

Nuestro colaborador Carlos Blanco explica de forma asequible y detallada el sistema de señalización del complejo ferroviario de Madrid-Chamartín, una de las obras más importantes del ferrocarril español en este campo. Las fases de su aplicación, los elementos que lo constituyen y su funcionamiento son algunas de las cuestiones expuestas en este trabajo.

EL NUEVO ENCLAVAMIENTO DE MADRID-CHAMARTIN

COMO paso previo a la descripción de la instalación realizada es necesario resaltar la importancia del complejo ferroviario de Chamartín desde el punto de vista de la explotación ferroviaria, ya que, en definitiva, es ésta la que obliga a adoptar las más modernas técnicas disponibles hoy día para conseguir una instalación de las más eficaces prestaciones. Así pues, diremos que la instalación realizada controla el tráfico en 179 kilómetros de vía, de los que 64 están constituidos por vía doble y el resto por vía única. Por ellos discurre el tráfico de los enlaces Norte de Madrid, de importancia vital para la ciudad. Los trayectos controlados por el nuevo sistema de señalización son, pues, el enlace Chamartín-Atocha, la línea Madrid-Burgos hasta Riaza, la vía de rodeo o "By Pass" Coslada a Pinar de las Rozas con sus ramales Vicálvaro-O'Donnell, Hortaleza-Chamartín, Fuencarral-Chamartín y Chamartín-Pitis, como pieza clave del gran enclavamiento de la estación de Chamartín, y, por último, el ramal de la Universidad de Cantoblanco. El número de trenes diarios en la estación de Chamartín es de aproximadamente 337 y el total de movimientos unitarios se aproxima a los 1.200.

A la vista de estos datos se comprende que la instalación necesaria para controlar un tráfico de tal densidad debe ser, y de hecho así ha sido, controlada por un sistema de ordenadores que permitan trabajar a



El puesto de Mando de Madrid-Chamartín, desde donde se controla el tráfico.

los operadores de forma más eficaz, suministrándoles puntualmente gran cantidad de información sobre el estado del tráfico y simplificando el sistema de mando para conseguir mayor rapidez.

Puesto de mando, sistema de seguridad y equipos electrónicos

La instalación se compone de tres partes: un gran Puesto de Mando desde donde se controla el tráfico, un sistema de seguridad que la garantiza sin posibilidad de colisión y una parte constituida prácticamente en su totalidad por equipos elec-

trónicos, que aporta la "inteligencia" del sistema.

El Puesto de Mando consta de un gran panel en el que se reciben todas las informaciones procedentes de la vía sobre el estado de las señales, situación de los trenes, posición de las agujas, etc. Frente a él se sitúan cuatro puestos de operador equipados con una consola de telefonía, un monitor de televisión en color y una botonera alta numérica, conectados al sistema de ordenadores. El monitor de televisión proporciona una visión del estado del tráfico con gran detalle y permite, incluso, la localización inmediata de un tren concreto, ya que el sistema, dentro de su radio de acción, es capaz de seguir un tren a lo largo de todo su recorrido. También, en él, es posible cambiar de zona de representación o de nivel de detalle, según la cantidad de información requerida en cada momento.

La botonera alfa numérica, conectada al sistema de ordenadores, proporciona la capacidad de mando y al teclear en ella determinados números y letras se ordena al sistema la realización del correspondiente movimiento. El sistema de ordenadores plantea al operador varias cuestiones y si ha cometido algún error se niega a obedecer una orden equivocada. Por último, existe un quinto puesto destinado a la coordinación y supervisión de los operadores equipados de idéntica forma que aquéllos.

Hablemos ahora del sistema de



El nuevo enclavamiento de Madrid-Chamartín controla el tráfico en 179 kilómetros de vía, de los que 64 están constituidos por vía doble.

Puesto de operador. El ordenador se niega a obedecer órdenes equivocadas.

Detalle de las estanterías de relés de seguridad.

seguridad. Su misión consiste en obedecer las órdenes de establecimiento de itinerarios y movimientos y realizarlas en la vía. Este sistema es un poderosísimo "filtro" que no obedece todas las órdenes que recibe, sino sólo aquellas que no comprometen la seguridad del tráfico. Así pues, jamás realizará una apertura de señal cuando exista el riesgo de colisión con otro tren, por mucho que un sofisticado ordenador se lo mande. En su construcción no intervienen transistores o circuitos integrados, sino unos elementos llamados "relés de seguridad intrínseca". Su primitivo aspecto se debe tanto a que fueron diseñados y



construidos pensando sólo en sus características técnicas, como que, a lo largo de muchos años, han demostrado ser dignos de una confianza que hoy todavía no podemos conceder a los circuitos integrados, aunque lo haremos en futuro no lejano. Estos relés van agrupados en módulos que constituyen los circuitos de seguridad básicos, y de los que existen distintos tipos según su misión específica. A su vez estos módulos se interconexionan entre sí para formar el sistema de seguridad

que actúa sobre los elementos situados en la vía.

Con el fin de dar una idea de las precauciones adoptadas en aras de la seguridad, diremos que cada módulo está cableado con un cable de especiales propiedades mecánicas y de resistencia al fuego, que son cableados con unas máquinas automáticas que evitan cualquier error y que posteriormente son verificados uno a uno por un ordenador que detecta todo tipo de fallos o simples defectos. Por último son precintados para evitar cualquier manipulación posterior. Además de todo ello, el

sistema de seguridad ya montado se prueba exhaustivamente antes de ponerse en servicio. Concretamente, en el caso de la estación de Chamartín, que incluye 11.600 relés en 550 módulos, 85 kilómetros de cable y 150.000 juntas de conexión, no se detectó ningún fallo en los módulos de relés y sólo seis en el cableado auxiliar, exterior a los mismos.

Ordenador alternativo

El diseño en conjunto del sistema de seguridad es tal que, en caso de

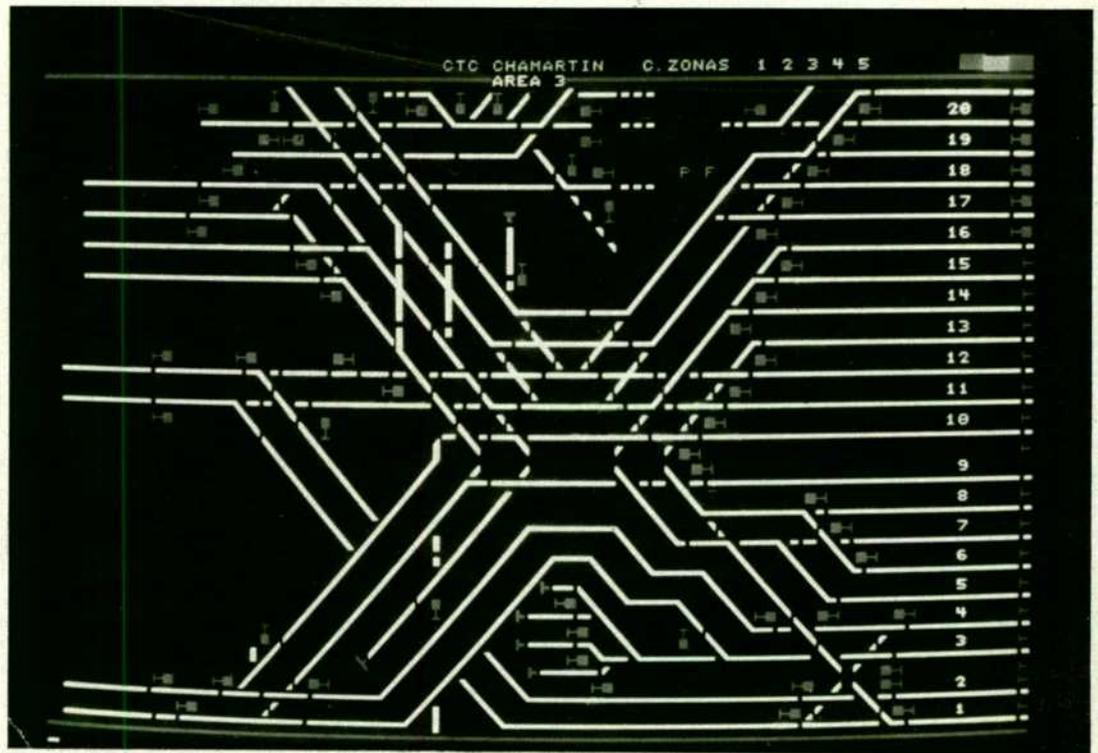
detectar una avería en sí mismo establece inmediatamente una condición segura, es decir, que procederá a cerrar una señal, impidiendo un movimiento, pero nunca, al contrario, permitiendo que un tren se mueva de forma incontrolada.

Por último, veamos el sistema electrónico. Su misión consiste en recoger la información procedente de la vía y enviarla al Puesto de Mando en la forma adecuada. También "dialoga" con los operadores, interpretando las órdenes dadas a través de las botoneras y transmitiéndolas a los sistemas de seguridad afectados, algunos situados a varios kilómetros de distancia, mediante unos equipos denominados de telemando.

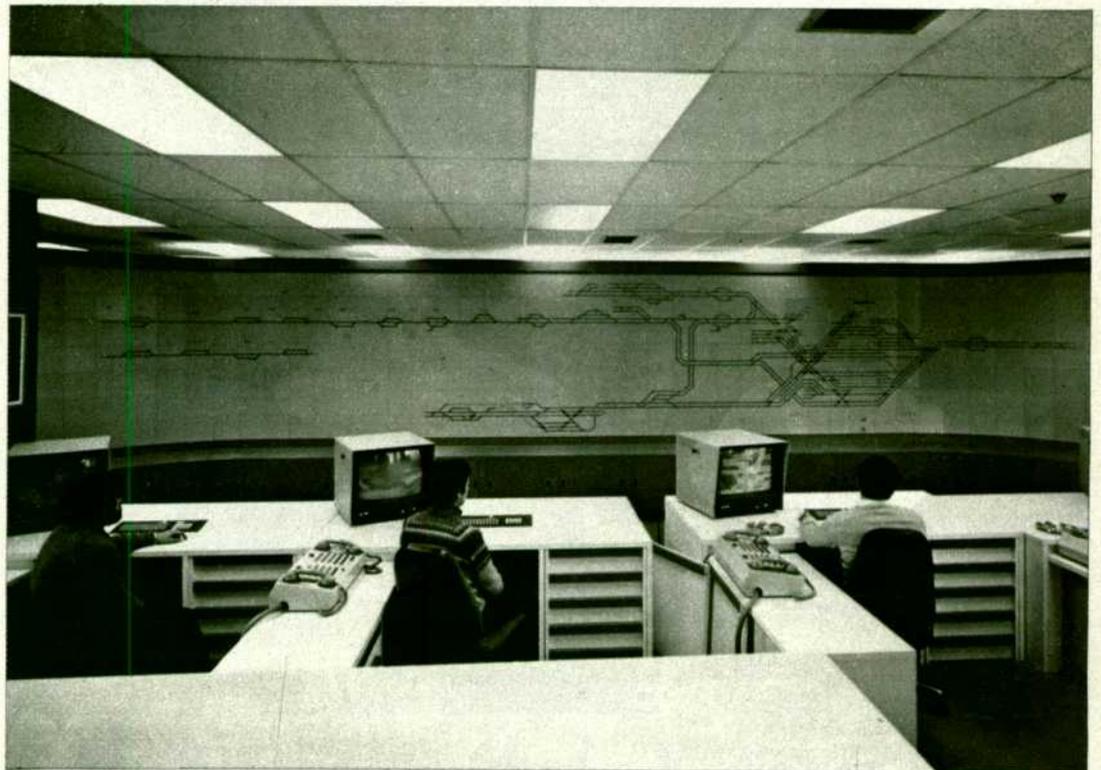
Su pieza clave es el sistema de ordenadores constituido por dos equipos idénticos que funcionan simultáneamente. En esta parte de la instalación, muy sofisticada, pero no de seguridad, es necesario conseguir que una avería no paralice la totalidad del complejo ferroviario que gobierna y, por tanto, están duplicados todos los elementos vitales. A título de ejemplo: de los dos ordenadores de que consta el sistema, uno de ellos interviene realmente y el otro procesa también toda la información, pero no actúa y permanece en reserva. Si el ordenador que está funcionando se autodetecta una avería, automáticamente cede el mando al segundo y da cuenta de su propia avería.

La puesta en servicio

Entre los problemas más difíciles de resolver que planteó la puesta en servicio de la instalación en el complejo ferroviario de Chamartín estaba el de mantener el denso tráfico existente, no sólo mientras se hacían las pruebas de funcionamiento de las instalaciones, cuya programación fue estudiada meticulosamente, sino en las fases de puesta en servicio en las que ya era necesario pasar las órdenes y las comprobaciones desde las viejas instalaciones al nuevo sistema de mando.



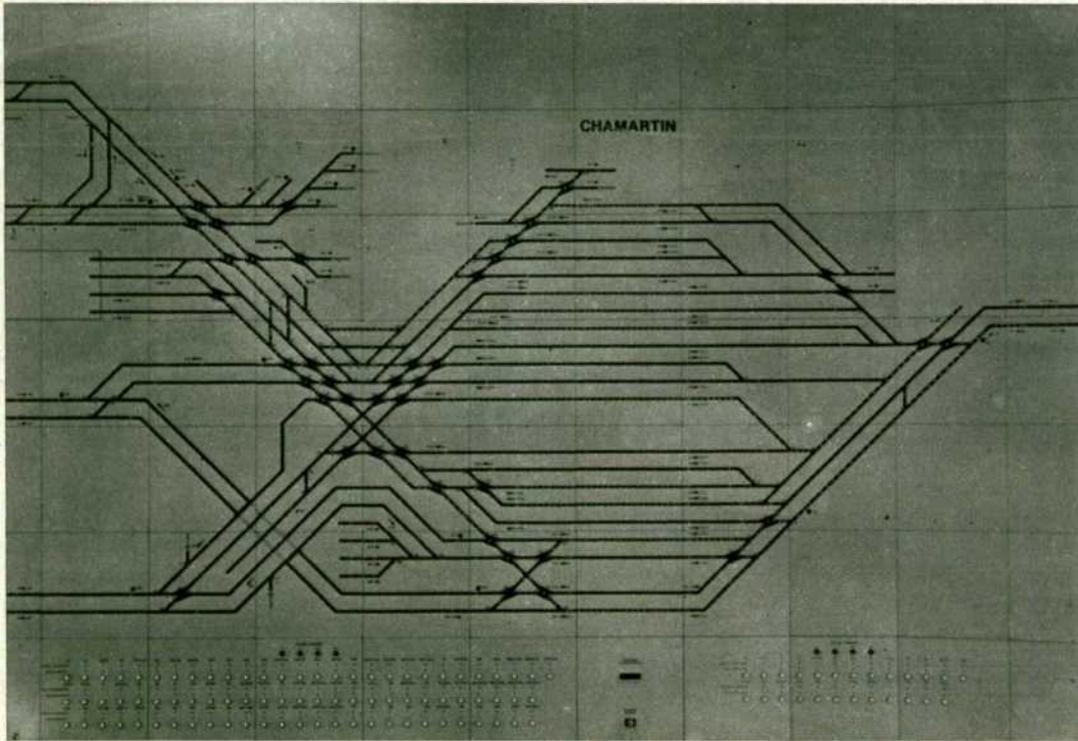
Representación de vías, circuitos y señales en un monitor de televisión.



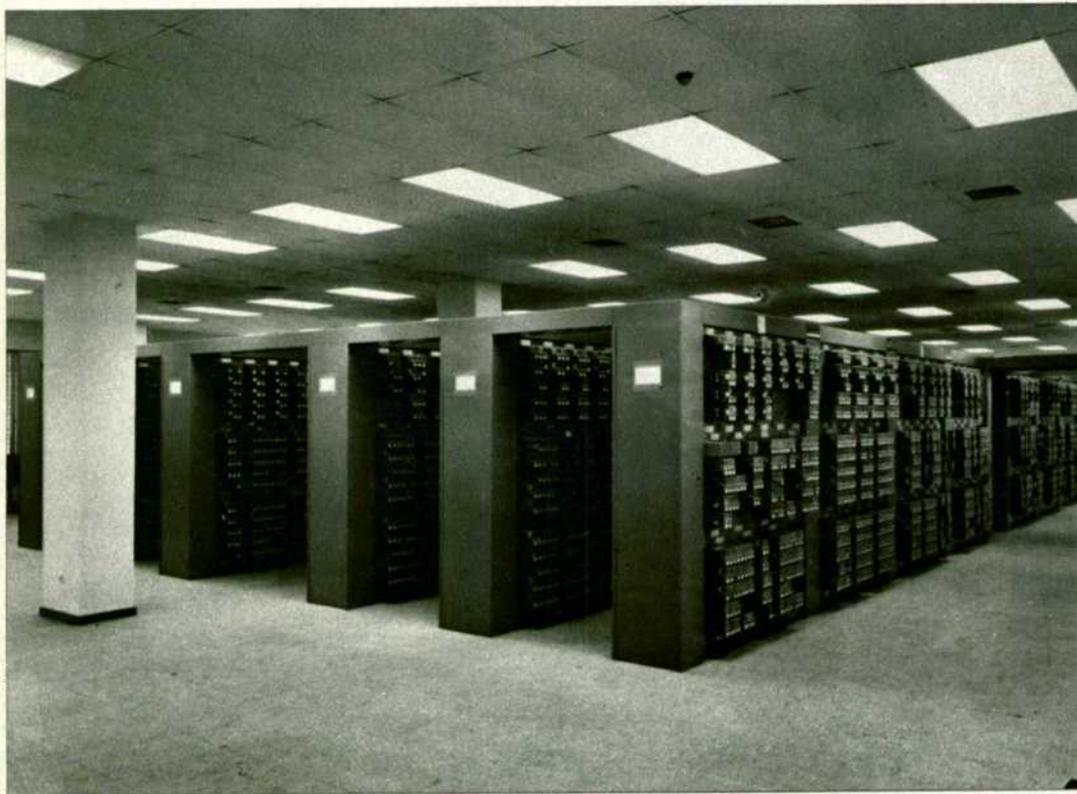
Al fondo el gran panel del Puesto de Mando, en él se reciben todas las informaciones procedentes de la vía sobre el estado de las señales, la situación de los trenes, posición de las agujas, etc. Frente a él se sitúan cuatro puestos de operador.

Esto se hizo en tres fases: La primera fase consistió en efectuar las pruebas de funcionamiento de la instalación, que fueron programadas para ser realizadas en cuarenta y tres días naturales. En este período fue necesario no sólo probar cada uno de los 1.569 itinerarios que poseen las instalaciones del enclavamiento de Chamartín, sino examinar también todas las incompatibili-

dades de la misma, que por su complejidad fue necesario diseñar por computadora. Este plazo no sólo se cumplió, sino que dentro del mismo se impartieron los cursillos de formación de todos los operadores del Puesto de Mando y se efectuó el "rodaje" de este personal, para que en las fases siguientes su destreza compensara las dificultades.



Vista parcial del panel de comprobaciones.



Vista general de las estanterías de relés de seguridad.

La segunda fase, programada para cuatro días, consistió en transferir los mandos de los motores de aguja, circuitos de vía y señales, durante los períodos nocturnos en que no hay tráfico, de modo que quedara, durante esos días, la instalación funcionando en parte desde la mesa de mando antigua y en parte desde el nuevo Puesto de Mando. Este período, dada la perfecta sincroniza-

ción entre el personal del contratista y de los servicios de RENFE, se planteó con la idea de obtener una máxima eficacia en las tareas, y se redujo a tan sólo tres días, al final de los cuales todos los mandos estaban ya en el nuevo Puesto de Mando. Durante esta fase, la más conflictiva por tener que mantener la seguridad en las circulaciones, se enclavaban los itinerarios por ruta es-

tablecida, pero se autorizaban los movimientos con señales cerradas, por cuanto aún, en esta fase, no se había establecido el diagrama final de los circuitos de vía, de forma que el desenclavamiento había que hacerlo por anulación del itinerario al recibirse la confirmación telefónica desde la vía de haberse cumplimentado todo el itinerario.

Fue en esta fase cuando se acumularon más retrasos en las circulaciones, por cuanto estaba en juego la seguridad de las mismas.

La tercera fase, programada para quince días naturales, consistió en levantar todos los circuitos de vía, en sus nuevos emplazamientos, por no coincidir el diagrama existente con el que se ponía en servicio. Esta fase se efectuó no sólo durante las noches, sino aprovechando todos los huecos disponibles, fuera de las horas punta, para pasar todos los circuitos de vía al nuevo enclavamiento. En esta ocasión, nuevamente la perfecta coordinación de todos los que intervinieron y la programación meticulosa hizo que se redujera el tiempo total a tan sólo siete días, la mitad del tiempo estimado, al final del cual todos los itinerarios de la estación se hacían con señales, teniendo a su cargo los dos operadores previstos el 100 por 100 de la instalación del enclavamiento de Chamartín y su conexión con los telemandos de los enlaces ferroviarios (hacia Pitis, Fuencarral y Hortaleza), del túnel de Chamartín-Atocha y el de Madrid-Burgos.

Por último, aprovecho la oportunidad que me brindan estas páginas para destacar el enorme sentido de responsabilidad de los agentes de RENFE y del contratista en las tareas realizadas, su perfecta coordinación en todo momento y su entrega sin escatimar horas de trabajo en aras de mantener el servicio con la máxima seguridad. Sirvan estas páginas como homenaje a los mismos, ya que gracias al elemento humano fue posible el rotundo éxito de llevar a feliz término una instalación de la complejidad de la de Chamartín, una de las más grandes de Europa, dotada con la más moderna tecnología en uso.

CARLOS BLANCO