

Medidas en el contacto rueda/carril

EDUARDO GÓMEZ/J. G. JIMÉNEZ
JORDI VIÑOLAS/PEDRO ESTEVEZ

Para la homologación dinámica de los trenes de alta velocidad la normativa internacional actual exige la medición de los esfuerzos rueda-carril. La normativa es clara en la definición de los límites asociados a dichos esfuerzos, pero no establece ninguna indicación respecto del método de medida, su calibración, ni sobre la precisión exigida.

Aunque existen métodos de medida aceptados por la comunidad ferroviaria, no se ha publicado ningún estudio que valore de forma sistemática la precisión de los citados métodos ni el procedimiento para acotar su grado de imprecisión. Por otra parte, los métodos de medida más avanzados no han sido publicados y forman parte del know-how de los laboratorios especializados. Los métodos existentes pueden proporcionar errores de hasta un 13%, y tienen muchas limitaciones, tanto en sus condiciones de funcionamiento, como en su dificultad de implantación en nuevos vehículos ferroviarios, debido a dificultades de montaje y a particularidades de los ejes y ruedas considerados. Por este motivo es necesario desarrollar nuevos métodos que mejoren los errores de medida y que aporten una solución universal que pueda aplicarse a la diversidad de casos existentes.

Método Propuesto

Los métodos convencionales analizan las deformaciones radiales del velo como función de: las cargas (verticales y laterales), de su punto de aplicación y de la posición angular del punto de medida. En el nuevo método, que tendrá como soporte la rueda, se plantea una nueva forma de analizar las deformaciones producidas en el velo, en el que estas son dependientes de la posición angular, de las cargas aplicadas en el contacto y de un momento virtual donde se engloba la influencia de la posición lateral del contacto. Gracias a este plantea-

miento es posible eliminar uno de los principales problemas de los ejes dinamométricos actuales, como es el error introducido por la variación del punto de contacto.

Lamentablemente esta simplificación no es aplicable si se tiene en cuenta todo el espectro frecuencial de la deformación cuando el vehículo está en movimiento. No obstante debido al carácter periódico de las señales de las deformaciones, es posible desarrollar en series de Fourier dichas señales, comprobándose que, teniendo en cuenta exclusivamente el primer armónico de dichas deformaciones, sí es posible aplicar la simplificación anteriormente indicada, pudiéndose obtener el valor de los esfuerzos verticales, laterales y la posición lateral del punto de contacto mediante el empleo únicamente de tres puntos de medida, siempre y cuando se pudiera aislar el primer armónico de las señales obtenidas de estos puntos.

La medición independiente del primer armónico de las señales extensométricas de estos tres puntos independientes es complicada, debido a la cercanía frecuencial y peso del resto de los armónicos, así como a la variación de la frecuencia de estas señales con la velocidad del vehículo. Para solucionar este problema se han buscado dos configuraciones extensométricas, que facilitan la captura de este armónico, mediante la incorporación de puntos adicionales de medida, así como una correcta interconexión de los mismos. En la Figura 1 se muestra una configuración posibles.

Siguiendo el esquema de la Figura 1 se forman dos puentes extensométricos por cada punto de interés (mismo radio pero para diferentes posiciones angulares): un puente en fase y otro en cuadratura (el color los diferencia en la figura). El puente en fase estará formado por D diámetros de medida distanciados entre sí $\beta/(D-1)$ radianes, siendo β el espacio angular abarcado por los diámetros del puente en cuestión. Por cada galga existe su pareja a 180° , que se montará en una rama adyacente del

punto de Wheatstone (su señal se resta a la de la primera). El puente en cuadratura se formará de la misma forma que el puente en fase pero con sus diámetros posicionados a 90° respecto a los utilizados en el puente en fase.

Una vez obtenidas las señales de los puentes extensométricos del eje dinamométrico, estas son procesadas multiplicándose por sendas señales de sincronismo en fase con el puente (en fase y en cuadratura según corresponda) restándose finalmente el resultado de ambas. Mediante este proceso se hace factible demodular el primer armónico, ya que se han eliminado por completo todos los armónicos pares, así como el tercer armónico, pudiéndose incluso atenuar el resto de los armónicos impares. En la Figura 2 se observan los armónicos de las señales resultantes del nuevo método.

Banco de ensayos MCRC

Constructivamente la MCRC (Máquina de Contacto Rueda-Carril) es un banco de rodadura para ejes a escala reducida, que permite simular las condiciones a las que se ve sometido un eje en vía, controlando para ello diversas variables que definen la situación cuasiestática de un eje en rodadura, como son las cargas vertical y lateral, velocidad de avance, posición del punto de contacto y ángulo de ataque. Estas variables de control disponibles en la MCRC se pueden controlar independientemente en cada rueda, ya que se disponen de rodillos independientes de rodadura, los cuales son controlados de forma diferenciada. Todos los parámetros son controlables de forma automática excepto el ángulo de ataque que debe de ser ajustado manualmente.

Las cargas para cada ensayo son controladas mediante cilindros hidráulicos. Dichas cargas han sido escaladas al cuadrado de la escala dimensional, obteniéndose de esta forma deformaciones unitarias en el conjunto eje/rueda aproximadamente iguales a las producidas a escala real. No obstante, y debido a los grandes problemas que introducen en la instrumentación de los ejes dinamométricos las altas velocidades de giro, se han mantenido a escala 1:1 las velocidades de giro alcanzables en el banco de ensayos. Así es posible alcanzar velocidades de hasta 2200 rpm, capaces de generar aceleraciones centrípetas mayores de 500g sobre la instrumentación instalada en el eje de ensayos. ■

Eduardo Gómez y Jordi Viñolas son miembros de CEIT y Tecnun (Universidad de Navarra)
José G. Jiménez es miembro de Tecnun y CAF
Pedro Estévez es miembro de CAF

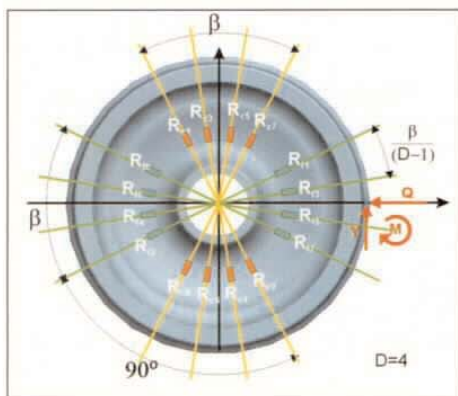


Figura 1. Esquema explicativo.

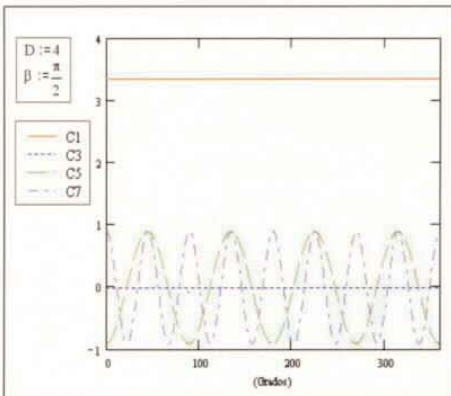


Figura 2. Esquema explicativo.