2026/502

13.4.2026

Solo los textos originales de la CEPE surten efectos jurídicos con arreglo al Derecho internacional público. La situación y la fecha de entrada en vigor del presente Reglamento deben verificarse en la última versión del documento de la CEPE «TRANS/WP.29/343», que puede consultarse en:

https://unece.org/status-1958-agreement-and-annexed-regulations

Reglamento n.º 13-H de las Naciones Unidas — Disposiciones uniformes sobre la homologación de los turismos en lo relativo al frenado [2026/502]

Incorpora todo el texto válido hasta:
la serie 02 de enmiendas, con fecha de entrada en vigor: 12 de junio de 2025

ÍNDICE

Reglamento

1. Ámbito de aplicación
2. Definiciones
3. Solicitud de homologación
4. Homologación
5. Especificaciones
6. Ensayos
7. Modificación de un tipo de vehículo o de un sistema de frenado y ampliación de la homologación
8. Conformidad de la producción
9. Sanciones por no conformidad de la producción
10. Cese definitivo de la producción
11. Nombres y direcciones de los servicios técnicos responsables de la realización de los ensayos de homologación y de las autoridades de homologación de tipo
12. Disposiciones transitorias

Anexos

1 Comunicación

Apéndice — Lista de datos del vehículo para las homologaciones con arreglo al Reglamento n.º 90 de las Naciones Unidas

2 Disposición de las marcas de homologación

3 Ensayos de frenado y rendimiento de los sistemas de frenado

Apéndice — Procedimiento de supervisión del estado de la carga de las baterías

4 Disposiciones sobre las fuentes de energía y los dispositivos de almacenamiento de energía (acumuladores de energía)

5 Distribución del frenado entre los ejes de los vehículos

Apéndice 1 — Procedimiento de ensayo de la secuencia de bloqueo de la rueda

Apéndice 2 — Procedimiento de ensayo de la rueda del par

6 Requisitos de ensayo de los vehículos equipados con sistemas antibloqueo

Apéndice 1 — Símbolos y definiciones

Apéndice 2 — Utilización de la adherencia

Apéndice 3. Rendimiento sobre superficies de distinta adherencia

Apéndice 4 — Método de selección de la superficie de adherencia baja

7 Método de ensayo dinamométrico de inercia para forros de freno

8 Requisitos especiales aplicables a los aspectos relativos a la seguridad de los sistemas de control electrónico

Apéndice — Modelo del informe de evaluación del anexo 8

1. Ámbito de aplicación

1.1. El presente Reglamento se aplica al frenado de los vehículos de las categorías M_1 y N_1 ([1]).

1.2. El presente Reglamento no se aplica a:

1.2.1. los vehículos cuya velocidad por construcción no supere los 25 km/h;

1.2.2. los vehículos adaptados para los conductores con discapacidad.

1.2.3. La homologación de los sistemas de control electrónico de la estabilidad (ESC) y de asistencia en el frenado (BAS) del vehículo.

1.2.4. Vehículos que no estén equipados con mandos de frenado manuales destinados a ser utilizados en condiciones de funcionamiento normales.

2. Definiciones

A efectos del presente Reglamento, se aplicarán las definiciones siguientes:

2.1. «Homologación de un vehículo»: homologación de un tipo de vehículo en lo relativo al frenado.

2.2. «Tipo de vehículo»: categoría de vehículos que no difieren entre sí en aspectos esenciales como:

2.2.1. la masa máxima, según se define en el punto 2.11 siguiente;

2.2.2. la distribución de la masa entre los ejes;

2.2.3. la velocidad máxima por construcción;

2.2.4. un tipo diferente de equipo de frenado, con especial referencia a la existencia o no de un equipo para el frenado de un remolque y a la existencia de un sistema de frenado eléctrico;

2.2.5. el tipo de motor;

2.2.6. el número de marchas y las relaciones de transmisión;

2.2.7. las relaciones de transmisión finales;

2.2.8. las dimensiones de los neumáticos.

2.3. «Equipo de frenado»: conjunto de piezas que tienen por función disminuir progresivamente la velocidad de un vehículo en marcha, hacer que se detenga o mantenerlo inmóvil si se encuentra ya detenido; estas funciones se especifican en el punto 5.1.2 siguiente. El equipo está compuesto por el mando, la transmisión y el freno propiamente dicho.

([1]) El presente Reglamento ofrece una serie alternativa de requisitos aplicables a los vehículos de la categoría N_1, distintos de los incluidos en el Reglamento n.º 13 de las Naciones Unidas. Las Partes contratantes que aplican el Reglamento n.º 13 de las Naciones Unidas y el presente Reglamento reconocen como igualmente válidas las homologaciones concedidas con arreglo a cualquiera de ambos Reglamentos. Las categorías de vehículo M_1 y N_1 están definidas en la Resolución consolidada sobre la construcción de vehículos (R.E.3), documento ECE/TRANS/WP.29/78/Rev.6, punto 2 - www.unece.org/trans/main/wp29/wp29wgs/wp29gen/wp29resolutions.html.

2.4. «Mando»: pieza directamente accionada por el conductor para proporcionar a la transmisión la energía necesaria para el frenado o para controlarla. Esta energía podrá ser tanto la muscular del conductor como otra controlada por este, o bien una combinación de ambos tipos.

2.5. «Transmisión»: conjunto de componentes situados entre el mando y el freno que los une funcionalmente. La transmisión podrá ser mecánica, hidráulica, neumática, eléctrica o mixta. Cuando la fuente de energía utilizada en el frenado o como ayuda para este sea independiente del conductor, pero controlada por este, la reserva de energía existente en el sistema formará también parte de la transmisión.

La transmisión consta de dos partes con funciones independientes: transmisión del mando y transmisión de energía. Cuando en este Reglamento se utilice la palabra «transmisión» sola, se referirá a ambas funciones, la de «transmisión del mando» y la de «transmisión de la energía».

2.5.1. «Transmisión del mando»: conjunto de componentes de la transmisión que controlan el funcionamiento de los frenos, incluida la función del mando y la reserva o reservas de energía necesarias.

2.5.2. «Transmisión de la energía»: conjunto de componentes que suministran a los frenos la energía necesaria para que funcionen, incluidas la reserva o reservas de energía necesarias para el funcionamiento de los frenos.

2.6. «Freno»: pieza donde se desarrollan las fuerzas que se oponen al movimiento del vehículo. El freno puede ser de fricción (cuando las fuerzas se producen por la fricción de dos piezas del mismo vehículo que se mueven la una en relación con la otra); eléctrico (cuando las fuerzas se producen por acción electromagnética entre dos piezas del vehículo en movimiento relativo pero sin contacto entre sí); hidráulico (cuando las fuerzas se producen por la acción de un líquido situado entre dos elementos del vehículo que se mueven el uno en relación con el otro), o motor (cuando las fuerzas proceden de un aumento artificial de la acción de frenado del motor que se transmite a las ruedas).

2.7. «Tipos diferentes de equipo de frenado»: aquellos que difieren en aspectos esenciales como los siguientes:

2.7.1. componentes con características diferentes;

2.7.2. un componente fabricado con materiales que tienen características distintas o un componente cuya forma o tamaño sean diferentes;

2.7.3. un montaje diferente de los componentes.

2.8. «Componente del equipo de frenado»: cada una de las piezas que, montadas juntas, forman el equipo de frenado.

2.9. «Frenado progresivo y graduado»: frenado durante el cual, dentro del campo de funcionamiento normal del dispositivo y durante el accionamiento de los frenos (véase el punto 2.16 siguiente):

2.9.1. el conductor puede, en todo momento, aumentar o disminuir la fuerza de frenado accionando el mando;

2.9.2. la fuerza de frenado varía proporcionalmente a la acción sobre el mando (función monótona);

2.9.3. la fuerza de frenado se puede regular fácilmente con suficiente precisión.

2.10. «Vehículo cargado»: a no ser que se indique lo contrario, el vehículo cargado de forma que alcance su «masa máxima».

2.11. «Masa máxima»: la masa máxima técnicamente admisible declarada por el fabricante del vehículo (esta masa puede ser superior a la «masa máxima admisible» establecida por la Administración nacional).

2.12. «Distribución de la masa entre los ejes»: distribución entre los ejes del efecto de la gravedad sobre la masa del vehículo y/o su contenido.

2.13. «Carga por rueda o eje»: la reacción (fuerza) vertical estática de la superficie de rodadura ejercida en la zona de contacto con la rueda o ruedas del eje.

2.14. «Carga máxima estacionaria por rueda o eje»: carga estacionaria por rueda o eje alcanzada con el vehículo cargado.

2.15. «Equipo de frenado hidráulico con reserva de energía»: equipo de frenado cuya energía es suministrada por un líquido hidráulico a presión, almacenado en uno o varios acumuladores alimentados por una o varias bombas de presión, cada una de las cuales está provista de un limitador de la presión a un valor máximo. Dicho valor será especificado por el fabricante.

2.16. «Accionamiento»: tanto la acción de ejercer una presión sobre el mando como la de dejar de ejercerla.

2.17. «Frenado eléctrico regenerativo»: sistema de frenado que permite convertir la energía cinética del vehículo en energía eléctrica durante la deceleración.

2.17.1. «Mando de frenado eléctrico regenerativo»: dispositivo que modula la acción del sistema de frenado eléctrico regenerativo.

2.17.2. «Sistema de frenado eléctrico regenerativo de categoría A»: sistema de frenado eléctrico regenerativo que no forma parte del sistema de frenado de servicio.

2.17.3. «Sistema de frenado eléctrico regenerativo de categoría B»: sistema de frenado eléctrico regenerativo que forma parte del sistema de frenado de servicio.

2.17.4. «Estado de carga eléctrica»: relación instantánea entre la cantidad de energía eléctrica almacenada en un dispositivo de almacenamiento eléctrico (por ejemplo, batería, condensador, etc.) y la cantidad máxima de energía eléctrica que puede almacenarse en ese dispositivo.

2.17.5. «Batería de tracción»: conjunto de acumuladores que constituyen el almacén de energía del que se alimentan los motores de tracción del vehículo.

2.18. «Frenado coordinado»: medio que puede utilizarse cuando dos o más fuentes de frenado son accionadas desde un mando común, por el cual se puede dar prioridad a una de ellas neutralizando progresivamente la(s) otra(s), de forma que sea necesario realizar un mayor movimiento del mando antes de que entren en servicio.

2.19. Son necesarias definiciones del «valor nominal» del rendimiento de referencia del frenado para asignar un valor a la función de transferencia del sistema de frenado que relaciona los valores obtenidos con los aportados por cada vehículo.

2.19.1. «Valor nominal»: característica que puede demostrarse en la homologación de tipo y que relaciona el coeficiente de frenado del vehículo por sí mismo con el nivel de la variable aportada por el frenado.

2.20. «Frenado accionado automáticamente»: función de un sistema de control electrónico complejo en la que se accionan el sistema o sistemas de frenado o los frenos de determinados ejes a fin de decelerar el vehículo con o sin la intervención directa del conductor, y que resulta de la evaluación automática de la información activada a bordo del vehículo.

2.21. «Frenado selectivo»: función de un sistema de control electrónico complejo en la que los distintos frenos se accionan por medios automáticos y en la que la deceleración del vehículo es menos importante que la modificación del comportamiento de este.

2.22. «Señal de frenado»: una señal lógica que indica la activación del frenado con arreglo al punto 5.2.22 del presente Reglamento.

2.23. «Señal de frenado de emergencia»: señal lógica que indica el frenado de emergencia con arreglo al punto 5.2.23 del presente Reglamento.

2.24. «Código de identificación»: código que identifica los discos o tambores de freno cubiertos por la homologación del sistema de frenado conforme al presente Reglamento. Como mínimo, contiene la denominación comercial o marca del fabricante y un número de identificación.

2.25. «Sistema de conducción autónoma (SCA)»: *hardware* y *software* del vehículo que colectivamente tienen la capacidad de realizar toda la tarea de conducción dinámica (TCD) de forma continuada.

2.25.1. «Tarea de conducción dinámica (TCD)»: funciones operativas y tácticas en tiempo real necesarias para manejar el vehículo.

2.26. «Valor de demanda del freno»: valor de demanda para accionar eléctricamente la fuerza de frenado de una sola rueda o eje.

2.27. «Rendimiento de un dispositivo de almacenamiento eléctrico»: capacidad del dispositivo para suministrar potencia (W) y cantidad de energía (Wh) que puede suministrar cuando está completamente cargado.

2.28. «P_w» (W): advertencia de baja alimentación de potencia eléctrica, tal como se exige en el punto 5.2.24.9 en el caso de un sistema de frenado de transmisión eléctrica.

2.29. «Fuente de energía»: dispositivo que genera y proporciona la energía necesaria para el sistema de frenado.

2.30. «Dispositivo de almacenamiento eléctrico»: dispositivo o combinación de dispositivos individuales capaces cada uno de ellos de almacenar una carga eléctrica y de suministrar potencia eléctrica a la transmisión del sistema de frenado. Los dispositivos de almacenamiento eléctrico conectados en serie o en paralelo para alimentar un único circuito de frenado se considerarán un único dispositivo de almacenamiento de electricidad con arreglo al presente Reglamento.

2.31. «Efecto del envejecimiento»: cuantificación de la degradación irreversible del rendimiento de un dispositivo de almacenamiento eléctrico a causa, por ejemplo, de los efectos del tiempo, del uso y de la exposición medioambiental.

2.32. «Alimentación eléctrica»: dispositivo (por ejemplo, batería, sistema de almacenamiento de energía eléctrica recargable, generador, pila de combustible o una combinación de estos componentes) que suministra potencia eléctrica al dispositivo o los dispositivos de almacenamiento eléctrico del sistema de frenado.

2.33. «Sistema de gestión de la energía»: dispositivo o dispositivos eléctricos que forman parte de un sistema de frenado de transmisión eléctrica o son utilizados por este, que supervisan variables críticas que inciden en el rendimiento y el estado de los dispositivos de almacenamiento eléctrico (por ejemplo, tensión, temperatura, resistencia interna, efecto del envejecimiento, estado de carga, consumo eléctrico, ciclos de carga, etc.) y deduce la capacidad real de los dispositivos para cumplir los requisitos de rendimiento del presente Reglamento.

2.34. «Sistema de frenado de transmisión eléctrica»: sistema de frenado en el que la fuerza de frenado de servicio y la transmisión dependen exclusivamente del uso, controlado por el conductor, de energía suministrada por los dispositivos de almacenamiento eléctrico.

2.35. «Equipo auxiliar»: a efectos del presente Reglamento, conjunto de sistemas, funciones o componentes, incluidos los que son esenciales para el funcionamiento del vehículo, que se alimentan con energía procedente de las mismas reservas de energía que el sistema de frenado.

2.36. «Estado de un dispositivo de almacenamiento eléctrico»: su capacidad para suministrar potencia (W) y cantidad de energía (Wh) que puede suministrar en ese momento.

2.37. «Fuerzas de frenado de referencia»: fuerzas de frenado de un eje generadas en la circunferencia del neumático sobre un banco de pruebas de rodillos para frenos con relación a la presión del accionador del freno o el valor de la demanda de frenado y declaradas en el momento de la homologación de tipo.

3. Solicitud de homologación

3.1. La solicitud de homologación de un tipo de vehículo respecto al frenado será presentada por el fabricante del vehículo o por su representante debidamente acreditado.

3.2. Dicha solicitud deberá ir acompañada de los documentos que se mencionan a continuación, por triplicado, así como de los elementos siguientes:

3.2.1. Una descripción del tipo de vehículo por lo que respecta a los elementos mencionados en el punto 2.2. Deberán indicarse los números y símbolos que identifiquen el tipo de vehículo y el tipo de motor.

3.2.2. Una lista de los componentes, debidamente identificados, que constituyan el equipo de frenado.

3.2.3. Un diagrama del equipo de frenado montado y la indicación de la posición de sus componentes en el vehículo.

3.2.4. Dibujos detallados de cada componente que permitan localizarlo e identificarlo fácilmente.

3.3. Se entregará al servicio técnico encargado de la realización de los ensayos de homologación un vehículo representativo del tipo de vehículo que se somete a homologación.

4. Homologación

4.1. Si el tipo de vehículo presentado para su homologación con arreglo al presente Reglamento satisface los requisitos que se exponen en los puntos 5 y 6, se concederá la homologación de dicho tipo de vehículo.

4.2. Se asignará un número de homologación a cada tipo de vehículo homologado; sus dos primeros dígitos indicarán la serie de enmiendas que incorporen los últimos cambios importantes de carácter técnico realizados en el Reglamento en el momento en que se expidió la homologación. Una misma Parte contratante no podrá asignar idéntico número al mismo tipo de vehículo equipado con otro tipo de equipo de frenado o a otro tipo de vehículo.

4.3. Se comunicará la homologación o la denegación de la homologación de un tipo de vehículo con arreglo al presente Reglamento a las Partes del Acuerdo que apliquen el presente Reglamento mediante un formulario como el que figura en el anexo 1 del presente Reglamento y un resumen de la información incluida en los documentos a los que se hace referencia en los puntos 3.2.1 a 3.2.4; el formato de los dibujos proporcionados por el solicitante de la homologación no será superior a A4 (210 × 297 mm), o bien se plegarán en dicho formato, y estarán a la escala adecuada.

4.4. En cada vehículo que se ajuste a un tipo de vehículo homologado con arreglo al presente Reglamento se colocará una marca de homologación internacional, de manera bien visible y en un lugar fácilmente accesible especificado en el formulario de homologación; la marca consistirá en los elementos siguientes:

4.4.1. la letra «E» dentro de un círculo, seguida del número distintivo del país que haya concedido la homologación ([2]), y

4.4.2. el número del presente Reglamento seguido de la letra «R», un guion y el número de homologación a la derecha del círculo prescrito en el punto 4.4.1.

4.5. Si el vehículo es conforme a un tipo de vehículo homologado de acuerdo con uno o varios Reglamentos anejos al Acuerdo en el país que ha concedido la homologación con arreglo al presente Reglamento, no será necesario repetir el símbolo prescrito en el punto 4.4.1; En ese caso, el Reglamento, los números de homologación y los símbolos adicionales de todos los Reglamentos según los cuales se ha concedido la homologación en el país que la concedió de conformidad con el presente Reglamento se colocarán en columnas verticales a la derecha del símbolo exigido en el punto 4.4.1.

4.6. La marca de homologación será claramente legible e indeleble.

4.7. La marca de homologación se colocará en la placa de características del vehículo o junto a ella.

4.8. En el anexo 2 del presente Reglamento figuran algunos ejemplos de disposición de las marcas de homologación.

5. Especificaciones

5.1. Generalidades

5.1.1. Equipo de frenado

5.1.1.1. El equipo de frenado deberá ser diseñado, fabricado e instalado de forma que, en condiciones normales de utilización y a pesar de las vibraciones a las que pudiera estar sometido, el vehículo se ajuste a las disposiciones del presente Reglamento.

5.1.1.2. En particular, el equipo de frenado deberá estar diseñado, fabricado e instalado de forma que sea capaz de resistir los fenómenos de corrosión y de envejecimiento a los que estará expuesto.

5.1.1.3. Queda prohibido el uso de amianto en los forros de freno.

5.1.1.4. La eficacia del equipo de frenado no deberá verse mermada a causa de interferencias producidas por campos magnéticos y eléctricos. Se demostrará que satisface esta conclusión mediante el cumplimiento de los requisitos técnicos y la observación de las disposiciones transitorias del Reglamento n.º 10 de las Naciones Unidas, aplicando:

a) la serie 03 de enmiendas, en el caso de vehículos sin sistema de acoplamiento para cargar el sistema de almacenamiento de energía eléctrica recargable (baterías de tracción);

b) la serie 04 de enmiendas, en el caso de vehículos con sistema de acoplamiento para cargar el sistema de almacenamiento de energía eléctrica recargable (baterías de tracción).

5.1.1.5. La señal de demanda de la transmisión del mando podrá ser interrumpida momentáneamente (< 10 ms) por una señal de detección de un fallo, siempre que el rendimiento de frenado no se vea afectado por ello.

([2]) Los números distintivos de las Partes contratantes del Acuerdo de 1958 figuran en el anexo 3 de la Resolución consolidada sobre la construcción de vehículos (R.E.3), documento ECE/TRANS/WP.29/78/Rev. 6, anexo 3- www.unece.org/trans/main/wp29/wp29wgs/wp29gen/wp29resolutions.html.

5.1.2. Funciones del dispositivo de frenado

El equipo de frenado definido en el punto 2.3 del presente Reglamento deberá desempeñar las funciones siguientes:

5.1.2.1. Sistema de frenado de servicio

El sistema de frenado de servicio permitirá controlar el movimiento del vehículo y pararlo de forma segura, rápida y eficaz, cualesquiera que sean la velocidad, la carga o la pendiente en la que se encuentre el vehículo. Sus efectos deberán ser graduables. El conductor podrá frenar desde el puesto de conducción sin quitar las manos del mecanismo de dirección.

5.1.2.2. Sistema de frenado de socorro

El sistema de frenado de socorro deberá permitir, accionando el mando del mismo, detener el vehículo en una distancia razonable en caso de que falle el freno de servicio. Sus efectos deberán ser graduables. El conductor deberá poder frenar desde el puesto de conducción sin quitar las manos del mecanismo de dirección. Para los fines de las presentes disposiciones, se supone que no podrá producirse a la vez más de un fallo del sistema de frenado de servicio.

5.1.2.3. Sistema de frenado de estacionamiento

El sistema de frenado de estacionamiento deberá permitir mantener inmóvil el vehículo en una pendiente incluso en ausencia del conductor, quedando mantenidas en posición de bloqueo las superficies activas del freno por medio de un dispositivo de acción puramente mecánica. El conductor podrá frenar de esta forma desde el puesto de conducción.

5.1.3. Se aplicarán los requisitos del anexo 8 a los aspectos relativos a la seguridad de todos los sistemas electrónicos de control del vehículo complejos, incluidos los definidos en un Reglamento aparte, que proporcionen o formen parte de la transmisión del mando de la función de frenado, incluidos los que utilicen los sistemas de frenado para el frenado accionado automáticamente o el frenado selectivo.

No obstante, los vehículos equipados con sistemas o funciones, incluidos los definidos en un Reglamento aparte, que utilicen el sistema de frenado como medio para lograr un objetivo de un nivel superior solo estarán sujetos al anexo 8 en la medida en que tengan un efecto directo en el sistema de frenado. Si esos sistemas están disponibles, no se desactivarán durante los ensayos de homologación de tipo del sistema de frenado.

5.1.4. Disposiciones relativas a la inspección técnica periódica de los sistemas de frenado

5.1.4.1. Deberá ser posible evaluar el estado de desgaste de los componentes del freno de servicio que estén sometidos a desgaste, como los forros de fricción y los tambores o discos (en el caso de los tambores o discos, la evaluación no tendrá que efectuarse necesariamente con motivo de la inspección técnica periódica). Dicho desgaste podrá evaluarse con el método definido en el punto 5.2.11.2 del presente Reglamento.

5.1.4.2. Debe ser posible verificar de una manera frecuente y sencilla el correcto estado de funcionamiento de los sistemas electrónicos complejos que controlen el frenado. Si se precisa información especial, esta se facilitará sin impedimentos.

5.1.4.2.1. En aquellos casos en que el estado de funcionamiento se indique al conductor mediante señales de advertencia, con arreglo al presente Reglamento, será posible confirmar el correcto estado de funcionamiento en una inspección técnica periódica mediante la observación visual de las señales de advertencia después de dar el contacto.

5.1.4.2.2. En el momento de la homologación de tipo, los medios implementados para proteger contra una modificación simple no autorizada del funcionamiento de los medios de verificación elegidos por el fabricante (la señal de advertencia, por ejemplo) se describirán a título confidencial. Como alternativa, este requisito de protección se cumplirá cuando se disponga de un medio secundario que permita comprobar que el estado de funcionamiento es el correcto.

5.1.4.2.3. Será posible generar máximas fuerzas de frenado en condiciones estáticas sobre un dispositivo de ensayo de los frenos de superficie rodante o con rodillos.

5.1.4.3. Datos de los sistemas de frenado

5.1.4.3.1. Los datos del sistema de frenado de transmisión eléctrica para el ensayo de funcionamiento y eficiencia deberán estar indicados de manera indeleble en un lugar visible del vehículo o serán fácilmente accesibles de otra forma (por ejemplo, en un manual o un registro electrónico de datos).

5.1.4.3.2. En el caso de los vehículos de motor equipados con un sistema de frenado de transmisión eléctrica, el fabricante del vehículo describirá, en el momento de la homologación de tipo, el procedimiento por el cual se puede comprobar que están operativos los medios de detección que activan las señales de advertencia especificadas en los puntos 5.2.24.6, 5.2.24.7 y 5.2.24.9.

5.1.4.4. Fuerzas de frenado de referencia

5.1.4.4.1. Las fuerzas de frenado de referencia para un sistema de frenado de transmisión eléctrica que utilice un banco de pruebas de rodillos para frenos se definirán con arreglo a los requisitos siguientes.

5.1.4.4.1,1. Deberá ser posible evaluar la relación entre el valor o valores de demanda de frenado y la fuerza de frenado medida en un banco de pruebas de rodillos para frenos. El valor o valores de demanda de frenado se visualizarán en el vehículo y serán fácilmente legibles desde el asiento del conductor durante el ensayo en el banco de pruebas de rodillos para frenos (por ejemplo, utilizando un sistema de menú, demanda automática, etc.). El fabricante del vehículo describirá cómo visualizar esos valores y facilitará esa información con arreglo al punto 5.1.4.3.1.

5.1.4.4.1.2. Deben determinarse las fuerzas de frenado de referencia para cada eje respecto a un valor de demanda de frenado comprendido entre cero y un valor correspondiente a una fuerza de frenado generada en las condiciones del tipo 0. El solicitante de la homologación de tipo propondrá esas fuerzas de frenado de referencia. El fabricante del vehículo deberá facilitar estos datos de conformidad con el punto 5.1.4.3.

5.1.4.4.1.3. Deberán declararse las fuerzas de frenado de referencia que permitan que el vehículo genere un coeficiente de frenado equivalente al definido en el anexo 3 del presente Reglamento respecto al vehículo correspondiente siempre que la fuerza de frenado medida en el banco de pruebas de rodillos para cada eje, independientemente de la carga, no sea inferior a la fuerza de frenado de referencia para un determinado valor de demanda de frenado dentro del intervalo declarado de valores operativos de demanda de frenado ([3]).

5.2. Características de los sistemas de frenado

5.2.1. El conjunto de sistemas de frenado con los que esté equipado un vehículo deberá cumplir los requisitos exigidos a los sistemas de frenado de servicio, socorro y estacionamiento.

5.2.2. Los sistemas que aseguren el frenado de servicio, de socorro y de estacionamiento podrán tener componentes comunes, siempre que se ajusten a los requisitos siguientes:

5.2.2.1. Deberán existir como mínimo dos mandos independientes entre sí y a los que el conductor pueda acceder fácilmente en la posición normal de conducción. Los mandos del freno estarán diseñados de manera que al dejar de accionarlos vuelvan a la posición inicial. Este requisito no es aplicable al mando del freno de estacionamiento cuando se encuentre bloqueado mecánicamente en posición activa.

5.2.2.2. El mando del sistema de frenado de servicio deberá ser independiente del mando del sistema de frenado de estacionamiento.

([3]) A efectos de la inspección técnica periódica, los valores mínimos del coeficiente de frenado establecidos para todo el vehículo pueden tener que ajustarse en función de los requisitos nacionales o internacionales aplicables a los vehículos en servicio.

5.2.2.3. La eficacia de la conexión entre el mando del sistema de frenado de servicio y los diferentes componentes de los sistemas de transmisión no deberá disminuir después de un período de uso determinado.

5.2.2.4. El sistema de frenado de estacionamiento estará diseñado de manera que pueda accionarse estando el vehículo en movimiento. Este requisito podrá cumplirse mediante la actuación del sistema de frenado de servicio del vehículo, incluso parcialmente, por medio de un mando auxiliar.

5.2.2.5. No obstante las exigencias previstas en el punto 5.1.2.3 del presente Reglamento, el sistema de frenado de servicio y el sistema de frenado de estacionamiento podrán utilizar componentes comunes en sus transmisiones, a condición de que, en caso de fallo de una parte de las transmisiones, se sigan satisfaciendo los requisitos relativos al frenado de socorro.

5.2.2.6. En caso de rotura de algún componente que no sean los frenos (tal como se definen en el punto 2.6 anterior) o de los componentes descritos en el punto 5.2.2.10 siguiente, o de cualquier otro fallo en el sistema de frenado de servicio (funcionamiento defectuoso, agotamiento total o parcial de una reserva de energía), la parte del sistema de frenado de servicio que no haya sido afectada por el fallo deberá poder detener el vehículo en las condiciones exigidas al frenado de socorro.

5.2.2.7. Si el freno de servicio se acciona mediante la energía muscular del conductor asistida por una o varias reservas de energía, el frenado de socorro deberá poder accionarse, en caso de fallo de dicha asistencia, por la energía muscular del conductor asistida por las reservas de energía no afectadas por el fallo, si las hubiera, y sin que la fuerza que se aplique sobre el mando del freno sobrepase el máximo prescrito.

5.2.2.8. Si la fuerza de frenado de servicio y la transmisión dependen exclusivamente de la utilización, controlada por el conductor, de una reserva de energía, deberá haber al menos dos reservas de energía completamente independientes y provistas de sus propias transmisiones igualmente independientes; cada una de ellas podrá actuar exclusivamente sobre los frenos de dos o más ruedas, elegidas de forma que por sí solas puedan lograr el rendimiento de frenado de socorro prescrito, sin comprometer la estabilidad del vehículo durante el frenado; cada una de esas reservas de energía deberá estar provista, además, del dispositivo de advertencia descrito en el punto 5.2.14.

5.2.2.9. Si la fuerza de frenado de servicio y la transmisión dependen exclusivamente de la utilización de una reserva de energía, se considerará suficiente con una reserva de energía para la transmisión, a condición de que el frenado de socorro prescrito esté garantizado por la acción de la energía muscular del conductor sobre el mando del freno de servicio y se satisfagan las exigencias del punto 5.2.5.

5.2.2.10. Determinadas piezas, tales como el pedal y su soporte, el cilindro principal y su pistón o pistones, el distribuidor, la conexión entre el pedal y el cilindro principal o el distribuidor, los cilindros de los frenos y sus pistones, así como los conjuntos palancas/levas de los frenos no se considerarán susceptibles de rotura si tienen amplias dimensiones, son fácilmente accesibles con fines de mantenimiento y reúnen características de seguridad equivalentes, como mínimo, a las prescritas para otros componentes esenciales del vehículo (por ejemplo, la transmisión de la dirección). Cualquiera de esas piezas cuyo fallo impidiera el frenado del vehículo con una eficacia como mínimo igual a la exigida para el frenado de socorro, deberá ser metálica o de un material de características equivalentes y no deberá deformarse apreciablemente durante el funcionamiento normal del sistema de frenado.

5.2.3. Todo fallo en el sistema de transmisión hidráulico deberá serle anunciado al conductor mediante un dispositivo dotado de un indicador rojo que se ilumine antes de o al aplicar una presión diferencial no superior a 15,5 bar entre el equipo de frenado activo y el que ha fallado, medida en la salida del cilindro principal. Este indicador deberá permanecer encendido mientras persista el fallo y el interruptor de encendido (arranque) se encuentre en la posición «On» (marcha). No obstante, se admitirá que el dispositivo esté provisto de un indicador rojo que se ilumine cuando el nivel del líquido en los depósitos sea inferior al valor indicado por el fabricante. El indicador rojo deberá ser visible incluso de día. El conductor deberá poder verificar fácilmente desde su asiento el buen estado de la señal. El fallo de un componente del dispositivo no deberá implicar la pérdida total de la eficacia del equipo de frenado. Se indicará también al conductor que se ha accionado el freno de estacionamiento. Se podrá utilizar el mismo indicador para ello.

5.2.4. Cuando se recurra a una energía que no sea la muscular del conductor, la fuente de alimentación (bomba hidráulica, compresor de aire, etc.) podrá ser única (fuente de energía o alimentación eléctrica, según proceda), pero en ese caso el sistema de accionamiento del dispositivo que constituya dicha fuente deberá ofrecer la máxima seguridad posible.

5.2.4.1. En caso de fallo en una parte cualquiera de la transmisión de un sistema de frenado, la parte no afectada por el fallo deberá seguir disponiendo de energía suficiente, si ello fuera necesario, para detener el vehículo con la eficacia prescrita para el frenado de socorro. Esta condición se cumplirá, bien por medio de dispositivos que puedan accionarse fácilmente cuando el vehículo esté parado, o bien mediante un dispositivo automático.

5.2.4.2. Además, los depósitos situados en el circuito a continuación de este dispositivo deberán estar concebidos de tal manera que, en el caso de que falle la alimentación de energía, después de cuatro accionamientos a fondo del mando del freno de servicio en las condiciones prescritas en el punto 1.2 del anexo 4 del presente Reglamento, aún sea posible detener el vehículo al quinto accionamiento con la eficacia prevista para el frenado de socorro.

5.2.4.3. No obstante, en lo que respecta a los sistemas de frenado hidráulico con reserva de energía, se podrá considerar que los mismos se ajustan a estas disposiciones si cumplen las condiciones señaladas en el punto 1.3 del anexo 4 del presente Reglamento.

5.2.4.4. No obstante, como alternativa a lo dispuesto en los puntos 5.2.4.1 y 5.2.4.2, en el caso de un sistema de frenado de transmisión eléctrica, se considerará que se cumplen estos requisitos si se cumplen los requisitos del punto 5.2.4.4.1.

5.2.4.5. Después de un único fallo de la transmisión y ocho accionamientos a fondo del mando del sistema de frenado de servicio, deberá ser posible alcanzar, en el noveno accionamiento, el rendimiento prescrito para el sistema de frenado de socorro. Un accionamiento equivale al especificado en el anexo 4, parte B, punto 1.2.3.3.

5.2.5. Los requisitos de los puntos 5.2.2, 5.2.3 y 5.2.4 deberán cumplirse sin recurrir a dispositivos automáticos cuya ineficacia pueda ser susceptible de no ser advertida por el hecho de que ciertas piezas normalmente en posición de reposo solo se pongan en funcionamiento cuando falle el sistema de frenado.

5.2.6. El sistema de frenado de servicio deberá actuar en todas las ruedas del vehículo y su acción deberá estar convenientemente repartida entre los ejes.

5.2.7. En el caso de vehículos de categoría B provistos de un sistema de frenado eléctrico regenerativo, la contribución al frenado de otras fuentes de frenado podrá dosificarse adecuadamente para permitir la aplicación exclusiva del sistema de frenado eléctrico regenerativo, siempre que se cumplan las dos condiciones siguientes:

5.2.7.1. Las variaciones intrínsecas del par de salida del sistema de frenado eléctrico regenerativo (por ejemplo, como resultado de cambios en el estado eléctrico de la carga en las baterías de tracción) se compensan automáticamente mediante una variación adecuada de la relación de la dosificación, en la medida en que se cumplan los requisitos ([4]) de uno de los siguientes anexos del presente Reglamento:

anexo 3, punto 1.3.2, o

anexo 6, punto 5.3 (incluido el caso en el que el motor eléctrico funciona), y

siempre que sea necesario, a fin de garantizar que el coeficiente de frenado[3] sigue estando relacionado con la demanda de frenado del conductor, teniendo en cuenta la adherencia disponible del neumático sobre la calzada, el frenado deberá aplicarse automáticamente a todas las ruedas del vehículo.

([4]) La autoridad de homologación de tipo encargada de conceder la homologación tendrá derecho a comprobar el sistema de frenado de servicio con procedimientos de ensayo del vehículo adicionales.

5.2.7.2. Deberá declararse la compensación proporcionada en cualquier momento para garantizar que el coeficiente de frenado ([5]) del vehículo sigue estando relacionado con la demanda de frenado del conductor. El fabricante facilitará al servicio técnico una descripción de la función o funciones de compensación, incluidos los límites de funcionamiento, y la estrategia que garantice que dicha compensación no compromete la seguridad del vehículo, de sus ocupantes o de otros usuarios de la vía pública.

5.2.8. La acción del sistema de frenado de servicio deberá estar repartida simétricamente entre las ruedas de un mismo eje con relación al plano longitudinal medio del vehículo.

Se declararán la compensación y las funciones como, por ejemplo, la de antibloqueo, que puedan causar desviaciones de esa distribución simétrica.

5.2.8.1. Se indicará al conductor la compensación del deterioro o el fallo del sistema de frenado efectuada por la transmisión de mando eléctrico mediante la señal de advertencia amarilla especificada en el punto 5.2.21.1.2. Este requisito será de aplicación en todos los estados de carga cuando la compensación supere los límites siguientes:

5.2.8.1.1. Una diferencia de las presiones transversales de frenado, o del valor de la demanda de frenado de las ruedas, en cualquiera de los ejes:

a) de un 25 % del valor más alto en deceleraciones del vehículo ≥ 2 m/s^2;

b) de un valor correspondiente al 25 % a 2 m/s^2 en las deceleraciones inferiores a este valor.

5.2.8.1.2. Un valor individual compensador en cualquiera de los ejes:

a) > 50 % del valor nominal en las deceleraciones del vehículo ≥ 2 m/s^2;

b) un valor correspondiente al 50 % del valor nominal a 2 m/s^2 en las deceleraciones inferiores a este valor.

5.2.8.2. La compensación así definida se autoriza únicamente cuando el accionamiento inicial del freno se efectúe yendo el vehículo a una velocidad superior a 10 km/h.

5.2.9. El funcionamiento defectuoso de la transmisión de mando eléctrico no accionará los frenos contra la voluntad del conductor o del SCA.

5.2.10. Los sistemas de frenado de servicio, de socorro y de estacionamiento deberán actuar sobre superficies de fricción unidas a las ruedas por medio de componentes adecuadamente robustos.

En aquellos casos en que el par de frenado correspondiente a uno o varios ejes sea producido a la vez por un sistema de frenado por fricción y un sistema de frenado eléctrico regenerativo de categoría B, se permite la desconexión de esta última fuente, a condición de que la fuente de frenado por fricción quede permanentemente conectada y sea capaz de proporcionar la compensación mencionada en el punto 5.2.7.1.

No obstante, en el caso de breves efectos transitorios de desconexión, se admite una compensación incompleta, pero en 1 segundo dicha compensación deberá haber alcanzado al menos el 75 % de su valor final.

Sin embargo, en todos los casos, la fuente de frenado por fricción conectada permanentemente garantizará que tanto el sistema de frenado de servicio como el de socorro sigan funcionando con el grado de eficacia prescrito.

Se permitirá la desconexión de las superficies de frenado del sistema de frenado de estacionamiento solo con la condición de que la desconexión esté controlada por el conductor, desde su asiento o desde un dispositivo de control remoto, o por un sistema de conducción automatizado, mediante un sistema que no pueda ser activado por una fuga.

([5]) La autoridad de homologación de tipo encargada de conceder la homologación tendrá derecho a comprobar el sistema de frenado de servicio con procedimientos de ensayo del vehículo adicionales. La evaluación de la función deberá consignarse en el acta de ensayo.

El dispositivo de control remoto mencionado formará parte de un sistema que cumpla los requisitos técnicos de una función de dirección de accionamiento automático (FDAA) de categoría A indicados en la serie 02 de enmiendas del Reglamento n.º 79 de las Naciones Unidas, o en una serie posterior de enmiendas.

5.2.11. El desgaste de los frenos se podrá compensar fácilmente mediante un sistema de reajuste manual o automático. El mando y los componentes de la transmisión y de los frenos deberán disponer, además, de una reserva de recorrido tal y, en caso necesario, de unos medios de compensación tales que, aunque los frenos se hayan recalentado o los forros hayan alcanzado un cierto grado de desgaste, se asegure la eficacia del frenado sin necesidad de un ajuste inmediato.

5.2.11.1. El ajuste de desgaste será automático en los frenos de servicio. Los dispositivos de ajuste de desgaste automáticos deberán garantizar un frenado efectivo después de un calentamiento de los frenos seguido de un enfriamiento. En particular, el vehículo deberá poder circular de manera normal una vez efectuados los ensayos según el punto 1.5 del anexo 3 (ensayo del tipo I).

5.2.11.2. Comprobación del desgaste de los componentes de fricción de los frenos de servicio

5.2.11.2.1. Deberá poder evaluarse fácilmente el desgaste de los forros de los frenos de servicio desde fuera o desde debajo del vehículo sin extraer las ruedas, mediante orificios de inspección adecuados o por otros medios. Ello podrá lograrse con herramientas sencillas habituales o con un equipo corriente de inspección de vehículos.

También puede aceptarse un dispositivo detector por rueda (las ruedas gemelas se consideran una única rueda), que advertirá al conductor en el puesto de conducción de que es necesario sustituir el forro. En el caso de una señal óptica de advertencia, podrá utilizarse la señal de advertencia amarilla especificada en el punto 5.2.21.1.2.

5.2.11.2.2. La evaluación del desgaste de las superficies de fricción de los discos o tambores de los frenos solo podrá realizarse mediante la medición directa del componente en cuestión o el examen de cualquier indicador de desgaste de los discos o tambores de los frenos, lo que puede requerir algún grado de desmontaje. Por lo tanto, en el momento de la homologación de tipo, el fabricante del vehículo definirá los elementos siguientes:

a) el método con el que podrá evaluarse el desgaste de las superficies de fricción de los tambores y los discos, incluyendo el grado de desmontaje necesario y las herramientas y el proceso necesario para conseguirlo;

b) información que establezca el límite máximo aceptable de desgaste a partir del que es necesario proceder a la sustitución.

Esta información se proporcionará sin impedimentos, por ejemplo en el manual del vehículo o en un soporte electrónico de datos.

5.2.12. Las bocas de llenado de los depósitos de líquido de los sistemas de frenado de transmisión hidráulica deberán ser fácilmente accesibles. Los recipientes que contengan la reserva de líquido deberán, además, estar diseñados de manera que permitan un fácil control del nivel de la reserva, sin que sea necesario abrirlos y que la capacidad total mínima del depósito equivalga al desplazamiento de líquido que se produce cuando todos los cilindros o pistones calibradores de la rueda alimentados por los depósitos pasen de la posición totalmente retraída de un forro nuevo a la totalmente aplicada de uno totalmente desgastado. Si no se cumplieran estos últimos requisitos, la señal de advertencia roja especificada en el punto 5.2.21.1.1 deberá permitir al conductor advertir cualquier descenso de la reserva de líquido capaz de provocar un fallo en el sistema de frenado.

5.2.13. El tipo de líquido que se use en los sistemas de frenado de transmisión hidráulica deberá quedar identificado por un símbolo acorde con las figuras 1 o 2 de la norma ISO 9128:2006 y la marca DOT que corresponda (p. ej., DOT 3). Los símbolos y las marcas se colocarán en un lugar visible y de forma indeleble a no más de 100 mm de las bocas de llenado de los depósitos de líquido. Los fabricantes podrán facilitar información adicional.

5.2.14. Dispositivo de advertencia

5.2.14.1. Todo vehículo equipado con un freno de servicio accionado a partir de una reserva de energía deberá estar provisto, cuando el rendimiento de frenado de socorro prescrito no pueda obtenerse por medio de dicho sistema de frenado sin utilizar la energía almacenada, de un dispositivo de advertencia, además de un indicador de la energía disponible (por ejemplo, un manómetro) si está instalado, que dé una señal óptica o, salvo en el caso de un sistema de frenado de transmisión eléctrica, una señal acústica a más tardar cuando la energía almacenada (o el estado de un dispositivo de almacenamiento eléctrico, según proceda) en cualquier parte del sistema, descienda a un nivel en el que, sin recargar la reserva y con independencia de las condiciones de carga del vehículo:

a) en el caso de los sistemas de frenado que no sean sistemas de frenado de transmisión eléctrica, sea posible accionar el mando del freno de servicio por quinta vez después de cuatro accionamientos a fondo y obtener el rendimiento de frenado de socorro prescrito;

b) en el caso de los sistemas de frenado de transmisión eléctrica, no pueda conseguirse el rendimiento del freno de servicio prescrito, o aún se pueda accionar el mando del freno de servicio una quinta vez después de cuatro accionamientos a fondo ([6]) y obtener al menos el rendimiento de frenado de socorro, lo que ocurra primero, sin fallos en la transmisión del freno de servicio y con los frenos ajustados al máximo.

Dicho dispositivo de advertencia deberá estar conectado al circuito de forma directa y permanente. Se podrá utilizar como señal óptica de advertencia la señal de advertencia roja especificada en el punto 5.2.21.1.1. Cuando el motor esté en marcha, o durante un ciclo de marcha (por ejemplo, en el caso de un vehículo propulsado por un motor eléctrico), en las condiciones normales de funcionamiento y no haya fallos en el sistema de frenado, como es el caso en los ensayos de homologación de este tipo, el dispositivo de advertencia no deberá emitir señal alguna, excepto durante el tiempo necesario para cargar la(s) reserva(s) de energía después de cada ciclo de arranque/marcha del motor, según proceda.

5.2.14.2. No obstante, en los vehículos que se ajusten a los requisitos del punto 5.2.4.1 del presente Reglamento de resultas del cumplimiento de los requisitos del punto 1.3 del anexo 4 del presente Reglamento, el dispositivo de advertencia deberá emitir una señal acústica además de una señal luminosa. No será necesario que estos dispositivos funcionen simultáneamente, siempre que ambos se ajusten a los requisitos antes señalados y que la señal acústica no sea emitida antes que la luminosa. Se podrá utilizar como señal óptica de advertencia la señal de advertencia roja especificada en el punto 5.2.21.1.1.

5.2.14.3. Además, en los vehículos equipados con un sistema de frenado de transmisión eléctrica, se activará una señal acústica en el plazo máximo de 60 segundos después de la activación de la señal de advertencia roja exigida en el punto 5.2.14.1, letra b), o al accionar por primera vez el mando del freno de servicio después de la activación de dicha señal de advertencia roja (lo que ocurra primero).

Se considerará que los vehículos que utilizan para su propulsión la energía de uno o varios dispositivos de almacenamiento eléctrico cumplen este requisito si el suministro de energía destinada al motor o motores de tracción se para antes de que el nivel de energía del dispositivo o dispositivos de almacenamiento eléctrico haya disminuido hasta un nivel que dé lugar a la activación de la señal de advertencia roja.

5.2.14.4. Ese dispositivo acústico podrá inutilizarse mientras esté accionado el freno de estacionamiento o, en el caso de una transmisión automática y si así lo prefiriera el fabricante, mientras el selector esté en la posición de «estacionamiento».

5.2.14.5. Además, todo vehículo equipado con un sistema de frenado de transmisión eléctrica deberá tener un indicador que refleje el efecto del envejecimiento en cada uno de los dispositivos de almacenamiento eléctrico. Este requisito no se aplicará a las baterías de tracción que también tengan la función de dispositivo de almacenamiento de energía (en el sentido del anexo 4, parte B).

([6]) Por accionamiento a fondo se entiende el accionamiento del mando de acuerdo con el anexo 4, parte B, punto 1.2.3.3, durante 8,0 segundos o durante el tiempo T según lo descrito en ese punto.

Los indicadores de los dispositivos de almacenamiento eléctrico podrán compartir un espacio común de conformidad con el Reglamento n.º 121 de las Naciones Unidas. No tienen que ser visibles permanentemente, pero tendrán que ser visibles inmediatamente para el conductor en respuesta a una demanda manual hecha en cualquier momento para que el interruptor de encendido/arranque se ponga en la posición «On» (marcha).

El indicador deberá ofrecer al menos cuatro niveles de envejecimiento diferentes por encima del nivel al que se recomienda efectuar un mantenimiento del dispositivo o dispositivos de almacenamiento eléctrico. El quinto nivel se indicará antes de que se active la señal de advertencia exigida en el punto 5.2.24.6. Los distintos niveles superiores a esta indicación se distribuirán uniformemente con respecto al rendimiento de los dispositivos de almacenamiento eléctrico.

5.2.15. Sin perjuicio de las condiciones a las que se refiere el punto 5.1.2.3, cuando la utilización de una fuente auxiliar de energía sea indispensable para el accionamiento de un sistema de frenado, la reserva de energía deberá permitir que, en caso de que se pare el motor o de que falle el medio de accionamiento de la fuente de energía, el rendimiento de frenado sea suficiente para detener el vehículo en las condiciones prescritas. Por otra parte, si la fuerza muscular ejercida por el conductor sobre el sistema de frenado de estacionamiento estuviera reforzada por un servomecanismo, el accionamiento del freno de estacionamiento deberá quedar garantizado, en caso de que falle el servomecanismo, recurriendo, si fuera necesario, a una reserva de energía independiente de la que normalmente aprovisiona al servomecanismo. Esta reserva de energía podrá ser la destinada al sistema de frenado de servicio.

5.2.16. Los equipos auxiliares neumáticos/hidráulicos/eléctricos deberán abastecerse de energía en condiciones tales que durante su funcionamiento se puedan alcanzar los valores de deceleración exigidos y que, incluso en caso de que resulte dañada la fuente de energía, el funcionamiento de los equipos auxiliares no dé lugar a que las reservas de energía (esto es, la reserva en el depósito, el acumulador o los dispositivos de almacenamiento eléctrico ([7])) que alimentan los sistemas de frenado desciendan por debajo del nivel indicado en el punto 5.2.14.

5.2.17. En lo que concierne a los vehículos de motor equipados para arrastrar un remolque con frenos de servicio eléctricos, deberán cumplirse los siguientes requisitos:

5.2.17.1. La capacidad del sistema de alimentación eléctrica (dinamo y batería) del vehículo de motor deberá ser suficiente para suministrar la corriente necesaria al sistema de frenado eléctrico. Con el motor girando al ralentí, según las indicaciones del fabricante, y estando conectados todos los dispositivos eléctricos suministrados por el fabricante dentro del equipamiento de serie del vehículo, la tensión de los circuitos eléctricos no deberá descender por debajo del valor de 9,6 V medido en el punto de conexión, cuando el consumo de corriente del sistema de frenado eléctrico se encuentre al nivel máximo (15 A). Los circuitos eléctricos no deberán cortocircuitarse ni siquiera en caso de sobrecarga.

5.2.17.2. Si falla el sistema de frenado de servicio de un vehículo de motor, estando constituido dicho sistema por dos unidades independientes, como mínimo, la unidad o unidades no afectadas por el fallo deberán poder accionar los frenos del remolque total o parcialmente.

5.2.17.3. Solo se autorizará la utilización del conmutador y del circuito de la luz de frenado para accionar el sistema de frenado eléctrico, con la condición de que el circuito de accionamiento y la luz de frenado estén conectados en paralelo y de que el conmutador y el circuito instalados puedan soportar la carga suplementaria consiguiente.

5.2.18. Requisitos adicionales para vehículos equipados con sistemas de frenado eléctrico regenerativo

5.2.18.1. Vehículos provistos de un sistema de frenado eléctrico regenerativo de la categoría A

5.2.18.1.1. El frenado eléctrico regenerativo se activará exclusivamente mediante una disminución de la demanda de aceleración o la posición de punto muerto de la caja de cambios.

([7]) Se entiende que una transmisión de mando eléctrico, de acuerdo con el punto 5.2.20, no está equipada con un dispositivo de almacenamiento eléctrico en el sentido del presente Reglamento.

5.2.18.2. Vehículos eléctricos provistos de un sistema de frenado eléctrico regenerativo de la categoría B

5.2.18.2.1. No se podrá desconectar parcial o totalmente una parte del sistema de frenado de servicio si no es con medios automáticos. Ello no deberá interpretarse como una excepción a los requisitos del punto 5.2.10.

5.2.18.2.2. El sistema de frenado de servicio tendrá un único dispositivo de mando.

5.2.18.2.3. El sistema de frenado de servicio no se verá perjudicado por el desembrague del motor ni por la relación de transmisión utilizada.

5.2.18.2.4. Si el funcionamiento del componente eléctrico del freno se asegura mediante la relación establecida entre la información procedente del mando del freno de servicio y la fuerza de frenado resultante en las ruedas, un fallo de esta relación que conduzca al incumplimiento de los requisitos de distribución del frenado entre los ejes (anexos 5 o 6, según proceda) se indicará al conductor mediante una señal óptica de advertencia no más tarde del momento en que se accione el mando y esta señal permanecerá encendida mientras persista el fallo y el interruptor de contacto esté en la posición de marcha.

5.2.18.3. En el caso de los vehículos provistos de un sistema de frenado eléctrico regenerativo de una u otra categoría, se aplicarán todos los requisitos pertinentes, excepto el del punto 5.2.18.1.1. En este caso, el freno eléctrico regenerativo podrá activarse mediante la reducción de la demanda de aceleración o la posición de punto muerto de la caja de cambios. Además, el accionamiento del mando de frenado de servicio no reducirá el efecto de frenado generado por la reducción de la demanda de aceleración.

5.2.18.4. El funcionamiento del freno eléctrico no deberá verse afectado por campos magnéticos o eléctricos.

5.2.18.5. En el caso de los vehículos provistos de un dispositivo antibloqueo, este dispositivo controlará el sistema de frenado eléctrico.

5.2.18.6. El estado de carga de las baterías de tracción se determinará con el método expuesto en el apéndice 1 del anexo 3 del presente Reglamento ([8]).

5.2.19. Requisitos especiales adicionales aplicables a la transmisión eléctrica del sistema de frenado de estacionamiento:

5.2.19.1. Si se produce una avería en la transmisión eléctrica, deberá impedirse la activación no deliberada del sistema de frenado de estacionamiento.

5.2.19.2. En caso de producirse un fallo eléctrico en el mando o una rotura del cableado de la transmisión de mando eléctrico entre el mando y la unidad electrónica de control conectada directamente al mismo, excluida la alimentación de energía, deberá seguir pudiéndose activar el sistema de frenado de estacionamiento desde el asiento del conductor y, por lo tanto, mantener detenido el vehículo cargado en una pendiente ascendente o descendente del 8 %. Como alternativa, en este caso, se permite el accionamiento automático del freno de estacionamiento cuando el vehículo esté parado, con la condición de que se consiga el resultado antes mencionado y, una vez aplicado, el freno de estacionamiento siga aplicado independientemente del estado del interruptor de encendido (arranque). En esta alternativa, el freno de estacionamiento se liberará automáticamente en cuanto el conductor o un sistema de conducción automatizado empiece a poner el vehículo de nuevo en movimiento. Se podrá utilizar la transmisión del motor o la manual o la transmisión automática (posición de estacionamiento) para alcanzar el rendimiento mencionado o contribuir a conseguirlo.

([8]) Si así lo aceptase el servicio técnico, no se exigirá la evaluación del estado de carga en el caso de los vehículos que cuenten con una fuente de energía a bordo para cargar las baterías de tracción y los medios de regular su estado de carga.

5.2.19.2.1. Las roturas del cableado de la transmisión eléctrica o los fallos eléctricos en el mando del sistema de frenado de estacionamiento se señalarán al conductor mediante la señal de advertencia amarilla especificada en el punto 5.2.21.1.2. Cuando esté provocada por una rotura del cableado de la transmisión eléctrica del mando del sistema de frenado de estacionamiento, la señal de advertencia amarilla aparecerá en cuanto se produzca la rotura.

Además, este tipo de fallos eléctricos en el mando o de roturas del cableado externo a las unidades de control electrónico, excluida la alimentación de energía, se señalarán al conductor mediante destellos de la señal de advertencia roja especificada en el punto 5.2.21.1.1 tanto tiempo como el interruptor de encendido (arranque) se mantenga en la posición de «On» (marcha), incluido un período posterior de al menos 10 segundos, y tanto tiempo como el mando esté en la posición «On» (activado).

No obstante, si el sistema de frenado de estacionamiento detecta que el freno de estacionamiento se ha aplicado correctamente, se podrán suprimir los destellos de la señal de advertencia roja, la cual se utilizará sin destellos para indicar «freno de estacionamiento aplicado».

En aquellos casos en que el accionamiento del freno de estacionamiento se indique normalmente mediante una señal de advertencia roja aparte que satisfaga todos los requisitos del punto 5.2.21.2, esta señal se utilizará para cumplir los requisitos antes expuestos sobre la señal de advertencia roja.

5.2.19.3. Se podrán alimentar equipos auxiliares con energía procedente de la transmisión eléctrica del sistema de frenado de estacionamiento, con la condición de que el suministro de energía sea suficiente para permitir el accionamiento dicho sistema de frenado además de la carga eléctrica del vehículo en ausencia de fallos. Además, si la reserva de energía es utilizada también por el sistema de frenado de servicio, serán de aplicación los requisitos del punto 5.2.20.6 o, en el caso de sistemas de frenado de transmisión eléctrica, del punto 5.2.24.12.

5.2.19.4. Después de apagado el interruptor de encendido/arranque que controla la energía eléctrica del equipo de frenado o después de quitar la llave, seguirá siendo posible accionar el sistema de frenado de estacionamiento y se impedirá que se pueda dejar de accionar.

Sin embargo, el sistema de frenado de estacionamiento también podrá liberarse cuando esta acción forme parte del funcionamiento de un sistema de control remoto que cumpla los requisitos técnicos de una FDAA de categoría A, tal como se especifica en la serie 02 de enmiendas del Reglamento n.º 79 de las Naciones Unidas, o en una serie posterior de enmiendas.

5.2.20. Requisitos especiales adicionales aplicables a los sistemas de frenado de servicio con transmisión de mando eléctrico, excepto los sistemas de frenado de transmisión eléctrica

5.2.20.1. Con el freno de estacionamiento liberado, el sistema de frenado de servicio deberá cumplir los requisitos siguientes:

a) con el mando de encendido/apagado del sistema de propulsión en la posición «On» (marcha), generar una fuerza estática total de frenado equivalente al menos a la exigida por el ensayo del tipo 0 para el rendimiento de frenado de servicio, conforme a lo dispuesto en el punto 2.1 del anexo 3 del presente Reglamento;

b) durante los primeros 60 segundos después de que se haya desactivado el mando de encendido del sistema de propulsión poniéndolo en la posición «Off» (apagado) o «Lock» (bloqueado) y/o se haya retirado la llave de encendido, con tres accionamientos del freno se generará una fuerza estática total de frenado equivalente al menos a la exigida por el ensayo del tipo 0 para el rendimiento del freno de servicio, conforme a lo dispuesto en el punto 2.1 del anexo 3 del presente Reglamento, y

c) tras el plazo mencionado anteriormente o a partir del cuarto accionamiento del freno dentro del plazo de 60 segundos si este tiene lugar antes, generar una fuerza estática total de frenado equivalente al menos a la exigida por el ensayo del tipo 0 para el rendimiento de frenado de socorro, conforme a lo dispuesto en el punto 2.2 del anexo 3 del presente Reglamento.

Se entenderá que se dispone de energía suficiente en la transmisión de energía del sistema de frenado de servicio.

5.2.20.2. Si se produce un único fallo momentáneo (< 40 ms) en la transmisión de mando eléctrico, excluida su alimentación de energía, (por ejemplo, señal no transmitida o error en los datos), este no tendrá un efecto apreciable en el rendimiento de frenado de servicio.

5.2.20.3. Los fallos en la transmisión de mando eléctrico [9], excluida su reserva de energía, que afecten al funcionamiento o el rendimiento de los sistemas objeto del presente Reglamento se comunicarán al conductor mediante la señal de advertencia roja o amarilla especificada en los puntos 5.2.21.1.1 y 5.2.21.1.2 respectivamente, según proceda. Si no se puede mantener el rendimiento de frenado de servicio prescrito (señal de advertencia roja), se señalarán al conductor, en cuanto sucedan, los fallos por pérdida de la continuidad eléctrica (por ejemplo, rotura, desconexión) y el rendimiento de frenado de socorro prescrito se conseguirá accionando el mando de frenado de servicio con arreglo al punto 2.2 del anexo 3 del presente Reglamento.

5.2.20.4. Si falla la fuente de energía de la transmisión de mando eléctrico, a partir del valor nominal del nivel de energía, se garantizará la gama completa de control del sistema de frenado de servicio después de veinte accionamientos consecutivos a fondo del mando de frenado de servicio. Durante el ensayo, en cada accionamiento, el mando del freno se accionará a fondo durante 20 segundos y se liberará durante 5 segundos. Se entenderá que se dispone de energía suficiente durante el ensayo en la transmisión de energía para garantizar el accionamiento a fondo del sistema de frenado de servicio. No deberá interpretarse que este requisito contradice los del anexo 4.

5.2.20.5. Si la tensión de la batería desciende por debajo de un valor, determinado por el fabricante, al que no se puede garantizar el rendimiento de frenado de servicio prescrito o que impide al menos a dos circuitos de frenado de servicio independientes alcanzar el rendimiento de frenado de socorro prescrito, se encenderá la señal de advertencia roja especificada en el punto 5.2.21.1.1. Una vez activada la señal de advertencia, deberá poderse accionar el mando de frenado de servicio y obtenerse como mínimo el rendimiento de socorro exigido en el punto 2.2 del anexo 3 del presente Reglamento. Se entenderá que se dispone de energía suficiente en la transmisión de energía del sistema de frenado de servicio.

5.2.20.6. Si el equipo auxiliar obtiene energía de la misma reserva que la transmisión de mando eléctrico, se debe garantizar que, con el motor a un régimen no superior al 80 % del régimen máximo, el suministro de energía sea suficiente para alcanzar los valores de deceleración prescritos, bien mediante un aporte de energía capaz de evitar la descarga de esta reserva cuando todos los equipos auxiliares estén funcionando, bien desconectando automáticamente partes predeterminadas de los equipos auxiliares cuando la tensión supere el umbral crítico previsto en el punto 5.2.20.5 del presente Reglamento, evitando así una mayor descarga de dicha reserva. Se demostrará el cumplimiento de este requisito mediante cálculos o un ensayo práctico. El presente punto no es de aplicación a los vehículos en los que los valores prescritos de la deceleración puedan conseguirse sin el uso de energía eléctrica.

5.2.20.7. Si el equipo auxiliar obtiene energía de la transmisión de mando eléctrico, deberán reunirse los requisitos siguientes:

5.2.20.7.1. Si falla la fuente de energía, mientras el vehículo esté en movimiento, la energía del depósito bastará para accionar los frenos cuando se apriete el mando.

5.2.20.7.2. Si falla la fuente de energía, mientras el vehículo esté inmóvil y el sistema de frenado de estacionamiento activado, la energía del depósito bastará para encender las luces incluso cuando se accionen los frenos.

[9] Hasta que no se hayan acordado procedimientos de ensayo uniformes, el fabricante proporcionará al servicio técnico el análisis de los fallos potenciales de la transmisión del mando y de sus repercusiones. El servicio técnico y el fabricante del vehículo podrán discutir esa información y ponerse de acuerdo al respecto.

5.2.21. En los siguientes subpuntos se establecen los requisitos generales relativos a las señales ópticas de advertencia cuya función consista en indicar al conductor determinados fallos (o defectos) especificados del equipo de frenado del vehículo de motor. Sin perjuicio de lo dispuesto en el punto 5.2.21.5, estas señales se utilizarán exclusivamente para los fines prescritos en el presente Reglamento.

5.2.21.1. Los vehículos de motor dispondrán de una señal óptica de advertencia del fallo de los frenos y de una señal de advertencia de defectos como se especifica a continuación:

5.2.21.1.1. Una señal de advertencia roja, que indica un fallo definido en el presente Reglamento del equipo de frenado del vehículo que impide conseguir el rendimiento de frenado de servicio prescrito o el funcionamiento de al menos dos de los circuitos del frenado de servicio independientes.

5.2.21.1.2. Si procede, una señal de advertencia amarilla, que indica un defecto detectado eléctricamente del equipo de frenado del vehículo que no es indicado por la señal de advertencia roja exigida en el punto 5.2.21.1.1.

5.2.21.1.3. Las señales de advertencia exigidas en el presente punto utilizarán el símbolo de fallo del sistema de frenado establecido en el Reglamento n.º 121 de las Naciones Unidas.

5.2.21.2. Las señales de advertencia deberán ser visibles incluso de día. El conductor deberá poder verificar fácilmente desde su asiento el buen estado de las señales; el fallo de un componente del dispositivo de advertencia no deberá implicar pérdida alguna de rendimiento del sistema de frenado.

5.2.21.3. Salvo indicaciones particulares:

5.2.21.3.1. un fallo o defecto especificado será señalado al conductor mediante las señales mencionadas anteriormente no más tarde que el accionamiento del mando de frenado correspondiente;

5.2.21.3.2. la señal o señales de advertencia permanecerán visibles mientras persista el fallo o defecto y el interruptor de encendido (arranque) se encuentre en la posición «On» («marcha»), y

5.2.21.3.3. la señal de advertencia será constante (no consistirá en destellos).

5.2.21.3.4. En el caso de un sistema de frenado de transmisión eléctrica que utilice uno o varios dispositivos de almacenamiento eléctrico, deberá garantizarse el cumplimiento del valor del rendimiento eléctrico al que se activa la señal de advertencia exigida en los puntos 5.2.24.6 y 5.2.24.7, con independencia del efecto de las condiciones ambientales (por ejemplo, la temperatura) y el envejecimiento. El fabricante deberá mostrar, a satisfacción del servicio técnico, cómo se garantiza dicho cumplimiento.

5.2.21.4. Las señales de advertencia mencionadas se encenderán al suministrar energía al equipo eléctrico del vehículo (y el sistema de frenado). Estando el vehículo parado, el sistema de frenado verificará que no hay ninguno de los fallos o defectos especificados antes de apagar las señales. Los fallos o defectos especificados que activan las señales de advertencia mencionadas, pero que no se detectan estando el vehículo parado, se memorizarán al ser detectados y se indicarán al arrancar y todo el tiempo que el interruptor de encendido (arranque) se encuentre en la posición «On» (marcha) mientras siga existiendo el fallo o defecto.

5.2.21.5. Los fallos (o defectos) no especificados, u otra información relativa a los frenos o a los órganos de rodadura del vehículo de motor podrán indicarse mediante la señal amarilla prevista en el punto 5.2.21.1.2, siempre que se cumplan las condiciones siguientes:

5.2.21.5.1. el vehículo está parado;

5.2.21.5.2. después del primer accionamiento del equipo de frenado y una vez que la señal haya indicado que, conforme a los procedimientos del punto 5.2.21.4, no se han detectado fallos (o defectos) especificados, y

5.2.21.5.3. los fallos no especificados u otras informaciones se indicarán exclusivamente mediante destellos de la señal de advertencia. No obstante, la señal de advertencia se apagará la primera vez que el vehículo supere los 10 km/h.

5.2.22. Producción de una señal de frenado para encender las luces de frenado

5.2.22.1. La activación del sistema de frenado de servicio por parte del conductor generará una señal que se utilizará para iluminar las luces de frenado.

5.2.22.2. Requisitos aplicables a los vehículos equipados con un sistema de conducción autónoma, frenado accionado automáticamente o frenado regenerativo que producen una fuerza de deceleración (por ejemplo, al soltar el mando del acelerador) ([10]).

Demanda de deceleración por un sistema de conducción autónoma, frenado accionado automáticamente o frenado regenerativo	
≤ 1,3 m/s²	> 1,3 m/s²
Podrá generar la señal	Deberá generar la señal

Una vez generada, la señal se mantendrá mientras persista la demanda de deceleración. No obstante, la señal podrá suprimirse en parada o cuando la demanda de deceleración descienda por debajo de 1,3 m/s² o el valor que haya generado la señal, si este es inferior.

Se aplicará una medida adecuada (por ejemplo, histéresis de desactivación, promediado, retardo de tiempo) para evitar cambios rápidos de la señal que den lugar a un parpadeo de las luces de frenado.

5.2.22.3. La activación de parte del sistema de frenado de servicio mediante el «frenado selectivo» o mediante funciones cuya principal intención no sea decelerar el vehículo (por ejemplo, accionamiento leve de los frenos de fricción para limpiar los discos) no generará la señal mencionada anteriormente ([11]).

5.2.22.4. La señal no se generará cuando el retraso se produzca únicamente por el frenado natural del motor, la resistencia al aire o a la rodadura o la pendiente de la carretera.

5.2.23. Cuando un vehículo esté equipado con medios para indicar el frenado de emergencia, la señal correspondiente deberá activarse y desactivarse aplicando el sistema de frenado de servicio únicamente cuando se cumplan las condiciones expuestas a continuación ([8]).

5.2.23.1. La señal no se activará cuando la deceleración del vehículo sea inferior a 6 m/s2, pero podrá generarse a cualquier deceleración a este valor o por encima de él, siendo el fabricante del vehículo quien defina el valor efectivo.

La señal se desactivará a más tardar cuando la deceleración sea inferior a 2,5 m/s².

5.2.23.2. También podrán aplicarse las condiciones siguientes:

a) la señal podrá generarse a partir de una estimación de la deceleración del vehículo resultante de la demanda de frenado respetando los umbrales de activación y desactivación definidos en el punto 5.2.23.1 anterior,

o bien

b) la señal podrá activarse a una velocidad superior a 50 km/h cuando el sistema antibloqueo ejecute ciclos completos (según se establece en el punto 2 del anexo 6).

La señal se desactivará cuando el sistema antibloqueo deje de ejecutar ciclos completos.

([10]) En el momento de la homologación de tipo, el fabricante del vehículo confirmará la conformidad con este requisito.
([11]) En situación de «frenado selectivo», la función podrá pasar a «frenado accionado automáticamente».

5.2.24. Requisitos adicionales especiales aplicables a los sistemas de frenado de transmisión eléctrica

5.2.24.1. Cuando el estado del dispositivo o dispositivos de almacenamiento eléctrico sea insuficiente para garantizar el rendimiento de socorro tal como se establece en el punto 2.2 del anexo 3 del presente Reglamento al accionar el mando del freno de servicio, se impedirá la liberación del sistema de frenado de estacionamiento.

5.2.24.2. Con el freno de estacionamiento liberado, el sistema de frenado de servicio deberá:

a) con el mando de encendido/apagado del sistema de propulsión en la posición «On» (encendido) («Run», en marcha), generar una fuerza estática total de frenado equivalente al menos a la exigida por el ensayo del tipo 0 para el rendimiento de frenado de servicio, conforme a lo dispuesto en el punto 2.1 del anexo 3 del presente Reglamento;

b) durante los primeros 60 segundos después de que se haya desactivado el mando de encendido/apagado del sistema de propulsión poniéndose en la posición «Off» (apagado) o «Lock» (bloqueado) y/o se haya retirado la llave de encendido, generar con tres accionamientos del freno una fuerza estática total de frenado equivalente al menos a la exigida por el ensayo del tipo 0 para el rendimiento del freno de servicio, conforme a lo dispuesto en el punto 2.1 del anexo 3 del presente Reglamento, y

c) tras el plazo mencionado anteriormente o a partir del cuarto accionamiento del freno dentro del plazo de 60 segundos si este tiene lugar antes, generar una fuerza estática total de frenado equivalente al menos a la exigida por el ensayo del tipo 0 para el rendimiento de frenado de socorro, conforme a lo dispuesto en el punto 2.2 del anexo 3 del presente Reglamento.

Se entenderá que se dispone de energía suficiente en la transmisión de energía del sistema de frenado de servicio.

5.2.24.3. En el caso de un dispositivo de almacenamiento eléctrico que alimente únicamente la transmisión de mando eléctrico, se garantizará el margen completo del mando del sistema de frenado de servicio tras el siguiente procedimiento de ensayo.

Este ensayo se efectuará partiendo del valor nominal del nivel de energía y sin alimentar el dispositivo de almacenamiento eléctrico. Con la transmisión del mando en funcionamiento, el mando de frenado se mantendrá liberado durante al menos 20 minutos antes de realizar 20 accionamientos a fondo del mando del freno de servicio, con un tiempo de liberación de 5,0 segundos entre cada accionamiento.

No deberá interpretarse que este requisito contradice los requisitos del anexo 4, parte B, punto 1.

Para evitar la activación de la señal de advertencia roja debido al consumo excesivo de energía eléctrica por parte de la transmisión de energía eléctrica, podrá apagarse esta última.

5.2.24.4. En el caso de que los dispositivos de almacenamiento eléctrico suministren energía eléctrica para el mando eléctrico y la transmisión de energía eléctrica, se aplicarán los requisitos del anexo 4, parte B, punto 1.2.1.

5.2.24.5. Como alternativa a los requisitos del anexo 4, parte B, punto 1.2, los dispositivos de almacenamiento eléctrico que solo suministran energía a la transmisión del mando del sistema de frenado podrán cumplir el requisito siguiente.

Si la energía de un dispositivo de almacenamiento eléctrico disminuye hasta un valor que afecte a la función o al rendimiento de una transmisión del mando, esta recibirá directamente del dispositivo de alimentación eléctrica la potencia necesaria para su correcto funcionamiento. Debe entenderse que el dispositivo de alimentación eléctrica no tiene avería ni fallo.

Este suministro de potencia alternativo se producirá automáticamente a más tardar en el momento en que se accione el mando. El fabricante del vehículo declarará al servicio técnico el valor energético al que se requiere este suministro alternativo y se verificará la transición en el momento de la homologación de tipo.

Además, esta situación se señalará al conductor mediante la señal de advertencia roja especificada en el punto 5.2.21.1.1.

5.2.24.6. Aparecerá una señal de advertencia a más tardar cuando el efecto del envejecimiento sobre los dispositivos de almacenamiento eléctrico impida que estos tengan el rendimiento suficiente para cumplir los requisitos del anexo 4, parte B, punto 1.2.1. Se utilizará la señal de advertencia amarilla especificada en el punto 5.2.21.1.2 del presente Reglamento.

5.2.24.7. Aparecerá una señal de advertencia a más tardar cuando el estado del dispositivo o dispositivos de almacenamiento eléctrico sea insuficiente durante más de 60 segundos para alcanzar el rendimiento de frenado prescrito en el anexo 4, parte B, punto 1.2.1. Se utilizará la señal de advertencia amarilla especificada en el punto 5.2.21.1.2 del presente Reglamento.

5.2.24.8. Habrá un sistema de gestión de la energía para los dispositivos de almacenamiento eléctrico de la transmisión.

5.2.24.8.1. El sistema de gestión de la energía deberá ser capaz de evaluar continuamente los dispositivos de almacenamiento eléctrico, de determinar su capacidad para suministrar la potencia necesaria a la transmisión del freno, a lo largo del tiempo, en cumplimiento de los requisitos de rendimiento del presente Reglamento y, en su caso, de activar las señales de advertencia exigidas por el presente Reglamento.

Si no se ha completado la evaluación en el momento en que el interruptor de arranque/marcha se pone en la posición «On» (marcha), se activará una señal de advertencia roja que permanecerá activa hasta que se confirme el estado de seguridad del sistema de frenado de transmisión eléctrica. Podrá utilizarse la señal de advertencia roja prescrita en el punto 5.2.21.1.1. Este requisito será aplicable incluso después de una operación de mantenimiento en el dispositivo de almacenamiento eléctrico o el sistema de gestión de la energía (por ejemplo, la sustitución/desconexión temporal de un dispositivo de almacenamiento eléctrico o la sustitución del propio sistema de gestión de la energía).

El fabricante describirá el método por el cual el sistema de gestión de la energía determina el estado de seguridad, incluso después del mantenimiento, en el momento de la homologación de tipo. El cumplimiento de estos requisitos se demostrará a satisfacción del servicio técnico, entre otras cosas mediante una evaluación con arreglo al anexo 8.

5.2.24.8.2. Se demostrará que el sistema de gestión de la energía identifica con exactitud el estado en el que se activan las señales de advertencia que requiere el presente Reglamento.

El servicio técnico tendrá en cuenta la influencia de las variables individuales utilizadas por el sistema de gestión de la energía, tanto en el rendimiento como en el estado de los dispositivos de almacenamiento eléctrico).

El servicio técnico verificará, mediante la revisión de la documentación facilitada por el fabricante y la realización de ensayos del sistema de gestión de la energía en diferentes condiciones (por ejemplo, con cambios de temperatura), que la exactitud del sistema de gestión de la energía está garantizada en todas las condiciones de funcionamiento (por ejemplo, en diferentes condiciones ambientales) que puedan preverse razonablemente.

5.2.24.8.3. En el contexto de la evaluación descrita en el punto 5.2.24.8.2, el fabricante facilitará la siguiente información como parte de la documentación exigida en el anexo 8, punto 3:

a) En relación con el sistema de gestión de la energía;

i) una descripción detallada del sistema de gestión de la energía, en la que se expliquen su arquitectura, sus componentes y su funcionalidad;

ii) una descripción de la manera en que el sistema supervisa los dispositivos de almacenamiento eléctrico;

iii) información suficiente sobre la estrategia del sistema de gestión de la energía, que ilustre los algoritmos y la lógica utilizados para evaluar el estado y el rendimiento de los dispositivos de almacenamiento eléctrico;

iv) una lista de todas las variables de entrada consideradas por el sistema de gestión de la energía al evaluar el estado y el rendimiento de los dispositivos de almacenamiento eléctrico;

v) un análisis de sensibilidad que muestre cómo afecta cada una de las variables indicadas a la capacidad del sistema de gestión de la energía para determinar con exactitud cuándo debe activarse una señal de advertencia.

b) En lo que respecta a los ensayos de verificación pertinentes, la documentación incluirá:

i) los umbrales o criterios que activan las señales de advertencia descritas en los puntos 5.2.21.1.1 y 5.2.21.1.2;

ii) los resultados de los ensayos de verificación para evaluar la exactitud del sistema de gestión de la energía;

iii) los datos sobre las diferentes condiciones de funcionamiento, como la temperatura o el envejecimiento de la batería;

iv) un resumen de las condiciones límite que podrían afectar a la exactitud del sistema de gestión de la energía (por ejemplo, la temperatura o las características de envejecimiento);

v) en respuesta al punto 3.4.4 del anexo 8, una descripción de la estrategia en caso de fallo del sistema de gestión de la energía, o de un canal de entrada de este, cuando sea pertinente para la funcionalidad del frenado;

vi) cuando proceda, los procedimientos para actualizar el sistema de gestión de la energía y garantizar su mantenimiento continuo;

vii) los procedimientos de ensayo adecuados que se deben tener en cuenta al realizar los ensayos de verificación pertinentes para evaluar el cumplimiento de los puntos 5.2.24.6 y 5.2.24.7.

5.2.24.8.4. En caso de fallo del sistema de gestión de la energía, o de un canal de entrada de este, que impida evaluar el estado del dispositivo o dispositivos de almacenamiento de energía, se activará una señal de advertencia visual roja, acompañada de una señal acústica, en el momento de la detección del fallo (es decir, una primera vez en funcionamiento y después de cada arranque). El funcionamiento de la señal acústica puede ser temporal, pero la advertencia visual deberá permanecer activa mientras persista el fallo. Se podrá utilizar la señal de advertencia roja prescrita en el punto 5.2.21.1.1 como alerta visual. Si la estrategia del fabricante sobre fallos afecta a la funcionalidad del frenado, se facilitará información detallada al respecto en la documentación exigida en el punto 5.2.24.8.3.

Incluso en el caso del fallo descrito anteriormente, si el sistema de gestión de la energía sigue siendo capaz de evaluar el estado del dispositivo o dispositivos de almacenamiento eléctrico, bastará con utilizar únicamente la señal de advertencia amarilla especificada en el punto 5.2.21.1.2.

5.2.24.9. En el caso de que la alimentación eléctrica no pueda satisfacer el suministro de potencia que requiere la transmisión eléctrica, se transmitirá una advertencia de potencia (P_w) al conductor a más tardar 5,0 segundos después de la aparición/detección. Podrá utilizarse la señal de advertencia amarilla especificada en el punto 5.2.21.1.2.

El fabricante del vehículo describirá para el servicio técnico la funcionalidad del sistema de activación del nivel de advertencia P_w en la documentación exigida en el anexo 8 del presente Reglamento.

5.2.24.10. En el caso de que el equipo auxiliar sea alimentado desde el mismo dispositivo o dispositivos de almacenamiento eléctrico que el sistema de frenado y falle la alimentación eléctrica (incluida la fuente de energía, si está instalada) que suministra energía a este dispositivo o dispositivos de acumulación eléctrica:

— se apagará el equipo auxiliar, o

— el vehículo se parará automáticamente,

antes de alcanzar el nivel crítico al que se hace referencia en el punto 5.2.14.1, letra b), del presente Reglamento.

En ambos casos, no se verá afectado el funcionamiento del equipo auxiliar necesario para satisfacer los requisitos de rendimiento de otro reglamento de las Naciones Unidas relacionado con la seguridad.

En el caso de un vehículo que no lleve alimentación eléctrica a bordo (por ejemplo, un vehículo eléctrico con una batería de tracción que tenga la función de dispositivo de almacenamiento de energía), el requisito de mitigación del presente punto se aplicará también antes de alcanzar el nivel crítico mencionado en el punto 5.2.14.1, letra b), del presente Reglamento, o después de un fallo que impida que la batería de tracción suministre potencia al sistema de frenado.

5.2.24.11. La señal de advertencia roja especificada en el punto 5.2.21.1.1 se activará cuando el rendimiento de frenado de servicio no esté garantizado por al menos dos circuitos de frenado de servicio independientes que alcancen el rendimiento de frenado de socorro prescrito.

5.2.24.12. La alimentación eléctrica deberá poder garantizar que el estado del dispositivo o dispositivos de almacenamiento eléctrico siga siendo suficiente para satisfacer el rendimiento de frenado de servicio prescrito.

Además, en el caso de que el equipo auxiliar comparta alimentación eléctrica (incluida la fuente de energía, si está instalada) con el sistema de frenado, el requisito anterior deberá cumplirse incluso cuando todo el equipo auxiliar esté funcionando. Cuando dos o más equipos auxiliares no puedan funcionar simultáneamente (por ejemplo, el sistema de control climático no puede proporcionar calefacción y refrigeración al mismo tiempo), durante la evaluación solo se tendrá en cuenta el sistema, la función o el componente de mayor consumo de potencia. El fabricante declarará la demanda total de potencia del equipo auxiliar y aportará datos para justificar la exclusión de cualquier equipo auxiliar.

Esta situación se evaluará de conformidad con los requisitos establecidos en el anexo 4, parte B, sección 2, del presente Reglamento.

En el caso de que un vehículo esté propulsado por un motor de combustión interna y disponga de una fuente de energía eléctrica de origen mecánico (por ejemplo, un alternador) para mantener la alimentación eléctrica, podrá evaluarse el cumplimiento del presente punto con el motor funcionando a un régimen no superior al 80 % del régimen de la potencia máxima.

5.2.24.13. Los fallos en la transmisión eléctrica ([12]) que afecten al funcionamiento o el rendimiento de los sistemas objeto del presente Reglamento se comunicarán al conductor mediante la señal de advertencia roja o amarilla especificada en los puntos 5.2.21.1.1 y 5.2.21.1.2 respectivamente, según proceda. Si no se puede mantener el rendimiento de frenado de servicio prescrito (señal de advertencia roja), se señalarán al conductor, en cuanto sucedan, los fallos por pérdida de la continuidad eléctrica (por ejemplo, rotura, desconexión) y el rendimiento de frenado de socorro prescrito se conseguirá accionando el mando de frenado de servicio con arreglo al punto 2.2 del anexo 3 del presente Reglamento.

5.2.24.14. Si se produce un único fallo momentáneo (< 40 ms) en la transmisión de mando eléctrico, excluida su alimentación de energía (por ejemplo, señal no transmitida o error en los datos), este no afectará al rendimiento de frenado de servicio.

5.2.24.15. Si el equipo auxiliar obtiene energía de la transmisión eléctrica, deberán cumplirse los requisitos siguientes:

5.2.24.15.1. Si se produce un fallo en la fuente de energía o la alimentación eléctrica mientras el vehículo está en movimiento, la energía del dispositivo o dispositivos de almacenamiento eléctrico deberá ser suficiente para cumplir los requisitos de rendimiento del freno definidos en el punto 5.2.14.1, letra b).

([12]) Hasta que no se hayan acordado procedimientos de ensayo uniformes, el fabricante proporcionará al servicio técnico el análisis de los fallos potenciales de la transmisión eléctrica y de sus repercusiones. El servicio técnico y el fabricante del vehículo podrán discutir esa información y ponerse de acuerdo al respecto.

Cuando la alimentación eléctrica tenga también una función de dispositivo de almacenamiento eléctrico para un circuito de la transmisión, un fallo de dicha alimentación no afectará a la capacidad del dispositivo de almacenamiento eléctrico de otro circuito de suministrar la potencia necesaria para obtener el rendimiento prescrito del freno de socorro.

5.2.24.15.2. Si falla la fuente de energía o la alimentación eléctrica mientras el vehículo está parado y el sistema de frenado de estacionamiento está activado, la energía del dispositivo o dispositivos de almacenamiento eléctrico será suficiente para encender las luces incluso cuando estén accionados los frenos.

5.2.24.16. Función de emergencia por energía baja

5.2.24.16.1. En los 60 segundos tras la activación de la señal de advertencia acústica exigida en el punto 5.2.1.14.1.2, se activará una función automática para reducir progresivamente la velocidad del vehículo de forma que no supere 20 km/h. Una vez que el vehículo esté parado, se impedirá que este se ponga en movimiento y dispondrá de suficiente potencia eléctrica para que pueda accionar el freno de estacionamiento.

5.2.25. Los vehículos de motor de las categorías M_1 y N_1 que cuenten con ruedas/neumáticos de repuesto de uso temporal cumplirán los requisitos técnicos pertinentes del anexo 3 del Reglamento n.º 64 de las Naciones Unidas.

5.3. Disposiciones especiales para vehículos equipados con un sistema de conducción autónoma

El mecanismo de frenado de cualquier vehículo equipado con un sistema de conducción autónoma, distinto de los sistemas automáticos de mantenimiento del carril, tal como se definen en el Reglamento n.º 157 de las Naciones Unidas, deberá cumplir los requisitos siguientes.

5.3.1. Un SCA podrá controlar el mecanismo de frenado del vehículo a condición de que dicho SCA esté diseñado de forma que cumpla los reglamentos técnicos nacionales o internacionales pertinentes y la legislación nacional pertinente que regula su funcionamiento, y siempre que su activación esté limitada por medios técnicos a las jurisdicciones en las que sean aplicables tales reglamentos y legislación. El fabricante declarará el cumplimiento de este requisito en el momento de la solicitud de homologación.

5.3.2. El cumplimiento de los requisitos de rendimiento del presente Reglamento de las Naciones Unidas que sean aplicables mientras esté activo el SCA se demostrará de conformidad con el anexo 8.

5.3.2.1. Los enlaces de transmisión entre el SCA y el mecanismo de frenado (excluido el propio SCA) están sujetos a los requisitos del anexo 8.

5.3.3. Los fallos detectados, según se especifican en el presente Reglamento de las Naciones Unidas, se transmitirán al SCA siempre que este esté activo.

6. Ensayos

En el anexo 3 del presente Reglamento se describen los ensayos de frenado a los que deberán someterse los vehículos cuya homologación se solicite, así como el rendimiento de frenado exigido.

7. Modificación de un tipo de vehículo o de un sistema de frenado y ampliación de la homologación

7.1. Todas las modificaciones de un tipo de vehículo o de su sistema de frenado se notificarán a la autoridad de homologación de tipo que homologó el tipo de vehículo. En tal caso, la autoridad podrá:

7.1.1. considerar que las modificaciones probablemente no tendrán un efecto negativo apreciable y que, en cualquier caso, el vehículo sigue cumpliendo los requisitos, o bien

7.1.2. solicitar una nueva acta del servicio técnico encargado de los ensayos.

7.2. La confirmación, ampliación o denegación de una homologación se comunicará, con arreglo al procedimiento especificado en el punto 4.3, a las Partes del Acuerdo que apliquen el presente Reglamento.

7.3. La autoridad de homologación de tipo que conceda la ampliación de una homologación asignará un número de serie a cada impreso de comunicación preparado para dicha ampliación.

8. Conformidad de la producción

Los procedimientos de conformidad de la producción se ajustarán a los establecidos en el anexo 1 del Acuerdo (E/ECE/TRANS/505/Rev.3), con los requisitos siguientes:

8.1. Un vehículo homologado con arreglo al presente Reglamento será fabricado de conformidad con el tipo homologado cumpliendo los requisitos expuestos en el punto 5 anterior.

8.2. La autoridad de homologación de tipo que haya concedido la homologación de tipo podrá verificar en cualquier momento los métodos de control de la conformidad aplicados en cada planta de producción. La frecuencia normal de esas verificaciones será una vez cada dos años.

9. Sanciones por no conformidad de la producción

9.1. Se podrá retirar la homologación concedida a un tipo de vehículo con arreglo al presente Reglamento si no se cumplen los requisitos exigidos en el punto 8.1.

9.2. Si una Parte contratante del Acuerdo que aplique el presente Reglamento retira una homologación que concedió anteriormente, lo notificará inmediatamente a las demás Partes contratantes que apliquen el presente Reglamento mediante una copia del formulario de comunicación que se ajuste al modelo que figura en el anexo 1 del presente Reglamento.

10. Cese definitivo de la producción

Si el titular de una homologación cesa definitivamente de fabricar un tipo de vehículo homologado con arreglo al presente Reglamento, lo señalará a la autoridad de homologación de tipo que concedió la homologación. Una vez recibida esta comunicación, dicha autoridad informará a las demás Partes contratantes del Acuerdo que apliquen el presente Reglamento mediante copias de un formulario de comunicación que se ajusten al modelo que figura en el anexo 1 del presente Reglamento.

11. Nombres y direcciones de los servicios técnicos responsables de la realización de los ensayos de homologación y de las autoridades de homologación de tipo

Las Partes contratantes del Acuerdo que apliquen el presente Reglamento enviarán a la Secretaría de las Naciones Unidas los nombres y direcciones de los servicios técnicos responsables de la realización de los ensayos de homologación y de las autoridades de homologación de tipo que conceden la homologación y a las que deben enviarse los formularios que certifican la homologación, ampliación, denegación o retirada de la homologación expedidos en otros países.

12. Disposiciones transitorias

12.1. Generalidades

12.1.1. Las Partes contratantes que apliquen el presente Reglamento podrán conceder homologaciones de tipo con arreglo a cualquiera de las series de enmiendas anteriores del presente Reglamento.

12.1.2. Las partes contratantes que apliquen el presente Reglamento seguirán concediendo ampliaciones de las homologaciones existentes con arreglo a cualquiera de las series de enmiendas anteriores del Reglamento.

12.2. Disposiciones transitorias respecto a la serie 01 de enmiendas

12.2.1. A partir del 1 de septiembre de 2018, ninguna Parte contratante que aplique el presente Reglamento denegará la concesión o la aceptación de homologaciones de tipo con arreglo al presente Reglamento en su versión modificada por la serie 01 de enmiendas.

12.2.2. Incluso después del 1 de septiembre de 2018, las Partes contratantes que apliquen el presente Reglamento continuarán aceptando homologaciones de tipo concedidas con arreglo a su serie 00 de enmiendas.

Sin embargo, las Partes contratantes que apliquen el presente Reglamento no estarán obligadas a aceptar, a efectos de homologación de tipo nacional o regional, homologaciones de tipo con arreglo a su serie 00 de enmiendas para tipos de vehículos que no estén equipados con una función de estabilidad del vehículo (según se define en el Reglamento n.º 13 de las Naciones Unidas) o ESC y BAS.

12.2.3. A partir del 1 de septiembre de 2018, las Partes contratantes que apliquen el presente Reglamento únicamente concederán homologaciones de tipo si el tipo de vehículo que se somete a homologación cumple los requisitos del presente Reglamento en su versión modificada por la serie 01 de enmiendas.

12.2.4. Las Partes contratantes que apliquen el presente Reglamento no denegarán la concesión de ampliaciones de las homologaciones de tipo para tipos existentes, independientemente de si están equipados o no con una función de estabilidad del vehículo (según se define en el Reglamento n.º 13 de las Naciones Unidas) o ESC y BAS, sobre la base de las disposiciones válidas en el momento de la homologación original.

12.3. Disposiciones transitorias respecto a la serie 02 de enmiendas

12.3.1. A partir de la fecha oficial de entrada en vigor de la serie 02 de enmiendas, ninguna Parte contratante que aplique el presente Reglamento denegará la concesión o la aceptación de homologaciones de tipo con arreglo al presente Reglamento modificado por la serie 02 de enmiendas.

12.3.2. A partir de la fecha oficial de entrada en vigor de la serie 02 de enmiendas, las Partes contratantes que apliquen el presente Reglamento concederán homologaciones de tipo para un vehículo equipado con un sistema de frenado de transmisión eléctrica únicamente si el tipo de vehículo que se somete a homologación cumple los requisitos del presente Reglamento modificado por la serie 02 de enmiendas.

12.3.3. A partir del 1 de septiembre de 2028, las Partes contratantes que apliquen el presente Reglamento no estarán obligadas a aceptar homologaciones de tipo expedidas por primera vez después del 1 de septiembre de 2028 con arreglo a la serie de enmiendas anterior para un tipo de vehículo provisto de un sistema de frenado equipado con un sistema de control electrónico.

12.3.4. A partir del 1 de septiembre de 2030, las Partes contratantes que apliquen el presente Reglamento no estarán obligadas a aceptar homologaciones de tipo expedidas con arreglo a la serie de enmiendas anterior del presente Reglamento.

12.3.5. No obstante lo dispuesto en el punto 12.3.4, las Partes contratantes que apliquen el presente Reglamento seguirán aceptando las homologaciones de tipo expedidas con arreglo a la serie de enmiendas anterior del presente Reglamento en el caso de los vehículos a los que no afecten los cambios introducidos por la serie 02 de enmiendas.

12.3.6. No obstante las disposiciones transitorias señaladas anteriormente, las Partes contratantes que comiencen a aplicar el presente Reglamento después de la fecha de entrada en vigor de la serie de enmiendas más reciente no estarán obligadas a aceptar las homologaciones de tipo concedidas de conformidad con cualquiera de las series de enmiendas anteriores del presente Reglamento y solo están obligadas a aceptar las homologaciones de tipo concedidas de conformidad con la serie 02 de enmiendas.

ANEXO 1

Comunicación (*)

[Formato máximo: A4 (210 x 297 mm)



Expedida por: nombre de la administración:
……
……
……

relativa a (2): la concesión de la homologación
la ampliación de la homologación
la denegación de la homologación
la retirada de la homologación
el cese definitivo de la producción

de un tipo de vehículo con respecto al frenado, con arreglo al Reglamento n.º 13-H de las Naciones Unidas

N.º de homologación: …… N.º de ampliación: ……

1. Denominación comercial o marca del vehículo: ……

2. Tipo de vehículo: ……

3. Nombre y dirección del fabricante: ……

4. En su caso, nombre y dirección del representante del fabricante: ……

……

5. Masa del vehículo ……

5.1. Masa máxima del vehículo: ……

5.2. Masa mínima del vehículo: ……

6. Distribución de la masa en cada eje (valor máximo): ……

7. Marca y tipo de forros, discos y tambores de freno:

7.1. Forros de freno

7.1.1. Forros de freno sometidos a los ensayos pertinentes del anexo 3: ……

7.1.2. Forros de freno alternativos sometidos a ensayo conforme al anexo 7: ……

(*) A petición de los solicitantes de una homologación conforme al Reglamento n.º 90 de las Naciones Unidas, la información será proporcionada por la autoridad de homologación de tipo con arreglo a la lista del apéndice 1 del presente anexo. No obstante, dicha información no se proporcionará a efectos distintos de la homologación con arreglo al Reglamento n.º 90 de las Naciones Unidas.

(1) Número distintivo del país que ha concedido/ampliado/denegado/retirado la homologación (véanse las disposiciones del Reglamento).

(2) Táchese lo que no proceda.

7.2. Discos y tambores de freno

7.2.1. Código de identificación de los discos de freno cubiertos por la homologación del sistema de frenado

……

7.2.2. Código de identificación de los tambores de freno cubiertos por la homologación del sistema de frenado ……

……

8. Tipo de motor: ……

9. Número de marchas y relaciones de transmisión: ……

10. Relaciones de la transmisión finales: ……

11. En su caso, masa máxima de los remolques que pueden ser enganchados: ……

11.1. Remolque sin frenos: ……

12. Dimensiones de los neumáticos: ……

12.1. Dimensiones del neumático o rueda de repuesto provisional: ……

12.2. El vehículo cumple los requisitos técnicos del anexo 3 del Reglamento n.º 64 de las Naciones Unidas:

……Sí/No ([2])

13. Velocidad máxima por construcción: ……

14. Descripción somera del equipo de frenado: ……

14.1. Vehículo equipado con un SCA: …… sí/no

15. Masa del vehículo en el ensayo:

	Cargado (kg)	Descargado (kg)
Eje 1		
Eje 2		
Total		

16. Resultados de los ensayos:

Ensayo Velocidad (km/h)	Rendimiento medido	Fuerza medida aplicada sobre el mando (daN)

16.1. Ensayos del tipo 0: .....

Motor desembragado .....

Frenado de servicio (cargado) .....

Frenado de servicio (descargado) .....

Frenado de socorro (cargado) .....

Frenado de socorro (descargado) .....

16.2. Ensayos del tipo 0: .....

Motor embragado .....

Frenado de servicio (cargado) .....

Frenado de servicio (descargado) .....

[Conforme al punto 2.1.1, letra B), del anexo 3] .....

16.3. Ensayos del tipo I: .....

Frenados previos (para determinar la fuerza del pedal) .....

Rendimiento en caliente (1.ª parada) .....

Rendimiento en caliente (2.ª parada) .....

Rendimiento de la recuperación .....

16.4. Rendimiento dinámico del freno de estacionamiento: .....

17. Resultado de los ensayos de rendimiento del anexo 5: .....

18. El vehículo está/no está ([2]) equipado para arrastrar un remolque con sistemas de frenado eléctrico.

19. El vehículo está/no está ([2]) equipado de un sistema antibloqueo.

19.1. El vehículo cumple los requisitos del anexo 6: Sí/No ([2])

19.2. Categoría del sistema antibloqueo: Categoría 1/2/3 ([2])

20. Información adicional en el caso de vehículos de motor equipados con un sistema de frenado de transmisión eléctrica.

20.1. El vehículo está/no está ([2]) equipado con un sistema de frenado de transmisión eléctrica.

21. Se suministró documentación adecuada con arreglo al anexo 8 en relación con los siguientes sistemas: Sí/No/No aplicable ([2])

22. Vehículo presentado para su homologación el día: .....

23. Servicio técnico responsable de la realización de los ensayos de homologación: .....

24. Fecha del acta de ensayo expedida por dicho servicio: .....

25. Número del acta de ensayo expedida por dicho servicio: .....

26. Homologación concedida/denegada/ampliada/retirada ([2])

27. Emplazamiento de la marca de homologación en el vehículo: .....

28. Lugar: .....

29. Fecha: .....

30. Firma: .....

31. Se adjunta a esta comunicación el resumen al que se hace referencia en el punto 4.3 del presente Reglamento.

Anexo 1 — Apéndice

Lista de datos del vehículo para las homologaciones con arreglo al Reglamento n.º 90 de las Naciones Unidas

1. Descripción del tipo de vehículo: .....

1.1. Denominación comercial o marca del vehículo, en caso de disponerse de la misma: .....

1.2. Categoría de vehículo: .....

1.3. Tipo de vehículo según la homologación con arreglo al Reglamento n.º 13-H de las Naciones Unidas: .....

1.4. Modelos o denominaciones comerciales de los vehículos pertenecientes al tipo de vehículo: .....

.....

1.5. Nombre y dirección del fabricante:

2. Marca y tipo de forros, discos y tambores de freno:

2.1. Forros de freno:

2.1.1. Forros de freno sometidos a los ensayos pertinentes del anexo 3: .....

2.1.2. Forros de freno alternativos sometidos a ensayo conforme al anexo 7: .....

2.2. Discos y tambores de freno:

2.2.1. Código de identificación de los discos de freno cubiertos por la homologación del sistema de frenado: .....

.....

2.2.2. Código de identificación de los tambores de freno cubiertos por la homologación del sistema de frenado: .....

.....

3. Masa mínima del vehículo: .....

3.1. Distribución de la masa en cada eje (valor máximo): .....

4. Masa máxima del vehículo: .....

4.1. Distribución de la masa en cada eje (valor máximo): .....

5. Velocidad máxima del vehículo: .....

6. Dimensiones del neumático y la rueda: .....

7. Configuración del circuito de freno (por ejemplo: división delante/detrás o diagonal): .....

8. Declaración de cuál es el sistema de frenado de socorro: .....

9. Especificaciones de las válvulas del freno (si procede): .....

9.1. Especificaciones del ajuste de la válvula detectora de la carga: .....

9.2. Ajuste de la válvula de presión: .....

10. Distribución de la fuerza del freno por diseño: .....

11. Especificación del freno: .....

11.1. Tipo de freno de disco (por ejemplo, número de pistones con su[s] diámetro[s], disco macizo o ventilado): .....

11.2. Tipo de tambor de freno (por ejemplo, «dúo-servo», con tamaño de pistón y dimensiones del tambor): .....

.....

11.3. En el caso de los dispositivos de frenado de aire comprimido, por ejemplo: tipo y tamaño de las cámaras, palancas, etc.....

12. Tipo y tamaño del cilindro principal: .....

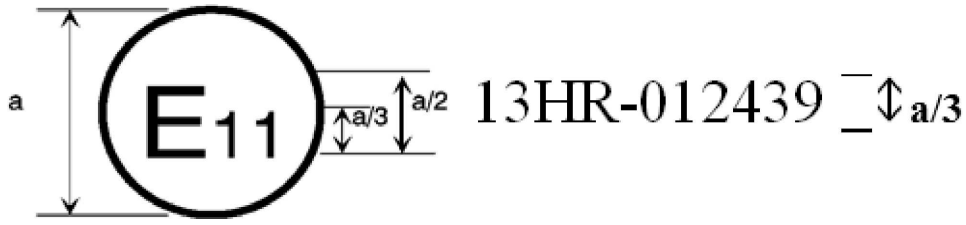
13. Tipo y tamaño del servo: .....

ANEXO 2

Disposición de las marcas de homologación:

Modelo A

(Véase el punto 4.4 del presente Reglamento)

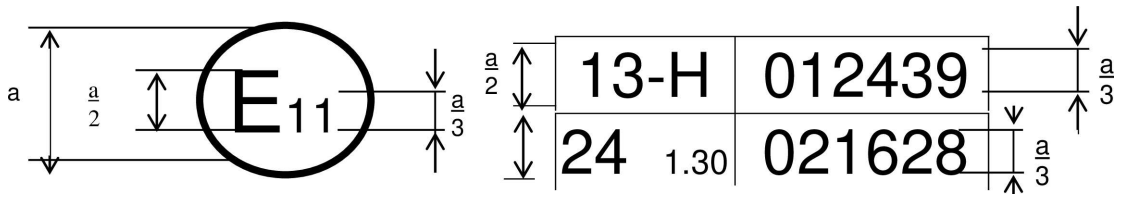


a = 8 mm mín.

Esta marca de homologación colocada en un vehículo indica que el tipo de vehículo en cuestión ha sido homologado, en lo que al frenado se refiere, en el Reino Unido (E 11) con arreglo al Reglamento n.º 13-H de las Naciones Unidas con el número de homologación 012439. Los dos primeros dígitos del número de homologación indican que esta se concedió de conformidad con los requisitos de la serie 01 de enmiendas del Reglamento n.º 13-H de las Naciones Unidas.

Modelo B

(Véase el punto 4.5 del presente Reglamento)



a = 8 mm mín.

Esta marca de homologación colocada en un vehículo indica que el tipo de vehículo en cuestión ha sido homologado en el Reino Unido (E 11) con arreglo a los Reglamentos n.ºs 13-H y 24 ([1]) (en el caso de este último Reglamento el coeficiente de absorción corregido es 1,30 m^{-1}). Los números de homologación indican que, en las fechas en que se concedieron las homologaciones respectivas, el Reglamento n.º 13-H de las Naciones Unidas incluía la serie 01 de enmiendas, y el Reglamento n.º 24 de las Naciones Unidas incluía la serie 02 de enmiendas.

([1]) Este número se da a título de ejemplo.

ANEXO 3

Ensayos de frenado y rendimiento de los sistemas de frenado

1. Ensayos de frenado

1.1. Generalidades

1.1.1. El rendimiento prescrito para los sistemas de frenado estará basado en la distancia de frenado y en la deceleración media estabilizada. El rendimiento de un sistema de frenado se determinará midiendo la distancia de frenado en relación con la velocidad inicial del vehículo o midiendo durante el ensayo la deceleración media estabilizada.

1.1.2. La distancia de frenado será la distancia recorrida por el vehículo desde el momento en que el conductor accione el mando del sistema de frenado hasta el momento en que el vehículo se detenga. La velocidad inicial será la velocidad en el momento en que el conductor comience a accionar el mando del sistema de frenado. La velocidad inicial no será inferior al 98 % de la velocidad exigida en el ensayo considerado.

La deceleración media estabilizada (d_m) se calculará como la deceleración promediada en relación con la distancia en el intervalo v_b a v_e, mediante la fórmula siguiente:

$$d_m = \frac{v_b^2 - v_e^2}{25.92\ (s_e - s_b)}$$

siendo:

v_o = velocidad inicial del vehículo en km/h

v_b = velocidad del vehículo a 0,8 v_o en km/h

v_e = velocidad del vehículo a 0,1 vo en km/h

s_b = distancia recorrida entre v_o y v_b en metros

s_e = distancia recorrida entre v_o y v_e en metros

La velocidad y la distancia se determinarán mediante instrumentación cuya exactitud sea de ± 1 % a la velocidad exigida para el ensayo. La d_m podrá determinarse mediante otros métodos que no sean la medición de la velocidad y la distancia; en tal caso, la exactitud de la d_m será de ± 3 %.

1.2. Para la homologación del cualquier vehículo, el rendimiento de frenado se determinará en ensayos en pista efectuados en las condiciones siguientes:

1.2.1. La masa del vehículo será la determinada en las disposiciones aplicables a cada tipo de ensayo y figurará en el acta del ensayo.

1.2.2. El ensayo deberá llevarse a cabo a las velocidades indicadas para cada tipo de ensayo. Cuando la velocidad máxima por fabricación del vehículo sea inferior a la prescrita para un ensayo, este deberá efectuarse a la velocidad máxima del vehículo.

1.2.3. Durante los ensayos, la fuerza ejercida sobre el mando para obtener el rendimiento exigido no debe sobrepasar la fuerza máxima establecida.

1.2.4. La superficie de la carretera permitirá una adherencia adecuada, a no ser que se especifique de otra manera en los anexos correspondientes.

1.2.5. El ensayo se realizará sin que haya viento que pudiera influir en los resultados.

1.2.6. Al comienzo de los ensayos los neumáticos deberán estar fríos y a la presión prescrita para la carga efectivamente soportada por las ruedas cuando el vehículo está parado.

1.2.7. El rendimiento exigido se obtendrá sin bloquear las ruedas a velocidades superiores a 15 km/h, sin que se desvíe el vehículo de un carril de 3,5 m de ancho, sin que se supere un ángulo de guiñada de 15° y sin vibraciones anormales.

1.2.8. En el caso de los vehículos movidos completa o parcialmente por uno o varios motores eléctricos conectados permanentemente a las ruedas, todos los ensayos se realizarán con dicho(s) motor(es) conectado(s).

1.2.9. En el caso de los vehículos descritos en el punto 1.2.8 anterior equipados de un sistema de frenado eléctrico regenerativo de la categoría A, los ensayos de comportamiento se efectuarán en una pista cuyo coeficiente de adherencia sea bajo (como se establece en el punto 5.2.2 del anexo 6) a una velocidad igual al 80 % de la velocidad máxima pero no superior a 120 km/h, a fin de comprobar que la estabilidad se mantiene.

1.2.9.1. Por otra parte, en el caso de los vehículos equipados con un sistema de frenado eléctrico regenerativo de la categoría A, las condiciones transitorias, tales como cambiar de marcha o soltar el mando del acelerador, no deben influir en el comportamiento del vehículo en las condiciones descritas en el punto 1.2.9 anterior.

1.2.10. No se permite el bloqueo de las ruedas en los ensayos previstos en los puntos 1.2.9 y 1.2.9.1 anteriores. Sin embargo, se permitirá una corrección de la dirección con la condición de que el giro angular del mando de dirección sea inferior a 120° en los 2 primeros segundos e inferior a 240° en total.

1.2.11. Estado de la reserva de energía durante los ensayos del anexo 3:

a) En el caso de los vehículos con frenos de servicio accionados eléctricamente y alimentados a partir de baterías de tracción (o de una batería auxiliar) que reciban energía solo de un sistema de carga externo e independiente, dichas baterías tendrán, durante el ensayo de rendimiento de frenado, una carga media no superior al 5 % del estado de la carga en el que debe activarse la advertencia sobre el fallo de los frenos prescrita en el punto 5.2.20.5.

Si se produce esta advertencia, se permite una recarga ligera de las baterías durante los ensayos, a fin de que su estado de carga sea el exigido.

b) En el caso de un vehículo con un sistema de frenado de transmisión eléctrica, y sin un fallo simulado, el estado de los dispositivos de almacenamiento eléctrico deberá mantenerse por encima del nivel especificado en el punto 5.2.14.1, letra b).

1.3. Comportamiento del vehículo durante el frenado

1.3.1. Durante los ensayos de frenado, y especialmente en aquellos que se desarrollen a altas velocidades, deberá comprobarse el comportamiento general del vehículo durante el frenado.

1.3.2. El comportamiento del vehículo durante el frenado en una carretera cuya adherencia sea reducida deberá cumplir los requisitos pertinentes del anexo 5 y/o del anexo 6 del presente Reglamento.

1.3.2.1. En el caso de un sistema de frenado conforme al punto 5.2.7 del presente Reglamento en el que el frenado correspondiente a uno o varios ejes esté formado por más de una fuente de par de frenado y en el que cualquier fuente pueda variar con respecto a las demás, el vehículo cumplirá los requisitos del anexo 5 o bien del anexo 6 en todas las relaciones permitidas por su estrategia de control ([1]).

1.4. Ensayo del tipo 0 (ensayo ordinario de rendimiento, con frenos en frío)

1.4.1. Generalidades

1.4.1.1. La temperatura media de los frenos de servicio en el eje más caliente del vehículo, medida dentro de los forros del freno o en el recorrido de frenado del disco o tambor, estará situada entre 65 y 100 °C antes de cualquier accionamiento del freno.

([1]) El fabricante proporcionará al servicio técnico la familia de curvas de frenado permitidas por la estrategia de control automático. El servicio técnico podrá verificar dichas curvas.

1.4.1.2. El ensayo deberá efectuarse en las condiciones siguientes:

1.4.1.2.1. El vehículo deberá estar cargado, con la distribución de la masa entre los ejes declarada por el fabricante. En el caso en que estén previstas varias disposiciones de la carga sobre los ejes, la distribución de la masa máxima entre los ejes deberá ser tal que la carga sobre cada eje sea proporcional a la masa máxima admisible por cada eje.

1.4.1.2.2. Todos los ensayos deberán repetirse con el vehículo descargado. Podrá haber, además del conductor, una segunda persona sentada en el asiento delantero y encargada de tomar nota de los resultados del ensayo.

1.4.1.2.3. En el caso de un vehículo equipado con un sistema de frenado eléctrico regenerativo, los requisitos dependen de la categoría de dicho sistema:

Categoría A. Durante los ensayos del tipo 0 no se utilizará ningún mando del sistema de frenado eléctrico regenerativo.

Categoría B. La contribución del sistema de frenado eléctrico regenerativo a la fuerza de frenado generada no superará el mínimo garantizado por el diseño del sistema.

Se considerará que se cumple dicha condición si el estado de la carga de las baterías es uno de los siguientes:

a) a la carga máxima recomendada por el fabricante en las especificaciones del vehículo;

b) a una carga mínima del 95 % de la carga máxima en aquellos casos en que el fabricante no haya efectuado recomendación específica alguna;

c) a la carga máxima resultante del control automático de la carga del vehículo, o bien

d) cuando los ensayos se realizan sin componentes de recuperación de energía, independientemente del estado de carga de las baterías.

1.4.1.2.4. Los límites prescritos para el rendimiento mínimo, tanto para los ensayos con el vehículo descargado como los ensayos con el vehículo cargado serán los indicados más adelante. El vehículo deberá cumplir el requisito de la distancia de frenado y la deceleración media estabilizada, pero puede no ser necesario medir realmente ambos parámetros.

1.4.1.2.5. La carretera deberá ser horizontal. A no ser que se especifique otra cosa, cada ensayo consistirá en hasta seis paradas, incluidas las necesarias para la familiarización.

1.4.2. Ensayo del tipo 0 con el motor desembragado y el frenado de servicio según los dispuesto en el punto 2.1.1, letra A, del presente anexo.

El ensayo deberá llevarse a cabo a la velocidad indicada, aunque se admitirá un cierto margen de tolerancia con respecto a las cifras establecidas. Se deberá conseguir el rendimiento mínimo prescrito.

1.4.3. Ensayo del tipo 0 con el motor embragado y el frenado de servicio según los dispuesto en el punto 2.1.1, letra B, del presente anexo.

1.4.3.1. El ensayo se realizará con el motor embragado a partir de la velocidad exigida en el punto 2.1.1, letra B, del presente anexo. Se deberá conseguir el rendimiento mínimo prescrito. No se realizará este ensayo si la velocidad máxima del vehículo es ≤ 125 km/h.

1.4.3.2. Se medirán los valores del rendimiento práctico máximo y el comportamiento del vehículo se ajustará a lo indicado en el punto 1.3.2 del presente anexo. No obstante, si la velocidad máxima del vehículo es superior a 200 km/h, la velocidad de ensayo será de 160 km/h.

1.5. Ensayo del tipo I (ensayo de pérdida y recuperación de eficacia)

1.5.1. Procedimiento de calentamiento

1.5.1.1. Los frenos de servicio de todos los vehículos se ensayarán accionando y soltando sucesivamente los frenos una serie de veces con el vehículo cargado y en las condiciones indicadas en el cuadro siguiente:

Condiciones

v_1 (km/h)	v_2 (km/h)	Δt (s)	n
80 % $v_{max} \leq 120$	0,5 v_1	45	15

siendo:

v_1 = velocidad inicial al principio del frenado

v_2 = velocidad al final del frenado

v_{max} = velocidad máxima del vehículo

n = número de accionamientos del freno

Δt = duración de un ciclo de frenado: tiempo transcurrido entre el comienzo de un frenado y el comienzo del siguiente

1.5.1.2. Si las características del vehículo impiden ajustarse a la duración exigida para Δt, se podrá aumentar la duración. En cualquier caso, y además del tiempo necesario para el frenado y la aceleración del vehículo, se dispondrá de 10 segundos por cada ciclo de frenado para estabilizar la velocidad v_1.

1.5.1.3. En estos ensayos, la fuerza ejercida sobre el mando deberá ajustarse de modo que en cada accionamiento del freno se alcance una deceleración media de 3 m/s^2. Se podrán efectuar dos ensayos previos para determinar la fuerza adecuada sobre el mando.

1.5.1.4. Durante los frenados, deberá mantenerse engranada la relación más alta de la caja de cambios (con exclusión de la superdirecta, etc.).

1.5.1.5. Para ganar velocidad después de cada frenado, el cambio de marchas deberá utilizarse de modo que la velocidad v_1 se alcance lo antes posible (aceleración máxima permitida por el motor y la caja de cambios).

1.5.1.6. En el caso de vehículos sin la autonomía suficiente para completar los ciclos de calentamiento, los ensayos se realizarán alcanzando la velocidad prescrita antes del primer accionamiento del freno, a continuación usando la máxima aceleración disponible para recuperar velocidad y luego frenando sucesivamente a la velocidad alcanzada al final de cada ciclo de 45 s de duración.

1.5.1.7. En el caso de los vehículos equipados con un sistema de frenado eléctrico regenerativo de la categoría B, al inicio del ensayo las baterías del vehículo se hallarán en un estado en el que la contribución del sistema de frenado eléctrico regenerativo a la fuerza de frenado generada no supere el mínimo garantizado por el diseño del sistema. Se considerará cumplido este requisito si las baterías se hallan en uno de los estados de carga enumerados en el punto 1.4.1.2.3 anterior.

1.5.1.7.1. En el caso de los vehículos equipados con frenos de disco hidráulicos o mecanismos de ajuste con control eléctrico, no se considera necesario establecer requisitos de ajuste.

1.5.2. Rendimiento en caliente

1.5.2.1. Una vez finalizado el ensayo del tipo I (descrito en el punto 1.5.1), se procederá a medir el rendimiento en caliente del sistema de frenado de servicio en condiciones iguales (y en particular ejerciendo sobre el mando una fuerza constante no superior a la fuerza media, o el valor de la demanda de frenado, realmente aplicada) a las del ensayo del tipo 0 con motor desconectado (las condiciones de temperatura podrán ser diferentes).

Todo sistema o función que compense una pérdida de rendimiento del freno causada por el calor deberá estar inoperativo durante este ensayo.

1.5.2.2. El rendimiento en caliente no será inferior al 75 % ([2]) de lo exigido, ni inferior al 60 % de la cifra registrada en el ensayo del tipo 0 con el motor desembragado.

1.5.2.3. En los vehículos equipados con un sistema de frenado eléctrico regenerativo de la categoría A, durante los accionamientos del freno estará engranada constantemente la marcha más elevada y no se utilizará, si lo hay, el mando independiente del frenado eléctrico.

1.5.2.4. En el caso de los vehículos equipados con un sistema de frenado eléctrico regenerativo de la categoría B, una vez realizados los ciclos de calentamiento con arreglo al punto 1.5.1.6 del presente anexo, el ensayo de rendimiento en caliente se efectuará a la máxima velocidad que pueda alcanzar el vehículo al final de los ciclos de calentamiento, a no ser que pueda obtenerse la velocidad especificada en el punto 2.1.1, letra A, del presente anexo.

A efectos de comparación, se repetirá un ensayo del tipo 0 con los frenos en frío a partir de esta misma velocidad y con una contribución del frenado eléctrico regenerativo, garantizada por un estado de carga adecuado de la batería, que sea similar al disponible durante el ensayo de rendimiento en caliente.

Tras el proceso y el ensayo de recuperación, se permitirá el reacondicionamiento de los forros antes de que se efectúe el ensayo para comparar este segundo rendimiento en frío con el conseguido en el ensayo en caliente, en función de los criterios de los puntos 1.5.2.2 o 1.5.2.5 del presente anexo.

Los ensayos podrán realizarse sin componentes de recuperación de energía. En ese caso, no procederá aplicar el requisito relativo al estado de carga de las baterías.

1.5.2.5. En caso de un vehículo que cumpla el requisito del 60 % especificado en el punto 1.5.2.2 del presente anexo, pero no el requisito del 75 %[2] indicado en ese mismo punto 1.5.2.2, podrá efectuarse un nuevo ensayo de rendimiento en caliente ejerciendo sobre el mando una fuerza no superior a la especificada en el punto 2 del presente anexo. En el acta del ensayo se indicarán los resultados de ambos ensayos.

1.5.3. Procedimiento de recuperación

Inmediatamente después del ensayo de rendimiento en caliente, se harán cuatro paradas a 50 km/h con el motor embragado y una deceleración media de 3 m/s^2. Déjese una distancia de 1,5 km entre los comienzos de las paradas sucesivas. Inmediatamente después de cada parada, acelérese a fondo hasta alcanzar 50 km/h y manténgase esa velocidad hasta la parada siguiente.

1.5.3.1. Las baterías de los vehículos equipados con un sistema de frenado eléctrico regenerativo de la categoría B podrán recargarse o sustituirse por un juego cargado. En este caso, se procederá a un nuevo reacondicionamiento de los forros para completar el procedimiento de recuperación.

Los procedimientos podrán realizarse sin componentes de recuperación de energía.

([2]) Esto equivale a una distancia de frenado de $0{,}1\ v + 0{,}0080\ v^2$ y a una deceleración media estabilizada de 4,82 m/s^2.

1.5.4. Rendimiento de la recuperación

Al final del procedimiento de recuperación, se medirá el rendimiento de la recuperación del sistema de frenado de servicio en las mismas condiciones que en el ensayo del tipo 0, estando el motor desembragado (las condiciones de temperatura pueden diferir) y ejerciendo una fuerza media sobre el mando no superior a la fuerza media sobre el mando ejercida en el ensayo del tipo 0 correspondiente.

Este rendimiento de la recuperación no será inferior al 70 %, ni superior al 150 % de la cifra registrada en el ensayo del tipo 0 con el motor desembragado.

1.5.4.1. En el caso de los vehículos equipados con un sistema de frenado eléctrico regenerativo de la categoría B, el ensayo de recuperación se efectuará sin componentes de recuperación de energía, es decir, en las condiciones del punto 1.5.4 anterior.

Tras un nuevo reacondicionamiento de los forros, se repetirá por segunda vez el ensayo del tipo 0 a partir de la misma velocidad y sin contribución del frenado eléctrico regenerativo como en el ensayo de recuperación con el motor o motores desembragados y se compararán dichos resultados de ensayo.

Este rendimiento de la recuperación no será inferior al 70 %, ni superior al 150 % de la cifra registrada en esta última repetición del ensayo del tipo 0.

2. Rendimiento de los sistemas de frenado

2.1. Sistema de frenado de servicio

2.1.1. Los frenos de servicio se ensayarán en las condiciones indicadas en este cuadro:

A)	Ensayo de tipo 0 con motor desembragado	v s ≤ d_m ≥	100 km/h 0,1 v + 0,0060 v^2 (m) 6,43 m/s^2
B)	Ensayo de tipo 0 con motor embragado	v s ≤ d_m ≥	80 % v_{max} ≤ 160 km/h 0,1 v +0,0067 v^2 (m) 5,76 m/s^2
		f	6,5 - 50 daN

siendo:

v = velocidad de ensayo en km/h

s = distancia de frenado en metros

d_m = deceleración media estabilizada en m/s^2

f = fuerza ejercida sobre el pedal del freno en daN

v_{max} = velocidad máxima del vehículo en km/h

2.1.2. En el caso de los vehículos de motor autorizados a arrastrar un remolque sin frenos, el rendimiento mínimo del conjunto para el ensayo del tipo 0 no será inferior a 5,4 m/s^2 tanto en estado cargado como descargado.

El rendimiento del conjunto se verificará mediante cálculos sobre el rendimiento máximo del frenado realmente alcanzado por el vehículo de motor solo (cargado) durante el ensayo del tipo 0, con el motor desembragado, aplicando la siguiente fórmula (no se exigen ensayos prácticos con un remolque sin frenos enganchado):

$$d_{M+R} = d_M \bullet \frac{P_M}{P_M + P_R}$$

siendo:

d_{M+R} = deceleración media estabilizada del vehículo de motor cuando está enganchado a un remolque sin frenos, en m/s^2

d_M = máxima deceleración media estabilizada del vehículo de motor solo, alcanzada durante el ensayo del tipo 0 con el motor desembragado, en m/s^2

P_M = masa del vehículo de motor (cargado)

P_R = masa máxima del remolque sin frenos que puede ser enganchado declarada por el fabricante del vehículo de motor

2.2. Sistema de frenado de socorro

2.2.1. El rendimiento del sistema de frenado de socorro se ensayará mediante el ensayo del tipo 0 estando el motor desembragado y partiendo de una velocidad del vehículo de 100 km/h y una fuerza ejercida sobre el mando del freno de servicio situada entre 6,5 daN y 50 daN.

2.2.2. El sistema de frenado de socorro alcanzará una distancia de frenado que no supere el valor siguiente:

$$0{,}1\ v + 0{,}0158\ v^2\ (m)$$

y una deceleración media estabilizada no inferior a $2{,}44\ m/s^2$ (correspondiente al segundo término de la fórmula anterior).

2.2.3. El ensayo de eficacia del frenado de socorro se efectuará simulando condiciones reales de fallo del sistema de frenado de servicio.

2.2.4. En el caso de los vehículos que utilicen un sistema de frenado eléctrico regenerativo, el rendimiento de frenado se comprobará, además, en las dos condiciones de fallo siguientes:

2.2.4.1. En caso de fallo total del componente eléctrico del frenado de servicio.

2.2.4.2. En el caso en el que el fallo haga que el componente eléctrico proporcione su máxima fuerza de frenado.

2.3. Sistema de frenado de estacionamiento

2.3.1. El sistema de frenado de estacionamiento debe poder mantener inmóvil un vehículo cargado en una pendiente del 20 %.

2.3.2. En los vehículos en los que esté permitido enganchar un remolque, el sistema de frenado de estacionamiento del vehículo de motor deberá poder mantener detenido el conjunto en una pendiente del 12 %.

2.3.3. Si el mando se acciona con la mano, la fuerza ejercida sobre él no deberá sobrepasar 40 daN.

2.3.4. Si el mando se acciona con el pie, la fuerza ejercida sobre él no deberá sobrepasar 50 daN.

2.3.5. Podrá admitirse un sistema de frenado de estacionamiento que deba accionarse varias veces para alcanzar el rendimiento prescrito.

2.3.6. Para comprobar la concordancia con los requisitos del punto 5.2.2.4 del presente Reglamento, se efectuará un ensayo del tipo 0 con motor desembragado a una velocidad inicial de 30 km/h. La deceleración media estabilizada obtenida mediante el accionamiento del mando del sistema de frenado de estacionamiento y la deceleración obtenida inmediatamente antes de la parada del vehículo no deberán ser inferiores a 1,5 m/s^2. El ensayo deberá realizarse con el vehículo cargado. La fuerza ejercida sobre el mando del freno no deberá exceder los valores establecidos.

3. Tiempo de respuesta

3.1. En todo vehículo en el que el sistema de frenado de servicio dependa total o parcialmente de una fuente de energía que no sea la del esfuerzo muscular del conductor, deberán cumplirse las condiciones siguientes:

3.1.1. En una maniobra de emergencia, el tiempo que transcurra entre el momento en que el dispositivo de mando comience a ser accionado y el momento en que la fuerza de frenado sobre el eje situado en la posición más desfavorable alcance el nivel correspondiente al rendimiento prescrito no deberá ser superior a 0,6 segundos.

3.1.2. En el caso de vehículos equipados con sistemas de frenado hidráulicos, se considerarán cumplidas las condiciones del punto 3.1.1 si, al realizar una maniobra de emergencia, la deceleración del vehículo o la presión en el cilindro de freno situado en la posición más desfavorable alcanzan, en 0,6 segundos, el nivel correspondiente al rendimiento prescrito.

3.1.3. En el caso de vehículos equipados con un sistema de frenado de transmisión eléctrica, se considerarán cumplidos los requisitos del punto 3.1.1 si, al realizar una maniobra de emergencia, la deceleración del vehículo en el freno menos favorable alcanza el nivel correspondiente al rendimiento prescrito en 0,6 segundos.

Anexo 3 — Apéndice

Procedimiento de supervisión del estado de la carga de las baterías

El presente procedimiento se aplica a las baterías de vehículos utilizadas para la propulsión y el frenado regenerativo.

Requiere el uso de un medidor de vatios-hora bidireccional de corriente continua o de un medidor de amperios-hora de corriente continua.

1. Procedimiento

1.1. Si las baterías son nuevas o han sido sometidas a un almacenamiento prolongado, se les aplicarán los ciclos recomendados por el fabricante. Una vez concluidos los ciclos, se las dejará en estabilización térmica un mínimo de 8 horas a temperatura ambiente.

1.2. La carga total se determinará mediante el procedimiento de carga recomendado por el fabricante.

1.3. Cuando se realicen los ensayos de frenado de los puntos 1.2.11, 1.4.1.2.3, 1.5.1.6, 1.5.1.7. y 1.5.2.4 del anexo 3, los vatios-hora consumidos por los motores de propulsión y los suministrados por el sistema de frenado regenerativo se registrarán como total acumulado, el cual se utilizará para determinar el estado de carga existente al inicio o al final de un ensayo concreto.

1.4. Para reproducir el estado de carga de las baterías para ensayos comparativos, como los previstos en el punto 1.5.2.4 del anexo 3, las baterías se recargarán hasta alcanzar dicho estado de carga o bien se cargarán por encima de dicho estado y se descargarán a una carga fija a una potencia aproximadamente constante hasta que se alcance el estado de carga requerido. Como alternativa, en el caso de los vehículos que disponen exclusivamente de propulsión eléctrica alimentada por baterías, el estado de la carga podrá ajustarse haciendo funcionar el vehículo. Los ensayos efectuados con baterías cargadas parcialmente al inicio de estos empezarán lo antes posible una vez conseguido el estado de carga deseado.

ANEXO 4

Disposiciones sobre las fuentes de energía y los dispositivos de almacenamiento de energía (acumuladores de energía)

A. Sistemas de frenado hidráulico con reserva de energía

1. Capacidad de los dispositivos de almacenamiento de energía (acumuladores)

1.1. Generalidades

1.1.1. Los vehículos en los que el equipo de frenado haga necesaria la utilización de la energía acumulada y suministrada por un líquido hidráulico a presión deberán estar equipados con dispositivos de almacenamiento de energía (acumuladores) que respondan, desde el punto de vista de su capacidad, a los requisitos de los puntos 1.2 o 1.3 del presente anexo.

1.1.2. Sin embargo, la capacidad de los dispositivos de almacenamiento de energía no estará sometida a requisito alguno cuando el sistema de frenado sea tal que, en ausencia de toda reserva de energía, permita alcanzar, con ayuda del mando del freno de servicio, un rendimiento de frenado igual, al menos, al prescrito para el sistema de frenado de socorro.

1.1.3. Para la comprobación del cumplimiento de los requisitos señalados en los puntos 1.2, 1.3 y 2.1 del presente anexo, los frenos deberán estar ajustados al máximo y en lo que se refiere al punto 1.2 del presente anexo, el intervalo entre los accionamientos a fondo deberá ser de 60 s como mínimo.

1.2. Los vehículos equipados con un sistema de frenado hidráulico con reserva de energía deberán satisfacer los requisitos siguientes:

1.2.1. Después de ocho accionamientos a fondo del mando del freno de servicio, deberá ser posible alcanzar, en el noveno accionamiento, el rendimiento prescrito para el sistema de frenado de socorro.

1.2.2. Durante el ensayo deberán cumplirse los requisitos siguientes:

1.2.2.1. El ensayo se iniciará a una presión que podrá ser indicada por el fabricante, pero que no deberá ser superior a la presión de conexión ([1]).

1.2.2.2. No se suministrará energía al dispositivo de almacenamiento de energía; además, se aislará todo dispositivo de almacenamiento de energía para equipo auxiliar.

1.3. Los vehículos de motor equipados con un sistema de frenado hidráulico con reserva de energía que no puedan satisfacer las condiciones señaladas en el punto 5.2.4.1. del presente Reglamento se considerará que cumplen las disposiciones de ese punto si se satisfacen las condiciones siguientes:

1.3.1. Después de un único fallo de la transmisión y ocho accionamientos a fondo del mando del freno de servicio, deberá ser posible alcanzar, en el noveno accionamiento, el rendimiento prescrito para el sistema de frenado de socorro.

1.3.2. Durante el ensayo deberán cumplirse los requisitos siguientes:

1.3.2.1. Hallándose la fuente de energía en estado estacionario o funcionando a una velocidad correspondiente a la del motor al ralentí, podrá provocarse el fallo de la transmisión. Antes de provocar un fallo de esta naturaleza, el dispositivo o dispositivos de almacenamiento de energía deberán encontrarse a una presión que podrá ser indicada por el fabricante pero que no deberá ser superior a la presión de conexión.

1.3.2.2. El equipo auxiliar y sus dispositivos de almacenamiento de energía, si los hay, deberán estar aislados.

([1]) El nivel inicial de energía deberá declararse en el documento de homologación.

2. Capacidad de las fuentes de energía de líquido hidráulico

2.1. Las fuentes de energía deberán cumplir los requisitos de los puntos siguientes:

2.1.1. Definiciones

2.1.1.1. «p_1» es la presión máxima operativa del sistema (presión de desconexión) en los dispositivos de almacenamiento de energía indicada por el fabricante.

2.1.1.2. «p_2» es la presión después de accionar cuatro veces a fondo el mando del sistema de frenado de servicio, partiendo de p_1, sin alimentación de los dispositivos de almacenamiento de energía.

2.1.1.3. «t» es el tiempo necesario para que la presión suba de p_2 a p_1 en los dispositivos de almacenamiento de energía sin accionar el mando de los frenos.

2.1.2. Condiciones de medición

2.1.2.1. En el transcurso del ensayo para determinar el tiempo t, el caudal de alimentación de la fuente de energía deberá ser el que se obtenga cuando el motor gire a la velocidad correspondiente a su potencia máxima, o a la velocidad permitida por el regulador del exceso de velocidad.

2.1.2.2. En el transcurso del ensayo para determinar el tiempo t, el o los dispositivos de almacenamiento de energía del equipo auxiliar deberán estar aislados exclusivamente de forma automática.

2.1.3. Interpretación de los resultados

2.1.3.1. El tiempo t no deberá ser superior a 20 s para todos los vehículos.

3. Características de los dispositivos de advertencia

Con el motor parado y partiendo de una presión que podrá ser señalada por el fabricante pero que no deberá ser superior a la presión de conexión, el dispositivo de advertencia no deberá funcionar después de dos accionamientos a fondo del mando de freno de servicio.

B. Sistema de frenado de transmisión eléctrica

1. Rendimiento de los dispositivos de almacenamiento eléctrico

1.1. Generalidades

1.1.1. Los vehículos equipados con un sistema de frenado de transmisión eléctrica estarán equipados con dispositivos de almacenamiento eléctrico cuyo rendimiento cumpla los requisitos del punto 1.2 del presente anexo (parte B).

1.1.2. Los dispositivos de almacenamiento eléctrico que solo suministren potencia a la transmisión del mando del sistema de frenado podrán, como alternativa, cumplir los requisitos del punto 5.2.24.7 del presente Reglamento.

1.1.3. Deberá ser posible identificar fácilmente los dispositivos de almacenamiento eléctrico de los distintos circuitos de frenado.

1.2. Los vehículos equipados con un sistema de frenado de transmisión eléctrica con reserva de energía deberán satisfacer los requisitos siguientes:

1.2.1. El dispositivo o dispositivos de almacenamiento eléctrico deberán tener un rendimiento que, tras ocho accionamientos a fondo del mando del sistema de frenado de servicio (según se describe en el punto 1.2.3.3), en el noveno accionamiento cumplan como mínimo los requisitos especificados para el frenado de socorro. Además, al menos en el primer accionamiento, debe alcanzarse el rendimiento prescrito del sistema de frenado de servicio.

1.2.2. Durante el ensayo deberán cumplirse los requisitos siguientes:

1.2.2.1. Al comienzo del ensayo, el dispositivo o dispositivos de almacenamiento eléctrico de cada circuito de frenado deberán estar en un estado que permita cumplir la condición necesaria para la visualización de la señal de advertencia amarilla especificada en el punto 5.2.24.7. Además, el estado no será superior al valor que pueda suministrar un dispositivo de almacenamiento eléctrico cuyo rendimiento se haya degradado hasta el punto en el que se visualice la advertencia especificada en el punto 5.2.24.6.

En el caso de que una batería de tracción tenga también la función de dispositivo de almacenamiento de energía (en el sentido del presente anexo), al comienzo del ensayo la batería podrá estar en un estado que ya no permita suministrar potencia a los motores de tracción. Este estado puede ser el resultado de que la capacidad real de la batería de tracción sea insuficiente o de que la estrategia de control del vehículo suspenda el suministro de energía al motor o motores de tracción.

1.2.3. Durante el ensayo no se suministrará energía adicional a los dispositivos de almacenamiento eléctrico.

1.2.3.1. El fabricante y el servicio técnico de la autoridad de homologación acordarán el procedimiento de preparación de los dispositivos de almacenamiento eléctrico para este ensayo. Este procedimiento se registrará en el acta de ensayo y se incluirá en la documentación de homologación de tipo.

1.2.3.2. Cada accionamiento a fondo tendrá una duración mínima de 8,0 segundos, con un intervalo, especificado por el fabricante del vehículo, de al menos 5,0 segundos entre la liberación del mando del freno y el accionamiento siguiente.

El fabricante del vehículo podrá refrigerar los accionadores electromecánicos durante la fase estática del ensayo.

1.2.3.3. Cada accionamiento generará en los accionadores de los frenos la demanda (a_{ref}) necesaria para alcanzar la máxima deceleración posible que en teoría pueda alcanzar el sistema en la condición de tipo 0 (por ejemplo, frenos fríos, velocidad de tipo 0, dispositivos de almacenamiento eléctrico a plena carga), limitada a 8,0 m/s^2.

El valor de demanda de los accionadores del freno podrá reducirse a un valor inferior $a_{reducido}$, pero que no sea inferior a la deceleración prescrita del frenado de servicio. En este caso, la duración T de cada accionamiento a fondo se incrementará según la fórmula siguiente:

$$T = a_{ref} / a_{reducido} \times 8 \text{ segundos}$$

El fabricante y el servicio técnico acordarán el método de calibración de la demanda para obtener a_{ref} o $a_{reducido}$, según convenga. Este procedimiento se registrará en el acta de ensayo y se incluirá en la documentación de homologación de tipo.

Se garantizará que la energía suministrada a la transmisión del sistema de frenado durante este ensayo sea suministrada únicamente por los dispositivos de almacenamiento eléctrico.

1.2.3.4. Se garantizará que, al realizar el ensayo con el vehículo parado en comparación con una situación de conducción del vehículo, las funciones de ahorro de energía no reduzcan la energía consumida por el sistema de frenado de servicio a un valor inferior a la demanda especificada en el punto 1.2.3.3.

1.2.3.5. La capacidad de alcanzar el rendimiento de frenado de socorro prescrito (en el noveno accionamiento del mando del freno) se confirmará mediante ensayo dinámico de acuerdo con el anexo 3, utilizando únicamente la energía eléctrica disponible en los dispositivos de almacenamiento eléctrico tras ocho accionamientos a fondo ([2]) realizados en condiciones estáticas (es decir, con el vehículo parado), en las condiciones de ensayo especificadas para los ensayos pertinentes en el punto 1.2.3. No obstante, no se aplicará el requisito del anexo 3, punto 2.2.3, de simular un fallo en el sistema de frenado.

Como alternativa al ensayo dinámico mencionado anteriormente, el noveno accionamiento del mando del freno podrá realizarse en estado estático. El fabricante del vehículo deberá aportar pruebas de que la potencia suministrada durante el accionamiento es suficiente para alcanzar como mínimo el rendimiento de frenado de socorro prescrito en las condiciones de ensayo del anexo 3. El método utilizado para obtener estas pruebas (por ejemplo, basado en la comparación de la potencia consumida por los accionadores del freno con el valor medido durante un ensayo dinámico) deberá estar acordado entre el fabricante y el servicio técnico, verificado por este último, registrado en el acta de ensayo e incluido en la documentación de homologación de tipo.

1.2.3.6. La capacidad de alcanzar al primer accionamiento el rendimiento de frenado de servicio prescrito se confirmará mediante el ensayo dinámico de tipo 0 conforme al anexo 4, con un nivel inicial de energía en los dispositivos de almacenamiento eléctrico no superior a los valores de energía especificados en el punto 1.2.2.1.

Como alternativa al ensayo dinámico anterior, el accionamiento del mando de freno podrá realizarse en condiciones estáticas. La potencia necesaria para alcanzar ese rendimiento se determinará utilizando los mismos procedimientos que los descritos en el punto 1.2.3.6.

2. Capacidad de la alimentación eléctrica

2.1. Generalidades

La alimentación eléctrica (incluida la fuente de energía, si está provista) deberá cumplir los requisitos expuestos en los puntos siguientes.

En el caso de que una batería de tracción tenga también la función de dispositivo de almacenamiento eléctrico (en el sentido del presente anexo), y no haya una fuente para recargarla (al margen del frenado regenerativo), los requisitos siguientes no se aplicarán al circuito o los circuitos correspondientes.

Durante el ensayo deberán cumplirse los requisitos siguientes:

2.2. Condiciones de medición

2.2.1. La capacidad de la alimentación eléctrica se evaluará mediante los procedimientos del punto 1.5.1 de anexo 3 (ensayo de tipo I) y del punto 1.5.2.1 (rendimiento en caliente). Al contrario que en el ensayo de tipo I, en todos los casos el número de accionamientos del freno será de 20.

2.2.2. Este ensayo podrá realizarse en condiciones estáticas. En ese caso, la duración de la fase de frenado, la energía consumida por el sistema de frenado y el intervalo entre fases de frenado se determinarán durante el ensayo dinámico de tipo I y el ensayo de rendimiento en caliente del anexo 3.

Los accionamientos del freno números 16 a 20 tendrán la misma duración y una demanda de energía equivalente a la del accionamiento número 15. El intervalo entre los accionamientos del freno será el mismo. La energía suministrada a la transmisión eléctrica durante el ensayo estático será equivalente al valor medio de la energía suministrada por la alimentación eléctrica a la transmisión eléctrica durante 15 accionamientos del ensayo dinámico de tipo I seguidos de un accionamiento del ensayo de rendimiento en caliente del anexo 3.

([2]) Por accionamiento a fondo se entiende el accionamiento del mando de acuerdo con el anexo 4, parte B, punto 1.2.3.3, durante 8,0 segundos o durante el tiempo T descrito en dicho punto.

2.2.3. Al comienzo del ensayo:

a) La alimentación eléctrica funcionará sin fallos.

b) El estado de los dispositivos de alimentación eléctrica no superará el valor especificado en el punto 1.2.2.1.

2.2.4. Cuando la alimentación eléctrica suministre potencia al equipo auxiliar, la demanda de potencia total de los sistemas auxiliares declarada en el punto 5.2.24.12 estará representada durante el ensayo por una demanda de potencia equivalente en la alimentación eléctrica.

La demanda de potencia total se mantendrá de forma continua a lo largo de todo el procedimiento de ensayo.

2.2.5. El estado de carga del dispositivo o dispositivos de almacenamiento eléctrico al finalizar el ensayo definido en el punto 2.2 no deberá disminuir hasta el valor de activación de la señal de advertencia roja especificada en el punto 5.2.14.1, letra b), del presente Reglamento.

2.2.6. La potencia suministrada por la alimentación eléctrica no deberá disminuir hasta el valor de activación de la señal de advertencia (P_W) exigida en el punto 5.2.24.9.

ANEXO 5

Distribución del frenado entre los ejes de los vehículos

1. Generalidades

Los vehículos que no dispongan de un sistema antibloqueo como el definido en el anexo 6 del presente Reglamento deberán cumplir todos los requisitos de este anexo. Si se utiliza un dispositivo especial con este fin, deberá funcionar automáticamente.

2. Símbolos

i = índice del eje ($i = 1$, eje delantero; $i = 2$, eje trasero)

P_i = reacción perpendicular de la superficie de rodadura sobre el eje i en condiciones estáticas

N_i = reacción perpendicular de la superficie de rodadura sobre el eje i durante el frenado

T_i = fuerza ejercida por los frenos sobre el eje i en condiciones normales de frenado en carretera

f_i = T_i/N_i, adherencia utilizada por el eje i ([1])

J = deceleración del vehículo

g = aceleración debida a la gravedad: $g = 9{,}81\ m/s^2$

z = coeficiente de frenado del vehículo = J/g

P = masa del vehículo

h = altura del centro de gravedad indicada por el fabricante y aceptada por los servicios técnicos que efectúen el ensayo de homologación

E = distancia entre ejes

k = coeficiente teórico de adherencia del neumático a la calzada.

3. Requisitos

3.1.(A) Sea cual sea la carga del vehículo, la curva de utilización de la adherencia del eje trasero no estará situada por encima de la del eje delantero ([2]):

para todos los coeficientes de frenado entre 0,15 y 0,8:

3.1.(B) Para los valores de k entre 0,2 y 0,8 ([2]):

$$z \geq 0{,}1 + 0{,}7\,(k - 0{,}2)$$ (véase el diagrama 1 de este anexo)

3.2. Para la comprobación del requisito del punto 3.1 del presente anexo, el fabricante deberá aportar las curvas de utilización de la adherencia del eje delantero y el trasero, que deberán haber sido calculadas mediante las fórmulas siguientes:

$$f_1 = \frac{T_1}{N_1} = \frac{T_1}{P_1 + z \bullet \frac{h}{E} \bullet P \bullet g}$$

$$f_2 = \frac{T_2}{N_2} = \frac{T_2}{P_2 - z \bullet \frac{h}{E} \bullet P \bullet g}$$

([1]) Las «curvas de utilización de la adherencia» de un vehículo son aquellas que muestran la adherencia utilizada por cada eje i con respecto al coeficiente de frenado del vehículo en unas condiciones de carga concretas.

([2]) Las disposiciones del punto 3.1 no influyen en los requisitos del anexo 3 del presente Reglamento referentes al rendimiento de frenado. Sin embargo, si en los ensayos efectuados con arreglo a las disposiciones del punto 3.1 se obtienen rendimientos de frenado superiores a los prescritos en el anexo 3, las disposiciones referentes a las curvas de utilización de la adherencia se aplicarán en las áreas del diagrama 1 del presente anexo delimitadas por las rectas $k = 0{,}8$ y $z = 0{,}8$.

Estas curvas deberán haber sido establecidas para las dos condiciones de carga siguientes:

3.2.1. Descargado, en orden de marcha y con conductor a bordo.

3.2.2. Cargado; cuando existan varias posibilidades de distribución de la carga, se elegirá aquella en la que la mayor masa recaiga sobre el eje delantero.

3.2.3. Si se trata de vehículos provistos de un sistema de frenado eléctrico regenerativo de categoría B, en el que la capacidad de frenado eléctrico regenerativo está influida por el estado de carga eléctrica, se trazarán las curvas teniendo en cuenta el componente del frenado eléctrico en las condiciones mínima y máxima de la fuerza de frenado obtenida. Este requisito no será de aplicación si el vehículo está provisto de un dispositivo antibloqueo que controla las ruedas conectadas al frenado eléctrico, se aplicarán en ese caso los requisitos del anexo 6 del presente Reglamento.

4. Requisitos que se deberán cumplir en caso de fallo del sistema de distribución de frenado

Cuando los requisitos del presente anexo se cumplan mediante un dispositivo especial (por ejemplo, accionado mecánicamente por la suspensión del vehículo), deberá ser posible, en caso de fallo de su mando (por ejemplo, desconectándolo), detener el vehículo en las condiciones del ensayo del tipo 0 con el motor desembragado y obtener una distancia de frenado no superior a $0{,}1\ v + 0{,}0100\ v^2$ (m) y una deceleración media estabilizada no inferior a 3,86 m/s^2.

5. Ensayo del vehículo

Durante los ensayos de homologación de tipo de un vehículo, la autoridad de homologación de tipo verificará la conformidad con los requisitos incluidos en el presente anexo realizando los ensayos siguientes:

5.1. Ensayo de la secuencia de bloqueo de la rueda (véase el apéndice 1)

Si el ensayo de la secuencia de bloqueo de la rueda confirma que las ruedas delanteras se bloquean antes o al mismo tiempo que las traseras, se habrá verificado la conformidad con el punto 3 del presente anexo y finalizado los ensayos.

5.2. Ensayos suplementarios

Si la secuencia de bloqueo de la rueda indica que las ruedas traseras se bloquean antes que las delanteras, entonces:

a) Se someterá el vehículo a los ensayos suplementarios siguientes:

   i) ensayos suplementarios de la secuencia de bloqueo de la rueda, y/o

   ii) ensayos de la rueda del par (véase el apéndice 2) para determinar factores del freno para generar las curvas de utilización de la adherencia; estas curvas cumplirán lo dispuesto en el punto 3.1, letra A), del presente anexo.

b) Se podrá denegar la homologación del vehículo.

5.3. Se añadirán al informe de homologación los resultados de los ensayos prácticos.

6. Conformidad de la producción

6.1. Cuando verifiquen la conformidad de la producción de un vehículo, los servicios técnicos seguirán los mismos procedimientos que para la homologación.

6.2. Los requisitos serán los mismos que para la homologación de tipo, excepto que en el ensayo descrito en el punto 5.2, letra a), inciso ii), del presente anexo, la curva del eje trasero estará por debajo de la línea z = 0,9 k para todos los coeficientes de frenado situados entre 0,15 y 0,8 [en lugar de cumplir el requisito del punto 3.1, letra A)] (véase el diagrama 2).

Diagrama 1

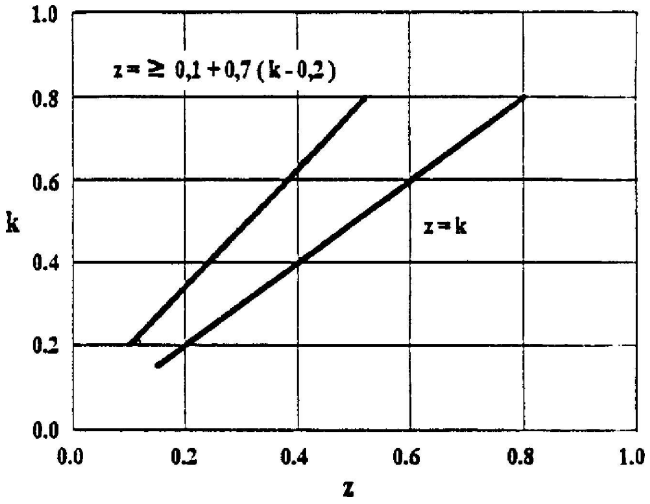
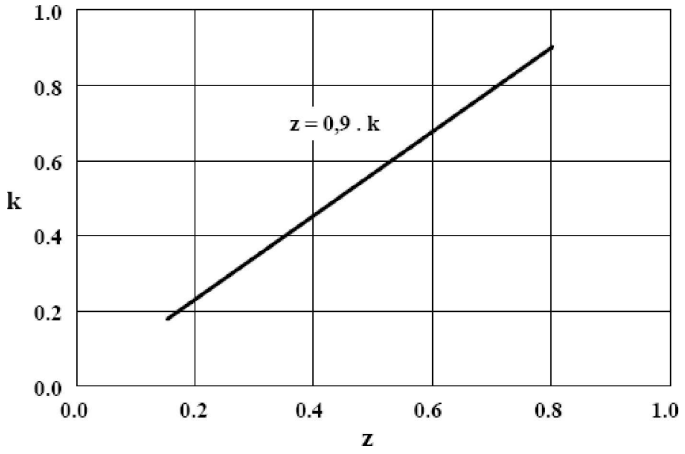


Diagrama 2



Anexo 5 — Apéndice 1

Procedimiento de ensayo de la secuencia de bloqueo de la rueda

1. Información general

a) La finalidad de este ensayo es garantizar que el bloqueo de ambas ruedas delanteras sucede a un índice de deceleración inferior al del bloqueo de las dos ruedas traseras cuando se realiza el ensayo en una superficie de rodadura en la que el bloqueo de las ruedas se produce con coeficientes de frenado de entre 0,15 y 0,8.

b) El bloqueo simultáneo de las ruedas delanteras y trasera se produce cuando el intervalo de tiempo entre el bloqueo de la última rueda (segunda) del eje trasero y la última rueda (segunda) del eje delantero es < 0,1 s para velocidades del vehículo > 30 km/h.

2. Condiciones del vehículo

a) Carga del vehículo: cargado y descargado

b) Posición de la transmisión: motor desembragado.

3. Condiciones y procedimientos del ensayo

a) Temperatura inicial del freno: media de entre 65 °C y 100 °C en el eje más caliente.

b) Velocidad de ensayo: 65 km/h a un coeficiente de frenado ≤ 0,50
100 km/h a un coeficiente de frenado > 0,50

c) Fuerza sobre el pedal:

i) La fuerza será ejercida sobre el pedal y controlada por un conductor experimentado o por un dispositivo mecánico de accionamiento del pedal del freno.

ii) La fuerza sobre el pedal aumentará siguiendo un índice lineal de manera que el bloqueo del primer eje se produzca entre medio (0,5) y uno y medio (1,5) segundos del primer accionamiento del pedal.

iii) Se soltará el pedal cuando se bloquee el segundo eje, cuando la fuerza ejercida sobre el pedal alcance 1 kN o 0,1 segundos después del primer bloqueo, lo que ocurra antes.

d) Bloqueo de la rueda: solo se tendrán en cuanto los bloqueos de la rueda que se produzcan a una velocidad del vehículo de 15 km/h.

e) Superficie de ensayo: este ensayo se realizará sobre superficies de carretera en las que el bloqueo de la rueda se produzca a coeficientes de frenado de entre 0,15 y 0,8.

f) Datos que se registrarán: se registrará automática y continuamente en cada ejecución del ensayo la información siguiente, de manera que se puedan hacer referencias cruzadas entre los valores de las variables en tiempo real:

i) Velocidad del vehículo.

ii) Coeficiente instantáneo de frenado del vehículo (por ejemplo, mediante diferenciación de la velocidad del vehículo).

iii) Fuerza ejercida sobre el pedal del freno (o presión hidráulica en el circuito).

iv) Velocidad angular de cada rueda.

g) Cada ejecución del ensayo se repetirá una vez para confirmar la secuencia de bloqueo de la rueda: si uno de los dos resultados no se ajusta a lo prescrito, se procederá a una tercera ejecución en las mismas condiciones, que servirá para tomar una decisión.

4. Requisitos de rendimiento

a) Ninguna de las dos ruedas traseras se bloqueará hasta después de bloquearse las dos ruedas delanteras, con coeficientes de frenado del vehículo de entre 0,15 y 0,8.

b) Si durante el ensayo con arreglo al procedimiento anteriormente especificado y unos coeficientes de frenado del vehículo de entre 0,15 y 0,8, el vehículo cumple uno de los criterios siguientes, habrá cumplido el requisito de la secuencia de bloqueo de las ruedas:

i) Ningún bloqueo de las ruedas.

ii) Ambas ruedas del eje delantero y una o ninguna rueda del eje trasero se bloquean.

iii) Se bloquean ambos ejes a la vez.

c) Si el bloqueo de las ruedas comienza a un coeficiente de frenado de entre 0,8 y 0,15, el ensayo será válido y se repetirá con una superficie de rodadura diferente.

d) Si, estando cargado o descargado el vehículo, y a un coeficiente de frenado de entre 0,15 y 0,8, ambas ruedas del eje trasero y una o ninguna rueda del eje delantero se bloquean, el ensayo de secuencia del bloqueo de la rueda no habrá sido superado. En este caso, el vehículo será sometido al procedimiento de ensayo de la rueda del par a fin de determinar los factores de frenado objetivos para calcular las curvas de utilización de la adherencia.

Anexo 5 — Apéndice 2

Procedimiento de ensayo de la rueda del par

1. Información general

El objetivo de este ensayo es medir los factores del frenado y determinar, así, la utilización de la adherencia de los ejes delantero y trasero en una gama de coeficientes de frenado de entre 0,15 y 0,8.

2. Condiciones del vehículo

a) Carga del vehículo: cargado y descargado

b) Posición de la transmisión: motor desembragado.

3. Condiciones y procedimientos del ensayo

a) Temperatura inicial del freno: media de entre 65 °C y 100 °C en el eje más caliente.

b) Velocidades del ensayo: 100 km/h y 50 km/h.

c) Fuerza sobre el pedal: la fuerza sobre el pedal aumentará a un índice lineal de entre 100 y 150 N/s en el ensayo a 100 km/h de velocidad o entre 100 y 200 N/s en el ensayo a 50 km/h de velocidad, hasta el bloqueo del primer eje o hasta que la fuerza sobre el pedal sea de 1 kN, lo que ocurra antes.

d) Refrigeración del freno: entre los accionamientos del freno, el vehículo circulará a velocidades de hasta 100 km/h hasta que se alcance la temperatura inicial del freno especificada en la letra a) de este punto 3.

e) Número de ensayos: estando el vehículo descargado, se efectuarán cinco paradas a una velocidad de 100 km/h y cinco paradas a una velocidad de 50 km/h alternándose entre las dos velocidades de ensayos después de cada parada. Con el vehículo cargado, se harán otras cinco paradas a cada una de las velocidades de ensayo alternando entre las dos velocidades de ensayo.

f) Superficie de ensayo: este ensayo se realizará en una superficie de carretera de ensayo que permita una buena adherencia.

g) Datos que se registrarán: se registrará automática y continuamente en cada ejecución del ensayo la información siguiente, de manera que se puedan hacer referencias cruzadas entre los valores de las variables en tiempo real:

i) Velocidad del vehículo.

ii) Fuerza ejercida sobre el pedal del freno.

iii) Velocidad angular en cada rueda.

iv) Par del freno en cada rueda.

v) La presión del circuito hidráulico de cada circuito de freno, incluidos los captores de al menos una de las ruedas delanteras y una rueda trasera después de cualquier válvula de dosificación operativa o de limitación de la presión.

vi) Deceleración del vehículo.

h) Índice de muestreo: todo equipo de adquisición de datos será capaz de un índice de muestreo mínimo de 40 Hz en todos los canales.

i) Determinación de la presión del freno delantero en relación con la presión del freno trasero: determínese la relación entre la presión del freno delantero y la del trasero en toda la gama de presiones del circuito. A no ser que el vehículo tenga un sistema dosificador del freno variable, esta determinación se hará en ensayos estáticos. Si el vehículo tiene un sistema dosificador del freno variable, se realizarán ensayos dinámicos con el vehículo cargado y descargado. Quince frenados a 50 km/h en cada una de las dos condiciones de carga utilizando las mismas condiciones iniciales especificadas en este apéndice.

4. Reducción de los datos

a) Los datos de cada accionamiento del freno exigido en la letra e) del punto 3 anterior se filtrarán utilizando un promedio variable centrado de cinco puntos por canal de datos.

b) Por cada accionamiento del freno exigido en la letra e) del punto 3, determínese la inclinación (factor de freno) y la intersección con el eje de la presión (presión de retención del freno) de la ecuación lineal de mínimos cuadrados que describe más adecuadamente el resultado del par medido en cada rueda frenada en función de la presión del circuito medida en esa misma rueda. Solo se utilizarán en el análisis regresivo los valores de los resultados del par obtenidos a partir de datos recogidos cuando la deceleración del vehículo esté situada entre 0,15 g y 0,80 g.

c) Hágase la media de los resultados de la letra b) para calcular el factor medio de frenado y la presión de retención del freno en todos los accionamientos del freno en el eje delantero.

d) Hágase la media de los resultados de la letra b) para calcular el factor medio de frenado y la presión de retención del freno en todos los accionamientos del freno en el eje trasero.

e) Utilizando la relación entre la presión del circuito de freno delantero y trasero determinada en la letra i) del punto 3 y el radio dinámico de rodamiento del neumático, calcúlese la fuerza de frenado en cada eje en función de la presión del circuito de freno delantero.

f) Calcúlese el coeficiente de frenado del vehículo en función de la presión del circuito de frenado delantero aplicando la ecuación siguiente:

$$z = \frac{T_1 + T_2}{P \bullet g}$$

siendo:

z = coeficiente de frenado a una presión del circuito de frenado delantero determinada

T_1, T_2 = fuerzas de frenado en los ejes delantero y trasero respectivamente, que corresponden a la misma presión del circuito de frenado delantero

P = masa del vehículo.

g) Calcúlese la adherencia utilizada en cada eje en función del coeficiente de frenado aplicando la fórmula siguiente:

$$f_1 = \frac{T_1}{P_1 + \frac{z \bullet h \bullet P \bullet g}{E}}$$

$$f_2 = \frac{T_2}{P_2 - \frac{z \bullet h \bullet P \bullet g}{E}}$$

Los símbolos se definen en el punto 2 del presente anexo.

h) Trácense f_1 y f_2 en función de z, tanto en estado cargado como descargado. Estas son las curvas de utilización de la adherencia del vehículo que deben satisfacer los requisitos del punto 5.2, letra a), inciso ii) del presente anexo (en el caso de las comprobaciones de la conformidad de la producción, estas curvas cumplirán los requisitos del punto 6.2 del presente anexo).

ANEXO 6

Requisitos de ensayo de los vehículos equipados con sistemas antibloqueo

1. Generalidades

1.1. En este anexo se define el rendimiento de frenado exigido a los vehículos de motor equipados de sistemas antibloqueo.

1.2. Los sistemas antibloqueo conocidos actualmente comprenden uno o varios detectores, uno o varios controladores y uno o varios moduladores. Los dispositivos de diseño distinto que pudieran introducirse en el futuro, en caso de que la función de antibloqueo del frenado se integre en otro sistema, serán considerados sistemas antibloqueo del frenado tal como se definen en este anexo y en el anexo 5 del presente Reglamento, si su rendimiento equivale al prescrito en el presente anexo.

2. Definiciones

2.1. Por «sistema antibloqueo» se entiende la parte del sistema de frenado de servicio que regula automáticamente el grado de deslizamiento de una o varias ruedas del vehículo en el sentido de rotación de estas durante el frenado.

2.2. Por «sensor» se entiende el componente cuya función consiste en determinar las condiciones de rotación de la rueda o ruedas o el estado dinámico del vehículo y transmitirlos al controlador.

2.3. Por «controlador» se entiende el componente que tiene por función analizar los datos suministrados por el sensor o sensores y transmitir una señal al modulador.

2.4. Por «modulador» se entiende el componente que tiene por función modular la fuerza o fuerzas de frenado en función de la señal recibida del controlador.

2.5. Por «rueda directamente controlada» se entiende la rueda cuya fuerza de frenado es modulada partiendo de los datos proporcionados, como mínimo, por su propio detector ([1]).

2.6. Por «rueda indirectamente controlada» se entiende la rueda cuya fuerza de frenado es modulada partiendo de los datos procedentes de los sensores de otras ruedas ([1]).

2.7. Por «realización de ciclos completos» se entiende que el sistema antibloqueo modula repetidamente la fuerza de frenado para evitar que las ruedas directamente controladas se bloqueen. Se considerará que no se ajustan a esta definición los accionamientos del freno en los que la modulación solo se produce una vez durante la parada.

3. Tipos de dispositivos antibloqueo

3.1. Se considerará que un vehículo está equipado con un sistema antibloqueo como se define en el punto 1 del anexo 5 del presente Reglamento cuando lleve instalado uno de los sistemas que se indican a continuación.

3.1.1. Sistema antibloqueo de la categoría 1

Los vehículos equipados con un dispositivo antibloqueo de la categoría 1 deberán cumplir todos los requisitos del presente anexo.

([1]) Se considera que los sistemas antibloqueo de selección alta tienen ruedas directa e indirectamente controladas; en los dispositivos de selección baja, se considera que todas las ruedas equipadas con un detector están directamente controladas.

3.1.2. Sistema antibloqueo de la categoría 2

Los vehículos equipados con un dispositivo antibloqueo de la categoría 2 deberán cumplir todos los requisitos del presente anexo excepto los señalados en el punto 5.3.5 siguiente.

3.1.3. Sistema antibloqueo de la categoría 3

Los vehículos equipados con un dispositivo antibloqueo de la categoría 3 deberán cumplir todos los requisitos del presente anexo excepto los señalados en los puntos 5.3.4 y 5.3.5 siguientes. En estos vehículos los ejes que no dispongan, como mínimo, de una rueda directamente controlada, deberán cumplir las condiciones de utilización de la adherencia y respetar la secuencia de bloqueo de la rueda del anexo 5 del presente Reglamento, en lugar de los requisitos sobre utilización de la adherencia prescritos en el punto 5.2 del presente anexo. No obstante, si las posiciones relativas de las curvas de utilización de la adherencia no cumplen los requisitos del punto 3.1 del anexo 5 del presente Reglamento, podrá efectuarse un control para asegurar que las ruedas de al menos uno de los ejes traseros no se bloqueen antes que las del eje o ejes delanteros en las condiciones descritas en el punto 3.1 del anexo 5 del presente Reglamento, en lo que se refiere al coeficiente de frenado y la carga respectivamente. El cumplimiento de estos requisitos deberá comprobarse mediante ensayos en superficies de rodadura con una adherencia alta o baja (0,8 aproximadamente y 0,3 como máximo) modulando la fuerza sobre el mando de frenado de servicio.

4. Requisitos generales

4.1. El conductor deberá ser advertido, mediante una señal óptica específica, de cualquier fallo eléctrico o anomalía en los detectores que afecte al sistema en relación con los requisitos funcionales y de rendimiento del presente anexo, incluidos los fallos o anomalías del suministro eléctrico, del cableado externo hacia los controladores, de los controladores ([2]) y de los moduladores. A tal fin se utilizará la señal amarilla de advertencia especificada en el punto 5.2.21.1.2 del presente Reglamento.

4.1.1. Las anomalías en los detectores, que no pueden advertirse en condiciones estáticas, se detectarán como muy tarde cuando la velocidad del vehículo supere los 10 km/h ([3]). No obstante, para evitar señales erróneas de fallo cuando un detector no indique la velocidad del vehículo debido a la no rotación de una rueda, se podrá retrasar la verificación pero la detección deberá producirse como muy tarde cuando la velocidad del vehículo supere los 15 km/h.

4.1.2. Cuando el sistema antibloqueo es alimentado con el vehículo parado, la válvula o válvulas del modulador neumático eléctricamente controlado deberán realizar al menos un ciclo.

4.2. En caso de que se produzca un único fallo eléctrico que afecte solamente a la función de antibloqueo, como indica la señal amarilla de advertencia mencionada anteriormente, el rendimiento posterior del freno de servicio no será inferior al 80 % del exigido con arreglo al ensayo del tipo 0 estando el motor desembragado. Esto equivale a una distancia de frenado de $0{,}1\ v + 0{,}0075\ v^2$ (m) y a una deceleración media estabilizada de $5{,}15\ m/s^2$.

4.3. El funcionamiento del sistema antibloqueo no deberá resultar afectado por campos magnéticos o eléctricos. Ello se demostrará mediante el cumplimiento del Reglamento n.º 10 de las Naciones Unidas, según exige el punto 5.1.1.4 del presente Reglamento.

4.4. No se autorizan los dispositivos manuales que desconecten o cambien el modo de control ([4]) del sistema antibloqueo.

([2]) El fabricante proporcionará al servicio técnico la documentación relativa a los controladores con arreglo al formato indicado en el anexo 8.

([3]) La señal de advertencia podrá volver a encenderse mientras el vehículo permanezca inmóvil, siempre que se apague antes de que el vehículo alcance los 10 km/h o 15 km/h de velocidad, según corresponda, cuando no haya ningún fallo.

([4]) Se entiende que los dispositivos que varían el modo de control del sistema antibloqueo no están sujetos al punto 4.4 del presente anexo si en el modo de control cambiado se cumplen todos los requisitos exigidos a la categoría de sistemas antibloqueo con los que está equipado el vehículo.

5. Disposiciones especiales

5.1. Consumo de energía

Los vehículos equipados con un sistema antibloqueo deberán conservar su rendimiento aunque el mando de frenado de servicio permanezca accionado a fondo durante largo tiempo. Para comprobar el cumplimiento de este requisito se efectuarán los ensayos siguientes:

5.1.1. Procedimiento de ensayo

5.1.1.1. El nivel inicial de energía en el dispositivo de almacenamiento de energía será el especificado por el fabricante. Dicho nivel deberá ser tal que asegure la eficacia prescrita para el frenado del servicio con el vehículo cargado. Los dispositivos de almacenamiento de energía del equipo auxiliar neumático deberán estar aislados.

5.1.1.2. Partiendo de una velocidad inicial de 50 km/h como mínimo y con el vehículo cargado y situado sobre una superficie cuyo coeficiente de adherencia sea inferior o igual a 0,3 ([5]), se aplicarán a fondo los frenos durante un tiempo t, durante el cual se tomará en consideración la energía consumida por las ruedas indirectamente controladas y todas las ruedas controladas directamente deberán permanecer bajo el control del sistema antibloqueo.

5.1.1.3. Se cortará la alimentación del dispositivo o dispositivos de almacenamiento de energía de la transmisión.

5.1.1.4. A continuación se accionará cuatro veces a fondo el mando de frenado de servicio con el vehículo parado. En el caso de un sistema de frenado de transmisión eléctrica, cada accionamiento a fondo será conforme con las especificaciones del anexo 4, parte B, punto 1.2.3.3.

5.1.1.5. Al accionar los frenos por quinta vez, deberá poderse frenar el vehículo, al menos con el rendimiento prescrito para el frenado de socorro del vehículo cargado.

5.1.2. Requisitos adicionales

5.1.2.1. El coeficiente de adherencia de la superficie de rodadura deberá medirse con el vehículo de que se trate y por el método señalado en el punto 1.1 del apéndice 2 del presente anexo.

5.1.2.2. El ensayo de frenado se efectuará con el motor desembragado girando en ralentí y el vehículo cargado.

5.1.2.3. El tiempo de frenado t se determinará mediante la fórmula:

$$t = \frac{v_{max}}{7}$$

(debiendo ser este valor igual a 15 s como mínimo)

donde t viene expresado en segundos y v_{max} es la velocidad máxima por construcción del vehículo en km/h, que no podrá superar los 160 km/h.

5.1.2.4. Si no es posible obtener el tiempo t en una sola operación de frenado, podrá repetirse la operación sin que el número de repeticiones exceda de cuatro.

([5]) Mientras no se generalicen este tipo de superficies de ensayo, el servicio técnico podrá optar por utilizar neumáticos al límite del desgaste y valores más altos, de hasta 0,4. Deberán consignarse el valor efectivo así obtenido y el tipo de neumáticos y de revestimiento utilizado.

5.1.2.5. Si el ensayo se realiza en varias fases, no se suministrará nueva energía entre las diferentes fases.

A partir de la segunda fase, se podrá tomar en consideración el consumo adicional de energía del accionamiento inicial del freno restando un accionamiento completo del freno de los cuatro accionamientos completos exigidos en el punto 5.1.1.4 (y los puntos 5.1.1.5 y 5.1.2.6) del presente anexo en cada una de las fases segunda, tercera y cuarta, según proceda, existentes en el ensayo exigido en el punto 5.1.1 del presente anexo.

5.1.2.6. Se considerará alcanzada el rendimiento exigido en el punto 5.1.1.5 del presente anexo, si, estando el vehículo parado, al final del cuarto accionamiento el nivel de energía en el o los dispositivos de reserva de energía es igual o superior al necesario para el frenado de socorro con el vehículo cargado.

5.2. Utilización de la adherencia

5.2.1. La utilización de la adherencia del sistema antibloqueo tendrá en cuenta el aumento efectivo de la distancia de frenado con respecto a su valor mínimo teórico. Se considerará que el sistema antibloqueo es satisfactorio si se cumple la condición $\varepsilon \geq 0{,}75$, en la que ε representa la adherencia utilizada según la definición del punto 1.2 del apéndice 2 del presente anexo.

5.2.2. La utilización de la adherencia ε deberá medirse sobre unas superficies de rodadura que tengan un coeficiente de adherencia de 0,3 ([5]) como máximo y de 0,8 aproximadamente (en seco), y partiendo de una velocidad inicial de 50 km/h. Con el fin de eliminar los efectos de las diferencias de temperatura entre los frenos, se recomienda determinar z_{AL} antes de determinar k.

5.2.3. El procedimiento de ensayo para determinar el coeficiente de adherencia (k) y la fórmula para calcular la utilización de la adherencia (ε) serán los señalados en el apéndice 2 del presente anexo.

5.2.4. Cuando el vehículo esté equipado con un sistema antibloqueo de las categorías 1 o 2, la comprobación de la utilización de la adherencia deberá efectuarse en vehículos completos. En los vehículos equipados con sistemas antibloqueo de la categoría 3, solo deberá cumplirse este requisito en el eje o ejes que tengan como mínimo una rueda directamente controlada.

5.2.5. La condición $\varepsilon \geq 0{,}75$ se comprobará con el vehículo tanto cargado como descargado ([6]).

El ensayo con el vehículo cargado sobre una superficie de gran adherencia podrá omitirse si la fuerza exigida en el dispositivo de mando no da lugar a que el sistema antibloqueo realice ciclos completos.

En el caso del ensayo con el vehículo descargado, la fuerza sobre el mando podrá aumentarse hasta 100 daN, si no se logra un ciclo con el valor de la fuerza total ([7]). Si 100 daN no bastan para lograr un ciclo del dispositivo, podrá omitirse este ensayo.

5.3. Comprobaciones adicionales

Las comprobaciones adicionales deberán realizarse con el motor desembragado, el vehículo cargado y el vehículo descargado.

5.3.1. Las ruedas directamente controladas por un sistema antibloqueo no deberán bloquearse al ejercerse súbitamente la fuerza total ([7]) sobre el mando, en los tipos de superficies de rodadura que figuran en el punto 5.2.2 del presente anexo, a una velocidad inicial $v = 40$ km/h ni a una alta velocidad inicial $v = 0{,}8\ v_{max} \leq 120$ km/h ([8]).

([6]) Hasta que se establezca un procedimiento de ensayo uniforme, podrá ser necesario repetir los ensayos exigidos por el presente punto en el caso de los vehículos equipados con sistemas de frenado eléctrico regenerativo, a fin de determinar el efecto de los distintos valores de distribución del frenado proporcionados por las funciones automáticas del vehículo.

([7]) Por «fuerza total» se entiende la fuerza máxima establecida en el anexo 3 del presente Reglamento; podrá ejercerse una fuerza mayor si esta es necesaria para activar el sistema antibloqueo.

([8]) El objetivo de estos ensayos es comprobar que las ruedas no se bloquean y que el vehículo conserva su estabilidad; por lo tanto, no es necesario parar del todo el vehículo sobre la superficie de baja adherencia.

5.3.2. Las ruedas directamente controladas no deberán bloquearse cuando un eje pase de una superficie de gran adherencia (k_H) a una de baja adherencia (k_L), siendo $k_H \geq 0{,}5$ y $k_H/k_L \geq 2$ ([9]), y se ejerza la fuerza total[7] sobre el mando. La velocidad de marcha y el momento de aplicar los frenos deberán calcularse de manera que, con el sistema antibloqueo efectuando ciclos completos sobre la superficie de alta adherencia, el paso de una superficie a otra se realice a alta y a baja velocidad en las condiciones establecidas en el punto 5.3.1 ([10]).

5.3.3. Cuando un vehículo pase de una superficie de baja adherencia (k_L) a una superficie de alta adherencia (k_H), siendo $k_H \geq 0{,}5$ y $k_H/k_L \geq 2$ ([9]), y se ejerza sobre el dispositivo de mando la fuerza total[7], la deceleración del vehículo deberá alcanzar un valor alto adecuado en un tiempo razonable y sin que el vehículo se desvíe de su trayectoria inicial. La velocidad de ensayo y el momento de activación de los frenos deberán ser tales que el sistema antibloqueo quede en funcionamiento permanente sobre el revestimiento de baja adherencia, efectuándose el paso de un revestimiento al otro a una velocidad de aproximadamente 50 km/h.

5.3.4. Las disposiciones del presente punto se aplicarán solo a los remolques provistos de un sistema antibloqueo de las categorías 1 o 2. Cuando las ruedas de la derecha y de la izquierda del vehículo se encuentren sobre superficies con distintos coeficientes de adherencia (k_H y k_L), siendo $k_H \geq 0{,}5$ y $k_H/k_L \geq 2$ ([9]), las ruedas controladas directamente no deberán bloquearse cuando se ejerza súbitamente sobre el dispositivo de mando la fuerza total[7] a una velocidad de 50 km/h.

5.3.5. Por otra parte, los vehículos cargados equipados con sistemas antibloqueo de la categoría 1 deberán satisfacer, en las condiciones que señala el punto 5.3.4 del presente anexo, el coeficiente de frenado exigido en el apéndice 3 del presente anexo.

5.3.6. No obstante, se permitirán breves períodos de bloqueo de las ruedas en los casos previstos en los puntos 5.3.1, 5.3.2, 5.3.3, 5.3.4 y 5.3.5 de este anexo. Asimismo, se permitirá el bloqueo de las ruedas a velocidades inferiores a 15 km/h y en el caso de las ruedas indirectamente controladas, se permitirá a cualquiera que sea la velocidad, pero no deben verse afectadas la estabilidad y manejabilidad del vehículo y este no deberá superar un ángulo de guiñada máximo de 15° ni se desviará de una calzada de 3,5 m de ancho.

5.3.7. En el transcurso de los ensayos indicados en los puntos 5.3.4 y 5.3.5 del presente anexo, se permitirá una corrección de la dirección con la condición de que el giro angular del mando de la dirección sea inferior a 120° en los dos primeros segundos e inferior a 240° en total. Asimismo, al comienzo del ensayo, el plano longitudinal mediano del vehículo deberá pasar por la línea de separación entre las dos superficies (la de alta y la de baja adherencia) y, durante los ensayos, no deberá rebasar este límite ninguna parte de los neumáticos (exteriores) ([6]).

([9]) k_H es el coeficiente de la superficie de alta adherencia.
k_L es el coeficiente de la superficie de baja adherencia.
k_H y k_L se medirán con arreglo al método prescrito en el apéndice 2 del presente anexo.

([10]) El objetivo de estos ensayos es comprobar que las ruedas no se bloquean y que el vehículo conserva su estabilidad; por lo tanto, no es necesario parar del todo el vehículo sobre la superficie de baja adherencia.

Anexo 6 — Apéndice 1

Símbolos y definiciones

Símbolo	Definiciones
E	Distancia entre ejes
ε	adherencia utilizada por el vehículo: cociente entre el coeficiente máximo de frenado estando el dispositivo antibloqueo operativo (z_{AL}) y el coeficiente de adherencia (k)
ε_i	valor de ε medido en el eje i (en el caso de los vehículos de motor con dispositivo antibloqueo de la categoría 3)
ε_H	valor de ε en la superficie de alta adherencia
ε_L	valor de ε en la superficie de baja adherencia
F	fuerza (N)
F_{dyn}	reacción perpendicular de la superficie de rodadura en condiciones dinámicas con el sistema antibloqueo operativo
F_{idyn}	F_{dyn} en el eje i de los vehículos de motor
F_i	reacción perpendicular de la superficie de rodadura sobre el eje i en condiciones estáticas
F_M	reacción estática perpendicular total de la superficie de rodadura sobre todas las ruedas del vehículo de motor
F_{Mnd} ([1])	reacción estática perpendicular total de la superficie de rodadura sobre los ejes sin frenos y no propulsores del vehículo de motor
F_{Md} ([1])	reacción estática perpendicular total de la superficie de rodadura sobre los ejes propulsores sin frenos del vehículo de motor
F_{WM} ([1])	$0{,}01\ F_{Mnd} + 0{,}015\ F_{Md}$
g	aceleración debida a la gravedad (9,81 m/s^2)
h	altura del centro de gravedad indicada por el fabricante y aceptada por el servicio técnico que efectúe el ensayo de homologación
k	coeficiente de adherencia del neumático a la calzada
k_f	factor k de un eje delantero
k_H	valor de k determinado en la superficie de adherencia alta
k_i	valor de k determinado en el eje i de un vehículo con sistema antibloqueo de la categoría 3
k_L	valor de k determinado en la superficie de adherencia baja
k_{lock}	valor de adherencia para un 100 % de deslizamiento
k_M	factor k del vehículo de motor
k_{peak}	valor máximo de la curva de adherencia en relación con el deslizamiento
k_r	factor k de un eje trasero
P	masa de un vehículo (kg)
R	relación entre k_{peak} y k_{lock}
t	intervalo de tiempo (s)
t_m	valor medio de t
t_{min}	valor mínimo de t

([1]) F_{Mnd} y F_{Md} en el caso de vehículos de motor de dos ejes: estos símbolos podrán simplificarse con los símbolos F_i correspondientes.

Símbolo	Definiciones
z	coeficiente de frenado
z_{AL}	coeficiente de frenado z de un vehículo con el sistema antibloqueo operativo
z_m	coeficiente medio de frenado
z_{max}	valor máximo de z
z_{MALS}	z_{AL} del vehículo de motor en una «superficie dividida»

Anexo 6 — Apéndice 2

Utilización de la adherencia

1. Método de medición

1.1. Determinación del coeficiente de adherencia (k)

1.1.1. El coeficiente de adherencia (k) será el cociente entre las máximas fuerzas de frenado sin bloquear las ruedas y la correspondiente carga dinámica en el eje que se frena.

1.1.2. Solo deberán activarse los frenos de uno de los ejes del vehículo sometido al ensayo, a una velocidad inicial de 50 km/h. La fuerza de frenado se distribuirá entre las ruedas del eje hasta alcanzar el rendimiento máximo. El sistema antibloqueo deberá estar desconectado o inoperativo a velocidades de entre 40 km/h y 20 km/h.

1.1.3. Deberán efectuarse varios ensayos aumentando cada vez el valor de la presión del conducto/demanda de frenado con el fin de determinar el coeficiente de frenado máximo del vehículo (z_{max}). Durante cada ensayo, se aplicará una fuerza constante y el coeficiente de frenado se determinará en relación con el tiempo (t) necesario para que la velocidad descienda de 40 km/h a 20 km/h mediante la fórmula:

$$z = \frac{0.566}{t}$$

siendo z_{max} el valor máximo de z; el tiempo t está expresado en segundos.

1.1.3.1. Por debajo de 20 km/h se podrán bloquear las ruedas.

1.1.3.2. A partir del valor mínimo medido de t, denominado t_{min}, se seleccionarán tres valores de t comprendidos entre t_{min} y 1,05 t_{min} y se calculará su media aritmética t_m

$$\text{y a continuación se calculará: } z_m = \frac{0.566}{t_m}$$

Si se demuestra que, por motivos prácticos, no pueden obtenerse los tres valores definidos anteriormente, se podrá utilizar entonces el tiempo mínimo t_{min}. No obstante, seguirán exigiéndose los requisitos del punto 1.3.

1.1.4. Las fuerzas de frenado deberán calcularse partiendo del coeficiente de frenado medido y de la resistencia al rodamiento de eje no frenado, que deberá ser igual a 0,015 veces la carga estática soportada por el eje en el caso de un eje propulsor y a 0,010 veces la carga estática soportada por el eje si este no es un eje propulsor.

1.1.5. La carga dinámica sobre el eje viene dada por la fórmula del anexo 5 del presente Reglamento.

1.1.6. El valor de k deberá redondearse al tercer decimal.

1.1.7. Seguidamente, se repetirá el ensayo con los demás ejes como se indica en los puntos 1.1.1 a 1.1.6 anteriores.

1.1.8. Por ejemplo, en el caso de un vehículo de motor de dos ejes con tracción en las ruedas traseras y el eje delantero frenado (1), el coeficiente de adherencia (k) viene dado por la fórmula:

$$k_f = \frac{z_m \bullet P \bullet g - 0.015F_2}{F_1 + \frac{h}{E} \bullet z_m \bullet P \bullet g}$$

En el anexo 5 del presente Reglamento se definen los demás símbolos (P, h y E).

1.1.9. Se determinará un coeficiente k_f para el eje delantero y un coeficiente k_r para el eje trasero.

1.2. Determinación de la adherencia utilizada (ε)

1.2.1. La adherencia utilizada (ε) se define como el cociente entre el coeficiente de frenado máximo con el sistema antibloqueo operativo (z_{AL}) y el coeficiente de adherencia (k_M), es decir:

$$\varepsilon = \frac{z_{AL}}{k_M}$$

1.2.2. Partiendo de una velocidad inicial del vehículo de 55 km/h, el coeficiente máximo de frenado (z_{AL}) se medirá con la realización de ciclos completos del sistema antibloqueo y se basará en el valor medio de tres ensayos, como se indica en el punto 1.1.3 del presente apéndice, utilizando el tiempo necesario para reducir la velocidad de 45 km/h a 15 km/h, con arreglo a la fórmula siguiente:

$$z_{AL} = \frac{0.849}{t_m}$$

1.2.3. El coeficiente de adherencia k_M se determinará ponderándolo con las cargas dinámicas sobre los ejes:

$$k_M = \frac{k_f \bullet F_{fdyn} + k_r \bullet F_{rdyn}}{P \bullet g}$$

siendo:

$$F_{fdyn} = F_f + \frac{h}{E} \bullet z_{AL} \bullet P \bullet g$$

$$F_{rdyn} = F_r - \frac{h}{E} \bullet z_{AL} \bullet P \bullet g$$

1.2.4. El valor de ε se redondeará al segundo decimal.

1.2.5. Cuando se trate de un vehículo equipado con un dispositivo antibloqueo de las categorías 1 o 2, el valor de z_{AL} se basará en el vehículo entero estando el sistema antibloqueo en funcionamiento, y la adherencia utilizada (ε) será la obtenida por la fórmula que se señala en el punto 1.2.1 del presente apéndice.

1.2.6. Cuando se trate de un vehículo equipado con un sistema antibloqueo de la categoría 3, el valor de z_{AL} se determinará en todos los ejes que tengan al menos una rueda directamente controlada. Por ejemplo, para un vehículo de dos ejes de tracción trasera equipado con un sistema antibloqueo que actúe únicamente sobre el eje trasero (2), la adherencia utilizada (ε) viene dada por la fórmula:

$$\varepsilon_2 = \frac{z_{AL} \bullet P \bullet g - 0.010 F_1}{k_2 \left(F_2 - \frac{h}{E} \bullet z_{AL} \bullet P \bullet g \right)}$$

Este cálculo deberá realizarse para cada uno de los ejes que tengan, al menos, una rueda directamente controlada.

1.3. Si ε > 1,00, se repetirán las mediciones de los coeficientes de adherencia. Se admite una tolerancia del 10 %.

Anexo 6 — Apéndice 3

Rendimiento sobre superficies de distinta adherencia

1. El coeficiente de frenado prescrito en el punto 5.3.5 del presente anexo podrá calcularse partiendo del coeficiente de adherencia medido en las dos superficies sobre las que se han efectuado los ensayos. Esas dos superficies deberán cumplir las condiciones señaladas en el punto 5.3.4 del presente anexo.

2. Los coeficientes de adherencia (k_H y k_L) de las superficies con alta y baja adherencia, respectivamente, deberán determinarse con arreglo a lo dispuesto en el punto 1.1 del apéndice 2 del presente anexo.

3. El coeficiente de frenado (z_{MALS}) de los vehículos cargados será:

$$z_{MALS} \geq 0.75 \left(\frac{4k_L + k_H}{5} \right) \text{ y } z_{MALS} \geq k_L$$

Anexo 6 — Apéndice 4

Método de selección de la superficie de adherencia baja

1. Deberá entregarse al servicio técnico información detallada sobre el coeficiente de adherencia de la superficie seleccionada, según lo indicado en el punto 5.1.1.2 del presente anexo.

1.1. Entre los datos proporcionados se incluirá la curva del coeficiente de adherencia en relación con el deslizamiento (de 0 a 100 % de deslizamiento) a una velocidad de aproximadamente 40 km/h.

1.1.1. El valor máximo de la curva representará k_{peak} y el valor con un deslizamiento del 100 % representará k_{lock}.

1.1.2. El índice R se determinará como el cociente entre k_{peak} y k_{lock}.

$$R = \frac{k_{peak}}{k_{lock}}$$

1.1.3. El valor de R se redondeará al primer decimal.

1.1.4. La superficie que se utilice tendrá un índice R de entre 1,0 y 2,0 ([1]).

2. Antes de los ensayos, el servicio técnico se asegurará de que la superficie seleccionada cumple los requisitos especificados y deberá recibir información sobre lo siguiente:

el método de ensayo para determinar R

el tipo de vehículo

la carga por eje y los neumáticos (deberán ensayarse diferentes cargas y diferentes neumáticos y entregarse los resultados al servicio técnico, el cual decidirá si son representativos del vehículo que se quiere homologar).

2.1. El valor R deberá figurar en el acta de ensayo.

La calibración de la superficie deberá realizarse al menos una vez al año utilizando un vehículo tipo con el objetivo de verificar la estabilidad de R.

([1]) Hasta que ese tipo de superficie se generalice, se aceptará un índice R de hasta 2,5, que deberá discutirse previamente con el servicio técnico.

ANEXO 7

Método de ensayo dinamométrico de inercia para forros de freno

1. Generalidades

1.1. El procedimiento que se indica en el presente anexo podrá aplicarse en el caso de que se produzca una modificación del tipo de vehículo como consecuencia del montaje de forros de freno de un tipo distinto en vehículos homologados con arreglo al presente Reglamento.

1.2. Los tipos de forros de freno sustitutivos se comprobarán comparando su rendimiento con el alcanzado por los forros de freno con los que el vehículo estaba equipado en el momento de la homologación y que se correspondían con los indicados en el documento informativo cuyo modelo figura en el anexo 1 del presente Reglamento.

1.3. La autoridad de homologación de tipo responsable de la realización de los ensayos de homologación podrá exigir que la comparación del rendimiento de los forros de freno se efectúe con arreglo a las disposiciones pertinentes del anexo 3 del presente Reglamento.

1.4. La solicitud de homologación por comparación deberá formularla el fabricante del vehículo o su representante debidamente acreditado.

1.5. En el contexto del presente anexo, por «vehículo» se entiende el tipo de vehículo homologado con arreglo al presente Reglamento y para el cual se pide que la comparación sea dictaminada como satisfactoria.

2. Equipo de ensayo

2.1. Deberá utilizarse en los ensayos un dinamómetro de las siguientes características:

2.1.1. Deberá poder generar la inercia exigida en el punto 3.1 del presente anexo y satisfacer los requisitos prescritos en el punto 1.5 del anexo 3 del presente Reglamento en lo que concierne a los ensayos de pérdida de eficacia del tipo I.

2.1.2. Los frenos montados deberán ser idénticos a los del tipo de vehículo original.

2.1.3. En caso de que se utilice refrigeración por aire, esta deberá cumplir lo prescrito en el punto 3.4 del presente anexo.

2.1.4. Los instrumentos utilizados para el ensayo deberán ser capaces de suministrar al menos los datos siguientes:

2.1.4.1. un registro continuo de la velocidad de giro del disco o del tambor;

2.1.4.2. el número de revoluciones completadas durante un frenado, con una resolución no superior a un octavo de revolución;

2.1.4.3. el tiempo de frenado;

2.1.4.4. un registro continuo de la temperatura medida en el centro de la trayectoria recorrida por el forro o a medio espesor del disco, del tambor o del forro;

2.1.4.5. un registro continuo de la presión del conducto o la fuerza de aplicación de los frenos;

2.1.4.6. un registro continuo del par de salida de los frenos.

3. Condiciones del ensayo

3.1. El dinamómetro deberá estar ajustado al máximo, con una tolerancia de ± 5 % de la inercia rotacional equivalente a la parte de la inercia total del vehículo frenado por la rueda o las ruedas correspondientes, con arreglo a la fórmula siguiente:

$$I = M R^2$$

siendo:

I = inercia rotatoria (kgm^2)

R = el radio dinámico de rodadura del neumático (m)

M = la parte de la masa máxima del vehículo frenado por la rueda o las ruedas correspondientes. Si el dinamómetro es de una sola salida, dicha masa se calculará, en el caso de los vehículos de motor, partiendo de la distribución teórica del frenado cuando la deceleración se ajuste al valor correspondiente indicado en la fila (A) del cuadro del punto 2.1.1 del anexo 3 del presente Reglamento.

3.2. La velocidad de giro inicial del dinamómetro de inercia deberá corresponder a la velocidad lineal del vehículo tal como se prescribe en la fila (A) del cuadro del punto 2.1.1 del anexo 3 del presente Reglamento y deberá estar basada en el radio de rodamiento del neumático.

3.3. Los forros de freno deberán estar rodados al menos al 80 % y no deberán haber rebasado la temperatura de 180 °C durante el rodaje o bien, si así lo solicita el fabricante del vehículo, deberán estar rodados con arreglo a las recomendaciones de este último.

3.4. Podrá utilizarse aire de refrigeración, debiendo circular la corriente en sentido perpendicular al eje de rotación del freno. La velocidad de circulación del aire de refrigeración sobre el freno no deberá ser superior a 10 km/h. El aire de refrigeración deberá estar a la temperatura ambiente.

4. Procedimiento de ensayo

4.1. Para los ensayos por comparación deberán presentarse cinco juegos de forros de freno, que se compararán con cinco juegos de forros que sean conformes a los componentes originales que figuran indicados en la ficha de características correspondiente a la primera homologación del tipo de vehículo de que se trate

4.2. La equivalencia entre los forros de freno deberá basarse en la comparación de los resultados obtenidos por los procedimientos de ensayo señalados en el presente anexo, con arreglo a las condiciones siguientes:

4.3. Ensayo de rendimiento en frío del tipo 0

4.3.1. Deberán efectuarse tres frenados a una temperatura inicial inferior a 100 °C. La temperatura se medirá con arreglo a lo dispuesto en el punto 2.1.4.4 del presente anexo.

4.3.2. Los accionamientos del freno deberán realizarse a una velocidad de giro inicial equivalente a la indicada en la fila (A) del cuadro del punto 2.1.1 del anexo 3 del presente Reglamento y el freno se accionará hasta alcanzar un par medio equivalente a la deceleración exigida en ese punto. Por otra parte se efectuarán también ensayos a diferentes velocidades de giro, la menor de las cuales deberá ser equivalente al 30 % de la velocidad máxima del vehículo y la mayor deberá ser equivalente al 80 % de dicha velocidad.

4.3.3. El par medio de frenado registrado durante los anteriores ensayos de rendimiento en frío realizados con los forros que se están ensayando deberá estar comprendido, a fines de comparación y con la misma medición de partida, dentro de ± 15 % de los límites del ensayo del par medio de torsión de frenado registrado con los forros de las características correspondientes a las indicadas en la correspondiente solicitud de homologación del vehículo.

4.4. Ensayo del tipo I (ensayo de pérdida de eficacia)

4.4.1. Procedimiento de calentamiento

4.4.1.1. Los forros de freno serán ensayados con arreglo al procedimiento del punto 1.5.1 del anexo 3 del presente Reglamento.

4.4.2. Rendimiento en caliente

4.4.2.1. Una vez finalizados los ensayos exigidos en el punto 4.4.1 del presente anexo, se realizará el ensayo de rendimiento de frenado en caliente que figura en el punto 1.5.2 del anexo 3 del presente Reglamento.

4.4.2.2. El par medio de frenado registrado durante los anteriores ensayos de rendimiento en caliente realizados con los forros que se están ensayando deberá estar comprendido, a fines de comparación y con la misma medición de partida, dentro de ± 15 % de los límites del ensayo del par medio de torsión de frenado registrado con los forros de las características correspondientes a las indicadas en la correspondiente solicitud de homologación del vehículo.

5. Inspección de los forros de freno

Al finalizar los ensayos antes señalados, deberán inspeccionarse visualmente los forros de freno para comprobar si su estado permite seguir utilizándolos normalmente.

ANEXO 8

Requisitos especiales aplicables a los aspectos relativos a la seguridad de los sistemas de control electrónico

1. Generalidades

En el presente anexo se definen los requisitos especiales de documentación, estrategia sobre fallos y verificación en relación con los aspectos de seguridad de los sistemas electrónicos (punto 2.3) y de los sistemas de control electrónicos complejos (punto 2.4) por lo que respecta al presente Reglamento.

El presente anexo no especifica los criterios de rendimiento relativos al «sistema» pero sí trata la metodología aplicada al proceso de diseño y la información que debe revelarse al servicio técnico con fines de homologación de tipo.

Esta información demostrará que el «sistema» respeta, en condiciones sin fallo y con fallo, todos los requisitos pertinentes en materia de rendimiento especificados en otros puntos del presente Reglamento.

2. Definiciones

A los efectos del presente anexo, se entenderá por:

2.1. «Sistema»: sistema de control electrónico o sistema de control electrónico complejo que constituye el mando de transmisión (o forma parte de él) de una función a la que es aplicable el presente Reglamento. Se refiere también a cualquier otro sistema que entre dentro del ámbito de aplicación del presente Reglamento, así como a enlaces de transmisión hacia o desde otros sistemas que no entren dentro del ámbito de aplicación del presente Reglamento, pero que actúen sobre una función a la que sí le sea aplicable.

2.2. «Concepto de seguridad»: descripción de las medidas que forman parte del sistema, por ejemplo, dentro de las unidades electrónicas, para velar por la integridad del sistema, garantizando así su funcionamiento seguro en condiciones con y sin fallos, aun en caso de fallo eléctrico.

La posibilidad de asegurar un funcionamiento parcial, si fuese necesario, o de recurrir incluso a un sistema de reserva para mantener las funciones esenciales del vehículo puede formar parte del concepto de seguridad.

2.3. «Sistema de control electrónico»: una combinación de unidades concebidas para producir conjuntamente la función de control del vehículo declarada, por medio del procesamiento de datos electrónicos.

Estos sistemas, controlados habitualmente mediante *software*, se construyen a partir de componentes funcionales diferenciados, como sensores, unidades de control electrónico y accionadores, y se conectan mediante enlaces de transmisión. Pueden incluir elementos mecánicos, electromecánicos, electroneumáticos o electrohidráulicos.

El «sistema» al que se hace referencia en el presente anexo es aquel para el que se solicita la homologación de tipo.

2.4. «Sistemas de control electrónico complejos»: sistemas de control electrónicos en los que una función puede ser anulada por un sistema o función de control electrónico de un nivel superior.

Una función anulada pasa a formar parte del sistema de control electrónico complejo, al igual que todo sistema o función de anulación que entre en el ámbito de aplicación del presente Reglamento. Se incluirán también los enlaces de transmisión hacia y desde sistemas/funciones prevalecientes que no entren dentro del ámbito de aplicación del presente Reglamento.

2.5. «Sistemas o funciones de control de un nivel superior»: aquellos que emplean dispositivos adicionales de procesamiento o detección para modificar el comportamiento del vehículo ordenando variaciones de la función o las funciones normales del sistema de control del vehículo.

Esto permite que los sistemas complejos cambien automáticamente sus objetivos en función de una escala de prioridades que depende de las circunstancias detectadas.

2.6. «Unidades»: las divisiones más pequeñas de los componentes del sistema que se considerarán en el presente anexo, ya que estas combinaciones de componentes se tratarán como entidades únicas con fines de identificación, análisis o sustitución.

2.7. «Enlaces de transmisión»: los medios utilizados para interconectar las unidades distribuidas, con el fin de transmitir señales, datos relativos al funcionamiento o un suministro de energía.

Este equipo es, por lo general, eléctrico, pero puede ser en parte óptico, neumático, hidráulico o mecánico.

2.8. «Intervalo de control»: variable de salida que define el intervalo en el cual el sistema puede ejercer su control.

2.9. «Límites de funcionamiento práctico»: los límites físicos externos dentro de los cuales el sistema puede mantener el control.

2.10. «Estrategia de control»: estrategia para garantizar el funcionamiento sólido y seguro de la función o funciones del «sistema» en respuesta a las entradas procedentes del vehículo o del conductor.

Puede incluir la desactivación automática de una función o restricciones de rendimiento temporales.

3. Documentación

3.1. Requisitos

El fabricante deberá presentar documentación que permita acceder al diseño básico del «sistema» y a los medios por los que dicho sistema se vincula a otros sistemas del vehículo o aquellos por los que controla directamente las variables de salida.

Deberán explicarse las funciones del «sistema», incluidas las estrategias de control, y el concepto de seguridad, según estén establecidos por el fabricante.

La documentación será breve, pero aportará pruebas de que el diseño y el desarrollo han aprovechado los conocimientos especializados obtenidos en los ámbitos relativos a todos los sistemas pertinentes.

De cara a las inspecciones técnicas periódicas, la documentación describirá cómo se puede verificar el estado de funcionamiento actual del «sistema».

El servicio técnico evaluará la documentación, tal como se especifica en el punto 3.4, para demostrar que «el sistema»:

a) está diseñado para funcionar, en condiciones de fallo, de tal manera que no genere riesgos de seguridad críticos;

b) aplica estrategias que, en condiciones de ausencia de fallos, no afectan al funcionamiento seguro de los sistemas sujetos a las prescripciones del presente Reglamento, y

c) cumple, en condiciones con y sin fallos, todos los requisitos de rendimiento pertinentes especificados en otras partes del presente Reglamento, y

d) se ha desarrollado según el proceso/método de desarrollo elegido por el fabricante con arreglo al punto 3.4.4.

3.1.1. Dicha documentación se entregará en dos partes:

a) La documentación oficial para la homologación, con el material indicado en el punto 3 (a excepción del mencionado en el punto 3.4.4) que se facilitará al servicio técnico cuando se presente la solicitud de homologación de tipo. El servicio técnico utilizará esta documentación como referencia de base para el proceso de verificación establecido en el punto 4 del presente anexo. El servicio técnico se asegurará de que esta documentación esté disponible durante un período establecido de acuerdo con la autoridad de homologación. Dicho período durará, como mínimo, diez años a partir del cese definitivo de la producción del vehículo.

b) El material y los datos de análisis confidenciales adicionales (propiedad intelectual e industrial) del punto 3.4.4, que permanecerán en poder del fabricante, pero que se presentarán para su inspección (por ejemplo, de forma presencial en las instalaciones técnicas del fabricante) en el momento de la homologación de tipo. El fabricante se asegurará de que este material y los datos de análisis estén disponibles durante un período de diez años a partir del cese definitivo de la producción del vehículo.

3.2. Descripción de las funciones del «sistema», incluidas las estrategias de control

Se facilitará una descripción que ofrezca una explicación simple de todas las funciones de control del «sistema», incluidas las estrategias de control, y de los métodos empleados para alcanzar los objetivos, incluida una indicación del mecanismo o mecanismos mediante los cuales se ejerce el control.

Se identificará toda función descrita que pueda ser anulada y se hará una descripción más detallada del cambio de criterio del funcionamiento de la función.

3.2.1. Deberá proporcionarse una lista de todas las variables de entrada y detectadas e indicarse su intervalo de funcionamiento, junto con una descripción de cómo afecta cada variable al comportamiento del sistema.

3.2.2. Se facilitará una lista de todas las variables de salida que estén controladas por el «sistema» y se indicará, en cada caso, si dicho control es directo o si se ejerce a través de otro sistema del vehículo. Se definirá el intervalo de control (punto 2.8) ejercido sobre cada una de estas variables.

3.2.3. Cuando sea pertinente desde el punto de vista del rendimiento del sistema, se indicarán los límites de funcionamiento práctico del sistema (punto 2.9).

3.3. Configuración y esquema del sistema

3.3.1. Inventario de componentes

Se facilitará una lista que incluya todas las unidades del «sistema» y se indicará qué otros sistemas del vehículo son necesarios para lograr la función de control de que se trate.

Se proporcionará un esquema que muestre la combinación de estas unidades y que establezca claramente la distribución de los mecanismos y las interconexiones.

3.3.2. Funciones de las unidades

Se indicará la función de cada unidad del «sistema» y se mostrarán las señales que las vinculen a otras unidades u otros sistemas del vehículo. Esta información podrá suministrarse mediante un diagrama de bloques con etiquetas u otro tipo de esquema, o mediante una descripción acompañada de un diagrama de este tipo.

3.3.3. Interconexiones

Las interconexiones presentes en el «sistema» se mostrarán mediante un diagrama de los circuitos en el caso de los enlaces de transmisión eléctricos, mediante un diagrama de la fibra óptica en el caso de los enlaces ópticos, mediante un diagrama de los conductos en el caso del mecanismo de transmisión neumático o hidráulico, y mediante un diagrama simplificado en el caso de los enlaces mecánicos. Se mostrarán también los enlaces de transmisión hacia y desde otros sistemas.

3.3.4. Flujo de señales y prioridades

Existirá una correspondencia clara entre estos enlaces de transmisión y las señales transmitidas entre las unidades.

Se declararán las prioridades de las señales en los canales de datos multiplexados, siempre que la prioridad pueda afectar al rendimiento o la seguridad por lo que respecta al presente Reglamento.

3.3.5. Identificación de las unidades

Se identificará cada unidad de manera clara e inequívoca (por ejemplo, mediante el marcado del *hardware* y el marcado o una salida de *software* para el *software*) para poder asociar el *hardware* a la documentación correspondiente.

Cuando varias funciones se combinen en una única unidad, o incluso en un único ordenador, pero se muestren en múltiples bloques en el diagrama de bloques para mayor claridad y para facilitar su descripción, solo se utilizará una única marca de identificación del *hardware*.

Al utilizar esta identificación, el fabricante afirma que el equipo suministrado es conforme con el documento correspondiente.

3.3.5.1. La identificación define la versión de *hardware* y *software* y, en el caso de que esta última cambie, alterando así la función de la unidad por lo que respecta al presente Reglamento, deberá cambiarse también dicha identificación.

3.4. Concepto de seguridad del fabricante

3.4.1. El fabricante presentará una declaración en la que afirme que la estrategia elegida para lograr los objetivos del «sistema» no perjudicará, en ausencia de fallos, el funcionamiento seguro de los sistemas sujetos a lo prescrito en el presente Reglamento.

El fabricante complementará esta declaración con una explicación que muestre, en términos generales, cómo la estrategia elegida garantiza que los objetivos del sistema no perjudican el funcionamiento seguro de los sistemas mencionados anteriormente, así como con una descripción de la parte del plan de validación que respalde la declaración.

El servicio técnico realizará una evaluación para asegurarse de que la explicación de la estrategia elegida facilitada por el fabricante del vehículo resulte comprensible y lógica y de que el plan de validación sea adecuado y se haya completado.

El servicio técnico podrá realizar ensayos o exigir que se realicen ensayos, tal como se especifica en el punto 4, para verificar que «el sistema» funciona de acuerdo con la estrategia elegida.

3.4.2. En cuanto al *software* empleado en el «sistema», se ofrecerá una breve explicación de su arquitectura y se indicarán los métodos y herramientas de diseño empleados. El fabricante deberá presentar pruebas de los medios utilizados para determinar la realización de la lógica del sistema durante el proceso de diseño y desarrollo.

3.4.3. El fabricante proporcionará a las autoridades técnicas una explicación de las especificaciones de diseño incorporadas al «sistema» para velar por su funcionamiento seguro en condiciones de fallo. Las especificaciones de diseño en caso de fallo del «sistema» pueden ser, por ejemplo:

a) mantener el funcionamiento mediante la utilización de un sistema parcial;

b) recurrir a un sistema de reserva aparte;

c) suprimir la función de alto nivel.

En caso de fallo, se advertirá al conductor mediante una señal de advertencia o la aparición de un mensaje. Cuando el conductor no desactive el sistema, por ejemplo girando el interruptor de encendido (marcha) a la posición «Off» o desactivando esa función particular en el caso de que exista un interruptor especial para ello, la señal de advertencia se mantendrá mientras persista la condición de fallo.

3.4.3.1. Si la especificación elegida selecciona un modo de funcionamiento de rendimiento parcial en determinadas condiciones de fallo, se especificarán dichas condiciones y se definirán los límites de eficacia resultantes.

3.4.3.2. Si la especificación elegida selecciona un medio secundario (de reserva) para lograr el objetivo del sistema de control del vehículo, se explicarán los principios del mecanismo que permite cambiar a dicho medio, la lógica y el nivel de redundancia, y todas las características incorporadas de verificación de reserva, y se definirán los límites de la eficacia de reserva resultantes.

3.4.3.3. Si la especificación elegida selecciona la supresión de la función de nivel superior, se inhibirán todas las señales de control de salida asociadas a dicha función, de tal manera que se limiten las perturbaciones transitorias.

3.4.4. La documentación irá acompañada de un análisis que muestre, en términos generales, cómo se comportará el sistema en caso de que se produzca cualquiera de los fallos revelados por el procedimiento indicado a continuación, que repercuten en el control, el rendimiento o la seguridad del vehículo.

El fabricante establecerá y mantendrá el enfoque o los enfoques analíticos que haya elegido y los pondrá a disposición del servicio técnico para su inspección en el momento de la homologación de tipo.

El servicio técnico llevará a cabo una evaluación de la aplicación del enfoque o enfoques analíticos. Dicha evaluación incluirá:

a) una inspección del enfoque de seguridad a nivel de concepto (vehículo) con la confirmación de que comprende un análisis de las interacciones con otros sistemas del vehículo; este enfoque podrá basarse en un análisis de peligros/riesgos adecuado para la seguridad del sistema;

b) una inspección del enfoque de seguridad a nivel de sistema; este enfoque podrá basarse en un análisis de los modos de fallo y sus efectos, un análisis en forma de árbol de fallos o cualquier otro procedimiento similar que resulte adecuado para la seguridad del sistema;

c) una inspección de los planes y los resultados de la validación; en esta validación podrán utilizarse, por ejemplo, ensayos de tipo sistema físico en la realimentación (HIL, *Hardware in the Loop*), ensayos de funcionamiento del vehículo en carretera o cualquier otro medio apropiado de validación.

La evaluación consistirá en controles de peligros y fallos elegidos por el servicio técnico para asegurarse de que la explicación del concepto de seguridad por parte del fabricante resulte comprensible y lógica y de que el plan de validación sea adecuado y se haya completado.

El servicio técnico podrá realizar o exigir que se realicen los ensayos especificados en el apartado 4 para verificar el concepto de seguridad.

3.4.4.1. Esta documentación enumerará los parámetros objeto de seguimiento e indicará, para cada condición de fallo del tipo definido en el punto 3.4.4 del presente anexo, la señal de advertencia que deberá recibir el conductor o el personal encargado de la inspección técnica o de servicio.

3.4.4.2. Cuando el presente Reglamento contenga requisitos particulares para el funcionamiento del «sistema» en diferentes condiciones medioambientales, esta documentación describirá las medidas adoptadas para garantizar el cumplimiento de dichos requisitos.

4. Verificación y ensayo

4.1. El funcionamiento práctico del «sistema», establecido en los documentos exigidos conforme al punto 3, se someterá a ensayo como se expone a continuación.

4.1.1. Verificación de las funciones del «sistema»

El servicio técnico verificará el «sistema» en condiciones sin fallos sometiendo a ensayo una serie de funciones seleccionadas entre las descritas por el fabricante en el punto 3.2.

La verificación del rendimiento de esas funciones seleccionadas se llevará a cabo siguiendo los procedimientos de ensayo del fabricante, a menos que en el presente Reglamento se especifique un procedimiento de ensayo.

En los casos en que el sistema de frenado esté sujeto a señales de entrada procedentes de sistemas que no entren dentro del ámbito de aplicación del presente Reglamento, el ensayo se llevará a cabo utilizando el procedimiento de ensayo del Reglamento de las Naciones Unidas pertinente, o por otro medio que genere las señales de entrada pertinentes (por ejemplo, una simulación).

En el caso de los sistemas electrónicos complejos, los ensayos incluirán situaciones en las que se anule una función declarada.

4.1.1.1. Los resultados de la verificación corresponderán a la descripción facilitada por el fabricante en el punto 3.2, incluidas las estrategias de control.

4.1.2. Verificación del concepto de seguridad del punto 3.4

Se comprobará la reacción del «sistema» bajo la influencia de un fallo en cualquiera de las unidades aplicando las señales de salida correspondientes a unidades eléctricas o elementos mecánicos, con el fin de simular los efectos de fallos internos de la unidad.

El servicio técnico llevará a cabo esta comprobación respecto a, como mínimo, una unidad, pero no comprobará la reacción del «sistema» ante múltiples fallos simultáneos de distintas unidades.

El servicio técnico verificará que estos ensayos incluyan aspectos que puedan incidir en la controlabilidad del vehículo y la información al usuario (aspectos de la interfaz persona-máquina).

4.1.2.1. Los resultados de la verificación se corresponderán con el resumen documentado del análisis de fallos, hasta un nivel de efectos generales tal que permita confirmar que el concepto de seguridad y la ejecución son adecuados.

4.2. Podrán utilizarse herramientas de simulación y modelos matemáticos para la verificación del concepto de seguridad de conformidad con el Anexo 8 de la Revisión 3 del Acuerdo de 1958, en particular en relación con escenarios que sean difíciles en una pista de pruebas o en condiciones de conducción reales. Los fabricantes demostrarán el ámbito de aplicación de la herramienta de simulación y su validez para el escenario de que se trate, así como la validación realizada para la cadena de la herramienta de simulación (correlación del resultado con los ensayos físicos).

5. Elaboración de informes del servicio técnico

La elaboración de informes del servicio técnico se efectuará de tal manera que permita su trazabilidad, por ejemplo, mediante la codificación y enumeración en los registros del servicio técnico de las versiones de los documentos inspeccionados.

El apéndice 1 del presente anexo recoge un ejemplo de modelo de formulario de evaluación remitido por el servicio técnico a la autoridad de homologación de tipo.

Anexo 8 — Apéndice

Modelo de formulario de evaluación de sistemas de control electrónico o sistemas de control electrónico complejos

N.º de acta de ensayo: .....

1. Identificación

1.1. Marca del vehículo: .....

1.2. Tipo: .....

1.3. Medio de identificación del tipo de vehículo, si está marcado en él: .....

1.4. Emplazamiento de esta marca: .....

1.5. Nombre y dirección del fabricante: .....

1.6. En su caso, nombre y dirección del representante del fabricante: .....

1.7. Documentación oficial del fabricante:

N.º de referencia de la documentación: .....

Fecha de expedición original: .....

Fecha de la última actualización: .....

2. Descripción de los vehículos/sistemas de ensayo

2.1. Descripción general: .....

2.2. Descripción de las funciones del «sistema», incluidas las estrategias de control (anexo 8, punto 3.2): .....

2.2.1. Lista de variables de entrada y detectadas y su intervalo de funcionamiento, incluida una descripción del efecto de la variable en el comportamiento del sistema (anexo 8, punto 3.2.1): .....

2.2.2. Lista de variables de salida y su intervalo de control (anexo 8, punto 3.2.2): .....

2.2.2.1. Controladas directamente: .....

2.2.2.2. Controladas a través de otro sistema del vehículo: .....

2.2.3. Límites de funcionamiento práctico (anexo 8, punto 3.2.3): .....

2.3. Configuración y esquema del sistema

(anexo 8, punto 3.3): .....

2.3.1. Inventario de componentes (anexo 8, punto 3.3.1): .....

2.3.2. Funciones de las unidades (anexo 8, punto 3.3.2): .....

2.3.3. Interconexiones (anexo 8, punto 3.3.3): .....

2.3.4. Flujo de señales y prioridades (anexo 8, punto 3.3.4): .....

2.3.5. Identificación de las unidades (*hardware* y *software*) (anexo 8, punto 3.3.5): .....

3. Concepto de seguridad del fabricante

3.1. Declaración del fabricante (anexo 8, punto 3.4.1):

El fabricante o los fabricantes .....afirman que la estrategia elegida para alcanzar los objetivos del «sistema» no perjudicarán, en condiciones de ausencia de fallos, el funcionamiento seguro del vehículo.

3.2. *Software* (arquitectura general, métodos y herramientas de diseño de *software* utilizados) (anexo 8, punto 3.4.2): .....

3.3. Explicación de las disposiciones de diseño integradas en el «sistema» en condiciones de fallo (anexo 8, punto 3.4.3): .....

3.4. Análisis documentado del comportamiento del «sistema» en condiciones de fallo individuales (anexo 8, punto 3.4.4.1): .....

3.4.1. Parámetros supervisados: .....

3.4.2. Señales de advertencia generadas: .....

3.5. Descripción de las medidas aplicadas respecto a las condiciones medioambientales (anexo 8, punto 3.4.4.2): .....

3.6. Disposiciones relativas a la inspección técnica periódica del sistema (anexo 8, punto 3.1):

Descripción del método mediante el cual se puede comprobar el estado de funcionamiento del sistema: .....

4. Verificación y ensayo

4.1. Verificación de la función del «sistema» (anexo 8, punto 4.1.1): .....

4.1.1. Lista de las funciones seleccionadas y descripción de los procedimientos de ensayo utilizados: .....

4.1.2. Resultados de los ensayos verificados con arreglo al punto 4.1.1.1 del anexo 8. Sí/No.

4.2. Verificación del concepto de seguridad del sistema (anexo 8, punto 4.1.2): .....

4.2.1. Unidad o unidades sometidas a ensayo y su función: .....

4.2.2. Fallos simulados: .....

4.2.3. Resultados de los ensayos verificados con arreglo al punto 4.1.2 del anexo 8. Sí/No.

4.3. Fecha del ensayo: .....

4.4. Este ensayo se ha llevado a cabo y sus resultados se han consignado de conformidad con el anexo 8 del Reglamento n.º 13 de las Naciones Unidas, modificado en último lugar por la serie … de enmiendas.

Servicio técnico que ha realizado el ensayo:

Firma: ..... Fecha: .....

4.5. Observaciones: