



## **ING. AUTOMOTRIZ**

**Trabajo integración Curricular previa a la obtención del título de Ingeniería  
en Mecánica Automotriz**

**AUTOR:**

Sebastian Murgueitio

**TUTOR:**

Ing. Juan Fernando Iñiguez

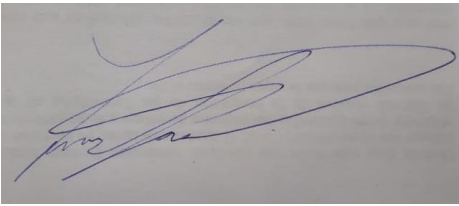
Planteamiento de un proceso de homologación del “control electrónico de  
estabilidad” (ESC) para la Normativa INEN 034 4R



## CERTIFICACIÓN

Yo, Sebastian Murgueitio, declaro bajo juramento, que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido presentado anteriormente para ningún grado o calificación profesional y que se ha consultado la bibliografía detallada.

Cedo mis derechos de propiedad intelectual a la Universidad Internacional del Ecuador, para que sea publicado y divulgado en internet, según lo establecido en la Ley de propiedad Intelectual, reglamento y leyes.



estudiante

Yo, Juan Fernando Iñiguez DIRECTOR, certifico que conozco al autor del presente trabajo siendo el responsable exclusivo tanto de su originalidad y autenticidad, como de su contenido.

Firma Director

## DEDICATORIA

Quiero dedicar el presente trabajo primeramente a Dios por haberme permitido llegar hasta aquí hoy, por darme vida, salud y fuerza para llevar a cabo mis metas y objetivos. Quiero darle las gracias por su amor infinito, también dedico este trabajo a mi madre Jenny, por ser mi mentora de vida, haberme apoyado en cada uno de mis pasos y enseñarme valores y principios cristianos, por la motivación constante que permitieron que hoy en día sea la persona que soy y por su amor incondicional. Quiero dedicar además este trabajo a mis hermanas Monserrate y Verence por ser mis amigas incondicionales por ser el ejemplo a seguir de las cuales aprendí tantas cosas y agradezco hoy en día. Por último quiero dedicar este trabajo a mis abuelitos Hermógenes y Berta los cuales ya partieron a la presencia de Dios, gracias a su apoyo y aliento incondicional puedo culminar mis sueños.

*“Mira que te mando que te esfuerces y seas valiente;  
no temas ni desmayes, porque Jehová tu  
Dios estará contigo dondequiera que vayas”.*

*Josué 1:9*

*“No tengas miedo, porque estoy contigo.  
No te angusties, porque yo soy tu Dios. Yo te daré fuerzas.  
Sí, yo te ayudaré. Con mi mano derecha de justicia, de veras te sostendré”*

*Isaías 41:10*

*“Yo sé muy bien los planes que tengo para ustedes  
—afirma el SEÑOR—, planes de bienestar y no de calamidad,  
a fin de darles un futuro y una esperanza”.*

*Jeremías 29:11*

Sebastian Murgueitio

## AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a DIOS por haber guiado mi vida con amor en cada uno de mis pasos y haberme permitido llegar hasta aquí hoy, por darme una familia que me incentivo a seguir adelante a pesar de las adversidades, por darme la oportunidad de soñar y poder entender que todo llega a su tiempo perfecto. A mi madre Jenny por apoyarme en todas las áreas de mi vida y darme ese ejemplo de no dejarse vencer y que con “DIOS todo es posible”, por toda su paciencia, enseñanzas, palabras de amor, cuidados y dedicación a sus hijos, gracias a todo eso y mucha más es que puedo soñar con más logros y metas. A mis hermanas Monserrate y Verenice por sus consejos, apoyo emocional, espiritual, profesional en fin por ser mis mejores amigas. Mi gratitud también estará siempre con mi abuelito Hermogenes, el cual me enseñó a respetar a todo ser vivo, ser reflexivo, a “pensar antes de actuar”, gracias por enseñarme a desarrollar mis habilidades también mi abuelita Bertita, mil gracias por su cariño incondicional y por ser mi segunda madre. *Gracias a todos ellos soy el hombre que soy.*

Finalmente agradecer a las personas y circunstancias que me permitieron llegar hasta aquí, amigos, compañeros de estudio, profesores, institución académica.

Sebastián Murgueitio

## INDICE DE CONTENIDO

CERTIFICACIÓN.....	iii
DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTOS.....	v
RESUMEN.....	8
ABSTRACT.....	8
1 INTRODUCCIÓN.....	9
2 FUNDAMENTACION TEÓRICA.....	10
2.1 Normativa INEN 034 4R “elementos mínimos de seguridad en vehículos automotores”.....	10
2.2 Artículo 52 constitución ecuatoriana.....	11
2.3 Control electrónico de estabilidad. (ESC).....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
2.4 LatinNCAP Moose Test (control electrónico de estabilidad).....	11
2.5 Norma ISO 3888-1.....	11
2.6 Pruebas dinámicas Experimentales.....	11
2.6.1 Slalom (maniobrabilidad).....	12
2.6.2 Frenado mixto (condiciones climaticas).....	12
2.6.3 Curvas (impericia).....	13
3 MATERIALES Y MÉTODOS.....	13
3.1 Metodología.....	13
3.2 Materiales.....	13
4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	14
4.1 Resultados.....	14
4.2 Discusión.....	17
4.2.1 Aplicación de ensayos y procesos UN 13-H o GTR8.....	17
4.2.2 Aplicación del Ensayo 3888-1 y otras pruebas dinámicas.....	18
4.2.3 Deficiencia en la normativa INEN 034 4R.....	17
5 CONCLUSIONES.....	19
REFERENCIAS.....	20
ANEXOS.....	22

## Índice de tablas

<b>Tabla 1.</b>	Datos de variables a determinar .....	14
<b>Tabla 2.</b>	Especificaciones del equipo de prueba .....	15
<b>Tabla 4.</b>	Especificaciones pruebas dinamicas y expirementales .....	16
<b>Tabla 5.</b>	Factores de aplicacion .....	18

## Índice de figuras

<b>Figura 1.</b> Prueba del alce .....	11
<b>Figura 2.</b> Prueba slalom .....	12
<b>Figura 3.</b> Prueba frenado mixto .....	12
<b>Figura 4.</b> Prueba curvas .....	13
<b>Figura 5.</b> Proceso de homologación .....	13



## **Planteamiento de un proceso de homologación del control electrónico de estabilidad (ESC) para la Normativa INEN 034 4R**

Ing. Juan Fernando Iniguez I. MSc<sup>1</sup>, Sebastian Murgueitio Ch.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> *Maestría Gerencia y liderazgo educacional – Ingeniería Automotriz, email jiniguez@internacional.edu.ec, Quito – Ecuador*

<sup>2</sup> *Ingeniería Automotriz Universidad Internacional del Ecuador, email semurgueitioch@internacional.edu.ec, Quito - Ecuador*

### **RESUMEN**

En el Ecuador rige la Normativa INEN 034 4R, esta controla que los vehículos que se comercializan en el Ecuador cumplan con ciertos elementos mínimos de seguridad, en estos se encuentran el llamado “sistema de control electrónico de estabilidad” o por sus siglas en inglés (ESC) “ELECTRONIC STABILITY CONTROL SYSTEMS” el cual, según la normativa ya mencionada, se encuentra vigente determina que todos los vehículos comercializados a partir del 2020 deberán disponer de este elemento de seguridad mínima. El presente estudio tiene como objetivo el plantear un proceso de homologación por medio de pruebas dinámicas que validen el correcto funcionamiento de este sistema de seguridad activa. Para esto se planteó el analizar la implementación de las pruebas que se mencionan en otros reglamentos internacionales como ONU 13-H, GTR8 referente a controles electrónicos de estabilidad y proponer otras pruebas dinámicas controladas como slalom, maniobra esquiva o alce, mencionadas en las Normativas ISO 3888, frenado en condiciones mixtas y entrada a velocidades altas en curvas cerradas y abiertas. A partir de la recolección de esos datos se pretendió el plantear un proceso de homologación de los sistemas de control electrónico y de esta forma mitigar que los conductores que adquirieron un auto a partir del 2020 sufran menos accidentes de tránsito por impericia o condiciones climáticas adversas y también que se cumplan lo estipulado en el artículo 52 de la constitución.

**Palabras claves:** INEN 034 4R, Homologación, control electrónico de estabilidad, pruebas dinámicas.

### **ABSTRACT**

In Ecuador, the INEN 034 4R Regulation governs, this controls that the vehicles that are marketed in Ecuador comply with certain minimum security elements, in these are the active security electronic stability control system or for its acronym in English (ESC) " ELECTRONIC STABILITY CONTROL SYSTEMS" which, according to the regulations already mentioned, and which is in force, determines that all vehicles from 2020 must have this minimum security element. The purpose of this study is to propose a dynamic testing process that validates the correct functioning of this active security system. For this, it is proposed to analyze the implementation of the tests that are mentioned in the UN 13-H regulations referring to the “UNIFORM PROVISIONS CONCERNING THE APPROVAL OF PASSENGER CARS WITH REGARD TO BRAKING” – “Uniform provisions on the approval of passenger car vehicles in regarding braking” and GTR8 regarding electronic stability controls and proposing other controlled dynamic tests such as slalom, braking in mixed conditions and entering high speeds in closed and open curves. From the collection of these data, it is intended to propose a process of homologation of the electronic control systems and in this way mitigate that the drivers who acquired a car from 2020 suffer fewer traffic accidents due to inexperience or due to climatic conditions and that the provisions of article 52 of the constitution are complied with.

**Keywords:** INEN 034 4R regulations, Homologation, electronic stability control, dynamic test

## 1 INTRODUCCIÓN

En el año 2020 se vendieron 85,818[1] vehículos de diferentes marcas y tipos en el territorio ecuatoriano, los cuales ofrecen equipamiento en seguridad activa y pasiva, entre estos sistemas se encuentra el *Control electrónico de estabilidad* (ESC). La NTE INEN 034 4R controla que los vehículos comercializados en Ecuador tengan ciertos elementos de seguridad mínima y esta menciona en su sección 4.4 *que los vehículos comercializados a partir del 2020 deberán disponer obligatoriamente como elemento mínimo de seguridad el “control electrónico de estabilidad” (ESC)* [2]. También menciona que este elemento tan vital para la seguridad debe cumplir con los requerimientos de las normas UN 13-H “*Disposiciones uniformes sobre la aprobación de los vehículos automóviles de pasajeros en lo relativo al frenado*” y la GTR8 “*Reglamentos técnicos globales-control electrónico de estabilidad*” ya que la normativa INEN 034 4R se basa casi en su totalidad en citar el contenido de las normativas UN, se considera que la normativa INEN 034 4R toma a la ligera la homologación de elementos mínimos de seguridad y sus propios enunciados como velar por el cumplimiento del artículo 52 de la constitución ecuatoriana “*Las personas tienen derecho a disponer de bienes y servicios de óptima calidad y a elegirlos con libertad, así como a una información precisa y no engañosa sobre su contenido y características*”[3] debido a que las pruebas que se realizan en los laboratorios de las normativas UN, tienen diferentes factores como: estar en una área de pruebas, manufactura diferente, geografía diferente, etc. Lo que sugiere que en el Ecuador no hay manera de comprobar que los elementos mínimos de seguridad que llevan los vehículos funcionen correctamente antes de ponerlos al alcance del público. Con ciertas excepciones [4]. Se tiene varios ejemplos y casos específicos internacionales de que los fabricantes de vehículos han mentido en cumplir con las normativas como Volkswagen [5], otros ejemplos específicos de vehículos que son inestables como Toyota [6]y Nissan [7], supuestamente estos últimos vehículos ya estaban certificados y aprobados para circular.

Desde el 2020 en el Ecuador se han producido alrededor de 61.792 [8] accidentes de tránsito de los cuales aproximadamente el 43% [9] son atribuidos a la impericia del conductor donde uno de los factores agravantes son las condiciones climáticas. El sistema de control electrónico de estabilidad ayuda a reducir estos accidentes en un 71% [10]. ya que actúa sobre diferentes sistemas del vehículo, directa e indirectamente pero principalmente el de frenado evitando pérdidas de pista y volcamientos. Por lo que se planteó en este estudio el implementar un proceso de homologación del sistema de control electrónico de estabilidad para la normativa INEN 034 4R partiendo de 3 objetivos, primero analizar la factibilidad de replicar pruebas y procesos de las normativas GTR-8 y UN 13-H en el territorio Ecuatoriano, luego analizar la implementación de pruebas dinámicas como la ISO 3888 [11] y otras experimentales como slalom [12], frenado en piso mixto [13], entrada en curvas cerradas y abiertas a velocidades altas[14], simulando de esta manera una acción real y cotidiana de la geografía de las carreteras ecuatorianas. y por ultimo proponer la aplicación de estas pruebas a la normativa. Estas pruebas permitirán no solo comprobar el correcto funcionamiento del *control electrónico de estabilidad* sino también otros elementos del vehículo tanto del

sistema de frenado, suspensión, motor, etc. [15]Y de esta manera ayudar a mitigar la probabilidad de que los conductores ecuatorianos sufran un accidente de tránsito y velar por el cumplimiento del artículo 52 de la constitución.

## 2 FUNDAMENTACION TEÓRICA

### 2.1 Sistema de seguridad Activa

#### 2.1.1 Control electrónico de estabilidad. (ESC)

Los sistemas ESC se conocen actualmente por muchos nombres comerciales diferentes, su función y el rendimiento son similares. Estos sistemas utilizan el control por computadora de los frenos de las ruedas individuales para ayudar al conductor a mantener el control del vehículo durante maniobras extremas manteniendo el vehículo en la dirección en que el conductor está conduciendo, incluso cuando el vehículo se acerca o alcanza los límites de tracción vial. (GTR8 2008).

Se tomó este elemento como estudio porque se consideró que es fundamental para la seguridad de los conductores ya que ayuda a reducir en un 71% los accidentes de tránsito producidos por pérdidas de pista y volcamientos. También porque para que este elemento funcione correctamente engloba otros sistemas del vehículo por ende otros elementos por lo que se considera que si se pone a prueba este elemento también se pondrá a prueba otros sistemas del vehículo.

### 2.2 Normativas

#### 2.2.1 INEN 034 4R “elementos mínimos de seguridad en vehículos automotores”

En la sección 4.4 “Control electrónico de estabilidad” la normativa menciona que: los vehículos automotores deben disponer de un Control electrónico de estabilidad conforme a lo establecido por el Reglamento Técnico *Global GTR8 “ELECTRONIC STABILITY CONTROL*

*SYSTEMS” – “Sistemas Electrónicos de Control de Estabilidad ESC” conforme a lo establecido por la Reglamentación Técnica No. 13–H de la ONU “UNIFORM PROVISIONS CONCERNING THE APPROVAL OF PASSENGER CARS WITH REGARD TO BRAKING” – “Disposiciones uniformes sobre la aprobación de los vehículos automóviles de pasajeros en lo relativo al frenado”* vigente para el cual fue homologado el modelo en el ó los laboratorios(s) acreditado(s) para certificar los reglamentos técnicos ONU mencionados. Este requisito es obligatorio para los vehículos a partir del año modelo 2020 y afecta a las categorías de vehículos que la reglamentación mencionada indica en su texto. (INEN 034 4R, 2016) **Anexo 1: NORMATIVA INEN 034 4R “elementos mínimos de seguridad en vehículos automotores”**

Se entendió que se debe presentar certificados de las pruebas realizadas por las reglamentaciones mencionadas no se menciona otro tipo de comprobación del correcto funcionamiento de dicho elemento y por ende su calidad, más que las realizadas por laboratorios que involucran otros factores como: geografía, manufactura diferente, etc. en su resultado.

## 2.2.2 Artículo 52 Constitución Ecuatoriana.

La normativa también empieza con el enunciado: *Que de conformidad con lo dispuesto en el Artículo 52 de la Constitución de la República del Ecuador, “Las personas tienen derecho a disponer de bienes y servicios de óptima calidad y a elegirlos con libertad, así como a una información precisa y no engañosa sobre su contenido y características”;* (INEN 034 4R, 2016)

Para que este enunciado se pueda comprobar se propuso aplicar pruebas dinámicas como la realizada por el organismo LatinNCAP “prueba del alce” y otras.

## 2.3 Pruebas dinámicas.

### 2.3.1 LatinNCAP “Moose Test” o “Prueba del alce”

Latin NCAP es una organización que realiza pruebas a los vehículos con el fin de obtener información de que tan seguros son. Ellos adoptaron la forma de probar el control electrónico de estabilidad utilizando la norma **ISO 3888-1** o también llamada MOOSE TEST (prueba del alce) **Anexo 2: PROTOCOLO DE PRUEBA – PRUEBA DE ALCE**

Ellos mencionan que: *El objetivo de la evaluación de la “prueba del alce” es asegurar la robustez en la vida real de los sistemas electrónicos de control de estabilidad instalados en los automóviles para la región de América Latina y el Caribe.* (LatinNCAP, 2020)

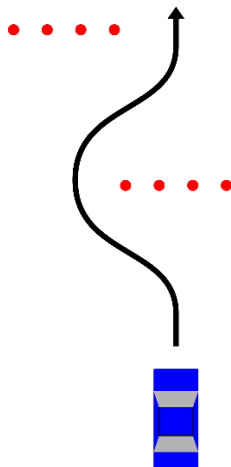
### 2.3.2 ISO 3888-1

Esta prueba busca conocer el comportamiento de un vehículo en una acción de doble cambio de carril de manera brusca, lo que esta acción replicaría el esquivar un obstáculo en la vida real.

La prueba consta de pasar un vehículo de prueba que debe ingresar al primer tramo de la pista definida con conos a una velocidad de 60 km/h en la primera pasada y comenzar a aumentar la velocidad en 5 km/h hasta que el vehículo de prueba exceda los límites. **Anexo 3: PISTA DE PRUEBAS PARA UNA MANIOBRA DE CAMBIO DE CARRIL SEVERA**

### Figura 1.

*Prueba del alce*



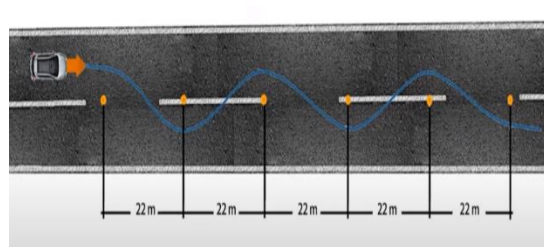
Fuente. Murgueitio [11]

### 2.3.3 Slalom (maniobrabilidad)

Prueba que busca demostrar el comportamiento de un vehículo con ESC. Haciéndolo pasar entre conos los cuales están separados por 22 metros de distancia entra cada uno, demostrando la maniobrabilidad del vehículo. (Km77,2018)

Figura 2.

*Prueba slalom*



Fuente. (Km77,2018) [12]

### 2.3.4 Frenado mixto (condiciones climaticas)

Prueba que busca conocer el comportamiento del elemento ESC en un vehículo que frena en una condición mixta. Esta prueba se realiza frenando el vehículo en un piso donde sus 2 llantas izquierdas se encuentren en un piso seco y sus llantas derechas se encuentran en un piso mojado y luego viceversa. (Carscoops,2012)

Figura 3.

*Prueba frenado mixto*



Fuente. Murgueitio [13]

### 2.3.5 Curvas (impericia)

Prueba que permite conocer el comportamiento del ESC replicando una situación de impericia del conductor entrando a altas velocidades a una curva. (zigwheels, 2020)

#### Figura 4.

*Prueba curvas*



**Fuente.** (zigwheels, 2020) [14]

## 3 MATERIALES Y MÉTODOS

### 3.1 Metodología

Estudio realizado basándose en métodos, analíticos y deductivos de teoría fundamentada y estudio de caso [16] “Un estudio de caso es un método empírico que: investiga un fenómeno contemporáneo (el “caso”) en profundidad y dentro de su contexto del mundo real, especialmente cuando los límites entre el fenómeno y el contexto pueden no ser claramente evidentes. En otras palabras, le gustaría hacer un estudio de caso porque quiere comprender un caso del mundo real y suponer que tal comprensión probablemente involucre importantes condiciones contextuales pertinentes a su caso.” (YIN 2018). Que busco el extraer procesos de normativas internacionales GTR8, UN 13-H, también pruebas dinámicas como la ISO 3888-1 y otras experimentales para crear un proceso de homologación del elemento control electrónico de estabilidad y aplicarlo a la Normativa ecuatoriana INEN 034 4R

### 3.2 Materiales

Como base se partió desde el análisis de la normativa **GTR8**, intentando tomar un extracto de sus procesos que explica o enuncia en el apartado B “*TEXTO DEL REGLAMENTO*” de dicho reglamento **Anexo 4:** Reglamento técnico mundial N° 8 “SISTEMAS ELECTRÓNICOS DE CONTROL DE ESTABILIDAD” , para aplicarlos en la normativa INEN 034 4R.

Lo siguiente en analizar fue el reglamento **UN 13-H**. De la misma forma se analizó la información que aporta este reglamento en la sección 6 “*ENSAYOS*” y su anexo 9 “*Sistemas de control electrónico de la estabilidad y de asistencia en el frenado*”, también se revisó y analizo la implementación de uno de los apéndices del anexo 9 que explican las pruebas a las que se debe someter el elemento “Control electrónico de estabilidad”. **Anexo 5:**

“DISPOSICIONES UNIFORMES SOBRE LA HOMOLOGACIÓN DE LOS VEHÍCULOS DE TURISMO EN LO RELATIVO AL FRENADO”, para la normativa INEN 034 4R

Después, se analizó todo el documento de “Moose Test” que realiza la latinNCAP [17] para analizar el comportamiento del control electrónico de estabilidad (ESC) mediante dicha prueba. Y aplicar esto a la normativa **INEN 034 4R**, como una prueba o ensayo dinámico. De esto se derivó el análisis de la norma **ISO 3888-1** que es la base de la Prueba “Moose Test” o “prueba del alce” que realiza latinNCAP.

Por último, se analizó pruebas dinámicas que realizan expertos periodistas y pilotos profesionales internacionales a vehículos para comprobar el funcionamiento del ESC como el “Slalom”, (maniobrabilidad) “frenado en condiciones de asfalto mixto” (condiciones climáticas) y entrada a curvas cerradas y abiertas a velocidades altas. (impericia) Todo esto a modo de experimentación y exposición del comportamiento del elemento ESC.

## 4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 Resultados

Para resumir y comprender de mejor manera toda la información y parámetros que obtienen las pruebas que realizan las normativas **UN 13-H** o **GTR8**, se expondrá una tabla realizada por EURONCAP en el documento **Anexo 6: “PRUEBA DINÁMICA DEL COCHE - CONTROL ELECTRÓNICO DE ESTABILIDAD (ESC). PROTOCOLO DE SISTEMAS”**, donde se sintetiza toda la información que necesitan recaudar los equipos especializados y creados solamente para las pruebas que realizan dichas normativas. [18]. Cabe recalcar que se utilizó este documento ya que resume de forma muy práctica los datos que recogen las pruebas de dichas normas.

**Tabla 1.**

*Datos de variables a determinar.*

VARIABLES A MEDIR	RANGO	RESOLUCIÓN Y PRECISIÓN
Ángulo del volante	-360° a 360°	Resolución 0.25° Precisión +/- 0.25°
Aceleración longitudinal Aceleración transversal Aceleración vertical	-20m/s <sup>2</sup> a 20 m/s <sup>2</sup>	Resolución < 100µm/s <sup>2</sup> Precisión < 0.05%
Balanceo Cabeceo Desvío de trayectoria	-100°/s a 100 °/s	Resolución < 0.004 °/s Precisión + 0.05%

Velocidad longitudinal	---	Precisión 0.2 km/h
Angulo de balanceo Angulo de cabeceo	-15° a 15°	Precisión +/- 1%
Torque del volante	-125 Nm a 125 Nm	Precisión +/- 0.3Nm
Tasa de volante	-1500°/s a 1500°/s	Precisión +/- 1%
Sensor de altura (levantamiento de rueda)	300 a 200 mm	Resolución 0.2mm Precisión < 0.4%
Velocidad lateral	---	Precisión 0.2 km/h
Ángulo de deslizamiento lateral	- 90° a 90°	Precisión +/- 0.3
Presión de freno	0 a 200 bar	Precisión +/- 1bar
Trayectoria (posX, posY)	---	Precisión +/- 0.03m

**Fuente.** [18] EURO-NCAP (2018)

También el documento expresa otra tabla donde muestra los parámetros específicos que deben tener los equipos de pruebas requeridos para las pruebas que realizan las normativas antes mencionadas.

**Tabla 2.**

*Especificaciones del equipo de prueba*

<b>EQUIPO</b>	<b>ESPECIFICACIONES</b>
<b>SISTEMA DE ADQUISICIÓN DE DATOS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Tasa de muestreo: 100 Hz reales</li> <li>-Acondicionamiento de señal: amplificación, filtrado anti-alias, digitalización.</li> <li>-Ganancias del amplificador: seleccionadas para maximizar la relación señal-ruido de los datos digitalizados.</li> <li>-Filtrado: filtros Butterworth bipolares de paso bajo con frecuencias de corte nominales seleccionadas para evitar el “aliasing”.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Equipado con codificador de ángulo de dirección para controlar la entrada y salida del ángulo del volante.</li> <li>-Par: mínimo de 60 Nm cuando se opera con velocidades en el volante de hasta 1200 grados/seg.</li> <li>-La máquina de dirección debe poder mover el sistema de dirección del vehículo en todo su rango.</li> </ul>



<b>MÁQUINA DE DIRECCIÓN AUTOMÁTICA</b>	-Acepte la entrada de retroalimentación del sensor de velocidad del vehículo para iniciar programas de dirección a velocidades de carretera preestablecidas. -Posibilidad de cambiar el programa de dirección durante las sesiones de prueba.
--	--

**Fuente.** [18] EURO-NCAP(2018)

Estas tablas demuestran (**tabla 1,2**) la gran complejidad de los equipos que se debe tener para obtener la información necesaria además de un alto presupuesto ya que aparte de los equipos también se necesita un área de pruebas específica para estas pruebas, y así comprobar técnicamente el funcionamiento del control electrónico de estabilidad (ESC).

De la misma forma tomamos los datos recaudados y analizados de la normativa ISO 3888 y pruebas dinámicas “moose test” como la que realiza latinNCAP y otras experimentales como “Slalom”, (maniobrabilidad) “frenado en condiciones de asfalto mixto” (geografía) y entrada a curvas cerradas y abiertas a velocidad altas. (impericia). Y se lo sintetizo en una tabla.

**Tabla 3.**

*Especificaciones pruebas dinámicas y experimentales.*

<b>Prueba</b>	<b>Equipos y materiales</b>	<b>Parámetros y variables</b>
<b>Moose test o “alce” (evadir obstáculo)</b>	Medidor de velocidad, Cámaras, Conos.	no exceder los límites físicos marcados por los conos
<b>Slalom (maniobrabilidad)</b>	Medidor de velocidad, Cámaras, Conos.	no exceder los límites físicos marcados por los conos
<b>Curvas (impericia)</b>	Medidor de velocidad, Cámaras, Conos.	no exceder los límites físicos marcados por los conos
<b>Frenado (condición climática.)</b>	Medidor de velocidad, Cámaras, Conos y sistema de riego.	Mantener la trayectoria lo más derecho posible.

**Fuente.** [7] [8] [9] [10] Murgueitio

Las pruebas dinámicas y experimentales (**Tabla 4**) demuestran una mayor factibilidad de aplicación en todo ámbito porque que no se utilizan equipos complejos de medición ya que son pruebas ilustrativas, subjetivas y 100% demostrativas, estas cualidades las hacen asemejarse mucho a una situación de accidente real. [19]

Con los datos obtenidos tras el análisis de las bibliografías se sintetizo y comparo los resultados en tablas de los factores que influyen para una aplicación inmediata.

**Tabla 4.***Factores de aplicación*

<b>Pruebas</b>	<b>Adquisición equipos</b>	<b>Área de pruebas</b>	<b>Presupuesto general</b>	<b>Procesamiento de datos</b>	<b>Tiempo de aplicación</b>
<b>UN 13-H</b>	complejos	Específica para las pruebas	alto	Complejos (analítico)	años
<b>GTR 8</b>	complejos	Específica para las pruebas	alto	Complejos (analítico)	años
<b>ISO 3888 o prueba del alce</b>	Sencillos	Cualquier circuito	bajo	Fácil de comprender (ilustrativo)	días
<b>Slalom (maniobrabilidad)</b>	Sencillos	Cualquier circuito	bajo	Fácil de comprender (ilustrativo)	días
<b>Curvas (impericia)</b>	Sencillos	Cualquier circuito	bajo	Fácil de comprender (ilustrativo)	días
<b>Frenado (condición climática.)</b>	Sencillos	Específica para las pruebas	medio	Fácil de comprender (ilustrativo)	semanas

---

**Fuente.** [11] [12] [13] [14] Murgueitio

**4.2 Discusión****4.2.1 Aplicación de ensayos y procesos UN 13-H o GTR8**

Los resultados que arrojo este estudio enuncian que no tiene una factibilidad inmediata el replicar o imitar los ensayos que realizan las normativas UN 13-H o GTR8 en lo relativo a la homologación del “control electrónico de estabilidad” (ESC). Estos ensayos se realizan en áreas de pruebas especialmente diseñadas con equipos especializados, muy complejos y caros (**tablas 1,2**) también cuentan con varios años de experiencia y desarrollo.

En el Ecuador tomaría algunos años el poder adquirir estos equipos [20] y crear un área de pruebas para realizar las mismas, por estas razones no sería factible proponer el replicar esos ensayos en Ecuador por el momento. A pesar del crecimiento del parque automotor ecuatoriano, la tecnología y conocimientos que se tienen y otros factores no lo hacen posible, al menos por ahora. tampoco se puede aplicar los procesos porque están intrínsecamente ligados a los ensayos con equipos especializados (**tablas 1,2**) que realizan dichas normas.

**4.2.2 Aplicación del Ensayo 3888-1, otras pruebas dinámicas y experimentales.**

Por otra parte, utilizar pruebas dinámicas y 100% demostrativas con circunstancias que replican situaciones reales, aunque un poco subjetivas como las propuestas en este estudio, no serían lo suficientemente técnicas como para homologar este elemento(ESC), pero si como una forma de dar a conocer el comportamiento de dicho elemento al consumidor ecuatoriano por sus cualidades semejantes a una situación real de probable accidente. No se

debe restar importancia a estas pruebas ya que son realizadas por organizaciones reconocidas como EURO-NCAP Y LATIN-NCAP o periodistas de la larga trayectoria para calificar la seguridad de un vehículo y se basa en una norma internacional ISO 3888-1, que inclusive dicha prueba hizo que TOYOTA “recalibre “el control electrónico de estabilidad [21]. De igual forma aplicar pruebas dinámicas experimentales que utilizan periodistas y pilotos profesionales en todo el mundo como: “slalom” (comprobar maniobrabilidad), “frenado mixto”(condiciones climáticas), entrada en curvas,(impericia) es la mejor opción, ya que se pueden replicar fácilmente sin involucrar tantos equipos y recursos de esta forma tener una mejor comprensión, exposición y comportamiento del sistema de “control electrónico de estabilidad” o también conocido en territorio ecuatoriano como “antiderrape”.

Las pruebas experimentales mencionadas anteriormente son de suma importancia ya que añade otras condiciones y factores de comportamiento del “elemento control electrónico de estabilidad “no se les debe restar importancia ya que la norma ISO 3888-1 empezó siendo “experimental”, y ahora ya se la toma como un ensayo técnico. [22]

### 4.2.3 Deficiencia en la normativa INEN 034 4R

La normativa se encuentra vigente en nuestro país y a la espera de una actualización, pero peca de originalidad ya que no tiene ningún proceso propio a excepción de ciertos ensayos INEN para comprobar el correcto funcionamiento de los elementos que homologa. El resultado anteriormente expuesto (**tabla 1,2**) indico que la norma no podría por si sola aplicar estos ensayos de comprobación por lo tanto tampoco no podría velar o dar cumplimiento a lo que menciona la misma al principio de su documento que habla del artículo 52 de la constitución: *“Las personas tienen derecho a disponer de bienes y servicios de óptima calidad y a elegirlos con libertad, así como a una información precisa y no engañosa sobre su contenido y características”*.

### 4.2.4 Proceso de homologación.



**Fuente.** Murgueitio [23]

En el esquema podemos observar todo el procedimiento que actualmente se realiza en el proceso de homologación, en la etapa 4 donde se menciona a los entes reguladores (INEN).

En esta etapa del proceso es donde este estudio plantea aplicar las pruebas mencionadas como un proceso añadido al actual.

## **5 CONCLUSIONES.**

Intentar replicar procesos y ensayos que realizan los reglamentos técnicos globales GTR8 o UN 13-H para homologar el elemento “control electrónico de estabilidad” (ESC) no tiene una factibilidad inmediata en el Ecuador esto quiere decir que la normativa INEN 034 4R no puede cumplir con los objetivos que menciona tales como: asegurar que el elemento “control electrónico de estabilidad” funcione correctamente en los vehículos antes de que estos se pongan a disposición de los consumidores ecuatorianos y tampoco cumplir con lo que estipula el artículo 52 de la constitución ecuatoriana. Cabe recalcar que esta aseveración se hace al elemento de estudio (ESC), ya que la normativa tiene ensayos NTE INEN para otros elementos que están fuera de este estudio.

Aplicar los procesos y pruebas dinámicas que realiza el reglamento ISO 3888-1. Y otras experimentales como las propuestas por este estudio tienen gran factibilidad de aplicación a la normativa INEN 034 4R por su relativa facilidad de réplica y adaptación por lo tanto es una solución más viable. Estas pruebas permiten exponer el comportamiento de un vehículo que lleve el “control electrónico de estabilidad” (ESC) de esta forma los consumidores ecuatorianos tendrán mejor comprensión del comportamiento y funcionamiento de este elemento tan importante para su seguridad.

Proponer que la normativa INEN 034 4R elimine o reemplace su proceso actual de homologación del “control electrónico de estabilidad” (ESC) por las pruebas dinámicas propuestas por este estudio tampoco sería factible ya que, es necesario que los vehículos pasen por pruebas más técnicas y especializadas como las hechas por GTR8, UN 13-H. Pero si se quiere cumplir con lo que enuncia la normativa INEN 034 4R referente al artículo 52 de la constitución ecuatoriana. Se debe aplicar como un requisito añadido al actual proceso de homologación, el realizar estas pruebas en territorio ecuatoriano y exponer al público los resultados.

Estas pruebas dinámicas propuestas en este estudio se pueden transformar en un Reglamento Técnico Ecuatoriano (NTE INEN), el cual puede ser añadido también como requisito al actual proceso de homologación.

## REFERENCIAS

- [1] AEADE (2020). *Ventas anuales de vehículos*. Anuario
- [2] INEN (2016). Normativa 034 “*Elementos mínimos de seguridad para vehículos automotores*”. Cuarta revisión.
- [3] COCEDE. *Constitución de la República del Ecuador* [En Línea] <https://www.cosede.gob.ec/wp-content/uploads/2019/08/CONSTITUCION-DE-LA-REPUBLICA-DEL-ECUADOR.pdf>.
- [4] INEN (2022) “Ensayos técnicos” Servicios. [En línea] <https://www.normalizacion.gob.ec/estado-de-reglamentos-tecnicos-ecuatorianos-2/>
- [5] MOTOR (2020).” *Dieselgate*”. Noticias. [En línea] <https://www.motor.es/que-es/dieselgate>
- [6] TEKNIKENS VARLD (2018) “*hilux casi vuelca*”. Prueba del alce [En Línea] <https://teknikensvarld.expressen.se/webb-tv/nya-toyota-hilux-ar-nara-att-valta-338160/>
- [7] SOLOAUTOS. “*Alto riesgo de volcadura*” test técnico. [En línea] <https://www.youtube.com/watch?v=m2TfqH2qPBA>
- [8] INEC (2022) Estadísticas de transporte “*accidentes de tránsito*”.
- [9] ANT. *Visor de siniestralidad Nacional*. [En Línea] <https://www.ant.gob.ec/visor-de-siniestralidad-estadisticas/>.
- [10] GTR (2008) “*control electrónico de estabilidad*” Reglamentos Técnicos Globales para vehículos sobre ruedas, equipos y partes que pueden ser montar y/o utilizarse en vehículos de ruedas.
- [11] ISO (2018) “Pista de pruebas para una maniobra de cambio de carril severa” ISO 3888.
- [12] km77 <https://www.km77.com/>. *Pruebas de manejo* [En línea] <https://www.youtube.com/watch?v=QmO1Rtm9VaU>
- [13] Carscoops <https://www.carscoops.com/> [En línea] *Prueba de Manejo en resbaladizo* <https://www.carscoops.com/2012/12/slippery-when-wet-porsche-demonstrates/>
- [14] Zigwheels <https://www.zigwheels.com/> *Prueba de SUVs* [En línea] <https://www.youtube.com/watch?v=pX1M5wnCWQU&t=424s>
- [15] diariomotor <https://www.diariomotor.com/> *¿cómo funciona el control electrónico de estabilidad?* [En línea] <https://www.diariomotor.com/tecmovia/2012/05/22/como-funciona-un-control-electronico-de-estabilidad/>
- [16] LUISCODINA (2023) “Estudio de caso” Características metodología. [En línea] <https://www.lluiscodina.com/estudios-de-caso/>

- [17] LATIN NCAP (2020). Protocolo de prueba –“el alce”.
- [18] EURO NCAP (2011). Prueba dinámica del coche - control electrónico de estabilidad (ESC) protocolo de sistemas.
- [19] TEKNIKENS VARLD (2020) “test tecnicos”. Prueba del alce [En línea]  
<https://teknikensvarld.expressen.se/algtest/>
- [20] La Hora (2023) “Presupuesto comprometido 90%”. Noticias [En línea]  
<https://www.lahora.com.ec/pais/ecuador-gasto-publico-produccion-presupuesto/>
- [21] ARMOTOR (2018) “Toyota corrige el ESC” Noticias. [En línea]  
<https://ar.motor1.com/news/475551/toyota-corrigio-el-esp-de-la-hilux-y-supero-la-prueba-del-alce/>
- [22] motor1 Argentina <https://ar.motor1.com/> [En línea] *LatinNCAP incorpora la "Prueba del Alce"* <https://ar.motor1.com/news/479318/latinncap-aumentara-la-exigencia-de-sus-pruebas-de-choque-se-incorpora-la-prueba-del-alce/>
- [23] <https://www.ant.gob.ec/regulacion/homologacion-vehicular/>

## **ANEXOS**



## RESOLUCIÓN No. 16 382

### SUBSECRETARÍA DEL SISTEMA DE LA CALIDAD DE LA PRODUCTIVIDAD

#### CONSIDERANDO:

**Que** de conformidad con lo dispuesto en el Artículo 52 de la Constitución de la República del Ecuador, las personas tienen derecho a disponer de bienes y servicios de óptima calidad y a elegirlos con libertad, así como a una información precisa y no engañosa sobre su contenido y características;

**Que** el Protocolo de Adhesión de la República del Ecuador al Acuerdo por el que se establece la Organización Mundial del Comercio . OMC, se publicó en el Registro Oficial Suplemento No. 853 del 2 de enero de 1996;

**Que** el Acuerdo de Obstáculos Técnicos al Comercio - AOTC de la OMC, en su Artículo 2 establece las disposiciones sobre la elaboración, adopción y aplicación de Reglamentos Técnicos por instituciones del gobierno central y su notificación a los demás Miembros;

**Que** se deben tomar en cuenta las Decisiones y Recomendaciones adoptadas por el Comité de Obstáculos Técnicos al Comercio de la OMC;

**Que** el Anexo 3 del Acuerdo OTC establece el Código de Buena Conducta para la elaboración, adopción y aplicación de normas;

**Que** la Decisión 376 de 1995 de la Comisión de la Comunidad Andina creó el Sistema Andino de Normalización, Acreditación, Ensayos, Certificación, Reglamentos Técnicos y Metrología, modificado por la Decisión 419 del 30 de julio de 1997;

**Que** la Decisión 562 de 25 de junio de 2003 de la Comisión de la Comunidad Andina establece las Directrices para la elaboración, adopción y aplicación de Reglamentos Técnicos en los Países Miembros de la Comunidad Andina y a nivel comunitario;

**Que** mediante Ley No. 2007-76, publicada en el Suplemento del Registro Oficial No. 26 del 22 de febrero de 2007, reformada en la Novena Disposición Reformatoria del Código Orgánico de la Producción, Comercio e Inversiones, publicado en el Registro Oficial Suplemento No. 351 del 29 de diciembre de 2010, constituye el Sistema Ecuatoriano de la Calidad, que tiene como objetivo establecer el marco jurídico destinado a: i) Regular los principios, políticas y entidades relacionados con las actividades vinculadas con la evaluación de la conformidad, que facilite el cumplimiento de los compromisos internacionales en esta materia; ii) Garantizar el cumplimiento de los derechos ciudadanos relacionados con la seguridad, la protección de la vida y la salud humana, animal y vegetal, la preservación del medio ambiente, la protección del consumidor contra prácticas engañosas y la corrección y sanción de estas prácticas; y, iii) Promover e incentivar la cultura de la calidad y el mejoramiento de la competitividad en la sociedad ecuatoriana;

**Que** el Artículo 2 del Decreto Ejecutivo No. 338 publicada en el Suplemento del Registro Oficial No. 263 del 9 de Junio de 2014, establece: *Sustitúyanse las denominaciones del Instituto Ecuatoriano de Normalización por Servicio Ecuatoriano de Normalización. (õ )*;

**Que** mediante Resolución No. 14 453 del 01 de octubre de 2014, promulgada en el Segundo Suplemento del Registro Oficial No. 348 del 06 de octubre de 2014, se oficializó con el carácter de **Obligatorio** la **Tercera Revisión** del Reglamento Técnico Ecuatoriano **RTE INEN 034 Elementos mínimos de seguridad en vehículos automotores**, el mismo que entró en vigencia el 04 de abril de 2015;

**Que** mediante Resolución No. 15 097 del 13 de marzo de 2015, promulgada en el Suplemento del Registro Oficial No. 469 del 30 de marzo de 2015, se oficializó con el carácter de **Obligatorio** la





**Modificatoria 1** de la Tercera Revisión del Reglamento Técnico Ecuatoriano **RTE INEN 034** *Elementos mínimos de seguridad en vehículos automotores*; la misma que entró en vigencia el 13 de marzo de 2015;

**Que** mediante Resolución No. 15 255 del 26 de agosto de 2015, promulgada en el Registro Oficial No. 584 del 10 de septiembre de 2015, se oficializó con el carácter de **Obligatorio** la **Modificatoria 2** de la Tercera Revisión del Reglamento Técnico Ecuatoriano **RTE INEN 034** *Elementos mínimos de seguridad en vehículos automotores*; la misma que entró en vigencia el 10 de septiembre de 2015;

**Que** mediante Resolución No. 16 122 del 06 de abril de 2016, promulgada en el Registro Oficial No. 741 del 26 de abril de 2016, se oficializó con el carácter de **Obligatorio** la **Modificatoria 3** de la Tercera Revisión del Reglamento Técnico Ecuatoriano **RTE INEN 034** *Elementos mínimos de seguridad en vehículos automotores*; la misma que entró en vigencia el 06 de abril de 2016;

**Que** el Servicio Ecuatoriano de Normalización, INEN, de acuerdo a las funciones determinadas en el Artículo 15, literal b) de la Ley No. 2007-76 del Sistema Ecuatoriano de la Calidad, reformada en la Novena Disposición Reformativa del Código Orgánico de la Producción, Comercio e Inversiones publicado en el Registro Oficial Suplemento No. 351 del 29 de diciembre de 2010, y siguiendo el trámite reglamentario establecido en el Artículo 29 inciso primero de la misma Ley, en donde manifiesta que: *La reglamentación técnica comprende la elaboración, adopción y aplicación de reglamentos técnicos necesarios para precautelar los objetivos relacionados con la seguridad, la salud de la vida humana, animal y vegetal, la preservación del medio ambiente y la protección del consumidor contra prácticas engañosas*; ha formulado la **Cuarta Revisión** del Reglamento Técnico Ecuatoriano **RTE INEN 034** *Elementos mínimos de seguridad en vehículos automotores*;

**Que** mediante Informe Técnico-Jurídico contenido en la Matriz de Revisión No. de fecha de , se sugirió proceder a la aprobación y oficialización de la Cuarta Revisión del Reglamento materia de esta Resolución, el cual recomienda aprobar y oficializar con el carácter de **Obligatorio** la **Cuarta Revisión** del Reglamento Técnico Ecuatoriano **RTE INEN 034** *Elementos mínimos de seguridad en vehículos automotores*;

**Que** de conformidad con la Ley del Sistema Ecuatoriano de la Calidad y su Reglamento General, el Ministerio de Industrias y Productividad es la institución rectora del Sistema Ecuatoriano de la Calidad, en consecuencia, es competente para aprobar y oficializar la **Cuarta Revisión** del Reglamento Técnico Ecuatoriano **RTE INEN 034** *Elementos mínimos de seguridad en vehículos automotores*; mediante su promulgación en el Registro Oficial, a fin de que exista un justo equilibrio de intereses entre proveedores y consumidores;

**Que** mediante Acuerdo Ministerial No. 11446 del 25 de noviembre de 2011, publicado en el Registro Oficial No. 599 del 19 de diciembre de 2011, se delega a la Subsecretaría de la Calidad la facultad de aprobar y oficializar los proyectos de normas o reglamentos técnicos y procedimientos de evaluación de la conformidad propuestos por el INEN en el ámbito de su competencia de conformidad con lo previsto en la Ley del Sistema Ecuatoriano de la Calidad y en su Reglamento General; y,

En ejercicio de las facultades que le concede la Ley,

#### RESUELVE:

**ARTÍCULO 1.- Aprobar y oficializar** con el carácter de **Obligatorio** la **Cuarta Revisión** que se adjunta a la presente resolución del siguiente:



## REGLAMENTO TÉCNICO ECUATORIANO RTE INEN 034 (4R) Í ELEMENTOS MÍNIMOS DE SEGURIDAD EN VEHÍCULOS AUTOMOTORESÍ

### 1. OBJETO

**1.1** El presente reglamento técnico establece los requisitos mínimos de seguridad que deben cumplir los vehículos automotores que circulen en el territorio ecuatoriano, con la finalidad de proteger la vida e integridad de las personas; así como el fomentar mejores prácticas al conductor, pasajero y peatón.

### 2. CAMPO DE APLICACIÓN

**2.1** Este reglamento técnico ecuatoriano se aplica a todo vehículo que va a ingresar al parque automotor ecuatoriano, sean importados, ensamblados o fabricados en el país, que deben contener los elementos mínimos de seguridad obligatorios especificados en el numeral 4.

**2.2** Este reglamento técnico ecuatoriano hace una excepción a los vehículos prototipos destinados para el desarrollo de un nuevo modelo que pertenezcan a ensambladoras o comercializadoras, estos no podrán ser comercializados mientras se encuentren en esta etapa.

**2.3** Este reglamento técnico ecuatoriano aplica a los vehículos automotores especificados en la Norma NTE INEN 2656 de Clasificación vehicular+ y en lo específico a las categorías de vehículos que se determina en el texto de cada requisito o en la normativa referida en el mismo.

**2.4** Este reglamento técnico ecuatoriano no aplica a transporte ferroviario, equipo caminero y agrícola, a vehículos de competencia deportiva, vehículos clásicos, históricos y de colección.

**2.5** Los vehículos objeto del presente reglamento técnico ecuatoriano se encuentran comprendidos en la siguiente clasificación arancelaria:

<b>PARTIDAS</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
8702.10.10.80	- - - En CKD
8702.10.10.90	- - - Los demás
8702.10.90.80	- - - En CKD
8702.10.90.90	- - - Los demás
8702.90.10.80	- - - En CKD
8702.90.10.90	- - - Los demás
8702.90.91.11	- - - - En CKD
8702.90.91.19	- - - - Los demás
8702.90.91.21	- - - - En CKD
8702.90.91.29	- - - - Los demás
8702.90.91.91	- - - - En CKD
8702.90.91.99	- - - - Los demás
8702.90.99.11	- - - - En CKD
8702.90.99.19	- - - - Los demás
8702.90.99.21	- - - - En CKD
8702.90.99.29	- - - - Los demás



8702.90.99.93	----- En CKD
8702.90.99.99	----- Los demás
8703.10.00.11	--- En CKD
8703.10.00.19	--- Los demás
8703.10.00.21	--- En CKD
8703.10.00.29	--- Los demás
8703.10.00.91	--- En CKD
8703.10.00.99	--- Los demás
8703.21.00.80	--- En CKD
8703.21.00.91	---- Vehículo de tres ruedas
8703.21.00.99	---- Los demás
8703.22.10.80	---- En CKD
8703.22.10.90	---- Los demás
8703.22.90.80	---- En CKD
8703.22.90.90	---- Los demás
8703.23.10.80	---- En CKD
8703.23.10.90	---- Los demás
8703.23.90.80	---- En CKD
8703.23.90.90	---- Los demás
8703.24.10.80	---- En CKD
8703.24.10.90	---- Los demás
8703.24.90.80	---- En CKD
8703.24.90.90	---- Los demás
8703.31.10.80	---- En CKD
8703.31.10.90	---- Los demás
8703.31.90.80	---- En CKD
8703.31.90.91	----- Vehículo de tres ruedas
8703.31.90.99	----- Los demás
8703.32.10.80	---- En CKD
8703.32.10.90	---- Los demás
8703.32.90.80	---- En CKD
8703.32.90.90	---- Los demás
8703.33.10.80	---- En CKD
8703.33.10.90	---- Los demás
8703.33.90.80	---- En CKD
8703.33.90.90	---- Los demás
8703.90.00.11	-- En CKD
8703.90.00.19	-- Los demás:
8703.90.00.21	--- En CKD
8703.90.00.29	--- Los demás
8703.90.00.91	--- En CKD
8703.90.00.99	--- Los demás



8704.10.00.11	- - - En CKD
8704.10.00.19	- - - Los demás
8704.10.00.21	- - - En CKD
8704.10.00.29	- - - Los demás
8704.10.00.91	- - - En CKD
8704.10.00.99	- - - Los demás
8704.21.10.80	- - - - En CKD
8704.21.10.91	- - - - - Vehículo de tres ruedas
8704.21.10.99	- - - - - Los demás
8704.21.90.80	- - - - En CKD
8704.21.90.90	- - - - Los demás
8704.22.10.80	- - - - En CKD
8704.22.10.90	- - - - Los demás
8704.22.20.80	- - - - En CKD
8704.22.20.90	- - - - Los demás
8704.22.90.80	- - - - En CKD
8704.22.90.90	- - - - Los demás
8704.23.00.80	- - - En CKD
8704.23.00.90	- - - Los demás
8704.31.10.80	- - - - En CKD
8704.31.10.91	- - - - - Vehículo de tres ruedas
8704.31.10.99	- - - - - Los demás
8704.31.90.80	- - - - En CKD
8704.31.90.90	- - - - Los demás
8704.32.10.80	- - - - En CKD
8704.32.10.90	- - - - Los demás
8704.32.20.80	- - - - En CKD
8704.32.20.90	- - - - Los demás
8704.32.90.80	- - - - En CKD
8704.32.90.90	- - - - Los demás
8704.90.00.11	- - - En CKD
8704.90.00.19	- - - Los demás
8704.90.00.21	- - - En CKD
8704.90.00.29	- - - Los demás
8704.90.00.93	- - - En CKD
8704.90.00.99	- - - Los demás
8705.10.00.00	- Camiones grúa
8705.20.00.00	- Camiones automóviles para sondeo o perforación
8705.30.00.00	- Camiones de bomberos
8705.40.00.00	- Camiones hormigonera
8705.90.11.00	- - - Coches barredera
8705.90.19.00	- - - Los demás



8705.90.20.00	- - Coches radiológicos
8705.90.90.10	- - - Vehículos con autobomba para suministro de cemento
8705.90.90.90	- - - Los demás
8706.00.10.80	- - En CKD
8706.00.10.90	- - Los demás
8706.00.21.80	- - - En CKD
8706.00.21.90	- - - Los demás
8706.00.29.80	- - - En CKD
8706.00.29.90	- - - Los demás
8706.00.91.80	- - - En CKD
8706.00.91.90	- - - Los demás
8706.00.92.80	- - - En CKD
8706.00.92.90	- - - Los demás
8706.00.99.80	- - - En CKD
8706.00.99.91	- - - -Vehículos híbridos
8706.00.99.92	- - - - Vehículos híbridos en CKD
8706.00.99.99	- - - - Los demás

En referencia a las partidas y subpartidas arancelarias, la aplicación del presente reglamento técnico es sobre el vehículo finalizado en condiciones de rodaje y uso.

### 3. DEFINICIONES

**3.1** Para efectos de entendimiento del presente reglamento se adoptan las definiciones contempladas en las Normas Técnicas mencionadas en el presente reglamento y las que a continuación se detallan:

**3.1.1** *Asiento plegable.* Es un asiento auxiliar destinado al uso ocasional y que normalmente esta plegado.

**3.1.2** *Cinturones de seguridad autotensables.* Son los dispositivos de retención personal consistentes en una banda de gran resistencia sujeta en dos o tres puntos al montante de la carrocería que son regulados de forma automática, que tienen como objetivo amortiguar la desaceleración ante una frenada brusca o impacto.

**3.1.3** *Cinturones de seguridad tensables.* Son los dispositivos de retención personal consistentes en una banda de gran resistencia sujeta en dos o tres puntos al montante de la carrocería que son regulados de forma automática o manual, que tiene como objetivo amortiguar la desaceleración ante una frenada brusca o impacto.

**3.1.4** *Chasis.* Armazón del vehículo que comprende el bastidor, ruedas, transmisión, con o sin motor, excluida la carrocería y todos los accesorios necesarios para acomodar al conductor, pasajeros o carga.

**3.1.5** *Chasis compacto o autoportante.* Su estructura metálica está construida por la unión de elementos de chapa de diferentes formas y espesores, en la cual la chapa externa del vehículo soporta algo o toda la carga estructural del vehículo.

**3.1.6** *Importador.* Persona natural o jurídica responsable de la importación de vehículos para utilización propia o para comercializar.



**3.1.7 Plazas.** Posiciones de pasajeros en un vehículo

**3.1.8 Protección para impacto lateral.** Sistema o elemento de seguridad que minimiza los daños ocasionados a los ocupantes en caso de impacto lateral.

**3.1.9 Protección para impacto frontal.** Sistema o elemento de seguridad que minimiza los daños ocasionados a los ocupantes en caso de impacto frontal.

**3.1.10 Proveedor.** Toda persona natural o jurídica de carácter público o privado que desarrolle actividades de producción, fabricación, importación, construcción, distribución, alquiler o comercialización de bienes, así como prestación de servicios a consumidores, por las que se cobre precio o tarifa. Esta definición incluye a quienes adquieran bienes o servicios para integrarlos a procesos de producción o transformación, así como a quienes presten servicios públicos por delegación o concesión.

**3.1.11 Sistema de asistencia en el frenado (ABS).** Función del sistema de frenado que ante un bloqueo de las ruedas libera presión de frenado en la(s) rueda(s) bloqueadas permitiéndoles rodar evitándose la pérdida de control en el frenado.

**3.1.12 Vehículo Base.** Todo tipo de vehículo que se utiliza en la fase inicial del proceso de homologación.

## 4. REQUISITOS DEL PRODUCTO

### 4.1 Dispositivos de alumbrado y de señalización luminosa y de visibilidad

**4.1.1** Los dispositivos de alumbrado y de señalización luminosa, y de visibilidad deben cumplir con los requisitos establecidos en la Norma NTE INEN 1155 *Vehículos automotores. Dispositivos para mantener o mejorar la visibilidad* ó deben cumplir con las dos siguientes regulaciones en simultáneo:

- a) Reglamentación Técnica No. 48 de la ONU, *UNIFORM PROVISIONS CONCERNING THE APPROVAL OF VEHICLES WITH REGARD TO LIGHTNING AND LIGHT SIGNALING DEVICES*. *Disposiciones Relativas Uniformes a la aprobación de vehículos en los referente a iluminación y dispositivos de señalización luminosa* vigente en su última versión para el cual fue homologado el modelo en el ó los laboratorio(s) acreditado(s) para certificar el reglamento técnico ONU mencionado y;
- b) Reglamentación Técnica No. 7 de la ONU *UNIFORM PROVISIONS CONCERNING THE APPROVAL OF FRONT AND REAR POSITION LAMPS, STOP LAMPS AND END OUTLINE MARKER LAMPS FOR MOTOR VEHICLES (EXCEPT MOTOR CYCLES) AND THEIR TRAILERS* . *Disposiciones Relativas Uniformes a la aprobación lámparas frontales y traseras de posición, lámparas de freno y lámparas marcadoras de fin para vehículos motorizados (excepto motocicletas) y sus remolques* vigente en su última versión para el cual fue homologado el modelo en el ó los laboratorio(s) acreditado(s) para certificar el reglamento técnico ONU mencionado.

**4.1.2** Los vehículos que van a ingresar al parque automotor deben contar con una tercera luz de freno tal como lo indica la Norma NTE INEN 1155 ó deben cumplir con las dos siguientes regulaciones en simultáneo:

- a) Reglamentación Técnica No.48 de la ONU, *UNIFORM PROVISIONS CONCERNING THE APPROVAL OF VEHICLES WITH REGARD TO LIGHTNING AND LIGHT SIGNALING DEVICES* . *Disposiciones Relativas Uniformes a la aprobación de vehículos en los referente a iluminación y dispositivos de señalización luminosa* vigente en su última versión para el cual fue homologado el modelo en el ó los laboratorio(s) acreditado(s) para certificar el reglamento técnico ONU mencionado y;



- b) Reglamentación Técnica No. 7 de la ONU *UNIFORM PROVISIONS CONCERNING THE APPROVAL OF FRONT AND REAR POSITION LAMPS, STOP LAMPS AND END OUTLINE MARKER LAMPS FOR MOTOR VEHICLES (EXCEPT MOTOR CYCLES) AND THEIR TRAILERS* . *Disposiciones Relativas Uniformes a la aprobación lámparas frontales y traseras de posición, lámparas de freno y lámparas marcadoras de fin para vehículos motorizados (excepto motocicletas) y sus remolques*, vigente en su última versión para el cual fue homologado el modelo en el ó los laboratorio(s) acreditado(s) para certificar el reglamento técnico ONU mencionado.

## 4.2 Condiciones ergonómicas

### 4.2.1 Asientos y sus anclajes

**4.2.1.1** Todos los asientos de los vehículos automotores deben tener apoya cabezas. Se exceptúan de esta obligación las motocicletas, los asientos de pasajeros de autobuses de transporte urbano, los asientos plegables y los asientos ubicados en sentido paralelo al eje longitudinal del vehículo. Se exceptúan la posición central trasera siempre y cuando el modelo no tenga en ninguna versión mundial del apoya cabezas en la posición central trasera.

**4.2.1.2** Los apoya cabezas deben cumplir con lo establecido en la Reglamentación Técnica No. 25 de la ONU *UNIFORM PROVISIONS CONCERNING THE APPROVAL OF HEAD RESTRAINTS (HEADRESTS), WHETHER OR NOT INCORPORATED IN VEHICLE SEATS* . *Disposiciones Relativas Uniformes a la aprobación de apoya cabezas (reposacabezas), incorporados o no en asientos de vehículos*, vigente en su última versión para el cual fue homologado el modelo en el ó los laboratorio(s) acreditado(s) para certificar el reglamento técnico ONU mencionado. Este requisito afecta a las categorías de vehículos que la reglamentación mencionada en su texto.

Los apoya cabezas deben cumplir con lo establecido en el Reglamento Técnico Global GTR 7 Apoya cabezas - HEADRESTRAINTS en su última versión lo cual afecta a la categoría de vehículos que el reglamento técnico mencionado indica en su texto.

**4.2.1.3** Los asientos deben cumplir con lo establecido en la Reglamentación Técnica No.17 de la ONU *UNIFORM PROVISIONS CONCERNING THE APPROVAL OF VEHICLES WITH REGARD TO THE SEATS, THEIR ANCHORAGES AND ANY HEAD RESTRAINTS* . *Rescripciones uniformes sobre la aprobación de vehículos en lo que concierne a los asientos, a sus anclajes y a los apoya cabezas*, vigente en su última versión para el cual fue homologado el modelo en el ó los laboratorio(s) acreditado(s) para certificar el Reglamento técnico ONU mencionado. Este requisito afecta a las categorías de vehículos que la reglamentación mencionada indica en su texto.

Los vehículos no contemplados en el reglamento técnico de la ONU anterior deben cumplir con lo establecido en la Reglamentación Técnica No.80 de la ONU *UNIFORM PROVISIONS CONCERNING THE APPROVAL OF SEATS OF LARGE PASSENGER VEHICLES AND OF THESE VEHICLES WITH REGARD TO THE STRENGTH OF THE SEATS AND THEIR ANCHORAGES* . *Rescripciones uniformes relativas a la aprobación de asientos de vehículos de grandes dimensiones para el transporte de pasajeros y de estos vehículos por lo que respecta a la resistencia de los asientos y de sus anclajes*, vigente en su última versión para el cual fue homologado el modelo en el ó los laboratorio(s) acreditado(s) para certificar el reglamento técnico ONU mencionado. Este requisito afecta a las categorías de vehículos que la reglamentación mencionada indica en su texto.

**4.2.1.4** Los anclajes de cinturones de seguridad deben cumplir con lo establecido en la Reglamentación Técnica No. 14 de la ONU *UNIFORM PROVISIONS CONCERNING THE APPROVAL OF VEHICLES WITH REGARD TO SAFETY-BELT ANCHORAGES, ISOFIX ANCHORAGES SYSTEMS AND ISOFIX TOP TETHER ANCHORAGES* . *Rescripciones Uniformes relativas a la aprobación de los vehículos en lo que concierne a los anclajes de los cinturones de seguridad, anclajes ISOFIX y los anclajes superiores ISOFIX*, vigente en la última



versión para el cual fue homologado el modelo en el ó los laboratorio(s) acreditado(s) para certificar el reglamento técnico ONU mencionado. Este requisito afecta a las categorías de vehículos que la reglamentación mencionada indica en su texto.

Los vehículos automotores deben incorporar los anclajes ISOFIX de acuerdo a lo establecido en la reglamentación antes mencionada para los vehículos que el mismo reglamento indica en su texto.

#### 4.3 Frenos

**4.3.1** Los vehículos automotores que correspondan a la categoría L conforme a la Norma NTE INEN 2656 deben contar como mínimo de dos sistemas de frenado, uno que actúe sobre la rueda o ruedas delanteras y otro que actúe sobre la rueda o ruedas posteriores.

**4.3.2** Los frenos de los vehículos deben cumplir con lo establecido en la Reglamentación Técnica No. 13-H de la ONU - *UNIFORM PROVISIONS CONCERNING THE APPROVAL OF PASSENGER CARS WITH REGARD TO BRAKING* + *Disposiciones uniformes sobre la aprobación de los vehículos automóviles de pasajeros en lo relativo al frenado* + vigente en su última versión para el cual fue homologado el modelo en un laboratorio acreditado para certificar el reglamento técnico ONU mencionado. Este requisito afecta a las categorías de vehículos que la reglamentación mencionada indica en su texto.

**4.3.3** Los vehículos automotores de cuatro ruedas deben disponer de frenos ABS, conforme con lo que establezca la Reglamentación Técnica No. 13-H de la ONU, aplicada a los vehículos que la regulación indica en su texto.

**4.3.4** Los frenos de los vehículos deben cumplir con lo establecido en la Reglamentación Técnica No. 13 de la ONU . *UNIFORM PROVISIONS CONCERNING THE APPROVAL OF VEHICLES OF CATEGORIES M, N AND O WITH REGARD TO BRAKING* + . *Disposiciones uniformes relacionadas con la aprobación de vehículos de categorías M, N Y O con relación al sistema de frenos* + vigente en su última versión para el cual fue homologado el modelo en el ó los laboratorio(s) acreditado(s) para certificar el reglamento técnico ONU mencionado. Este requisito afecta a las categorías de vehículos que la reglamentación mencionada indica en su texto.

#### 4.4 Control electrónico de estabilidad

**4.4.1** Los vehículos automotores deben disponer de un Control electrónico de estabilidad conforme a lo establecido por el Reglamento Técnico Global GTR8 *ELECTRONIC STABILITY CONTROL SYSTEMS* + . *Sistemas Electrónicos de Control de Estabilidad ESC* + conforme a lo establecido por la Reglamentación Técnica No. 13. H de la ONU *UNIFORM PROVISIONS CONCERNING THE APPROVAL OF PASSENGER CARS WITH REGARD TO BRAKING* + . *Disposiciones uniformes sobre la aprobación de los vehículos automóviles de pasajeros en lo relativo al frenado* + vigente para el cual fue homologado el modelo en el ó los laboratorio(s) acreditado(s) para certificar los reglamentos técnicos ONU mencionados. Este requisito es obligatorio para los vehículos a partir del año modelo 2020 y afecta a las categorías de vehículos que la reglamentación mencionada indica en su texto.

**4.5 Neumáticos.** Los neumáticos de vehículos automotores deben cumplir con lo establecido en:

- a) Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 011 *Neumáticos* + ó;
- b) Reglamentación Técnica No 30 de la ONU *UNIFORM PROVISIONS CONCERNING THE APPROVAL OF PNEUMATIC TYRES FOR MOTOR VEHICLES AND THEIR TRAILERS* + . *Disposiciones uniformes concernientes a la aprobación de neumáticos para vehículos motorizados y sus remolques* + ó;
- c) Reglamentación Técnica No 54 de la ONU *UNIFORM PROVISIONS CONCERNING THE APPROVAL OF PNEUMATIC TYRES FOR COMMERCIAL VEHICLES AND THEIR*





TRAILERS+ . *Disposiciones uniformes concernientes a la aprobación de neumáticos para vehículos comerciales y sus remolques+*

**4.6 Suspensión.** Los vehículos automotores deben disponer de un sistema de suspensión con elementos amortiguadores en todos sus ejes o ruedas, respetando las especificaciones técnicas del diseño original del fabricante.

**4.7 Dirección.** Los vehículos automotores deben disponer de un sistema de dirección asistida, prohibiéndose modificaciones al sistema original provisto por el fabricante, respetándose las especificaciones técnicas del diseño original o cumplir con la Reglamentación Técnica No 79 de la ONU *UNIFORM PROVISIONS CONCERNING THE APPROVAL OF VEHICLES WITH REGARD TO STEERING EQUIPMENT+* . *Disposiciones uniformes concernientes a la aprobación de vehículos en referencia a su equipamiento de dirección+* vigente para el cual fue homologado el modelo en el ó los laboratorio(s) acreditado(s) para certificar el reglamento técnico ONU mencionado.

**4.8 Chasis motorizado.** Para recibir una carrocería, el chasis motorizado debe respetar los diseños originales o limitaciones del fabricante.

**4.8.1** Para la fabricación, ensamblaje o construcción de carrocerías de buses para pasajeros, el chasis motorizado debe ser de diseño original para transporte de pasajeros, sin modificaciones, aditamentos o extensiones.

**4.9 Carrocería.** La carrocería no debe ser modificada sin autorización por escrito del fabricante y el respectivo soporte técnico.

**4.10 Ventilación.** Todo vehículo, con la excepción de las motocicletas, tricimotos y cuadrones, debe disponer de un sistema de ventilación que evite la condensación (empañado) en el parabrisas delantero, posterior y los vidrios laterales delanteros.

**4.11 Vidrios.** Los vidrios que se utilicen en los vehículos deben ser vidrios de seguridad para automotores y deben cumplir con los requisitos establecidos en:

- a) .Reglamento RTE INEN 084 *Vidrios de seguridad para automotores+* cuya norma técnica de referencia es la Norma NTE INEN 1669 *Vidrios de seguridad para automotores. Requisitos+* o,
- b) Reglamentación Técnica No 43 de la ONU *Disposiciones uniformes concernientes a la aprobación de materiales de cristales de seguridad y su instalación en vehículos+* . *UNIFORM PROVISIONS CONCERNING THE APPROVAL OF SAFETY GLAZING MATERIALS AND THEIR INSTALLATION ON VEHICLES+* vigente para el cual fue homologado el modelo en el ó los laboratorio(s) acreditado(s) para certificar el reglamento técnico ONU mencionado.

#### **4.12 Cinturones de seguridad**

**4.12.1** Todo vehículo automotor, excepto las motocicletas y los asientos de los pasajeros de buses urbanos, deben disponer de cinturones de seguridad de acuerdo a la siguiente aplicación:

**4.12.1.1** Cinturón de seguridad de tres puntos en los asientos frontales, laterales y posteriores laterales de todos los vehículos. Será obligatorio para los vehículos en las categorías M1 y N1, deben tener cinturones de 3 puntos en todas las plazas a ser consideradas para su homologación y los correspondientes apoyacabezas bajo las respectivas reglamentaciones técnicas indicadas en este reglamento. Se exceptúan la posición central trasera siempre y cuando el modelo no tenga en ninguna versión mundial el cinturón de tres puntos en la posición central trasera.



**4.12.1.2** Cinturón de seguridad de dos o tres puntos en asientos de base plegable de uso ocasional lateral y tres puntos en filas de asientos plegables posteriores siempre que estos se encuentren en alguna versión homologada bajo normas ONU de ese modelo.

**4.12.1.3** Los cinturones de seguridad para vehículos automotores deben cumplir con lo establecido en la Reglamentación Técnica No. 16 de la ONU *UNIFORM PROVISIONS CONCERNING THE APPROVAL OF: I. SAFETY. BELTS, RESTRAINT SYSTEMS, CHILD RESTRAINT SYSTEMS AND ISOFIX CHILD RESTRAINT SYSTEMS FOR OCCUPANTS OF POWER-DRIVEN VEHICLES II. VEHICLES EQUIPPED WITH SAFETY. BELTS, RESTRAINT SYSTEMS, CHILD RESTRAINT SYSTEMS AND ISOFIX CHILD RESTRAINT SYSTEMS+ .* *Descripciones uniformes relativas a la aprobación de: I. cinturones de seguridad, sistemas de retención, sistemas de retención infantil y sistemas de retención infantil ISOFIX para ocupantes de vehículos de motor. II. Vehículos equipados con cinturones de seguridad, sistemas de retención, sistemas de retención infantil y sistemas de retención infantil ISOFIX+ vigente en su última versión para el cual fue homologado el modelo en el ó los laboratorio(s) acreditado(s) laboratorio acreditado para certificar el reglamento técnico ONU mencionado. Este requisito es obligatorio de acuerdo a las categorías de vehículos que la reglamentación mencionada indica en su texto.*

#### **4.13 Parachoques frontal y posterior**

**4.13.1** Los vehículos automotores, excepto el chasis motorizado y motocicletas, deben disponer de parachoques frontal y posterior, respetando los diseños originales del fabricante. Los tractocamiones dispondrán únicamente del parachoques frontal.

**4.13.2** Se prohíbe el uso de elementos de defensa adicionales a los originales del vehículo (tumba burros, aumentos a parachoques originales, ganchos o bolas, porta remolques no removibles que sobresalgan de la carrocería).

#### **4.14 Barras anti empotramientos posteriores para vehículos pesados**

**4.14.1** Los vehículos automotores de categorías M3, N3, N2 y O deben estar contruidos y/o equipados de manera que ofrezcan protección eficaz al impacto en la parte ancha posterior del vehículo.

**4.15 Protección para impacto frontal y lateral.** Los vehículos automotores deben disponer de protección para impactos frontal y lateral.

**4.15.1** Los vehículos automotores deben cumplir con los requisitos establecidos en la Reglamentación Técnica No. 94 de la ONU *UNIFORM PROVISIONS CONCERNING THE APPROVAL OF VEHICLES WITH REGARD TO THE PROTECTION OF THE OCCUPANTS IN THE EVENT OF A FRONTAL COLLISION+* *Descripciones uniformes sobre la aprobación de los vehículos en lo relativo a la protección de sus ocupantes en caso de colisión frontal+;* vigente en su última versión para el cual fue homologado el modelo en el ó los laboratorio(s) acreditado(s) para certificar el reglamento técnico ONU mencionado. Este requisito afecta a las categorías de vehículos que la reglamentación mencionada indica en su texto.

**4.15.2** Los vehículos automotores deben cumplir con los requisitos establecidos en la Reglamentación Técnica No. 95 de la ONU *Descripciones uniformes sobre la aprobación de los vehículos en lo relativo a la protección de sus ocupantes en caso de colisión lateral+.* *UNIFORM PROVISIONS CONCERNING THE APPROVAL OF VEHICLES WITH REGARD TO THE PROTECTION OF THE OCCUPANTS IN THE EVENT OF A LATERAL COLLISION+;* vigente en su última versión para el cual fue homologado en el modelo en un laboratorio acreditado para certificar el reglamento técnico ONU mencionado. Este requisito afecta a las categorías de vehículos que la reglamentación mencionada indica en su texto.



#### 4.16 Bolsas de aire (AIR BAGS)

**4.16.1** Los vehículos deben incorporar al menos dos bolsas de aire (airbag) frontal y deben cumplir con lo establecido en la Reglamentación Técnica No. 94 de la ONU *UNIFORM PROVISIONS CONCERNING THE APPROVAL OF VEHICLES WITH REGARD TO THE PROTECTION OF THE OCCUPANTS IN THE EVENT OF A FRONTAL COLLISION*. *Rescripciones uniformes sobre la homologación de los vehículos en lo relativo a la protección de sus ocupantes en caso de colisión frontal*, de acuerdo a lo indicado en el Anexo A.

**4.16.2** Para la reposición de las bolsas de aire deben cumplir con lo establecido en la Reglamentación Técnica No. 114 de la ONU *UNIFORM PROVISIONS CONCERNING THE APPROVAL OF: I. AN AIRBAG MODULE FOR A REPLACEMENT AIRBAG SYSTEM; II. A REPLACEMENT STEERING WHEEL EQUIPPED WITH AN AIRBAG MODULE OF AN APPROVED TYPE; III. A REPLACEMENT AIRBAG SYSTEM OTHER THAN THAT INSTALLED IN A STEERING WHEEL*. *Rescripciones uniformes relativas a la aprobación de: I. Un módulo de airbag para un sistema de airbag de recambio, II. Un volante de recambio equipado con un módulo de airbag de un tipo homologado, III. Un sistema de airbag de recambio distinto del instalado en el volante*, vigente en su última versión. Este requisito debe ser homologado por el agente proveedor de las autopartes.

**4.17 Avisador acústico y luminoso de uso de cinturón.** El avisador acústico y luminoso debe ser el original del vehículo y debe cumplir con lo establecido en la Reglamentación Técnica No. 16 de la ONU *UNIFORM PROVISIONS CONCERNING THE APPROVAL OF: I. SAFETY BELTS, RESTRAINT SYSTEMS, CHILD RESTRAINT SYSTEMS AND ISOFIX CHILD RESTRAINT SYSTEMS FOR OCCUPANTS OF POWER-DRIVEN VEHICLES II. VEHICLES EQUIPPED WITH SAFETY BELTS, SAFETY BELTS REMINDER RESTRAINT SYSTEMS, CHILD RESTRAINT SYSTEMS AND ISOFIX CHILD RESTRAINT SYSTEMS*. *Rescripciones uniformes relativas a la aprobación de: I. cinturones de seguridad, Recordatorio de cinturones de seguridad, sistemas de retención, sistemas de retención infantil y sistemas de retención infantil ISOFIX para ocupantes de vehículos de motor. II. La Reglamentación Técnica ISOFIX*, vigente en su última versión para el cual fue homologado el modelo en el o los laboratorio(s) acreditado(s) para certificar el reglamento técnico ONU mencionado. Este requisito afecta a las categorías de vehículos que la reglamentación mencionada indica en su texto.

**4.17.1** El avisador acústico (bocina) debe ser el original del vehículo y se prohíbe la modificación, alteración o el cambio o adaptación por otro avisador acústico que incumpla los requisitos mencionados.

**4.18 Cerraduras con sistema de bloqueo de apertura interior.** Todo vehículo automotor liviano que disponga de puertas posteriores laterales, debe tener en las mismas un sistema de bloqueo de apertura interior independiente del sistema de seguridad convencional, para prevenir la apertura involuntaria de las puertas.

**4.19 Capó.** Para los vehículos automotores que dispongan de capó, estos deben contener un dispositivo manual de seguridad que evite aperturas involuntarias, adicional al control remoto de apertura.

**4.20 Tacógrafo.** Será obligatorio en los vehículos de categoría M3 y N3.

**4.21** Para el cumplimiento de los requisitos establecidos en este capítulo, se podrá aplicar la tabla que se encuentra en el Anexo B.

## 5. ENSAYOS PARA EVALUAR LA CONFORMIDAD

**5.1** Los métodos de ensayo para evaluar la conformidad de los elementos de seguridad indicados en el presente reglamento, serán los establecidos en cada uno de los documentos normativos referenciados en este reglamento.



## 6. DOCUMENTOS DE REFERENCIA

- 6.1** Norma NTE INEN 1155, *Vehículos automotores. Dispositivos para mantener o mejorar la visibilidad*
- 6.2** Norma NT INEN 1669, *Medios de seguridad para automotores. Requisitos*
- 6.3** Norma NTE INEN 2205, *Vehículos automotores. Bus urbano. Requisitos*
- 6.4** Reglamento RTE INEN 011, *Neumáticos*
- 6.5** Norma NTE INEN 2656, *Clasificación vehicular*
- 6.6** Reglamentación Técnica No. 7 de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) . *Disposiciones Relativas Uniformes a la aprobación lámparas frontales y traseras de posición, lámparas de freno y lámparas marcadoras de fin para vehículos motorizados (excepto motocicletas) y trailers*. UNIFORM PROVISIONS CONCERNING THE APPROVAL OF FRONT AND REAR POSITION LAMPS, STOP-LAMPS AND END-OUTLINE MARKER LAMPS FOR MOTOR VEHICLES (EXCEPT MOTOR CYCLES) AND THEIR TRAILERS
- 6.7** Reglamentación Técnica No. 13 de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) . *Disposiciones uniformes sobre la aprobación de vehículos de las categorías M, N y O con relación al frenado*. UNIFORM PROVISIONS CONCERNING THE APPROVAL OF VEHICLES OF CATEGORIES M, N AND O WITH REGARD TO BRAKING
- 6.8** Reglamentación Técnica No. 13-H de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) . *Disposiciones uniformes relativas a la aprobación de los vehículos automóviles de pasajeros en lo relativo al frenado*. UNIFORM PROVISIONS CONCERNING THE APPROVAL OF PASSENGER CARS WITH REGARD TO BRAKING
- 6.9** Reglamentación Técnica No. 14 de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) . *Descripciones uniformes relativas a la aprobación de los vehículos en lo que concierne a los anclajes de los cinturones de seguridad, los sistemas de anclajes ISOFIX y los anclajes superiores ISOFIX*. UNIFORM PROVISIONS CONCERNING THE APPROVAL OF VEHICLES WITH REGARD TO SAFETY. BELT ANCHORAGES, ISOFIX ANCHORAGES SYSTEMS AND ISOFIX TOP TETHER ANCHORAGES
- 6.10** Reglamentación Técnica No. 16 de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) . *Prescripciones uniformes relativas a la aprobación de: I. Cinturones de seguridad, sistemas de retención, sistemas de retención infantil y sistemas de retención infantil ISOFIX para ocupantes de vehículos de motor, II. Vehículos equipados con cinturones de seguridad, sistema de alerta de olvido del cinturón, sistemas de retención, sistemas de retención infantil y sistemas de retención infantil ISOFIX* . UNIFORM PROVISIONS CONCERNING THE APPROVAL OF: I. SAFETY-BELTS, RESTRAINT SYSTEMS, CHILD RESTRAINT SYSTEMS AND ISOFIX CHILD RESTRAINT SYSTEMS FOR OCCUPANTS OF POWER-DRIVEN VEHICLES, II. VEHICLES EQUIPPED WITH SAFETY-BELTS, RESTRAINT SYSTEMS, CHILD RESTRAINT SYSTEMS AND ISOFIX CHILD RESTRAINT SYSTEMS
- 6.11** Reglamentación Técnica No. 17 de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) - *Prescripciones uniformes sobre la aprobación de vehículos en lo que concierne a los asientos, a sus anclajes y a los apoyacabezas* - UNIFORM PROVISIONS CONCERNING THE APPROVAL OF VEHICLES WITH REGARD TO THE SEATS, THEIR ANCHORAGES AND ANY HEAD RESTRAINTS
- 6.12** Reglamentación Técnica No. 25 de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) . *Disposiciones uniformes relativas a la aprobación de apoyacabezas (reposacabezas), incorporados o no en asientos de vehículos* . UNIFORM PROVISIONS CONCERNING THE



APPROVAL OF HEAD RESTRAINTS (HEADRESTS), WHETHER OR NOT INCORPORATED IN VEHICLE SEATS%

**6.13** Reglamentación Técnica No 30 de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) *%Disposiciones uniformes concernientes a la aprobación de neumáticos para vehículos motorizados y sus trailers+ . %UNIFORM PROVISIONS CONCERNING THE APPROVAL OF PNEUMATIC TYRES FOR MOTOR VEHICLES AND THEIR TRAILERS*

**6.14** Reglamentación Técnica No 43 de la ONU *%Disposiciones uniformes concernientes a la aprobación de materiales de cristales de seguridad y su instalación en vehículos+ . %UNIFORM PROVISIONS CONCERNING THE APPROVAL OF SAFETY GLAZIG MATERIALS AND THEIR INSTALLATION ON VEHICLES+*

**6.15** Reglamentación Técnica No. 44 de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) - *Prescripciones uniformes relativas a la aprobación de dispositivos de retención de niños ocupantes de vehículos de motor («sistemas de retención infantil») . %UNIFORM PROVISIONS CONCERNING THE APPROVAL OF RESTRAINING DEVICES FOR CHILD OCCUPANTS OF POWER. DRIVEN VEHICLES ("CHILD RESTRAINT SYSTEM").*

**6.16** Reglamentación Técnica No. 48 de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) *%Disposiciones Relativas Uniformes a la aprobación de vehículos en los referente a iluminación y dispositivos de señalización luminosa+ . %UNIFORM PROVISIONS CONCERNING THE APPROVAL OF VEHICLES WITH REGARD TO LIGHTNING AND LIGHT SIGNALING DEVICES+*

**6.17** Reglamentación Técnica No 54 de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) *%Disposiciones uniformes concernientes a la aprobación de neumáticos para vehículos comerciales y sus trailers+ - %UNIFORM PROVISIONS CONCERNING THE APPROVAL OF PNEUMATIC TYRES FOR COMMERCIAL VEHICLES AND THEIR TRAILERS.*

**6.18** Reglamentación Técnica No. 79 de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) *%Disposiciones uniformes concernientes a la aprobación de vehículos en referencia a su equipamiento de dirección+ . %UNIFORM PROVISIONS CONCERNING THE APPROVAL OF VEHICLES WITH REGARD TO STEERING EQUIPMENT.*

**6.19** Reglamentación Técnica No. 80 de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) - *Prescripciones uniformes relativas a la aprobación de asientos de vehículos de grandes dimensiones para el transporte de pasajeros y de estos vehículos por lo que respecta a la resistencia de los asientos y de sus anclajes . %UNIFORM PROVISIONS CONCERNING THE APPROVAL OF SEATS OF LARGE PASSENGER VEHICLES AND OF THESE VEHICLES WITH REGARD TO THE STRENGTH OF THE SEATS AND THEIR ANCHORAGES+*

**6.20** Reglamentación Técnica No. 89 de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) - *Prescripciones uniformes para la aprobación de: I. Vehículos, por lo que se refiere a la limitación de su velocidad máxima o a su función ajustable de limitación de velocidad II. Vehículos, por lo que se refiere a la instalación de un dispositivo de limitación de velocidad (DLV) o un dispositivo ajustable de limitación de velocidad (DALV) de un tipo homologado III. Dispositivo de limitación de velocidad (DLV) y dispositivo ajustable de limitación de velocidad (DALV) . %UNIFORM PROVISIONS CONCERNING THE APPROVAL OF: I. VEHICLES WITH REGARD TO LIMITATION OF THEIR MAXIMUM SPEED; II. VEHICLES WITH REGARD TO INSTALATION OF A SPEED LIMITATION DEVICE (SLD) OF AN APPROVED TYPE; III SPEED LIMITATION DEVICES+*

**6.21** Reglamentación Técnica No. 94 de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) - *Prescripciones uniformes sobre la aprobación de los vehículos en lo relativo a la protección de sus ocupantes en caso de colisión frontal . %UNIFORM PROVISIONS CONCERNING THE APPROVAL OF VEHICLES WITH REGARD TO THE PROTECTION OF THE OCCUPANTS IN THE EVENT OF A FRONTAL COLLISION+*



**6.22** Reglamentación Técnica No. 95 de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) . *Prescripciones uniformes sobre la aprobación de los vehículos en lo relativo a la protección de sus ocupantes en caso de colisión lateral* . **UNIFORM PROVISIONS CONCERNING THE APPROVAL OF VEHICLES WITH REGARD TO THE PROTECTION OF THE OCCUPANTS IN THE EVENT OF A LATERAL COLLISION+**

**6.23** Reglamentación Técnica No. 127 de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) . *Disposiciones uniformes sobre la aprobación de los vehículos automóviles de pasajeros en lo relativo al desempeño de seguridad de peatones*+. **UNIFORM PROVISIONS CONCERNING THE APPROVAL OF MOTOR VEHICLES WITH REGARD TO THEIR PEDESTRIAN SAFETY PERFORMANCE+**

**6.24** Reglamentación Técnica No. 129 de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) . *Sistemas de Retención Infantil Mejorados*+. **ENHANCED CHILD RESTRAINT SYSTEMS (ECRS)**.

**6.25** Regulación técnica GTR7 Acuerdo concerniente al establecimiento de regulaciones técnicas globales para vehículos con ruedas, equipo y partes que pueden ser instalados y/o usados en vehículos con ruedas . (ECE/TRANS/132 y Corr.1) Hecho en Ginebra el 25 de Junio de 1998 . Regulación Técnica Global No.7 . Apoya Cabezas (Establecido en el Registro Global el 13 de Marzo de 2008) . **HEADRESTRAINTS**.

**6.26** Regulación técnica GTR8 Acuerdo concerniente al establecimiento de regulaciones técnicas globales para vehículos con ruedas, equipo y partes que pueden ser instalados y/o usados en vehículos con ruedas . (ECE/TRANS/132 y Corr.1) Hecho en Ginebra el 25 de Junio de 1998 . Regulación Técnica Global No.8 Sistemas de Control Electrónico de Estabilidad (Establecido en el Registro Global el 26 de Junio de 2008) . **ELECTRONIC STABILITY CONTROL SYSTEMS+**

**6.27** Regulación técnica GTR9 Acuerdo concerniente al establecimiento de regulaciones técnicas globales para vehículos con ruedas, equipo y partes que pueden ser instalados y/o usados en vehículos con ruedas . (ECE/TRANS/132 y Corr.1) Hecho en Ginebra el 25 de Junio de 1998 . Regulación Técnica Global No. 9 Seguridad de Peatones (Establecido en el Registro Global el 12 de Noviembre de 2008) . **PEDESTRIAN SAFETY+**

## 7. PROCEDIMIENTO PARA LA EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD

**7.1** La demostración de la conformidad con el presente reglamento técnico se debe realizar a cada nuevo vehículo o lote de vehículos que ingrese al mercado ecuatoriano, mediante la presentación de los siguientes documentos:

- a)** Aprobación de tipo *type approval*+o carta de cumplimiento de los requisitos señalados en el presente reglamento por parte de un organismo reconocido por la ONU; o,
- b)** Certificado de evaluación de la conformidad emitido por un organismo de evaluación de la conformidad acreditado o reconocido por el SAE o designado por el MIPRO; o,
- c)** Informes de ensayo de laboratorio reconocidos por la ONU, respecto a cualquiera de las normas referenciadas en el anexo B del presente reglamento técnico; o,
- d)** Informes de ensayo del laboratorio emitidos por organismos de la evaluación de la conformidad acreditado o reconocido por el SAE o designado por el MIPRO respecto a cualquiera de las normas referenciadas en el anexo B del presente reglamento técnico.

A partir del 01 de enero de 2017 se debe presentar para la normativa de las Naciones Unidas el *type approval*, y para las normas que se detallan en el Anexo B el informe de ensayos vigente y el certificado de producción vigente (COP).



Los documentos mencionados en el párrafo anterior, serán verificados y revisados por un organismo de evaluación de la conformidad acreditado o reconocido por el SAE o designado por el MIPRO quien emitirá el certificado de inspección de cumplimiento del presente reglamento.

## 8. AUTORIDAD DE VIGILANCIA Y CONTROL

**8.1** La Agencia Nacional de Regulación y Control de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial (ANRCTTTSV), como institución encargada de la regulación y control del transporte terrestre a nivel nacional, es la autoridad competente para otorgar el certificado único de homologación vehicular, documento suficiente para certificar el cumplimiento del presente Reglamento y que deberá ser presentado previo a la importación de vehículos automotores sujetos al mismo; efectuará además las labores de vigilancia y control del cumplimiento con el presente reglamento y conjuntamente con SENA, realizarán la supervisión previa al ingreso de los vehículos al mercado ecuatoriano. Son autoridades de vigilancia de mercado, la ANRCTTTSV, MIPRO, SENA y aquellas que conforman el sistema nacional de la calidad, quienes realizarán de manera coordinada controles de los requisitos contemplados en el presente reglamento técnico, mediante verificación de documentos y si procede, constataciones físicas y de laboratorio en muestras adecuadas, tomadas según los procedimientos establecidos por las mismas.

El Servicio de Aduanas del Ecuador SENA, será el organismo encargado de efectuar el control de los vehículos importados sujetos a las disposiciones del presente reglamento.

La autoridad competente se reserva el derecho de requerir un ensayo en cualquier laboratorio acreditado o designado para el test de determinada norma según la misma lo determine, en cualquier momento a cuenta y a cargo del fabricante o importador del producto en casos de características particulares o irregulares. El fin es demostrar la conformidad con la norma o reglamento de la línea de producción.

Las autoridades de vigilancia del mercado ejercerán sus funciones de manera independiente, imparcial y objetiva, y dentro del ámbito de sus competencias, en la medida necesaria para proteger los intereses de los consumidores o usuarios en el país.

## 9. RÉGIMEN DE SANCIONES

**9.1** Los importadores, fabricantes, ensambladores y carroceros nacionales de vehículos automotores que incumplan con lo establecido en el presente reglamento técnico, se sujetarán a las sanciones previstas en la Ley Orgánica de Transporte Terrestre de, Tránsito y Seguridad Vial; Ley del Sistema Ecuatoriano de la Calidad art. 53 y el artículo 56 y demás leyes vigentes; además, las autoridades de control deberán solicitar a los organismos competentes el decomiso de los productos que no cumplan con los requisitos determinados en el presente reglamento.

## 10. RESPONSABILIDAD DE LOS ORGANISMOS DE EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD

**10.1** Los organismos de evaluación de la conformidad que hayan emitido certificados o informes de conformidad erróneos, o, que hayan adulterado deliberadamente los datos de los resultados o de los certificados, tendrán responsabilidad administrativa, civil y penal, de acuerdo con lo establecido en la Ley del Sistema Ecuatoriano de la Calidad y demás leyes vigentes.

## 11. REVISIÓN Y ACTUALIZACIÓN DEL REGLAMENTO TÉCNICO

**11.1.** Con el fin de mantener actualizadas las disposiciones de este reglamento técnico, el Servicio Ecuatoriano de Normalización, INEN, someterá su texto a un proceso de revisión y actualización de los contenidos en un plazo no menor a 5 años, contados a partir de la fecha de su emisión para incorporar más elementos de seguridad o requisitos adicionales para la protección de la salud, la



vida y el ambiente, de conformidad con lo establecido en la Ley No. 2007-76 del Sistema Ecuatoriano de la Calidad.

**ARTICULO 2.-** Disponer al Servicio Ecuatoriano de Normalización, INEN, que de conformidad con el Acuerdo Ministerial No. 11256 del 15 de julio de 2011, publicado en el Registro Oficial No. 499 del 26 de julio de 2011, publique la **CUARTA REVISIÓN** del reglamento técnico ecuatoriano **RTE INEN 034 Elementos mínimos de seguridad para vehículos automotores** en la página Web de esa institución.

## DISPOSICIONES GENERALES

**PRIMERA:** En todo lo no previsto en el presente Reglamento, se dará plena observancia a las disposiciones contenidas en la Ley Orgánica de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial, su Reglamento General, reglamentos específicos aplicativos y la Ley del Sistema Ecuatoriano de la Calidad.

**SEGUNDA:** La observancia y control de los elementos de seguridad contenidos en el presente Reglamento Técnico es obligatorio a partir de los años modelos establecidos, el mismo que se efectuará previo el ingreso de las unidades o CKD al territorio nacional.

**TERCERA:** Los documentos normativos a los que se remite el presente reglamento y su anexo B, los mismos que no incluyen auto certificaciones, serán de carácter obligatorio. Se entiende que se exceptúa lo dispuesto en la Segunda Transitoria. Las modificaciones posteriores que amplíen los requisitos mínimos de seguridad para los vehículos, se entenderán exigibles en forma automática a partir de la modificación de dichos documentos normativos sin que sea necesario reformar el presente reglamento a no ser que se presenten objeciones fundamentadas. En ese caso el Estado se reserva el derecho de establecer el plazo de extensión para admitir versiones anteriores.

**CUARTA:** Los vehículos (CBU y CKD) embarcados a partir del 04 de abril de 2015 hasta el 05 de octubre de 2016, deberán demostrar que cuentan con los elementos de seguridad dispuestos en el presente Reglamento Técnico, a través de la presentación de una declaración emitida por el fabricante en la que se constate la existencia de los elementos que para la fecha se requieran incorporar, este documento será debidamente legalizado en el país de origen (apostiillado o consularizado, según sea el caso) y vendrá acompañado del conocimiento del embarque (bill of landing-B/L), documento que evidencia la fecha de embarque.

## DISPOSICIONES TRANSITORIAS

**PRIMERA:** La verificación documental de los reportes de ensayos emitidos por los laboratorios acreditados por la ONU, se efectuará hasta el 05 de octubre de 2016. Sin perjuicio de aquello, la incorporación de los elementos mínimos de seguridad es obligatoria para los vehículos automotores conforme lo dispuesto en el numeral 11.3 de este Reglamento.

Durante el período de transición, la Agencia Nacional de Regulación y Control de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial, conjuntamente con los organismos designados dentro del ámbito de su competencia, verificará la existencia de los elementos mínimos de seguridad exigibles para cada año modelo y emitirá el certificado único de homologación que así lo valide, de forma previa a la importación del vehículo o lote de vehículo.

**SEGUNDA:** Hasta que se implemente un organismo de evaluación de la conformidad acreditado o reconocido por el SAE o designado por el MIPRO, el INEN tendrá la competencia para emitir dicho certificado de inspección.

**TERCERA:** Los vehículos automotores de las categorías M2 y M3 no deberán cumplir las disposiciones del presente reglamento para los siguientes elementos:





**4.2.1** Asientos y sus anclajes

**4.3.3** Frenos

**4.12** Cinturones de seguridad

Para dichos elementos el cumplimiento se podrá verificar a través de la presentación de una declaración emitida por el fabricante nacional, y para los vehículos automotores importados este documento será debidamente legalizado en el país de origen (apostillado o consularizado según sea el caso) y, vendrá acompañado del conocimiento del embarque (bill of landing-B/L), documento que evidencia la fecha de embarque, hasta que existan organismos de evaluación de la conformidad en el país.

Las empresas que presenten autodeclaración deberán acompañarla con un certificado de un sistema de gestión de calidad implementado. Este certificado se debe presentar a partir del 01 de mayo de 2017.

**ARTICULO 3.**– El presente Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 034 (Cuarta Revisión) reemplaza al RTE INEN 034:2014 (Tercera Revisión) y sus Modificatorias (Modificatoria 1:2015, Modificatoria 2:2015 y Modificatoria 3:2016) y, entrará en vigencia a partir desde la fecha de su suscripción, sin perjuicio de la publicación en el Registro Oficial, con excepción de aquellos elementos de seguridad cuya entrada en vigencia se sujeten a los años modelo expresamente establecidos.

Dado en la ciudad de Quito, Distrito Metropolitano, a 2016-09-15.

**Mgs. Ana Elizabeth Cox Vásconez**  
**SUBSECRETARIA DEL SISTEMA DE LA CALIDAD DE LA PRODUCTIVIDAD**

















		Ambito de aplicación de un Reglamento																			
		Norma INEN Y/O UN o GTR	Motonetas, motocicletas, triciclos, cuadrones.							transporte de pasajero y su equipaje			transporte de bienes			Trailer para transporte de bienes				Tractores con ruedas	
			L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	M1	M2	M3	N1	N2	N3	O1	O2	O3	O4	T	
6	Suspensión	Suspensión: los vehículos automotores deben disponer de un sistema de suspensión con elementos amortiguadores en todos sus ejes o ruedas, no se admiten las modificaciones a las suspensiones originales que se provean en el vehículo.																			
7	Dirección	Los vehículos automotores deben disponer de un sistema de dirección asistida, prohibiéndose modificaciones al sistema original provisto por el fabricante.																			
		ONU. Disposiciones uniformes concernientes a la aprobación de vehículos en referencia a su equipamiento de dirección.	UN 79																		
8	Vidrios	Vidrios de seguridad para automotores. Requisitos.	RTE INEN 084																		
		ONU.- Disposiciones uniformes concernientes a la aprobación de materiales de cristales de seguridad y su instalación en vehículos	UN 43																		
9	Cinturones de seguridad	Cinturón de seguridad de tres puntos en todas las plazas de todos los vehículos.																			
		ONU. Prescripciones uniformes relativas a la aprobación de cinturones de seguridad, sistemas de retención, sistemas de retención infantil y sistemas de retención infantil ISOFIX para ocupantes de vehículos de motor	UN 16																		
		ONU. Prescripción uniformes relativas a la aprobación de: sistemas de retención infantil y sistemas de retención infantil ISOFIX	UN 16																		
10	Parachoques frontal y posterior	ONU. Seguridad de peatones	GTR 9																		
		ONU. Disposiciones uniformes sobre la aprobación de vehículos automóviles en lo relativo al desempeño de seguridad de peatones.	UN 127																		
11	Protección para impacto frontal y lateral	ONU. Prescripciones uniformes sobre la aprobación de los vehículos en lo relativo a la protección de sus ocupantes en caso de colisión frontal.	UN 94																		
		ONU. Prescripciones uniformes sobre la aprobación de los vehículos en lo relativo a la protección de sus ocupantes en caso de colisión lateral.	UN 95																		
12	Bolsas de aire (AIR BAGS)	ONU. Prescripciones uniformes sobre la aprobación de los vehículos en lo relativo a la protección de sus ocupantes en caso de colisión frontal.	UN 94																		
		ONU. Prescripciones uniformes relativas a la aprobación de: I. Un módulo de aribag para un sistema de airbag de recambio. II. Un volante de recambio equipado con un módulo del airbag de un tipo homologado. III. Un sistema de airbag de recambio distinto del instalado en el volante	UN 114	No para nuevas aprobaciones de tipo, sólo para piezas de recambio																	
13	Avisador acústico de uso de cinturón	Avisador acústico de uso de cinturón. ONU.- Prescripciones uniformes relativas a la aprobación de: Recordatorio de cinturones de seguridad	UN 16																		
14	Tacógrafo	<b>2016-028</b>  Tacógrafo																			

ANEXO B

N°	ELEMENTO	UN	NTE INEN / RTE INEN	FMVSS EEUU	CHINA (GB)	AUSTRALIANA (ADR)	COREA (KMVSS)	JIS (JIS)
4.1.2	Iluminación y dispositivos de señalización luminosa	UN 48	NTE INEN 1155	108	4599-1994, 5920-1999, 4875	13/00	38,106-1	-
		UN 7						
4.2.1.2	Apoyacabezas incorporados o no al asiento	UN 25	NTE INEN 2707	202	11550-1995	22/00	99	-
4.2.1.2	Apoyacabezas	GTR 7	NTE INEN 2707	202	-	-	99	22(4-J034R025-01)
4.2.1.3	Asientos, sus Anclajes y Apoyacabezas	UN 17	-	207 - 210	15083/2006 13057/2003	03/03	97	22-J03-01
4.2.1.3	Asientos de Vehículos Grandes de Pasajeros, su Resistencia y Anclajes	UN 80	NTE INEN 2708					22-J03-01
4.2.1.4	Anclajes de Cinturones de Seguridad y de Sistemas ISOFIX	UN 14	NTE INEN 2704	210	14167	05/05	103-2,27-2	22(5)-J035-01
4.2.1.4	Anclajes ISOFIX	UN 14	NTE INEN 2704	210				
4.3.2	Sistemas de Frenos para Vehículos Livianos de Pasajeros	UN 13H	-	105- 121-135	21670	31/02	90,4	12-J012R013H-01
4.3.3	Frenos ABS	UN 13H	-					
4.3.4	Sistemas de Frenos para Vehículos de Pasajeros Medianos y Pesados y Vehículos de Carga M, N yO	UN 13	-	105-121	12676-1999	35-00		
4.4.1	Sistemas Electrónicos de Control de Estabilidad	GTR8	-	126	21670	31/02		
4.4.1	Sistemas de Frenos para Vehículos Livianos de Pasajeros	UN 13H	-	126			-	-
4.5	NEUMÁTICOS	UN 30	RTE INEN 11	109 -139	9743-1997, 9744-1997, T2977-1997	23/02	-	-
4.5	NEUMÁTICOS	UN 54	RTE INEN 11	119				-
4.7	Dirección (Deben tener dirección asistida cumplir la UN es opcional)	UN 79	RTE INEN 179	126	17675-1999	-	-	-
4.11	Vidrios	UN 43	RTE INEN 84	205	9656-2003	08/01	-	29-J037
4.12.1.3	Cinturones de Seguridad y Sistemas de Retención Infantil	UN 16	NTE INEN 2675	209,21	14166	04/04	-	-
4.15.1	Protección para Colisión Frontal	UN 94	NTE INEN 2713	204,208	11551-2003, T20913	73/00 69/00	102	-
4.15.2	Protección para Colisión Lateral	UN 95	-	214	20071-2006	72/00	102	-
4.16	BOLSAS DE AIRE (2 AIRBAGS FRONTALES MÍNIMO)	UN 94	NTE INEN 2713	208	11557	73/00	102	-
4.17	AVISADOR ACUSTICO Y LUMINOSO DE USO DE CINTURÓN	UN 16	NTE INEN 2675	209, 210,125	18209.1-2000	04/04	-	22(3-J033-01)



ANEXO C.1

Item	Artículo	Descripción	NTE INEN / RTE INEN		Regulación ECE		Regulación FMVSS (USA)		Regulación ADR (Australia)	
	4.1.1	Lighting	NTE INEN 1155	Vehículos automotores. Dispositivos para mantener o mejorar la visibilidad	ECE48 + ECE7	Disposiciones Relativas Uniformes a la aprobación de vehículos en los referente a iluminación y dispositivos de señalización luminosa+	FMVSS 108	LAMPS, REFLECTIVE DEVICES, AND ASSOCIATED EQUIPMENT	ADR 13/00	Australian Design Rule 13/00 . Installation of Lighting and Light Signalling Devices on other than L-Group Vehicles
	4.1.2	Third stop lamp	NTE INEN 1155	Vehículos automotores. Dispositivos para mantener o mejorar la visibilidad	ECE48 + ECE7	Disposiciones Relativas Uniformes a la aprobación de vehículos en los referente a iluminación y dispositivos de señalización luminosa+	FMVSS 108	LAMPS, REFLECTIVE DEVICES, AND ASSOCIATED EQUIPMENT	ADR 13/00	Australian Design Rule 13/00 – Installation of Lighting and Light Signalling Devices on other than L-Group Vehicles
	4.2.1.1	Head restraints	NTE INEN 2707	Vehículos automotores. Apoyacabezas (reposacabezas), incorporados o no en asientos de vehículos. Requisitos y método de ensayo	No Espec.	Disposiciones Relativas Uniformes a la aprobación de apoya cabezas (reposacabezas), incorporados o no en asientos de vehículos	FMVSS 202	HEAD RESTRAINTS	ADR 22/00	Australian Design Rule 22/00 Head Restraints
	4.2.1.2	Head restraints	NTE INEN 2707	Vehículos automotores. Apoyacabezas (reposacabezas), incorporados o no en asientos de vehículos. Requisitos y método de ensayo	ECE R25/GTR7	Disposiciones Relativas Uniformes a la aprobación de apoya cabezas (reposacabezas), incorporados o no en asientos de vehículos	FMVSS 202	HEAD RESTRAINTS	ADR 22/00	Australian Design Rule 22/00 Head Restraints
	4.2.1.3	Seats anchorage	NTE INEN 2708	Vehículos automotores. Asientos de vehículos de grandes dimensiones para el transporte de pasajeros. Resistencia de los asientos y de sus anclajes. Requisitos y método de ensayo	ECE R17	Prescripciones uniformes sobre la aprobación de vehículos en lo que concierne a los asientos, a sus anclajes y a los apoya cabezas	FMVSS 207	SEATING SYSTEMS	ADR 03/03	Australian Design Rule 3/03 Seats and Seat Anchorages
	4.2.1.4	Seatbelt anchorage and ISOFIX & Top tether	NTE INEN 2704	Vehículos automotores. Anclajes del cinturón de seguridad para vehículos	ECE R14	Prescripciones Uniformes relativas a la aprobación de los vehículos en lo que concierne a los anclajes de los cinturones de seguridad, anclajes ISOFIX y los anclajes superiores ISOFIX	FMVSS 225	CHILD RESTRAINT ANCHORAGE SYSTEMS	ADR 05/05	Australian Design Rule 5/05 Anchorages for Seatbelts
	4.3.3	Anti-block braking system	No Espec.	No Espec.	ECE R13H	Disposiciones uniformes sobre la aprobación de los vehículos automóviles de pasajeros en lo relativo al frenado	FMVSS 105/121 / 135	HYDRAULIC AND ELECTRIC BRAKE SYSTEMS / AIR BRAKE SYSTEMS	ADR 31/02	Australian Design Rule 31/02 Brake Systems for Passenger Cars
	4.3.4	Braking system	FMVSS 105/121	HYDRAULIC AND ELECTRIC BRAKE SYSTEMS / AIR BRAKE SYSTEMS	ADR 35/00	Australian Design Rule 35/00 – Commercial Vehicle Brake Systems	12-J012R013H-01	Brake System		
	4.4.1	Electronic stability control	NTE INEN 2704	Vehículos automotores. Anclajes del cinturón de seguridad para vehículos	ECE R13H and GTR8	Disposiciones uniformes sobre la aprobación de los vehículos automóviles de pasajeros en lo relativo al frenado	FMVSS 126	ELECTRONIC STABILITY CONTROL SYSTEMS FOR LIGHT VEHICLES	ADR 31/02 (ESC)	Australian Design Rule 31/02 Brake Systems for Passenger Cars
	4.5	Tire for private cars	RTE INEN 011	Neumáticos	ECE 30 / ECE 54	Disposiciones uniformes concernientes a la aprobación de neumáticos para vehículos motorizados y sus remolques	FMVSS 109	NEW PNEUMATIC AND CERTAIN SPECIALTY TIRES	ADR 23/02	Australian Design Rule 23/02 Passenger Car Tires
	4.6	Suspention	No Espec.	No Espec.	No Espec.	No Espec.	No Espec.	No Espec.	No Espec.	No Espec.
	4.7	Power steering	No Espec.	No Espec.	No Espec.	No Espec.	No Espec.	No Espec.	No Espec.	No Espec.















ANEXO C.2

Item	Artículo	Descripción	NTE INEN / RTE INEN		Regulación ECE		Regulación FMVSS (USA)		Regulación ADR (Australia)	
	4.8	Chassis	No Espec.	No Espec.	No Espec.	No Espec.	No Espec.	No Espec.	No Espec.	No Espec.
	4.9	Body	No Espec.	No Espec.	No Espec.	No Espec.	No Espec.	No Espec.	No Espec.	No Espec.
	4.10	Ventilation system	No Espec.	No Espec.	No Espec.	No Espec.	No Espec.	No Espec.	No Espec.	No Espec.
	4.11	Window glass	RTE INEN 084	Vidrios de seguridad para vehículos automotores	ECE R43	Disposiciones uniformes concernientes a la aprobación de materiales de cristales de seguridad y su instalación en vehículos	FMVSS 205	Glazing Materials	ADR 08/01	Australian Design Rule 8/01 . Safety Glazing Material
	4.12.1.3	Seatbelt compliance	NTE INEN 2675	Cinturones de seguridad. Requisitos e inspección	ECE R16	Prescripciones uniformes relativas a la aprobación de: I. cinturones de seguridad, sistemas de retención, sistemas de retención infantil y sistemas de retención infantil ISOFIX para ocupantes de vehículos de motor. II. Vehículos equipados con cinturones de seguridad, sistemas de retención, sistemas de retención infantil y sistemas de retención infantil ISOFIX	FMVSS 209/210	SEAT BELT ASSEMBLIES / SEAT BELT ASSEMBLY ANCHORAGES	ADR 04/04	Australian Design Rule 4/04 Seatbelts
	4.13.1	Bumper	No Espec.	No Espec.	No Espec.	No Espec.	No Espec.	No Espec.	No Espec.	No Espec.
	4.13.2	Prohibition of additional protection components	No Espec.	No Espec.	No Espec.	No Espec.	No Espec.	No Espec.	No Espec.	No Espec.
	4.15.1	Front impact protection	NTE INEN 2713	Vehículos automotores. Protección de sus ocupantes en choque frontal. Requisitos y método de ensayo	ECE R94	Prescripciones uniformes sobre la aprobación de los vehículos en lo relativo a la protección de sus ocupantes en caso de colisión frontal	FMVSS 208	OCCUPANT CRASH PROTECTION	ADR 73/00 ADR 69/00	Australian Design Rule 73/00 Offset Frontal Impact Occupant Protection, o, Australian Design Rule 69/00 - Full Frontal Impact Occupant Protection
	4.15.2	Side impact protection	No Espec.	No Espec.	ECE R95	Prescripciones uniformes sobre la aprobación de los vehículos en lo relativo a la protección de sus ocupantes en caso de colisión lateral	FMVSS 214	SIDE IMPACT PROTECTION	ADR 72/00	Australian Design Rule 72/00 Dynamic Side Impact Occupant Protection
	4.16.1	Airbags	NTE INEN 2713	Vehículos automotores. Protección de sus ocupantes en choque frontal. Requisitos y método de ensayo	ECE R94	Prescripciones uniformes sobre la homologación de los vehículos en lo relativo a la protección de sus ocupantes en caso de colisión frontal	FMVSS 208	OCCUPANT CRASH PROTECTION	ADR 73/00	Australian Design Rule 73/00 Offset Frontal Impact Occupant Protection
	4.17	Seatbelt warning device	NTE INEN 2675	Cinturones de seguridad. Requisitos e inspección	ECE R16	Prescripciones uniformes relativas a la aprobación de: I. cinturones de seguridad, sistemas de retención, sistemas de retención infantil y sistemas de retención infantil ISOFIX para ocupantes de vehículos de motor. II. Vehículos equipados con cinturones de seguridad, sistemas de retención, sistemas de retención infantil y sistemas de retención infantil ISOFIX	FMVSS 125	WARNING DEVICES	ADR 04/04	Australian Design Rule 4/04 Seatbelts
	4.17.1	Horn	No Espec.	No Espec.	No Espec.	No Espec.	No Espec.	No Espec.	No Espec.	No Espec.
	4.18	Inside door locking system	No Espec.	No Espec.	No Espec.	No Espec.	No Espec.	No Espec.	No Espec.	No Espec.
	4.19	Hood lock	No Espec.	No Espec.	No Espec.	No Espec.	No Espec.	No Espec.	No Espec.	No Espec.



ANEXO C.3

Item	Artículo	Descripción	Regulación JIS (Japan)		Regulación GB (China)		Regulación KMVSS (Corea)	
	4.1.1	Lighting	Article 32 Attachment 52, TRIAS 32-J052R048-02	Test for Installation of Lamps, Reflex Reflectors and Direction Indicator Lamps	GB5920 + GB4875	Prescription for installation of the external lighting and light-signalling devices for motor vehicles and their trailers	38 - 49	Lighting and Light-signaling devices
	4.1.2	Third stop lamp	37(3-J066R077-01)	Rear Position Lamps	GB5920 + GB4875	Prescription for installation of the external lighting and light-signalling devices for motor vehicles and their trailers	38 - 49	Lighting and Light-signaling devices
	4.2.1.1	Head restraints	Article 22-4 Attachment34, TRIAS 22(4)-J034R025-01, TRIAS 22(4)-T027-01	Head Restraints	No Espec.	No Espec.	99	Head Restraints
	4.2.1.2	Head restraints	22(4)-J034R025-01)	Child Restraints	GB11550	Strength requirement and test of automobile seats head restraints	99	Head Restraints
	4.2.1.3	Seats anchorage	22-J03-01	Seats	GB15083	Strength requirement and test method of automobile seats, their anchorage and any head restraints	24	Seats and Seat dimension
	4.2.1.4	Seatbelt anchorage and ISOFIX & Top tether	22(5) J035 01	Seat Belts	GB14167	Strength requirement and test method of automobile seats, their anchorage and any head restraints	27	ISOFIX & Child seat anchorage system
	4.3.3	Anti-block braking system	12-J012R013H-01	Brake System	GB21670	Technical Requirements and Testing Methods for Passenger Car Braking Systems	15-2 / 90-2	Brake System (including BAS)
	4.3.4	Braking system						
	4.4.1	Electronic stability control	12-J012R013H-01	Brake System	GB21670	Technical Requirements and Testing Methods for Passenger Car Braking Systems	15-2 / 90-2	Brake System (including BAS)
	4.5	Tire for private cars	Article 09 TRIAS 09-J002-01, TRIAS 09-J003R030- 01, TRIAS 09- J004R054-01	Running System (Wheels & Tires)	GB 9743 / GB 9744	Passenger Car Tires / Truck Tire	12 / 88-2	Tires and Pneumatic Tires
	4.6	Suspension	No Espec.	No Espec.	No Espec.	No Espec.	No Espec.	No Espec.
	4.7	Power steering	No Espec.	No Espec.	No Espec.	No Espec.	No Espec.	No Espec.



ANEXO C.4

Item	Artículo	Descripción	Regulación JIS (Japan)		Regulación GB (China)		Regulación KMVSS (Corea)	
	4.8	Chassis	No Espec.	No Espec.	No Espec.	No Espec.	No Espec.	No Espec.
	4.9	Body	No Espec.	No Espec.	No Espec.	No Espec.	No Espec.	No Espec.
	4.10	Ventilation system	No Espec.	No Espec.	No Espec.	No Espec.	No Espec.	No Espec.
	4.11	Window glass	29-J037	Window glass	GB9656	Safety Glazing Material for Road Vehicles	34 / 105	Window Glass
	4.12.1.3	Seatbelt compliance	Article 22-3 TRIAS 22(3)-R014-01, TRIAS 22(3)-R016(1)-01, TRIAS 22(3)-R016(2)-01	Seat Belts	GB14166	Safety-Belts, Restraint Systems, Child Restraint Systems and ISOFIX Child Restraint Systems for Occupants of Power-Driven Vehicles	103	Seat Belt Anchorages & Assemblies
	4.13.1	Bumper	No Espec.	No Espec.	No Espec.	No Espec.	No Espec.	No Espec.
	4.13.2	Prohibition of additional protection components	No Espec.	No Espec.	No Espec.	No Espec.	No Espec.	No Espec.
	4.15.1	Front impact protection	Article 18 Attachment 23&104, TRIAS 18-J023-01, TRIAS 18-R094-01	Frame and Body (Front Impact)	GB 11551	THE PROTECTION OF THE OCCUPANTS IN THE EVENT OF A FRONTAL COLLISION FOR PASSENGER CAR	102	Occupant crash protection
	4.15.2	Side impact protection	Article 18 Attachment 24, TRIAS 18-J024R095-01	Frame and Body (Lateral Collision)	GB20071	Occupant protection in the event of a lateral collision	102	Occupant crash protection
	4.16.1	Airbags	Article 18 Attachment 23&104, TRIAS 18-J023-01, TRIAS 18-R094-01	Frame and Body (Front Impact)	GB 11551	THE PROTECTION OF THE OCCUPANTS IN THE EVENT OF A FRONTAL COLLISION FOR PASSENGER CAR	102	Occupant crash protection
	4.17	Seatbelt warning device	Article 22-3 TRIAS 22(3)-R014-01, TRIAS 22(3)-R016(1)-01, TRIAS 22(3)-R016(2)-01	Seat Belts	GB14166	Safety-Belts, Restraint Systems, Child Restraint Systems and ISOFIX Child Restraint Systems for Occupants of Power-Driven Vehicles	103	Seat Belt Anchorages & Assemblies
	4.17.1	Horn.	No Espec.	No Espec.	No Espec.	No Espec.	No Espec.	No Espec.
	4.18	Inside door locking system	No Espec.	No Espec.	No Espec.	No Espec.	No Espec.	No Espec.
	4.19	Hood lock	No Espec.	No Espec.	No Espec.	No Espec.	No Espec.	No Espec.





**LATIN AMERICAN & CARIBBEAN  
NEW CAR ASSESSMENT PROGRAMME  
(Latin NCAP)**

**TESTING PROTOCOL – MOOSE TEST**

Version 1.0.1

May 2020

#### **ACKNOWLEDGEMENT**

**Copyright ©Latin NCAP 2019 - This work is the intellectual property of Latin NCAP and Euro NCAP. Permission is granted for this material to be shared for non-commercial and educational purposes. Copying of parts of the original text is by permission of Latin NCAP and Euro NCAP.**

## **Table of Contents**

1. Introduction.....	1
2. Test conditions .....	1
3. Moose test Scenarios .....	2
3.1. Moose test SCENARIO A.....	2
3.2. Moose test SCENARIO B .....	2
4. Procedure .....	2
5. Pass / Fail Criteria .....	3
6. Results and reporting .....	3

## 1. Introduction

Latin NCAP will conduct “moose tests” in two different scenarios; *Moose Test A* and *Moose Test B*. Both tests will be conducted by a professional driver from the accredited crash test facility. The objective of the “moose test” assessment is to assure the real-life robustness of the electronic stability control systems fitted in cars for the Latin American and Caribbean region.

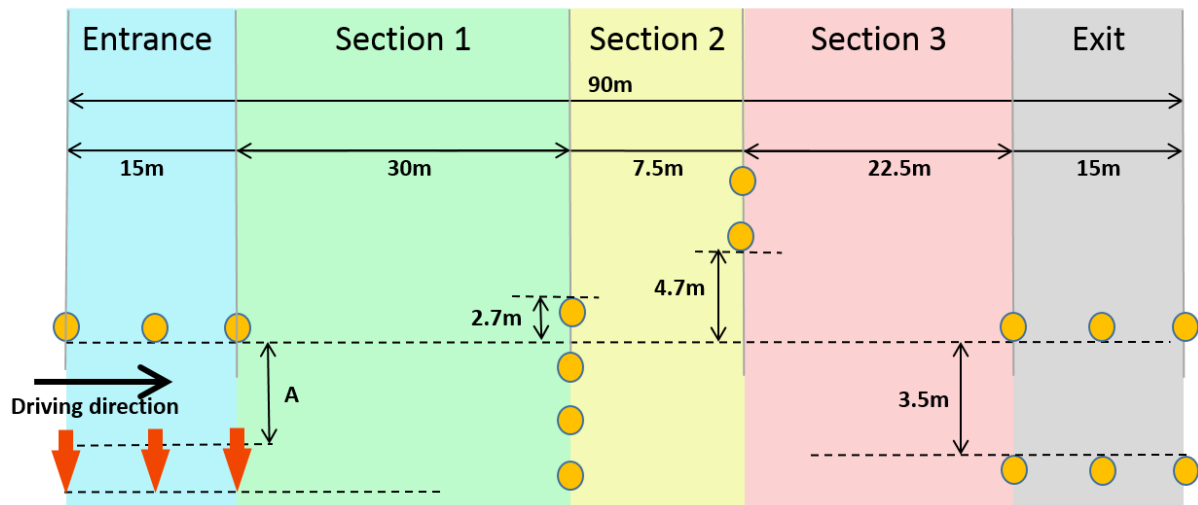
## 2. Test conditions

Both Moose Tests configurations will be tested in runs of increasing speed by 5km/h starting at 60km/h, until at least one of the fail conditions detailed on **Section 5 - Pass / Fail Criteria** are met.

- The Manufacturer must provide to Latin NCAP the rim and tire specifications for all variants sold in Latin American and Caribbean markets.
- In the case of more than one possibility, the vehicle’s test weight, rim size and other specifications will be decided by Latin NCAP for each model according to specification.
- The vehicle must be loaded with 4 adult passengers (70kg per passenger) and 30kg load in the cargo area.
- The vehicle should be set up (tyre pressure) according to normal load condition specified on the vehicle or in the vehicle’s manual.
- The driver (from the testing laboratory) will be designated by Latin NCAP.
- In the case that an OEM would like to pre-test the car in advance of the Official Moose test, a car manufacturer designated driver may be allowed to drive up to 4 runs ahead of the start of the official test. In this case, the car to be used as a pre-test by the car manufacturer should not be any of the official test units and the manufacturer must provide an extra car for this purpose, selected under the exact same conditions as the official test vehicles (modified, “updated”, “test unit” or pre-production vehicles will not be accepted). Latin NCAP and the test facility are not liable for any incident or damage in the case of a pre-test scenario. The OEM must notify Latin NCAP with at least one month in advance that an OEM driver will drive the car in advance of official test.
- Once the official test runs begun, the OEM designated driver cannot drive the OEM car in the test track until the test is finished.
- All drivers, including OEMs should wear a helmet.
- In the case that instability is noticed at a certain test speed the higher-speed condition will not be tested.
- It is a top priority to ensure driver and car integrity, for this reason manufacturer might be approached to confirm the need of rigs and safety precautions. In this case, rig contact with surface will also be considered as a fail added to the criteria described below.
- **Latin NCAP and the test facility reserves the right to stop the pre-test by the OEM driver at any point if timing, in the case safety or any potential damage could compromise the completion of the test in any way.**
- 2 cameras should be set in safe positions, both aiming to both ¼ front view of the car.
- 2 cameras should be set in safe positions, both aiming to both ¼ rear view of the car.
- Position of the cameras should allow clear view of the 4 wheels from different angles during the test

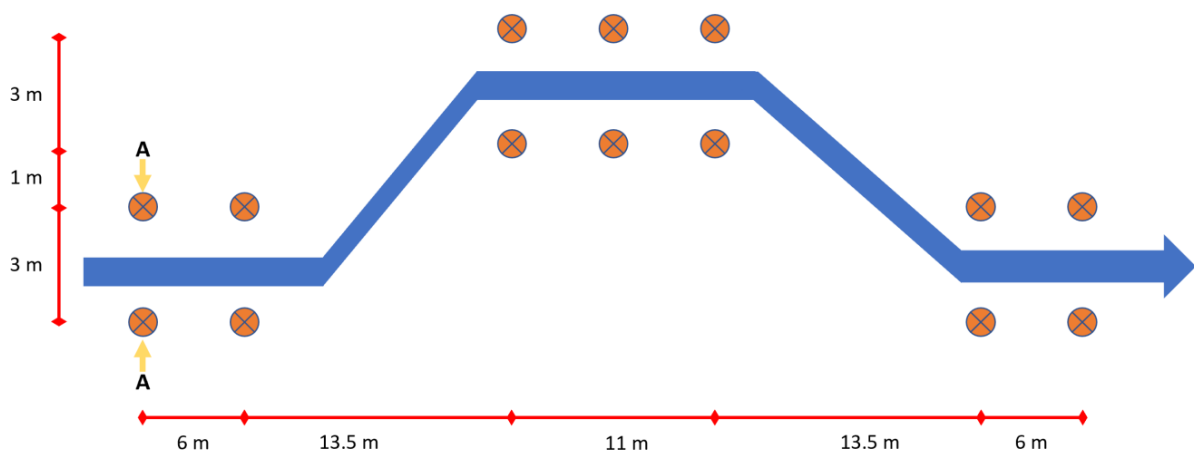
### 3. Moose test Scenarios

#### 3.1. Moose test SCENARIO A



Entrance in lane A in highest gear at least 2000 RPM; after passing the first cones push ESC activated in Standard mode.  
 $A = 1.1 \cdot \text{vehicle width} + 250\text{mm}$

#### 3.2. Moose test SCENARIO B<sup>1</sup>



### 4. Procedure

- For both scenarios (A and B), the test vehicle must enter the first section of the defined track (first line of cones) at a speed of 60 km/h in the first run and start increasing speed on 5km/h until the car meet any of the fail criteria points.
- The throttle must be released at the point of entry described above. The vehicle must remain un-throttled during the rest of the test.
- At the exit of the first cone section, the vehicle must be in the highest gear at least 2000RPM. ESC activated in standard mode.

<sup>1</sup> Geometric track base on *TEKNIKENS VÄRLDS* moose test

- The track and weather conditions for both moose test scenarios are identical to those indicated for ESC regulation UN-140 or GTR8 testing procedures.

For each test speed, both runs in Scenario A and B need to be successful (no fail criteria detected) to confirm that at that speed the result is a “Pass”.

Example:

*Test at 60km/h, Moose test scenario A: OK, Moose test scenario B: OK then 60km/h is OK*

*Test at 65km/h, Moose test scenario A: NOT OK, Moose test scenario B: OK then 65km/h is NOT OK*

Latin NCAP will report the maximum speed at which both scenarios show no detection of “fail” criteria.

## **5. Pass / Fail Criteria**

The following criteria will be used as a “fail” considering all runs:

- Rim contact with track.
- Two or more wheels in the air
- Contact with any cone.
- Rollover or significant loss of stability.

## **6. Results and reporting**

Until 31<sup>st</sup> December 2022, the results of both Moose tests scenarios will be reported as additional information for consumers indicating the maximum speed reached in both tests before any fail criteria is recorded. The consumer will be presented with a brief overall analysis of the performance of the ESC system in both scenarios, along with the maximum speed in which one of the fail conditions was met.

As from January 1<sup>st</sup>, 2023 onward, the ESC total points within the SAS box will be affected according to section 6.2 in the latest version of Latin NCAP **“ASSESSMENT PROTOCOL – SAFETY ASSIST”**.

As this assessment is pioneered by Latin NCAP in the region, Latin NCAP will monitor the performance of the vehicles along 2020, 2021, 2022 and reserves the right to propose further changes to the setup, scenario, criteria or rating for 2023 onward, if any. These may include an increase in the test speed.

---

---

**Passenger cars — Test track for a  
severe lane-change manoeuvre —**

**Part 1:  
Double lane-change**

*Voitures particulières — Piste d'essai de déboîtement latéral  
 Brusque —*

**iTeh STANDARD PREVIEW**  
*Partie 1: Double déboîtement*  
**(standards.iteh.ai)**

[ISO 3888-1:2018](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/68904d81-f17d-4dda-914f-3232b576ddeb/iso-3888-1-2018)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/68904d81-f17d-4dda-914f-3232b576ddeb/iso-3888-1-2018>



**iTeh STANDARD PREVIEW**  
**(standards.iteh.ai)**

ISO 3888-1:2018

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/68904d81-f17d-4dda-914f-3232b576ddeb/iso-3888-1-2018>



**COPYRIGHT PROTECTED DOCUMENT**

© ISO 2018

All rights reserved. Unless otherwise specified, or required in the context of its implementation, no part of this publication may be reproduced or utilized otherwise in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying, or posting on the internet or an intranet, without prior written permission. Permission can be requested from either ISO at the address below or ISO's member body in the country of the requester.

ISO copyright office  
CP 401 • Ch. de Blandonnet 8  
CH-1214 Vernier, Geneva  
Phone: +41 22 749 01 11  
Fax: +41 22 749 09 47  
Email: [copyright@iso.org](mailto:copyright@iso.org)  
Website: [www.iso.org](http://www.iso.org)

Published in Switzerland



# Contents

	Page
<b>Foreword</b> .....	<b>iv</b>
<b>Introduction</b> .....	<b>v</b>
<b>1 Scope</b> .....	<b>1</b>
<b>2 Normative references</b> .....	<b>1</b>
<b>3 Terms and definitions</b> .....	<b>1</b>
<b>4 Specifications</b> .....	<b>1</b>
4.1 Dimensions of the double lane-change track .....	<b>1</b>
4.2 Marking of the double lane-change track .....	<b>2</b>
<b>Annex A (informative) Test method</b> .....	<b>4</b>
<b>Bibliography</b> .....	<b>6</b>

## iTeh STANDARD PREVIEW (standards.iteh.ai)

[ISO 3888-1:2018](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/68904d81-f17d-4dda-914f-3232b576ddeb/iso-3888-1-2018)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/68904d81-f17d-4dda-914f-3232b576ddeb/iso-3888-1-2018>

## Foreword

ISO (the International Organization for Standardization) is a worldwide federation of national standards bodies (ISO member bodies). The work of preparing International Standards is normally carried out through ISO technical committees. Each member body interested in a subject for which a technical committee has been established has the right to be represented on that committee. International organizations, governmental and non-governmental, in liaison with ISO, also take part in the work. ISO collaborates closely with the International Electrotechnical Commission (IEC) on all matters of electrotechnical standardization.

The procedures used to develop this document and those intended for its further maintenance are described in the ISO/IEC Directives, Part 1. In particular the different approval criteria needed for the different types of ISO documents should be noted. This document was drafted in accordance with the editorial rules of the ISO/IEC Directives, Part 2 (see [www.iso.org/directives](http://www.iso.org/directives)).

Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this document may be the subject of patent rights. ISO shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights. Details of any patent rights identified during the development of the document will be in the Introduction and/or on the ISO list of patent declarations received (see [www.iso.org/patents](http://www.iso.org/patents)).

Any trade name used in this document is information given for the convenience of users and does not constitute an endorsement.

For an explanation on the voluntary nature of standards, the meaning of ISO specific terms and expressions related to conformity assessment, as well as information about ISO's adherence to the WTO principles in the Technical Barriers to Trade (TBT) see [www.iso.org/iso/foreword.html](http://www.iso.org/iso/foreword.html).

This document has been prepared by Technical Committee ISO/TC 22, *Road vehicles*, Subcommittee SC 33, *Vehicle dynamics and chassis components*.

This second edition cancels and replaces the first edition (ISO 3888-1:1999), which has been technically revised. The main changes compared to the previous edition are as follows:

- Recognizing regenerative braking and active control systems.

A list of all parts in the ISO 3888 series can be found on the ISO website.

Any feedback or questions on this document should be directed to the user's national standards body. A complete listing of these bodies can be found at [www.iso.org/members.html](http://www.iso.org/members.html).

## Introduction

The main purpose of this document is to provide repeatable and discriminatory test results.

The dynamic behaviour of a road vehicle is a very important aspect of active vehicle safety. Any given vehicle, together with its driver and the prevailing environment, constitutes a closed-loop system that is unique. The task of evaluating the dynamic behaviour is therefore very difficult since the significant interactions of these driver-vehicle-environment elements are each complex in themselves. A complete and accurate description of the behaviour of the road vehicle involves information obtained from a number of different tests.

Since this test method quantifies only one small part of the complete vehicle handling characteristics, the results of these tests can only be considered significant for a correspondingly small part of the overall dynamic behaviour.

Moreover, insufficient knowledge is available concerning the relationship between overall vehicle dynamic properties and accident avoidance. Acquiring sufficient and reliable data on the correlation between accident avoidance and vehicle dynamic properties in general and the results of these tests in particular involves a substantial amount of work. Consequently, any application of this test method for regulation purposes will involve proven correlation between test results and accident statistics.

[Annex A](#) provides further information on the test method.

## iTeh STANDARD PREVIEW (standards.iteh.ai)

[ISO 3888-1:2018](#)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/68904d81-fl7d-4dda-914f-3232b576ddeb/iso-3888-1-2018>

**iTeh STANDARD PREVIEW**  
**(standards.iteh.ai)**

ISO 3888-1:2018

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/68904d81-f17d-4dda-914f-3232b576ddeb/iso-3888-1-2018>

# Passenger cars — Test track for a severe lane-change manoeuvre —

## Part 1: Double lane-change

### 1 Scope

This document specifies the dimensions of the test track for a closed-loop test method to subjectively determine a double lane-change which is one part of the vehicle dynamics and road-holding ability of passenger cars. It is applicable to passenger cars as defined in ISO 3833. It is also applicable to light commercial vehicles up to a gross vehicle mass of 3,5 t.

### 2 Normative references

The following documents are referred to in the text in such a way that some or all of their content constitutes requirements of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

ISO 3833, *Road vehicles — Types — Terms and definitions*

### 3 Terms and definitions

ISO 3888-1:2018

For the purposes of this document, the terms and definitions given in ISO 3833 and the following apply.

ISO and IEC maintain terminological databases for use in standardization at the following addresses:

- ISO Online browsing platform: available at <https://www.iso.org/obp>
- IEC Electropedia: available at <http://www.electropedia.org/>

#### 3.1

##### vehicle width

overall width of the vehicle without rear view mirrors

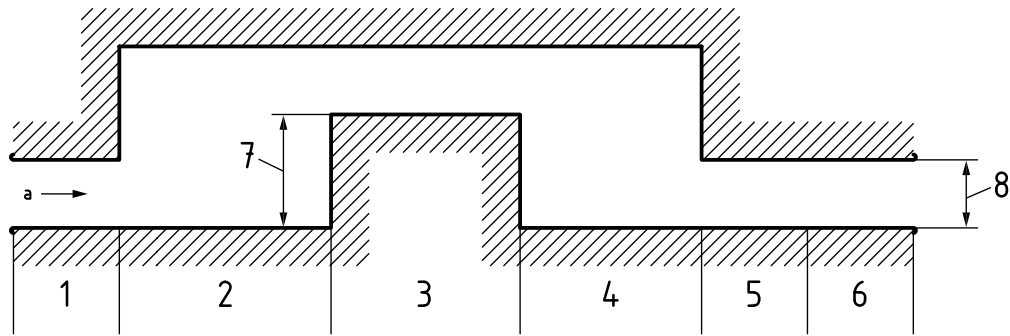
Note 1 to entry: ISO 612:1978, 6.2, defines the vehicle width as the distance between two planes parallel to the longitudinal median plane of the vehicle and touching the vehicle on either side of the said plane, and specifies that rear view mirrors are not contained between these two planes.

### 4 Specifications

#### 4.1 Dimensions of the double lane-change track

Track dimensions for a double lane-change are represented in [Figure 1](#) and specified in [Table 1](#). The vehicle to be tested is driven through this track.

The lengths of track sections are fixed. The widths are a function of vehicle width. The total length of the track shall be 125 m.



**Key**

- 1 section 1
- 2 section 2
- 3 section 3
- 4 section 4
- 5 section 5
- 6 section 6
- 7 lane offset
- 8 width
- a Driving direction.

**Figure 1 — Double lane-change track and designation of sections**

**Table 1 — Dimensions of the double lane-change track**

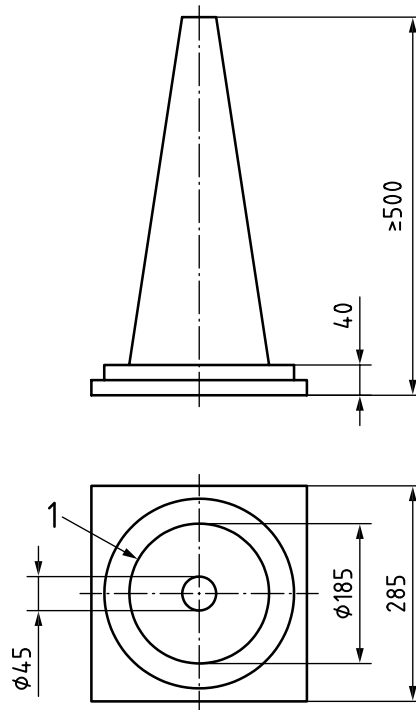
Dimensions in metres

Section	Length	Lane offset	Width
1	15	—	1,1 × vehicle width + 0,25
2	30	—	—
3	25	3,5	1,2 × vehicle width + 0,25
4	25	—	—
5	15	—	1,3 × vehicle width + 0,25
6	15	—	1,3 × vehicle width + 0,25

**4.2 Marking of the double lane-change track**

The double lane-change track should be marked with cones of minimum height 500 mm; suitable cones are depicted in Figure 2. The cones shall be placed at points specified by Figure 3, and the track limits should be tangential to the base circles of the cones.

Dimensions in millimetres



**Key**

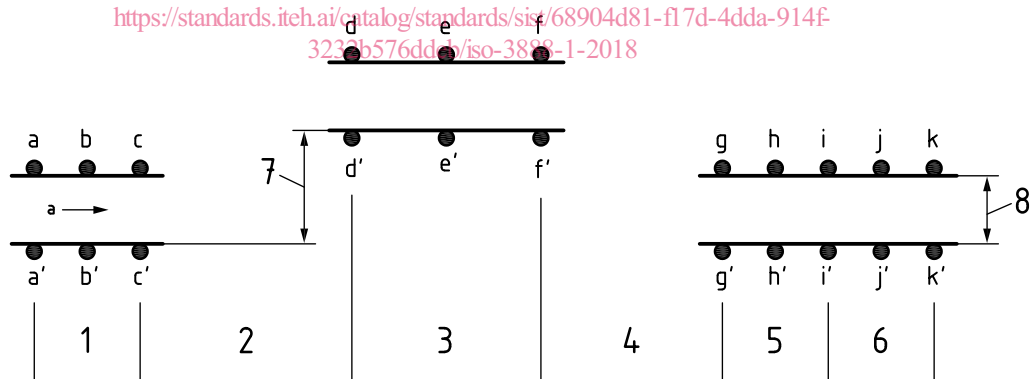
- 1 base circle of cone

**iTeh STANDARD PREVIEW**  
(standards.iteh.ai)

**Figure 2 — Cone used for marking double lane-change track**

ISO 3888-1:2018

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sis/68904d81-f17d-4dda-914f-3223b576ddcb/iso-3888-1-2018>



**Key**

- |             |                      |
|-------------|----------------------|
| 1 section 1 | 6 section 6          |
| 2 section 2 | 7 lane offset        |
| 3 section 3 | 8 width              |
| 4 section 4 | a Driving direction. |
| 5 section 5 |                      |

**Figure 3 — Placing of cones for marking the double lane-change track**

31 July 2008

## **GLOBAL REGISTRY**

Created on 18 November 2004, pursuant to Article 6 of the  
AGREEMENT CONCERNING THE ESTABLISHING OF GLOBAL TECHNICAL  
REGULATIONS FOR WHEELED VEHICLES, EQUIPMENT AND PARTS WHICH CAN BE  
FITTED AND/OR BE USED ON WHEELED VEHICLES  
(ECE/TRANS/132 and Corr.1)  
Done at Geneva on 25 June 1998

### Addendum

#### **Global technical regulation No. 8**

ELECTRONIC STABILITY CONTROL SYSTEMS

(Established in the Global Registry on 26 June 2008)



**UNITED NATIONS**





TABLE OF CONTENTS

	<u>Page</u>
A. STATEMENT OF TECHNICAL RATIONALE AND JUSTIFICATION.....	4
1. Introduction.....	4
2. Target Population: Single-Vehicle Crash and Rollover Statistics .....	4
3. Operation of ESC Systems.....	5
4. Effectiveness of ESC Systems .....	11
5. Input on the Substance of the ESC gtr.....	13
6. Discussion of Key Issues .....	14
7. Benefits and Costs .....	57
B. TEXT OF THE REGULATION.....	61
1. Purpose.....	61
2. Application.....	61
3. Definitions.....	61
4. General Requirements .....	62
5. Performance Requirements .....	62
6. Test Conditions .....	67
7. Test Procedure.....	68

A. STATEMENT OF TECHNICAL RATIONALE AND JUSTIFICATION

1. INTRODUCTION

1. In spite of the technological advances and regulatory efforts of the past few decades, the global burden to society associated with motor vehicle crashes remains considerable. According to the World Health Organization (WHO), each year there are more than one million fatalities and two million injuries in traffic crashes worldwide, and the global annual economic cost of road crashes is nearly \$600 billion. These human and economic losses are distributed across regions, including approximately 40,000 fatalities annually in Europe, over 40,000 in the United States, over 90,000 in India, and over 100,000 in China. Therefore, regulators and others with an interest in vehicle safety and public health shall carefully monitor the development of new technologies, which may offer the potential to reduce the mortality, morbidity, and economic burdens associated with vehicle crashes. Current research demonstrates that electronic stability control (ESC) systems represent a mature technology, which could have the most significant life-saving potential since the advent of the seat belt. ESC systems are particularly effective in preventing single-vehicle, run-off-road crashes (many of which result in rollover).

2. Crash data studies conducted in the United States of America (U.S.), Europe, and Japan indicate that ESC is very effective in reducing single-vehicle crashes. Studies of the behaviour of ordinary drivers in critical driving situations (using a driving simulator) show a very large reduction in instances of loss of control when the vehicle is equipped with ESC, with estimates that ESC reduces single-vehicle crashes of passenger cars by 34 per cent and single-vehicle crashes of sport utility vehicles (SUVs) by 59 per cent. The same recent U.S. study showed that ESC prevents an estimated 71 per cent of passenger car rollovers and 84 per cent of SUV rollovers in single-vehicle crashes. ESC is also estimated to reduce some multi-vehicle crashes, but at a much lower rate than its effect on single-vehicle crashes. It is evident that the most effective way to reduce deaths and injuries in rollover crashes is to prevent the rollover crash from occurring, something which ESC can help accomplish by increasing the chances for the driver to maintain control and to keep the vehicle on the roadway. It is expected that potential benefits would be maximized by fleet-wide installation of ESC systems meeting the requirements of this gtr. The following discussion explains in further detail the nature of the identified safety problem and how ESC systems can act to mitigate that problem.

2. TARGET POPULATION: SINGLE-VEHICLE CRASH AND ROLLOVER STATISTICS

3. Although vehicle and road conditions may vary in different countries and regions, it is anticipated that the experience with ESC, as reported in European, U.S., and Japanese research studies, would be generally applicable across a range of driving environments. The following information, based upon statistical analyses of U.S. data is illustrative of the types of crashes that could potentially be impacted by a global technical regulation for ESC.

4. In the U.S., about one in seven light vehicles involved in police-reported crashes collide with something other than another vehicle. However, the proportion of these single-vehicle crashes increases steadily with increasing crash severity, and almost half of serious and fatal injuries occur in single-vehicle crashes. Of the 28,252 people who were killed as occupants of

light vehicles in the U.S., over half of these (15,007) occurred in single-vehicle crashes. Of these, 8,460 occurred in rollovers. About 1.1 million injuries (AIS 1-5) occurred in crashes that could be affected by ESC, almost 500,000 in single vehicle crashes (of which almost half were in rollovers). Multi-vehicle crashes that could be affected by ESC accounted for 13,245 fatalities and almost 600,000 injuries.

5. Rollover crashes are complex events that reflect the interaction of driver, road, vehicle, and environmental factors. The relationship between these factors and the risk of rollover can be described by using information from available crash data programs. According to 2004 U.S. data, 10,555 people were killed as occupants in light vehicle rollover crashes, which represents 33 per cent of all occupants killed that year in crashes in the U.S. Of those, 8,567 were killed in single-vehicle rollover crashes. Seventy-four per cent of the people who died in those single-vehicle rollover crashes were not using a seat belt, and 61 per cent were partially or completely ejected from the vehicle (including 50 per cent who were completely ejected). These data also show that 55 per cent of light vehicle occupant fatalities in single-vehicle crashes involved a rollover event.

6. Using U.S. data from 2000-2004, estimates show that 280,000 light vehicles were towed from a police-reported rollover crash each year (on average), and that 29,000 occupants of these vehicles were seriously injured. Of these 280,000 light vehicle rollover crashes, 230,000 were single-vehicle crashes. Sixty-two per cent of those people who suffered a serious injury in a single-vehicle tow-away rollover crash were not using a seat belt, and 52 per cent were partially or completely ejected (including 41 per cent who were completely ejected). Estimates from the data indicate that 82 per cent of tow-away rollovers were single-vehicle crashes, and that 88 per cent (202,000) of the single-vehicle rollover crashes occurred after the vehicle left the roadway. An audit of 1992-1996 U.S. data showed that about 95 per cent of rollovers in single-vehicle crashes were tripped by mechanisms such as curbs, soft soil, pot holes, guard rails, and wheel rims digging into the pavement, rather than by tyre/road interface friction as in the case of untripped rollover events.

### 3. OPERATION OF ESC SYSTEMS

7. Although ESC systems are currently known by many different trade names, their function and performance are similar. These systems use computer control of individual wheel brakes to help the driver maintain control of the vehicle during extreme manoeuvres by keeping the vehicle headed in the direction the driver is steering even when the vehicle nears or reaches the limits of road traction.

8. When a driver attempts an "extreme manoeuvre" (e.g., one initiated to avoid a crash or due to misjudgement of the severity of a curve), the driver may lose control if the vehicle responds differently as it nears the limits of road traction than it does during ordinary driving. The driver's loss of control can result in either the rear of the vehicle "spinning out" or the front of the vehicle "plowing out". As long as there is sufficient road traction, a highly skilled driver may be able to maintain control in many extreme manoeuvres using counter steering (i.e. momentarily turning away from the intended direction) and other techniques. However, average drivers in a panic situation in which the vehicle begins to spin out would be unlikely to counter steer to regain control.

9. In order to counter such situations in which loss of control may be imminent, ESC uses automatic braking of individual wheels to adjust the vehicle's heading if it departs from the direction the driver is steering. Thus, it prevents the heading from changing too quickly (spinning out) or not quickly enough (plowing out). Although it cannot increase the available traction, ESC affords the driver the maximum possibility of keeping the vehicle under control and on the road in an emergency manoeuvre using just the natural reaction of steering in the intended direction. Keeping the vehicle on the road prevents single-vehicle crashes, which are the circumstances that lead to most rollovers. However, there are limits to an ESC system's ability to intervene effectively in such situations. For example, if the speed is simply too great for the available road traction, even a vehicle with ESC will unavoidably drift off the road (but not spin out). Furthermore, ESC cannot prevent road departures due to driver inattention or drowsiness rather than loss of control. Nevertheless, available research from around the world has shown that given their high effectiveness rate, ESC systems would have a major life-saving impact, particularly once there is wide fleet penetration.

(a) Mechanism of Action by Which ESC Prevents Loss of Vehicle Control

10. The following explanation of ESC operation illustrates the basic principle of yaw stability control. An ESC system maintains "yaw" (or heading) control by comparing the driver's intended heading with the vehicle's actual response, and automatically turning the vehicle if its response does not match the driver's intention. However, with ESC, turning is accomplished by applying counter torques from the braking system rather than from steering input. Speed and steering angle are used to determine the driver's intended heading. The vehicle response is determined in terms of lateral acceleration and yaw rate by onboard sensors. If the vehicle is responding in a manner corresponding to driver input, the yaw rate will be in balance with the speed and lateral acceleration.

11. The concept of "yaw rate" can be illustrated by imagining the view from above a car following a large circle painted on a parking lot. One is looking at the top of the roof of the vehicle and seeing the circle. If the car starts in a heading pointed north and drives half way around the circle, its new heading is south. Its yaw angle has changed 180 degrees. If it takes 10 seconds to go half way around the circle, the "yaw rate" is 180 degrees per 10 seconds or 18 deg/sec. If the speed stays the same, the car is constantly rotating at a rate of 18 deg/sec around a vertical axis that can be imagined as piercing its roof. If the speed is doubled, the yaw rate increases to 36 deg/sec.

12. While driving in a circle, the driver notices that he shall hold the steering wheel tightly to avoid sliding laterally. The braking force is necessary to overcome the lateral acceleration that is caused by the car following the curve. The lateral acceleration is also measured by the ESC system. When the speed is doubled, the lateral acceleration increases by a factor of four if the vehicle follows the same circle. There is a fixed physical relationship between the car's speed, the radius of its circular path, and its lateral acceleration.

13. The ESC system uses this information as follows: Since the ESC system measures the car's speed and its lateral acceleration, it can compute the radius of the circle. Since it then has the radius of the circle and the car's speed, the ESC system can compute the correct yaw rate for

a car following the path. The system includes a yaw rate sensor, and it compares the actual measured yaw rate of the car to that computed for the path the car is following. If the computed and measured yaw rates begin to diverge as the car that is trying to follow the circle speeds up, it means the driver is beginning to lose control, even if the driver cannot yet sense it. Soon, an unassisted vehicle would have a heading significantly different from the desired path and would be out of control either by oversteering (spinning out) or understeering.

14. When the ESC system detects an imbalance between the measured yaw rate of a vehicle and the path defined by the vehicle's speed and lateral acceleration, the ESC system automatically intervenes to turn the vehicle. The automatic turning of the vehicle is accomplished by uneven brake application rather than by steering wheel movement. If only one wheel is braked, the uneven brake force will cause the vehicle's heading to change. Figure 1 below shows the action of ESC using single-wheel braking to correct the onset of oversteering or understeering.

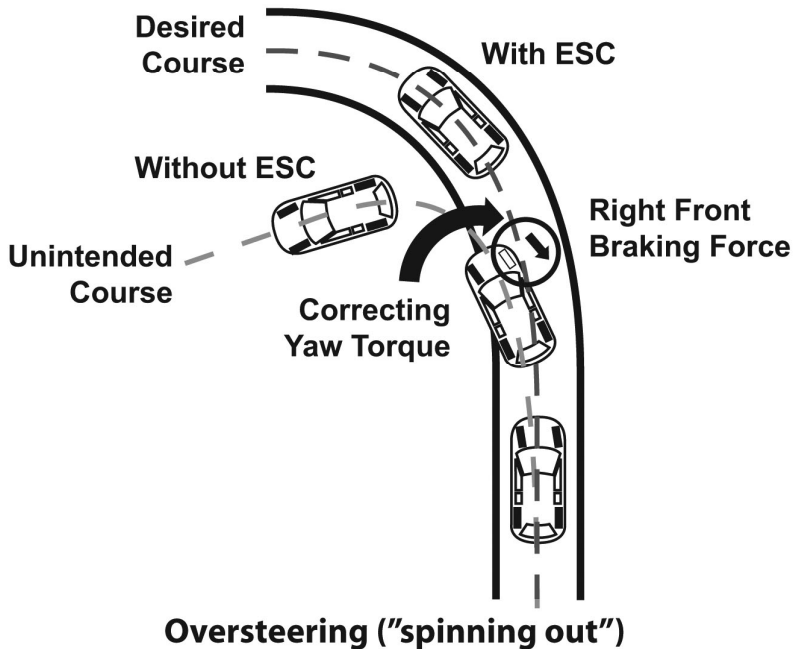
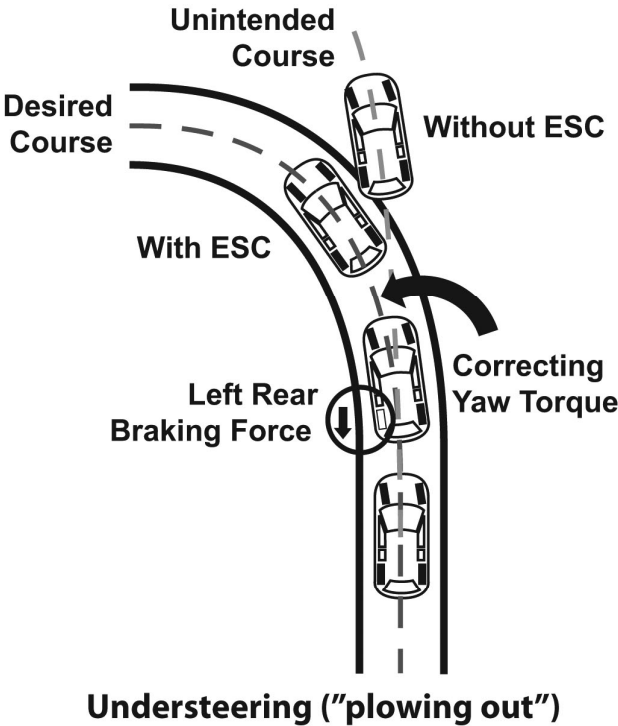


Figure 1: ESC Interventions for Understeering and Oversteering

(i) Oversteering. In Figure 1 (bottom panel), the vehicle has entered a left curve that is extreme for the speed it is travelling. The rear of the vehicle begins to slide which

would lead to a vehicle without ESC turning sideways (or "spinning out") unless the driver expertly countersteers. In a vehicle equipped with ESC, the system immediately detects that the vehicle's heading is changing more quickly than appropriate for the driver's intended path (i.e. the yaw rate is too high). It momentarily applies the right front brake to turn the heading of the vehicle back to the correct path. The action happens quickly so that the driver does not perceive the need for steering corrections. Even if the driver brakes because the curve is sharper than anticipated, the system is still capable of generating uneven braking if necessary to correct the heading.

- (ii) Understeering. Figure 1 (top panel) shows a similar situation faced by a vehicle whose response as it nears the limits of road traction is to slide at the front ("plowing out" or understeering) rather than oversteering. In this situation, the ESC system rapidly detects that the vehicle's heading is changing less quickly than appropriate for the driver's intended path (i.e. the yaw rate is too low). It momentarily applies the left rear brake to turn the heading of the vehicle back to the correct path.

15. While Figure 1 may suggest that particular vehicles go out of control as either vehicles strictly prone to oversteer or vehicles strictly prone to understeer, it is just as likely that a given vehicle could require both understeer and oversteer interventions during progressive phases of a complex avoidance manoeuvre such as a double lane change.

16. Although ESC cannot change the tyre/road friction conditions the driver is confronted with in a critical situation, there are clear reasons to expect it to reduce loss-of-control crashes, as discussed below.

17. In vehicles without ESC, the response of the vehicle to steering inputs changes as the vehicle nears the limits of road traction. All the experience of the average driver is in operating the vehicle in its "linear range" (i.e. the range of lateral acceleration in which a given steering wheel movement produces a proportional change in the vehicle's heading). The driver merely turns the wheel the expected amount to produce the desired heading. Adjustments in heading are easy to achieve because the vehicle's response is proportional to the driver's steering input, and there is very little lag time between input and response. The car is traveling in the direction it is pointed, and the driver feels in control. However, at lateral accelerations above about one-half "g" on dry pavement for ordinary vehicles, the relationship between the driver's steering input and the vehicle's response changes (toward oversteer or understeer), and the lag time of the vehicle response can lengthen. When a driver encounters these changes during a panic situation, it adds to the likelihood that the driver will lose control and crash because the familiar actions learned by driving in the linear range would not be the correct steering actions.

18. However, ordinary linear range driving skills are much more likely to be adequate for a driver of an ESC-equipped vehicle to avoid loss of control in a panic situation. By monitoring yaw rate and sideslip, ESC can intervene early in the impending loss-of-control situation with the appropriate brake forces necessary to restore yaw stability before the driver would attempt an over-correction or other error. The net effect of ESC is that the driver's ordinary driving actions learned in linear range driving are the correct actions to control the vehicle in an emergency.



Also, the vehicle will not change its heading from the desired path in a way that would induce further panic in a driver facing a critical situation.

19. Besides allowing drivers to cope with emergency manoeuvres and slippery pavement using only "linear range" skills, ESC provides more powerful control interventions than those available to even expert drivers of non-ESC vehicles. For all practical purposes, the yaw control actions with non-ESC vehicles are limited to steering. However, as the tyres approach the maximum lateral force sustainable under the available pavement friction, the yaw moment generated by a given increment of steering angle is much less than at the low lateral forces occurring in regular driving. <sup>1/</sup> This means that as the vehicle approaches its maximum cornering capability, the ability of the steering system to turn the vehicle is greatly diminished, even in the hands of an expert driver. ESC creates the yaw moment to turn the vehicle using braking at an individual wheel rather than the steering system. This intervention remains powerful even at limits of tyre traction because both the braking force of the individual tyre and the reduction of lateral force that accompanies the braking force act to create the desired yaw moment. Therefore, ESC can be especially beneficial on slippery surfaces. While a vehicle's possibility of staying on the road in a critical manoeuvre ultimately is limited by the tyre/pavement friction, ESC maximizes an ordinary driver's ability to use the available friction.

(b) Additional Features of Some ESC Systems

20. In addition to the basic operation of "yaw stability control," many ESC systems include additional features. For example, most systems also reduce engine power during intervention to slow the vehicle and give it a better chance of being able to stay on the intended path after its heading has been corrected.

21. Other ESC systems may go further by performing high deceleration automatic braking at all four wheels. Of course, such braking would be performed unevenly side to side so that the same net yaw torque or "turning force" would be applied to the vehicle as in the basic case of single-wheel braking.

22. ESC systems used on vehicles with a high centre of gravity (c.g.), such as SUVs, are often programmed to perform an additional function known as "roll stability control". Roll stability control (RSC) is a direct countermeasure for on-pavement rollover crashes of high c.g. vehicles. Some RSC systems measure the roll angle of the vehicle using an additional roll rate sensor to determine if the vehicle is in danger of tipping up. Other systems rely on the existing ESC sensors for steering angle, speed, and lateral acceleration, along with knowledge of vehicle-specific characteristics to estimate whether the vehicle is in danger of tipping up.

23. Regardless of the method used to detect the risk of tip-up, the various types of roll stability control intervene in the same way. Specifically, they intervene by reducing lateral acceleration which is the cause of the roll motion of the vehicle on its suspension, thus preventing the possibility of it rolling so much that the inside wheels may lift off the pavement. The intervention is performed the same way as the oversteer intervention shown in the Figure 1.

---

<sup>1/</sup> Liebemann et al, (2005) Safety and Performance Enhancement: The Bosch Electronic Stability Control (ESP), 19<sup>th</sup> International Technical Conference on the Enhanced Safety of Vehicles (ESV), Washington, DC.

The outside front brake is applied heavily to turn the vehicle toward a path of less curvature and, therefore, less lateral acceleration.

24. The difference between a roll stability control intervention and an oversteer intervention by the ESC system operating in the basic yaw stability control mode is the triggering circumstance. The oversteer intervention occurs when the vehicle's excessive yaw rate indicates that its heading is departing from the driver's intended path, but the roll stability control intervention occurs when there is a risk the vehicle could roll over. Thus, the roll stability control intervention occurs when the vehicle is still following the driver's intended path. The obvious trade-off of roll stability control is that the vehicle shall depart to some extent from the driver's intended path in order to reduce the lateral acceleration from the level that could cause tip-up.

25. If the determination of impending rollover that triggers the roll stability intervention is very certain, then the possibility of the vehicle leaving the roadway as a result of the roll stability intervention represents a lower relative risk to the driver. Obviously, the most effective systems are ones that intervene only when absolutely necessary and then with the minimum loss of lateral acceleration to prevent rollover. However, roll stability control is a new technology that is still evolving.

26. Furthermore, there is currently insufficient data to evaluate the effectiveness of many of these additional features, including roll stability control, either because their implementation is not widespread or because it is too soon for actual crash statistics to illuminate its practical effect on crash reduction. This is in contrast to the fundamental ESC system described above for which a substantial amount of data exists.

#### 4. EFFECTIVENESS OF ESC SYSTEMS

##### (a) Overview of ESC Effectiveness in Preventing Single-Vehicle and Rollover Crashes

27. The following discussion explains in detail relevant research findings related to the anticipated effectiveness of ESC systems. Electronic stability control can directly reduce a vehicle's susceptibility to on-road untripped rollovers as measured by the "fishhook" test. The direct effect is mostly limited to untripped rollovers on paved surfaces. However, untripped on-road rollovers are a relatively infrequent type of rollover crash.

28. In contrast, the vast majority of rollover crashes occur when a vehicle runs off the road and strikes a tripping mechanism such as soft soil, a ditch, a curb or a guardrail. The purpose of ESC is to assist the driver in keeping the vehicle on the road during impending loss-of-control situations. In this way, it can prevent the exposure of vehicles to off-road tripping mechanisms.

29. Although ESC is an indirect countermeasure to prevent rollover crashes, it is anticipated to be the most powerful countermeasure available to address this serious risk. Effectiveness studies worldwide <sup>2/</sup> estimate that ESC can reduce single-vehicle crashes by at least one-third in passenger cars and perhaps reduce loss-of-control crashes (e.g., road departures leading to rollovers) by an even greater amount. Thus, it is estimated that ESC can reduce the numbers of rollovers of all vehicles, including lower centre of gravity vehicles (e.g., passenger cars, minivans and two-wheel-drive pickup trucks), as well as of the higher centre of gravity vehicle types (e.g., SUVs and four-wheel-drive pickup trucks). ESC can affect both crashes that would have resulted in rollover as well as other types of crashes (e.g., road departures resulting in impacts) that result in deaths and injuries.

(b) Human Factors Study on ESC Effectiveness

30. A U.S. study conducted in 2004 demonstrated the effect of ESC on the ability of ordinary drivers to maintain control in critical situations.<sup>3/</sup> In that study, a sample of 120 drivers equally divided between men and women and between three age groups (18-25, 30-40, and 55-65) was subjected to the following three critical driving scenarios. The "Incursion Scenario" forced drivers to attempt a double lane change at high speed (65 mph speed limit signs) by presenting them first with a vehicle that suddenly backs into their lane from a driveway and then with another vehicle driving toward them in the left lane. The "Curve Departure Scenario" presented drivers with a constant radius curve that was uneventful at the posted speed limit of 65 mph (105 km/h) followed by another curve that appeared to be similar but that had a decreasing radius that was not evident upon entry.

31. The "Wind Gust Scenario" presented drivers with a sudden lateral wind gust of short duration that pushed the drivers toward a lane of oncoming traffic. The 120 drivers were further divided evenly between two vehicles; a SUV and a midsize sedan. Half the drivers of each vehicle drove with ESC enabled, and half drove with ESC disabled.

32. In 50 of the 179 test runs performed in a vehicle without ESC, the driver lost control. In contrast, in only six of the 179 test runs performed in a vehicle with ESC did the driver lose control. One test run in each ESC operating status had to be aborted. These results demonstrate an 88 per cent reduction in loss-of-control crashes when ESC was engaged. The study also concluded that the presence of an ESC system helped reduce loss of control regardless of age or gender, and that the benefit was substantially the same for the different driver subgroups in the study.

---

<sup>2/</sup> See Aga M, Okada A. (2003) Analysis of Vehicle Stability Control (VSC)'s Effectiveness from Accident Data, 18<sup>th</sup> International Technical Conference on the Enhanced Safety of Vehicles (ESV), Nagoya. See also Dang, J. (2004) Preliminary Results Analyzing Effectiveness of Electronic Stability Control (ESC) Systems, Report No. DOT HS 809 790. U.S. Dept. of Transportation, Washington, DC; Farmer, C. (2004) Effect of Electronic Stability Control on Automobile Crash Risk, Traffic Injury Prevention, Vol. 5:317-325; Kreiss J-P, et al. (2005) The Effectiveness of Primary Safety Features in Passenger Cars in Germany, 19<sup>th</sup> International Technical Conference on the Enhanced Safety of Vehicles (ESV), Washington, DC; and Lie A., et al. (2005) The Effectiveness of ESC (Electronic Stability Control) in Reducing Real Life Crashes and Injuries, 19<sup>th</sup> International Technical Conference on the Enhanced Safety of Vehicles (ESV), Washington, DC.

<sup>3/</sup> Papelis et al. (2004) Study of ESC Assisted Driver Performance Using a Driving Simulator, Report No. N04-003-PR, University of Iowa.

(c) Crash Data Studies of ESC Effectiveness

33. There have been a number of studies of ESC effectiveness in Europe and Japan beginning in 2003. <sup>4/</sup> All of them have shown large potential reductions in single-vehicle crashes as a result of ESC. Additionally, a preliminary U.S. study published in September 2004 <sup>5/</sup> of crash data from 1997-2003 found ESC to be effective in reducing single-vehicle crashes, including rollover. Among vehicles in the study, the results suggested that ESC reduced single-vehicle crashes in passenger cars by 35 per cent and in SUVs by 67 per cent.

34. A later peer-reviewed study <sup>6/</sup> of ESC effectiveness found that ESC reduced single-vehicle crashes in passenger cars by 34 per cent and in SUVs by 59 per cent, and that its effectiveness was greatest in reducing single-vehicle crashes resulting in rollover (71 per cent reduction for passenger cars and an 84 per cent reduction for SUVs). It also found reductions in fatal single-vehicle crashes and fatal single-vehicle rollover crashes that were commensurate with the overall crash reductions cited. ESC reduced fatal single-vehicle crashes in passenger cars by 35 per cent and in SUVs by 67 per cent and reduced fatal single-vehicle crashes involving rollover by 69 per cent in passenger cars and 88 per cent in SUVs.

5. INPUT ON THE SUBSTANCE OF THE ESC GTR

35. The substantive content of this global technical regulation for ESC was developed with the input of a variety of interested parties, including the Contracting Parties to the 1998 Agreement, other governmental representatives, automobile manufacturers and trade associations, the automobile equipment trade association, and safety advocacy organizations. In addition, international automobile manufacturers conducted testing with a broad array of ESC-equipped vehicles in order to assess potential performance criteria for evaluating ESC systems. Thus, the ESC gtr has undergone a thorough vetting by not only government regulators from the Contracting Parties, but also from the automotive industry and the safety community.

36. The overwhelming majority of these participants supported establishing a technical regulation for ESC systems installed on new light vehicles. Indeed, the difference of opinion among the participants involved the stringency of the standard and the test procedures. Other topics included making the "ESC System" definition more performance-based, lateral responsiveness criteria, ESC performance requirements, ESC malfunction detection requirements, ESC tell-tale requirements, system disablement and the "ESC Off" switch, test procedures, and impacts on the aftermarket, among other things. In discussing the provisions set forth as part of this gtr, this document addresses the issues raised by these participants and the positions expressed on these topics.

---

<sup>4/</sup> See Footnote 3.

<sup>5/</sup> Dang, J. (2004) Preliminary results analyzing effectiveness of Electronic Stability Control (ESC) Systems, Report DOT HS 809 790, U.S. Department of Transportation, Washington, DC.

<sup>6/</sup> Dang, J., Statistical Analysis of the Effectiveness of Electronic Stability Control (ESC) Systems, Final Report DOT HS 810 794, U.S. Department of Transportation, Washington, DC.

## 6. DISCUSSION OF KEY ISSUES

37. The proposed gtr provides performance requirements (established through a combination of the definition of "Electronic Stability Control System" and specified dynamic tests) that ESC-equipped vehicles shall meet in order to comply with the requirements of the gtr. This gtr applies to all Category 1-1, 1-2, and 2 vehicles with a gross vehicle mass (GVM) of 4,536 kg or less.

### (a) Applicability

38. As noted above, this gtr applies to all Category 1-1, 1-2, and 2 vehicles with a GVM of 4,536 kg or less.

39. The gtr excludes heavier vehicles because the different structural and handling characteristics of those vehicle may necessitate different ESC system designs and entirely new test procedures. Thus, ESC systems for heavier vehicles would not be regulated by the gtr at this time.

40. Furthermore, if a jurisdiction determines that its domestic regulatory scheme is such that full applicability is inappropriate, it may limit domestic regulation to a narrower group of vehicles. The jurisdiction could also decide to phase-in the ESC requirements or delay implementation for a few years.

### (i) Vehicles with dual wheels on the rear axle and vehicles with double rear axles

41. According to the automobile industry, there are a small number (unspecified) of incomplete vehicles with a GVM of 4,536 kg or less that are equipped with dual wheels on the rear axle ("dualies", typically completed as commercial vehicles), as well as vehicles with double or multiple rear axles, which require their own unique ESC calibration. Based upon their small number and unusual calibration needs, the industry recommended that these vehicles be excluded from the gtr's applicability.

42. Although "dualies" and vehicles with double rear axles may require manufacturers to make certain technical adjustments in their ESC systems, to the extent that such vehicles fall within the scope of applicable vehicles, they are subject to the requirements of this gtr.

(b) Definitions

43. One of the key elements of the gtr is the definition of "Electronic Stability Control System". The definitional requirements specify the necessary elements of a stability control system that is capable of both effective oversteer and understeer intervention. These requirements are necessary due to the extreme difficulty in establishing tests adequate, by themselves, to ensure the desired level of ESC functionality in a variety of circumstances. <sup>7/</sup> The test that is being adopted is necessary to ensure that the ESC system is robust and meets a level of performance at least comparable to that of current production ESC systems.

44. Consistent with the definition of ESC contained in a voluntary consensus standard, the Society of Automotive Engineers (SAE) <sup>8/</sup> Surface Vehicle Information Report J2564 (rev. June 2004), vehicles covered under the standard are required to be equipped with an ESC system:

- (i) That improves vehicle directional stability by at least having the ability to automatically control individually the vehicle braking torques of the left and right wheels on each axle or an axle of each axle group <sup>9/</sup> to induce a correcting yaw moment based on the evaluation of actual vehicle behaviour in comparison with a determination of vehicle behaviour demanded by the driver;

---

<sup>7/</sup> An equipment requirement is necessary because it would be almost impossible to devise a single performance test that could not be met through some action by the manufacturer other than providing an ESC system. Establishing a battery of performance tests to achieve the intended results is not possible at this time because it has not been possible to develop a practical, repeatable limit-understeer test, and there are no applicable tests in vehicle dynamics literature. Although preliminary research efforts were undertaken in the United States related to understeer, it was determined that the complexity of such research would require several years of additional work before any conclusions could be reached regarding an ESC understeer performance test.

Given this, three available options were identified: (1) delay the ESC gtr and conduct research and development; (2) drop the understeer requirement and amend the gtr once an ESC performance test is developed; or (3) include a requirement for understeer as part of the definition of "ESC System," along with requiring specific components that will permit the system to intervene in excessive understeer situations.

The first and second options were eliminated on the grounds of safety.

The third option, adopting an understeer requirement as part of the definition of "ESC System," along with a requirement for specific equipment suitable for that purpose, was determined to be most appropriate for accomplishing the safety purposes and related benefits of the gtr. Such a requirement is objective in terms of explaining to manufacturers what type of performance is required and the minimal equipment necessary for that purpose. Contracting Parties can verify that the system has the necessary hardware and logic for understeer mitigation. Since the necessary components for effective understeer intervention are already present on all ESC systems, it is anticipated that manufacturers are highly unlikely to decrease their ESC systems' understeer capabilities simply because the regulation does not currently have a specific test for understeer. It is expected that this approach will ensure that vehicle manufacturers maintain understeer intervention as a feature of the ESC system, without delaying the life-saving benefits of the ESC gtr. In the meantime, additional research may be undertaken in the area of ESC understeer intervention and additional action may be taken, as appropriate.

Even with an understeer test, the ultimate practicability of a standard without an equipment requirement remains in doubt because of the possible large number of test conditions that would be required.

<sup>8/</sup> The Society of Automotive Engineers is an association of engineers, business executives, educators, and students who share information and exchange ideas for advancing the engineering of mobility systems. SAE currently has over 90,000 members in approximately 97 countries. The organization's activities include development of standards, events, and technical information and expertise used in designing, building, maintaining, and operating self-propelled vehicles for use on land or sea, in air or space. See <<http://www.sae.org>>.

<sup>9/</sup> An axle group shall be treated as a single axle and dual wheels shall be treated as a single wheel.

- (ii) That is computer-controlled with the computer using a closed-loop algorithm to limit vehicle oversteer and to limit vehicle understeer based on the evaluation of actual vehicle behaviour in comparison with a determination of vehicle behaviour demanded by the driver;
- (iii) That has a means to directly determine the value of the vehicle's yaw rate 10/ and to estimate its sideslip 11/ or sideslip derivative 12/ with respect to time;
- (iv) That has a means to monitor driver steering inputs; and
- (v) That has an algorithm to determine the need, and a means to modify propulsion torque as necessary, to assist the driver in maintaining control of the vehicle.

The ESC system shall meet additional specific functional requirements besides the definition, as follows:

- (i) Be capable of applying braking torques individually to all four wheels 13/ and have a control algorithm that utilizes this capability;
- (ii) Be operational over the full speed range of the vehicle, during all phases of driving including acceleration, coasting, and deceleration (including braking), except:
  - a. When the driver has disabled ESC;
  - b. When the vehicle speed is below 20 km/h;
  - c. While the initial start-up self-test and plausibility checks are completed, not to exceed 2 minutes when driven under the conditions of paragraph 7.10.2.; and
  - d. When the vehicle is being driven in reverse.
- (iii) Remain capable of activation even if the antilock brake system or traction control system is also activated.

45. The gtr also specifies a number of other definitions intended to clarify the operation of ESC systems or related performance testing. Specifically, definitions are provided for the following terms: (1) "Ackerman Steer Angle"; (2) "Lateral Acceleration"; (3) "Oversteer"; (4) "Sideslip or side slip angle"; (5) "Understeer"; (6) "Yaw rate"; and "SSF".

46. The gtr does not require the ESC system to be operable when the vehicle is being driven in reverse, because such provision would necessitate costly changes to current ESC systems with no anticipated safety benefit. The main safety problems associated with the vehicle operating in reverse are backing into/over pedestrians, backing over edges (drop-offs), and backing into inanimate objects (e.g., other vehicles, buildings). ESC is not expected to help prevent any of these types of crashes. Furthermore, vehicles are rarely driven rapidly in reverse, so the provision that ESC need not function when "the vehicle speed is below 20 km/h" means that ESC would typically not have to be active when the vehicle is in reverse.

---

10/ "Yaw rate" means the rate of change of the vehicle's heading angle (measured in degrees/second) of rotation about a vertical axis through the vehicle's center of gravity.

11/ "Sideslip" means the arctangent of the lateral velocity of the center of gravity of the vehicle, divided by the longitudinal velocity of the center of gravity.

12/ Because sideslip and the time derivative of sideslip are intimately mathematically related, when one of these values is known, it is then possible to determine the other. This global technical regulation permits this key value for ESC operation to be determined by either means.

13/ Dual wheels shall be treated as a single wheel, and a twin axle group shall be treated as a single axle.

47. The gtr acknowledges that the ESC system, the antilock brake system, and any traction control system on current vehicles tend not to be functionally separate but instead to be integrated into a single system, all of which utilize the vehicle's brake control system to accomplish their intended stability enhancement goals. In order to allow subsystem arbitration to occur as needed to optimize ESC performance, the regulation makes clear that the vehicle's design logic for activation of these systems may be integrated so that these systems can work in unison to address vehicle instabilities.

48. When defining the ESC hardware and software requirements for the gtr, the focus was on specific technologies known to be effective in reducing real world crashes, rather than systems or features that only theoretically might have a safety impact. For example, inclusion of a provision related to sideslip of the tyre contact patch was recommended. However, although contemporary ESC systems meet the definitional requirements of this regulation, they do not necessarily estimate the sideslip of the tyre contact patch, and an effective technology for measuring the sideslip of the tyre contact patch has not been demonstrated. While it is encouraging to learn of new technologies that may improve vehicle safety, quantifying their effectiveness is not possible until crash data become available, even if one would theoretically expect the alternative technology to affect vehicle performance in a similar manner as the proven technology. Therefore, absent such effectiveness data for ESC-type systems that estimate the sideslip of the tyre contact patch (instead of determining the vehicle's yaw rate, or estimating the vehicle's sideslip, and monitoring the driver's steering inputs), it is not reasonable to treat them as equivalent to those ESC systems which have demonstrated that they can save thousands of lives each year.

(c) General Requirements

49. In addition to the definitional requirements discussed above, ESC systems shall also meet the following additional requirements of the gtr.

(i) Basic System Operation

50. The ESC system, as defined above, is required to be capable of applying braking torques individually at all four wheels and to have an algorithm that utilizes this capability. <sup>14/</sup> Except for the situations specifically set forth in part (b) of the definition of "ESC System" above, the system is also required to be operational during all phases of driving, including acceleration, coasting, and deceleration (including braking). The ESC system is required to be capable of activation even if the anti-lock brake system or traction control system is also activated.

51. In adopting the combination of ESC definitional and performance requirements set forth in this gtr, the Contracting Parties express their intention to spread the proven safety benefits of current ESC systems across the global light vehicle fleet as rapidly as possible. Available information shows that current brake-based ESC systems are effective and meet the need for motor vehicle safety. There is currently no information to demonstrate the efficacy of the ESC-

---

<sup>14/</sup> The gtr was developed based on new vehicles produced in 2005 and 2006. The definition of ESC is limited to four-wheel ESC systems because existing two-wheel ESC systems are not capable of understeer intervention or four-wheel automatic braking during an intervention, even though these systems also produced substantial (but lesser) benefits.



related technologies which some stakeholders have suggested as alternatives to brake-based ESC systems (e.g., active steering systems (Active Front Steer, Active Rear Steer, Steer by Wire, Electric Power Steering), active drivetrains (Active Differentials, Electronic Limited Slip Differentials, Electric Motor/Generator Devices for Propulsion/Braking), and active suspensions (Active Stabilizer Bars, Active Dampers, Active Springs), automatic braking, traction control, brake assist and roll stability control).

52. Furthermore, it is possible for a vehicle without ESC to be optimized to avoid spin-out in the narrowly defined conditions of the ESC oversteer intervention test (especially if the regulation is silent on understeer) but to lack the advantages of ESC under other conditions. It has been determined that it is not currently feasible to develop a comprehensive battery of tests that could substitute for the knowledge of what equipment constitutes ESC, and it remains to be seen if such an approach would ever be practical to set a purely performance-based standard that would ensure that manufacturers provide at least current ESC systems. Therefore, the gtr's definition of "ESC System" is necessary in order to ensure that vehicles subject to this regulation have the attributes of ESC systems that produced the large reduction of single-vehicle crashes and rollovers in recent crash data studies. The following discussion explains the identified obstacles to a strictly performance-based approach.

53. Among the challenges associated with developing a performance test for ESC, it should be noted that manufacturers develop ESC algorithms using tests whose conditions are generally not repeatable (e.g., icy surfaces which change by the minute, wet/slippery surfaces which are not repeatable day-to-day) and through simulation. Manufacturers also use hundreds of conditions requiring weeks of testing for a given vehicle. However, it is not practicable to use these approaches as part of a safety regulation. In contrast, this gtr is objective and is expected to generate repeatable results.

54. It is possible to overcome these limitations through the gtr's use of a definition of "ESC System," which is based on a Society of Automotive Engineers definition of what ESC is, and which includes those elements that account for the cost of those systems. There is no reason to believe that manufacturers will incur all the costs of the ESC equipment and capabilities required by the regulation's definition and then just program the system to achieve limited operation restricted to the test conditions of the gtr. The regulation's definitional requirement for "ESC System" requires, at a minimum, the equipment and capabilities of existing ESC system designs. This translates into the substantial fatality and injury benefits provided by existing ESC systems.

55. Without the definition of "ESC System," it would not be feasible to assess comprehensively the operating range of resulting devices, particularly for understeer intervention, that might be installed in compliance with the safety standards. If manufacturers were to optimize the vehicle so as to pass only a few highly-defined tests, the public would not receive the full safety benefits provided by current ESC systems. <sup>15/</sup>

---

<sup>15/</sup> The U.S. Environmental Protection Agency (EPA) experienced problems with heavy duty diesel manufacturers' production of engines that met EPA standards during laboratory testing under EPA procedures but were turned off under highway driving conditions. On 22 October 1998, the U.S. Department of Justice and EPA announced a settlement with seven major diesel engine manufacturers. Accordingly, it is not believed that the industry's ability to circumvent the requirements of the standard is a theoretical one, as would permit us to forgo a definition for "ESC System".

56. Some participants listed a number of systems and components that can influence wheel forces and suggested that it should be permissible for the definition of ESC to be satisfied by systems that can generate wheel force (i.e. a requirement more open than compelling a system that shall operate through brake forces). However, data were not provided to show the effectiveness of such systems, as would demonstrate that they meet the need for motor vehicle safety and that it would be appropriate to substitute them for proven brake-based ESC systems. Instead, there are good reasons for the gtr, at least initially, to be based on braking forces. While some of the devices mentioned could create yaw moments (for ESC interventions) by driving torques 16/, yaw moments created by braking torques have an advantage in critical situations because they also cause the vehicle to slow down.

57. Some participants mentioned a number of steering-related concepts for consideration as performance requirements that could be used as part of the gtr. One specific example included using active steering interventions (in a vehicle that combines steering and braking in its ESC). However, while active steering may be useful in certain situations, the steering interventions may not be very helpful at or near the limit of traction, which is arguably the critical situation to be addressed by the gtr. Again, braking forces have an advantage over steering forces because they can create a more powerful yaw intervention when the vehicle is at the limit of traction. 17/

58. To clarify, the gtr in no way prohibits the addition of refinements (e.g., active steering) to vehicles that retain the ability to create yaw moments with brake torques when necessary. The vehicles in question retain the brake-based ESC as the backstop for stability, because the brake interventions which are more noticeable to drivers retain their power in situations where the transparent steering interventions might not be powerful enough. Without data to assess the effectiveness of these potential alternative operating features for ESC, it would not be appropriate at this time to abandon the requirement for brake torque-based systems which have proven benefits, in favour of concepts that have not yet demonstrated any safety benefits, much less the enormous benefits associated with current brake torque-based ESC systems.

---

16/ "Driving torque" is a force applied by the engine through the drive train in order to make a particular wheel turn faster than the others—similar to "braking torque" which brakes one wheel to make it turn slower than the others. Either force can be utilized by an ESC system to change the heading of the vehicle, although braking torque has the added benefit of helping slow the vehicle down.

17/ Liebemann et al, Safety and Performance Enhancement: The Bosch Electronic Stability Control (ESP), 2005 ESC Conference.

59. Furthermore, all of these other ESC-related components (including roll stability control <sup>18/</sup>) lack supporting data to assess their effectiveness and to determine whether such technologies meet the need for safety. The commonality of design for ESC systems in the studies used to develop this regulation focused on individual brake application and engine control, and at least one industry association (the 'Verband der Automobilindustrie') stated that the definition for "ESC system" captures the state-of-the-art. Again, even though certain later ESC designs incorporate some additional features, it was not possible to determine the safety benefits, if any, of these features because these features were not available on any of the ESC-equipped vehicles in the crash data study. Also, some of those features are directed at comfort and convenience rather than safety.

60. Based upon the above consideration, it was concluded that there is no good reason to postpone the proven life-saving benefits of basic ESC systems until such time as necessary research could be conducted to assess the panoply of related components. Thus, instead of specifying additional components as part of the regulation's definition for "ESC system," it is left to the discretion of vehicle manufacturers to tailor the features of their individual ESC systems to the needs of a given vehicle. The gtr does not limit manufacturers' ability to develop, install, and advertise stability control systems that go beyond its requirements.

61. It is acknowledged that in requiring ESC as it now exists and has proven to be beneficial, the gtr may be indirectly impacting hypothetical future technological innovations. Should new advances lead to forms of ESC different than those currently required by this regulation, Contracting Parties may seek to modify this gtr. It is also noted that the vehicle manufacturers who are the directly regulated parties have not opposed using the definition for "ESC System" as the primary requirement of the gtr, and some have actively supported it.

---

<sup>18/</sup> "Roll stability control" senses the vehicle's body roll angle and applies high brake force to the outside front wheel to straighten the vehicle's path and reduce lateral acceleration if the roll angle indicates probable tip-up. However, roll stability control was not responsible for the huge reduction in rollovers in single-vehicle crashes of 71 per cent for cars and 84 per cent for SUVs. None of the vehicles in the U.S. crash data study had roll stability control. The crash data study was a study of the benefits of yaw stability control. The first light vehicle with roll stability control was the 2003 Volvo XC90 which was not in the data study because it was a new vehicle without a non-ESC version that could serve as a control vehicle. It is also a low-production-volume vehicle that would have produced very few crash counts in the 1997-2003 crash data of the study. A similar roll stability control system was used on high-volume Ford Explorers starting in 2005, and eventually there should be enough Explorer data to evaluate the effectiveness of roll stability control through analysis of crash data (i.e. in approximately three to four years).

However, because the data study showed yaw stability control reducing rollovers of SUVs by 84 per cent by reducing and mitigating road departures, and because on-road untripped rollovers are much less common events, the target population of crashes that roll stability control could possibly prevent may be very small. If and when roll stability control can be shown to be cost-effective, then it could be a candidate for inclusion in the gtr.

In addition, the countermeasure of roll stability control systems is at least theoretically not benign. It reduces lateral acceleration by turning the vehicle away from the direction the driver is steering for at least a short distance. Several participants expressed strong dissatisfaction with a mandatory safety device in which the driver yields at least some measure of vehicle control to a computer (e.g., ESC engine control causing the system to override the driver's throttle control). This was an inaccurate criticism of a pure yaw stability control system, because such a system would help the vehicle go in the direction the driver is steering. However, requiring systems that actually countermand the driver's steering control requires a high level of justification, a hurdle which roll stability control cannot yet surmount due to the newness of the technology and the corresponding lack of available data.

a. ESC Initialization Period

62. Most ESC systems typically require a short initialization period after the start of each new ignition cycle, during which time the ESC system is not operational because it is performing diagnostic checks and sensor signal correlation updates. According to ESC manufacturers, the duration of this ESC initialization interval may depend upon several factors, including distance travelled, speed, and/or signal magnitudes. In order to account for such initialization periods, the regulation makes clear that ESC does not need to be active when the vehicle speed is below 20 km/h. Therefore, the ESC manufacturer has a short period of time, from the time the vehicle's ignition is turned on to the time when the vehicle speed first exceeds 20 km/h to initialize ESC. The process of initializing ESC is, in many ways, similar to the process of initializing ABS. ABS systems typically have completed their initialization by the time the vehicle reaches speeds of 5 km/h to 9 km/h. Therefore, it is anticipated that allowing up to a speed of 20km/h should be adequate to initialize ESC.

63. Industry participants pointed out that some types of diagnostic checks cannot be performed unless the vehicle is making turns or travelling at relatively high speeds. Accordingly, the regulation's test procedure accommodates these types of diagnostic checks. ESC manufacturers can assume that the ESC has not malfunctioned and make the system operational once driving situations occur that permit these diagnostic checks to be performed.

b. ESC Calibration

64. Determining when ESC intervention shall occur is a complicated balance of effectiveness and intrusiveness. As such, one of the challenges of designing ESC control algorithms is how to anticipate when a loss-of-control situation may occur. The Sine with Dwell manoeuvre, and the lateral stability and responsiveness performance criteria that evaluate the test output, provide an excellent way of assessing ESC system performance for all light vehicles. By successfully satisfying these minimum performance requirements, it is anticipated that the ESC system will perform in an effective manner.

(ii) Malfunction Detection

65. Because the benefits of the ESC system can only be realized if the system is functioning properly, the system shall be able to detect and alert the driver of ESC system malfunctions (through illumination of a tell-tale described below). The regulation requires that the vehicle shall be equipped with a tell-tale that provides a warning to the driver not more than two minutes after the occurrence of one or more malfunctions that affect the generation or transmission of control or response signals in the vehicle's ESC system. The regulation also sets forth the following additional requirement related to ESC malfunction detection.

66. Specifically, the ESC malfunction tell-tale shall be mounted inside the occupant compartment in front of and in clear view of the driver and be identified by the symbol shown for "ESC Malfunction Tell-tale" as described in this regulation. The ESC malfunction tell-tale shall remain continuously illuminated under the conditions specified in the regulation for as long as the malfunction(s) exists, whenever the ignition locking system is in the "On" ("Run") position, and except as otherwise provided, each ESC malfunction tell-tale shall be activated as a

check of lamp function either when the ignition locking system is turned to the "On" ("Run") position when the engine is not running, or when the ignition locking system is in a position between "On" ("Run") and "Start" that is designated by the manufacturer as a check position. The ESC malfunction tell-tale need not be activated when a starter interlock is in operation. The ESC malfunction tell-tale shall extinguish after the malfunction has been corrected. Manufacturers may use the ESC malfunction tell-tale in a flashing mode to indicate ESC operation.

a. Types of Malfunctions to be detected

67. Regarding the issue of which vehicle components are subject to ESC malfunction testing, a rule of reason applies. Simply stated, if a vehicle malfunction was to affect the generation or transmission of control or response signals in the vehicle's electronic stability control system, it shall be detectable by the ESC system. In other words, if the malfunction impacts the functionality of the ESC system, the ESC system shall be capable of detecting it. For shared or connected components, a malfunction need only be detected to the extent it may impact the ESC system's operation. Manufacturers are in the best position to know the vehicle components involved in ESC operation.

b. Practicability Issues with ESC Malfunction Detection

68. The regulation specifies that disconnections and connections of ESC components are to be made with the power turned off, in order to prevent the risk of harm to technicians.

69. The gtr intends to ensure that ESC malfunctions are detected within a reasonable time after the start of driving. The language adopted specifically provides that the vehicle should be driven during the proposed two-minute period so that the parts of its malfunction detection capability which depend on vehicle motion can operate.

70. Furthermore, in response to industry input, the gtr clarifies that the ESC system is not expected to maintain its monitoring capability with ignition turned off and that it is not necessary to restrict the extinguishment of the tell-tale to the exact instant of the initiation of the next ignition cycle.

c. Use of ESC Malfunction Indicator to Indicate Malfunctions of Related Systems/Functions


71. Industry stakeholders suggested that manufacturers should be allowed to use the ESC malfunction indicator to indicate the malfunction of any ESC-related system, including traction control, trailer stability assist, corner brake control, and other similar functions that use throttle and/or individual wheel torque control to operate and which share common components with the ESC system (arguing that the dealer or repair business can inform the owner precisely which system is malfunctioning). Particularly in light of space limitations in the instrument panel for incorporation of additional tell-tales, it has been decided that a single malfunction tell-tale that relates to a vehicle's stability-related safety systems generally is sufficiently informative for the driver, and it should be effective in conveying to the driver that a malfunction has occurred which may require diagnosis and service by a repair facility. Accordingly, the ESC malfunction

symbol may also be used to indicate the malfunction of related systems/functions including traction control, trailer stability assist, corner brake control, and other similar functions that use throttle and/or individual torque control to operate and share common components with the ESC system.

(iii) Tell-tale Specifications

a. ESC Malfunction Tell-tale

72. Because the benefits of the ESC system can only be realized if the system is functioning properly, a tell-tale is required to be mounted inside the occupant compartment in front of and in clear view of the driver. The ESC malfunction tell-tale shall be identified by the following International Standards Organization (ISO) symbol or text:

<u>SYMBOL</u>	<u>WORD OR ABBREVIATION</u>	<u>CONTROL</u>	<u>COLOUR</u>
	ESC	TELL-TALE	YELLOW

73. The ESC malfunction tell-tale is required to illuminate after the occurrence of one or more malfunctions that affect the generation or transmission of control or response signals in the vehicle's ESC system. When illuminated, the telltale shall be sufficiently bright to be visible to the driver under both daylight and night time driving conditions, when the driver has adapted to the ambient roadway light conditions. Such tell-tale shall remain continuously illuminated for as long as the malfunction(s) exists, whenever the ignition locking system is in the "On" ("Run") position. The ESC malfunction tell-tale shall extinguish at the next ignition cycle after the malfunction has been corrected.

74. Except as provided in the regulation, each ESC malfunction tell-tale shall be activated as a check of lamp function either when the ignition locking system is turned to the "On" ("Run") position when the engine is not running, or when the ignition locking system is in a position between "On" ("Run") and "Start" that is designated by the manufacturer as a check position. (The check of lamp requirement does not apply to tell-tales shown in a common space.) In addition, the ESC malfunction tell-tale need not be activated when a starter interlock is in operation.

75. Vehicle manufacturers are permitted to use the ESC malfunction tell-tale in a flashing mode to indicate operation of the ESC system.

b. Tell-tale Labelling

76. In terms of how to label the ESC malfunction tell-tale, it is the gtr's intention to provide flexibility to vehicle manufacturers via alternative text terms for tell-tales, while at the same time promoting consistency of message. As the concept of ESC becomes more widely understood by drivers, it is expected that offering the option of using the text term "ESC," as opposed to manufacturer-specific ESC system acronyms, will facilitate driver recognition of the tell-tale.

Therefore, the regulation permits use of the term "ESC" at the manufacturer's discretion instead of the ISO symbol.

77. In light of the importance of promoting drivers' understanding of ESC and whether or not their vehicle is equipped with ESC, industry recommended combining the ISO symbol with the acronym "ESC". Insofar as drivers will have to learn the precise meaning of any tell-tale offered by manufacturers to convey the idea of ESC, it is not necessary at this time to specifically require a tell-tale that includes both the symbol and the acronym, and there is no evidence that both together will convey a greater benefit than either alone. It is expected that most drivers become increasingly familiar with the meaning of instrument panel tell-tales over time, and that the ESC malfunction tell-tale symbol and substitute "ESC" text can effectively be used interchangeably. However, given vehicle manufacturers' stated concern that limited instrument panel area is available for locating tell-tales, it is noted that it is permissible to augment the ISO symbol with the text "ESC".

c. Use of Message Centers

78. It should be noted that in the event that the text alternative for the ESC malfunction tell-tale is presented via the vehicle's message/information centre (sometimes referred to as a "common space"), the regulation's tell-tale requirements shall continue to be met and the warning shall not be displaced by a subsequent warning until such time as the malfunction condition has been corrected.

d. Color Requirement

79. The use of message/information centres for presentation of ESC malfunction information is permissible to the extent that the relevant requirements of the regulation are met, including the yellow colour requirement. The intent of the colour requirement is that the colour yellow be used to communicate to the driver a condition of compromised performance of a vehicle system that does not require immediate correction. The International Standards Organization in its standard titled, "Road Vehicles – Symbols for controls, indicators, and tell-tales" (ISO 2575:2004(E)), agrees with this practice through its statement of the meaning of the colour yellow as "yellow or amber: caution, outside normal operating limits, vehicle system malfunction, damage to vehicle likely, or other condition which may produce hazard in the longer term". In the context of ESC, a yellow, cautionary warning to the driver was purposely chosen to indicate an ESC system malfunction. This requirement shall be maintained in order to communicate properly the level of urgency with which the driver shall seek to remedy the malfunction of this important safety system.

e. Illumination Strategy

80. Some current ESC systems utilize a tell-tale control logic that illuminates the "ESC Off" tell-tale every time the ESC malfunction tell-tale is illuminated. When an ESC malfunction situation exists, this gtr permits manufacturers to illuminate the "ESC Off" tell-tale or display "ESC Off" text in a message/information centre in addition to illuminating the separate ESC malfunction tell-tale to emphasize to the driver that ESC functionality has been reduced due to

the failure of one or more ESC components. However, when ESC has been manually disabled by the driver, the ESC malfunction telltale may not be illuminated along with the "ESC Off" telltale unless an actual ESC malfunction condition exists. There is an exception related to two part tell-tales as described in section titled: "use of two part tell-tales". In such situations, an ESC system actively disengaged by the driver through an appropriate control is not malfunctioning, but is instead functioning properly. Such an illumination strategy could cause driver confusion, which may in turn decrease confidence in the ESC system.

f. Tell-tale Extinguishment

81. In terms of tell-tale extinguishment, the gtr should not be interpreted as implying that all ESC malfunctions will require corrective action by a third party (e.g., dealership, repair shop). Instead, there are numerous examples of situations in which outside intervention is not required to return the ESC system to normal operation, such as where a sensor may become temporarily inactive but subsequently return to service.

g. Tell-tale Location

82. Although some participants suggested that the regulation should require an appropriate tell-tale in that vehicle's "instrument cluster" where its message would be more prominent, rather than in the vehicle's centre console (i.e. where the radio and climate control mechanisms are normally located), such a narrow locational requirement is not necessary. Instead, the regulation's requirement that the ESC malfunction tell-tale "shall be displayed in direct and clear view of the driver while in the driver's designated seating position with the driver's seat belt fastened" should be sufficiently stringent to ensure that vehicle manufacturers will locate the ESC malfunction tell-tale in a reasonable location.


(iv) Optional "ESC Off" Switch and Tell-tale

83. In certain circumstances, drivers may have legitimate reasons to disengage the ESC system or limit its ability to intervene, such as when the vehicle is stuck in sand/gravel, is being used while equipped with snow chains, or is being run on a track for maximum performance. Accordingly, under this gtr, vehicle manufacturers may include a driver-selectable switch that places the ESC system in a mode in which it does not satisfy the performance requirements of the standard (e.g., during the use of snow chains, attempting to "rock" a vehicle stuck in a deformable surface such as snow or mud, attempting to initiate movement on deep snow or ice, driving through a deep, deformable surface such as mud or sand, driving with a compact spare tyre, tyre of mismatched sizes or tyres with chains or driving in full-off mode). However, if the vehicle manufacturer chooses this option, it shall ensure that the ESC system always returns to the manufacturer's default mode at the initiation of each new ignition cycle, regardless of the mode the driver had previously selected (with certain exceptions such as for low range off-road operation).

84. If the vehicle manufacturer chooses this option, it shall also provide an "ESC Off" control and a tell-tale that is mounted inside the occupant compartment in front of and in clear view of the driver. The purpose of this tell-tale is to indicate to the driver that the vehicle has been put into a mode that renders it unable to satisfy the requirements of the gtr. The ESC Off tell-tale



shall be identified by the following symbol (the ISO symbol J.14 with the English word "OFF") or text:

<u>SYMBOL</u>	<u>WORD OR ABBREVIATION</u>	<u>CONTROL</u>	<u>COLOUR</u>
	ESC OFF	Tell-tale Control (Illuminated)	Yellow  --

85. Such tell-tale shall remain continuously illuminated for as long as the ESC is in a mode that renders it unable to meet the performance requirements of the gtr, whenever the ignition locking system is in the "On" ("Run") position. Except as provided in this regulation, each "ESC Off" tell-tale shall be activated as a check of lamp function either when the ignition locking system is turned to the "On" ("Run") position when the engine is not running, or when the ignition locking system is in a position between "On" ("Run") and "Start" that is designated by the manufacturer as a check position. The "ESC Off" tell-tale need not be activated when a starter interlock is in operation. The "ESC Off" tell-tale shall extinguish after the ESC system has been returned to its fully functional default mode.

86. Several participants raised specific issues pertaining to the ESC Off control and tell-tale, which are set forth and addressed below.

#### h. System Disablement and the "ESC Off" Control

87. Most participants expressed support for the decision to permit vehicle manufacturers to install ESC Off controls, stating that a driver may need to disable the ESC system in certain situations such as when a vehicle is stuck in a deformable surface such as mud or snow, or when a compact spare tyre, tyres of mismatched sizes, or tyres with chains are installed on the vehicle.

88. In contrast, some safety advocacy organizations have expressed concern that ESC on-off controls may place motorists at unnecessary risk, particularly where de-activation occurs for "driving enjoyment" or racing purposes; this small minority of drivers could disable their ESC systems by other (unspecified) means. Concern was expressed that permitting ESC disablement could result in the loss of benefits of an active ESC system for long distances or considerable periods of time until the start of the next ignition cycle and that turning off the ESC system could also disable ABS operation, thereby negatively impacting vehicle safety. Alternatively, it was suggested that it may be unnecessary to permit ESC de-activation, if ESC systems can operate in conjunction with vehicle traction control systems or that the gtr permits ESC disablement controls, de-activation should require either: (1) a long control engagement period, or (2) sequential control engagement actions.

89. After considering these observations, it was nevertheless decided that provision in the gtr for a control to disable the ESC system temporarily will enhance safety. The rationale for this position is detailed below.

90. Driving situations exist in which ESC operation may not be helpful, most notably in conditions of winter travel (e.g., driving with snow chains, initiating movement in deep snow). ESC determines the speed at which the vehicle is travelling via the wheel speeds, rather than using an accelerometer or other sensor. While the gtr only requires ESC to operate at travel speeds of 20 km/h and greater, some manufacturers may choose to design their ESC systems to operate at lower speeds. Thus, drivers trying to work their way out of being stuck in deep snow may induce wheel spinning that implies a high enough travel speed to engage the ESC to intervene, thereby hindering the driver's ability to free the vehicle.

91. Second, there is the concern that if a control is not provided to permit drivers to disable ESC when they choose to, some drivers may find their own, permanent way to disable ESC completely. This permanent elimination of this important safety system would likely result in the driver losing the benefit of ESC for the life of the vehicle. However, as currently designed, ESC systems retain some residual safety benefits when they are "switched off," and they also become operational again at the next ignition cycle of the vehicle. Accordingly, it was decided that provision of this type of temporary "ESC Off" control is the best strategy for dealing with such situations.

92. In response to the idea that it may be unnecessary to permit ESC disablement, if ESC systems can operate in conjunction with traction control, it was not thought that ESC disablement should be prohibited on this basis. This gtr sets forth requirements for ESC, not traction control, for new vehicles. For vehicles equipped with ESC but not with traction control, ESC disablement may be necessary in certain situations, as described above.

i. Control for Complete ESC Deactivation

93. Some participants suggested that for certain sporty models, the regulations should provide for a separate mode (perhaps activated with a control) which would give the driver discretion to disable the ESC completely for race track use. As described, such a disablement mechanism would fully and permanently disable the vehicle's ESC system, shutting down any vehicle subsystem that intervenes in the vehicle's performance (with some exceptions, such as where the driver wishes to keep ABS operative).

94. Because the gtr permits, rather than requires, an ESC Off control and is not specifying the extent to which ESC function shall be reduced via the control, manufacturers have the freedom to provide drivers with a control that has the ability to disable ESC completely. Of course, this does not obviate the necessity for the vehicle's ESC system to return to the default mode at the initiation of each new ignition cycle, as required by paragraph 5.5.1. If the manufacturer chooses this option, three cases can be possible: (1) one single control whose only purpose is to switch on and off the ESC function; (2) a control (e.g. a rotary control) whose purpose is to place the ESC system in different modes, at least one of which may no longer satisfy the performance requirements; (3) a control for another system that has the ancillary effect of placing the ESC system in a mode in which it no longer satisfies the performance requirements.

j. ESC Operation After Malfunction and "ESC Off" Control Override

95. In discussions, concern was expressed that when an ESC malfunction is detected, some drivers may respond by pressing the ESC Off control (if one is provided). However, not all ESC malfunctions may render the system totally inoperable, so there may be benefits to ensuring that the system remains active in those cases. Thus, it was suggested that manufacturers should be permitted to disable the "ESC Off" control in those instances where an ESC malfunction has been indicated or override the "ESC Off" control in other appropriate situations. It was argued that at such times, the benefits of ESC operational availability are more important than the ability to disable the system, and it was further argued that because the "ESC Off" control is permitted at the vehicle manufacturer's option, the manufacturer should be accorded discretion to appropriately limit the operation of that off control.

96. It is logical to conclude that just because the manufacturer permits the ESC system to be disabled under some circumstances, that does not mean that the manufacturer shall allow it to be disabled at all times. If the vehicle manufacturer believes a situation has occurred in which it should not be possible to turn ESC off, then the manufacturer should be permitted to override the operation of the "ESC Off" control. The example of an ESC system malfunction after which the driver triggers the "ESC Off" control is illustrative of such a situation; in such cases, the vehicle operator presumably had desired to maintain ESC functionality while driving, so the driver's action to turn the system off arguably reflects a reflex reaction that the system is unavailable and shall be shut down, rather than a reasoned decision to forgo any residual ESC benefits that might remain in spite of the malfunction. Similarly, it makes little sense to require the ESC system to remain disabled if the vehicle manufacturer believes a situation has occurred in which ESC should again become functional. The gtr's regulatory text has been drafted in a manner which reflects these principles.

k. Default to "ESC On" Status

97. This gtr recognizes that there may be certain situations in which ESC disablement may be appropriate (e.g., vehicles stuck in snow or mud), but considered the fact that permitting the ESC system to remain disabled until the next ignition cycle (i.e. default mode upon vehicle start-up be ESC "full-on") could be problematic. It was argued that the driver may inadvertently forget to reengage the ESC for the remainder of the current trip by turning the ignition off and then on again, and that waiting for the next ignition cycle to require reengagement of the ESC system needlessly compromises potential safety benefits. One suggestion was to have the gtr require that, once disabled, the ESC system shall again become operational when the vehicle reaches a speed of 40 km/h (or develop some other alternative, such as a time-delay reminder to re-enable the system or some other means of automatic re-enablement).

98. In response, it is noted that although ESC systems shall always return to the manufacturer's original default mode that satisfies the regulatory requirements at the initiation of each new ignition cycle, manufacturers have the freedom to equip their vehicles with ESC systems that return to a compliant mode sooner, based upon an automatic speed trigger or timeout.

## 1. Operation of Vehicle in 4WD Modes

99. Several industry stakeholders stated that there are certain situations in which the ESC system would not be able to default to "on" status at the start of a new ignition cycle. As an example, it was noted that there are certain vehicle operational modes in which the driver intends to optimize traction, not stability (e.g., 4WD-locked high, 4WD-locked low, locking front/rear differentials). These industry participants argued that an exception should be made in the gtr for the cases when the driver's ESC modes selection for four-wheel drive low has locked the vehicle's differentials, or has placed the vehicle in other special off-road chassis modes. According to the industry, transition to one of these modes is mechanical and cannot be automatically reverted to "on" status at the start of each new ignition cycle. These industry stakeholders further suggested that this approach would be consistent with safety because the operating conditions for these vehicle modes tend to involve low speed. It was added that in those cases, the ESC "Off" tell-tale should be illuminated, in order to remind the driver of the ESC system's status as being unavailable. Industry stakeholders also argued that when a driver has placed a vehicle into a 4WD-locked high mode (i.e. when the vehicle is in 4WD-high with the front and rear axles locked together, which can be useful in improving stability on snow-, sand-, or dirt-packed roads), the vehicle should not be subject to the stability and responsiveness performance requirements in paragraphs 5.1. and 5.2., because the vehicle's ESC system has been "optimized" for that driving configuration and reverting to "full on" with subsequent ignition cycles would serve no safety benefit under the driving conditions in which 4WD-locked high would be appropriate.

100. It makes sense that when a vehicle has been intentionally placed in a mode specifically intended for enhanced traction during low-speed, off-road driving via mechanical means (e.g., levers, switches) and in this mode ESC is always disabled, it is not sensible to require the ESC system to be returned to "full on" status just because the ignition has been cycled. In these situations, keeping the ESC disabled makes more sense. It is thought that this approach should have no substantial effect on safety because the operating conditions for these vehicle modes tend to involve low-speed driving. Additionally, we agree that when driving conditions are appropriate for a driver to use 4WD-locked high if their vehicle is equipped with it, there is little safety benefit likely from requiring the ESC system to revert to "full on" with the next ignition cycle. However, we believe that an ESC system optimized for 4WD-locked high should be able to meet the stability performance requirements if not the responsiveness requirements, since 4WD-locked high is designed to improve stability and reduce responsiveness for purposes of improving safety under the relevant driving conditions. Thus, the regulatory text now states that "...the vehicle's ESC system need not return to a mode that satisfies the requirements of paragraphs 5. through 5.3. at the initiation of each new ignition cycle if: (a) the driver-selected mode is designed for low-speed, off-road driving and vehicle speed is limited in this mode by transmission gear reduction; or (b) the driver-selected mode is designed for operation at higher speeds on snow-, sand-, or dirt-packed roads and has the effect of locking the front and rear axles together, provided that in this mode the vehicle meets the stability performance requirements of paragraphs 5.1. and 5.2. under the test conditions specified in paragraph 6."

## m. Labelling of the "ESC Off" Control

101. Industry stakeholders agreed that the "ESC Off" control should be identified, but they argued that vehicle manufacturers should be granted flexibility in terms of how to identify the "ESC Off" control. The industry stated that it is not necessary to standardize the identification of the control because vehicle manufacturers have been providing drivers with more detailed feedback on the ESC operating mode when the system is in other than the default "full on" mode. In other words, the argument is that because vehicle manufacturers are providing a tell-tale that would illuminate whenever the system is in a mode other than "full on," they should be permitted discretion to optimize control labelling in ways that would facilitate driver understanding of variable ESC modes (i.e. permitting an identification other than "ESC Off").

102. There is a legitimate concern for ensuring driver understanding of ESC status. Therefore, it would be beneficial to encourage drivers to select ESC modes other than "full on" only when driving conditions warrant. However, standardized control labelling of an "ESC Off" control shall be maintained, and, therefore, manufacturers shall identify an actual "ESC Off" control using the specified "ESC Off" symbol or "ESC Off" text (which may be supplemented with other text and symbols). However, there is a difference between a dedicated "ESC Off" control (i.e. one whose sole function is to put the ESC system in a mode in which it no longer satisfies the requirements of an ESC system, and which accordingly shall bear the required "ESC Off" labelling) and other types of controls.

103. One type of control to be clarified as excluded is one which has a different primary purpose (e.g., a control for the selection of low-range 4WD that locks the axles), but which shall turn off the ESC system as an ancillary consequence of an operational conflict with the function that it controls. In this case, such a control would be made confusing by adding "ESC Off" to its functional label. Nevertheless, in such situations, the "ESC Off" tell-tale shall illuminate to inform the driver of ESC system status.

104. Another type of control to be clarified as excluded is one that changes the mode of ESC to a less aggressive mode than the default mode but which still satisfies the performance criteria of this gtr. In such cases, the manufacturer may label such a control with an identifier other than "ESC Off," and the manufacturer is permitted, but not required, to use the "ESC Off" tell-tale beyond the default mode to signify lesser modes that still satisfy the test criteria. If this control is combined with a control that puts ESC in a mode in which it no longer satisfies the test criteria (a "dedicated" ESC Off control), as on a multi-mode switch or button, the multi-mode control shall be labelled with either the words "ESC OFF" or the symbol word combination for "ESC Off".

## n. Location of the "ESC Off" Control

105. Certain industry participants requested that vehicle manufacturers be provided flexibility in the placement of the ESC Off control for the following reasons. First, it was argued that the ESC Off control would be infrequently used during normal driving. Second, it was argued that the location of the ESC Off control would help ensure that disabling of the ESC reflects a deliberate act by the driver.

106. For the reasons that follow, the "ESC Off" control location shall be visible to and operable by the driver while properly restrained by the seat belt. Hand-operated controls should be mounted where they are easily visible to the driver so as to minimize visual search time, because safety may be diminished the longer a driver's vision and attention are diverted from the roadway. Furthermore, relative consistency of location across vehicle platforms will promote easy identification of the control when drivers encounter a new vehicle.

o. ESC Off Controls for Vehicles with Towed Trailers

107. This gtr does not require an ESC Off control for vehicles capable of towing a trailer, although it permits them at the manufacturer's discretion. However, tow vehicle/trailer safety is an area of ongoing interest, and additional information is always welcome on ways new technology can improve it. For example, some ESC systems are now being offered with trailer stabilization assist (TSA) control algorithms. These algorithms are specifically designed to help mitigate yaw oscillations that can occur when the vehicle/trailer system is being operated in certain driving situations. These systems operate by using the tow vehicle ESC system to automatically brake the tow vehicle in a way that suppresses the trailer yaw oscillations before they become so large that a loss of control is evident. Evaluating TSA effectiveness is an area of research presently under consideration in the U.S.

p. Tell-tale Labelling

108. Similar to the above reasoning of how to label the ESC malfunction tell-tale, the intention is to provide flexibility to vehicle manufacturers via alternative text terms for tell-tales, while at the same time promoting consistency of message. Therefore, the regulation permits use of the term "ESC OFF" at the manufacturer's discretion instead of the modified ISO symbol.

q. Colour Requirement

109. Similar to the above reasoning for the yellow colour requirement for the ESC malfunction tell-tale, the use of message/information centres for presentation of required ESC information is permissible to the extent that the requirements of the regulation (including the yellow colour requirement) are met. As operating ESC in a mode other than "full on" qualifies as a condition of "compromised performance," the yellow colour requirement shall be maintained in order to communicate properly the condition of potentially decreased safety to the driver.

r. "ESC Off" Tell-tale Clarification

110. In response to industry request, it should be clarified that it is permissible under this gtr to illuminate the "ESC Off" tell-tale whenever the ESC system is in a mode other than the fully active system, even if, at that level, the system would meet the requirements of the regulation. Permitting such an illumination strategy may help to remind drivers when their vehicle's ESC system has been placed in a mode of less than maximal effectiveness and to encourage them to rapidly return the system to fully-functional status.

## s. "ESC Off" Tell-tale Strategy

111. In developing the provisions for the ESC Off tell-tale, vehicle manufacturers sought clarification on whether the following ESC tell-tale illumination strategy would be permissible: If the ESC is deactivated by the driver, illuminate the ESC symbol in the instrument panel (presumed to mean the ESC malfunction symbol and not the "ESC Off" symbol), provide a "ESC OFF" message in the message/information centre, and illuminate a yellow light-emitting diode (LED) in the "ESC Off" control which is in clear view of the driver. Such a strategy is not permissible under this gtr for the reasons that follow.

112. The regulation provides that the ESC malfunction tell-tale shall be illuminated "...after the occurrence of any malfunction". Manual disablement of the ESC by the driver does not constitute an ESC malfunction. In order to prevent confusion on the part of the driver, it has been decided that the ESC malfunction tell-tale can only be used when a malfunction exists. Specifically, if the ESC malfunction tell-tale were permitted to be presented simultaneously with the "ESC Off" tell-tale, drivers would be unable to distinguish whether the system had been switched off or whether a malfunction had occurred. Therefore, presentation of the ESC malfunction tell-tale in addition to an "ESC OFF" indication when ESC has been disabled via the driver-selectable control and no system malfunction exists is prohibited.

## t. Use of Two-Part Tell-tales

113. Some industry stakeholders stated that vehicle manufacturers should be permitted the flexibility to use two adjacent tell-tales, one containing the ISO symbol for the proposed yellow ESC malfunction indicator and another yellow tell-tale with the word "Off". It was argued that, given the limited space available on vehicle instrument clusters, this dual-purpose combination would increase efficiency by allowing one lamp to be illuminated to indicate ESC malfunction and both to be illuminated to indicate that the system has been turned off or placed in a mode other than the "full on" mode.

114. This gtr would permit the tell-tale configuration described above. Indication of a malfunction condition generally shall always be the predominant visual indication provided to the driver by a tell-tale. As a result, if a two-part ESC tell-tale was used and an ESC malfunction occurred, only the malfunction portion of the tell-tale could be illuminated. However, other provisions in the regulation state that a tell-tale consisting of the symbol for "ESC Off" or substitute text shall be illuminated when a control input to the ESC switch (i.e. control) has been made by the driver to put the vehicle into a non-compliant mode. Thus, both parts of the two-part tell-tale would be required to illuminate. In the rare event that an ESC malfunction occurs while the ESC has been manually disabled, this gtr would allow the ESC Off message to remain (i.e. both parts of the two-part tell-tale to remain illuminated) until the next ignition cycle (at which point the ESC shall revert to "full on" mode regardless), at which point the ESC malfunction part of the two-part tell-tale shall be illuminated.

u. Conditions for Illumination of the "ESC Off" Tell-tale:  
Speed

115. The automobile industry sought clarification that the "ESC Off" tell-tale (if an "ESC Off" control is provided) need not illuminate when the vehicle is travelling below the low-speed threshold at which the ESC system becomes operational. That understanding is correct. The regulation requires that the ESC system shall be "...operational during all phases of driving including acceleration, coasting, and deceleration (including braking), except when the driver has disabled ESC or when the vehicle is below a speed threshold where loss of control is unlikely". Thus, the ESC system need not be functional when the vehicle is travelling at a speed below the low-speed threshold. Furthermore, the regulation requires the vehicle manufacturer to illuminate the "ESC Off" tell-tale when the vehicle has been put into a mode that renders it unable to satisfy the gtr's performance requirements. Driving a vehicle at low speeds does not equate with the vehicle operator actively using a driver-selectable control that places the ESC system into a mode in which it will not satisfy these performance requirements. Therefore, the regulation should not be read to imply that the "ESC Off" tell-tale shall be illuminated when the vehicle is travelling at low speeds, and it is sufficiently clear in defining the conditions under which the "ESC Off" tell-tale shall be illuminated.

v. Conditions for Illumination of the "ESC Off" Tell-tale:  
Direction

116. Participants sought confirmation that there is no need to illuminate the "ESC Off" tell-tale when the vehicle is driven in reverse, arguing that triggering the tell-tale under those circumstances could result in driver confusion. That understanding is correct.

117. In developing this gtr, it was not intended that the ESC system be required to be operable when the vehicle is driven in reverse, because such a requirement would necessitate costly changes to current ESC systems with no anticipated safety benefit. Furthermore, the regulatory language states that ESC is intended to function over the full speed range of the vehicle (except at vehicle speeds less than 20 km/h or when being driven in reverse). In such instances, the ESC system has not been turned off, but instead, it has encountered a situation in which, by regulation, the ESC system need not operate; once the vehicle is returned to forward motion at a speed above the minimum threshold, one would presume that the ESC system would return to normal operation automatically. Requiring the "ESC Off" tell-tale to illuminate frequently (given that reversing the vehicle and low-speed driving are routine occurrences) would certainly be perceived as a nuisance by drivers and might even be mistaken for a system malfunction. Furthermore, the regulatory provisions already stated that the "ESC Off" indicator shall be illuminated when the ESC system is manually disabled (i.e. placed in a non-compliant mode) by the driver via the "ESC Off" control, a very different situation from a vehicle being placed in reverse.

w. Alerting the Driver of ESC Activation - Visual and  
Auditory Indications of ESC Activation

118. Participants offered a variety of viewpoints regarding provision of an indication of ESC activation to the driver. Some supported a visual tell-tale; others supported both visual and



auditory indications (e.g., suggesting that such warnings are helpful, in that they may alert drivers earlier regarding slippery road conditions, thereby causing the driver to slow down in anticipation of a potential hazard). Some supported a steady-burning activation indicator (citing one study, which was interpreted as suggesting that flashing illumination increases driver distraction, or even suggesting that a flashing tell-tale could elicit a panic reaction in which the driver fails to even attempt to steer the vehicle), whereas others argued that such indicator should be permitted to flash. Still others stated that an activation tell-tale is unnecessary and potentially distracting to the driver or could lead to annoyance, which may cause drivers to deactivate the ESC system.

119. After careful consideration of the substantial input on this issue, the gtr provides that manufacturers may use the ESC malfunction tell-tale in a flashing mode to indicate ESC operation. However, no safety need has been identified that would justify a requirement for provision of an ESC activation indicator to alert the driver that the ESC system is intervening during a loss-of-control situation.

120. In a U.S. survey conducted as part of relevant human factors research relating to ESC, 28 vehicles equipped with ESC systems were examined and it was found that all manufacturers appeared to provide a visual indication of ESC activation. The study found that a majority of vehicle manufacturers provided such indication using a symbol, while a few indicated ESC activation using text. Each vehicle examined that used a symbol to indicate ESC activation did so by flashing the tell-tale. Owners' manuals examined typically indicated that the purpose of the flashing tell-tale was to inform the driver that the ESC was "active" or "working".

121. However, the safety need for an ESC activation indicator to alert the driver during an emergency situation that ESC is intervening is not obvious. It would seem that with ESC, as with anti-lock brake systems, vehicle stability would be increased regardless of whether feedback was provided to inform the driver that a safety system had intervened. No data have been provided to suggest that safety benefits are enhanced by alerting the driver of ESC activations. Nevertheless, current research on the topic of ESC activation warnings supports this gtr's current approach that an ESC activation indication should neither be prohibited nor required, as explained below.

122. The results of recent research neither show that alerting a driver to ESC activation provides a safety benefit, nor that it may prove to be a source of distraction that could lead to adverse safety consequences. Research shows that drivers presented with the flashing tell-tale were more likely to glance at the instrument panel and that these drivers typically glanced at the panel twice, rather than just once as for the steady-burning tell-tale or no tell-tale. Insofar as a flashing tell-tale draws a driver's attention away from the road, where it should be during an emergency loss-of-control situation, requiring it is not logical. It makes sense to alert drivers to slick road conditions, when the driver is operating the vehicle on the roadway in a generally straight path, but it would not make sense to draw the driver's attention away from the road when they are in the midst of assessing a crash-imminent situation and attempting to avoid a collision.

123. While research to date shows that drivers looked at a flashing tell-tale twice as often, this did not result in significantly different rates for loss of control, road departures, and collisions than with steady-burning tell-tales or no tell-tales. Thus, despite the logical risk of looking away

from the road during an ESC-worthy manoeuvre, there is no apparent detriment from the increased glances at a flashing tell-tale. Currently available research results are insufficient to support prohibition of the existing practice of providing a visual indication of ESC activation, but neither do they support requiring it.

124. Once additional data from relevant research become available and are analyzed, it may be possible to clarify further which strategy for notifying the driver of ESC activation is least likely to negatively impact the driver's response to a loss-of-control situation. However, unless additional research provides strong, statistically-valid evidence of a benefit or detriment associated with presentation of an ESC activation indication, no requirement or prohibition for such an indication will be made.

125. Consistent with available research, auditory indications of ESC activation are not necessary and provide no apparent safety benefit. However, while research suggests that an auditory indication of ESC activation elicits longer instrument panel glances and may be associated with an increase in road departures, it is not considered that these results from a single simulator study provide sufficient justification to prohibit use of an auditory ESC indicator. Therefore, while an auditory ESC activation warning would be discouraged, even when combined with a visual indication, current data do not justify a prohibition of such approach.

x. Flashing Tell-tale as Indication of Intervention by Related Systems/Functions

126. The automobile industry requested that it be permitted to flash the ESC malfunction tell-tale to indicate the intervention of other related systems, including traction control and trailer stability assist function. The industry reasoned that these functions are directly related to the ESC system and that the driver would experience the same sensations from the braking system actuator and throttle control triggered by operation of these related systems, as they would in the event of ESC activation. In addition to keeping the driver informed, it also reasoned that this strategy would aid in minimizing the number of tell-tales used for related functions.

127. Because this gtr does not require an ESC activation indication, if vehicle manufacturers choose to provide one, they may use it to indicate interventions by additional related systems at their discretion. It is expected that manufacturers would explain the meaning and scope of the activation indication in the vehicle owner's manual, consistent with facilitating consumer understanding of important vehicle safety features.

y. Bulb Check - Waiver of Bulb Check for Message/Information Centers

128. Except when a starter interlock is in operation, the gtr requires that each ESC malfunction tell-tale and each "ESC Off" tell-tale shall be activated as a check of lamp function either when the ignition locking system is turned to the "On" ("Run") position when the engine is not running, or when the ignition locking system is in a position between "On" ("Run") and "Start" that is designated by the manufacturer as a check position.

129. Industry participants stated that while such requirements are appropriate for traditional tell-tales, those requirements are not appropriate for vehicle message/information centres which do not use bulbs and are illuminated whenever the vehicle is operating. According to the industry, if there were a problem of this type, it would be readily apparent because the entire message/information centre would be blank. Therefore, it was requested that ESC system status indications provided through a message/information centre be excluded from the regulation's bulb check requirements.

130. In response, it seems logical that a bulb check is not relevant or necessary for the type of display technology utilized for information/message centres. Presumably, if an information/message centre experiences a problem analogous to one which would be found by a tell-tale's bulb check, the entire message centre would be non-operational, a situation likely to be rapidly discovered by the driver. Therefore, it was decided to waive the bulb check requirement for ESC system status indications provided via a message/information centre.

z. Clarification Regarding Bulb Check

131. Clarification was sought that the bulb check for the ESC malfunction tell-tale and ESC Off tell-tale (if provided) may be performed by any vehicle system and is not required to be conducted by the ESC system itself. It was asserted that many vehicle systems are able to perform this function, and most current vehicles are designed such that the instrument panel controls the tell-tales. Because it is not important how precisely the bulb check for an ESC-related tell-tale is accomplished (provided that this performance requirement is met), this request was accommodated in this regulation.

(v) Technical Documentation

132. In addition, the regulation requires vehicle manufacturers to supply additional documentation in order to ensure that a vehicle is equipped with an ESC system that meets the definition of "ESC System". For example, vehicle manufacturers shall submit, upon request, ESC system technical documentation as to when understeer intervention is appropriate for a given vehicle (e.g., information such as a system diagram that identifies all ESC components, a written explanation sufficient to describe the ESC system's basic operational characteristics, a logic diagram supporting the explanation of system operations, and an outline description of the pertinent inputs to the vehicle computer or calculations within the computer and how its algorithm uses that information and controls ESC system hardware to limit vehicle understeer).

(d) Performance Requirements

133. ESC-equipped vehicles covered under this gtr are also required to meet performance tests. Specifically, such vehicles shall satisfy the gtr's stability criteria and responsiveness criteria when subjected to the Sine with Dwell steering manoeuvre test. This test involves a vehicle coasting at an initial speed of 80 km/h while a steering machine steers the vehicle with a steering wheel pattern as shown in Figure 2 of the regulatory text. The test manoeuvre is then repeated over a series of increasing maximum steering angles. This test manoeuvre was selected over a number of other alternatives, because it was decided that it has the most optimal set of

characteristics, including severity of the test, repeatability and reproducibility of results, and the ability to address lateral stability and responsiveness.

134. The manoeuvre is severe enough to produce spinout for most vehicles without ESC. The stability criterion for the test measure is how quickly the vehicle stops turning after the steering wheel is returned to the straight-ahead position. A vehicle that continues to turn for an extended period after the driver steers straight is out of control, which is what ESC is designed to prevent.

(i) Lateral Stability Criterion

135. The quantitative stability criteria are expressed in terms of the per cent of the peak yaw rate after maximum steering that persists at a period of time after the steering wheel has been returned to straight ahead. The criteria require that the vehicle yaw rate decrease to no more than 35 per cent of the peak value after one second and that it continues to drop to no more than 20 per cent after 1.75 seconds.

(ii) Lateral Responsiveness Criterion

136. Since a vehicle that simply responds very little to steering commands could meet the stability criteria, a minimum responsiveness criterion is applied to the same test. It requires that an ESC-equipped vehicle with a GVM of 3,500 kg or less shall move laterally at least 1.83 m during the first 1.07 seconds after the Beginning of Steer (BOS); (Initiation of steering marks a discontinuity in the steering pattern that is a convenient point for timing a measurement. BOS is defined in the regulation at paragraph 7.11.6.). It also requires that a heavier vehicle with a GVM greater than 3,500 kg shall move at least 1.52 m laterally in the same manoeuvre for specified steering angles (i.e. conducted with a commanded steering wheel angle of 5A or greater). These computations are for the lateral displacement of the vehicle centre of gravity with respect to its initial straight path.

137. After considering industry input, it was decided to use a normalized steering wheel angle of 5.0 as the minimum steering input for applying the responsiveness test criteria. A normalized steering wheel angle accounts for differences in steering ratios between vehicles by dividing the first peak steering wheel angle by the steering wheel angle at 0.3g determined by the slowly-increasing steer test. It thus expresses the amount of steering as a unitless number or scalar, rather than in degrees. The performance test includes the procedure for normalizing the steering wheel angle and calls for performing the Sine with Dwell manoeuvre at normalized steering wheel angles including 5.0, 5.5, 6.0, and 6.5, at which points responsiveness would be measured. For contemporary light vehicles, data indicate that, on average, a normalized steering wheel angle of 5.0 is about 180 degrees. However, the heavier vehicles in the mass class with a GVM up to 4,536 kg tend to have slower steering ratios, which means that 180 degrees of rotation for those vehicles produces less steering motion of the front wheels than for cars (e.g. a normalized steering wheel angle of 5.0 averages approximately 147 degrees for passenger cars, 195 degrees for SUVs, and 230 degrees for pickups). Since these are the vehicles whose inherent chassis properties limit responsiveness, the test becomes very difficult to pass if they are also tested at lower effective steering angles at the front wheels. Thus, the use of normalized steering wheel angles will remove a systematic disadvantage for certain vehicles in the test procedure.

138. Regarding the industry's suggestion for applying the normalized steering angles to the first actual peak steering wheel angles measured during the test, problems were identified with such an approach. Figure 2 of the regulatory text shows the ideal steering profile of the Sine with Dwell Manoeuvre used to command the steering machine. A steering machine is utilized because it turns the steering wheel in the test vehicles with far greater precision and repeatability than is possible for a human driver. However, the power steering systems of some vehicles do not permit the steering machines to accomplish the desired steering profile. For the reasons discussed below, it was determined that the normalized steering angle should be based on the commanded angle of a steering machine (which replaces driver input during the test) with a high steering effort capacity rather than on the measured maximum steering angle achieved by the machine.

139. The industry also suggested specifying a maximum steering torque capacity of 50 to 60 Nm for steering machines to reduce the variability caused by the choice of steering machine and to assure manufacturers that the tests would be carried out with powerful machines to maximize the steering input during the responsiveness test. Accordingly, this gtr specifies that the steering machine used for the Sine with Dwell manoeuvre shall be capable of applying steering torques between 40 and 60 Nm at steering wheel velocities up to 1,200 degrees per second. This is a more rigorous specification than simply a maximum torque range that does not include speed capability, and it prevents testing with some of the less powerful machines in use by many test facilities.

140. However, even a robust steering machine cannot maintain the commanded steering profile with some vehicle power steering systems. Some of the electric power steering systems are especially marginal in that their power assistance diminishes at high steering wheel velocities. In the case of vehicle power steering limitations, the first steering angle peak in Figure 2 cannot be met, but the second peak as well as the frequency of the wave form are usually achieved. Thus, marginal vehicle power steering does not likely reduce the severity of the oversteer intervention part of the test, but it will reduce the steering input that helps the vehicle satisfy the responsiveness criteria. If the regulation were to use the actual steering angle rather than the commanded steering angle as the normalized steering angle for the responsiveness test, it could create the unacceptable situation of vehicles that could not be tested for compliance, because the test would not allow for their evaluation. For example, if the steering machine could not achieve a normalized steering wheel angle of 5.0 even when commanded to a normalized angle of 6.5 because of vehicle limitations, the vehicle could not be said to fail, no matter how poor its performance.

141. Therefore, the gtr uses the commanded steering profile (using an assuredly robust steering machine), rather than the measured steering profile, to calculate the normalized steering wheel angle used to assess compliance with our lateral displacement requirement. This should not create a practical problem. At this time, the larger vehicles have reasonably powerful steering systems that should enable them to achieve actual peak steering angles within at least 10 degrees of the commanded peak. Furthermore, under this approach to defining the steering input, the lateral displacement required for large vehicles would be reduced to 1.52 m rather than the 1.68 m requested by the industry (with its somewhat higher measured steering angle). The weaker electric power steering systems discussed above are typically found on cars, and cars

tend to be responsive enough to pass the 1.83 m lateral displacement criterion at normalized steering wheel angles of less than 5.0.

142. As noted above, the gtr includes a responsiveness criterion that specifies a minimum lateral movement of 1.83 m during the first 1.07 seconds of steering during the Sine with Dwell manoeuvre. The purpose of the criterion is to limit the loss of responsiveness that could occur with unnecessarily aggressive roll stability measures incorporated into the ESC systems of SUVs. This is a real concern, as research has demonstrated that one such system reduced the lateral displacement capability of a mid-sized SUV below that attainable with a 15-passenger van, multiple unloaded long wheelbase diesel pickups, and even a stretched wheelbase limousine.

143. A heavy-duty pickup truck understeers strongly in this test because of its long wheelbase and because it is so front-heavy under the test condition. The ESC standard is not intended to influence the inherent chassis properties of these vehicles (which were tested without ESC), because low responsiveness in the unloaded state is the consequence of a chassis with reasonable inherent stability in the loaded state. The gtr shall avoid causing any vehicle to be designed with a chassis that is unstable at GVM and relies on ESC in normal operation. In addition, some very large vans with a high centre of gravity, such as 15-passenger vans, rely on their ESC system to reduce responsiveness because of special concerns for loss of control and rollover. While it is necessary to respect the responsiveness limitations appropriate to large vehicles with commercial purposes, there is no need for lighter vehicles designed for personal transportation, including SUVs, to give up so much of the object avoidance capability of their chassis when tuning the ESC system.

144. While the industry's suggestion that a lower responsiveness criterion for vehicles with higher GVMs is appropriate, the recommended 2,495 kg GVM break point is not appropriate. Some large passenger cars have GVMs near this level. With this break point, some minivans and midsize SUVs would be considered to have the same limitations as 15-passenger vans and trucks with a GVM of 4,536 kg. Thus, the gtr establishes a more representative break point at a GVM of 3,500 kg.

145. Regarding calculation of lateral displacement, such calculations use double integration with respect to time of the measurement of lateral acceleration at the vehicle centre of gravity (where time,  $t = 0$ , for the integration operation is the instant of steering initiation), as expressed by the following formula:

$$\text{Lateral displacement} = \iint A_{yC.G.} dt$$

146. Participants stated that, given the short interval of time in the initial phase of the lane change manoeuvre, it is reasonable to use double integration of measured lateral acceleration to approximate the vehicle's actual lateral displacement. Still, the two are technically not exactly equivalent, because lateral acceleration is measured in the coordinate frame of the vehicle, whereas lateral displacement is in the fixed reference frame of the road (i.e. the surface of the earth). Theoretically, the vehicle frame can rotate with respect to the earth frame, leading to an error in the double integration method (i.e. a small error in calculation of a vehicle's lateral displacement due to coordinate system differences). However, because the integration interval is

short (since lateral displacement is assessed 1.07 seconds after initiation of the manoeuvre's steering inputs), the integration errors are expected to be so small as to be negligible. In the alternative, this gtr permits a method of measuring lateral displacement based on GPS data to be used.

147. Regarding the yaw rate ratio calculation methodology, the gtr acknowledges that first peak value of yaw velocity may occur near (or even before) the start of the dwell. In order to account for this possibility and to ensure that the calculation is correct and consistent in all cases, the regulation specifies that the first peak value of yaw velocity is to be recorded after the steering wheel angle changes sign (between first and second peaks). However, the gtr does not adopt the recommendation of some participants that the regulation should specify that the measurement is for the "absolute value of yaw rate," in order to ensure that any negative yaw rate is included in the standard's yaw rate calculation. A negative yaw rate ratio can only be achieved when the yaw rate measured at a given instant in time is in an opposite direction of the second yaw rate peak, which can have a much different meaning than the absolute value of identical magnitude. Although it is very unlikely, taking the absolute value of the yaw rate at 1.0 or 1.75 seconds after completion of steer could cause a compliant vehicle to be deemed non-compliant if the respective yaw rate ratios are large enough. For example, if at 1.75 seconds after completion of steer a vehicle produces a yaw rate ratio of -21 per cent, the vehicle would be in compliance with the regulation's lateral stability criteria. However, if the absolute value of the yaw rate ratio were used (21 per cent), the vehicle's performance would be non-compliant. Requiring a provision that prevents a negative yaw rate ratio does not simplify the data analysis process, and can only confound interpretation of the test data.

(iii) The Issue of Understeer Performance

148. The following discussion explains the concept of vehicle understeer, how ESC systems operate to control excessive understeer, and why it was not possible to develop and incorporate an understeer performance test as part of this gtr.

149. As background, all light vehicles (including passenger cars, pickups, vans, minivans, crossovers, and sport utility vehicles) are designed to understeer <sup>19/</sup> in the linear range of lateral acceleration, <sup>20/</sup> although operational factors such as loading, tyre inflation pressure, and so forth can in rare situations make them oversteer in use. This is a fundamental design characteristic. Understeer provides a valuable, and benign, way for the vehicle to inform the driver of how the available roadway friction is being utilized, insofar as the driver can 'feel' the response of the

---

<sup>19/</sup> In lay terms, the term "understeer" is probably best described as the normal condition of most cars for everyday driving. Light vehicles are designed to be slightly understeer in normal driving situations, because being understeer provides both stability (e.g., the vehicle is not hugely affected by common factors such as small gusts of wind) and lateral responsiveness (e.g., the vehicle is able to respond to the driver's sudden decision to avoid an obstruction in the roadway by turning the wheel quickly).

<sup>20/</sup> The "linear range of lateral acceleration" is often referred to as "linear-handling" and "linear range," and in very basic terms describes the normal situation of everyday driving, where a given turn by the driver of the steering wheel causes an expected amount of turn of the vehicle itself, because the vehicle is operating at the traction levels to which most drivers are accustomed. As the limits of the accustomed traction levels are approached, the vehicle begins to enter non-linear range, in which the driver cannot predict the movement of the vehicle given a particular turn of the steering wheel, as on a slippery road or a sharp curve, where the driver can turn the wheel a great deal and get little response from the skidding vehicle.

vehicle to the road as the driver turns the steering wheel. Multiple tests have been developed to quantify linear-range understeer objectively, including SAE J266, "Steady-State Directional Control Test Procedures for Passenger Cars and Light Trucks," and ISO 4138, "Road vehicles – Steady state circular test procedure". These tests help vehicle manufacturers design their vehicles with an appropriate amount of understeer for normal linear-range driving conditions. Tests such as SAE J266 and ISO 4138 simply measure the small constant reduction in vehicle turning (in comparison to the geometric ideal for a given steering angle and wheelbase) that characterizes linear range understeer at relatively low levels of lateral acceleration. This is much different from limit understeer in loss-of-control situations where even large increases in steering to avoid an obstacle create little or no effect on vehicle turning.

150. In the linear range of handling, ESC should never activate. ESC interventions occur when the driver's intended path (calculated by the ESC control algorithms using a constant linear range understeer gradient) differs from the actual path of the vehicle as measured by ESC sensors. Since this does not occur while driving in the linear range, ESC intervention will not occur. Therefore, ESC has no effect upon the linear-range understeer of a vehicle.

151. In overview, understeer intervention is one of the core functions of an ESC system, a feature common to all current production systems. A literature search of the available research was conducted in the U.S. in order to identify a potential ESC understeer test for loss-of-control situations. However, no such tests were found. Understeer tests in the literature (such as SAE J266 and ISO 4138) focus on linear range understeer properties and are not relevant to the operation of ESC, as explained above.

152. Because there are no suitable tests of limit understeer performance in existence and because of the complexity of undertaking new research in this area, several years of additional work would be required before any conclusions could be reached regarding an ESC understeer performance test. A principal complication is that manufacturers often program ESC systems for SUVs to avoid understeer intervention altogether on dry roads because of concern that the intervention could trigger tip-up or make the oversteer control of some vehicles less certain in high-speed situations.

153. It would be unwise to disregard manufacturers' exercise of caution in this circumstance, particularly in view of the remarkable reduction in rollover crashes of SUVs that manufacturers have achieved with current ESC strategies. As a result, tests of understeer intervention would have to be conducted on low-coefficient of friction ("low-coefficient") surfaces. There are two kinds of low-coefficient test surfaces: (1) those involving water delivery to the pavement and pavement sealing compounds such as Jennite to reduce the friction of wet asphalt, and (2) those involving water delivery to inherently slick surfaces such as basalt tile pads. Repeatable pavement watering is confounded by factors like time between runs, wind, slope, temperature, and sunlight. Jennite itself is not very durable, resulting in the coefficient changing with wear. Simply wetting the same surface used for the oversteer test would not produce a surface slippery enough to ensure that SUVs would intervene in understeer. Basalt tile is extremely expensive. Moreover, the coefficient of friction of basalt pads is extremely low, almost as low as glare ice. Causing manufacturers to optimize understeer intervention at extremely low coefficients like this may create overly-aggressive systems that compromise oversteer control on more moderate low-



coefficient surfaces. Given the practicability problems of repeatable low-coefficient testing, the need for compliance margins expressed by the industry would likely result in very low criteria.

154. Development of specific performance criteria is also problematic. In the oversteer performance test, the difference between the maximum yaw rate achieved and the zero when the vehicle is steered straight at the end of the manoeuvre is large and readily obvious. In contrast, the difference between understeer and the ultimate controlled drift, which is the most any ESC system can deliver when there is simply not enough traction for the steering manoeuvre, is difficult to differentiate. Also, the kind of optical instrumentation that a test would use to measure possible metrics in an understeer test such as body and wheel slip angles does not function reliably for tests on wet surfaces. There is a real question of whether it would ever be possible to create criteria for understeer intervention that would be both stringent enough for testing and universal enough to be applied on cars and SUVs without upsetting legitimate design compromises.

155. Despite these limitations surrounding development of a performance test for excessive understeer in loss-of-control situations, it was not deemed reasonable to delay issuance of the gtr, given the significant life-saving potential of ESC systems. Similarly, it was decided that eliminating the understeer requirement from the gtr and deferring its adoption until the completion of future research would also run counter to safety, given that understeer intervention is one of the key beneficial features in current ESC systems. Thus, it was decided that the only suitable option for the gtr was to adopt an understeer requirement as part of the definition of "ESC System," along with a requirement for specific equipment suitable for that purpose. Such a requirement is objective in terms of explaining to manufacturers what type of performance is required and the minimal equipment necessary for that purpose. The gtr also provides that Contracting Parties may require the manufacturers to submit, upon request, the engineering documentation necessary to demonstrate the system's understeer capability.

156. Specifically, in order to ensure that a vehicle is equipped with an ESC system that meets the definition of "ESC System," the Contracting Party may ask the vehicle manufacturer to provide a system diagram that identifies all ESC components, a written explanation describing the ESC system's basic operational characteristics, and a logic diagram supporting the explanation of system operations. In addition, regarding mitigation of understeer, the Contracting Party may request an outline description of the pertinent inputs to the computer that control ESC system hardware and how they are used to limit vehicle understeer. It is understood that much of the above information may be proprietary and would be submitted under a request for confidential treatment.

157. In sum, the above information would be expected to allow the Contracting Party to understand the operation of the ESC system and to verify that the system has the necessary hardware and logic for mitigating excessive understeer. This ensures that vehicle manufacturers are required to provide understeer intervention as a feature of the ESC systems, without delaying the life-saving benefits of the ESC gtr (including those attributable to understeer intervention). In the meantime, the Contracting Parties will monitor the progress of any additional research in the area of ESC understeer intervention and consider taking further action, as appropriate.

158. It is further noted that the understeer requirement is objective, even without a specific performance test. The definition of "ESC System" requires not only an understeer capability (part (2) of the definition), but also specific physical components that allow excessive understeer mitigation (part (1) of the definition).

(iv) Other Test Requirement Issues (Post Data Processing Calculations)

159. Participants raised numerous issues related to the appropriateness and technical details of the ESC requirements and test procedures. These issues were carefully considered in developing this gr. Additional details regarding these issues are provided below.

a. Determining the Beginning of Steering

160. In order to ensure consistent calculation of lateral displacement, careful consideration was given to the gr's data processing specifications. One topic included determining the start of steering, which the regulation ultimately defined as the moment when the "zeroed" steering wheel angle (SWA) passes through 5 degrees.

161. The process to identify "beginning of steering" uses three steps. In the first step, the time when steering wheel velocity that exceeds 75 deg/sec is identified. From this point, steering wheel velocity shall remain greater than 75 deg/sec for at least 200 ms. If the condition is not met, the 200 ms validity check is applied the next time steering wheel velocity that exceeds 75 deg/sec is identified. This iterative process continues until the conditions are satisfied. In the second step, a zeroing range defined as the 1.0 second time period prior to the instant the steering wheel velocity exceeds 75 deg/sec (i.e. the instant the steering wheel velocity exceeds 75 deg/sec defines the end of the "zeroing range") is used to zero steering wheel angle data. In the third step, the first instance the filtered and zeroed steering wheel angle data reaches -5 degrees (when the initial steering input is counter clockwise) or +5 degrees (when the initial steering input is clockwise) after the end of the zeroing range is identified. The time identified in Step 3 is taken to be the beginning of steer.

162. It was decided that an unambiguous reference point to define the start of steering is necessary in order to ensure consistency when computing the performance metrics measured during testing. The practical problem is that typical "noise" in the steering measurement channel causes continual small fluctuations of the signal about the zero point, so departure from zero or very small steering angles does not indicate reliably that the steering machine has started the test manoeuvre. Extensive evaluation of zeroing range criteria (i.e. that based on the instant a steering wheel rate of 75 deg/sec occurs) has confirmed that the method successfully and robustly distinguishes the initiation of the Sine with Dwell steering inputs from the inherent noise present in the steering wheel angle data channel. As such, the regulation incorporates the 75 deg/sec criterion described above plus a 5 degree steering measurement. The value for time at the start of steering, used for calculating the lateral responsiveness metrics, is interpolated.

b. Determining the End of Steering

163. Similarly, it was decided that an unambiguous point to define the end of steering is also necessary for consistency in computing the performance metrics measured during compliance testing. Accordingly, the regulation incorporates the suggestion of defining the end of steering as the first occurrence of the "zeroed" steering wheel angle crossing zero degrees after the second peak of steering wheel angle.

c. Removing Offsets

164. Given the potential for the accelerometers used in the measurement of lateral displacement to drift over time, it was argued that the regulation should use the data one second before the start of steering to "zero" the accelerometers and roll signal. This recommendation was adopted for the following reasons. Prior to the test manoeuvre, the driver shall orient the vehicle to the desired heading, position the steering wheel angle to zero, and be coasting down (i.e. not using throttle inputs) to the target test speed of 80 km/h. This process, known as achieving a "quasi-steady state," typically occurs a few seconds prior to initiation of the manoeuvre, but can be influenced by external factors such as test track traffic, differences in vehicle deceleration rates, etc. A zeroing duration of one second provides a good combination of sufficient time (i.e. enough data is present so as to facilitate accurate zeroing of the test data) and performability (i.e. the duration is not so long that it imposes an unreasonable burden on the driver). Experience has shown that the use of a 0.5 second interval is usually sufficient; however, the 1.0 second is more conservative and, therefore, preferred. Conversely, it is not expected that zeroing intervals longer than one second would improve the zeroing accuracy.

d. Use of Interpolation

165. There are several events in the calculation of performance metrics that require determining the time and/or level of an event, including: (1) start of steering; (2) 1.07 or 1.32 seconds after the start of steering; (3) end of steering; (4) 1 second after the end of steering, and (5) 1.75 seconds after the end of steering. In developing this gtr, it was decided that in determining specific timed and measured data points, interpolation provides more consistent results and is less sensitive to differing sampling rates than other approaches (e.g., choosing the sample that is closest in time to the desired event). Therefore, the regulation uses this method during post data processing.

e. Method for Determining Peak Steering Wheel Angle

166. It was asserted that because metrics for responsiveness are specified by steering wheel angle (SWA), a method for determining the actual SWA needs to be specified. The first measured peak SWA was suggested because it is the peak that directly influences the responsiveness measurement. However, as discussed above, this regulation defines the torque capacity of the steering machine used in the responsiveness test and uses the commanded peak steering angle, rather than the measured peak steering angle, as the indication of tests in which the vehicle shall meet the responsiveness criteria.

f. Need for a Common Data Processing Kernel

167. Because data processing methods can have a significant impact on the results generated, necessary data processing details are included in the regulatory text.

(e) Test Conditions

(i) Ambient Conditions

a. Ambient Temperature Range

168. The regulation states that testing will be conducted when the ambient temperature is between 0 °C and 45 °C. It was originally decided, based upon participant input, that the temperature value should be 7 °C. The reason is that research demonstrates that responsiveness is reduced at higher temperatures, which is typical of vehicles with all-season tyres. The temperature values reflect the general desirability of reducing sources of variability in vehicle testing, in order to prevent testing at temperatures that favour a vehicle's chance of passing the test. Higher minimum temperature values were considered (e.g., 10 °C), but such temperature has the disadvantage of reducing the length of the testing season for potential test facilities in colder regions. Thus, the value selected reflects the dual goals of better repeatability but also practicability. The following provides additional detail on how these ambient temperature requirements were determined.

169. Industry participants stated that their analysis had demonstrated ESC test variability due to temperature. It was suggested that, at near-freezing temperatures, certain high performance tyres could enter their "glass transition range," <sup>21/</sup> which could introduce further test variability. Accordingly, it was recommended that the lower bound of the temperature range should be 10 °C. In addition to reducing test variability, it was asserted that such an approach to the temperature portion of the test procedures would permit virtually year-round testing at many facilities, reduce burdens associated with confirming compliance at low temperatures, and avoid complications of snow and ice during testing.

170. A vehicle's ESC system is designed for and expected to address stability issues over a wide range of various environmental conditions. Testing conducted indicates that lateral displacement for vehicles equipped with all-season tyres varies with fluctuating ambient temperatures. According to the industry, the data indicate that lateral displacement for test vehicles equipped with all-season tyres increases as the ambient temperature decreases, suggesting that the displacement requirement could be met more easily at lower ambient temperatures. However, this same relationship was not manifested in test vehicles equipped with high performance tyres (some high-performance tyres are not designed for operation under freezing conditions, and the performance variability of these tyres under cold ambient temperatures is unknown, because in repeatability studies considered, tyres are tested in the

---

<sup>21/</sup> Note that this is the industry's term. They are referring to a rubber chemistry issue (i.e. that all rubbery polymers turn into glassy solids at characteristic low temperatures, which vary depending on the polymer composition of the tyres). The industry seems to assert that because of their composition, for certain high performance tyres, the "glass transition range" (i.e. the temperature range between the glass temperature and the onset of fully rubber-like response) may include some of the lower bound of the proposed ambient test range.

temperature ranges in which they are designed to operate). The industry recommended minimizing potential test variability by reducing the specified test condition ambient temperature range. To minimize test variability, the lower bound of the temperature range was set for ESC testing to 7 °C. It was believed that 7 °C is appropriate because it is low enough to increase the length of the testing season at multiple testing sites, and also represents the low end of the relevant temperature range for some brands of high performance tyres. However, because certain Contracting Parties requested a lower bound of the temperature range of 0 °C and because there may be certain tyre/vehicle combinations that perform acceptably under such conditions, this gtr will allow testing down to 0 °C.

#### b. Wind Speed

171. Industry participants expressed concern that a maximum wind speed for testing of 10 m/s could impact the performance of certain vehicle configurations (e.g., cube vans, 15-passenger vans, vehicles built in two or more stages). It was estimated that a cross wind at 10 m/s could reduce lateral displacement at 1.07 s by 0.15 m, compared to the same test conducted under calm conditions. Accordingly, industry participants recommended a maximum allowable wind speed of 5 m/s, a figure consistent with ISO 7401.

172. Wind speed could have some impact on the lateral displacement for certain vehicle configurations, including large sport utility vehicles and vans. However, a maximum wind speed of 5 m/s can impose additional burdens by restricting the environmental conditions under which testing can be conducted. With these considerations in mind, the wind speed requirement is set at 5 m/s for vehicles with a static stability factor (SSF) less than or equal to 1.25, but the wind speed for vehicles with a SSF greater than 1.25 is set at 10 m/s. This approach will reduce test variability for those vehicles expected to be most affected by wind speed and minimize any additional burdens on test laboratories.

173. It is noted that if the wind speed requirement is set at 5 m/s for all light vehicles, that would unduly limit the number of days on which testing could be performed, and wind speed up to 10 m/s would not have an appreciable impact on the testing of high-SSF vehicles like passenger cars due to their smaller side dimensions.

#### (ii) Road Test Surface

174. The regulation states that tests are conducted on a dry, uniform, solid-paved surface; surfaces with irregularities and undulations, such as dips and large cracks, are unsuitable. The gtr also states that the test surface has a consistent slope between level and 1 per cent. Although consideration was given in the U.S. to requiring a test surface with a slope up to 2 per cent (with test initiated in the direction of positive slope (i.e. uphill)), this alternative was rejected because most test tracks have a slope of 1 per cent or less, which is so slight that a directional specification is unnecessary.

175. The gtr also provides that the road test surface shall have a nominal peak braking coefficient (PBC) of 0.9, unless otherwise specified, when measured using one of two methods as specified by the respective Contracting Parties.

- a. Using an American Society for Testing and Materials (ASTM) E1136-93 (1993) standard reference test tyre, in accordance with ASTM Method E 1337-90 (reapproved 1996), at a speed of 64.4 km/h, without water delivery.
- b. The method specified in the Annex 6 Appendix 2 of UNECE Regulation No. 13-H.

176. The intention in specifying a nominal PBC of 0.9 is not to preclude the use of real world test tracks, which may or may not have this exact PBC but rather to permit Contracting Parties to use a high adhesion surface available to them. In practical terms, when testing for conformity to the requirements, manufacturers may test on a surface with a lower PBC, to test for a worse-case scenario. This would assure positive results when verification for compliance testing is conducted by the administrations on a surface with a PBC of 0.9 or higher. In other words, if the vehicle is able to meet the requirements at a PBC below 0.9, it is considered to be compliant with a PBC of 0.9.

(iii) Vehicle Conditions

a. Vehicle Test Mass

177. In the test procedures, the gtr specifies that the vehicle is loaded with the fuel tank filled to at least 90 per cent of capacity, and total interior load of 168 kg comprised of the test driver, approximately 59 kg of test equipment (automated steering machine, data acquisition system and power supply for the steering machine), and ballast as required by differences in the mass of test drivers and test equipment. Where required, ballast shall be placed on the floor behind the passenger front seat or if necessary in the front passenger foot well area. All ballast shall be secured in a way that prevents it from becoming dislodged during test conduct.

178. Given that the mass of a 95<sup>th</sup> percentile male is 102 kg, 22/ it is believed that the maximum allowable mass allocated for the test driver (109 kg) is conservative and should not impose an unreasonable testing burden on parties performing ESC testing.

179. In the U.S., some participants recommended clarifying the location where ballast (if required) is to be placed in the vehicle to account for varying mass of test drivers and test equipment. As a result, specifications have been incorporated in the regulation as to where the ballast shall be positioned. Such specification serves not only to ensure even distribution of the load of the driver, steering machine, and test equipment, but it also acknowledges the potential for the very abrupt vehicle motions imposed by the Sine with Dwell manoeuvre to dislodge and/or relocate unsecured ballast during testing. Contracting Parties may provide further direction in any accompanying laboratory test procedure, as appropriate.

b. Outriggers

180. Industry participants conceded that the use of outriggers may be appropriate during testing, but recommended that the regulation should explicitly clarify the vehicle class's

---

22/ Schneider, L.W., Robbins, D.H., Pflug, M.A., and Synder, R.G., Development of Anthropometrically Based Design Specifications for an Advanced Adult Anthropomorphic Dummy Family, Volume 1 - Procedures, Summary Findings, and Appendices, The University of Michigan Transportation Research Institute Report UMTRI-83-53-1, December 1983, Table 2-5 at page 20.

properties that are to be equipped with outriggers (e.g., trucks, multipurpose vehicles, and buses) and set forth the design specifications for those devices. Concern was expressed that without such clarification, outriggers can influence vehicle dynamics in the subject tests. Therefore, in order to reduce test variability and increase the repeatability of test results, the gtr specifies that outriggers may be used if deemed necessary for test driver safety. For vehicles with a SSF less than or greater than 1.25, the gtr also specifies maximum mass and roll moment of inertia specifications for outriggers.

(f) Test Procedure

(i) Accuracy Requirements

181. Specification of accuracy requirements for the following measurement instruments used in the ESC test procedures was also considered, for: (1) the yaw rate sensor; (2) the steering machine, and (3) the lateral acceleration sensor. However, it was decided that it is not necessary to include sensor specifications as part of the regulatory text of the gtr. Instead, Contracting Parties may wish to include these sensor specifications in related Laboratory Test Procedures in order to provide detailed instructions to personnel conducting testing (e.g., test equipment to be used, limitations on equipment output variability). Typical sensor specifications of the instrumentation used in research and testing are as follows:

(ii) Tolerances

182. The gtr's test procedures contain a provision for brake conditioning as part of ESC testing. Specifically, the test procedures call for the vehicle to undertake a series of stops from either 56 km/h or 72 km/h in order to condition the brakes prior to further testing under the standard. In addition, the vehicle is to undertake several passes with sinusoidal steering at 56 km/h to condition the tyres.

183. Some participants recommended that the gtr should outline specific tolerances for vehicle speed and deceleration to condition the tyres and brakes prior to compliance testing, thereby helping to ensure consistent test conditions.

184. It was decided that it is not necessary to make additional changes to the tyre and brake-conditioning provisions of the regulatory text based on these recommendations for tolerances for vehicle speed and deceleration. The intent of tyre conditioning is to wear away mold sheen and to help bring the tyres up to test temperature. Minor fluctuations in the vehicle speeds specified in the regulation should not have any measurable affect on these objectives. Similarly, minor fluctuations in the manoeuvre entrance speeds and deceleration specifications provided in the regulation will not adversely affect the brake conditioning process.

(iii) Location of Lateral Accelerometer

185. It was recommended that the test procedures should include detailed specifications on how to calculate lateral acceleration. For example, for some vehicles, it may not be possible to install a lateral acceleration sensor at the location of the vehicle's actual centre of gravity; in

those cases, a correction factor would be necessary to accommodate this different sensor positioning.

186. It may not always be possible to install a lateral acceleration sensor at the location of the vehicle's actual centre of gravity. For this reason, it is important to provide a coordinate transformation to resolve the measured lateral acceleration values to the vehicle's centre of gravity location. The specific equations used to perform this operation, as well as those used to correct lateral acceleration data for the effect of chassis roll angle, are suitable for being incorporated into a laboratory test procedure prepared by Contracting Parties to this gtr.

(iv) Calculation of Lateral Displacement

187. One participant expressed concern with an ESC test procedure that would compute lateral displacement by using double integration with respect to time of the measurement of lateral acceleration at the vehicle centre of gravity (with time  $t=0$  for the integration operation is the instant of steering initiation), because it believes that the same vehicle, when tested at different facilities and by different engineers, may experience differences in lateral displacement of up to 60 cm. Specifically, it suggested that problems could arise from the test procedures' computation of lateral displacement and also the repeatability of those procedures. <sup>23/</sup> This participant also suggested that the test should be based upon "spin velocity" rather than "spin displacement;" the reasoning was that this approach would render timing less important, because spin velocity at 1.071 seconds is roughly constant, and it argued that measurements of "spin velocity" would be easier to repeat.

188. Technically speaking, the lateral displacement evaluated under the regulation is not the "lateral displacement of the vehicle's centre of gravity," but an approximation of this displacement. In the present context, the location of the vehicle's centre of gravity corresponds to the longitudinal centre of gravity, measured when the vehicle is at rest on a flat, uniform surface. The lateral displacement metric, as defined, is based on the double integration of accurate lateral acceleration data. Lateral acceleration data are collected from an accelerometer, corrected for roll angle effects, and resolved to the vehicle's centre of gravity using coordinate transformation equations. The use of accelerometers is commonplace in the vehicle testing

---

<sup>23/</sup> Regarding lateral displacement computation, it was argued that integrating the accelerometer into a rotating reference frame does not compute actual lateral displacement, because with this technique, a vehicle that rotates more (i.e. achieves a higher yaw angle compared to the original straight driving line) will yield a different result, even if the displacement is the same. Although acknowledging the need to set some value as part of the test (e.g. 1.83 meters, as proposed), it was suggested to use some term to prevent confusion, such as "ESC Displacement" or "Spin Displacement". Regarding repeatability, it was argued that up to 60 cm of difference in lateral displacement could result from small differences in the conduct of testing, including: (1) use of a true lateral displacement measurement (i.e. GPS), as opposed to the proposed accelerometer technique; (2) failure to do a roll correction for the acceleration; (3) variation for the linearity error of a low-cost accelerometer; (4) rainwater run-off angle of the road; (5) variations in the mounting angle of the accelerometer in the vehicle; (6) timing errors in acquisition; (7) differences due to use of accelerometers with a 10 Hz bandwidth, as compared to a wide bandwidth; (8) variation in the natural drift of vehicles.



community, and installation is simple and well understood. However, this gtr also permits use of GPS-based data for calculation of lateral displacement if a Contracting Party determines that the GPS-based calculation method is equivalent or better in accuracy than the double integration method.

189. Therefore, for the purposes of the ESC performance criteria, use of a calculated lateral displacement metric provides a simple, reasonably accurate, and cost-effective way to evaluate vehicle responsiveness. Since the integration interval is short (recall that lateral displacement is assessed 1.07 seconds after initiation of the manoeuvre's steering inputs), integration errors are expected to be small. Data processing routines including refined signal offset and zeroing strategies should minimize the confounding effects these factors may have on the test output, thereby ensuring repeatable results. Contracting Parties are encouraged to make publicly available these routines used to calculate lateral displacement during data post-processing, in order to ensure that vehicle manufacturers and ESC suppliers know exactly how the responsiveness of their vehicles (or customer's vehicles) will be evaluated. If the sensors used to measure the vehicle responses are of sufficient accuracy, and have been installed and configured correctly, use of the analysis routines for this gtr are expected to minimize the potential for performance discrepancies in test efforts by different parties. Suitable specifications of the accelerometers include: (1) bandwidth > 300 Hz, (2) non-linearity < 50  $\mu\text{g}/\text{g}^2$ , (3) resolution  $\leq 10 \mu\text{g}$ , and (4) output noise  $\leq 7.0 \text{ mV}$ . An overview of suitable instrumentation for use during Sine with Dwell tests is provided in the table below.

Data Measured	Type	Range	Accuracy
Steering wheel angle	Angle encoder	$\pm 720$ degrees	$\pm 0.10$ degrees <sup>(1)</sup>
Longitudinal, lateral and vertical acceleration; Roll, yaw and pitch rate	Multi-axis inertial sensing system	Accelerometers: $\pm 2\text{g}$ Angular rate sensors: $\pm 100^\circ/\text{s}$	Accelerometers: < 50 $\mu\text{g}/\text{g}^2$ <sup>(2)</sup> Angular rate sensors: $\leq 0.05\%$ of full scale <sup>(2)</sup>
Left and right side vehicle ride height	Ultrasonic distance measuring system	10-102 cm	0.25% of maximum distance
Vehicle speed	Radar speed sensor	0.16-201 km/h	0.16 km/h

<sup>(1)</sup> Combined resolution of the encoder and D/A converter.

<sup>(2)</sup> Non-linearity specifications.

#### (v) Maximum Steering Angle

190. In the U.S. rulemaking, concern was expressed that steering angles under the test procedure not be too large for vehicles that have a large steering gear ratio. It was argued that the upper limit of an average driver's steering velocity is approximately 1000 $^\circ$ /sec; thus, the steering angle is 227 $^\circ$  under a Sine with Dwell condition with a frequency of 0.7 Hz. Similarly,

it stated that the steering angle of 270° is equal to the steering velocity of 1188°/sec, a value that exceeds the average driver's steering velocity.

191. However, studies have shown that human drivers can sustain handwheel rates of up to 1189 degrees per second for 750 milliseconds, a steering rate which corresponds to a steering angle magnitude of approximately 303 degrees. <sup>24</sup> It is conceded that the method used to determine maximum Sine with Dwell steering angles can produce very large steering angles. Of the 62 vehicles used to develop the Sine with Dwell performance criteria, the vehicle requiring the most steering required a maximum steering angle of 371 degrees (calculated by multiplying the average steering angle capable of producing a lateral acceleration of 0.3g in the Slowly Increasing Steer manoeuvre times a steering scalar of 6.5). Use of this steering wheel angle required an effective steering wheel rate of 1454 degrees per second, a magnitude well beyond the steering capability of a human driver.

192. In order to ensure that the maximum steering angle in the regulation does not surpass the steering capability of a human driver, the regulation provides that the steering amplitude of the final run in each series is the greater of 6.5A or 270 degrees, provided the calculated magnitude of 6.5A is less than or equal to 300 degrees. If any 0.5A increment, up to 6.5A, is greater than 300 degrees, the steering amplitude of the final run shall be 300 degrees.

(vi) Data Filtering

193. It was recommended that the gtr should include specifications for data filtering methods directly in its regulatory text, given the potential for different filtering methods to significantly influence final results. Specifically, the following filtering protocol was recommended for all channels (except steering wheel angle and steering wheel velocity): (a) create a six-pole, low-pass Butterworth filter with a 6 Hz cut-off frequency, and (b) filter the data forwards and backwards so that no phase shift is induced. For the steering wheel angle channel, use of the same protocol was recommended, but with a 10 Hz cut-off frequency. For steering wheel velocity, adoption of a specific calculation was also recommended.

194. Data filtering methods can have a significant impact on final test results used for determining vehicle compliance with this regulation, and the same filtering and processing protocols shall be followed in order to ensure consistent and repeatable test results. Accordingly, the test procedures section of the gtr's regulatory text now specifies critical test filtering protocols and techniques to be used for test data processing.

---

<sup>24/</sup> As background, the frequency of the sinusoidal curve used to command the Sine with Dwell manoeuvre steering input is 0.7 Hz. Use of this frequency causes the time from the completion of the initial steering input (the first peak) to the completion of the steering reversal (the second peak) to take approximately 714 ms, regardless of the commanded steering angle magnitude. Multiple studies using double-lane change manoeuvres have been performed to evaluate the upper limit of human driver steering capability, generating results consistent with those listed above. See Forkenbrock, Garrick J. and Devin Elsasser, An Assessment of Human Driver Steering Capability, NHTSA Technical Report, DOT HS 809 875, October 2005. Available at <[http://www-nrd.nhtsa.dot.gov/vrtc/ca/capubs/NHTSA\\_forkenbrock\\_driversteeringcapabilityrpt.pdf](http://www-nrd.nhtsa.dot.gov/vrtc/ca/capubs/NHTSA_forkenbrock_driversteeringcapabilityrpt.pdf)>.

## (vii) Brake Temperatures

195. Industry participants provided their assessment of the effect of brake pad temperatures on ESC test results, particularly given the potential for drivers to use heavy braking between test runs. Charts were provided based upon research that purported to demonstrate variance in testing due to brake pad temperature, which would be an artefact of the test methodology, not a reflection of expected ESC performance in the real world. Therefore, in order to minimize non-representative test results, a recommendation was made that the ESC test procedures should specify a minimum of 90 seconds between test runs in order to allow sufficient time for cooling of the brake pads.

196. Because excessive brake temperatures may have an effect on ESC test results, a minimum wait time between test runs has been incorporated into the test procedure to ensure brake temperatures are not excessive. Ninety seconds, as recommended by the industry, is a reasonable lower bound for the allowable time between runs. The regulation also specifies a maximum wait time of 5 minutes between test runs to ensure that the brakes and tyres remain at operating temperatures, an important feature since test procedures endeavour to simulate real world driving conditions. For these reasons, the regulation provides that the allowable range of time between Sine with Dwell tests is 90 seconds to 5 minutes.

## (viii) Rounding of Steering Wheel Angle at 0.3g

197. During the development process for this gtr, consideration was given to the following approach, which provided that from the Slowly Increasing Steer tests, the quantity "A" is determined. "A" is the steering wheel angle in degrees that produces a steady state lateral acceleration of 0.3g for the test vehicle at 80 km/h. Utilizing linear regression, A is calculated, to the nearest 0.1 degrees, from each of the six Slowly Increasing Steer tests. The absolute value of the six A's calculated is averaged and rounded to the nearest degree to produce the final quantity, A.

198. Industry participants recommended against rounding the steering wheel angle measurement at 0.3g to the nearest whole number, because such methodology potentially increases variability across test runs. It was argued that such an approach could also increase steering wheel angle variability at a scalar of 5.0 (where the proposed responsiveness metric starts) by a factor of five. According to the industry, rounding to a whole-number level of precision does not simplify programming or control of the steering robot. Therefore, the participants recommended rounding steering wheel angle at 0.3g to the nearest 0.1 degrees, so as to eliminate this source of test variability.

199. The recommendation to round the steering wheel angle at 0.3g to the nearest 0.1 degree was adopted as part of this gtr. Rounding to this level is not expected to complicate programming of the automated steering controller and will decrease the variability in the number of required test runs.

## (ix) Alternative Test Procedures

200. While acknowledging that there is a trade-off between lateral stability and intervention magnitude, some participants stated that an assessment should be provided of other available alternative test procedures and the rationale for not adopting those procedures. Furthermore, concern was expressed that the test procedures not allow for errors in measurement that would allow vehicles to pass the performance test on that basis.

201. An appropriate balance between lateral stability and intervention magnitude is one in which a light vehicle is in compliance with the evaluation criteria of this gtr, both in terms of lateral stability and responsiveness. Development of these criteria was the result of hundreds of hours of testing and data analysis. These criteria provide an extremely effective way of objectively assessing whether the lateral stability of an ESC-equipped vehicle is adequate.

202. The responsiveness criteria proposed for use in this gtr, that a vehicle with a GVM of greater than 3,500 kilograms shall achieve at least 1.83 m (1.52 feet) of lateral displacement when the Sine with Dwell manoeuvre is performed with normalized steering angles greater than 5.0, adequately safeguards against implementation of overly aggressive ESC systems, even those specifically designed to mitigate on-road untripped rollover (i.e. systems that may consider stability more important than path-following capability). Achieving acceptable lateral stability is very important, but should not be accomplished by grossly diminishing a driver's crash avoidance capability.

203. Intervention intrusiveness can refer to how the vehicle manufacturer and its ESC vendor "tune" an ESC system for a particular vehicle make/model, specifically how apparent the intervention is to the driver. It is not believed that it is appropriate to dictate this form of intervention magnitude, as it can be an extremely subjective specification. As long as a vehicle's ESC (1) satisfies the regulation's hardware and software definitions, and (2) allows the vehicle to comply with the lateral stability and responsiveness performance criteria, intervention intrusiveness should be a tuning characteristic best specified by the vehicle/ESC manufacturers.

204. In response to the issue of manoeuvre selection, twelve test manoeuvres were evaluated in the U.S. before ultimately selecting the Sine with Dwell manoeuvre to assess ESC performance. As explained below, this U.S. evaluation was performed in two stages, an initial reduction from twelve manoeuvres to four, then from four to one.

205. The first stage began with identification of three important attributes: (1) high manoeuvre severity ("manoeuvre severity"); (2) capability to produce highly repeatable and reproducible results using inputs relevant to real-world driving scenarios ("face validity"); and (3) ability to effectively evaluate both lateral stability and responsiveness ("performability"). To quantify the extent to which each manoeuvre possessed these attributes, adjectival ratings ranging from "Excellent" to "Fair" were assigned to each of the twelve manoeuvres, for each of the three manoeuvre evaluation criteria. Of the twelve test manoeuvres, only four received "Excellent" ratings <sup>25/</sup> for each of the manoeuvre evaluation criteria - the Increasing Amplitude Sine (0.7 Hz), Sine with Dwell (0.7 Hz), Yaw Acceleration Steering Reversal (YASR; 500 deg/sec), and Yaw Acceleration Steering Reversal with Pause (YASR with Pause; 500 deg/sec steering rate).

206. Stage two of the manoeuvre reduction process used data from 24 vehicles (a sampling of sports cars, sedans, minivans, small and large pickup trucks, and sport utility vehicles) to compare the manoeuvre severity, face validity, and performability of the four manoeuvres selected in the first stage. The ability of the four manoeuvres to satisfy these three evaluation criteria were compared and rank ordered.

207. Of the four candidate manoeuvres, the Sine with Dwell and YASR with Pause were the top performers in terms of evaluating the lateral stability component of ESC functionality. However, due to the fact that the Sine with Dwell manoeuvre required smaller steering angles to produce spinouts for five of the ten vehicles evaluated with left-right steering, and for two of the ten vehicles with right-left steering (with the remaining thirteen tests using the same steering angles), the Sine with Dwell manoeuvre was assigned a higher manoeuvre severity ranking than that assigned to the YASR with Pause manoeuvre.

208. Generally speaking, the Increasing Amplitude Sine and YASR manoeuvres required the most steering to produce spinouts, regardless of direction of steer. However, the Increasing Amplitude Sine manoeuvre also produced the lowest normalized second yaw rate peak magnitudes, implying the manoeuvre was the least severe for most of the 24 test vehicles used for manoeuvre comparison. For this reason, the worst severity ranking was assigned to the Increasing Amplitude Sine manoeuvre.

209. Each of the four candidate manoeuvres possessed inherently high face validity since they were each comprised of steering inputs similar to those capable of being produced by a human driver in an emergency obstacle avoidance manoeuvre. However, of the four manoeuvres, the Increasing Amplitude Sine manoeuvre possessed the best face validity. Conceptually, the steering profile of this manoeuvre was the most similar to that expected to be used by real drivers, <sup>26/</sup> and even with steering wheel angles as large as 300 degrees, the manoeuvre's

---

<sup>25/</sup> The adjectival ratings used to rate the test manoeuvres were "Excellent," "Good," and "Fair," with "Excellent" being the best and "Fair" being the worst. An "Excellent" manoeuvre was one capable of adequately demonstrating whether a vehicle was, or was not, equipped with an ESC system that satisfied a preliminary version of our minimum performance criteria. Conversely, a manoeuvre assigned a "Fair" rating was unable to adequately demonstrate whether these vehicles were, or were not, equipped with ESC systems capable of satisfying the preliminary minimum performance criteria.

<sup>26/</sup> In an obstacle avoidance scenario, it is clearly conceivable that the second steering input may be larger than the first input. If the first steering input induces overshoot, the driver's reversal will need to be equal to the first steering input plus enough steering to combat the yaw overshoot.

maximum effective steering rate was a very reasonable 650 deg/sec. For these reasons, the Increasing Amplitude Sine manoeuvre received the top face validity rating.

210. The two YASR manoeuvres received the same face validity ratings, just lower than that assigned to the Increasing Amplitude Sine. The YASR steering profiles were comprised of very reasonable 500 deg/sec steering rates; however, their sharply defined, trapezoidal shapes reduce their similarity to inputs actually used by drivers in real world driving situations. The steering profile of the Sine with Dwell was deemed very reasonable; however, the manoeuvre can require steering rates very near the maximum capability of a human driver.

211. The performability of the Sine with Dwell and the Increasing Amplitude Sine manoeuvres were deemed to be excellent. These manoeuvres are very easy to program into the steering machine, and their lack of rate or acceleration feedback loops simplifies the instrumentation required to perform the tests. Conversely, the YASR manoeuvres require the use of specialized equipment (an angular accelerometer), and these manoeuvres required an acceleration-based feedback loop that was sensitive to the accelerometer's signal-to-noise ratio near peak yaw rate. Testing demonstrated that large steering angles can introduce dwell time variability capable of adversely reducing manoeuvre severity and test outcome.

212. After considering the totality of the test result from the U.S. evaluation of the candidate manoeuvres and for the reasons stated above, the conclusion was that the Sine with Dwell manoeuvre offers the best combination of manoeuvre severity, face validity, and performability. Additional details of the manoeuvre selection process are available in an Enhanced Safety of Vehicles (ESV) technical paper 27/ and a related technical report 28/.

213. Regarding the implication of measurement errors, it is noted that many of these potential errors have already been addressed by the regulation, given the accuracy of the accelerometers for ESC testing and post-processing routines which already contain algorithms to resolve such concerns.

214. Note that all test track evaluations inherently contain some degree of output variability, regardless of what aspect of vehicle performance they are being used to evaluate. In the context of ESC testing, it is conceded that this variability could result in a marginally non-compliant vehicle passing the test, but it is important to recognize these situations would only affect a very small population of vehicles, and that the effect of instrumentation and/or calculation errors is likewise believed to be very small. Since the performance of most contemporary target vehicles resides far enough away from the regulation's performance thresholds, it is extremely unlikely that measurement complications will be solely responsible for having the performance of a non-compliant vehicle being deemed acceptable.

---

27/ Forkenbrock, Garrick J., Elsasser, Devin, O'Harra, Bryan C., NHTSA's Light Vehicle Handling and ESC Effectiveness Research Program, ESV Paper Number 05-0221, June 2005, (Docket No. NHTSA-2006-25801-5).

28/ Forkenbrock, Garrick J., Elsasser, Devin, O'Harra, Bryan C., Jones, Robert E., Development of Electronic Stability Control (ESC) performance criteria, NHTSA Technical Report, DOT HS 809 974, September 2006. Available at: [www-nrd.nhtsa.dot.gov/pdf/nrd-01/esv/esv19/05-0221-O.pdf](http://www-nrd.nhtsa.dot.gov/pdf/nrd-01/esv/esv19/05-0221-O.pdf).

## (x) Representativeness of Real World Conditions

215. A few participants in the U.S. questioned how many tests are necessary to ensure that the ESC system is robust, and how many different configurations of tyres, loading, and trailering are needed to be representative of real world driving. Concerns were also expressed that even though an ESC system may increase safety under certain conditions, in other cases, it may add unpredictable and unusual characteristics to the vehicle.

216. Many crash data studies quantifying real world ESC effectiveness were reviewed. <sup>29/</sup> Regardless of the origin of the data used for these studies (i.e. whether from France, Germany, Japan, Sweden, the United States, etc.), all reported or estimated that ESC systems provide substantial benefits in "loss of control" situations. These studies reported that ESC is expected to be particularly effective in situations involving excessive oversteer, such as "fishtailing" or "spinout" which may result from sudden collision avoidance manoeuvres (e.g., lane changes or off-road recovery manoeuvres).

217. The Sine with Dwell manoeuvre is specifically designed to excite an oversteer response from the vehicle being evaluated. While this manoeuvre has been optimized for the test track (because objectivity, repeatability, and reproducibility are necessary elements of a regulatory compliance test), it is important to recognize that multiple studies have indicated that the steering angles and rates associated with the Sine with Dwell manoeuvre are within the capabilities of actual drivers, not just highly trained professional test drivers.

218. It is noted that there is no evidence of any "unpredictable and unusual characteristics" imparted by any ESC system on the vehicle in which it is installed. ESC interventions occur in extreme driving situations where the driver risks losing control of the vehicle, not during "normal" day-to-day driving comprised of relatively small, slow, and deliberate steering inputs. In these extreme situations, the driver shall still operate the vehicle by conventional means (i.e. use of steering and/or brake inputs are still required to direct the vehicle where the driver wants it to go); however, the mitigation strategies used by ESC to suppress excessive oversteer and understeer help improve the driver's ability to successfully retain control of the vehicle under a broad range of operating conditions.

219. The load configuration used during the conduct of our ESC performance tests is known as the "nominal" load configuration, consisting of a driver and test equipment. This configuration approximates a driver and one front seat occupant. This configuration is highly representative of how the majority of vehicles are loaded. U.S. analyses, based on results from a database <sup>30/</sup> comprised of 293,000 single-vehicle crashes, indicate that the average number of passenger car occupants involved in a single-vehicle crash was 1.48 occupants per vehicle. Results for pickups, sport utility vehicles, and vans were similar (1.35, 1.54, and 1.81 occupants per vehicle, respectively).

---

<sup>29/</sup> See 71 FR 54712, 54718 (September 18, 2006), footnote 11.

<sup>30/</sup> Data were analyzed for the development of the rollover NCAP star ratings criteria. It is data for six U.S. States: Florida (1994-2001), Maryland (1994-2000), Missouri (1994-2000), North Carolina (1994-1999), Pennsylvania (1994-1997), and Utah (1994-2000). Only single-vehicle crashes for 100 make-models were included. Please consult the Rollover NCAP portion of the NHTSA website for further information (<<http://www.nhtsa.dot.gov>>).

220. It is important for an objective test procedure to be applicable to all light vehicles. The use of multiple load configurations was considered, but there are an infinite number of ways drivers can potentially load their vehicles, and not all vehicles can be subjected to the same load configurations.

221. Although it is important to understand how vehicle loading can influence ESC effectiveness and presently have research programs designed to objectively quantify those effects, requiring ESC on all light vehicles will save thousands of lives per year. Accordingly, it is not appropriate to delay the present gtr for ESC, and to thereby fail to maximize the benefits of this technology, pending the outcome of this additional research. In sum, it is believed that the available data strongly support the decision to adopt this gtr for ESC at this time.

## 7. BENEFITS AND COSTS

### (a) Summary

222. This section summarizes the anticipated benefits, costs, and cost per equivalent life saved as a result of installation of ESC systems consistent with the requirements contained in this gtr. Specific benefit estimates are available for the U.S., which recently adopted a regulation requiring installation of ESC systems in all new light vehicles beginning September 1, 2011. Similarly, cost estimates are available from the United States, which provide a basis for understanding the economic impacts of the gtr for ESC. However, a detailed cost-benefits analysis would be necessary to properly estimate the impact of the gtr on each Contracting Party, with changes in these variables obviously affecting the cost-effectiveness calculation for ESC. Nevertheless, it is anticipated that the U.S. experience may serve as a case study, which can be extrapolated, to other Contracting Parties.

223. In overview, the life- and injury-saving potential of ESC is very significant, both in absolute terms and when compared to prior U.S. automobile safety rulemakings. In the U.S. context, compared to a baseline of manufacturers' plans of having 71 per cent of the light vehicle fleet with ESC by Model Year (MY) 2011, it was estimated that the final regulation for ESC will save 1,547 to 2,534 lives and cause a reduction of 46,896 to 65,801 MAIS 1-5 injuries (Maximum Abbreviated Injury Scale) annually once all passenger vehicles have ESC. The ESC regulation in the U.S. is also expected to save \$376 to \$535 million annually in property damage and travel delay (undiscounted). The total cost of this U.S. rule is estimated to be \$985 million. Based upon these figures, the ESC final rule in the U.S. was determined to be extremely cost-effective, with the cost per equivalent life saved expected to range from \$0.18 to \$0.33 million at a 3 per cent discount and \$0.26 to \$0.45 million at a 7 per cent discount.

### (b) Benefits

224. It is anticipated that, when all U.S. light vehicles are equipped with ESC, the regulation would prevent 67,466 to 90,807 crashes (1,430 to 2,354 fatal crashes and 66,036 to 88,453 non-fatal crashes). Preventing these crashes entirely is the ideal safety outcome and would translate into 1,547 to 2,534 lives saved and 46,896 to 65,801 MAIS 1-5 injuries prevented.



225. The above figures include benefits related to rollover crashes, a subset of all crashes. However, in light of the relatively severe nature of crashes involving rollover, ESC's contribution toward mitigating the problem associated with this subset of crashes should be noted. It is anticipated that the regulation would prevent 35,680 to 39,387 rollover crashes (1,076 to 1,347 fatal crashes and 34,604 to 38,040 non-fatal crashes). This would translate into 1,171 to 1,465 lives saved and 33,001 to 36,420 MAIS 1-5 injuries prevented in rollovers.

226. In addition, preventing crashes would also result in benefits in terms of travel delay savings and property damage savings. It is estimated that the regulation would save \$376 to \$535 million, undiscounted <sup>31/</sup>, in these two categories (\$240 to \$269 million of this savings is attributable to prevented rollover crashes).

227. In addition, the ESC gtr will also have the effect of causing all light vehicles to be equipped with anti-lock braking systems (ABS) as a foundation for ESC. It is anticipated that some level of benefits will result from improved brake performance on vehicles not currently equipped with ABS, but it has not been possible to quantify them. However, it should be noted that the potential benefits of ABS did not influence the above-discussed effectiveness estimates for ESC, because all of the non-ESC control vehicles in the study already had ABS. The measure of unquantified benefits relates to situations where the ABS system activates (but the ESC system does not need to) on vehicles that were not previously equipped with ABS.

(c) Costs

228. The cost of this gtr will need to be calculated for each individual Contracting Party. In the case of the U.S. (for which an estimate is already available), in order to estimate the cost of the additional components required to equip every vehicle in future model years with an ESC system, assumptions were made about future production volume and the relationship between equipment found in anti-lock brake systems (ABS), traction control (TC), and ESC systems. It was assumed that in an ESC system, the equipment of ABS is a prerequisite. Thus, if a passenger car did not have ABS, it would require the cost of an ABS system plus the additional incremental costs of the ESC system to comply with an ESC standard. It was assumed that traction control (TC) was not required to achieve the safety benefits found with ESC. Future annual U.S. production of 17 million light vehicles was estimated (consisting of nine million light trucks and eight million passenger cars).

229. In addition, an estimate was made of the MY 2011 installation rates of ABS and ESC. It served as the baseline against which both costs and benefits were measured. Thus, the cost of the U.S. regulation was determined to be the incremental cost of going from the estimated MY 2011 installations to 100 per cent installation of ABS and ESC. The estimated MY 2011 installation rates are presented in Table 1.

---

<sup>31/</sup> The present discounted value of these savings ranges from \$247 to \$436 million (based on 3 per cent and 7 per cent discount rates).

Table 1. MY 2011 Predicted installations (per cent of the light vehicle fleet)

	ABS	ABS + ESC
Passenger Cars	86	65
Light Trucks	99	77

230. Based on the assumptions above and the data provided in Table 1, Table 2 presents the per cent of the MY 2011 fleet that would need these specific technologies in order to equip all light vehicles with ESC.

Table 2. Per cent of the light vehicle fleet requiring technology to achieve 100 per cent ESC installation

	None	ABS + ESC	ESC only
Passenger Cars	65	14	21
Light Trucks	77	1	22

231. The cost estimates developed for this analysis were taken from tear down studies. This process resulted in estimates of the consumer cost of ABS at \$368 and the incremental cost of ESC at \$111. Thus, it would cost a vehicle that does not currently have ABS, \$479 to meet the regulatory requirements for ESC. Combining the technology needs in Table 2 with the cost above and assumed production volumes yields the cost estimate in Table 3 for the ESC regulation. Thus, for example, the average cost for passenger cars, including both those that require installation of an ESC system and those that already have it, is \$90.

Table 3. Summary of Vehicle Costs for the ESC Standard (2005\$)

	Average Vehicle Costs	Total Costs
Passenger Cars	\$90.3	\$722.5 million
Light Trucks	\$29.2	\$262.7 million
Total	\$58.0	\$985.2 million

232. In summary, Table 3 shows that requiring electronic stability control and anti-lock brakes will increase the cost of new light vehicles on average by \$58, totalling \$985 million annually across the new U.S. light vehicle fleet.

233. In addition, this regulation is expected to add mass to vehicles and consequently to increase their lifetime use of fuel. Most of the added mass is for ABS components and very little is for the ESC components. Since 99 per cent of light trucks in the U.S. are predicted to have ABS in MY 2011, the mass increase for light trucks is less than one pound and is considered negligible. The average mass gain for passenger cars is estimated to be 0.97 kg, resulting in 9.8 litres more of fuel being used over the lifetime of these vehicles. The present discounted value of the added fuel cost over the lifetime of the average passenger car is estimated to be \$2.73 at a 7 per cent discount rate and \$3.35 at a 3 per cent discount rate.

234. These cost estimates do not include allowances for ESC system maintenance and repair. Although all complex electronic systems will experience component failures from time to time necessitating repair, experience to date with existing systems is that their failure rate is not outside the norm. Also, there are no routine maintenance requirements for ESC systems.

B. Text of the Regulation

1. Purpose. This regulation specifies performance and equipment requirements for electronic stability control (ESC) systems. The purpose of this regulation is to reduce the number of deaths and injuries that result from crashes in which the driver loses directional control of the vehicle, including those resulting in vehicle rollover.
2. Application. This regulation applies to all vehicles of Category 1-1, 1-2 and 2, with a gross vehicle mass (GVM) of 4,536 kilograms or less.
3. Definitions. For the purpose of this gtr, vehicle categories, listed in paragraph 2., are defined in Special Resolution No. 1, Concerning the Common Definitions of Vehicle Categories, Masses and Dimensions (S.R. 1) (ECE/TRANS/WP.29/1045 and Amend.1). Other relevant definitions are provided in paragraphs 3.1. through 3.7. below.
  - 3.1. "Ackerman Steer Angle" means the angle whose tangent is the wheelbase divided by the radius of the turn at a very low speed.
  - 3.2. "Electronic Stability Control System" or "ESC System" means a system that has all of the following attributes:
    - (a) That improves vehicle directional stability by at least having the ability to automatically control individually the braking torques of the left and right wheels on each axle or an axle of each axle group <sup>1/</sup> to induce a correcting yaw moment based on the evaluation of actual vehicle behaviour in comparison with a determination of vehicle behaviour demanded by the driver;
    - (b) That is computer-controlled with the computer using a closed-loop algorithm to limit vehicle oversteer and to limit vehicle understeer based on the evaluation of actual vehicle behaviour in comparison with a determination of vehicle behaviour demanded by the driver;
    - (c) That has a means to determine directly the value of vehicle's yaw rate and to estimate its side slip or side slip derivative with respect to time;
    - (d) That has a means to monitor driver steering inputs; and
    - (e) That has an algorithm to determine the need, and a means to modify propulsion torque, as necessary, to assist the driver in maintaining control of the vehicle.
  - 3.3. "Lateral Acceleration" means the component of the vector acceleration of a point in the vehicle perpendicular to the vehicle x axis (longitudinal) and parallel to the road plane.
  - 3.4. "Oversteer" means a condition in which the vehicle's yaw rate is greater than the yaw rate that would occur at the vehicle's speed as result of the Ackerman Steer Angle.

---

<sup>1/</sup> An axle group shall be treated as a single axle and dual wheels shall be treated as a single wheel.

- 3.5. "Sideslip or side slip angle" means the arctangent of the ratio of the lateral velocity to the longitudinal velocity of the centre of gravity of the vehicle.
- 3.6. "Understeer" means a condition in which the vehicle's yaw rate is less than the yaw rate that would occur at the vehicle's speed as result of the Ackerman Steer Angle.
- 3.7. "Yaw rate" means the rate of change of the vehicle's heading angle measured in degrees/second of rotation about a vertical axis through the vehicle's centre of gravity.
- 3.8. "Peak braking coefficient (PBC)": means the measure of tyre to road surface friction based on the max deceleration of a rolling tyre.
- 3.9. "Common space" means an area on which more than one tell-tale, indicator, identification symbol, or other message may be displayed but not simultaneously.
- 3.10. "Static Stability Factor" means one-half the track width of a vehicle divided by the height of its center of gravity, also expressed as  $SSF = T/2H$ , where: T = track width (for vehicles with more than one track width the average is used; for axles with dual wheels, the outer wheels are used when calculating "T") and H = height of the center of gravity of the vehicle.
4. General Requirements. Each vehicle equipped with an ESC system shall meet the general requirements specified in paragraph 4., the performance requirements of paragraph 5., the test procedures specified in paragraph 6. and the test conditions specified in paragraph 7. of this regulation.
- 4.1 Functional requirements. An electronic stability control system shall be one that:
- (a) Is capable of applying braking torques individually to all four wheels <sup>2/</sup> and has a control algorithm that utilizes this capability;
  - (b) Is operational over the full speed range of the vehicle, during all phases of driving including acceleration, coasting, and deceleration (including braking), except:
    - (i) When the driver has disabled ESC,
    - (ii) When the vehicle speed is below 20 km/h,
    - (iii) While the initial start-up self test and plausibility checks are completed, not to exceed 2 minutes when driven under the conditions of paragraph 7.10.2.,
    - (iv) When the vehicle is being driven in reverse;
  - (c) Remains capable of activation even if the antilock brake system or traction control system is also activated.
5. Performance Requirements. During each test performed under the test conditions of paragraph 6. and the test procedure of paragraph 7.9., the vehicle with the ESC

---

<sup>2/</sup> An axle group shall be treated as a single axle and dual wheels shall be treated as a single wheel.

system engaged shall satisfy the directional stability criteria of paragraphs 5.1. and 5.2., and it shall satisfy the responsiveness criterion of paragraph 5.3. during each of those tests conducted with a commanded steering wheel angle of 5A or greater (but limited as per paragraph 7.9.4.), where A is the steering wheel angle computed in paragraph 7.6.1.

- 5.1. The yaw rate measured one second after completion of the Sine with Dwell steering input (time  $T_0 + 1$  in Figure 1) shall not exceed 35 per cent of the first peak value of yaw rate recorded after the steering wheel angle changes sign (between first and second peaks) ( $\dot{\psi}_{Peak}$  in Figure 1) during the same test run; and
- 5.2. The yaw rate measured 1.75 seconds after completion of the Sine with Dwell steering input shall not exceed 20 per cent of the first peak value of yaw rate recorded after the steering wheel angle changes sign (between first and second peaks) during the same test run.
- 5.3. The lateral displacement of the vehicle centre of gravity with respect to its initial straight path shall be at least 1.83 m for vehicles with a GVM of 3,500 kg or less, and 1.52 m for vehicles with a GVM greater than 3,500 kg when computed 1.07 seconds after the Beginning of Steer (BOS). BOS is defined in paragraph 7.11.6.
- 5.3.1. The computation of lateral displacement is performed using double integration with respect to time of the measurement of lateral acceleration  $a_y$  at the vehicle centre of gravity, as expressed by the formula:

$$\text{Lateral Displacement} = \iint a_{y \text{ C.G.}} dt$$

As an alternative, a method based on GPS data can be used.

- 5.3.2 Time  $t = 0$  for the integration operation is the instant of steering initiation, known as the Beginning of Steer (BOS). BOS is defined in paragraph 7.11.6.
- 5.4. ESC Malfunction Detection. The vehicle shall be equipped with a tell-tale that provides a warning to the driver of the occurrence of any malfunction that affects the generation or transmission of control or response signals in the vehicle's electronic stability control system. The ESC malfunction tell-tale:
  - (a) Shall be displayed in direct and clear view of the driver while in the driver's designated seating position with the driver's seat belt fastened;
  - (b) Shall appear perceptually upright to the driver while driving;

- (c) Shall be identified by the symbol shown for "ESC Malfunction Tell-tale" below or the text "ESC":



- (d) Shall be yellow or amber in colour;
- (e) When illuminated, shall be sufficiently bright to be visible to the driver under both daylight and night time driving conditions, when the driver has adapted to the ambient roadway light conditions;
- (f) Except as provided in paragraph 5.4.(g), the ESC malfunction tell-tale shall illuminate when a malfunction exists and shall remain continuously illuminated under the conditions specified in paragraph 5.4. for as long as the malfunction exists, whenever the ignition locking system is in the "On" ("Run") position;
- (g) Except as provided in paragraph 5.4.1., each ESC malfunction tell-tale shall be activated as a check of lamp function either when the ignition locking system is turned to the "On" ("Run") position when the engine is not running, or when the ignition locking system is in a position between "On" ("Run") and "Start" that is designated by the manufacturer as a check position;
- (h) Shall extinguish at the next ignition cycle after the malfunction has been corrected in accordance with paragraph 7.10.4.;
- (i) May also be used to indicate the malfunction of related systems/functions, including traction control, trailer stability assist, corner brake control, and other similar functions that use throttle and/or individual torque control to operate and share common components with ESC.

5.4.1. The ESC malfunction tell-tale need not be activated when a starter interlock is in operation.

5.4.2. The requirement of paragraph 5.4.(g) does not apply to tell-tales shown in a common space.

5.4.3. The manufacturer may use the ESC malfunction tell-tale in a flashing mode to indicate ESC operation.

5.5. ESC Off and Other System Controls. The manufacturer may include an "ESC Off" control which shall be illuminated when the vehicle's headlamps are activated and which has a purpose to place the ESC system in a mode in which it may no longer satisfy the performance requirements of paragraphs 5., 5.1., 5.2., and 5.3. Manufacturers may also provide controls for other systems that have an ancillary effect upon ESC operation. Controls of either kind that place the ESC system in a mode in which it may no longer satisfy the performance requirements of paragraphs 5., 5.1., 5.2., and 5.3. are permitted, provided that the system also meets the requirements of paragraphs 5.5.1. to 5.5.3.

- 5.5.1. The vehicle's ESC system shall always return to the manufacturer's original default mode that satisfies the requirements of paragraphs 4. and 5. at the initiation of each new ignition cycle, regardless of what mode the driver had previously selected. However, the vehicle's ESC system need not return to a mode that satisfies the requirements of paragraphs 5. through 5.3. at the initiation of each new ignition cycle if:
- (a) The vehicle is in a four-wheel drive configuration which has the effect of locking the drive gears at the front and rear axles together and providing an additional gear reduction between the engine speed and vehicle speed of at least 1.6 or 2.0 <sup>3/</sup>, selected by the driver for low-speed, off-road driving; or
  - (b) The vehicle is in a four-wheel drive configuration selected by the driver that is designed for operation at higher speeds on snow-, sand-, or dirt-packed roads and that has the effect of locking the drive gears at the front and rear axles together, provided that in this mode the vehicle meets the stability performance requirements of paragraphs 5.1. and 5.2. under the test conditions specified in paragraph 6. However, if the system has more than one ESC mode that satisfies the requirements of paragraphs 5.1. and 5.2. within the drive configuration selected for the previous ignition cycle, the ESC shall return to the manufacturer's original default ESC mode for that drive configuration at the initiation of each new ignition cycle.
- 5.5.2. A control whose only purpose is to place the ESC system in a mode in which it will no longer satisfy the performance requirements of paragraphs 5., 5.1., 5.2., and 5.3. shall be identified by the symbol shown for "ESC Off" below or the text, "ESC OFF".



- 5.5.3. A control for an ESC system whose purpose is to place the ESC system in different modes, at least one of which may no longer satisfy the performance requirements of paragraphs 5., 5.1., 5.2., and 5.3., shall be identified by the symbol shown below with the text "OFF" adjacent to the control position for this mode.



Alternatively, in the case where the ESC system mode is controlled by a multi-functional control, the driver display shall identify clearly to the driver the control position for this mode using either the symbol in paragraph 5.5.2. or the text "ESC OFF".

---

<sup>3/</sup> The value of either 1.6 or 2.0 to be selected at the discretion of the Contracting Party.



- 5.5.4. A control for another system that has the ancillary effect of placing the ESC system in a mode in which it no longer satisfies the performance requirements of paragraphs 5., 5.1., 5.2., and 5.3. need not be identified by the "ESC Off" identifiers in paragraph 5.5.2.
- 5.6. "ESC Off" Tell-tale. If the manufacturer elects to install a control to turn off or reduce the performance of the ESC system under paragraph 5.5., the tell-tale requirements of paragraphs 5.6.1. to 5.6.4. shall be met in order to alert the driver to the lessened state of ESC system functionality. This requirement does not apply for the driver-selected mode referred to in paragraph 5.5.1.(b).
- 5.6.1. The vehicle manufacturer shall provide a tell-tale indicating that the vehicle has been put into a mode that renders it unable to satisfy the requirements of paragraphs 5., 5.1., 5.2., and 5.3., if such a mode is provided.
- 5.6.2. The "ESC off" tell-tale:
- (a) Shall be displayed in direct and clear view of the driver while in the driver's designated seating position with the driver's seat belt fastened;
  - (b) Shall appear perceptually upright to the driver while driving;
  - (c) Shall be identified by the symbol shown for "ESC Off" in paragraph 5.5.2. or the text "ESC OFF"; or  
Shall be identified with the English word "OFF" on or adjacent to either the control referred to in paragraph 5.5.2. or 5.5.3. or the illuminated malfunction tell-tale;
  - (d) Shall be yellow or amber in colour;
  - (e) When illuminated, shall be sufficiently bright to be visible to the driver under both daylight and night time driving conditions, when the driver has adapted to the ambient roadway light conditions;
  - (f) Shall remain continuously illuminated for as long as the ESC is in a mode that renders it unable to satisfy the requirements of paragraphs 5., 5.1., 5.2., and 5.3.;
  - (g) Except as provided in paragraphs 5.6.3. and 5.6.4., each "ESC Off" tell-tale shall be activated as a check of lamp function either when the ignition locking system is turned to the "On" ("Run") position when the engine is not running, or when the ignition locking system is in a position between "On" ("Run") and "Start" that is designated by the manufacturer as a check position;
  - (h) Shall extinguish after the ESC system has been returned to its manufacturer's original default mode.
- 5.6.3. The "ESC Off" tell-tale need not be activated when a starter interlock is in operation.
- 5.6.4. The requirement of paragraph 5.6.2.(g) does not apply to tell-tales shown in a common space.
- 5.6.5. The vehicle manufacturer may use the "ESC Off" tell-tale to indicate an ESC level of function other than the fully functional default mode even if the vehicle would meet paragraphs 5., 5.1., 5.2., and 5.3. at that level of ESC function.

- 5.7. ESC System Technical Documentation. To ensure a vehicle is equipped with an ESC system that meets the definition of "ESC System" in paragraph 3., the vehicle manufacturer shall make available to the regulatory entity designated by the Contracting Party, upon request, the documentation specified in paragraphs 5.7.1. to 5.7.4.
- 5.7.1. System diagram identifying all ESC system hardware. The diagram shall identify what components are used to generate brake torques at each wheel, determine vehicle yaw rate, estimated side slip or the side slip derivative and driver steering inputs.
- 5.7.2. A brief written explanation sufficient to describe the ESC system basic operational characteristics. This explanation shall include the outline description of the system's capability to apply brake torques at each wheel and how the system modifies propulsion torque during ESC system activation and show that the vehicle yaw rate is directly determined. The explanation shall also identify the vehicle speed range and the driving phases (acceleration, deceleration, coasting, during activation of the ABS or traction control) under which the ESC system can activate.
- 5.7.3. Logic diagram. This diagram supports the explanation provided under paragraph 5.7.2.
- 5.7.4. Understeer information. An outline description of the pertinent inputs to the computer that control ESC system hardware and how they are used to limit vehicle understeer.
6. Test Conditions.
- 6.1. Ambient conditions.
- 6.1.1. The ambient temperature is between 0° C and 45° C.
- 6.1.2. The maximum wind speed is no greater than 10 m/s for vehicles with  $SSF > 1.25$  and 5 m/s for vehicles with  $SSF \leq 1.25$ .
- 6.2. Road test surface.
- 6.2.1. The tests are conducted on a dry, uniform, solid-paved surface. Surfaces with irregularities and undulations, such as dips and large cracks, are unsuitable.
- 6.2.2. The road test surface has a nominal peak braking coefficient (PBC) of 0.9, unless otherwise specified, when measured using either:
- (a) The American Society for Testing and Materials (ASTM) E1136 standard reference test tyre, in accordance with ASTM Method E1337-90 without water delivery, at a speed of 40 mph; or

- (b) The method specified in the Annex 6, Appendix 2 of UNECE Regulation No. 13-H.

6.2.3. The test surface has a consistent slope between level and 1 per cent.

6.3. Vehicle conditions.

6.3.1. The ESC system is enabled for all testing.

6.3.2. Vehicle Mass. The vehicle is loaded with the fuel tank filled to at least 90 per cent of capacity, and total interior load of 168 kg comprised of the test driver, approximately 59 kg of test equipment (automated steering machine, data acquisition system and the power supply for the steering machine), and ballast as required by differences in the mass of test drivers and test equipment. Where required, ballast shall be placed on the floor behind the passenger front seat or if necessary in the front passenger foot well area. All ballast shall be secured in a way that prevents it from becoming dislodged during test conduct.

6.3.3. Tyres. The tyres are inflated to the vehicle manufacturer's recommended cold tyre inflation pressure(s) e.g. as specified on the vehicle's placard or the tyre inflation pressure label. Tubes may be installed to prevent tyre de-beading.

6.3.4. Outriggers. Outriggers may be used for testing if deemed necessary for test drivers' safety. In this case, the following applies:

For vehicles with a Static Stability Factor (SSF)  $\leq 1.25$ ;

- (a) Vehicles with a mass in running order under 1,588 kg shall be equipped with "lightweight" outriggers. Lightweight outriggers shall be designed with a maximum mass of 27 kg and a maximum roll moment of inertia of  $27 \text{ kg}\cdot\text{m}^2$ .
- (b) Vehicles with a mass in running order between 1,588 kg and 2,722 kg shall be equipped with "standard" outriggers. Standard outriggers shall be designed with a maximum mass of 32 kg and a maximum roll moment of inertia of  $35.9 \text{ kg}\cdot\text{m}^2$ .
- (c) Vehicles with a mass in running order equal to or greater than 2,722 kg shall be equipped with "heavy" outriggers. Heavy outriggers shall be designed with a maximum mass of 39 kg and a maximum roll moment of inertia of  $40.7 \text{ kg}\cdot\text{m}^2$ .

6.3.5. Automated steering machine. A steering machine programmed to execute the required steering pattern shall be used in paragraphs 7.5.2., 7.5.3., 7.6. and 7.9. The steering machine shall be capable of supplying steering torques between 40 to 60 Nm. The steering machine shall be able to apply these torques when operating with steering wheel velocities up to 1,200 degrees per second.

7. Test Procedure.

7.1. Inflate the vehicles' tyres to the manufacturer's recommended cold tyre inflation pressure(s) e.g. provided on the vehicle's placard or the tyre inflation pressure label.

- 7.2. Tell-tale bulb check. With the vehicle stationary and the ignition locking system in the "Lock" or "Off" position, activate the ignition locking system to the "On" ("Run") position or, where applicable, the appropriate position for the lamp check. The ESC malfunction tell-tale shall be activated as a check of lamp function, as specified in paragraph 5.4.(d), and if equipped, the "ESC Off" tell-tale shall also be activated as a check of lamp function, as specified in paragraph 5.6.6. The tell-tale bulb check is not required for a tell-tale shown in a common space as specified in paragraphs 5.4.2. and 5.6.4.
- 7.3. "ESC Off" control check. For vehicles equipped with an "ESC Off" control, with the vehicle stationary and the ignition locking system in the "Lock" or "Off" position, activate the ignition locking system to the "On" ("Run") position. Activate the "ESC Off" control and verify that the "ESC Off" tell-tale is illuminated, as specified in paragraph 5.6.4. Turn the ignition locking system to the "Lock" or "Off" position. Again, activate the ignition locking system to the "On" ("Run") position and verify that the "ESC Off" tell-tale has extinguished indicating that the ESC system has been reactivated as specified in paragraph 5.5.1.
- 7.4. Brake Conditioning. Condition the vehicle brakes in the manner described in paragraphs 7.4.1. through 7.4.4.
- 7.4.1. Ten stops are performed from a speed of 56 km/h, with an average deceleration of approximately 0.5g.
- 7.4.2. Immediately following the series of 56 km/h stops, three additional stops are performed from 72 km/h.
- 7.4.3. When executing the stops in paragraph 7.4.2., sufficient force is applied to the brake pedal to activate the vehicle's antilock brake system (ABS) for a majority of each braking event.
- 7.4.4. Following completion of the final stop in 7.4.2., the vehicle is driven at a speed of 72 km/h for five minutes to cool the brakes.
- 7.5. Tyre Conditioning. Condition the tyres using the following procedure of paragraphs 7.5.1. through 7.5.3. to wear away mold sheen and achieve operating temperature immediately before beginning the test runs of paragraphs 7.6. and 7.9.
- 7.5.1. The test vehicle is driven around a circle 30 meters in diameter at a speed that produces a lateral acceleration of approximately 0.5g to 0.6g for three clockwise laps followed by three counterclockwise laps.
- 7.5.2. Using a sinusoidal steering pattern at a frequency of 1 Hz, a peak steering wheel angle amplitude corresponding to a peak lateral acceleration of 0.5g to 0.6g, and a vehicle speed of 56 km/h, the vehicle is driven through four passes performing 10 cycles of sinusoidal steering during each pass.

- 7.5.3. The steering wheel angle amplitude of the final cycle of the final pass is twice that of the other cycles. The maximum time permitted between all laps and passes is five minutes.
- 7.6. Slowly Increasing Steer Procedure. The vehicle is subjected to two series of runs of the Slowly Increasing Steer Test using a constant vehicle speed of  $80 \pm 2$  km/h and a steering pattern that increases by 13.5 degrees per second until a lateral acceleration of approximately 0.5g is obtained. Three repetitions are performed for each test series. One series uses counterclockwise steering, and the other series uses clockwise steering. The maximum time permitted between each test run is five minutes.
- 7.6.1. From the Slowly Increasing Steer tests, the quantity "A" is determined. "A" is the steering wheel angle in degrees that produces a steady state lateral acceleration (corrected using the methods specified in paragraph 7.11.3.) of 0.3g for the test vehicle. Utilizing linear regression, "A" is calculated, to the nearest 0.1 degrees, from each of the six Slowly Increasing Steer tests. The absolute value of the six A's calculated is averaged and rounded to the nearest 0.1 degrees to produce the final quantity, A, used below.
- 7.7. After the quantity "A" has been determined, without replacing the tyres, the tyre conditioning procedure described in paragraph 7.5. is performed immediately prior to conducting the Sine with Dwell Test of paragraph 7.9. Initiation of the first Sine with Dwell test series shall begin within two hours after completion of the Slowly Increasing Steer tests of paragraph 7.6.
- 7.8. Check that the ESC system is enabled by ensuring that the ESC malfunction and "ESC Off" (if provided) tell-tales are not illuminated.
- 7.9. Sine with Dwell Test of Oversteer Intervention and Responsiveness. The vehicle is subjected to two series of test runs using a steering pattern of a sine wave at 0.7 Hz frequency with a 500 ms delay beginning at the second peak amplitude as shown in Figure 2 (the Sine with Dwell tests). One series uses counterclockwise steering for the first half cycle, and the other series uses clockwise steering for the first half cycle. The vehicle is allowed to cool-down between each test run of 90 seconds to five minutes, with the vehicle stationary.
- 7.9.1. The steering motion is initiated with the vehicle coasting in high gear at  $80 \pm 2$  km/h.
- 7.9.2. The steering amplitude for the initial run of each series is 1.5A, where "A" is the steering wheel angle determined in paragraph 7.6.1.
- 7.9.3. In each series of test runs, the steering amplitude is increased from run to run, by 0.5A, provided that no such run will result in a steering amplitude greater than that of the final run specified in paragraph 7.9.4.

- 7.9.4. The steering amplitude of the final run in each series is the greater of 6.5A or 270 degrees, provided the calculated magnitude of 6.5A is less than or equal to 300 degrees. If any 0.5A increment, up to 6.5A, is greater than 300 degrees, the steering amplitude of the final run shall be 300 degrees.
- 7.9.5. Upon completion of the two series of test runs, post processing of yaw rate and lateral acceleration data is done as specified in paragraph 7.11.
- 7.10. ESC Malfunction Detection.
- 7.10.1. Simulate one or more ESC malfunction(s) by disconnecting the power source to any ESC component, or disconnecting any electrical connection between ESC components (with the vehicle power off). When simulating an ESC malfunction, the electrical connections for the tell-tale lamp(s) and/or optional ESC system control(s) are not to be disconnected.
- 7.10.2. With the vehicle initially stationary and the ignition locking system in the "Lock" or "Off" position, activate the ignition locking system to the "Start" position and start the engine. Drive the vehicle forward to obtain a vehicle speed of  $48 \pm 8$  km/h at the latest 30 seconds after the engine has been started and within the next two minutes at this speed, conduct at least one left and one right smooth turning manoeuvre without losing directional stability and one brake application. Verify that the ESC malfunction indicator illuminates in accordance with paragraph 5.4. by the end of these manoeuvres.
- 7.10.3. Stop the vehicle, deactivate the ignition locking system to the "Off" or "Lock" position. After a five-minute period, activate the vehicle's ignition locking system to the "Start" position and start the engine. Verify that the ESC malfunction indicator again illuminates to signal a malfunction and remains illuminated as long as the engine is running or until the fault is corrected.
- 7.10.4. Deactivate the ignition locking system to the "Off" or "Lock" position. Restore the ESC system to normal operation, activate the ignition system to the "Start" position and start the engine. Re-perform the manoeuvre described in paragraph 7.10.2., and verify that the tell-tale has extinguished within the time it takes or immediately afterward.
- 7.11. Post Data Processing – Calculations for Performance Metrics. Yaw rate and lateral displacement measurements and calculations shall be processed utilizing the techniques specified in paragraphs 7.11.1. to 7.11.8.
- 7.11.1. Raw steering wheel angle data is filtered with a 12-pole phaseless Butterworth filter and a cut-off frequency of 10 Hz. The filtered data is then zeroed to remove sensor offset utilizing static pre-test data.

- 7.11.2. Raw yaw rate data is filtered with a 12-pole phaseless Butterworth filter and a cut-off frequency of 6 Hz. The filtered data is then zeroed to remove sensor offset utilizing static pre-test data.
- 7.11.3. Raw lateral acceleration data is filtered with a 12-pole phaseless Butterworth filter and a cut-off frequency of 6 Hz. The filtered data is then zeroed to remove sensor offset utilizing static pre-test data. The lateral acceleration data at the vehicle centre of gravity is determined by removing the effects caused by vehicle body roll and by correcting for sensor placement via use of coordinate transformation. For data collection, the lateral accelerometer shall be located as close as possible to the position of the vehicle's longitudinal and lateral centres of gravity.
- 7.11.4. Steering wheel velocity is determined by differentiating the filtered steering wheel angle data. The steering wheel velocity data is then filtered with a moving 0.1 second running average filter.
- 7.11.5. Lateral acceleration, yaw rate and steering wheel angle data channels are zeroed utilizing a defined "zeroing range". The methods used to establish the zeroing range are defined in paragraphs 7.11.5.1. and 7.11.5.2.
- 7.11.5.1. Using the steering wheel rate data calculated using the methods described in paragraph 7.11.4., the first instant steering wheel rate exceeding 75 deg/sec is identified. From this point, steering wheel rate shall remain greater than 75 deg/sec for at least 200 ms. If the second condition is not met, the next instant steering wheel rate exceeding 75 deg/sec is identified and the 200 ms validity check applied. This iterative process continues until both conditions are ultimately satisfied.
- 7.11.5.2. The "zeroing range" is defined as the 1.0 second time period prior to the instant the steering wheel rate exceeds 75 deg/sec (i.e. the instant the steering wheel velocity exceeds 75 deg/sec defines the end of the "zeroing range").
- 7.11.6. The Beginning of Steer (BOS) is defined as the first instance filtered and zeroed steering wheel angle data reaches - 5 degrees (when the initial steering input is counterclockwise) or +5 degrees (when the initial steering input is clockwise) after time defining the end of the "zeroing range". The value for time at the BOS is interpolated.
- 7.11.7. The Completion of Steer (COS) is defined as the time the steering wheel angle returns to zero at the completion of the Sine with Dwell steering manoeuvre. The value for time at the zero degree steering wheel angle is interpolated.
- 7.11.8. The second peak yaw rate is defined as the first local yaw rate peak produced by the reversal of the steering wheel. The yaw rates at 1.000 and 1.750 seconds after COS are determined by interpolation.

- 7.11.9. Determine lateral velocity by integrating corrected, filtered and zeroed lateral acceleration data. Zero lateral velocity at BOS event. Determine lateral displacement by integrating zeroed lateral velocity. Zero lateral displacement at BOS event. Lateral displacement at 1.07 seconds from BOS event is determined by interpolation.



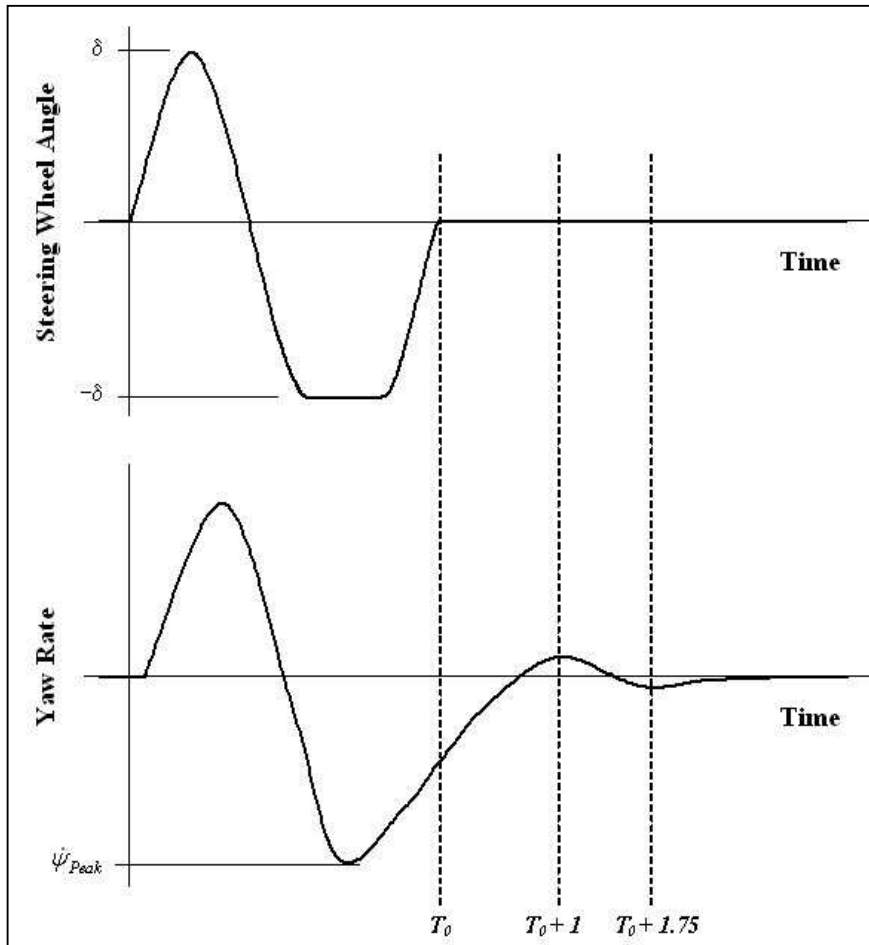


Figure 1. Steering wheel position and yaw velocity information used to assess lateral stability.

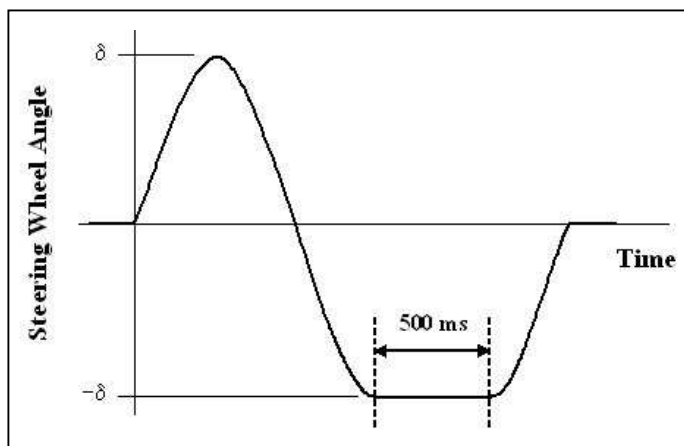


Figure 2. Sine with Dwell steering profile.

-----

## II

(Actos no legislativos)

## ACTOS ADOPTADOS POR ÓRGANOS CREADOS MEDIANTE ACUERDOS INTERNACIONALES

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: <http://www.unece.org/trans/main/wp29/wp29wgs/wp29gen/wp29fdocstts.html>

### **Reglamento nº 13-H de la Comisión Económica para Europa de las Naciones Unidas (CEPE) — Disposiciones uniformes sobre la homologación de los vehículos de turismo en lo relativo al frenado [2015/2364]**

Incorpora todo el texto válido hasta:

el suplemento 16 de la versión original del Reglamento, con fecha de entrada en vigor: 15 de junio de 2015

#### 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 extensión 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 nº 90
- 2 Disposición de las marcas de homologación
- 3 Ensayos de frenado y eficacia 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. Eficacia 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 sistemas electrónicos complejos de control del vehículo
  - 9 Sistemas de control electrónico de la estabilidad y de asistencia en el frenado
    - Apéndice 1. Utilización de la simulación de la estabilidad dinámica
    - Apéndice 2. Herramienta de simulación de la estabilidad dinámica y validación de la misma
    - Apéndice 3. Acta de ensayo de la herramienta de simulación de la función de control de la estabilidad del vehículo
    - Apéndice 4. Método de determinación de  $F_{ABS}$  y  $a_{ABS}$
    - Apéndice 5. Tratamiento de datos para el BAS
1. ÁMBITO DE APLICACIÓN
    - 1.1. El presente Reglamento se aplica al frenado de los vehículos de las categorías  $M_1$  y  $N_1$  <sup>(1)</sup>.
    - 1.2. El presente Reglamento no se aplica a:
      - 1.2.1. los vehículos cuya velocidad por fabricación no supere los 25 km/h;
      - 1.2.2. los vehículos adaptados a los conductores con discapacidad.
  2. DEFINICIONES

A efectos del presente Reglamento, se entenderá por:

    - 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 difieran 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;

<sup>(1)</sup> 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° 13. Las Partes Contratantes que aplican el Reglamento n° 13 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  $N_1$  figuran definidas en la Resolución consolidada sobre la construcción de vehículos (R.E.3), documento ECE/TRANS/WP.29/78/Rev.3, punto 2 - [www.unece.org/trans/main/wp29/wp29wgs/wp29gen/wp29resolutions.html](http://www.unece.org/trans/main/wp29/wp29wgs/wp29gen/wp29resolutions.html)

- 2.2.3. la velocidad máxima por fabricación;
- 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 finales de transmisión;
- 2.2.8. las dimensiones de los neumáticos.
- 2.3. «Equipo de frenado»: conjunto de partes 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.
- 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 sobrentenderán 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 de mando y la o las 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 o las 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 el rozamiento 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 del frenado accionando el mando;
- 2.9.2. la fuerza del frenado varía proporcionalmente a la acción sobre el mando (función monótona);
- 2.9.3. se puede regular fácilmente con la suficientemente precisión la fuerza del frenado.
- 2.10. «Vehículo cargado»: a no ser que se indique lo contrario, 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 autorizada» 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 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. «Máxima carga estacionaria por rueda o eje»: la 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 los 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 con recuperación de energía»: sistema de frenado que permite convertir la energía cinética del vehículo en energía eléctrica durante la deceleración.
- 2.17.1. «Mando del frenado eléctrico con recuperación de energía»: dispositivo que modula la acción del sistema de frenado eléctrico con recuperación de energía.
- 2.17.2. «Sistema de frenado eléctrico con recuperación de energía de la categoría A»: sistema de frenado eléctrico con recuperación de energía que no forma parte del sistema de frenado de servicio.
- 2.17.3. «Sistema de frenado eléctrico con recuperación de energía de la categoría B»: sistema de frenado eléctrico con recuperación de energía que forma parte del sistema de frenado de servicio.
- 2.17.4. «Estado eléctrico de la carga»: relación instantánea entre la cantidad de energía eléctrica almacenada en la batería propulsora y la cantidad máxima de energía eléctrica que puede almacenarse en esa batería.

- 2.17.5. «Batería propulsora»: conjunto de acumuladores que almacena la energía que alimenta el o los motores propulsores 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 en el mando antes de que entren en servicio.
- 2.19. Son necesarias definiciones del «valor nominal» de la eficacia 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 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 electrónico complejo de control 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, resultante de la evaluación automática de la información activada a bordo del vehículo.
- 2.21. «Frenado selectivo»: función de un sistema electrónico complejo de control 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 del mismo.
- 2.22. «Señal de frenado»: 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. «Ángulo de dirección de Ackermann»: ángulo cuya tangente es la distancia entre los ejes dividida por el radio del giro a muy baja velocidad.
- 2.25. «Sistema de control electrónico de la estabilidad» o «sistema ESC»: sistema que dispone de todos los atributos siguientes:
- 2.25.1. Mejora la estabilidad direccional del vehículo mediante, al menos, la capacidad de controlar automáticamente los pares de frenado de las ruedas izquierda y derecha de cada eje <sup>(2)</sup> para inducir un momento de deriva corrector a partir de la evaluación del comportamiento real del vehículo en comparación con una determinación del comportamiento del vehículo solicitada por el conductor.
- 2.25.2. Está controlado por un módulo informático que utiliza un algoritmo de bucle cerrado para limitar el sobrevirado y el subvirado del vehículo a partir de la evaluación del comportamiento real del mismo en comparación con una determinación del comportamiento del vehículo solicitada por el conductor.
- 2.25.3. Dispone de un medio para determinar directamente la velocidad angular de guiñada del vehículo y estimar su deriva o la derivada de esta con respecto al tiempo.
- 2.25.4. Posee un medio para controlar las señales dadas a la dirección por el conductor.
- 2.25.5. Cuenta con un algoritmo para determinar la necesidad de modificar el par de propulsión y un medio de hacerlo, en caso necesario, a fin de ayudar al conductor a mantener el control del vehículo.

<sup>(2)</sup> Un grupo de ejes se tratará como si fuera un único eje y las ruedas gemelas se tratarán como si fueran ruedas independientes.

- 2.26. «Aceleración transversal»: componente del vector de aceleración de un punto del vehículo perpendicular al eje (longitudinal) x del vehículo y paralelo al plano de la carretera.
- 2.27. «Sobrevirado»: condición en la que la velocidad angular de guiñada del vehículo es mayor que la que se produciría a la velocidad del vehículo como resultado del ángulo de dirección de Ackermann.
- 2.28. «Deriva o ángulo de deriva»: arco tangente del cociente de la velocidad transversal con respecto a la velocidad longitudinal del centro de gravedad del vehículo.
- 2.29. «Subvirado»: condición en la que la velocidad angular de guiñada del vehículo es menor que la que se produciría a la velocidad del vehículo como resultado del ángulo de dirección de Ackermann.
- 2.30. «Velocidad angular de guiñada»: velocidad del cambio del rumbo del vehículo medida en grados/segundos de rotación en torno a un eje vertical que atraviese el centro de gravedad del vehículo.
- 2.31. «Coeficiente de frenado máximo (PBC)»: medida de la fricción entre el neumático y la carretera basada en la deceleración máxima de un neumático en rotación.
- 2.32. «Espacio común»: zona en la que puede mostrarse más de un testigo, indicador, símbolo de identificación u otro mensaje, pero no simultáneamente.
- 2.33. «Factor de estabilidad estática» (SSF): la mitad de la anchura de vía de un vehículo dividida por la altura de su centro de gravedad, también expresado como  $SSF = T/2H$ , donde: T = anchura de vía (en el caso de vehículos con más de una anchura de vía, se utilizará la media; cuando se trate de ruedas gemelas, se emplearán las ruedas exteriores al calcular «T») y H = altura del centro de gravedad del vehículo.
- 2.34. «Sistema de asistencia en el frenado» (BAS): función del sistema de frenado que deduce una situación de frenado de emergencia a partir de una característica del intento de frenar del conductor y que, en tales condiciones:
- a) ayuda al conductor a lograr el índice máximo de frenada; o
  - b) es suficiente para hacer que el ABS realice ciclos completos.
- 2.34.1. «Sistema de asistencia en el frenado de categoría "A" »: dispositivo que detecta una situación de frenado de emergencia basándose principalmente <sup>(3)</sup> en la fuerza que el conductor aplica sobre el pedal del freno.
- 2.34.2. «Sistema de asistencia en el frenado de categoría "B" »: dispositivo que detecta una situación de frenado de emergencia a partir principalmente <sup>(3)</sup> de la velocidad a la que el conductor utiliza el pedal de freno.
- 2.35. «Código de identificación»: identifica los discos o tambores de freno cubiertos por la homologación del sistema de frenos conforme al presente Reglamento. Como mínimo, contiene la denominación comercial o marca del fabricante y un número de identificación.
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.

<sup>(3)</sup> Según declaración del fabricante del vehículo.

- 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 anteriormente en el punto 2.2 anterior. 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 desee homologar.
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 modificaciones 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 que se refieren los puntos 3.2.1 a 3.2.4 anteriores; 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 <sup>(4)</sup>, 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 mencionado en el punto 4.4.1 anterior.
- 4.4.3. En el caso de un vehículo que satisfaga los requisitos relativos al control electrónico de la estabilidad y al sistema de asistencia en el frenado previstos en el anexo 9 del presente Reglamento, además se añadirán las letras «ESC» inmediatamente a la derecha de la letra «R» mencionada en el punto 4.4.2 anterior.
- 4.4.4. En el caso de vehículos que cumplan los requisitos sobre la función de estabilidad del vehículo previstos en el anexo 21 del Reglamento n<sup>o</sup> 13 y los relativos a asistencia en el frenado contemplados en el anexo 9 del presente Reglamento, se añadirán las letras «VSF» inmediatamente a la derecha de la letra «R» mencionada en el punto 4.4.2 anterior.

<sup>(4)</sup> 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. 3, anexo 3- [www.unece.org/trans/main/wp29/wp29wgs/wp29gen/wp29resolutions.html](http://www.unece.org/trans/main/wp29/wp29wgs/wp29gen/wp29resolutions.html)



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 ser 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. (Ello se demostrará mediante el cumplimiento del Reglamento n° 10, serie 02 de modificaciones).

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

#### 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 podrá 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 complejos de control del vehículo 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 sistemas o funciones 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 la condición 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 podrá efectuarse no necesariamente con motivo de la inspección técnica periódica). En el punto 5.2.11.2 del presente Reglamento se define el método con el que ello podrá efectuarse.

- 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 aviso, 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.

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

- 5.2. 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 tenga fácil acceso 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.

- 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 periodo 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 del frenado de servicio y su transmisión se obtienen exclusivamente por la utilización de una reserva de energía controlada por el conductor, 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 la eficacia del frenado de socorro prescrita, 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 siguiente.
- 5.2.2.9. Si la fuerza del 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 siguiente.
- 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, con la condición de que dichas piezas tengan unas dimensiones ampliamente calculadas, que sean fácilmente accesibles para su mantenimiento y presenten unas características de seguridad por lo menos iguales a las que se exigen para los demás componentes esenciales del vehículo (por ejemplo, para 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 freno 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 contacto se encuentre en la posición de «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 energía (bomba hidráulica, compresor de aire, etc.) podrá ser única, pero en este caso el sistema de accionamiento del dispositivo que constituya dicha fuente deberá ofrecer las máximas garantías de seguridad.
- 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 reunirá, 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.
- 5.2.5. 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 sólo 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 provistos de un sistema de frenado eléctrico con recuperación de energía de la categoría B, la contribución al frenado de otras fuentes de frenado podrá dosificarse adecuadamente para permitir la aplicación exclusiva del sistema de frenado eléctrico con recuperación de energía, siempre que se cumplan las dos condiciones siguientes:
- 5.2.7.1. Las variaciones intrínsecas del par de salida del sistema de frenado eléctrico con recuperación de energía (por ejemplo, como resultado de cambios en el estado eléctrico de la carga en las baterías propulsoras) se compensan automáticamente mediante una variación adecuada de la dosificación relativa, en la medida en que se cumplan los requisitos <sup>(5)</sup> 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
- 5.2.7.2. siempre que sea necesario, a fin de garantizar que el coeficiente de frenado <sup>(3)</sup> sigue estando relacionado con el intento de frenar del conductor, teniendo en cuenta la adhesión del neumático sobre la calzada de la que se disponga, el frenado deberá aplicarse automáticamente a todas las ruedas del vehículo.
- 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, 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 eléctrica del mando 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 en las presiones transversales de frenado en cualquiera de los ejes de:
- a) 25 % del valor más elevado en las deceleraciones del vehículo  $\geq 2 \text{ m/s}^2$ ,
- b) un valor equivalente al 25 % a  $2 \text{ m/s}^2$  en las deceleraciones inferiores a este valor.

<sup>(5)</sup> La autoridad de homologación de tipo que vaya a conceder la homologación tendrá derecho a comprobar el sistema de frenado de servicio mediante procedimientos suplementarios de ensayo de vehículos.

- 5.2.8.1.2. Un valor individual compensador en cualquiera de los ejes:
- a) 50 % del valor nominal en las deceleraciones del vehículo  $\geq 2 \text{ m/s}^2$ ,
  - b) un valor equivalente al 50 % del valor nominal a  $2 \text{ m/s}^2$  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 eléctrica del mando no accionará los frenos contra la voluntad del conductor.
- 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 de la categoría B con recuperación de energía, se permite la desconexión de la primera fuente, a condición de que la fuente de frenado por fricción quede permanentemente conectada y capaz de proporcionar la compensación mencionada en el punto 5.2.7.1.

No obstante, en el caso de efectos transitorios de desconexión de carácter breve, se admite una compensación incompleta, pero en 1s 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 exclusivamente por el conductor desde su asiento mediante un sistema que no pueda activarse a causa de una fuga.

- 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 comprobarse 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, incluido 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 de que es necesario proceder a la sustitución.

Esta información se proporcionará sin impedimentos, por ejemplo en el manual del vehículo o en un soporte electrónicos 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 91282006 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 accionada a partir de un depósito de energía deberá estar provisto, para el caso de que fuera imposible lograr con dicho dispositivo la eficacia prescrita para el freno de socorro sin hacer uso de la energía acumulada, de un dispositivo de advertencia que indique de forma óptica o acústica que la energía acumulada en una parte cualquiera del sistema ha descendido a un valor capaz de asegurar, sin recarga del depósito de energía y cualquiera que sea la carga del vehículo, un quinto frenado con la eficacia prescrita para el freno de socorro después de accionar a fondo cuatro veces el freno de servicio (el dispositivo de transmisión del freno de servicio deberá estar en buen estado de funcionamiento y los frenos ajustados al máximo). Dicho dispositivo de advertencia deberá estar conectado al circuito de forma directa y permanente. Cuando el motor esté en marcha en las condiciones normales de funcionamiento y el sistema de frenado esté en buen estado, como es normal en los ensayos de homologación, el dispositivo de advertencia no deberá emitir señal alguna, excepto durante el tiempo necesario para el llenado del depósito o depósitos de energía después del arranque del motor. Se podrá utilizar como señal óptica de advertencia la señal de advertencia roja especificada en el punto 5.2.21.1.1.

5.2.14.2. No obstante, en los vehículos que se ajusten a los requisitos del punto 5.2.4.1 del presente Reglamento por cumplir 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. Ese dispositivo acústico podrá no funcionar 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».

5.2.15. 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 ser tal que, en caso de que se pare el motor o de que falle el medio de accionamiento de la fuente de energía, la eficacia del 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 asegurado, en caso de que falle el servomecanismo, recurriendo, si es 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 o hidráulicos 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 fallo de la fuente de energía, el funcionamiento de los equipos auxiliares no dé lugar a que las reservas de energía que alimentan los sistemas de frenado descendan 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 acumulador) 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 afectada(s) 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 freno 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 con recuperación de energía
- 5.2.18.1. Vehículos provistos de un sistema de frenado eléctrico con recuperación de energía de la categoría A
- 5.2.18.1.1. El frenado eléctrico con recuperación de energía se activará exclusivamente mediante el mando del acelerador o en la posición de punto muerto de la caja de cambios.
- 5.2.18.2. Vehículos eléctricos provistos de un sistema de frenado eléctrico con recuperación de energía 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 o 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, esta señal permanecerá encendida mientras persista el fallo y el interruptor de contacto este en la posición de marcha.
- 5.2.18.3. En el caso de los vehículos provistos de un sistema de frenado eléctrico con recuperación de energía de una u otra categoría, se aplicarán todos los requisitos pertinentes, excepto el punto 5.2.18.1.1. En este caso, el freno eléctrico con recuperación de energía se activará mediante el mando del acelerador o en la posición de punto muerto de la caja de cambios. Además, el accionamiento del mando del frenado de servicio no debe reducir el efecto de frenado generado al soltar el mando del acelerador.

- 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 la carga de las baterías propulsoras se determinará con el método expuesto en el apéndice del anexo 3 del presente Reglamento <sup>(6)</sup>.
- 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 eléctrica del mando 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 con la eficacia de frenado de estacionamiento y, por lo tanto, poder 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 contacto. En esta alternativa, el freno de estacionamiento se liberará automáticamente en cuanto el conductor 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 la eficacia mencionada o contribuir a conseguirla.
- 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, 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 la llave de contacto (arranque) se mantenga girada en la posición de «encendido» (marcha), incluido un período posterior de al menos 10 s, y tanto tiempo como el mando esté en la posición de activado («on»).
- 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 la correcta aplicación del freno de estacionamiento.
- 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.
- 5.2.19.4. Después de apagado el interruptor que controla la energía eléctrica del equipo de frenado o después de quitada la llave, seguirá siendo posible accionar el sistema de frenado de estacionamiento y se impedirá que se pueda dejar de accionar.
- 5.2.20. Requisitos especiales adicionales aplicables a los sistemas de frenado de servicio con transmisión eléctrica del mando:
- 5.2.20.1. Con el freno de estacionamiento sin accionar, el sistema de frenado de servicio deberá cumplir los requisitos siguientes:

<sup>(6)</sup> Si así lo aceptase el servicio técnico, no se exigirá la evaluación de la situación de la 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 situación de la carga.



- a) con el mando de encendido/apagado del sistema de propulsión en la posición de «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 la eficacia del 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 contacto, 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 la eficacia del freno de servicio, conforme a lo dispuesto en el punto 2.1 del anexo 3 del presente Reglamento; y
- c) tras el plazo arriba citado 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 la eficacia del frenado de servicio, 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 eléctrica del mando, excluida su alimentación de energía, (p. ej.: señal no transmitida o error en los datos), este no afectará a la eficacia del frenado de servicio.
- 5.2.20.3. Los fallos en la transmisión eléctrica del mando <sup>(7)</sup>, excluida su reserva de energía, que afecten al funcionamiento o la eficacia 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 la eficacia del frenado de servicio prescrita (señal de advertencia roja), se señalarán al conductor, en cuanto sucedan, los fallos por pérdida de la continuidad eléctrica (p. ej.: rotura, desconexión) y la eficacia del frenado de socorro prescrita se conseguirá accionando el mando del 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 eléctrica del mando, a partir del valor nominal del nivel de energía, se garantizará la gama completa de control del sistema de frenado de servicio después de 20 accionamientos consecutivos a fondo del mando del freno de servicio. Se accionará a fondo durante el ensayo el mando del freno durante 20 segundos y se le soltará durante 5 segundos en cada accionamiento. 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, valor al que no se puede garantizar la eficacia del frenado de servicio prescrita o que impide al menos a dos circuitos de frenado de servicio independientes alcanzar la eficacia de frenado de socorro prescrita, 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 del freno de servicio y obtenerse como mínimo la eficacia de socorro exigida 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 eléctrica del mando, 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.

<sup>(7)</sup> 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.

- 5.2.20.7. Si el equipo auxiliar obtiene energía de la transmisión eléctrica del mando, 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.
- 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 la eficacia del frenado de servicio prescrita 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.
- 5.2.21.2. 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 la eficacia del sistema de frenado.
- 5.2.21.3. Salvo indicaciones particulares:
- 5.2.21.3.1. un fallo o defecto especificados serán señalados al conductor mediante las señales anteriormente mencionadas no más tarde del accionamiento del mando del frenado correspondiente;
- 5.2.21.3.2. la señal o señales de advertencia permanecerán indicadas mientras persista el fallo o defecto y el interruptor de contacto se encuentre en la posición de «encendido» («marcha»); y
- 5.2.21.3.3. la señal de advertencia será constante (no se tratará de destellos).
- 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 contacto se encuentre en la posición de «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 identificado 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. La activación del sistema de frenado de servicio mediante el «frenado accionado automáticamente» generará la señal antes mencionada. No obstante, cuando la deceleración producida sea inferior a  $0,7 \text{ m/s}^2$ , podrá suprimirse la señal <sup>(8)</sup>.
- 5.2.22.3. La activación de parte del sistema de frenado de servicio mediante el «frenado selectivo» generará la señal antes mencionada <sup>(9)</sup>.
- 5.2.22.4. Los sistemas de frenado eléctrico regenerativo, definidos en el punto 2.17 del presente Reglamento, que producen una fuerza de deceleración al soltar el pedal del acelerador, deberán generar la señal mencionada anteriormente conforme a las disposiciones siguientes:

Deceleraciones del vehículo	Generación de la señal
$\leq 0,7 \text{ m/s}^2$	La señal no se generará
$> 0,7 \text{ m/s}^2$ y $\leq 1,3 \text{ m/s}^2$	La señal podrá generarse
$> 1,3 \text{ m/s}^2$	La señal deberá generarse

En todos los casos, la señal se desactivará a más tardar cuando la deceleración sea inferior a  $0,7 \text{ m/s}^2$  <sup>(8)</sup>.

- 5.2.23. Cuando un vehículo esté equipado con medios para indicar el frenado de emergencia, la activación y desactivación de la señal de frenado de emergencia solo se generará accionando el sistema de frenado de servicio cuando se cumplan las condiciones siguientes <sup>(8)</sup>:
- 5.2.23.1. La señal no se activará cuando la deceleración del vehículo sea inferior a  $6 \text{ m/s}^2$  pero podrá generarse a cualquier deceleración a este valor o por encima de él, siendo el fabricante quien defina el valor efectivo.
- La señal se desactivará a más tardar cuando la deceleración sea inferior a  $2,5 \text{ m/s}^2$ .
- 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.

<sup>(8)</sup> En el momento de la homologación de tipo, el fabricante del vehículo confirmará la conformidad con este requisito.

<sup>(9)</sup> En situación de «frenado selectivo», la función podrá pasar a «frenado accionado automáticamente».

- 5.2.24. Cualquier vehículo equipado con un sistema ESC que se ajuste a lo definido en el punto 2.25 anterior cumplirá los requisitos de ensayo, prestaciones y equipamiento de la parte A del anexo 9 del presente Reglamento.
- 5.2.24.1. Como alternativa al requisito del punto 5.2.24 anterior, los vehículos de las categorías M<sub>1</sub> y N<sub>1</sub> con una masa en orden de marcha > 1 735 kg podrán estar equipados con una función de estabilidad del vehículo que incluya un control antivuelco y un control direccional y que cumpla los requisitos técnicos del anexo 21 del Reglamento n° 13.
- 5.2.25. Los vehículos de motor de las categorías M<sub>1</sub> y N<sub>1</sub> que cuenten con ruedas/neumáticos de repuesto de uso temporal cumplirán los requisitos técnicos pertinentes del anexo 3 del Reglamento n° 64.
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 la eficacia de frenado exigida.
7. MODIFICACIÓN DE UN TIPO DE VEHÍCULO O DE UN SISTEMA DE FRENADO Y EXTENSIÓN 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, extensión 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 extensión de una homologación asignará un número de serie a cada impreso de comunicación preparado para dicha extensión.
8. CONFORMIDAD DE LA PRODUCCIÓN
- Los procedimientos de conformidad de la producción se ajustarán a los expuestos en el apéndice 2 del Acuerdo (E/ECE/324-E/ECE/TRANS/505/Rev. 2), más 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 expedido 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 siguiente.
- 9.2. Si una Parte Contratante en el 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 en el 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 en el 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 los que deben enviarse los formularios que certifican la homologación, extensión, denegación o retirada de la homologación expedidos en otros países.

12. DISPOSICIONES TRANSITORIAS

12.1. A partir de la fecha de entrada en vigor del suplemento 16 del presente Reglamento, ninguna Parte Contratante que aplique el presente Reglamento denegará la concesión de homologaciones de tipo con arreglo al mismo en su versión modificada por el suplemento 16, ni se negará a aceptarlas.

12.2. Una vez transcurridos 24 meses a partir de la entrada en vigor del suplemento 16 del presente Reglamento, las Partes Contratantes que apliquen el presente Reglamento concederán homologaciones de tipo únicamente si el tipo de vehículo sometido a la homologación responde a los requisitos del presente Reglamento en su versión modificada por el suplemento 16.

12.3. No obstante lo dispuesto en los puntos 12.1 y 12.2 anteriores, las Partes Contratantes que apliquen el presente Reglamento continuarán concediendo homologaciones a aquellos tipos de vehículos que no estén equipados con una función de control de la estabilidad del vehículo o ESC y BAS y que cumplan los requisitos del anexo 9 del presente Reglamento.

12.4. Las Partes Contratantes que apliquen el presente Reglamento no denegarán la concesión de extensiones de las homologaciones de tipo para tipos existentes, independientemente de si están equipados o no con una función de control de la estabilidad del vehículo o ESC y BAS, sobre la base de las disposiciones válidas en el momento de la homologación original.

12.5. A reserva de lo dispuesto en el punto 12.6 siguiente, incluso después de la fecha de entrada en vigor del suplemento 16 del presente Reglamento, las homologaciones de tipo con arreglo a cualquier suplemento del presente Reglamento seguirán siendo válidas y las Partes Contratantes que apliquen el presente Reglamento seguirán aceptándolas.

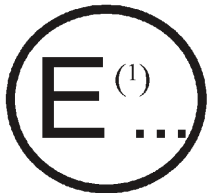
12.6. Las Partes Contratantes que apliquen el presente Reglamento no estarán obligadas a aceptar, a efectos de homologación de tipo nacional o regional, una homologación de tipo correspondiente a aquellos vehículos que no estén equipados de una función de control de la estabilidad del vehículo o ESC y BAS.

---

ANEXO 1

COMUNICACIÓN (\*)

[Formato máximo: A4 (210 × 297 mm)]



expedida por: Nombre del servicio administrativo

.....  
.....  
.....

- relativa a <sup>(2)</sup>: la concesión de la homologación
- la extensión 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, conforme al Reglamento nº 13-H

Nº de homologación: .....

Nº de extensión: .....

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: .....
  - 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. Relación(es) de la transmisión final: .....
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 nº 64: .....  
Sí/No <sup>(2)</sup>
13. Velocidad máxima por construcción: .....
14. Descripción somera del equipo de frenado: .....
15. Masa del vehículo en el ensayo:

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

16. Resultados de los ensayos:

Velocidad de ensayo (km/h)	Eficacia medida	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) .....
- Eficacia en caliente (1ª parada) .....
- Eficacia en caliente (2ª parada) .....
- Eficacia de la recuperación .....
- 16.4. Eficacia dinámica del freno de estacionamiento: .....
17. Resultado de los ensayos de eficacia del anexo 5: .....

18. El vehículo está/no está <sup>(2)</sup> equipado para arrastrar un remolque con sistemas de frenado eléctrico.
19. El vehículo está/no está <sup>(2)</sup> equipado de un sistema antibloqueo.
- 19.1. El vehículo cumple los requisitos del anexo 6: Sí/No <sup>(2)</sup>
- 19.2. Categoría del sistema antibloqueo: categoría 1/2/3 <sup>(2)</sup>
20. Se suministró documentación adecuada con arreglo al anexo 8 en relación con el/los sistema(s) siguiente(s):  
Sí/No/No procede <sup>(2)</sup>
21. El vehículo está equipado con un sistema ESC: ..... Sí/No <sup>(2)</sup>  
En caso afirmativo: El sistema ESC ha sido sometido a ensayo conforme a la parte A del anexo 9 y cumple los requisitos de la misma: ..... Sí/No <sup>(2)</sup>  
o bien: La función de estabilidad del vehículo ha sido sometida a ensayo conforme al anexo 21 del Reglamento nº 13 y cumple los requisitos del mismo: ..... Sí/No <sup>(2)</sup>
22. El vehículo dispone/no dispone <sup>(2)</sup> de un sistema de asistencia en el frenado que reúne los requisitos de la parte B del anexo 9.
- 22.1. Categoría del sistema de asistencia en el frenado A/B <sup>(2)</sup>
- 22.1.1. En el caso de los sistemas de categoría A, defínase el umbral de fuerza a partir del cual aumenta la relación entre la fuerza del pedal y la presión del freno <sup>(2)</sup>. .....
- 22.1.2. En los sistemas de categoría B, defínase la velocidad del pedal del freno a la que se debe llegar para que se active el sistema de asistencia en el frenado (por ejemplo, la velocidad de carrera del pedal [mm/s] durante un intervalo de tiempo determinado) <sup>(2)</sup>. .....
23. Vehículo presentado para su homologación el día: .....
24. Servicio técnico responsable de la realización de los ensayos de homologación: .....
25. Fecha del acta de ensayo extendida por dicho servicio: .....
26. Número del acta de ensayo extendida por dicho servicio: .....
27. Homologación concedida/denegada/extendida/retirada <sup>(2)</sup>
28. Emplazamiento de la marca de homologación en el vehículo: .....
29. Lugar: .....
30. Fecha: .....
31. Firma: .....
32. Se adjunta a esta comunicación el resumen a que se hace referencia en el punto 4.3 del presente Reglamento.

(\*) A petición de los solicitantes de una homologación conforme al Reglamento nº 90, la información será proporcionada por el organismo 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 nº 90.

<sup>(1)</sup> Número de identificación del país que ha concedido/extendido/denegado/retirado la homologación (véanse las disposiciones del Reglamento).

<sup>(2)</sup> Táchese lo que no proceda.



## Apéndice

**Lista de datos del vehículo para las homologaciones con arreglo al Reglamento n° 90**

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° 13-H: .....
- 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. Tipos 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 (p. ej.: número de pistones con diámetro[s], disco macizo o ventilado):

- 11.2. Tipo de tambor de freno (p. ej., «duo-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)

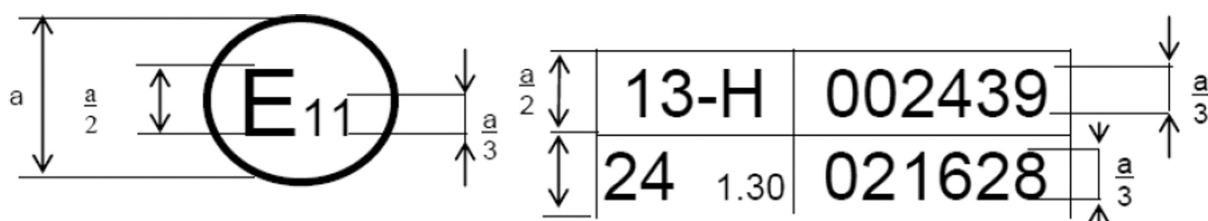


a = 8 mm mín.

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° 13-H con el número de homologación 002439. Las dos primeras cifras del número de homologación indican que esta fue concedida de conformidad con los requisitos de la versión original del Reglamento n° 13-H. La marca adicional «ESC» indica que el vehículo cumple los requisitos en materia de control electrónico de la estabilidad y de sistema de asistencia en el frenado contemplados en el anexo 9 del presente Reglamento.

## 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°s 13-H y 24 <sup>(1)</sup>. (En el caso de este último Reglamento el coeficiente de absorción corregido es 1,30 m<sup>-1</sup>). Los números de homologación indican que, cuando se concedieron las homologaciones respectivas, la versión existente del Reglamento n° 13-H era la original y el Reglamento n° 24 incluía la serie 02 de modificaciones.

<sup>(1)</sup> Este número se da a título de ejemplo.

## ANEXO 3

## ENSAYOS DE FRENADO Y EFICACIA DE LOS SISTEMAS DE FRENADO

## 1. ENSAYOS DE FRENADO

## 1.1. Generalidades

1.1.1. La eficacia prescrita para los sistemas de frenado estará basada en la distancia de frenado y en la deceleración media estabilizada. La eficacia 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 media 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  $v_o$  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  $\pm 1\%$  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  $\pm 3\%$ .

1.2. Para la homologación del cualquier vehículo, la eficacia del 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, éste deberá efectuarse a la velocidad máxima del vehículo.

1.2.3. Durante los ensayos, la fuerza ejercida sobre el mando para obtener la eficacia exigida 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. La eficacia exigida 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 conectado(s) 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 con recuperación de energía 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 de un sistema de frenado eléctrico con recuperación de energía de la categoría A, las condiciones transitorias como, por ejemplo, cambios 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. En el caso de los vehículos con frenos de servicio accionados eléctricamente alimentados a partir de baterías propulsoras (o de una batería auxiliar) que reciba(n) energía solo de un sistema de carga externo e independiente, dichas baterías tendrán, durante el ensayo de eficacia del frenado, una carga media que no supere más de un 5 % el 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 del presente Reglamento.

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.

- 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 <sup>(1)</sup>.

<sup>(1)</sup> 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. Ensayo del tipo 0 (ensayo ordinario de eficacia, 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.
    - 1.4.1.2. El ensayo deberá efectuarse en las condiciones siguientes:
      - 1.4.1.2.1. El vehículo deberá estar cargado, siendo la distribución de la masa entre los ejes la 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 con recuperación de energía, 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 con recuperación de energía.

Categoría B. La contribución del sistema de frenado eléctrico con recuperación de energía 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; o bien
        - b) a una carga mínima del 95 % de la carga máxima en aquellos casos en que el fabricante no haya efectuado recomendación específica alguna; o bien
        - 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 la eficacia mínima, tanto para los ensayos con el vehículo vacío 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 lo 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 la eficacia mínima prescrita.
    - 1.4.3. Ensayo del tipo 0 con el motor embragado y el frenado de servicio según lo 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 la eficacia mínima prescrita. No se realizará este ensayo si la velocidad máxima del vehículo es  $\leq 125$  km/h.
- 1.4.3.2. Se medirán los valores de la eficacia práctica máxima 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)	$\Delta t$ (s)	n
$80 \% v_{\text{máx}} \leq 120$	$0,5 v_1$	45	15

siendo:

$v_1$  = velocidad inicial al principio del frenado

$v_2$  = velocidad al final del frenado

$v_{\text{máx}}$  = velocidad máxima del vehículo

n = número de accionamientos del freno

$\Delta t$  = 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  $\Delta t$ , 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 s por cada ciclo de frenado con el fin de estabilizar la velocidad  $v_1$ .
- 1.5.1.3. Para la realización de estos ensayos, la fuerza ejercida sobre el mando deberá ajustarse de modo que en cada accionamiento del freno se alcance una deceleración media estabilizada de  $3 \text{ m/s}^2$ . 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 con recuperación de energía 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 con recuperación de energía 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.
- 1.5.2. Eficacia en caliente
- 1.5.2.1. Una vez finalizado el ensayo del tipo I (descrito en el punto 1.5.1 del presente anexo), se procederá a medir la eficacia en caliente del sistema de frenado de servicio en condiciones iguales (y en particular ejerciendo sobre el mando una fuerza media inferior a la fuerza media realmente aplicada) a las del ensayo del tipo 0 con motor desembragado (pudiendo ser diferentes las condiciones de temperatura).
- 1.5.2.2. La eficacia en caliente no será inferior al 75 % <sup>(2)</sup> 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 con recuperación de energía 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 con recuperación de energía 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 eficacia 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 con recuperación de energía, garantizada por un estado de carga adecuado de la batería, que sea similar al disponible durante el ensayo de eficacia 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 esta segunda eficacia en frío con la conseguida 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 % <sup>(2)</sup> indicado en ese mismo punto 1.5.2.2, podrá efectuarse un nuevo ensayo de eficacia 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 eficacia en caliente, se harán cuatro paradas a 50 km/h con el motor embragado y una deceleración media de 3 m/s<sup>2</sup>. 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. A fin de completar el procedimiento de recuperación, se podrá recargar las baterías de los vehículos equipados con un sistema de frenado eléctrico con recuperación de energía de la categoría B o se podrá sustituirlas por un juego cargado.

Los procedimientos podrán realizarse sin componentes de recuperación de energía.

<sup>(2)</sup> 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<sup>2</sup>.



## 1.5.4. Eficacia de la recuperación

Al final del procedimiento de recuperación, se medirá la eficacia 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.

Esta eficacia 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 con recuperación de energía 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 con recuperación de energía como en el ensayo de recuperación con el/los motor(es) desembragado(s) y se compararán dichos resultados de ensayo.

Esta eficacia 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. EFICACIA 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 del tipo 0 con motor desembragado	$v$ $s \leq$ $d_m \geq$	100 km/h $0,1 v + 0,0060 v^2$ (m) $6,43 \text{ m/s}^2$
B) Ensayo del tipo 0 con motor embragado	$v$ $s \leq$ $d_m \geq$	$80 \% v_{m\acute{a}x} \leq 160 \text{ km/h}$ $0,1 v + 0,0067 v^2$ (m) $5,76 \text{ m/s}^2$
	$f$	6,5 - 50 daN

siendo:

$v$  =  $v$  = velocidad de ensayo en km/h

$s$  = distancia de frenado en metros

$d_m$  = deceleración media estabilizada en  $\text{m/s}^2$

$f$  = fuerza ejercida sobre el pedal del freno en daN

$v_{m\acute{a}x}$  = 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, la eficacia mínima del conjunto para el ensayo del tipo 0 no será inferior a  $5,4 \text{ m/s}^2$  tanto en estado de cargado como de descargado.

La eficacia del conjunto se verificará mediante cálculos sobre la eficacia máxima del frenado realmente alcanzada 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):

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

siendo:

$d_{M+R}$  = deceleración media estabilizada del vehículo de motor cuando esté 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. La eficacia 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 freno 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 con recuperación de energía, la eficacia del 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 es de accionamiento manual, la fuerza ejercida sobre el mismo no deberá sobrepasar 40 daN.

- 2.3.4. Si el mando se acciona con el pie, la fuerza ejercida sobre el mismo no deberá sobrepasar 50 daN.
- 2.3.5. Podrá admitirse un sistema de frenado de estacionamiento que deba accionarse varias veces para alcanzar la eficacia prescrita.
- 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  $1,5 \text{ m/s}^2$ . 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 a la eficacia prescrita no deberá ser superior a 0,6 s.
- 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 s, el nivel correspondiente a la eficacia prescrita.
-

*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 con recuperación de energía.

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 con recuperación de energía 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 los mismos 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)****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, una eficacia 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, la eficacia prescrita 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 <sup>(1)</sup>.
      - 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, la eficacia prescrita 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 en 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.
2. CAPACIDAD DE LAS FUENTES DE ENERGÍA DE LÍQUIDO HIDRÁULICO
  - 2.1. Las fuentes de energía deberán cumplir los requisitos de los puntos siguientes:

<sup>(1)</sup> El nivel de energía inicial debe figurar en la ficha de características.

### 2.1.1. Definiciones

2.1.1.1. Se denomina « $p_1$ » la presión máxima de servicio del sistema (presión de desconexión) en los dispositivos de almacenamiento de energía indicada por el fabricante.

2.1.1.2. Se denomina « $p_2$ » la presión alcanzada después de cuatro accionamientos a fondo del mando del freno de servicio, partiendo de  $p_1$ , sin rellenar los dispositivos de almacenamiento de energía.

2.1.1.3. Se denomina « $t$ » el tiempo necesario para que la presión de los dispositivos de almacenamiento de energía suba de  $p_2$  a  $p_1$  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.

---

## 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)

$P_i$  = Efecto normal de la superficie de rodadura en el eje  $i$  en condiciones estáticas

$N_i$  = reacción normal de la superficie de rodadura respecto al eje  $i$  durante el frenado

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

$f_i$  =  $T_i/N_i$ , adherencia utilizada por el eje  $i$  <sup>(1)</sup>

$J$  = deceleración del vehículo

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

$z$  = 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 de eje trasero no estará situada por encima de la del eje delantero <sup>(2)</sup> para todos los coeficientes de frenado entre 0,15 y 0,8 m.

3.1.B) Para los valores de  $k$  entre 0,2 y 0,8 <sup>(2)</sup>:

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

<sup>(1)</sup> Por «curvas de utilización de la adherencia» de un vehículo se entienden las curvas que muestran para unas condiciones de carga específicas la adherencia utilizada por cada eje  $i$  en relación con el índice de frenado del vehículo.

<sup>(2)</sup> Las disposiciones del punto 3.1 no influyen en los requisitos del anexo 3 del presente Reglamento referentes a la eficacia del frenado. Sin embargo, si, en los ensayos efectuados con arreglo a las disposiciones del punto 3.1, se obtienen eficacias de frenado superiores a las exigidas en el anexo 3, se aplicarán las disposiciones referentes a la curva de utilización de la adherencia en las áreas del diagrama 1 delimitadas por las rectas  $k = 0,8$  y  $z = 0,8$ .

- 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:

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

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

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 con recuperación de energía de la categoría B, en el que la capacidad del frenado eléctrico con recuperación de energía está influida por el estado eléctrico de la carga, 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  $3,86 \text{ m/s}^2$ .

#### 5. ENSAYO DEL VEHÍCULO

Durante los ensayos de homologación de un vehículo, el servicio técnico comprobará el cumplimiento de los requisitos incluidos en el presente apéndice mediante los ensayos siguientes:

##### 5.1. Procedimiento de 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, excepto que en el ensayo descrito en el inciso ii) de la letra a) del punto 5.2 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

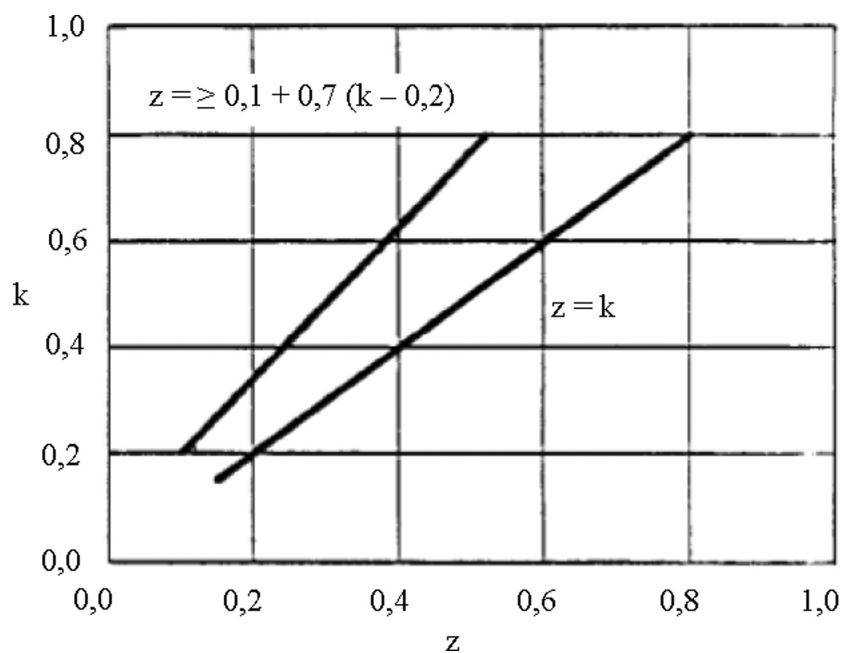
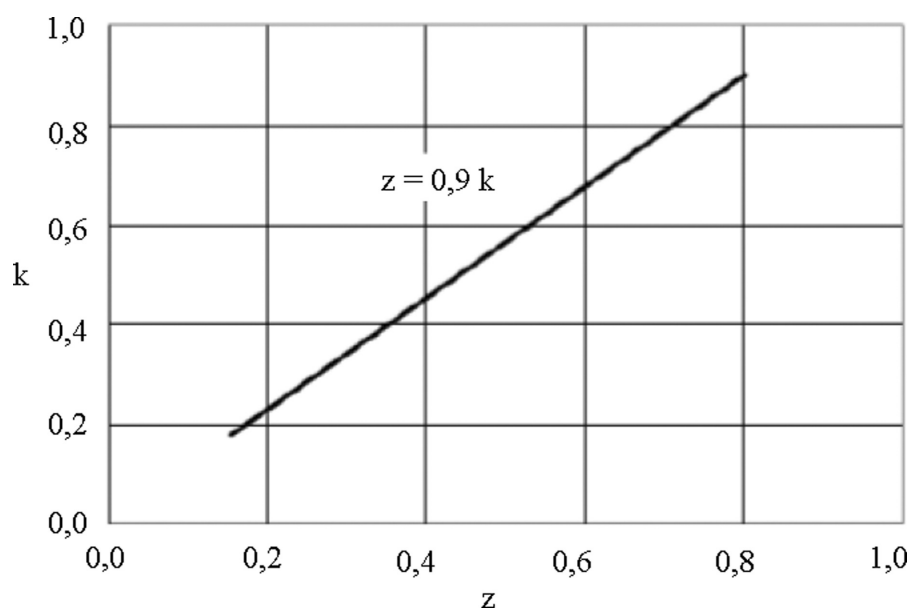


Diagrama 2



## 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  $\leq 0,50$   
 $100$  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  $0,1$  s después del primer bloqueo (cuando se produzca la primera de estas circunstancias).
- d) Bloqueo de la rueda: solo se tendrán en cuenta 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 (p. ej.: 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 EFICACIA

- a) Ambas rueda traseras no se bloquearán 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.
-

## 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/segundo 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 se produzca primero).
- 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 captosres 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:

$$Z = \frac{T_1 + T_2}{P \cdot g}$$

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:

$$f_1 = \frac{T_1}{P_1 + \frac{Z \cdot h \cdot P \cdot g}{E}}$$

$$f_2 = \frac{T_2}{P_2 - \frac{Z \cdot h \cdot P \cdot g}{E}}$$

En el punto 2 del presente anexo figura la definición de los símbolos.

- h) Trácese  $f_1$  y  $f_2$  en función de  $z$ , tanto en condiciones de carga como de descarga. 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 la eficacia del frenado exigida 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 eficacia equivale a la prescrita 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 las mismas durante el frenado.
- 2.2. Por «detector» se entiende el componente cuya función consiste en detectar 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 detector o los detectores y transmitir una orden 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 orden 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 <sup>(1)</sup>.
- 2.6. Por «rueda indirectamente controlada» se entiende la rueda cuya fuerza de frenado es modulada partiendo de los datos procedentes del detector de otras ruedas <sup>(1)</sup>.
- 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 sólo 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.
  - 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.

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

### 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 del freno 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 eficacia del presente anexo, incluidos los fallos o anomalías del suministro eléctrico, del cableado externo hacia los controladores, de los controladores <sup>(2)</sup> 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 <sup>(3)</sup>. 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 anteriormente mencionada, la eficacia posterior del freno de servicio no será inferior al 80 % de la exigida 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<sup>2</sup>.

4.3. El funcionamiento del sistema antibloqueo no deberá verse mermado por campos magnéticos o eléctricos <sup>(4)</sup>. (Ello se demostrará mediante el cumplimiento del Reglamento n<sup>o</sup> 10, serie 02 de modificaciones).

4.4. No se autorizan los dispositivos manuales que desconecten o cambien el modo de control <sup>(5)</sup> del sistema antibloqueo.

## 5. DISPOSICIONES ESPECIALES

### 5.1. Consumo de energía

Los vehículos equipados con un sistema antibloqueo deberán conservar su eficacia aunque el mando del freno 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.

<sup>(2)</sup> El fabricante proporcionará al servicio técnico la documentación relativa al controlador o controladores con arreglo al formato indicado en el anexo 8.

<sup>(3)</sup> 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.

<sup>(4)</sup> Hasta que no se hayan acordado procedimientos de ensayo uniformes, el fabricante proporcionará al servicio técnico sus procedimientos de ensayo y los resultados de los mismos.

<sup>(5)</sup> 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 esa categoría de sistemas antibloqueo.

- 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 <sup>(6)</sup>, se activarán 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 durante todo ese tiempo.
- 5.1.1.3. A continuación se parará el motor del vehículo o se cerrará la alimentación del dispositivo o dispositivos de reserva de energía.
- 5.1.1.4. Seguidamente se accionará a fondo cuatro veces el freno de servicio con el vehículo parado.
- 5.1.1.5. Al accionar los frenos por quinta vez, deberá poderse frenar el vehículo, al menos con la eficacia prescrita 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)

estando t expresado en segundos y siendo  $v_{\max}$  la velocidad máxima de fabricación del vehículo expresada en km/h, con un máximo de 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.
- 5.1.2.5. 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 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 la eficacia exigida 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  $\varepsilon$  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  $\varepsilon$  deberá medirse sobre unas superficies de rodadura que tengan un coeficiente de adherencia de 0,3 <sup>(6)</sup> 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 temperaturas de frenado diferenciales, se recomienda determinar  $z_{AL}$  antes de determinar k.

<sup>(6)</sup> Mientras no haya suficientes superficies de ensayo con ese tipo de revestimiento, los servicios técnicos podrán, si lo juzgan conveniente, utilizar los neumáticos hasta el límite de desgaste y a valores superiores hasta 0,4. Deberán consignarse el valor efectivo así obtenido y el tipo de neumáticos y de revestimiento utilizado.



- 5.2.3. El procedimiento de ensayo para determinar el coeficiente de adherencia ( $k$ ) y la fórmula para calcular la utilización de la adherencia ( $\epsilon$ ) 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, sólo deberá cumplirse este requisito en el eje o ejes que tengan como mínimo una rueda directamente controlada.
- 5.2.5. La condición  $\epsilon \geq 0,75$  se comprobará con el vehículo tanto cargado como descargado <sup>(7)</sup>.

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 <sup>(8)</sup>. Si 100 daN no bastan para lograr un ciclo del dispositivo, podrá omitirse este ensayo.

### 5.3. Comprobaciones complementarias

Las comprobaciones complementarias 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 máxima <sup>(8)</sup> 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  $v = 0,8 v_{\text{máx}} \leq 120$  km/h <sup>(9)</sup>.
- 5.3.2. Las ruedas directamente controladas no deberán bloquearse cuando el eje pase de una superficie de gran adherencia ( $k_H$ ) a una de baja adherencia ( $k_L$ ), siendo  $k_H \geq 0,5$  y  $k_H/k_L \geq 2$  <sup>(10)</sup>, y se ejerza la fuerza máxima <sup>(8)</sup> sobre el mando. La velocidad de marcha y el momento de activación de los frenos deberán ser tales que, con el sistema antibloqueo en funcionamiento permanente sobre el revestimiento de alta adherencia, se efectúe el paso de un revestimiento a otro a alta y baja velocidad con arreglo a lo señalado en el punto 5.3.1 <sup>(9)</sup>.
- 5.3.3. Cuando un vehículo pase de una superficie de baja adherencia ( $k_L$ ) a una de alta adherencia ( $k_H$ ), siendo  $k_H \geq 0,5$  y  $k_H/k_L \geq 2$  <sup>(10)</sup>, y se ejerza la fuerza máxima <sup>(8)</sup> sobre el mando, la deceleración del mismo alcanzará el valor alto adecuado en un tiempo razonable y no se desviará de su ruta 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 sólo a los remolques provistos de un sistema antibloqueo de las categorías 1 o 2. Cuando las ruedas derecha e izquierda del vehículo se encuentren situadas sobre superficies con distinto coeficiente de adherencia ( $k_H$  y  $k_L$ ), siendo  $k_H \geq 0,5$  y  $k_H/k_L \geq 2$  <sup>(10)</sup>, las ruedas directamente controladas no se bloquearán cuando se ejerza súbitamente la fuerza máxima <sup>(8)</sup> sobre el mando siendo la 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.

<sup>(7)</sup> Hasta que se establezca un procedimiento de ensayo uniforme, podrá ser necesario repetir los ensayos requeridos en virtud del presente punto en el caso de los vehículos equipados con sistemas de frenado eléctrico con recuperación de energía, a fin de determinar el efecto de los distintos valores de distribución del frenado proporcionados por las funciones automáticas del vehículo.

<sup>(8)</sup> Por «fuerza máxima» se entiende la establecida en el anexo 3 del presente Reglamento; podrá ejercerse una fuerza mayor si esta es necesaria para activar el sistema antibloqueo.

<sup>(9)</sup> El objetivo de estos ensayos es comprobar que las ruedas no se bloqueen y que el vehículo conserva su estabilidad; por lo tanto, no es necesario parar del todo el vehículo sobre la superficie de baja adherencia.

<sup>(10)</sup>  $k_H$  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.

- 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  $120^\circ$  en los dos primeros segundos e inferior a  $240^\circ$  en total. Asimismo, al comienzo del ensayo, el plano longitudinal mediano del vehículo deberá pasar por la línea de separación entre la superficie de alta adherencia y la de baja adherencia y, durante los ensayos, no deberá rebasar este límite ninguna parte de los neumáticos exteriores (7).
-

## Apéndice 1

## Símbolos y definiciones

Símbolo	Definiciones
E	Distancia entre ejes
$\varepsilon$	Adherencia utilizada por el vehículo: cociente del coeficiente máximo de frenado estando el dispositivo antibloqueo en funcionamiento ( $z_{AL}$ ) y el coeficiente de adherencia ( $k$ )
$\varepsilon_i$	Valor de $\varepsilon$ medido en el eje $i$ (en el caso de los vehículos de motor con dispositivo antibloqueo de la categoría 3)
$\varepsilon_H$	Valor de $\varepsilon$ en la superficie de alta adherencia
$\varepsilon_L$	Valor de $\varepsilon$ en la superficie de baja adherencia
F	Fuerza (N)
$F_{dyn}$	Efecto normal de la superficie de rodadura en condiciones dinámicas estando el sistema antibloqueo en funcionamiento
$F_{idyn}$	$F_{dyn}$ en el eje $i$ de los vehículos de motor
$F_i$	Efecto normal de la superficie de rodadura en el eje $i$ en condiciones estáticas
$F_M$	Efecto estático normal total de la superficie de rodadura en todas las ruedas del vehículo de motor
$F_{Mnd}^{(1)}$	Efecto estático normal total de la superficie de rodadura en los ejes sin frenos y no propulsores del vehículo de motor
$F_{Md}^{(1)}$	Efecto estático normal total de la superficie de rodadura en los ejes propulsores sin frenos del vehículo de motor
$F_{WM}^{(1)}$	$0,01 F_{Mnd} + 0,015 F_{Md}$
g	Aceleración causada por la gravedad ( $9,81 \text{ m/s}^2$ )
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	Período de tiempo (s)
$t_m$	Valor medio de t
$t_{mín}$	Valor mínimo de t

Símbolo	Definiciones
$z$	Coeficiente de frenado
$z_{AL}$	Coeficiente de frenado $z$ de un vehículo con el sistema antibloqueo en funcionamiento
$z_m$	Coeficiente medio de frenado
$z_{m\acute{a}x}$	Valor máximo de $z$
$z_{MALS}$	$z_{AL}$ del vehículo de motor en una superficie cuarteada

(<sup>1</sup>)  $F_{Mnd}$  y  $F_{Md}$  en el caso de vehículos de motor de dos ejes: estos símbolos podrán simplificarse a los símbolos  $F_i$  correspondientes.

## 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, debiendo ser la velocidad inicial de 50 km/h. La fuerza del frenado se distribuirá entre las ruedas del eje hasta alcanzar la eficacia máxima. El sistema antibloqueo deberá estar desconectado o no ser accionado entre 40 km/h y 20 km/h.

1.1.3. Deberán efectuarse varios ensayos aumentando cada vez la presión del circuito con el fin de determinar el coeficiente de frenado máximo del vehículo ( $z_{m\acute{a}x}$ ). 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  $z_{m\acute{a}x}$  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 de t registrado, denominado  $t_{m\acute{i}n}$ , se seleccionarán tres valores de t comprendidos entre  $t_{m\acute{i}n}$  y  $1,05 t_{m\acute{i}n}$ , se calculará su media aritmética  $t_m$  y a continuación se aplicará la siguiente fórmula:

$$z_m = \frac{0,566}{t_m}$$

Si se demuestra que, por motivos prácticos, los tres valores anteriormente definidos no pueden obtenerse, se podrá utilizar entonces el tiempo mínimo  $t_{m\acute{i}n}$ . 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 los ejes no frenados, 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 éste 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 en 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, estando frenado el eje delantero (1), el valor de k vendrá dado por la fórmula:

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

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

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

1.2. Determinación de la adherencia utilizada ( $\epsilon$ )

1.2.1. La adherencia utilizada ( $\epsilon$ ) se define como el cociente entre el coeficiente de frenado máximo cuando está activado el sistema antibloqueo ( $z_{AL}$ ) y el coeficiente de adherencia ( $k_M$ ), es decir:

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

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 siguiente fórmula:

$$z_{AL} = \frac{0,849}{t_m}$$

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

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

siendo:

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

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

1.2.4. El valor de  $\epsilon$  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 completo estando el sistema antibloqueo activado y la adherencia utilizada ( $\epsilon$ ) 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 ( $\epsilon$ ) vendrá dada por la fórmula:

$$\epsilon_2 = \frac{z_{AL} \cdot P \cdot g - 0.010 \cdot F_1}{k_2 \left( F_2 - \frac{h}{E} \cdot z_{AL} \cdot P \cdot g \right)}$$

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

1.3. Si  $\epsilon > 1,00$ , se repetirán las mediciones de los coeficientes de adherencia. Se permite una tolerancia del 10 %.

*Apéndice 3***Eficacia 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 prescrito en el punto 1.1 del apéndice 2 del presente anexo.
3. El coeficiente de frenado ( $z_{MALS}$ ) para los vehículos cargados será:

$$z_{MALS} \geq 0,75 \left( \frac{4k_L + k_H}{5} \right) \text{ and } z_{MALS} \geq k_L$$

---

## Apéndice 4

**Método de selección de la superficie de adherencia baja**

1. Se entregará al servicio técnico información detallada sobre el coeficiente de adherencia de la superficie seleccionada, como se indica 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  $k_{\text{peak}}$  y el valor a 100 % del deslizamiento representará  $k_{\text{lock}}$ .
    - 1.1.2. El índice R se determinará mediante el cociente entre  $k_{\text{peak}}$  y  $k_{\text{lock}}$ .

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

- 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 <sup>(1)</sup>.
  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.

---

<sup>(1)</sup> 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 eficacia con la alcanzada 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. El servicio técnico responsable de la realización de los ensayos de homologación podrá exigir que la comparación de la eficacia de los forros de freno se efectúe con arreglo a las disposiciones 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 hubiere solicitado 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. El dinamómetro deberá poder generar la inercia exigida en el punto 3.1 del presente anexo y ser apto para satisfacer las condiciones señaladas 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 inicial.
    - 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 suministrar al menos los datos siguientes:
      - 2.1.4.1. registro continuo de la velocidad de giro del disco o del tambor,
      - 2.1.4.2. número de vueltas completas durante un frenado, con un poder de resolución igual como mínimo a un octavo de vuelta,
      - 2.1.4.3. tiempo de frenado,
      - 2.1.4.4. registro continuo de la temperatura medida en el centro de la trayectoria recorrida por los forros de freno o en el centro de espesor del disco, del tambor o del forro,
      - 2.1.4.5. registro continuo de la presión o de la fuerza medidas en el conducto de mando de los frenos,
      - 2.1.4.6. registro continuo del par de salida del freno.

### 3. CONDICIONES DEL ENSAYO

- 3.1. El dinamómetro deberá estar ajustado al máximo, con una tolerancia de  $\pm 5\%$  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:

$$I = MR^2$$

siendo:

I = la inercia rotacional ( $\text{kg} \cdot \text{m}^2$ )

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 eficacia 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 prescrito 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 equivalente al 80 % de dicha velocidad.
- 4.3.3. El par medio de frenado registrado durante los anteriores ensayos de eficacia 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  $\pm 15\%$  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. Eficacia 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 eficacia en caliente del frenado 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 eficacia 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  $\pm 15\%$  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 SISTEMAS ELECTRÓNICOS COMPLEJOS DE CONTROL DEL VEHÍCULO**

## 1. GENERALIDADES

En el presente anexo se definen los requisitos especiales en cuanto a documentación, estrategia y verificación de fallos en relación con los aspectos relativos a la seguridad de los sistemas electrónicos complejos de control del vehículo (véase el punto 2.3 más adelante) por lo que atañe al presente Reglamento

Determinados puntos del presente Reglamento aluden también a este anexo en lo concerniente a las funciones relacionadas con la seguridad que se controlan mediante sistemas electrónicos.

El presente anexo no especifica los criterios de eficacia 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 normales y de fallo, todos los requisitos pertinentes en materia de eficacia especificados en otros puntos o puntos del presente Reglamento.

## 2. DEFINICIONES

A los efectos del presente anexo, se entenderá por:

- 2.1. «Concepto de seguridad»: una descripción de las medidas integradas por diseño en el sistema, por ejemplo en las unidades electrónicas, para velar por la integridad del sistema, asegurando así su funcionamiento seguro 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.

- 2.2. «Sistema electrónico de control»: 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 a menudo mediante software, se construyen a partir de componentes funcionales diferenciados, como sensores, unidades electrónicas de control y accionadores, y se conectan mediante enlaces de transmisión. Pueden incluir elementos mecánicos, 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.

- 2.3. «Sistemas electrónicos complejos de control del vehículo»: sistemas electrónicos de control que están sujetos a una jerarquía de control en la que una función controlada puede ser anulada por un sistema o función electrónicos de control de un nivel superior.

Cuando una función es anulada, pasa a formar parte del sistema complejo.

- 2.4. Sistemas/funciones «de control de un nivel superior»: son aquellos que emplean dispositivos adicionales de procesamiento y/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.

- 2.5. «Unidades»: son 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.

- 2.6. «Enlaces de transmisión»: son 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 mecánico, neumático, hidráulico u óptico.

- 2.7. «Ámbito de control»: se trata de una variable de salida y define el ámbito en el cual el sistema puede ejercer control.
- 2.8. «Límites de funcionamiento efectivo»: los límites físicos externos dentro de los cuales el sistema puede mantener el control.

### 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.

Se explicarán la función o funciones del «sistema», así como el concepto de seguridad, según lo establecido 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».

##### 3.1.1. Dicha documentación se entregará en dos partes:

- a) la documentación oficial para la homologación, que incluirá el material enumerado en el punto 3 (a excepción del mencionado en el punto 3.4.4) y se facilitará al servicio técnico cuando se presente la solicitud de homologación de tipo; esta documentación se considerará la referencia básica para el proceso de verificación establecido en el punto 4 del presente anexo;
- b) el material adicional y los datos de análisis del punto 3.4.4, que conservará el fabricante pero que se presentarán para su inspección en el momento de la homologación de tipo.

#### 3.2. Descripción de las funciones del «sistema»

Se facilitará una descripción que ofrezca una explicación simple de todas las funciones de control del «sistema» y de los métodos empleados para alcanzar los objetivos, incluida una indicación del mecanismo o mecanismos mediante los cuales se ejerce el control.

- 3.2.1. Se proporcionará una lista de todas las variables de entrada y detectadas, y se indicará su ámbito de funcionamiento.
- 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 ámbito de control (punto 2.7 anterior) 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 efectivo del sistema (punto 2.8 anterior).

#### 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 para 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 para el mecanismo de transmisión neumático o hidráulico, y mediante un diagrama simplificado para los enlaces mecánicos que muestre la ubicación de los mismos.

### 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 marca única 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.

#### 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 estará preparado para mostrar, si así se requiere, pruebas de los medios utilizados para determinar la realización de la lógica del sistema durante el proceso de diseño y de 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 aviso o la aparición de un mensaje. Cuando el conductor no desactive el sistema, por ejemplo girando la llave de contacto (arranque) para apagar el motor o desactivando esa función particular en el caso de que exista un interruptor especial para ello, la señal de aviso se mantendrá mientras la condición de fallo persista.

- 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 especificados que repercuten en la eficacia o la seguridad del control del vehículo.

Podrá tratarse de 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 las consideraciones relativas a la seguridad del sistema.

El fabricante establecerá y mantendrá el enfoque o los enfoques analíticos elegidos y los pondrá a disposición del servicio técnico para su inspección en el momento de la homologación de tipo.

- 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 aviso que deberá recibir el conductor o el personal encargado de la inspección técnica o de servicio.

#### 4. VERIFICACIÓN Y ENSAYO

- 4.1. El funcionamiento del «sistema», establecido en los documentos exigidos conforme al punto 3, se someterá a ensayo como se expone a continuación.

##### 4.1.1. Verificación del funcionamiento del «sistema»

Para establecer los niveles de funcionamiento normal, se verificará el rendimiento del sistema del vehículo en condiciones de ausencia de fallos comparándolo con las especificaciones básicas de referencia del fabricante, a menos que dicho sistema esté sujeto a un ensayo de rendimiento especificado en el marco del procedimiento de homologación con arreglo al presente Reglamento o a otro.

- 4.1.2. Verificación del concepto de seguridad del punto 3.4 del presente anexo.

A discreción del organismo de homologación de tipo, se comprobará cómo reacciona el «sistema» ante la presencia 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 ocurridos en el interior de la unidad.

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.

## ANEXO 9

**SISTEMAS DE CONTROL ELECTRÓNICO DE LA ESTABILIDAD Y DE ASISTENCIA EN EL FRENADO**

## PARTE A. REQUISITOS RELATIVOS A LOS SISTEMAS DE CONTROL ELECTRÓNICO DE LA ESTABILIDAD, EN SU CASO

## 1. REQUISITOS GENERALES

Los vehículos equipados con un sistema ESC cumplirán los requisitos funcionales y de eficacia establecidos respectivamente en los puntos 2 y 3 y en las condiciones de ensayo del punto 4 y durante los procedimientos de ensayo del punto 5 de esta parte del presente anexo.

## 2. REQUISITOS FUNCIONALES

Cada vehículo al que se aplique el presente anexo estará equipado con un sistema de control electrónico de la estabilidad que:

2.1. Sea capaz de aplicar pares de frenado por separado a cada una de las cuatro ruedas<sup>(1)</sup> y disponga de un algoritmo de control que utilice esta capacidad.

2.2. Funcione en toda la gama de velocidades del vehículo, durante todas las fases de la conducción, incluida la aceleración, la marcha con los gases cortados, y la deceleración (incluido el frenado), excepto:

2.2.1. cuando el conductor haya desactivado el ESC;

2.2.2. cuando la velocidad del vehículo sea inferior a 20 km/h;

2.2.3. mientras se realizan las comprobaciones de autodiagnóstico y de plausibilidad, cuya duración no superará los 2 minutos en las condiciones del punto 5.10.2;

2.2.4. cuando el vehículo se conduzca marcha atrás.

2.3. Siga siendo capaz de activarse incluso cuando el sistema antibloqueo del frenado o el control de la tracción también estén activados.

## 3. REQUISITOS DE EFICACIA

Durante cada ensayo realizado en las condiciones del punto 4 y con el procedimiento del punto 5.9, el vehículo con el sistema ESC activado cumplirá los criterios de estabilidad direccional de los puntos 3.1 y 3.2 y el criterio de capacidad de respuesta del punto 3.3 durante cada uno de dichos ensayos efectuados con un ángulo en el volante programado<sup>(2)</sup> de 5A como mínimo, pero limitado con arreglo al punto 5.9.4, donde A es el ángulo en el volante calculado en el punto 5.6.1.

En aquellos casos en que un vehículo haya sido sometido a ensayo físicamente conforme al punto 4, se podrá demostrar la conformidad de versiones o variantes del mismo tipo de vehículo mediante una simulación informática que cumpla las condiciones y el procedimiento de ensayo de los puntos 4 y 5.9 respectivamente. En el apéndice 1 del presente anexo se regula la utilización del simulador.

3.1. La velocidad angular de guiñada medida 1 s después de completada la maniobra del impulso de dirección de seno con pausa (tiempo  $T_0 + 1$  en la figura 1) no superará el 35 % del primer valor de cresta de la velocidad angular de guiñada registrado después de que el ángulo en el volante cambie de signo (entre la primera y la segunda cresta) ( $\psi_{\text{Cresta}}$  en la figura 1) durante la misma ejecución del ensayo.

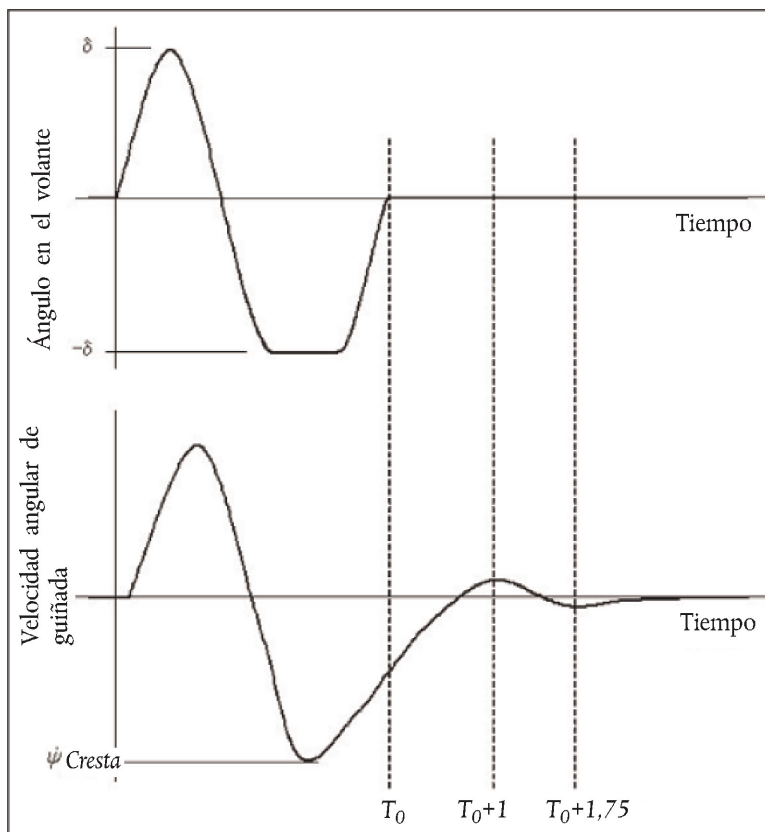
<sup>(1)</sup> Un grupo de ejes se tratará como si fuera un único eje y las ruedas gemelas se tratarán como si fueran ruedas independientes.

<sup>(2)</sup> En el texto del presente anexo se supone que la dirección del vehículo está controlada mediante un volante. Los vehículos que utilicen otros tipos de control de la dirección también podrán homologarse conforme a lo dispuesto en este anexo siempre que el fabricante pueda demostrar al servicio técnico que los requisitos de eficacia del anexo se pueden cumplir mediante señales a la dirección equivalentes a las establecidas en el punto 5 de esta parte.



Figura 1:

**Información de la posición del volante y de la velocidad de guiñada para evaluar la estabilidad transversal**



- 3.2. La velocidad angular de guiñada medida 1,75 s después de completada la maniobra del impulso de dirección de seno con pausa no superará el 20 % del primer valor de cresta de la velocidad angular de guiñada registrado después de que el ángulo en el volante cambie de signo (entre la primera y la segunda cresta) durante la misma ejecución del ensayo.
- 3.3. El desplazamiento transversal del centro de gravedad del vehículo con respecto a su trayectoria recta inicial, calculado 1,07 s tras el inicio del giro (BOS), será de 1,83 m como mínimo para los vehículos con una masa bruta (GVM) máxima de 3 500 kg, y de 1,52 m para los vehículos con una masa máxima superior a 3 500 kg. El inicio del giro (BOS) se define en el punto 5.11.6.
- 3.3.1. El desplazamiento transversal se calculará mediante doble integración con respecto al tiempo de la medición de la aceleración transversal en el centro de gravedad del vehículo, según se expresa en la fórmula siguiente:

$$\text{Desplazamiento transversal} = \int \int a_{y_{C.G.}} dt$$

Podrá permitirse otro método de medición para los ensayos de homologación de tipo, siempre que se demuestre que tiene una precisión equivalente al método de doble integración.

- 3.3.2. El tiempo  $t = 0$  para la operación de integración es el instante en que se inicia el giro (BOS). El inicio del giro (BOS) se define en el punto 5.11.6.

3.4. Detección de funcionamiento defectuoso del ESC

El vehículo contará con un indicador que advierta al conductor de cualquier funcionamiento defectuoso que afecte a la generación o transmisión de las señales de control o de respuesta en el sistema de control electrónico de la estabilidad del vehículo.

- 3.4.1. El indicador de funcionamiento defectuoso del ESC:
- 3.4.1.1. aparecerá en el campo de visión directo del conductor y estará bien visible cuando el conductor esté en la posición de conducción designada con el cinturón de seguridad abrochado;
- 3.4.1.2. No obstante lo dispuesto en el punto 3.4.1.3, el indicador de funcionamiento defectuoso del ESC se iluminará cuando se produzca un funcionamiento defectuoso y permanecerá encendido de forma continua en las condiciones del punto 3.4 mientras exista el funcionamiento defectuoso y el interruptor de contacto se encuentre en la posición de «marcha».
- 3.4.1.3. No obstante lo dispuesto en el punto 3.4.2, cada indicador del funcionamiento defectuoso del ESC se activará para la comprobación del funcionamiento de la lámpara cuando el interruptor de contacto se encuentre en la posición de «marcha» sin que el motor funcione o en una posición intermedia entre «marcha» y «arranque» designada por el fabricante como posición de comprobación.
- 3.4.1.4. El indicador se apagará al siguiente ciclo de encendido una vez corregido el funcionamiento defectuoso conforme a lo dispuesto en el punto 5.10.4.
- 3.4.1.5. El indicador también podrá utilizarse para indicar el funcionamiento defectuoso de funciones o sistemas relacionados, incluido el control de la tracción, el asistente de estabilización del remolque (*trailer stability assist*), el control de los frenos en curva (*corner brake control*) y otras funciones similares que utilicen el control de los gases o del par y que compartan componentes con el ESC.
- 3.4.2. No será necesario que el indicador de funcionamiento defectuoso del ESC se active cuando funcione un dispositivo de bloqueo del arranque (*starter interlock*).
- 3.4.3. El requisito del punto 3.4.1.3 no se aplica a los indicadores que figuran en un espacio común.
- 3.4.4. El fabricante podrá utilizar el indicador de funcionamiento defectuoso del ESC en modo de destellos para indicar la intervención del ESC y/o de sistemas relacionados con el ESC (enumerados en el punto 3.4.1.5).
- 3.5. Desconexión del ESC y otros sistemas de control
- El fabricante podrá incluir un mando de desconexión del ESC, que se iluminará cuando se activen los faros del coche, cuya finalidad consiste en poner al sistema del ESC en un modo en que ya no cumpla los requisitos de eficacia de los puntos 3, 3.1, 3.2 y 3.3. Los fabricantes también podrán proporcionar mandos para otros sistemas que ejerzan un efecto auxiliar en el funcionamiento del ESC. Se permiten los mandos de cualquier tipo que pongan al sistema del ESC en un modo en que ya no cumpla los requisitos de eficacia de los puntos 3, 3.1, 3.2 y 3.3, siempre que el sistema también cumpla los requisitos de los puntos 3.5.1, 3.5.2 y 3.5.3.
- 3.5.1. Al iniciar cada nuevo ciclo de encendido, el sistema ESC del vehículo siempre volverá al modo por defecto original del fabricante que cumpla los requisitos de los puntos 2 y 3, independientemente del modo seleccionado previamente por el conductor. No obstante, no será necesario que el sistema del ESC del vehículo vuelva a un modo que cumpla los requisitos de los puntos 3 a 3.3 al inicio de cada nuevo ciclo de encendido si:
- 3.5.1.1. El vehículo está en una configuración de tracción a las cuatro ruedas que tenga por efecto acoplar los engranajes transmisores de los ejes delantero y trasero y proporcionar una reducción de transmisión suplementaria entre el régimen del motor y la velocidad del vehículo de 1,6 como mínimo, seleccionada por el conductor para la conducción campo a través con relaciones cortas. o bien
- 3.5.1.2. El vehículo está en una configuración de tracción a las cuatro ruedas seleccionada por el conductor y concebida para funcionar a relaciones más largas sobre calzadas con nieve, arena o fango y que tenga por efecto acoplar los engranajes transmisores de los ejes delantero y trasero, siempre que en este modo el vehículo cumpla los requisitos de estabilidad de los puntos 3.1 y 3.2 en las condiciones de ensayo del punto 4. No obstante, si el sistema dispone de más de un modo ESC que cumple los requisitos de los puntos 3.1 y 3.2 en la configuración de conducción seleccionada para el ciclo de encendido anterior, el ESC volverá al modo por defecto original del fabricante para dicha configuración de conducción al inicio de cada ciclo de encendido.

3.5.2. Los mandos cuya finalidad consista solo en poner el sistema del ESC en un modo en que ya no cumpla los requisitos de eficacia de los puntos 3, 3.1, 3.2 y 3.3 cumplirán los requisitos técnicos pertinentes del Reglamento nº 121.

3.5.3. Los mandos de un sistema del ESC cuya finalidad consista en poner el sistema del ESC en distintos modos, de los cuales uno, como mínimo, pueda dejar de cumplir los requisitos de eficacia de los puntos 3, 3.1, 3.2 y 3.3, cumplirán los requisitos técnicos pertinentes del Reglamento nº 121.

Como alternativa, en el caso en que el modo del sistema ESC esté controlado por un mando multifuncional, el dispositivo de visualización del conductor le indicará a este claramente la posición del mando correspondiente a este modo mediante el símbolo de desconexión («off») del sistema de control electrónico de la estabilidad definido en el Reglamento nº 121.

3.5.4. No será necesario identificar mediante el símbolo de desconexión del ESC del punto 3.5.2 los mandos de otros sistemas que ejerzan el efecto secundario de poner al sistema ESC en un modo en el que ya no cumpla los requisitos de eficacia de los puntos 3, 3.1, 3.2 y 3.3.

### 3.6. Indicador de desconexión del ESC

Si el fabricante decide instalar un mando para desactivar o reducir la eficacia del sistema ESC conforme al punto 3.5, se cumplirá lo dispuesto en los puntos 3.6.1 a 3.6.4 a fin de advertir al conductor de la desactivación o reducción de la eficacia de dicho sistema. Este requisito no se aplicará en el caso del modo seleccionado por el conductor mencionado en el punto 3.5.1.2.

3.6.1. El fabricante del vehículo proporcionará un indicador de que se ha puesto el vehículo en un modo que lo incapacita para cumplir los requisitos de los puntos 3, 3.1, 3.2 y 3.3, en caso de existir dicho modo.

3.6.2. El indicador de desconexión del ESC:

3.6.2.1. cumplirá los requisitos técnicos pertinentes del Reglamento nº 121.

3.6.2.2. permanecerá iluminado continuamente mientras el ESC se halle en un modo que le impida cumplir los requisitos de los puntos 3, 3.1, 3.2 y 3.3;

3.6.2.3. no obstante lo dispuesto en los puntos 3.6.3 y 3.6.4, cada indicador de desconexión del ESC se activará para la comprobación del funcionamiento de la lámpara cuando el interruptor de contacto se encuentre en la posición de «marcha» sin que el motor funcione o en una posición intermedia entre «marcha» y «arranque» designada por el fabricante como posición de comprobación;

3.6.2.4. se apagará una vez que el sistema del ESC haya vuelto al modo por defecto original del fabricante.

3.6.3. No será necesario que el indicador de desconexión del ESC se active cuando funcione un dispositivo de bloqueo del arranque (*starter interlock*).

3.6.4. El requisito del punto 3.6.2.3 de esta parte no se aplica a los indicadores que figuran en un espacio común.

3.6.5. El fabricante podrá utilizar el indicador de desconexión del ESC para indicar un nivel de función distinto del modo por defecto original del fabricante, incluso en aquellos casos en que el vehículo cumpliría los requisitos de los puntos 3, 3.1, 3.2, y 3.3 de esta parte a dicho nivel de función del ESC.

### 3.7. Documentación técnica del sistema ESC

Además de los requisitos previstos en el anexo 8 del presente Reglamento, la documentación incluirá la documentación del fabricante del vehículo especificada en los puntos 3.7.1 a 3.7.4 siguientes, como confirmación de que el vehículo está equipado con un sistema ESC que responde a la definición de «sistema ESC» del punto 2.25 del presente Reglamento.

3.7.1. Diagrama en el que se identifique el hardware del sistema ESC. El diagrama identificará los componentes que se utilicen para generar pares de frenado en cada rueda, determinar la velocidad angular de guiñada del vehículo, la deriva o la derivada de esta y las señales dadas a la dirección por el conductor.

3.7.2. Explicación breve que baste para describir las principales características básicas de funcionamiento del sistema ESC. Esta explicación incluirá la descripción sucinta de la capacidad del sistema de aplicar pares de frenado a cada rueda y cómo el sistema modifica el par de propulsión durante la activación del sistema ESC, y mostrará que la velocidad angular de guiñada se determina directamente, incluso en las condiciones en las que no se dispone de información sobre la velocidad de las ruedas. La explicación también especificará la gama de velocidades del vehículo y las fases de la conducción (aceleración, deceleración, marcha con los gases cortados, durante la activación del ABS o el control de la tracción) en las que el sistema ESC puede activarse.

3.7.3. Diagrama lógico. Dicho diagrama apoya la explicación proporcionada con arreglo al punto 3.7.2.

3.7.4. Información sobre el subvirado. Consiste en una descripción sucinta de los datos de entrada pertinentes suministrados al ordenador que controla el hardware del sistema ESC y cómo se utilizan para limitar el subvirado del vehículo.

## 4. CONDICIONES DEL ENSAYO

### 4.1. Condiciones ambientales

4.1.1. La temperatura ambiente se situará entre 0 °C y 45 °C.

4.1.2. La velocidad máxima del viento no superará los 10 m/s, en el caso de los vehículos con un SSF > 1,25, ni los 5 m/s en el caso de los vehículos con un SSF ≤ 1,25.

### 4.2. Superficie de carretera de ensayo

4.2.1. Los ensayos se realizarán en una superficie seca, uniforme y sólidamente pavimentada. No serán adecuadas las superficies con irregularidades y ondulaciones, como declives y grandes grietas.

4.2.2. La superficie de carretera de ensayo <sup>(1)</sup> tendrá un coeficiente de frenado máximo (PBC) nominal del 0,9, salvo que se especifique lo contrario, que se medirá de una de las siguientes formas:

4.2.2.1. el neumático de ensayo de referencia normalizado E1136 de la American Society for Testing and Materials (ASTM) conforme al método E1337-90 de la ASTM, a una velocidad de 40 mph; o bien

4.2.2.2. el método de ensayo de «k» especificado en el apéndice 2 del anexo 6 del presente Reglamento.

4.2.3. La superficie de ensayo tendrá una pendiente constante no superior al 1 %.

### 4.3. Condiciones del vehículo

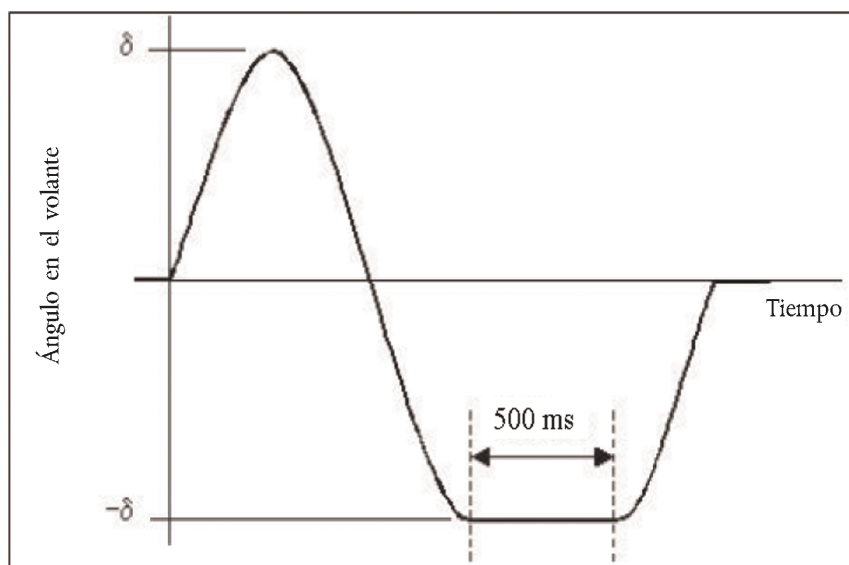
4.3.1. El sistema del ESC estará activado para todos los ensayos.

<sup>(1)</sup> Se entiende por valor «nominal» el valor diana teórico.

- 4.3.2. Masa del vehículo. El vehículo se cargará con el depósito de combustible lleno hasta un 90 % de su capacidad, como mínimo, una carga total interior de 168 kg incluido el conductor, 59 kg aproximadamente de equipos de ensayo (máquina de giro automatizado y su fuente de alimentación, sistema de adquisición de datos) y con el lastre necesario para compensar la insuficiencia de peso del conductor o de los equipos de ensayo. En aquellos casos en que sea necesario, el lastre se colocará en el suelo del vehículo, detrás del asiento delantero del pasajero o, en caso de necesidad, en el espacio para los pies del pasajero delantero. Se asegurará todo el lastre de forma que no pueda desplazarse durante el ensayo.
- 4.3.3. Neumáticos. Los neumáticos se inflarán a la presión o presiones de inflado en frío recomendadas por el fabricante, por ejemplo las especificadas en la placa o en la etiqueta de presión de inflado de los neumáticos del vehículo. Podrán instalarse cámaras de aire para evitar que se salgan los talones.
- 4.3.4. Patas antivuelco (*outriggers*). Para los ensayos podrán utilizarse patas antivuelco en caso de que se considere necesario para la seguridad del conductor. En tal caso, se aplicará lo siguiente en el caso de los vehículos con un  $SSF \leq 1,25$ :
- 4.3.4.1. Los vehículos con una masa en orden de marcha inferior a 1 588 kg estarán equipados con patas antivuelco «ligeras». Estas estarán diseñadas con una masa máxima de 27 kg y un momento máximo de inercia en balanceo de 27 kg m<sup>2</sup>.
- 4.3.4.2. Los vehículos con una masa en orden de marcha situada entre 1 588 kg y 2 722 kg estarán equipados con patas antivuelco «normales». Estas estarán diseñadas con una masa máxima de 32 kg y un momento máximo de inercia en balanceo de 35,9 kg m<sup>2</sup>.
- 4.3.4.3. Los vehículos con una masa en orden de marcha igual o superior a 2 722 kg estarán equipados con patas antivuelco «pesadas». Estas estarán diseñadas con una masa máxima de 39 kg y un momento máximo de inercia en balanceo de 40,7 kg m<sup>2</sup>.
- 4.3.5. Máquina de giro automatizado. En los puntos 5.5.2, 5.5.3, 5.6 y 5.9 se utilizará un robot de girado para ejecutar el patrón de giros requerido. La máquina será capaz de proporcionar pares de giro situados entre 40 y 60 Nm. También será capaz de aplicar estos pares funcionando con velocidades del volante de hasta 1 200 grados por segundo.
5. PROCEDIMIENTOS DE ENSAYO
- 5.1. Los neumáticos del vehículo se inflarán a la presión o presiones de inflado en frío recomendadas por el fabricante, por ejemplo las especificadas en la placa o en la etiqueta de presión de inflado de los neumáticos del vehículo.
- 5.2. Comprobación de la lámpara del indicador. Con el vehículo parado y el interruptor de contacto en la posición «Lock» (bloqueado) u «Off» (apagado), póngase este en posición «On» (marcha) o, en su caso, la posición pertinente para la comprobación de la lámpara. El indicador de funcionamiento defectuoso del ESC se iluminará para comprobar el funcionamiento de la lámpara, conforme al punto 3.4.1.3; si el vehículo cuenta con un indicador de desconexión del ESC, también se iluminará para comprobar su funcionamiento conforme al punto 3.6.2.3. La comprobación de la lámpara de los indicadores no será necesaria en el caso de que el indicador figure en un espacio común, conforme a los puntos 3.4.3 y 3.6.4.
- 5.3. Comprobación del mando de desconexión del ESC. En el caso de vehículos equipados con un mando de desconexión del ESC, con el vehículo parado y el interruptor de contacto en la posición «Lock» (bloqueado) u «Off» (apagado), póngase este último en posición «On» (marcha). Actívese el mando de desconexión del ESC y compruébese que el testigo de desconexión de este esté encendido con arreglo al punto 3.6.2. Póngase el interruptor de contacto en la posición «Lock» (bloqueado) u «Off» (apagado). Póngase de nuevo el interruptor de contacto en la posición «On» (marcha) y compruébese que el indicador de desconexión del ESC se haya apagado, lo que indica que se ha vuelto a conectar el sistema ESC con arreglo al punto 3.5.1.
- 5.4. Acondicionamiento de los frenos  
Acondiciónense los frenos del vehículo conforme a los puntos 5.4.1 a 5.4.4.
- 5.4.1. Se realizarán 10 paradas a partir de una velocidad de 56 km/h, con una deceleración media de aproximadamente 0,5 g.

- 5.4.2. Inmediatamente después de esta serie de paradas, se efectuarán tres paradas más a partir de 72 km/h con una deceleración mayor.
- 5.4.3. Al ejecutar las paradas del punto 5.4.2, se aplicará sobre el pedal del freno una fuerza suficiente para hacer funcionar el sistema antibloqueo del frenado (ABS) del vehículo durante la mayor parte de cada maniobra de frenado.
- 5.4.4. Tras la última parada del punto 5.4.2, se conducirá el vehículo a 72 km/h durante 5 minutos para enfriar los frenos.
- 5.5. Acondicionamiento de los neumáticos
- Acondiciónense los neumáticos mediante el procedimiento de los puntos 5.5.1 a 5.5.3 para eliminar el agente de desmoldeo y alcanzar la temperatura de funcionamiento inmediatamente antes del inicio de las ejecuciones de los ensayos de los puntos 5.6 y 5.9.
- 5.5.1. El vehículo de ensayo se conducirá siguiendo un círculo de 30 m de diámetro a una velocidad que produzca una aceleración transversal de aproximadamente 0,5 a 0,6 g durante tres vueltas en el sentido de las agujas del reloj, seguidas de otras tres vueltas en sentido contrario.
- 5.5.2. Aplicando un modelo de giros sinusoidal a una frecuencia de 1 Hz, una amplitud máxima de ángulo en el volante correspondiente a una aceleración transversal máxima de 0,5 a 0,6 g y una velocidad del vehículo de 56 km/h, el vehículo efectuará 4 recorridos realizando 10 ciclos de giros sinusoidales en cada recorrido.
- 5.5.3. La amplitud de giro del volante correspondiente al ciclo final del último recorrido será el doble que la de los demás ciclos. El máximo tiempo permitido entre cada vuelta o recorrido será de 5 minutos.
- 5.6. Procedimiento de aumento lento del giro
- Se someterá el vehículo a dos series de ejecuciones del ensayo de aumento lento del giro a una velocidad constante del vehículo de  $80 \pm 2$  km/h y a un modelo de giro que aumente 13,5 grados por segundo hasta obtener una aceleración transversal de aproximadamente 0,5 g. Cada serie del ensayo se repetirá tres veces. Una serie utilizará giros en el sentido contrario a las agujas del reloj y la otra, en el sentido de las agujas del reloj. El máximo tiempo permitido entre cada ejecución del ensayo será de 5 minutos.
- 5.6.1. El valor de «A» se determinará a partir de los ensayos de aumento lento del giro. «A» es el ángulo giro del volante en grados que produce una aceleración transversal estable (corregida con los métodos especificados en el punto 5.11.3) de 0,3 g en el caso del vehículo de ensayo. Mediante una regresión lineal, A se calcula, a la décima de grado más cercana, a partir de cada uno de los seis ensayos de aumento lento del giro. Se promedia el valor absoluto de los seis valores de A calculados y se redondea a la décima de grado más cercana a fin de obtener el valor final de A, que se utiliza más adelante.
- 5.7. Una vez determinado el valor de A, sin sustituir los neumáticos, se acondicionarán de nuevo los neumáticos, conforme al procedimiento del punto 5.5, inmediatamente antes de efectuar el ensayo de seno con pausa del punto 5.9. La primera serie del ensayo de seno con pausa se iniciará, como máximo, dos horas después de finalizados los ensayos de aumento lento del giro del punto 5.6.
- 5.8. Compruébese que el sistema ESC está conectado cerciorándose de que los testigos de funcionamiento defectuoso o de desconexión del ESC (en su caso) no están iluminados.
- 5.9. Ensayo de seno con pausa de la intervención por sobrevirado y capacidad de respuesta
- Se someterá el vehículo a dos series de ejecuciones del ensayo utilizando un modelo de giro de una onda senoidal a una frecuencia de 0,7 Hz con un retardo de 500 ms que se inicia en la segunda cresta de amplitud, según se muestra en la figura 2 (ensayos de seno con pausa). Durante la primera mitad del ciclo, una serie utilizará giros en el sentido contrario a las agujas del reloj y la otra, en el sentido de las agujas del reloj. Se permitirá que el vehículo se enfríe entre cada ejecución del ensayo durante un período de 1,5 a 5 minutos, con el vehículo parado.

Figura 2:  
Seno con pausa



- 5.9.1. El movimiento de giro se iniciará con el vehículo con los gases cortados a una marcha alta a  $80 \pm 2$  km/h.
- 5.9.2. La amplitud de giro de la primera ejecución de cada serie será de 1,5 A, siendo «A» el ángulo en el volante determinado en el punto 5.6.1.
- 5.9.3. En cada serie de ejecuciones del ensayo, la amplitud de giro aumentará 0,5 A de una ejecución a otra, a condición de que en ninguna ejecución se alcance una amplitud de giro superior a la prevista para la ejecución final en el punto 5.9.4.
- 5.9.4. La amplitud de giro de la ejecución final de cada serie será el mayor de los dos valores siguientes, a saber, 6,5 A o 270 grados, a condición de el valor calculado de 6,5 A sea inferior o igual a 300 grados. Si un aumento de 0,5 A, hasta 6,5A, fuera mayor que 300 grados, la amplitud de giro de la ejecución final será de 300 grados.
- 5.9.5. Una vez finalizadas las dos series de ejecuciones del ensayo, los datos sobre la velocidad angular de guiñada y la aceleración transversal se tratarán conforme a lo dispuesto en el punto 5.11.
- 5.10. Detección de funcionamiento defectuoso del ESC
- 5.10.1. Simúlense uno o varios casos de funcionamiento defectuoso desconectando la fuente de alimentación de cualquier componente del ESC o cualquier conexión eléctrica entre los componentes del ESC (con la alimentación del vehículo cortada). Al simular un caso de funcionamiento defectuoso del ESC, no se desconectarán las conexiones eléctricas de los indicadores y/o los mandos opcionales del sistema ESC.
- 5.10.2. Con el vehículo inicialmente parado y el interruptor de contacto en la posición «Lock» (bloqueado) u «Off» (apagado), poner este último en posición «Start» (arranque) y poner en marcha el motor. Conducir el vehículo hacia delante hasta alcanzar una velocidad de  $48 \pm 8$  km/h. 30 s, como máximo, tras haber arrancado el motor y en los dos minutos siguientes a dicha velocidad, realícese al menos un giro ligero a la derecha y otro giro ligero a la izquierda, sin perder la estabilidad direccional, y una frenada. Compruébese que el indicador de funcionamiento defectuoso del ESP se ilumina conforme a lo dispuesto en el punto 3.4 al término de estas maniobras.
- 5.10.3. Párese el vehículo y póngase el interruptor de contacto en la posición «Lock» (bloqueado) u «Off» (apagado). Cinco minutos después, póngase el interruptor de contacto del vehículo en la posición «Start» (arranque) y póngase en marcha el motor. Compruébese que el indicador de funcionamiento defectuoso del ESP vuelve a iluminarse para señalar el funcionamiento defectuoso y que permanece iluminado mientras gire el motor o se corrija el funcionamiento defectuoso.

- 5.10.4. Póngase el interruptor de contacto en la posición «Lock» (bloqueado) u «Off» (apagado). Restablézcase el funcionamiento normal del sistema ESC, póngase el interruptor de contacto en la posición «Start» (arranque) y póngase en marcha el motor. Ejecútese de nuevo la maniobra descrita en el punto 5.10.2 y compruébese que el indicador se haya apagado durante ese período de tiempo o inmediatamente después.
- 5.11. Tratamiento ulterior de los datos: cálculos de los resultados
- Las mediciones y los cálculos de la velocidad angular de guiñada y del desplazamiento transversal se tratarán mediante las técnicas especificadas en los puntos 5.11.1 a 5.11.8.
- 5.11.1. Los datos brutos sobre el ángulo en el volante se filtrarán con un filtro Butterworth sin fases («phaseless») de 12 polos y una frecuencia de corte de 10 Hz. A continuación, se ponen a cero los datos filtrados para eliminar la desviación («offset») de los detectores mediante datos estáticos registrados antes del ensayo.
- 5.11.2. Los datos brutos sobre la velocidad angular de guiñada se filtrarán con un filtro Butterworth sin fases («phaseless») de 12 polos y una frecuencia de corte de 6 Hz. A continuación, se ponen a cero los datos filtrados para eliminar la desviación («offset») de los detectores mediante datos estáticos registrados antes del ensayo.
- 5.11.3. Los datos brutos sobre la aceleración transversal se filtrarán con un filtro Butterworth sin fases («phaseless») de 12 polos y una frecuencia de corte de 6 Hz. A continuación, se ponen a cero los datos filtrados para eliminar la desviación («offset») de los detectores mediante datos estáticos registrados antes del ensayo. Los datos sobre la aceleración transversal en el centro de gravedad del vehículo se determinarán eliminando los efectos provocados por el balanceo de la carrocería del vehículo y corrigiendo la colocación de los detectores mediante la transformación de las coordenadas. En el caso de la recogida de datos, el acelerómetro transversal se situará lo más próximo posible de los centros de gravedad longitudinal y transversal del vehículo.
- 5.11.4. Para determinar la velocidad de giro del volante, se derivarán los datos filtrados sobre el ángulo en el volante. A continuación, los datos sobre la velocidad de giro del volante se filtrarán con un filtro de media móvil de 0,1 s.
- 5.11.5. Se pondrán a cero los canales de los datos de la aceleración transversal, la velocidad angular de guiñada y del ángulo en el volante mediante una «gama de puesta a cero» definida. En los puntos 5.11.5.1 y 5.11.5.2 se definen los métodos utilizados para determinar la gama de puesta a cero.
- 5.11.5.1. Se identificará el primer instante en el que la velocidad angular del volante supera los 75 grados/s utilizando los datos sobre dicha velocidad calculados mediante los métodos descritos en el punto 5.11.4. A partir de dicho punto, la velocidad angular del volante seguirá siendo superior a 75 grados/s durante al menos 200 ms. Si no se cumple la segunda condición, se identificará el siguiente instante en que la velocidad angular del volante supere los 75 grados/s y se aplicará el control de validez de 200 ms. Este proceso iterativo continuará hasta que finalmente se cumplan ambas condiciones.
- 5.11.5.2. Se define la «gama de puesta a cero» como el período de tiempo de 1,0 s previo al instante en que la velocidad angular del volante supere los 75 grados/s (es decir, el instante en que la velocidad angular del volante supere los 75 grados/s señala el fin de la «gama de puesta a cero»).
- 5.11.6. Se entiende por «inicio del giro» (BOS) el primer instante en que los datos filtrados y puestos a cero sobre el ángulo en el volante alcanzan -5 grados (cuando la señal de dirección inicial va en sentido contrario a las agujas del reloj) o + 5 grados (cuando la señal de dirección inicial va en el sentido de las agujas del reloj) después de un tiempo que marque el fin de la «gama de puesta a cero». Se interpolará el valor del tiempo en el BOS.
- 5.11.7. Se entiende por «fin del giro» (COS) el instante en que el ángulo en el volante vuelve a cero al término de la maniobra de giro de seno con pausa. Se interpolará el valor del tiempo en el instante del giro del volante de cero grados.
- 5.11.8. Se entiende por «segunda velocidad máxima de guiñada» la primera velocidad máxima de guiñada producida por la inversión del sentido de rotación del volante. Se interpolarán las velocidades de guiñada a 1,0 y 1,75 s después del COS.
- 5.11.9. Determínese la velocidad transversal integrando los datos de aceleración transversal corregidos, filtrados y puestos a cero. La velocidad transversal cero, en el punto de BOS. Determínese el desplazamiento transversal integrando la velocidad transversal puesta a cero. El desplazamiento transversal cero, en el punto de BOS. El desplazamiento transversal se medirá a 1,07 s después del instante de BOS y se determinará por interpolación.



PARTE B. REQUISITOS ESPECIALES APLICABLES A LOS SISTEMAS DE ASISTENCIA EN EL FRENADO, CUANDO ESTÉN INSTALADOS

1. GENERALIDADES

Los requisitos siguientes se aplicarán a los vehículos equipados con un sistema de asistencia en el frenado (BAS) definido en el punto 2.34 del presente Reglamento y declarado en la Comunicación del anexo 1, punto 22, del presente Reglamento.

Además de los requisitos del presente anexo, los sistemas de asistencia en el frenado también estarán sujetos a cualquier requisito pertinente contenido en el resto del presente Reglamento.

Además de los requisitos del presente anexo, los vehículos dotados de un BAS también estarán equipados con un ABS conforme a lo dispuesto en el anexo 6.

1.1. Características generales de funcionamiento de los BAS de categoría «A».

Si se detecta una fuerza relativamente elevada sobre el pedal como consecuencia de una situación de emergencia, la fuerza adicional sobre el pedal necesaria para hacer que el ABS realice ciclos completos se reducirá en comparación con la fuerza sobre el pedal necesaria si el BAS no se activa.

La conformidad con este requisito quedará demostrada si se cumple lo dispuesto en los puntos 3.1 a 3.3 de esta parte del presente anexo.

1.2. Características generales de funcionamiento de los BAS de categoría «B».

Si se detecta una situación de emergencia a consecuencia, por lo menos, de accionar muy rápidamente el pedal, el BAS incrementará la presión para proporcionar el máximo coeficiente de frenado posible o para provocar que el ABS realice ciclos completos.

La conformidad con este requisito quedará demostrada si se cumple lo dispuesto en los puntos 4.1 a 4.3 de la presente parte.

2. REQUISITOS GENERALES DE ENSAYO

2.1. Variables

Al realizar los ensayos descritos en la parte B del presente anexo, se medirán las variables siguientes:

2.1.1. Fuerza ejercida sobre el pedal del freno,  $F_p$ ;

2.1.2. Velocidad del vehículo,  $v_x$ ;

2.1.3. Deceleración del vehículo,  $a_x$ ;

2.1.4. Temperatura de los frenos,  $T_d$ ;

2.1.5. Presión de los frenos,  $P$ , si procede;

2.1.6. Velocidad del pedal de freno,  $v_p$ , medida en el centro del patín del pedal o en un lugar del mecanismo del pedal con un desplazamiento proporcional al desplazamiento desde el centro del patín del pedal, permitiendo un calibrado simple de la medición.

2.2. Equipo de medición

2.2.1. Las variables enumeradas en el punto 2.1 de la presente parte se medirán mediante los captosres adecuados. En la Norma ISO 15037-1:2006 se describen la exactitud, los rangos de funcionamiento, las técnicas de filtrado, el tratamiento de datos y otros requisitos.

- 2.2.2. La exactitud de las mediciones de la fuerza ejercida sobre el pedal y la temperatura de los discos serán las indicadas a continuación:

Sistema de rango variable	Rango de funcionamiento típico de los captores	Errores de registro máximos recomendados
Fuerza ejercida sobre el pedal	0 a 2 000 N	± 10 N
Temperatura de los frenos	0 – 1 000 °C	± 5 °C
Presión de los frenos (*)	0 – 20 MPa (*)	± 100 kPa (*)

(\*) Aplicable según se especifica en el punto 3.2.5.

- 2.2.3. El apéndice 5 del presente anexo contiene información más detallada sobre el tratamiento digital y analógico de los datos relativos a los procedimientos de ensayo del BAS. Se requiere una frecuencia de muestreo para la adquisición de datos de 500 Hz como mínimo.

- 2.2.4. Podrán permitirse métodos de medición distintos de los mencionados en el punto 2.2.3, siempre que se demuestre que tienen un nivel de precisión al menos equivalente.

### 2.3. Condiciones del ensayo

- 2.3.1. Condiciones de ensayo relativas a la carga del vehículo: El vehículo deberá encontrarse descargado. Podrá haber, además del conductor, una segunda persona sentada en el asiento delantero, encargada de tomar nota de los resultados de los ensayos.

- 2.3.2. Los ensayos de frenado se efectuarán sobre una superficie seca que permita una buena adherencia.

### 2.4. Método de ensayo

- 2.4.1. Los ensayos descritos en los puntos 3 y 4 de la presente parte se realizarán a partir de una velocidad de ensayo de  $100 \pm 2$  km/h. Se conducirá el vehículo a la velocidad de ensayo en línea recta.

- 2.4.2. La temperatura media de los frenos cumplirá las prescripciones del punto 1.4.1.1 del anexo 3.

- 2.4.3. A efectos de los ensayos, el tiempo de referencia,  $t_0$ , se define como el instante en el que la fuerza ejercida sobre el pedal del freno alcance los 20 N.

*Nota:* En los vehículos provistos de un BAS asistido por una fuente de energía, la fuerza aplicada sobre el pedal depende necesariamente del nivel de energía existente en el dispositivo de almacenamiento de energía. Por tanto, al principio del ensayo se asegurará un nivel de energía suficiente.

## 3. EVALUACIÓN DE LA PRESENCIA DE UN BAS DE CATEGORÍA «A»

Los BAS de categoría «A» se ajustarán a los requisitos de ensayo establecidos en los puntos 3.1 y 3.2.

### 3.1. Ensayo 1: ensayo de referencia para determinar $F_{ABS}$ y $a_{ABS}$

- 3.1.1. Los valores de referencia  $F_{ABS}$  y  $a_{ABS}$  se determinarán de acuerdo con el procedimiento descrito en el apéndice 4 del presente anexo.

### 3.2. Ensayo 2: activación del BAS

- 3.2.1. Cuando se haya detectado una situación de frenado de emergencia, los sistemas sensibles a la fuerza ejercida sobre el pedal mostrarán un incremento significativo de la relación entre:

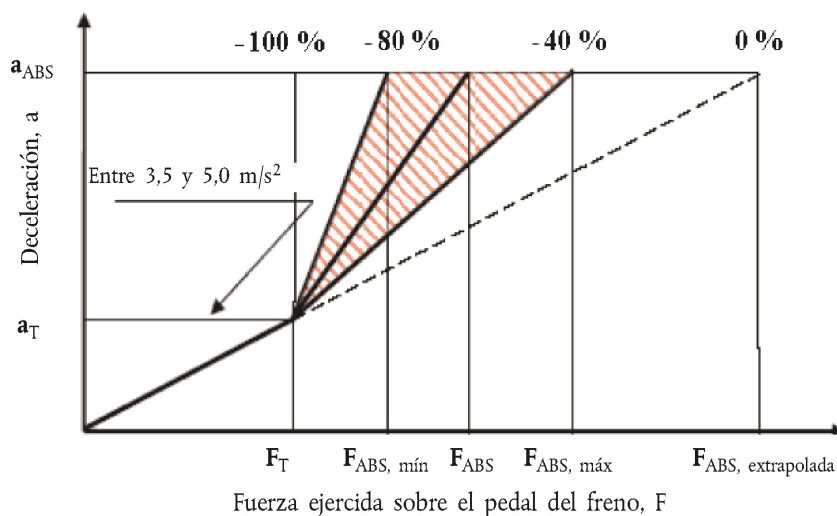
a) la presión en el circuito de frenado y la fuerza ejercida sobre el pedal del freno, en aquellos casos en que lo permitan las disposiciones del punto 3.2.5, o bien

b) la deceleración del vehículo y la fuerza ejercida sobre el pedal del freno.

- 3.2.2. Los requisitos de eficacia de los BAS de categoría «A» se cumplen si se puede determinar una característica específica de frenado en la que la fuerza ejercida sobre el pedal del freno requerida experimente un descenso de entre el 40 % y el 80 % para  $(F_{ABS} - F_T)$  en comparación con  $(F_{ABS \text{ extrapolada}} - F_T)$ .
- 3.2.3.  $F_T$  y  $a_T$  son, respectivamente, la fuerza de umbral y la deceleración de umbral, tal como muestra la figura 1a. Los valores de  $F_T$  y  $a_T$  se suministrarán al servicio técnico al presentar la solicitud de homologación de tipo. El valor de  $a_T$  se situará entre  $3,5 \text{ m/s}^2$  y  $5,0 \text{ m/s}^2$ .

Figura 1a:

**Característica de la fuerza ejercida sobre el pedal necesaria para alcanzar una deceleración máxima con un BAS de categoría «A»**



- 3.2.4. Se marcará una línea recta que, desde el origen, pase por el punto  $F_T, a_T$  (como muestra la figura 1a). El valor «F» de la fuerza ejercida sobre el pedal del freno, en el punto de intersección entre esta línea y una línea horizontal expresada como  $a = a_{ABS}$ , se definirá como  $F_{ABS, \text{ extrapolada}}$ :

$$F_{ABS, \text{ extrapolada}} = \frac{F_T \cdot a_{ABS}}{a_T}$$

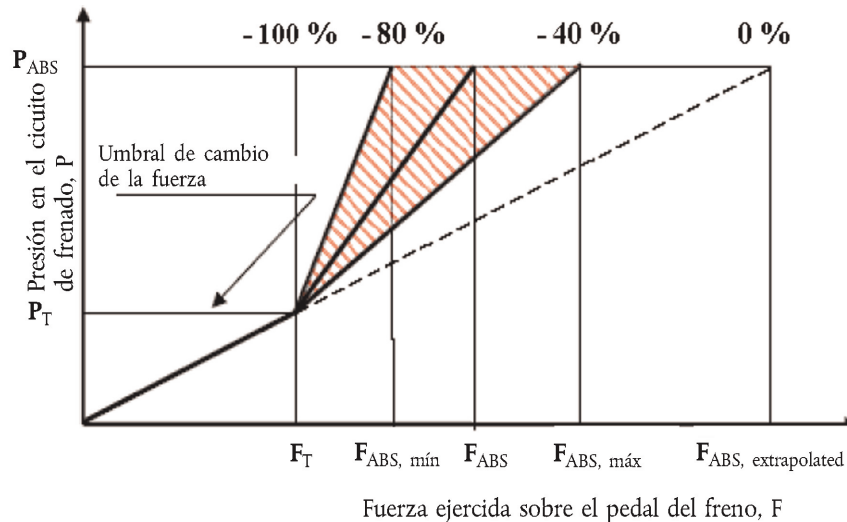
- 3.2.5. Como alternativa, en el caso de los vehículos de categoría  $N_1$  (o de los de categoría  $M_1$  derivados de los anteriores), y una masa bruta de más de 2 500 kg, el fabricante puede optar por calcular los valores  $F_T$ ,  $F_{ABS, \text{ mín}}$ ,  $F_{ABS, \text{ máx}}$  y  $F_{ABS, \text{ extrapolada}}$  relativos a la fuerza ejercida sobre el pedal del freno a partir de la característica de la respuesta de la presión en el circuito de frenado, en vez de a partir de la deceleración del vehículo. Las mediciones se efectuarán cuando la fuerza ejercida sobre el pedal del freno esté en aumento.

- 3.2.5.1. La presión a la que se iniciará la realización de ciclos del ABS se hallará mediante cinco ensayos a partir de  $100 \pm 2 \text{ km/h}$  en los que se accionará el pedal del freno hasta que se active el ABS; las cinco presiones a las que esto ocurra, determinadas a partir de la presión en las ruedas delanteras, se registrarán y el valor medio obtenido se designará como  $P_{ABS}$ .
- 3.2.5.2. La presión de umbral  $P_T$  será especificada por el fabricante y corresponderá a una deceleración situada entre  $2,5$  y  $4,5 \text{ m/s}^2$ .
- 3.2.5.3. La figura 1b se determinará de acuerdo con las disposiciones del punto 3.2.4, pero utilizando las mediciones de la presión en el circuito de frenado para definir los parámetros enumerados en el punto 3.2.5 de la presente parte, siendo:

$$F_{ABS, \text{ extrapolada}} = \frac{F_T \cdot P_{ABS}}{P_T}$$

Figura 1b:

Característica de la fuerza ejercida sobre el pedal necesaria para alcanzar una deceleración máxima con un BAS de categoría «A»



### 3.3. Evaluación de los datos

La presencia de un BAS de categoría «A» queda probada si

$$F_{ABS,mín} \leq F_{ABS} \leq F_{ABS,máx}$$

siendo:

$$F_{ABS,máx} - F_T \leq (F_{ABS,extrapolada} - F_T) \cdot 0,6$$

y

$$F_{ABS,mín} - F_T \geq (F_{ABS,extrapolada} - F_T) \cdot 0,2$$

### 4. EVALUACIÓN DE LA PRESENCIA DE UN BAS DE CATEGORÍA «B»

Los BAS de categoría «B» se ajustarán a los requisitos de ensayo establecidos en los puntos 4.1 y 4.2 de la presente parte.

#### 4.1. Ensayo 1: ensayo de referencia para determinar $F_{ABS}$ y $a_{ABS}$

4.1.1. Los valores de referencia  $F_{ABS}$  y  $a_{ABS}$  se determinarán de acuerdo con el procedimiento descrito en el apéndice 4 del presente anexo.

#### 4.2. Ensayo 2: activación del BAS

Se conducirá el vehículo a la velocidad de ensayo en línea recta a la velocidad de ensayo especificada en el punto 2.4 de la presente parte. El conductor accionará rápidamente el pedal del freno de conformidad con la figura 2, simulando una situación de frenado de emergencia a fin de que el BAS se active y el ABS ejecute ciclos completos.

Para activar el BAS se accionará el pedal del freno siguiendo las instrucciones del fabricante del vehículo. Este notificará al servicio técnico los valores de entrada requeridos para el pedal del freno al presentar la solicitud de homologación de tipo. Se demostrará a satisfacción del servicio técnico que el BAS se activa en las condiciones especificadas por el fabricante conforme a lo dispuesto en el punto 22.1.2 del anexo 1.

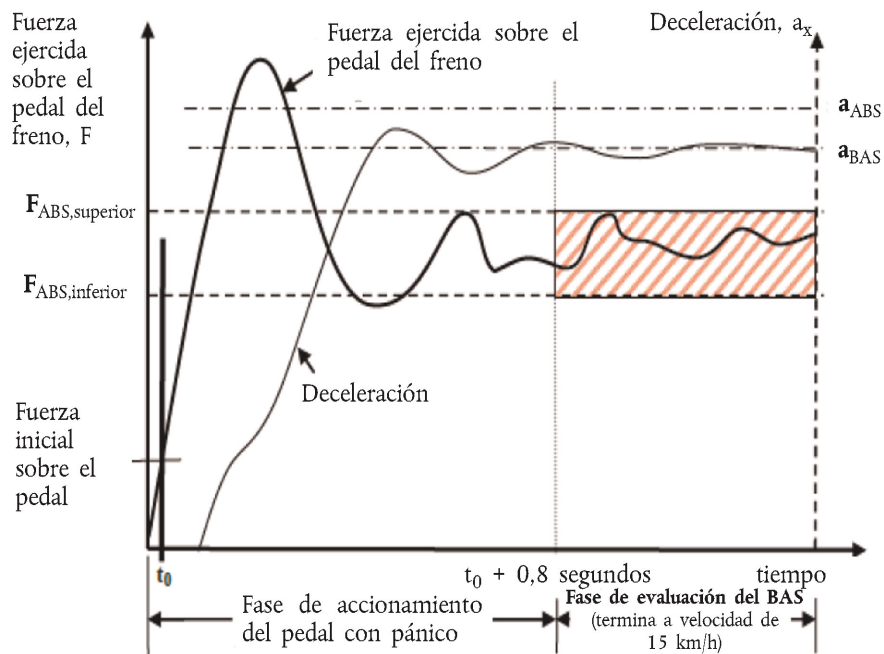
Después de  $t = t_0 + 0,8$  s y hasta que la velocidad del vehículo se haya reducido a 15 km/h, se mantendrá la fuerza sobre el pedal del freno en un intervalo situado entre  $F_{ABS, superior}$  y  $F_{ABS, inferior}$ , siendo  $F_{ABS, superior} = 0,7 F_{ABS}$  y  $F_{ABS, inferior} = 0,5 F_{ABS}$ .

También se considerarán cumplidos los requisitos si, después de  $t = t_0 + 0,8$  s, la fuerza sobre el pedal se sitúa por debajo de  $F_{ABS, inferior}$  a condición de que se cumpla el requisito del punto 4.3.

#### 4.3. Evaluación de los datos

La presencia de un BAS de categoría «B» quedará probada si se mantiene una deceleración media ( $a_{BAS}$ ) de al menos  $0,85 \cdot a_{ABS}$  desde el instante en que  $t = t_0 + 0,8$  s hasta el instante en que la velocidad del vehículo se haya reducido a 15 km/h.

Figura 2:  
Ejemplo de ensayo 2 de un BAS de categoría «B»



*Apéndice 1***Utilización de la simulación de la estabilidad dinámica**

La eficacia del ESC podrá determinarse mediante una simulación informática.

**1. UTILIZACIÓN DE LA SIMULACIÓN**

- 1.1. El fabricante del vehículo demostrará a la autoridad de homologación de tipo o al servicio técnico la función de control de la estabilidad del vehículo simulando las maniobras dinámicas del punto 5.9 de la parte A del anexo 9.
- 1.2. La simulación constituirá un medio que permitirá demostrar el grado de estabilidad del vehículo teniendo en cuenta:
  - a) la velocidad angular de guiñada 1 s después de completada la maniobra del impulso de dirección de seno con pausa (tiempo  $T_0 + 1$ );
  - b) la velocidad angular de guiñada 1,75 s después de completada la maniobra del impulso de dirección de seno con pausa;
  - c) el desplazamiento transversal del centro de gravedad del vehículo con respecto a su trayectoria recta inicial.
- 1.3. La simulación se realizará con una herramienta validada de modelización y simulación y utilizando las maniobras dinámicas del punto 5.9 de la parte A del anexo 9 en las condiciones de ensayo del punto 4 de dicho anexo.

En el apéndice 2 del presente anexo se describe el método de validación de la herramienta de simulación.

---

## Apéndice 2

**Herramienta de simulación de la estabilidad dinámica y validación de la misma**

## 1. ESPECIFICACIONES DE LA HERRAMIENTA DE SIMULACIÓN

1.1. El método de simulación tendrá en cuenta los principales factores que influyen en la trayectoria y en el balanceo del vehículo. Un modelo tipo podrá incluir los siguientes parámetros del vehículo de forma explícita o implícita:

- a) eje/rueda
- b) suspensión
- c) neumático
- d) chasis/carrocería del vehículo
- e) cadena de tracción/transmisión, si procede
- f) sistema de frenos
- g) carga útil.

1.2. La función de control de la estabilidad del vehículo se añadirá al modelo de simulación mediante:

- a) un subsistema (modelo software, «software model») de la herramienta de simulación o bien
- b) una caja de control electrónico en una configuración de hardware en bucle («hardware-in-the-loop»)

## 2. VALIDACIÓN DE LA HERRAMIENTA DE SIMULACIÓN

2.1. La validez de la herramienta de modelización y simulación se comprobará mediante comparaciones con ensayos prácticos en vehículos. Los ensayos utilizados para la validación consistirán en las maniobras dinámicas contempladas en el punto 5.9 de la parte A del anexo 9.

Durante los ensayos, las siguientes variables del movimiento, según el caso, se registrarán o calcularán conforme a la norma ISO 15037 parte 1:2005: Condiciones generales para vehículos automóviles, o parte 2:2002: Condiciones generales para vehículos pesados y autobuses (según la categoría del vehículo):

- a) ángulo en el volante ( $\delta_H$ )
- b) velocidad longitudinal ( $v_X$ )
- c) ángulo de deriva ( $\beta$ ) o velocidad transversal ( $v_Y$ ) (facultativo)
- d) aceleración longitudinal ( $a_X$ ) (facultativo)
- e) aceleración transversal ( $a_Y$ )
- f) velocidad de guiñada ( $d\psi/dt$ )
- g) velocidad de balanceo ( $d\Phi/dt$ )
- h) velocidad de cabeceo ( $d\vartheta/dt$ )
- i) ángulo de balanceo ( $\Phi$ )
- j) ángulo de cabeceo ( $\vartheta$ )

- 2.2. El objetivo consiste en mostrar que la simulación del comportamiento del vehículo y del funcionamiento de la función de control de la estabilidad del vehículo es comparable con lo que se observa en los ensayos prácticos en vehículos.
  - 2.3. Se considerará validado el simulador cuando sus resultados sean comparables a los de los ensayos prácticos producidos por un determinado tipo de vehículo durante las maniobras dinámicas del punto 5.9 de la parte A del anexo 9. La comparación se realizará mediante la relación de la activación y la secuencia de la función de control de la estabilidad del vehículo en la simulación y en el ensayo práctico en vehículo.
  - 2.4. Los parámetros físicos que difieran entre la configuración del vehículo de referencia y la del vehículo simulado se modificarán en consecuencia en la simulación.
  - 2.5. Se elaborará un informe del ensayo por simulación conforme al modelo del apéndice 3 del presente anexo, y se adjuntará una copia del mismo al acta de homologación del vehículo.
-



## Apéndice 3

**Acta de ensayo de la herramienta de simulación de la función de control de la estabilidad del vehículo**

Número del acta: .....

## 1. Identificación

1.1. Nombre y dirección del fabricante de la herramienta de simulación .....

1.2. Identificación de la herramienta de simulación: nombre/modelo/número (*hardware* y *software*) .....

## 2. Ámbito de aplicación

2.1. Tipo de vehículo: .....

2.2. Configuraciones del vehículo: .....

## 3. Ensayo de verificación en vehículo

3.1. Descripción del vehículo o vehículos: .....

3.1.1. Identificación del vehículo o vehículos: marca/modelo/VIN .....

3.1.2. Descripción del vehículo, incluidos la suspensión/las ruedas, el motor y los órganos de transmisión, los sistemas de frenado, el sistema de dirección, con nombre/modelo/número de identificación: .....

3.1.3. Datos del vehículo o vehículos utilizados en la simulación (explícitos): .....

3.2. Descripción de los lugares, las condiciones de la superficie de la carretera/superficie de la zona de ensayos, temperatura y fecha o fechas: .....

3.3. Resultados con la función de control de la estabilidad del vehículo encendida y apagada, incluidas las variables del movimiento mencionadas en el anexo 9, apéndice 2, punto 2.1, según proceda: .....

## 4. Resultados de la simulación

4.1. Parámetros del vehículo o vehículos y valores utilizados en la simulación no tomados del ensayo efectivo del vehículo (implícitos) .....

4.2. Estabilidad ante la guiñada y desplazamiento transversal conforme a los puntos 3.1 a 3.3 de la parte A del anexo 9:

5. Este ensayo ha sido efectuado y sus resultados consignados con arreglo a lo prescrito en el apéndice 2 del anexo 9 del Reglamento nº 13-H, modificado por última vez por el suplemento 7.

Servicio técnico que efectúa el ensayo <sup>(1)</sup> .....

Firma: ..... Fecha: .....

Autoridad de homologación <sup>(1)</sup> .....

Firma: ..... Fecha: .....

---

<sup>(1)</sup> Debe estar firmado por distintas personas si el servicio técnico y la autoridad de homologación son la misma entidad.

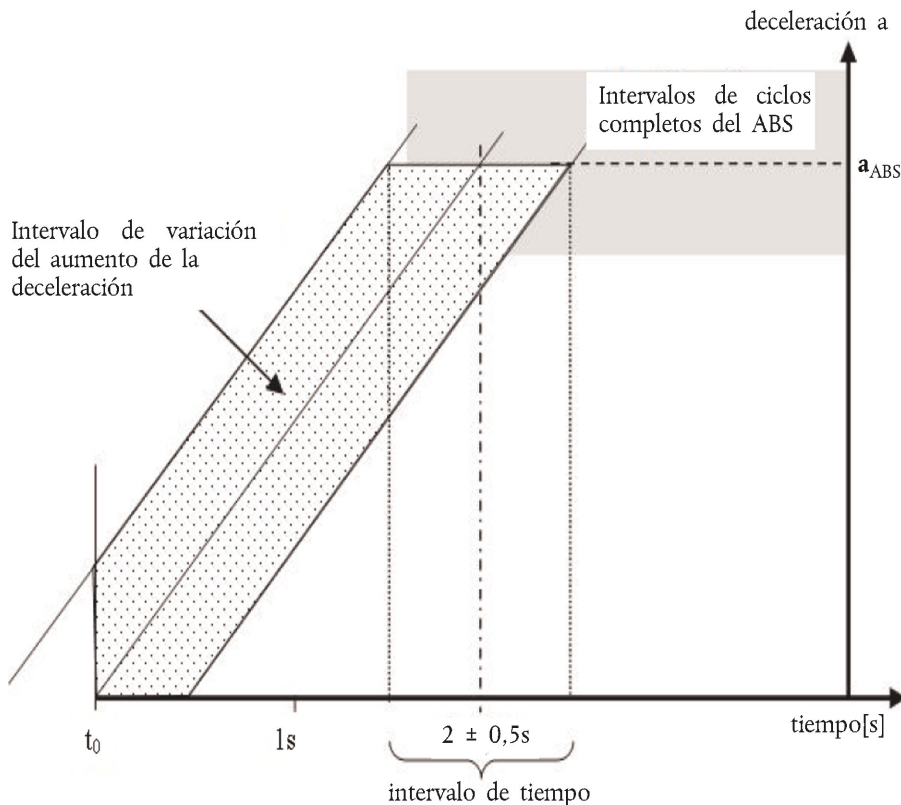
Apéndice 4

Método de determinación de  $F_{ABS}$  y  $a_{ABS}$

- 1.1. La fuerza ejercida sobre el pedal  $F_{ABS}$  es la fuerza mínima que ha de aplicarse sobre el pedal en un vehículo determinado a fin de alcanzar la máxima deceleración que indica que el ABS realiza ciclos completos.  $a_{ABS}$  designa la deceleración de un vehículo determinado durante la deceleración ABS, según se define en el punto 1.7 siguiente.
- 1.2. El pedal del freno se accionará lentamente (sin activar el BAS en el caso de los sistemas de categoría B) de forma que la deceleración aumente constantemente hasta que el ABS realice ciclos completos (véase la figura 3).
- 1.3. La deceleración plena se alcanzará en un intervalo de tiempo de  $2,0 \pm 0,5$  s. La curva de deceleración registrada en relación al tiempo se situará en un intervalo de  $\pm 0,5$  s en torno de la línea central del intervalo de la curva de deceleración. El ejemplo de la figura 3 se origina en el tiempo  $t_0$  y corta la línea  $a_{ABS}$  en 2 s. Una vez que se haya alcanzado la plena deceleración, se accionará el pedal del freno de forma que el ABS siga efectuando ciclos completos. El tiempo de activación plena del ABS se define como el instante en el que se alcanza la fuerza sobre el pedal  $F_{ABS}$ . La medición se realizará en el intervalo correspondiente a la variación del incremento de la deceleración (véase la figura 3).

Figura 3:

Intervalo de deceleración para la determinación de  $F_{ABS}$  y  $a_{ABS}$



- 1.4. Se llevarán a cabo cinco ensayos conforme a los requisitos del punto 1.3 anterior. En cada uno de estos ensayos válidos, la deceleración del vehículo se representará gráficamente como una función de la fuerza registrada sobre el pedal del freno. Para realizar los cálculos descritos en los párrafos siguientes, solo se tendrán en cuenta los datos registrados a velocidades superiores a los 15 km/h.
- 1.5. A fin de determinar  $a_{ABS}$  y  $F_{ABS}$  se aplicará un filtro de paso bajo de 2 Hz para la deceleración del vehículo y para la fuerza ejercida sobre el pedal.

- 1.6. La deceleración media se calculará a partir de los valores de las cinco curvas de «deceleración en función de la fuerza sobre el pedal del freno» con incrementos de 1 N en la fuerza aplicada sobre el pedal. La curva así obtenida representará la deceleración media en función de la fuerza aplicada sobre el pedal del freno, designada en el presente apéndice como «curva maF».
  - 1.7. El valor máximo de deceleración del vehículo se determinará a partir de la «curva maF» y se denominará «a<sub>máx</sub>».
  - 1.8. Se promediarán todos los valores de la «curva maF» por encima del 90 % de este valor de deceleración «a<sub>máx</sub>». Este valor de «a» representará la deceleración «a<sub>ABS</sub>» mencionada en el presente anexo.
  - 1.9. La fuerza mínima aplicada sobre el pedal (F<sub>ABS</sub>) suficiente para alcanzar la deceleración a<sub>ABS</sub> se definirá como el valor F correspondiente a a= a<sub>ABS</sub> en la curva maF.
-

## Apéndice 5

**Tratamiento de datos para el BAS**  
**(punto 2.2.3 de la parte B del anexo 9)**

## 1. TRATAMIENTO ANALÓGICO DE LOS DATOS

El ancho de banda de todo el sistema combinado de captadores/registrador no será inferior a 30 Hz.

Para poder llevar a cabo el filtrado de señales necesario, se utilizarán filtros de paso bajo de orden superior o igual a 4. El ancho de la banda pasante (de 0 Hz a la frecuencia  $f_0$  a  $-3$  dB) no será inferior a 30 Hz. Los errores de amplitud serán inferiores a un  $\pm 0,5$  % en la gama de frecuencias pertinente entre 0 Hz y 30 Hz. Todas las señales analógicas se tratarán con filtros cuyas características de fase sean suficientemente parecidas para garantizar que las diferencias en los retardos debidas al filtrado no excedan los límites de exactitud requeridos para la medición del tiempo.

*Nota:* durante el filtrado analógico de señales con componentes de frecuencias diferentes se pueden producir desplazamientos de fase. Por lo tanto, es preferible utilizar un método de tratamiento de los datos como el descrito en el punto 2 del presente apéndice.

## 2. TRATAMIENTO DIGITAL DE LOS DATOS

## 2.1. Consideraciones generales

Al preparar las señales analógicas debe prestarse atención a la atenuación de la amplitud del filtro y a la frecuencia de muestreo para evitar errores de solape, así como desfases y retardos debidos al filtrado. El muestreo y digitalización suponen definir los parámetros siguientes: la amplificación de las señales previa al muestreo a fin de reducir al mínimo los errores de digitalización; el número de bits por muestra; el número de muestras por ciclo; los amplificadores de muestreo y mantenimiento de señal; y el espaciamiento temporal de las muestras. Entre los parámetros para un filtrado digital complementario sin fases se encuentra la selección de bandas pasantes y bandas recortadas y la atenuación y la ondulación admisible de cada una de ellas; así como la corrección de los retardos debidos al filtrado. Se tendrá en cuenta cada uno de estos factores a fin de lograr una exactitud global relativa de  $\pm 0,5$  % en la adquisición de los datos.

## 2.2. Errores de solape

Con objeto de evitar errores de solape imposibles de corregir, las señales analógicas se filtrarán de forma adecuada antes del muestreo y la digitalización. El orden de los filtros utilizados, así como su banda pasante, se elegirán en función tanto de la planitud requerida en la gama de frecuencias pertinente como de la frecuencia de muestreo.

Las características mínimas del filtro y la frecuencia de muestro cumplirán los siguientes requisitos:

- a) en la gama de frecuencias pertinente de 0 Hz a  $f_{\text{máx}} = 30$  Hz, la atenuación será inferior a la resolución del sistema de adquisición de datos; y
- b) a una frecuencia igual a la mitad de la frecuencia de muestreo (es decir, la frecuencia Nyquist o frecuencia de «doblado») se reducirán las magnitudes de todos los componentes de frecuencia de la señal y el ruido hasta valores inferiores a los de la resolución del sistema.

Para una resolución de 0,05 %, la atenuación del filtro será inferior al 0,05 % en la gama de frecuencias entre 0 y 30 Hz, y superior al 99,95 % en todas las frecuencias superiores a la mitad de la frecuencia de muestreo.

*Nota:* la atenuación para un filtro Butterworth se determina por las siguientes fórmulas:

$$A^2 = \frac{1}{1 + [f_{\text{máx}}/f_0]^{2n}} \quad \text{y} \quad A^2 = \frac{1}{1 + [f_N/f_0]^{2n}}$$

siendo:

$n$  representa el orden del filtro;

$f_{\text{máx}}$  representa la gama de frecuencias pertinente (30 Hz);

$f_o$  representa la frecuencia de corte del filtro;

$f_N$  representa la frecuencia de Nyquist o frecuencia de «doblado».

Con respecto a un filtro de cuarto orden

Para  $A = 0,9995$ :  $f_o = 2,37 \cdot f_{m\acute{a}x}$

Para  $A = 0,0005$ :  $f_s = 2 \cdot (6,69 \cdot f_o)$ , siendo  $f_s$ , la frecuencia de muestreo =  $2 \cdot f_N$ .

### 2.3. Desfases del filtro y retardos para un filtrado antisolapes

Se evitará el filtrado analógico excesivo y todos los filtros presentarán características de fase suficientemente similares como para asegurar que las diferencias en los retardos no excedan los límites de exactitud requeridos para la medición del tiempo. Los desfases son especialmente significativos si se multiplican entre sí las variables medidas para formar nuevas variables, ya que, al multiplicar las amplitudes, aumentan también los desfases y los retardos asociados. Los desfases y los retardos se reducen al aumentar el valor de  $f_o$ . Siempre que se conozcan las ecuaciones que describen los filtros de premuestreo sean conocidas, resulta práctico suprimir los desfases y retardos de las mismas aplicando algoritmos simples en el dominio frecuencial.

*Nota:* En la gama de frecuencias en las que las características de amplitud del filtro permanecen planas, el desfase  $\Phi$  de un filtro Butterworth se puede estimar mediante la aproximación siguiente:

$\Phi = 81 \cdot (f/f_o)$  grados para un filtro de segundo orden

$\Phi = 150 \cdot (f/f_o)$  grados para un filtro de cuarto orden

$\Phi = 294 \cdot (f/f_o)$  grados para un filtro de octavo orden

El retardo para todos los filtros, independientemente de su orden será:  $t = (\Phi/360) \cdot (1/f_o)$

### 2.4. Muestreo y digitalización de los datos

A 30 Hz, la amplitud de la señal puede sufrir variaciones de, como máximo, un 18 % por ms. Para reducir hasta un 0,1 % los errores dinámicos debidos a los cambios en las señales analógicas de entrada, el tiempo de muestreo o de digitalización será inferior a 32  $\mu$ s. Todos los pares o conjuntos de muestras de datos que vayan a compararse se tomarán simultáneamente o en un periodo de tiempo suficientemente corto.

### 2.5. Requisitos del sistema

El sistema de datos tendrá una resolución de 12 bits ( $\pm 0,05$  %) como mínimo, y una exactitud de  $\pm 0,1$  % (2 lbs). Los filtros antisolape serán de orden 4 o superior y el intervalo de datos pertinente  $f_{m\acute{a}x}$  estará comprendido entre 0 y 30 Hz.

Para los filtros de cuarto orden, la frecuencia de la banda pasante  $f_o$  (entre 0 Hz y la frecuencia  $f_o$ ) será superior a  $2,37 \cdot f_{m\acute{a}x}$  si posteriormente se ajustan los errores de fase durante el tratamiento digital de los datos; en caso contrario, será superior a  $5 \cdot f_{m\acute{a}x}$ . La frecuencia de muestreo de los datos  $f_s$  para los filtros de cuarto orden será superior a  $13,4 \cdot f_o$ .

---



**EUROPEAN NEW CAR ASSESSMENT PROGRAMME  
(Euro NCAP)**

**THE DYNAMIC TEST OF CAR  
ELECTRONIC STABILITY CONTROL (ESC)  
SYSTEMS PROTOCOL**

Version 1.2  
June 2011

Copyright ©Euro NCAP - This work is the intellectual property of Euro NCAP. Permission is granted for this material to be shared for non-commercial, educational purposes, provided that this copyright statement appears on the reproduced materials and notice is given that the copying is by permission of Euro NCAP. To disseminate otherwise or to republish requires written permission from Euro NCAP.

## CONTENTS

1.	INTRODUCTION .....	1
2.	DEFINITIONS.....	1
3.	REFERENCE SYSTEM.....	3
4.	VARIABLES .....	4
5.	MEASURING EQUIPMENT.....	5
6.	TEST CONDITIONS.....	6
7.	TEST PROCEDURE .....	8
8.	POST DATA PROCESSING .....	10
9.	PHOTOGRAPHIC AND VIDEO REQUIREMENTS.....	11
	APPENDIX I - VEHICLE SPECIFICATIONS .....	12
	APPENDIX II - TEST CONDITIONS.....	13
	APPENDIX III - COORDINATE TRANSFORMATIONS .....	14
	APPENDIX IV – REFERENCES .....	15



## 1. INTRODUCTION

This test specifies performance and equipment requirements for Electronic Stability Control (ESC) systems. The purpose of this test is to reduce the number of deaths and injuries that result from crashes in which the driver loses directional control of the vehicle, including those resulting in vehicle rollover.

## 2. DEFINITIONS

For the purpose of this procedure, the following definitions shall apply:

- 2.1. Ackerman Steer Angle** means the angle whose tangent is the wheelbase divided by the radius of the turn at a very low speed.
- 2.2. Electronic Stability Control System or ESC System** means a system that has all of the following attributes:
- (a) That improves vehicle directional stability by at least having the ability to automatically control individually the braking torques of the left and right wheels on each axle or an axle of each axle group<sup>1</sup> to induce a correcting yaw moment based on the evaluation of actual vehicle behaviour in comparison with a determination of vehicle behaviour demanded by the driver;
  - (b) That is computer-controlled with the computer using a closed-loop algorithm to limit vehicle oversteer and to limit vehicle understeer based on the evaluation of actual vehicle behaviour in comparison with a determination of vehicle behaviour demanded by the driver;
  - (c) That has a means to determine directly the value of vehicle's yaw rate and to estimate its side slip or side slip derivative with respect to time;
  - (d) That has a means to monitor driver steering inputs; and
  - (e) That has an algorithm to determine the need, and a means to modify propulsion torque, as necessary, to assist the driver in maintaining control of the vehicle.
- 2.3. Lateral Acceleration** means the component of the vector acceleration of a point in the vehicle perpendicular to the vehicle x axis (longitudinal) and parallel to the road plane.
- 2.4. Oversteer** means a condition in which the vehicle's yaw rate is greater than the yaw rate that would occur at the vehicle's speed as result of the Ackerman Steer Angle.
- 2.5. Sideslip or side slip angle** means the arctangent of the ratio of the lateral velocity to the longitudinal velocity of the centre of gravity of the vehicle.
- 2.6. Understeer** means a condition in which the vehicle's yaw rate is less than the yaw rate that would occur at the vehicle's speed as result of the Ackerman Steer Angle.
- 2.7. Yaw rate** means the rate of change of the vehicle's heading angle measured in degrees/second of rotation about a vertical axis through the vehicle's centre of gravity.
- 2.8. Peak braking coefficient (PBC):** means the measure of tyre to road surface friction based on the max deceleration of a rolling tyre.
- 2.9. Centre of Gravity (CoG):** means the mean location of all the mass in the vehicle at kerb weight and with a full fuel load. . In case the CoG height is not available or supplied by the OEM, it will be approximated as 38% of maximum roof height.

---

<sup>1</sup> An axle group shall be treated as a single axle and dual wheels shall be treated as a single wheel.

**2.10. Static Stability Factor (SSF)** means one-half the track width of a vehicle divided by the height of its Centre of gravity:

$$\text{SSF} = \text{T}/2\text{H}$$

**T** = track width average of front and rear axle

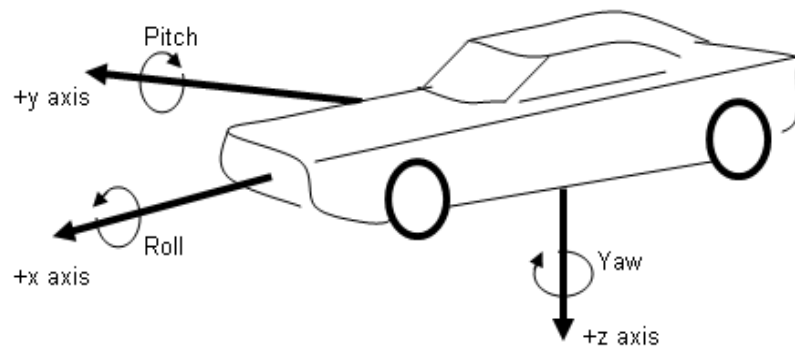
**H** = height of the Centre of Gravity (CoG) of the vehicle at kerb weight and with a full fuel load. By default it will be approximated as 38% of maximum roof height. Where CoG height is measured and/or supplied by the OEM, these values must be reported for monitoring purpose.

### 3. REFERENCE SYSTEM

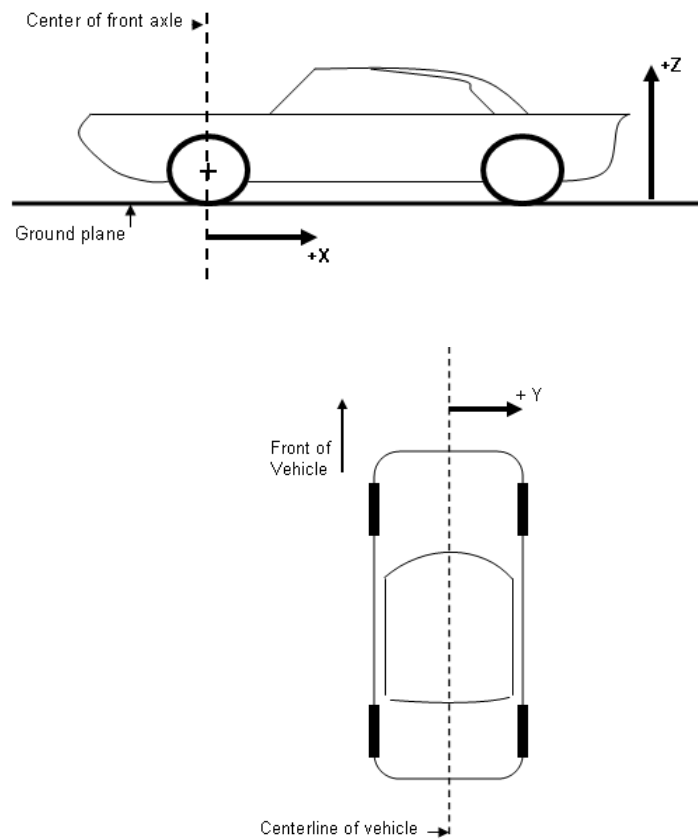
The coordinate system used must be an ordinary Cartesian co-ordinate system with 90° between the axes and the sign convention detailed in Table 1 and Figure 1:

**Table 1: Coordinate system**

Measure	Reference
Positive X	Horizontally forward, in the longitudinal symmetry plane
Positive Y	To the driver's right-hand side
Positive Z	Vertically downward



**Figure 1: Coordinate system**



**Figure 2: Centre of Gravity and inertial sensor reference**

#### **4. VARIABLES**

The following variables shall be determined:

- 1) Steering wheel angle
- 2) Longitudinal acceleration
- 3) Lateral acceleration
- 4) Vertical acceleration
- 5) Yaw velocity
- 6) Pitch velocity
- 7) Roll velocity
- 8) Longitudinal velocity
- 9) Roll angle
- 10) Pitch angle
- 11) Steering wheel rate (by measurement or calculation)
- 12) Lateral velocity

The following variables may be determined (optional – monitoring purpose only):

- 13) Wheel lift
- 14) Brake pressures
- 15) Sideslip angle
- 16) Vehicle trajectory (GPS)
- 17) Steering wheel torque

## 5. MEASURING EQUIPMENT

The variables to be determined in accordance with Chapter 4 shall be measured by means of appropriate transducers. Their time histories shall be recorded on a multi-channel recording system having a time base. The typical operating ranges and recommended specifications are given in the table below:

Variables to be measured	Range	Resolution and accuracy
Steering wheel angle	-360° to 360°	Resolution 0.25° Accuracy ± 0.25°
Longitudinal acceleration Lateral acceleration Vertical acceleration	-20 m/s <sup>2</sup> to 20 m/s <sup>2</sup>	Resolution < 100µm/s <sup>2</sup> Accuracy < 0.05% of full range
Roll rate Pitch rate Yaw rate	-100°/s to 100 °/s	Resolution < 0.004 deg/s Accuracy + 0.05% of full range
Longitudinal velocity	-	Accuracy 0.2 kph RMS
Roll angle Pitch angle	-15° to 15°	Accuracy ± 1% of full range

The following table summarises the main specifications of the test equipment required for the test:

Equipment	Specifications
Data acquisition system	Sampling rate: real 100 Hz Signal conditioning: amplification, anti-alias filtering, digitising. Amplifier gains: selected to maximise the signal-to-noise ratio of the digitised data. Filtering: two-pole low-pass Butterworth filters with nominal cut-off frequencies selected to prevent aliasing.
Automated steering machine	Fitted with steering angle encoder for controlling steering wheel angle input and output. Torque: minimum of 60 Nm when operating with steering wheel velocities up to 1200 deg/sec. The steering machine must be able to move the vehicle's steering system through its full range. Accept vehicle speed sensor feedback input to initiate steering programs at a preset road speeds. Possible to change the steering program during test sessions.

Additionally, the following variables may be determined:

Variables to be measured	Range	Resolution and accuracy
Steering wheel torque	-125 Nm to 125 Nm	Accuracy ± 0.3 Nm
Steering wheel rate	-1500°/s to 1500 °/s	(SWA differentiation)
Height sensor (wheel lift)	300 ± 200 mm	Resolution 0.2 mm Linearity ≤ 0.4%
Lateral velocity	-	Accuracy 0.2 kph RMS
Sideslip angle	- 90° to 90°	Accuracy ± 0.3°
Brake pressure	0 to 200 bar	Accuracy ± 1 bar
Trajectory (posX, posY)	-	Accuracy ≤ 0.02 m (DGPS)

## 6. TEST CONDITIONS

Limits and specifications for the ambient wind and vehicle test conditions are established in this chapter and shall be maintained throughout each test. Any deviations shall be shown in the test report.

### 6.1. Test track

**6.1.1.** The tests shall be conducted on a smooth, clean, dry, uniform, solid-paved surface. Surfaces with irregularities and undulations, such as dips and large cracks, are unsuitable.

**6.1.2.** The test surface shall have a consistent slope between level and 1%.

**6.1.3.** The road test surface shall have a minimal peak braking coefficient (PBC) of 0.9, when measured using the method specified in (ASTM) E1136-93 (1993) standard reference test tyre, in accordance with ASTM Method E 1337-90 (reapproved 1996).

### 6.2. Weather conditions

**6.2.1.** During the measurements, the ambient temperature shall be between 7° C and 35° C and there shall be dry weather conditions.

**6.2.2.** During the measurements, ambient wind velocity shall not exceed 10 m/s for vehicles with SSF > 1.25 and 5 m/s for vehicles with SSF ≤ 1.25 regardless of wind direction.

**6.2.3.** For each test procedure, weather conditions shall be recorded in the test report.

### 6.3. Test vehicle

#### 6.3.1. ESC system

**6.3.1.1.** The ESC system is enabled for all testing.

**6.3.1.2.** If possible to change, the vehicle will be tested with the default (normal) ESC mode. When the vehicle is equipped with a hardware (manual) switch or a memory key that stores ESC settings, the most challenging mode will be tested.

#### 6.3.2. Tyres

**6.3.2.1.** The test shall be performed with the tyres fitted on the test vehicle (according to the manufacturer's specifications). It is allowed to change to tyres which are acquired at an official car dealer, if those tyres are identical make, model, size, speed and load rating to original.

**6.3.2.2.** The tyres shall be inflated to the vehicle manufacturer's recommended cold tyre inflation pressure(s) e.g. as specified on the vehicle's placard or the tyre inflation pressure label. Inflation pressures should be those corresponding to least loading condition. Tubes may be installed to prevent tyre de-beading.

**6.3.2.3.** The tyres shall be run in according to the paragraph 7.2 tyre conditioning. After running in, the tyres shall be maintained at the same position on the vehicle throughout the tests.

#### 6.3.3. Vehicle loading conditions

**6.3.3.1. Outriggers.** Outriggers may be used for testing if deemed necessary for test drivers' safety. As a guideline, the following applies. The test laboratory will choose the most appropriate outrigger based on their experience.

For vehicles with a Static Stability Factor (SSF) ≤ 1.25;

(a) Vehicles with a mass in running order under 1,800 kg shall be equipped with "standard" outriggers. Standard outriggers shall be designed with a maximum mass of 35 kg and a maximum roll moment of inertia of 35 kg·m<sup>2</sup>

(b) Vehicles with a mass in running order equal to or greater than 1,800 kg shall be equipped with "heavy" outriggers. Heavy outriggers shall be designed with a maximum mass of 40 kg and a maximum roll moment of inertia of 40 kg·m<sup>2</sup>.

**6.3.3.2.** The vehicle is loaded with the fuel tank filled to at least 90 per cent of capacity, and a total interior load of 168 kg comprised of the test driver and test equipment (automated steering machine, data acquisition system and the power supply for the steering machine), and ballast as required to make up for any shortfall in the weight of test drivers and test equipment.

#### **6.3.3.3. Unladen Kerb Mass**

6.3.3.3.1. Fill up the tank with fuel to 100% of the tank's capacity of fuel.

6.3.3.3.2. Check the oil level and top up to its maximum level if necessary. Similarly, top up the levels of all other fluids to their maximum levels if necessary.

6.3.3.3.3. Ensure that the vehicle has its spare wheel on board, if fitted, along with any tools supplied with the vehicle. Nothing else should be in the car.

6.3.3.3.4. Ensure that all tyres are inflated according to the manufacturer's instructions for the appropriate loading condition.

6.3.3.3.5. Measure the front and rear axle masses and determine the total mass of the vehicle. The total mass is the 'unladen kerb mass' of the vehicle. Record this mass in the test details.

6.3.3.3.6. If outriggers are required by the SSF, mount the outriggers to the vehicle and repeat paragraph 6.3.3.3.5.

6.3.3.3.7. Calculate the required ballast mass, by subtracting the mass of the test driver and test equipment from the required 168 kg interior load.

#### **6.3.4. Wheel alignment measurement**

**6.3.4.1.** The vehicle should be subject to a vehicle (in-line) geometry check to record the wheel alignment set by the OEM. This should be done with the vehicle in test weight, meaning kerb weight and full fuel load.

#### **6.3.5. Vehicle Preparation**

**6.3.5.1.** Fit the on-board test equipment and instrumentation in the vehicle. Also fit any associated cables, cabling boxes and power sources.

**6.3.5.2.** Place weights with a mass of the ballast mass. Any items added should be securely attached to the car.

**6.3.5.3.** With the driver in the vehicle, weigh the front and rear axle loads of the vehicle. Compare these loads with those determined in paragraph 6.3.3.3.5.

**6.3.5.4.** The total vehicle mass shall be the unladen kerb plus full fuel load mass, plus 168kg +/- 1%. The front/rear axle load distribution needs to be within 5% of the front/rear axle load distribution of the original unladen kerb mass plus full fuel load. If the vehicle differs from the requirements given in this paragraph, items may be removed or added to the vehicle which has no influence on its performance. Any items added to increase the vehicle mass should be securely attached to the car.

**6.3.5.5.** Repeat paragraphs 6.3.5.3 and 6.3.5.4 until the front and rear axle loads and the total vehicle mass are within the limits set in paragraph 6.3.5.4. Care needs to be taken when adding or removing weight in order to approximate the original vehicle inertial properties as close as possible. Record the final axle loads in the test details.

## 7. TEST PROCEDURE

### 7.1. **Brake Conditioning.** Condition the vehicle brakes using the method described:

7.1.1. Ten stops are performed from a speed of approximately 56 km/h, with an average deceleration of approximately 0.5g.

7.1.2. Immediately following the series of approximately 56 km/h stops, three additional stops are performed from 72 km/h at higher deceleration.

7.1.3. When executing these 3 stops, sufficient force is applied to the brake pedal to activate the vehicle's antilock brake system (ABS) for a majority of each braking event.

7.1.4. Following completion of the final stop in paragraph 7.1.2, the vehicle is driven at a speed of approximately 72 km/h for five minutes to cool the brakes.

### 7.2. **Tyre Conditioning.** Condition the tyres to wear away mould sheen and achieve operating temperature. Condition the tyres immediately before beginning the test runs of paragraphs 7.3 and 7.4 using the method described:

7.2.1. The test vehicle is driven around a circle 30 metres in diameter at a speed that produces a lateral acceleration of approximately 0.5g to 0.6g for three clockwise laps followed by three counter clockwise laps.

7.2.2. Using a sinusoidal steering pattern at a frequency of 1 Hz, a peak steering wheel angle amplitude corresponding to a peak lateral acceleration of 0.5g to 0.6g, and a vehicle speed of approximately 56 km/h, the vehicle is driven through four passes performing 10 cycles of sinusoidal steering during each pass.

7.2.3. The steering wheel angle amplitude of the final cycle of the final pass is twice that of the other cycles. The maximum time permitted between each lap or pass is five minutes.

### 7.3. **Slowly Increasing Steer Procedure.**

7.3.1. The vehicle is subjected to two series of runs of the Slowly Increasing Steer Test using a constant vehicle speed of  $80 \pm 2$  km/h and a steering pattern that increases by 13.5 degrees per second until a lateral acceleration of approximately 0.5g is obtained. Three repetitions are performed for each test series. One series uses counter clockwise steering, and the other series uses clockwise steering. The maximum time permitted between each pass is five minutes.

7.3.2. From the Slowly Increasing Steer tests, the quantity "A" is determined. "A" is the steering wheel angle in degrees that produces a steady state lateral acceleration (corrected using the methods specified in paragraph 8.3) of 0.3g for the test vehicle. Utilising linear regression, "A" is calculated, to the nearest 0.1 degrees, from each of the six Slowly Increasing Steer tests. The absolute value of the six A's calculated is averaged and rounded to the nearest 0.1 degrees to produce the final quantity, A, used below.

7.3.3. After the quantity "A" has been determined, without replacing the tyres, the tyre conditioning procedure described in paragraph 7.2 is performed immediately prior to conducting the Sine with Dwell Test of paragraph 7.4.

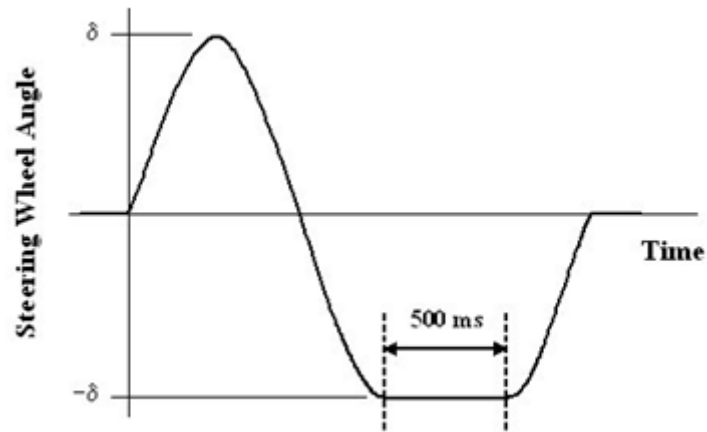
7.3.4. Initiation of the first Sine with Dwell test series shall begin within two hours after completion of the Brake Conditioning in paragraph 7.1.

7.3.5. Check that the ESC system is enabled by ensuring that the ESC malfunction and "ESC Off" (if provided) tell-tales are not illuminated.

### 7.4. **Sine with Dwell Test of Oversteer Intervention and Responsiveness.**

7.4.1. The vehicle is subjected to two series of test runs using a steering pattern of a sine wave at 0.7 Hz frequency with a 500 ms delay beginning at the second peak amplitude as shown in Figure 3 (the Sine with Dwell tests).





**Figure 3: Sine with Dwell steering profile.**

- 7.4.2.** One series uses both counter clockwise steering for the first half cycle, and the other series uses clockwise steering for the first half cycle.
- 7.4.3.** The vehicle is allowed to cool-down between each test run of 90 seconds to five minutes, with the vehicle stationary.
- 7.4.4.** The steering motion is initiated with the vehicle coasting, no throttle input, in the highest possible gear with a minimum engine speed of 2000 rpm at  $80 \pm 2$  km/h. For vehicles with automatic transmission, the gear shall be placed in the drive position D.
- 7.4.5.** The steering amplitude for the initial run of each series is  $1.5A$ , where "A" is the steering wheel angle determined in paragraph 7.3.2.
- 7.4.6.** In each series of test runs, the steering amplitude is increased from run to run, by  $0.5A$ , provided that no such run will result in a steering amplitude greater than that of the final run specified in paragraph 7.4.7.
- 7.4.7.** The steering amplitude of the final run in each series is the greater of  $6.5A$  or 270 degrees, provided the calculated magnitude of  $6.5A$  is less than or equal to 300 degrees. If any  $0.5A$  increment, up to  $6.5A$ , is greater than 300 degrees, the steering amplitude of the final run shall be 300 degrees.
- 7.4.8.** Upon completion of the two series of test runs, post processing of yaw rate and lateral acceleration data is done as specified.

## **8. POST DATA PROCESSING: CALCULATIONS FOR PERFORMANCE METRICS**

Yaw rate and lateral displacement measurements and calculations shall be processed utilising the techniques specified in paragraphs 8.1. to 8.9.

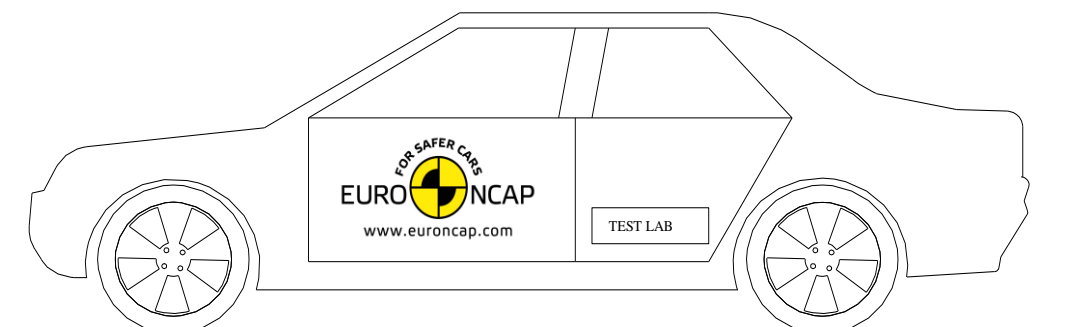
- 8.1.** Raw steering wheel angle data is filtered with a 12-pole phase-less Butterworth filter and a cut-off frequency of 10 Hz. The filtered data is then zeroed to remove sensor offset utilising static pre-test data.
- 8.2.** Raw yaw rate data is filtered with a 12-pole phase-less Butterworth filter and a cut-off frequency of 6 Hz. The filtered data is then zeroed to remove sensor offset utilising static pre-test data.
- 8.3.** Raw lateral acceleration data is filtered with a 12-pole phase-less Butterworth filter and a cut-off frequency of 6 Hz. The filtered data is then zeroed to remove sensor offset utilising static pre-test data. The lateral acceleration data at the vehicle centre of gravity is determined by removing the effects caused by vehicle body roll and by correcting for sensor placement via use of coordinate transformation. For data collection, the lateral accelerometer shall be located as close as possible to the position of the vehicle's longitudinal and lateral centres of gravity.
- 8.4.** Steering wheel velocity is determined by differentiating the filtered steering wheel angle data. The steering wheel velocity data is then filtered with a moving 0.1 second running average filter.
- 8.5.** Lateral acceleration, yaw rate and steering wheel angle data channels are zeroed utilising a defined "zeroing range". The methods used to establish the zeroing range are defined in paragraphs 8.5.1 and 8.5.2.
  - 8.5.1.** Using the steering wheel rate data calculated using the methods described in paragraph 8.4, the first instant steering wheel rate exceeding 75 deg/sec is identified. From this point, steering wheel rate shall remain greater than 75 deg/sec for at least 200 ms. If the second condition is not met, the next instant steering wheel rate exceeding 75 deg/sec is identified and the 200 ms validity check applied. This iterative process continues until both conditions are ultimately satisfied.
  - 8.5.2.** The "zeroing range" is defined as the 1.0 second time period prior to the instant the steering wheel rate exceeds 75 deg/sec (i.e. the instant the steering wheel velocity exceeds 75 deg/sec defines the end of the "zeroing range").
- 8.6.** The Beginning of Steer (BOS) is defined as the first instance filtered and zeroed steering wheel angle data reaches - 5 degrees (when the initial steering input is counter clockwise) or +5 degrees (when the initial steering input is clockwise) after time defining the end of the "zeroing range". The value for time at the BOS is interpolated.
- 8.7.** The Completion of Steer (COS) is defined as the time the steering wheel angle returns to zero at the completion of the Sine with Dwell steering manoeuvre. The value for time at the zero degree steering wheel angle is interpolated.
- 8.8.** The second peak yaw rate is defined as the first local yaw rate peak produced by the reversal of the steering wheel. The yaw rates at 1.000 and 1.750 seconds after COS are determined by interpolation.
- 8.9.** Determine lateral velocity by integrating corrected, filtered and zeroed lateral acceleration data. Zero lateral velocity at BOS event. Determine lateral displacement by integrating zeroed lateral velocity. Zero lateral displacement at BOS event. Lateral displacement at 1.07 seconds from BOS event is determined by interpolation. Lateral displacement may also be determined using GPS data.

## 9. PHOTOGRAPHIC AND VIDEO REQUIREMENTS

### 9.1. Vehicle Markings

9.1.1. Euro NCAP markings will be attached to the exterior of the vehicle in the following locations; upper half of driver's door, upper half of front passenger's door, left and right side.

9.1.2. Test house logos may be added to the vehicle provided that they do not detract attention from the Euro NCAP markings. Suitable locations for such markings would be the lower half of the rear doors and on the bonnet at the base of the windscreen.



### 9.2. Event Recording

9.2.1. Each test vehicle shall be photographed in test condition prior to test: these photographs should effectively show positioning of the test equipment within the vehicle and good general reference photographs of all sides of the exterior of the vehicle. Where applicable a photographic record of the chassis plate including Vehicle Identification Number should also be made.

9.2.2. Each sine with dwell test run should be filmed from an external position to effectively record any behavioural characteristics of the vehicle for each run. This should be filmed in a way to best allow a clear and repeatable view of all test runs and camera location shall not alter once testing has commenced, although camera "panning" can be used. The camera should be positioned at normal height and not elevated; this will allow viewing of any wheel lift that may be apparent during testing. Camera positioning from behind the vehicle as it travels away from the camera is accepted as a practical solution, however any safe position that gives a good representation of both left hand and right hand test runs is acceptable.

9.2.3. On-board cameras shall be used to further record vehicle behaviour from inside the vehicle or mounted on the vehicle exterior as long as these do not exceed the vehicle mass as detailed in paragraph 6.3.5.4 or effect vehicle behaviour through positioning of mass or influencing vehicle movements.

## APPENDIX I - VEHICLE SPECIFICATIONS

		Detail	
<b>General</b>			
Make			
Model			
Type			
Doors			
Driver			
Year			
VIN			
<b>Dimensions</b>			
Height			
Track	Front		
	Rear		
Length			
Width			
Wheelbase			
<b>Engine</b>			
Type			
Capacity			
Fuel type			
<b>Transmission</b>			
Drive axle			
Gearbox			
<b>Steering</b>			
Assistance			
Steering wheel Ø			
<b>Transmission</b>			
Drive mode		<i>FWD, RWD, 4WD...</i>	
Gearbox		<i>Manual, auto</i>	
<b>Front suspension</b>			
Type			
<b>Rear suspension</b>			
Type			
<b>Wheels</b>			
Rim dimension			
ET value (offset)			
<b>Weight</b>			
Max. axle capacity		<i>Front/rear</i>	
GVW			
<b>Wheel alignment</b>		<i>(vehicle in kerb condition)</i>	
		Left	Right
Front	Camber		
	Caster		
	Toe		
	KPI		
Rear	Camber		
	Toe		

## APPENDIX II - TEST CONDITIONS

		<b>Test Condition</b>			
<b>Test</b>					
Date		<i>Day/month/year</i>			
Time		<i>Start time, end time</i>			
Test track (laboratory)		<i>IDIADA, Thatcham, UTAC (2011)</i>			
Test track condition		<i>Dry only (protocol)</i>			
Test track surface		<i>Uniform, solid-paved surface (protocol)</i>			
Test track temperature		<i>Start temperature, end temperature</i>			
Mileage		<i>Initial, final</i>			
<b>Weather</b>					
Condition		<i>Sunny, cloudy, rain</i>			
Ambient temperature		<i>Start temperature, end temperature Between 7° C and 35° C ( protocol)</i>			
Relative Humidity		<i>%</i>			
Wind speed		<i>10 m/s if SSF &gt; 1.25, 5 m/s if SSF ≤ 1.25 (protocol)</i>			
<b>Tyres</b>					
Make					
Model					
Specification		<i>Original or replacement from OEM dealer</i>			
Size and diameter					
Load and speed codes					
Date of production					
Pressures (Front / Rear)		<i>Manufacturer specification</i>			
Front axle wear					
Rear axle wear					
<b>Outriggers</b>					
SSF		<i><math>SSF = T/2H</math></i>			
Fitted		<i>Yes/No; if SSF ≤ 1.25 (protocol)</i>			
Type		<i>Standard, heavy (protocol)</i>			
<b>Active systems</b>					
Systems enabled		<i>ABS, TCS, ESC, AFS...</i>			
Mode		<i>Default, unless manual switch/memory key</i>			
<b>Weight condition</b>					
		Left	Right	Total	%
Front axle					
Rear axle					

## APPENDIX III - COORDINATE TRANSFORMATIONS

Determine the lateral acceleration at the vehicle Centre of gravity by correcting for sensor placement via use of coordinate transformation. The multi-axis inertial sensing system is used to measure linear accelerations and roll, pitch, and yaw angular rates. The position of the multi-axis inertial sensing system must be accurately measured relative to the CoG of the vehicle in its loaded configuration.

These data are required to translate the motion of the vehicle at the measured location to that which occurred at the actual CoG to remove roll, pitch, and yaw effects. The following equations are used to correct the accelerometer data in post-processing. They were derived from equations of general relative acceleration for a translating reference frame and use the SAE Convention for Vehicle Dynamics Coordinate Systems:

$$\text{Equation 1: } x''_{\text{corrected}} = x''_{\text{accel}} - (\Theta'^2 + \Psi'^2)x_{\text{disp}} + (\Theta'\Phi' - \Psi'')y_{\text{disp}} + (\Psi'\Phi' - \Theta'')z_{\text{disp}}$$

$$\text{Equation 2: } y''_{\text{corrected}} = y''_{\text{accel}} + (\Theta'\Phi' + \Psi'')x_{\text{disp}} - (\Phi'^2 + \Psi'^2)y_{\text{disp}} + (\Psi'\Theta' - \Phi'')z_{\text{disp}}$$

$$\text{Equation 3: } z''_{\text{corrected}} = z''_{\text{accel}} + (\Psi'\Phi' - \Theta'')x_{\text{disp}} + (\Psi'\Theta' + \Phi'')y_{\text{disp}} - (\Phi'^2 + \Theta'^2)z_{\text{disp}}$$

Where;

$x''_{\text{corrected}}$ ,  $y''_{\text{corrected}}$ , and  $z''_{\text{corrected}}$  = longitudinal, lateral, and vertical accelerations, respectively, at the vehicle's centre of gravity.

$x''_{\text{accel}}$ ,  $y''_{\text{accel}}$ , and  $z''_{\text{accel}}$  = longitudinal, lateral, and vertical accelerations, respectively, at the accelerometer location.

$x''_{\text{disp}}$ ,  $y''_{\text{disp}}$ , and  $z''_{\text{disp}}$  = longitudinal, lateral, and vertical displacements, respectively, of the centre of gravity with respect to the accelerometer location.

$\Phi'$  and  $\Phi''$  = roll rate and roll acceleration, respectively

$\Theta'$  and  $\Theta''$  = pitch rate and pitch acceleration, respectively

$\Psi'$  and  $\Psi''$  = yaw rate and yaw acceleration, respectively

### Data Correction

Correct lateral acceleration at the vehicle centre of gravity by removing the effects caused by vehicle body roll. NHTSA does not use inertially stabilized accelerometers for this test procedure. Therefore, lateral acceleration must be corrected for vehicle roll angle during data post processing. The ultrasonic distance measurement sensors are used to collect left and right side vertical displacements for the purpose of calculating vehicle roll angle. One ultrasonic ranging module is mounted on each side of a vehicle, and is positioned at the longitudinal CoG. With these data, roll angle is calculated during post processing using trigonometry.

$$a_{yc} = a_{ym}\cos\phi - a_{zm}\sin\phi$$

Where;

$a_{yc}$  is the corrected lateral acceleration (i.e., the vehicle's lateral acceleration in a plane horizontal to the test surface)

$a_{ym}$  is the measured lateral acceleration in the vehicle reference frame

$a_{zm}$  is the measured vertical acceleration in the vehicle reference frame

$\Phi$  is the vehicle's roll angle

**Note:** The z-axis sign convention is positive in the downward direction for both the vehicle and test surface reference frames.

## **APPENDIX IV – REFERENCES**

1. Global Technical Regulation No.8 - Electronic Stability Control Systems, Established in the Global Registry on 26 June 2008
2. ECE Regulation No. 13-H - Uniform Provisions Concerning the Approval of Passenger Cars With Regard To Braking, Revision 2, including the amendments which entered into force on 16 October 1995.