentium III 550 MHz. Teniendo en cuenta los requerimientos de disponibilidad exigidos a este Centro de Control, ambos ordenadores de proceso trabajan como un sistema redundante de doble ordenador en servicio "hot stand-by".

Como elemento de conexión de la instalación doble de ordenadores existe una vigilancia que controla el correcto funcionamiento de cada ordenador; en caso de avería o error, VICOS P500 conmuta del ordenador activo al ordenador stand-by. Puede hacerlo siguiendo tres modalidades:

- Conmutación automática, es decir, se conmuta inmediatamente al ordenador stand-by.
- Conmutación automática retardada, antes de conmutar al ordenador stand-by el sistema espera un tiempo configurable.



- Conmutación manual, hay que dar un orden para conmutar al ordenador stand-by.

Normalmente el sistema está trabajando en la modalidad de conmutación automática pero también se usa la modalidad de conmutación manual sobre todo cuando se producen los cambios regulares entre el ordenador que dirige el proceso y el ordenador stand-by o cuando se realiza el mantenimiento preventivo en este sistema. Los dos ordenadores que realizan el proceso, el maestro y el stand-by, así como los de los puestos de operación; el del puesto de mando para el suministro de energía de tracción, el de vigilancia para circulación, el de seguridad y el de mantenimiento ubicado en la sala de Control de Telecomunicaciones, están conectados entre sí a través de una LAN Ethernet. Esta red está estructurada:

- El nivel del sistema de control está conectado entre sí de forma autónoma a través de una red coaxial, es decir; el maestro, el stand-by, ordenador de archivo, servidor de PC (en TCB-TCI), el del puesto de mando para el suministro de energía de tracción, el de vigilancia para circulación, el de seguridad y el de mantenimiento ubicado en la sala de Control de Telecomunicaciones.
- El nivel de proceso está interconectado a través de una red SINEC H1, lo que significa que el maestro y el stand-by están conectados directamente al TCI por medio de un HUB

El interface de Telemando (TCI) representa el sistema de unión entre el ordenador de control y el proceso. Los datos del proceso son almacenados por todas las remotas y transformados para la tramitación posterior en el sistema VICOS P500.

Las tareas principales de la interfaz de telemando son:

- Intercambio de datos entre el puesto de mando y las remotas
- Administrar el gráfico del proceso actual
- Control de las peticiones generales
- Tramitación previa de datos
- Comparación valor antiguo/nuevo
- Control del valor umbral para valores analógicos.

Esta interface está constituida por dos partes; un Servidor de PC, a la que están conectadas tarjetas de comunicación TCB (Tele Communication Board) a través de una LAN autónoma. Los TCB son tarjetas propias que se acoplan a un bastidor del sistema SIMATIC S7 400.

Por motivos de disponibilidad los TCB y el servidor PC son instalaciones redundantes. La conexión entre los ordenadores de proceso y el sistema de transmisión de datos lo constituye la interfaces de telemando con sus correspondientes TCBs y estas están conectadas a la entrada de la red de datos EWSP y cumple los requerimientos necesarios para la conexión como interface X.25.

FUNCIONES DEL SISTEMA DE CONTROL.

El sistema de control se basa en el sistema software VICOS de la firma SIEMENS. Este sistema software fue concebido sobre la base de aplicaciones y experiencias obtenidas en desarrollos especiales para la gestión de operaciones de ferrocarriles, basado en ordenadores interconectados en red y funciones automáticas y también en aplicaciones en el campo del control de redes eléctricas.

El sistema facilita la realización de funciones de vigilancia, representación de acontecimientos, actuación del operador, gobierno y automatización.

Para la observación del proceso es de gran ayuda la imagen global de la red con representación de toda la línea AVE. Sobre esta imagen son representadas por un lado todos los puestos de explotación, como Estaciones, Puesto intermedio de banalización, puesto de adelantamiento y estacionamiento de trenes, así como por otro lado las subes-



taciones de tracción con sus denominaciones abreviadas. Para diferenciar mejor el tipo de explotación, estas son representadas con distintos colores. Si en los puestos de explotación se produce un nuevo estado del proceso, este será indicado en la imagen global de la red como información total, produciéndose además una señalización acústica.

La información total se clasifica correspondiendo a su significado y se marca con distintos símbolos en color. Ante la existencia de varios acontecimientos se da con ello al operador una ayuda orientativa de donde debe actuar.

Como todos los sistemas, también VICOS P500 emplea su propia terminología. La interface de usuario siempre es homogénea y para el manejo se utilizan menús desplegables, menús emergentes y cuadros de diálogo. La ventana de manejo siempre está visible, no se puede modificar su tamaño y no se puede mover ni minimizar. En ella se encuentran la línea de alarmas y las funciones de manejo más importantes asignadas al usuario. En el área de trabajo se

abren superpuestas, según las necesidades concretas, las ventanas de trabajo. A diferencia de la ventana de manejo, estas ventanas pueden superponerse entre sí. Se puede variar su tamaño.

Para operar sobre un menú determinado se posiciona el cursor, con el ratón, sobre una opción del menú pulsando el botón izquierdo se abre el menú desplegable o directamente una nueva ventana no siendo posible activar más de una opción de menú a la vez.

En este sistema solo pueden activarse las funciones pulsando el botón izquierdo del ratón.

El VICOS P500 vigila la ejecución de las ordenes. Se parametriza un tiempo de vigilancia teniendo en cuenta el tiempo para la emisión de la orden, el tiempo de funcionamiento del seccionador así como el tiempo de espera al mensaje de respuesta. Una actuación de manejo de proceso está concluida o cuando se recibe un mensaje de respuesta desde el proceso o cuando ha transcurrido el tiempo de vigilancia.

Durante el transcurso del tiempo de vigi-

lancia de un elemento se pueden manejar otros elementos, dado que cada elemento dispone de su propia vigilancia por tiempo. El elemento está bloqueado hasta que se concluya el manejo de proceso, evitando accesos múltiples.

Si en el transcurso del tiempo de vigilancia se recibe del proceso el mensaje de respuesta deseado, se considera concluida la actuación de manejo. Se cancela el parpadeo que se inicia al comienzo de la ejecución de la orden y se indica el nuevo estado del elemento. Si no se ejecuta por sobrepasar el tiempo de vigilancia, se vuelve a visualizar el estado anterior del proceso y el elemento parpadea sobre fondo negro para indicar al operador esta situación del elemento.

Hay otras operaciones de manejo que son organizativas, estas solo causan un procesamiento interno en el sistema de mando, no transmitiéndose a las subestaciones. Entre ellas hay; la activación y el borrado de bloques de órdenes, la activación y el borrado de bloqueo de mensajes y la reproducción o simulación de estados de proceso.

Todas las operaciones de manejo organizativas, al igual que las de manejo de elementos, se registran.

La función "Retenido" es un bloqueo del envío de ordenes mediante el programa que hace que la orden no se transmite a la remota y por lo tanto no puede ejecutarse. Estos bloqueos son necesarios en el contexto de trabajos de mantenimiento en las líneas o en los disyuntors, debido a las mayores exigencias de seguridad.

Todo el sistema de Control en el Puesto de Control Central de Madrid Atocha es ampliable tanto desde el punto de vista hardware como software. En caso necesario, por ejemplo, puede ser introducido un nuevo puesto de operación.

RESULTADO

El empleo de ordenadores comerciales, de alta capacidad de prestación y en tecnología de máximo nivel, ha garantizado también el progreso técnico en este terreno tal como se ha podido comprobar a lo largo de estos diez años.

