

EL LLI-1002, COCHE AUSCULTADOR DEL ESTADO DE LA CATENARIA

La importancia que tiene, para el buen funcionamiento de las líneas electrificadas, el mantener en buen estado la catenaria no necesita ser subrayada.

RENFE dispone del coche auscultador LLI-1002, que ha sido estudiado y realizado por el Gabinete de Investigación y Desarrollo, y sobre cuyas características escribe Serafín Amores Martín, jefe de Material Motor de dicho Gabinete.

LAS líneas aéreas de tracción eléctrica deben ser objeto de una vigilancia y entretenimiento sistemático, con el fin de asegurar en todo el campo de velocidades comerciales una captación de corriente satisfactoria por los pantógrafos de los vehículos motores.

Son numerosos los factores que influyen en la calidad de captación de corriente, pero prioritariamente es necesario que los hilos de contacto ocupen siempre una posición, con respecto al plano de rodadura, favorable a dicha captación.

El coche LLI-1002, estudiado y realizado por Investigación y Desarrollo, ha sido instrumentado con equipos similares a los utilizados en los coches de auscultación de la SNCF y JZ, para permitir a los servicios de entretenimiento la observación y el registro continuo de las características principales de la catenaria, que definen la posición de los hilos de contacto.

Además de la verificación de las características geométricas de la catenaria, el coche se ha previsto para montar los dispositivos de medida y comprobación del comportamiento dinámico de la catenaria: cámara de televisión, registro de los movimientos del pantógrafo, registro de la calidad de captación, etcétera (foto 1).

Descripción general del coche.—La disposición interior, representada en el esquema número uno, comprende una amplia sala de medidas y de reunión, una cabina de observación, locales de servicio y dos departamentos para el personal de acompañamiento.

En la sala de medidas están ubicados, en varios racks, los diversos aparatos utilizados para el control, a pequeña velocidad, de las características geométricas de la catenaria, quedando racks disponibles para recibir los aparatos necesarios para ensayos de comportamiento de la catenaria a las velocidades máximas de servicio comercial.



1 El LLI-1002 ha sido estudiado y realizado por Investigación y Desarrollo.

En un cuadro de maniobra están contenidos los dispositivos de mando y control de la alimentación de energía.

La sala de reunión está separada de la sala de medidas por un panel extensible, que permite aislarla para la discusión de los resultados registrados (foto 3).

Desde la cabina se puede observar, en condiciones óptimas, tanto la catenaria como el pantógrafo del coche o de la locomotora de tracción, ya sea de día o de noche, gracias a los faros orientables de que se ha dotado al coche (foto 2).

Por razones de seguridad, las ventanillas de la cabina de observación van dotadas de cristales **triplex** de 13 mm. y rejillas protectoras. Por sus características, la cabina de observación constituye un puesto de mando para los ensayos, y a este efecto se ha previsto uniones telefónicas con la sala de medidas y con la locomotora de tracción.

En cada extremidad del coche se ha dispuesto una pequeña cúpula para situar en ella la cámara de televisión.

La disposición interior comprende, asimismo, un local para los grupos electrógenos, un taller, una cocina y dos departamentos con camas para el personal.

La calefacción es eléctrica a 3.000 voltios, alimentada a través de la locomotora. También hay calefacción de circuito de agua calentada por quemador de gas-oil. La sala de medidas y la cabina de observación pueden, además, ser refrigeradas por aparatos de acondicionamiento de aire.

Técnica de medidas.—Este coche tiene una doble finalidad, pues se ha previsto para:

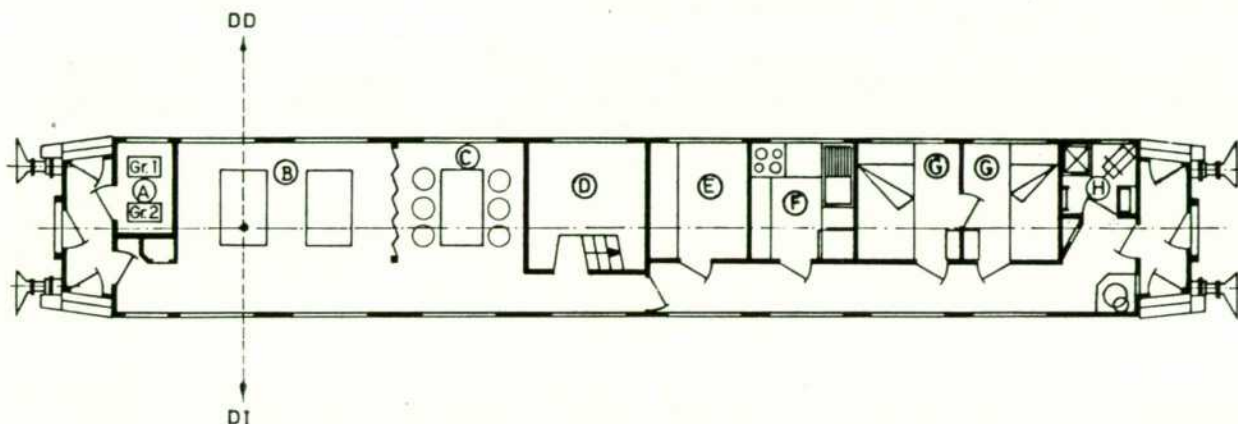
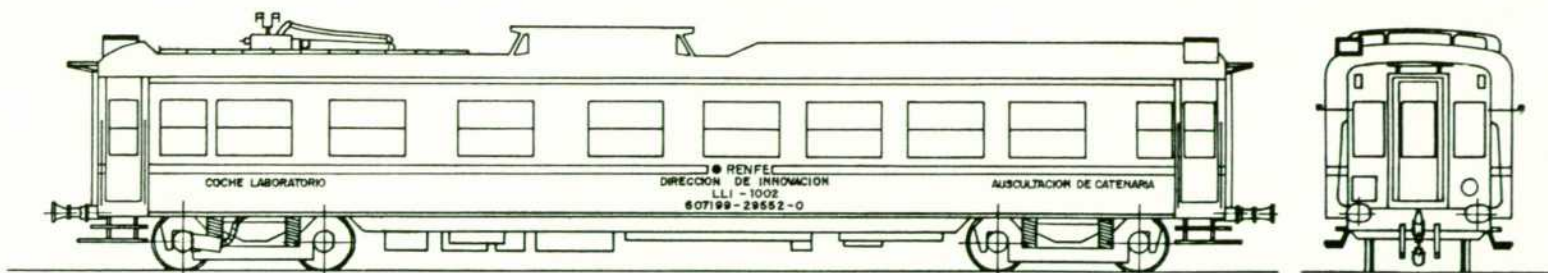
- La verificación de las características geométricas de la catenaria.
- La realización de ensayos dinámicos a las velocidades máximas comerciales (foto 4).

Dispositivos de medida de las características geométricas de la catenaria:

En su estado actual, el coche va equipado para obtener dos parámetros básicos de la geometría del hilo de contacto, es decir, el descentramiento con respecto al eje de la

ESQUEMA 1

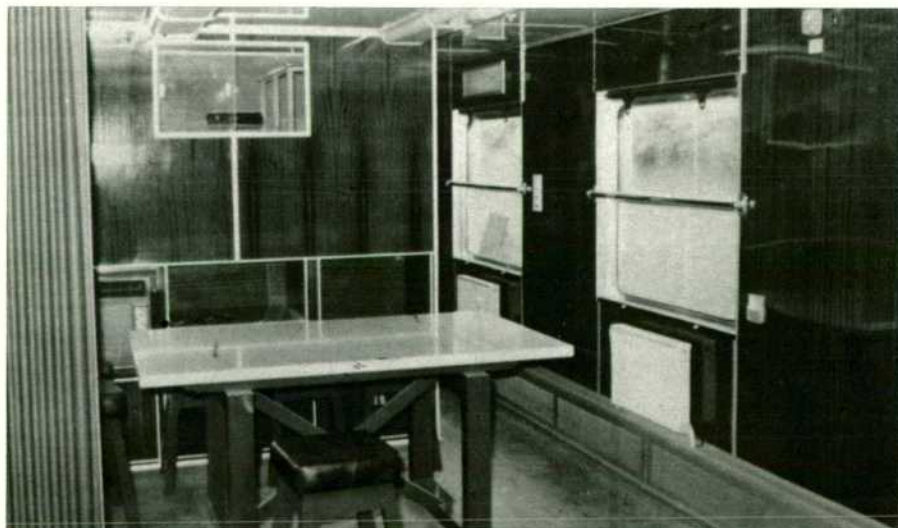
COCHE LABORATORIO LLI-1002
AUSCULTACION DE CATENARIA



LEYENDA

- A.- GRUPOS ELECTROGENOS
- B.- SALA DE MEDIDAS
- C.- SALA DE TRABAJO
- D.- SALA DE VIGIA
- E.- TALLER
- F.- COCINA
- G.- DORMITORIO
- H.- SERVICIOS DE ASEO

ALZADO Y DISTRIBUCION INTERIOR



3 Sala de reunión a propósito para el análisis de los resultados.



2 La cabina ofrece condiciones óptimas de visibilidad sobre la catenaria y el pantógrafo.

vía y la altura en relación al plano de rodadura.

Además proporciona otros parámetros complementarios que ayudan a una interpretación más completa de los anteriores:

- Descentramientos del punto medio del pantógrafo con relación al eje de la vía (roullis), con coche inclinado por actuación de la suspensión.
- Velocidad de marcha del vehículo en km/h.
- Trayecto recorrido con marcas en el registro cada 20 metros.

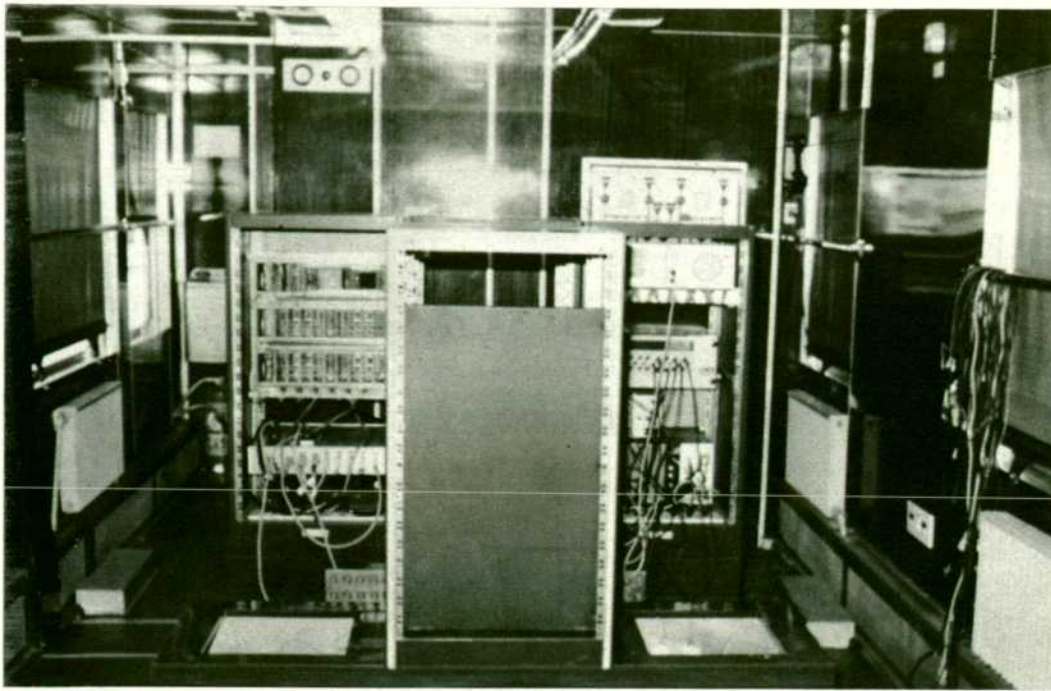
Los parámetros mencionados son regis-

trados en papel fotosensible, mediante un registrador gráfico ultravioleta, incorporándose al registro, además, las referencias sobre singularidades de la catenaria o de la vía marcadas manualmente, bien desde la cabina de observación o desde la locomotora (figura 4).

La altura del hilo de contacto se mide con respecto al plano de rodadura, pudiendo estar la catenaria bajo tensión a 1,5 ó 3 kV. se utiliza para ello un pantógrafo Faiveley tipo AM32 con mesilla especial instalado en el techo del coche sobre la sala de medidas.

Los movimientos del pantógrafo son reproducidos por un sistema reductor y registrados de forma continua, después de su transformación en magnitud eléctrica (figura 2).

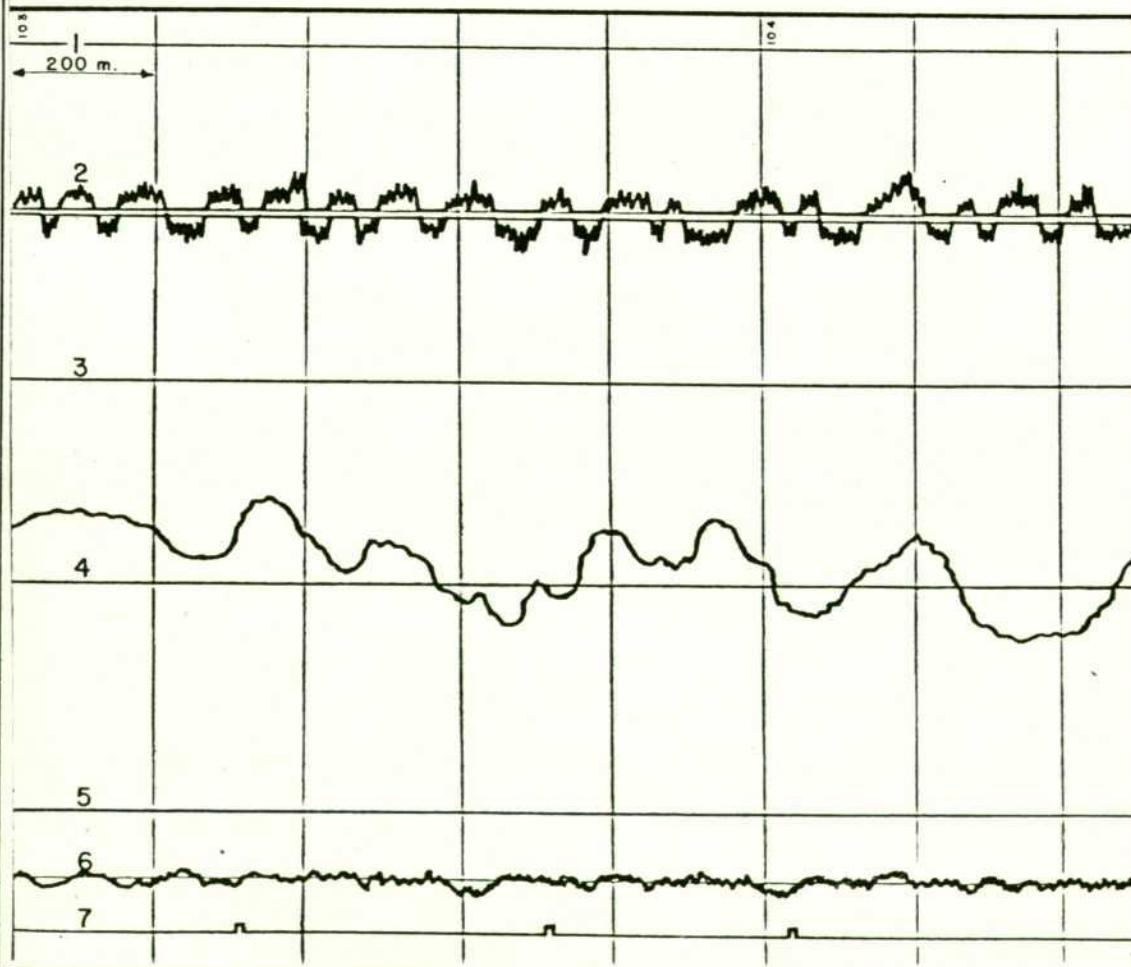
Antes de ser registrada, la señal recibida es corregida por otra señal en función de los desplazamientos verticales de la caja, tomada entre los cursores de dos potenciómetros montados a ambos lados de la caja del vehículo, sobre el bogie correspondiente a la sala de medida. Los cursores de estos potenciómetros están ligados por medio de cadenas Galle a los balancines del bogie.



4 Dispositivos de medida de las características geométricas de la catenaria.

FIGURA 4

GRAFICA DE LAS CARACTERISTICAS GEOMETRICAS DE LA CATENARIA



1: Marcado de puntos kilométricos. 2: Descentramiento. 3 a 5: Referencia de altura del hilo de contacto, respectivamente, a 6 m.; 5,38 x 4,60 m. 6: Roulis del coche. 7: Marcado manual de puntos particulares de la catenaria.

La señal de altura, una vez corregida, es registrada a escala 1/10.

El descentramiento del hilo de contacto se mide respecto a la perpendicular al plano de rodadura, en el eje de la vía, pudiendo estar la catenaria bajo tensión (figura 3).

Se utiliza para ello un dispositivo que consta de un equipo de detección, de emisión y recepción.

Descripción del detector.—El detector, situado en la cabeza del pantógrafo, lo constituye una mesilla especial de 90 cm. de longitud, provista de 30 plots distribuidos de forma homogénea a lo largo de la misma. Estos plots son circuitos oscilantes formados por una doble bobina con núcleo y un condensador, asociados, cada uno, a un oscilador. La disposición del circuito es tal, que en ausencia del hilo de contacto sobre el plot, su señal de salida es cero voltios. En cambio, la presencia del hilo de contacto sobre él modifica el valor de la inductancia del circuito oscilante y aparece una tensión a la salida.

Un dispositivo de código binario permite recomponer el rango del circuito oscilante influenciado por el hilo de contacto y dar la información de la medida del descentramiento. Un emisor transmite por radio esta información, al interior del coche, a un sistema receptor-decodificador que suministra una corriente proporcional al rango del oscilador de detección influenciado por el hilo de contacto.

Para evitar el desplazamiento lateral de la caja, el bogie situado bajo la sala de medida está equipado de un dispositivo de bloqueo de la traviesa bailadora. Un equipo complementario compensa automáticamente la inclinación del coche en las curvas (roulis). Está constituido por dos potenciómetros montados a ambos lados de la caja del vehículo, y accionados por cadenas fijadas a los balancines del bogie.

Los potenciómetros son alimentados por una tensión proporcional a la altura del pantógrafo, que es suministrada por un potenciómetro accionado por el sistema reductor utilizado en la medida de la altura.

Se obtiene así entre los cursores de los dos potenciómetros una tensión proporcional a la distancia entre el eje del pantógrafo y el eje de la vía, que se combina con las señales de salida de los codificadores derechos e izquierdos. Las señales resultantes corresponden al descentramiento del hilo de contacto con respecto al eje de la vía, es decir, al descentramiento real.

Las señales, una vez corregidas y amplificadas, son registradas en papel fotosensible, lo mismo que la altura y el roulis.

La escala adoptada para el descentramiento y el roulis es 1/15.

Otros parámetros proporcionados por el coche son:

- La velocidad de marcha: Se obtiene ésta a partir de un generador tacométrico,

FIGURA 2

MEDIDA DE LA ALTURA DE LA CATENARIA - ESQUEMA DE PRINCIPIO

- | | |
|--------------------------------------|-------------------------------------|
| 1. PANTOGRAFO DE MEDIDA | 8. SEÑAL DE ALTURA |
| 2. BARRA AISLANTE | 9. SEÑAL DE CORRECCION |
| 3, 5, 6. POTENCIOMETROS | 10. SUMADOR ANALOGICO |
| 4, 7. FUENTES DE ALIMENTACION ESTAB. | 11. AMPLIFICADOR ANALOGICO + FILTRO |
| | 12. SEÑAL DE ALTURA CORREGIDA |

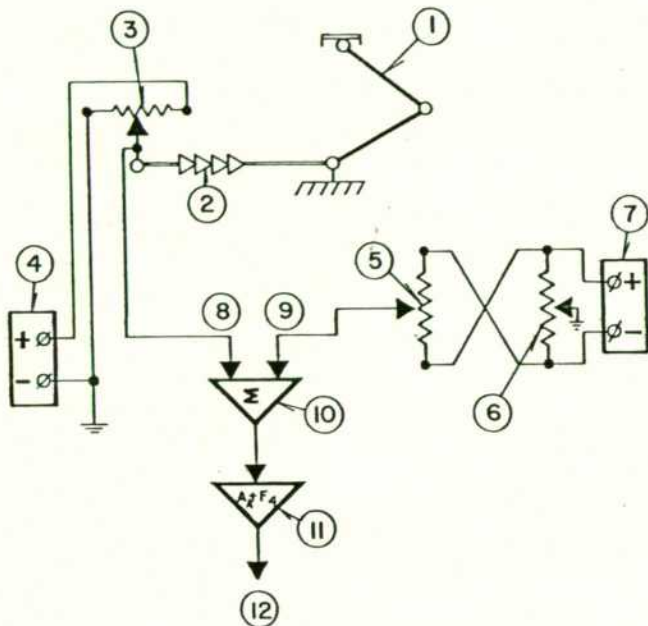
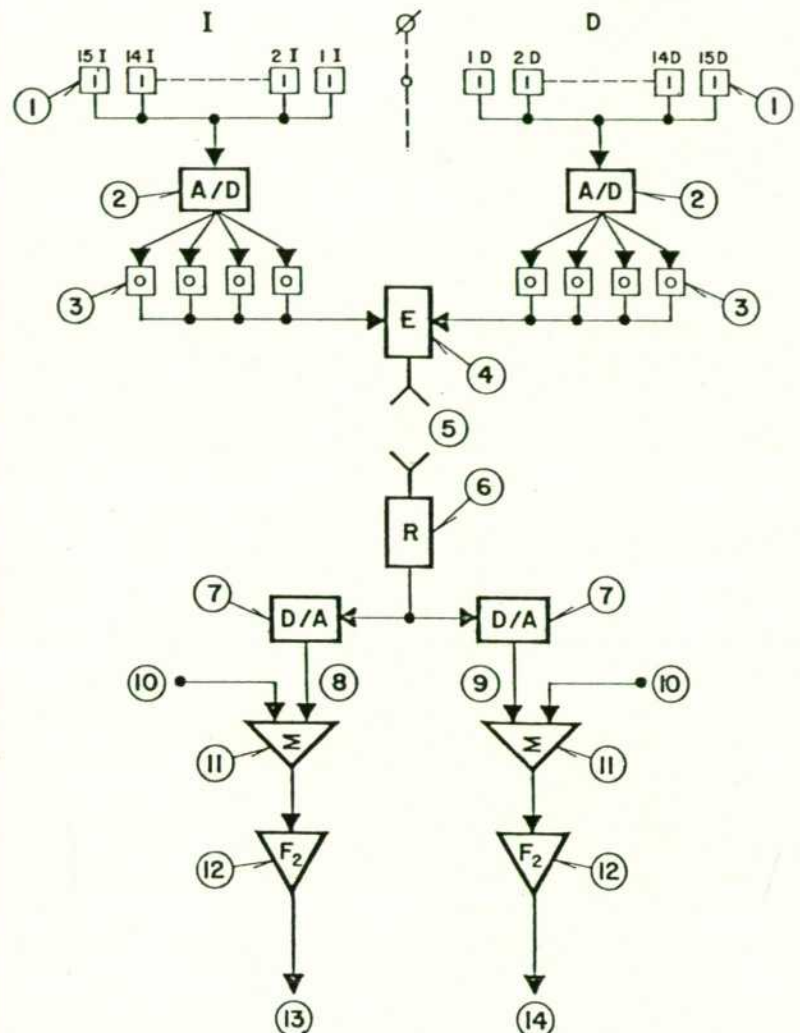


FIGURA 3

MEDIDA DEL DESCENTRAMIENTO DE LA CATENARIA - ESQUEMA DE PRINCIPIO

- | | |
|---------------------------------------|---|
| 1. PLOTS DE DETECCION | 8, 9. SEÑALES DE DESCENTRAMIENTO |
| 2, 7. CODIFICADORES ANALOGICO DIGITAL | 10. SEÑAL DE CORRECCION |
| 3. OSCILADORES | 11. SUMADORES ANALOGICOS |
| 4. EMISOR | 12. FILTROS |
| 5. ANTENAS | 13, 14. SEÑALES DE DESCENTRAMIENTO CORREG |
| 6. RECEPTOR | |



acoplado éste a uno de los ejes del vehículo, que genera una señal de 600 impulsos por vuelta de rueda, la cual es enviada a un captador frecuenciométrico de tiempos ajustables.

● Reglando debidamente la base de tiempos, según el diámetro de la rueda, la frecuencia que detecta el captador corresponde numéricamente al valor de la velocidad en km/h.

● Trayecto recorrido por el vehículo: Como en el caso anterior, se parte del generador tacométrico de 600 impulsos. Con la señal del generador se ataca a un divisor de frecuencia con coeficiente de división ajustable, mediante dos parámetros: el período de la señal de salida y el diámetro de rueda. Estos datos se fijan sobre el módulo del conversor de frecuencia, cuya señal de salida codificada en valor de espacio recorrido se introduce directamente en el marcador de tiempos del registrador, quedando transformada en marcas de espacio.

● Las señales de referencia: Se generan mediante unos impulsos asociados a los teléfonos de intercomunicación. Al presionar los pulsadores se cierra un circuito en los generadores de impulsos, dando lugar a escalones de tensión, que se llevan directamente al registrador.

Dispositivos utilizados para ensayos dinámicos.—Durante la circulación a las velocidades máximas comerciales, es importante conocer el comportamiento de la catenaria y del pantógrafo.

La observación directa desde la cabina de que dispone el coche, el registro sobre banda magnética de una señal emitida por una cámara de televisión, el registro de los movimientos del pantógrafo, la determinación de la calidad de captación suministran los elementos indispensables al estudio de los fenómenos que se producen a velocidades elevadas (figura 1).

Con objeto de que los resultados de los registros y de las observaciones hechas en

las circulaciones de ensayos reflejen perfectamente los fenómenos que se producen en el curso de las circulaciones comerciales, es indispensable situarse en condiciones análogas. Por ello, se efectúan las medidas con el pantógrafo de la locomotora de tracción.

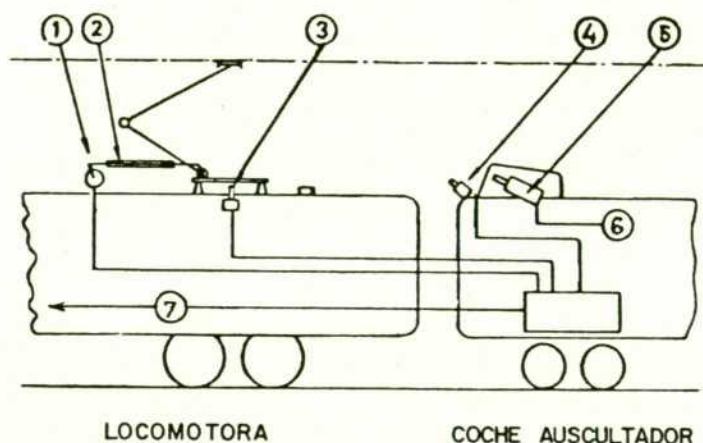
Los desplazamientos en altura del pantógrafo pueden ser transformados en valor eléctrico por medio de un potenciómetro cuyo cursor se une al eje inferior del pantógrafo por una biela aislante.

En cambio, para obtener los movimientos y aceleraciones de la mesilla debe equiparse el pantógrafo con captadores de desplazamiento y acelerómetros cuyas señales deben transmitirse para su registro a través de fibras ópticas, que por sus peculiares características realizan al mismo tiempo la función de aislamiento entre los captadores y el registro.

Para la detección de los arcos que puedan producirse entre el pantógrafo y la catenaria se utiliza una célula especial de dos electrodos, donde la atmósfera se vuelve

DISPOSICION DE LA LOCOMOTORA Y COCHE AUSCULTADOR PARA ENSAYOS DINAMICOS.- ESQUEMA DE PRINCIPIO

- | | |
|-----------------------------------|---|
| 1. POTENCIOMETRO CIRCULAR. | 5. CAMARA DE TELEVISION. |
| 2. BARRA AISLANTE. | 6. CONEXION A LA CADENA DE TELEVISION. |
| 3. CELULA DE DETECCION DE POSTES. | 7. LINEA DE INTERCOMUNICACION TELEFONICA CON LA LOCOMOTORA. |
| 4. DETECTOR DE ARCOS. | |



conductor bajo la influencia de rayos ultravioleta: emitidos por el arco.

Una cadena de televisión en circuito cerrado completa los dispositivos que pueden utilizarse en el desarrollo de ensayos de velocidad. La cámara se sitúa en una de las cúpulas dispuestas a este efecto en los extremos del coche, y se fija sobre una torreta orientable vertical y horizontalmente, por medio de un mando a distancia. Asimismo se puede telemandar el reglaje automático del diafragma y el enfoque del objetivo (foto 5).

Un monitor de televisión permite observar los movimientos del pantógrafo y de la catenaria. Las señales video de la cámara se registran en un magnetoscopio.

De esta forma, después de los recorridos de ensayos, puede volverse a ver con detalle el desarrollo de los mismos todas las veces que sea necesario. Como es posible parar la imagen, se puede estudiar una fase muy particular del ensayo. Este estudio puede realizarse no sólo en el coche, sino también en la oficina de trabajo, puesto que el registro magnético puede reproducirse en un receptor comercial de televisión.

Conviene hacer notar que para la realización de ensayos dinámicos del sistema pantógrafo-catenaria es imprescindible el coche auscultador, pues la observación directa que éste permite durante el desarrollo de los ensayos da una información

complementaria muy valiosa, aparte de la facilidad que aporta al montaje de la instrumentación.

No obstante, este coche, por estar derivado del coche AAWL-1033 su velocidad está limitada a 140 km/h.

Algunas conclusiones.—Con este coche de auscultación que ahora dispone RENFE, está previsto hacer numerosas circulaciones, con lo cual se conocerán mucho mejor los fenómenos complejos de la captación de corriente. De los registros que se obtengan se deducirán las modificaciones más simples y económicas que conviene aportar a las catenarias y pantógrafos para hacer apto el sistema a las máximas velocidades comerciales actuales y futuras previstas en nuestra Red.

Este coche permitirá igualmente, por medio de circulaciones sistemáticas anuales, mantener la calidad de conservación de la catenaria que exige el servicio comercial. ■
SERAFIN AMORES MARTIN.



5 Este monitor de televisión permite la observación de pantógrafo y catenaria. Las imágenes son registradas en magnetoscopio.