



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA

**PROYECTO TÉCNICO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO MECÁNICO**

Tema:

**“IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE FRENOS PARA EL
PROTOTIPO DE AUTO ELÉCTRICO BIPLAZA UTA-CIM17”.**

Autor: Telenchana Quisintuña Christian Andrés.

Tutor: Ing. Mg. Cristian Pérez.

Ambato – Ecuador

2018

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del proyecto técnico sobre el tema: **“IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE FRENOS PARA EL PROTOTIPO DE AUTO ELÉCTRICO BIPLAZA UTA-CIM17”**, desarrollado por Christian Andrés Telenchana Quisintuña, de la carrera de Ingeniería Mecánica , modalidad presencial, considero que dicho informe investigativo reúne los requisitos, tanto técnicos como científicos y corresponde a las normas establecidas en el Reglamento de Graduación de Pregrado, de la Universidad Técnica de Ambato y en normativo para la presentación de Trabajos de Graduación de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica.

Por lo tanto, autorizo la presentación del mismo ante el organismo pertinente, para que sea sometido a evaluación por los profesores calificadores designados por el Honorable Consejo Directivo de la Facultad.

Ambato, de 04 de Mayo 2018

EL TUTOR

.....
Ing. Mg. Cristian Pérez.

AUTORÍA DE TRABAJO

Yo, Christian Andrés Telenchana Quisintuña, con C.I. 180400165-7, tengo a bien indicar que los criterios, contenidos presentados, ideas, análisis, síntesis de datos y conclusiones emitidos en el trabajo técnico, bajo el tema: **“IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE FRENOS PARA EL PROTOTIPO DE AUTO ELÉCTRICO BIPLAZA UTA-CIM17”** son exclusiva responsabilidad de mi persona en calidad de autor de este proyecto, con la excepción de las referencias bibliográficas presentadas en el mismo.

Ambato, 04 de Mayo del 2018

Autor

.....
Christian Andrés Telenchana Quisintuña.
C.I. 180400165-7

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de esta tesis o parte de ella un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación según las normas de la institución.

Cedo los Derechos en línea patrimoniales de mi tesis, con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de esta tesis, dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor.

Autor

.....
Christian Andrés Telenchana Quisintuña.

C.I. 180400165-7

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

El tribunal de grado aprueba el Proyecto Técnico, sobre el tema: **“IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE FRENOS PARA EL PROTOTIPO DE AUTO ELÉCTRICO BIPLAZA UTA-CIM17”** elaborado por Christian Andrés Telenchana Quisintuña, el mismo que guarda conformidad con las disposiciones reglamentarias emitidas por la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato.

Ambato, 04 de Mayo del 2018

Ing. Mg. Juan Paredes

Ing. Mg. Oscar Analuiza

DEDICATORIA

A mis hijos, que son la bendición más grande que puedo tener, el pilar fundamental de mi existencia y a quienes entregare día a día lo mejor de mí.

Con amor, papá.

AGRADECIMIENTO

Primeramente, a Dios por haberme llenado de todos esos momentos difíciles en mi carrera estudiantil que aprendí a superarlos en su momento y que fueron necesarios para llegar al desarrollo de este trabajo investigativo.

Al Ing. Mg. Cristian Pérez mi tutor y al Ing. Mg. Juan Paredes Coordinador de la Carrera de Ingeniería Mecánica por los conocimientos compartidos y por todo el apoyo y confianza brindados en la elaboración de la presente investigación.

A mi esposa Belen Vistin, a quien amo mucho y con quien he superado las adversidades que han ido apareciendo en el transcurso de nuestras vidas aprovechando cada circunstancia y cada momento para ir transformándonos en mejores personas y profesionales para de esta manera forjar un maravilloso futuro para nuestro hijo Jared.

A mi abuelito Julio Quisintuña que más que eso ha sido como un padre y un amigo para mí, quiero agradecerle todo el esfuerzo, las bendiciones y la fe puestas en mi persona, además todos esos buenos momentos que vivimos juntos y los consejos maravillosos que formaron día a día en mí una mejor persona.

Finalmente, a todos y cada una de las personas que intervinieron indirectamente en el desarrollo de este tema de investigación.

Gracias.

ÍNDICE GENERAL

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR	ii
AUTORÍA DE TRABAJO	iii
DERECHOS DE AUTOR	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO.....	v
DEDICATORIA.....	vi
AGRADECIMIENTO	vii
ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
CAPÍTULO I.....	1
ANTECEDENTES	1
1.1. Tema.....	1
1.3. Justificación.....	1
1.4. Objetivos	2
1.4.1. Objetivo General	2
1.4.2. Objetivo Específicos	2
CAPÍTULO II.....	4
FUNDAMENTACIÓN	4
2.1. Investigaciones previas	4

2.2. Fundamentación teórica	5
2.2.1. Sistema de frenos	5
2.2.2. Ley de pascal.....	6
2.2.3. Fricción	7
2.2.4. Tipos de frenos	8
2.2.4.1. Frenos de tambor.....	8
2.2.4.2. Freno de disco	11
2.2.4.3. Tipos de construcción	18
a) Sistema de frenos hidráulicos	18
b) Sistema de frenos de estacionamiento.	20
2.2.4.4 Cañería hidráulica de freno.	20
2.2.4.5. Líquidos de frenos.....	21
a) Tipos de líquido de frenos	22
CAPÍTULO III.....	25
DISEÑO DEL PROYECTO.	25
3.1 Selección de alternativas	25
Normativa.....	28
Datos técnicos del vehículo.....	25

3.2. Cálculos o modelo operativo.....	39
3.2.2. Distribución de masas en el vehículo.....	44
3.2.3.- Porcentaje de pesos en los ejes delantero y posterior.	45
3.2.4. Carga de frenado.	46
3.3. Implementación del sistema de frenos en el auto eléctrico.....	51
3.4. Prueba de funcionamiento del sistema de frenos en el auto eléctrico.....	53
3.5. Manual de uso y mantenimiento	55
3.6. Presupuesto	56
3.7. Especificaciones técnicas	57
CAPÍTULO IV.....	58
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	58
4.1. Conclusiones	58
BIBLIOGRAFÍA	61
ANEXOS.....	64

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación de los coeficientes de fricción.....	7
Tabla 2. Ventajas y desventajas de un freno de tambor.....	10
Tabla 3. Ventajas y desventajas del freno de disco.....	17
Tabla 4. Puntos de ebullición °C de los diferentes tipos de líquidos de freno.....	21
Tabla 5. Ventajas desventajas del DOT 3.....	22
Tabla 6. Ventajas y desventajas DOT 4.....	22
Tabla 7. Ventajas y desventajas DOT 5.....	23
Tabla 8. Ventajas y desventajas DOT 5.1.....	24
Tabla 9. Capacidad del auto eléctrico.....	25
Tabla 10. Datos técnicos del sistema de transmisión.....	26
Tabla 11. Datos técnicos del sistema eléctrico.....	26
Tabla 12. Datos técnicos del sistema de propulsión.....	27
Tabla 13. - Datos técnicos del chasis.....	27
Tabla 14. Vehículos de categoría L.....	28
Tabla 15. Valores asignados para la tabulación de ponderaciones.....	31
Tabla 16. Evaluación del peso específico de cada criterio.....	33
Tabla 17. Evaluación del peso específico de eficiencia.....	34

Tabla 18. Evaluación del peso específico de disponibilidad.	34
Tabla 19. Evaluación del peso específico de mantenimiento.	35
Tabla 20. Evaluación del peso específico de dimensiones.	35
Tabla 21. Evaluación del peso específico de costos.	36
Tabla 22. Conclusiones del método de ponderación de alternativas para tipo de frenos delanteros.	36
Tabla 23. Evaluación del peso específico de eficiencia.	37
Tabla 24. Evaluación del peso específico de disponibilidad. Fuente. Autor.	37
Tabla 25. Evaluación del peso específico de mantenimiento.	38
Tabla 26. Evaluación del peso específico de dimensiones.	38
Tabla 27. Evaluación del peso específico de costos.	38
Tabla 28. Conclusiones del método de ponderación de alternativas para el tipo de freno posterior.	39
Tabla 29. Pesos de cada uno de los componentes del vehículo con sus respectivas coordenadas a su centro de gravedad.	41
Tabla 30. Momentos generados por cada uno de los componentes del vehículo en cada uno de sus ejes coordinados.	42
Tabla 31. Resultados de las pruebas de funcionamiento.	53
Tabla 32. Detalle de costos de los elementos utilizados en el sistema	57

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ley de Pascal	6
Figura. 2. Elementos del freno de tambor	8
Figura 3. Frenos de tambor	9
Figura 4. Zapatas.....	9
Figura 5. Cilindro.....	10
Figura 6. Elementos del freno de disco.....	12
Figura 7. Pinza fija del freno de disco.....	12
Figura 8. Pinza flotante del freno de disco.....	13
Figura 9. Disco de freno.....	13
Figura 10. Pastillas de freno.....	14
Figura 11. Cilindro maestro.	14
Figura 12. Cilindro maestro de doble división.....	16
Figura 13. Cilindro Maestro de División Diagonal.....	16
Figura 14. Cilindro Maestro de Compensación Rápida.....	17
Figura 15. Disposición de frenos diagonal.....	19
Figura 16. Disposición de frenos paralela.....	19

Figura 17. Disposición de frenos de estacionamiento.....	20
Figura 18. Disposición de frenos de estacionamiento.....	20
Figura 19. Dimensiones externas del vehículo.	26
Figura 20. Distancias de las cargas desde el punto de referencia en el sentido del eje X y Z.	40
Figura 21. - Distancias de las cargas desde el punto de referencia en el sentido del eje Y.	40
Figura 22. - Distancias de las cargas aplicadas en el pedal del freno.	50

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA

**“IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE FRENOS PARA EL
PROTOTIPO DE AUTO ELÉCTRICO BIPLAZA UTA-CIM17”**

Autor: Christian Andrés Telenchana Quisintuña.

Tutor: Ing. Mg. Cristian Pérez.

RESUMEN

El presente trabajo técnico se basa en la implementación de un sistema de frenos para el prototipo de auto eléctrico biplaza UTA CIM-17. El mismo que nace de la necesidad de buscar un medio de transporte ecológico, eficiente y capaz de adaptarse a las necesidades viales de nuestra ciudad. Además, de integrar a dos de las facultades de la Universidad Técnica de Ambato para la generación del presente proyecto, reforzando las aptitudes de trabajo en equipo y la adaptación de estudiantes al mundo laboral.

Para la realización del presente proyecto primero se realizó un estudio de los parámetros generales del prototipo de auto eléctrico biplaza UTA CIM-17 los mismos que fueron necesarios para el diseño de un sistema de frenos y la selección adecuada de los componentes necesarios para el mismo.

Se analizaron varias propuestas para el diseño del sistema de frenos escogiendo la más viable y eficiente para el vehículo. Con el sistema ya definido se realizó la implementación del sistema en el auto eléctrico para posteriormente realizar las pruebas de funcionamiento respectivas y corregir posibles errores producidos en la instalación del sistema; además, de recolectar información del funcionamiento del sistema de frenos en la práctica. Finalmente, se realizó un manual de uso y mantenimiento necesario para el adecuado funcionamiento del sistema de frenos.

Palabras claves: implementación, frenos, auto eléctrico, biplaza, UTA CIM17.

TECHNICAL UNIVERSITY OF AMBATO
FACULTY OF CIVIL AND MECHANIC ENGINEERING
MECHANICAL ENGINEERING CAREER

**"IMPLEMENTATION OF THE BRAKE SYSTEM FOR THE PROTOTYPE
OF AN ELECTRIC TWO-SEATER AUTOMOBILE UTA-CIM17"**

Author: Christian Andrés Telenchana Quisintuña.

Tutor: Ing. Mg. Cristian Pérez.

SUMMARY

The present technical work is based on the implementation of a braking system for the UTA CIM-17 two-seater electric car prototype. The same that arises from the need to look for an ecological, efficient means of transport and capable of adapting to the road needs of our city. In addition, to integrate two of the faculties of the Technical University of Ambato for the generation of this project, reinforcing the skills of teamwork and the adaptation of students to the world of work.

For the realization of the present project, a study was made of the general parameters of the UTA CIM-17 two-seater electric car prototype as the total weight of the same, the maximum speed reached, the type of traction and space available for the installation of the system in the design of the vehicle, the same ones that were necessary for the design of a brake system and the adequate selection of the necessary components for it.

Several proposals were analysed for the design of the braking system which were weighted in order to choose the most viable and efficient for the vehicle. With the system already defined, the system was implemented in the electric car to subsequently perform the respective operation tests and correct possible errors in the installation of the system; in addition, to collect information on the operation of the brake system in practice. Finally, a manual of use and maintenance was made necessary for the proper functioning of the brake system.

Keywords: implementation, brakes, electric car, two-seater, UTA CIM17.

CAPÍTULO I.

ANTECEDENTES

1.1. Tema

IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE FRENOS PARA EL PROTOTIPO DE AUTO ELÉCTRICO BIPLAZA UTA-CIM17.

1.2. Antecedentes

Según Ortiz Edison [1], en su investigación realizada bajo el tema “Adaptación de un buggy con motor de combustión interna a un sistema eléctrico” la eficiencia de los motores eléctricos es elevada y serviría de sustituto para los motores de combustión interna actuales; dicha investigación marca un inicio para la generación de proyectos basados en éstas tecnologías en la Carrera de Ingeniería Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato como es la generación de un prototipo de auto eléctrico biplaza denominado UTA CIM17 en el cual se requiere de una investigación sobre el sistema de frenos del cual trata el presente documento.

1.3. Justificación

Debido a la propuesta de la Universidad Técnica de Ambato en crear proyectos integradores entre sus facultades y a la vez la de la Carrera de Ingeniería Mecánica de elaborar proyectos macro encaminados a grandes objetivos como es en este caso la elaboración de un prototipo de auto eléctrico biplaza con el fin de aportar a la investigación de uso de energías alternativas para el transporte se procede al diseño y construcción de este.

La elaboración de este proyecto macro se ha dividido en diferentes subtemas con la finalidad de integrar a un número óptimo de estudiantes que se encargarán cada uno de los respectivos sistemas que posee el prototipo; dicho esto, la presente investigación se encamina puntualmente a la implementación del sistema de frenos debido a la importancia que tiene el mismo en el vehículo.

El interés principal en el desarrollo del presente tema es la de aportar un adecuado sistema de frenos al vehículo biplaza el cual brinde seguridad y eficiencia al momento de disminuir su velocidad o detener el mismo a la vez que se apliquen los conocimientos adquiridos en la carrera y puedan ser plasmados en proyectos de esta envergadura en los cuales se verán beneficiados tanto el estudiante como la misma Universidad al aportar un prototipo nacional de auto eléctrico.

El presente proyecto como parte de uno macro intenta, encaminar a la Universidad Técnica de Ambato a continuar con proyectos integradores entre facultades para de esta manera aportar con ideas más ambiciosas al desarrollo nacional.

La factibilidad de elaboración del sistema de frenos es alta debido a que en el país transitan diversos modelos de automóviles lo que facilita en gran medida el diseño y selección de componentes necesarios para este.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

Implementar el sistema de frenos para un prototipo de auto eléctrico biplaza UTA-CIM17.

1.4.2. Objetivo Específicos

- Determinar los parámetros necesarios para el diseño del sistema de frenos del vehículo eléctrico biplaza UTA-CIM17.
- Diseñar el sistema de frenos del vehículo eléctrico biplaza UTA-CIM17.
- Implementar el sistema de frenos en el auto eléctrico biplaza UTA-CIM17.

- Realizar pruebas de funcionamiento del sistema de frenos en el auto eléctrico biplaza UTA-CIM17.
- Realizar un manual de uso y mantenimiento para el sistema de frenos del auto eléctrico biplaza UTA-CIM17.

CAPÍTULO II.

FUNDAMENTACIÓN

2.1. Investigaciones previas

En la investigación realizada por Andrés León [2], se presentan dos alternativas para el sistema de frenos de automóviles de diferentes modelos como son el Lexus IS 200 del año 2001 y el Ford Focus Trend 1.6 del año 1998 los mismos que son sometidos a un sistema de corrección de frenada diferente para poder apreciar de esta manera cuál de estas sería la mejor configuración predeterminada en estos modelos de automóviles. Dicha investigación además presenta un glosario de los componentes necesarios para cada tipo de sistema de frenos, que puede servir de guía para la selección de componentes en la presente investigación.

Velasteguí Andrés [3], estudia el comportamiento de tres diferentes tipos de pastillas de frenos que son semimetálicas, de carbono y cerámicas para determinar la eficacia de frenado según la composición de estas, llegando a la conclusión que se deben seleccionar un tipo de pastillas frenos según las condiciones de servicio a las cuales van a ser sometidas y que el mantenimiento preventivo y oportuno de las mismas nos brindara la seguridad para las que fueron diseñadas. Además, la investigación recaba información sobre los diferentes tipos de frenos.

Criado Elena [4], en su investigación realiza el diseño de un sistema de frenos de alto desempeño el cual fue utilizado en un auto para la competición Fórmula SAE, basándose en la normativa vigente para dicha competición, se hace énfasis en el comportamiento térmico que tiene el freno de disco utilizado en el desarrollo de esta investigación gracias a la importancia del mismo y a su gran desempeño al

momento de disipar calor bajo estas exigencias. Se puede concluir que dicha investigación responde a la necesidad de cubrir un diseño de sistema de frenos para un vehículo ya orientada al campo profesional industrial automotriz.

Shiguango Javier y Farinango Ángel [5], hablan sobre la elección de componentes de freno para la construcción de un tablero con un sistema de frenos hidráulico cien por ciento funcional que incorpora un sistema digital de averías y un indicador de presiones tanto en la parte frontal como en el circuito posterior, queriendo abarcar la teoría dictada por los docentes de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo con la preparación técnica requerida en su carrera. Dicho tablero está diseñado bajo circunstancias reales sin dejar de lado ningún parámetro que pueda afectar su desempeño.

2.2. Fundamentación teórica

2.2.1. Sistema de frenos

Un sistema de frenos se define como un mecanismo que se encarga de absorber la energía que convierte el movimiento del vehículo en calor mientras detiene las ruedas. Es considerado como uno de los mecanismos más importantes dentro del vehículo, pues su correcto funcionamiento salvaguarda la seguridad y la vida de quienes se transportan en dicho vehículo. [6]

La temperatura del rotor y del tambor ayudan a disipar el calor generado por la continua absorción de energía logrando de esta manera mantener la elevación de la temperatura bajo control. [7]

El sistema de frenos fundamenta su funcionamiento en dos principios básicos de la física, los mismos que se expondrán a continuación: [6]

- La Ley de Pascal
- La Fricción

2.2.2. Ley de pascal

La ley de Pascal establece que la fuerza transmitida al aplicar presión a un líquido que se encuentra confinado a un recipiente cerrado no disminuye y es igual en cada una de las direcciones. [8]

Dicha ley se puede expresar matemáticamente de la siguiente forma mediante la ecuación [8]

$$F = P \times A \quad \text{Ecuación 2.1 [8]}$$

Donde:

F: fuerza (lb) ó (N)

P: presión (lb/pulg²) ó (kg/cm²)

A: área (pulg²) ó (cm²)

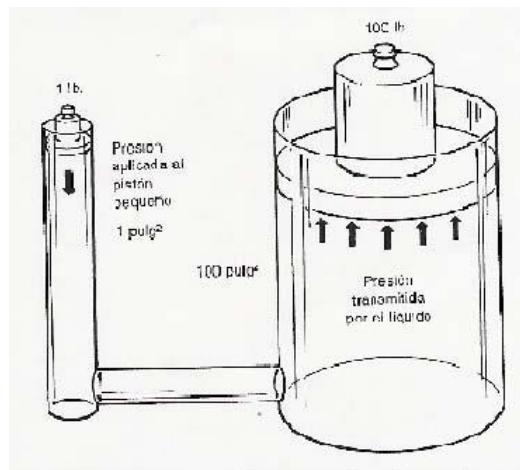


Figura 1. Ley de Pascal. Fuente [9]

El desplazamiento aproximado durante una aplicación típica de frenos es de 5 ml de fluido de frenos, aproximadamente, desde el cilindro maestro hasta el interior del sistema hidráulico obteniendo de esta manera la acumulación de presión. [9]

2.2.3. Fricción

El enunciado de la conservación de la energía establece que “la energía no se crea ni se destruye, sólo se transforma”. Dentro de los tipos de energía podemos encontrar: la energía cinética y la calorífica. La energía cinética se conoce como la energía que poseen los cuerpos que se encuentran en movimiento mientras que la energía calorífica es aquella que los cuerpos absorben o liberan en forma de calor. Un vehículo que se encuentra en movimiento posee una cierta cantidad de energía cinética la misma que debe ser transformada en energía calorífica para poder detener el vehículo. [3]

Dicha transformación de energía se logra mediante la fricción. Podemos definir la fricción como la fuerza que se opone al movimiento de dos cuerpos en contacto. El coeficiente de un material determina la fricción del mismo, esta designado por la letra griega μ (miu), donde $\mu = 0$ significa que no hay fricción entre las superficies en contacto y $\mu = 1$ significa que hay una fricción máxima entre las superficies de contacto. [3]

La codificación en cuanto a los coeficientes de fricción ha sido establecida por la SAE (Society of Automotive Engineers), según lo muestra la siguiente tabla: [9]

Tabla 1. Clasificación de los coeficientes de fricción.

	μ
CÓDIGO C	0.00 – 0.15
CÓDIGO D	0.15 – 0.25
CÓDIGO E	0.25 – 0.35
CÓDIGO F	0.35 – 0.45
CÓDIGO G	0.45 – 0.55
CÓDIGO H	0.55 y mayor
CÓDIGO Z	Sin calificación

Fuente [9]

Si tomamos en cuenta dos cuerpos en contacto, la fricción aumentara al aumentar el peso de uno cuerpos, lo que significa que la fricción es directamente proporcional al peso. La fricción va a depender del material, la temperatura y el acabado superficial del tambor o rotor. [9]

2.2.4. Tipos de frenos

Dependiendo de los elementos presentes en la acción de frenado, los frenos pueden dividirse en: frenos de zapatas, frenos de banda y frenos de disco. Los tres tipos de frenos pueden operar mediante un sistema hidráulico, mecánico, magnético y neumático. [10]

2.2.4.1. Frenos de tambor

Los frenos de tambor son aquello que generan las fuerzas de frenado en el interior de la superficie del tambor, reduciendo gradualmente el movimiento giratorio de las ruedas hasta detenerlas por completo. Usualmente este tipo de freno se utiliza únicamente en las ruedas traseras del vehículo. [7]

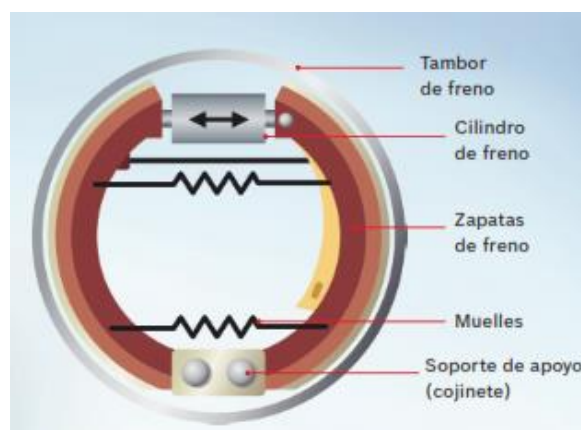


Figura. 2. Elementos del freno de tambor. Fuente [7]

a) Elementos del freno de tambor

Tambores de freno

Los tambores de freno son componentes que deben soportar presiones elevadas y variaciones altas de temperatura, debido a esto son fabricados con materiales de elevada calidad, convirtiéndose en elementos de elevada precisión. La calidad y las condiciones de frenado influyen en la eficiencia del sistema de frenos, por esta razón se recomienda hacer revisiones y evaluaciones periódicas del mismo. [7]



Figura 3. Frenos de tambor. Fuente [7]

Bloques y Bandas (Zapatas)

Los bloques y bandas (zapatas) requieren cumplir con los mismos estándares de calidad que las pastillas de frenos, para ello se someten a rigurosos ensayos de resistencia, seguridad, vida útil y confort. [7]



Figura 4. Zapatatas. Fuente [7]

Cilindro de rueda

El cilindro de rueda es el encargado de generar la presión mecánica, el líquido de freno a baja presión es depositado en este dispositivo. La fuerza generada es la encargada de presionar las zapatas de freno contra el tambor creando fricción, obligando de esta manera al vehículo a reducir su velocidad hasta pararlo por completo. [7]



Figura 5. Cilindro. Fuente [7]

b) Ventajas y Desventajas de los frenos de Tambor.

Tabla 2. Ventajas y desventajas de un freno de tambor.

VENTAJAS	DESVENTAJAS
<ul style="list-style-type: none">• Mayores coeficientes de fricción, gracias a que poseen una mayor superficie de contacto.• Se recomiendan para vehículos pesados, debido a que poseen mayor capacidad de frenado. [6]	<ul style="list-style-type: none">• Estos componentes pierden eficiencia al estar sometidos a altas temperaturas de operación.• El sobrecalentamiento expande o dilata el material de tambor, lo que produce una disminución en el coeficiente de fricción.

	<ul style="list-style-type: none"> • El sobrecalentamiento provoca deformaciones y grietas en el tambor de freno. • La relación de peso potencia del vehículo, se ve afectada debido al incremento del peso de cada masa de rueda. • El costo y el tiempo de mantenimiento es alto debido a la cantidad de piezas necesarias para activar el sistema de frenos en cada rueda. • Generan un ruido molesto debido a que las pastas de fricción están adheridas a las zapatas de asentamiento en los conjuntos de las balatas de freno, provocando mayor rigidez. [6]
--	--

Fuente: Autor

2.2.4.2. Freno de disco

El sistema de freno de disco posee un frenado más enérgico en comparación al freno de tambor. Es utilizado principalmente en vehículos turísticos, debido al menor tiempo de frenado y por lo tanto una menor distancia de frenado. Esto se debe a que los elementos de fricción están lo que mejora considerablemente la refrigeración. [11]

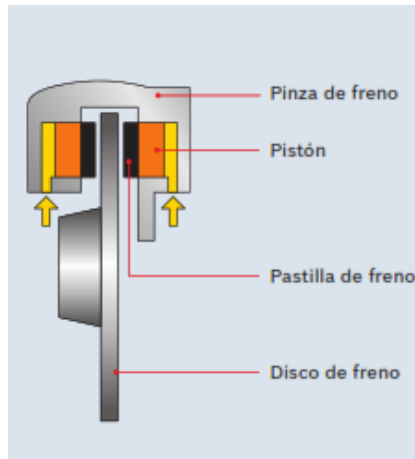


Figura 6. Elementos del freno de disco. Fuente [7]

a) Elementos del freno de disco

Pinza fija

El freno de disco consta de dos pistones ubicados en cada mitad de la pinza. En el proceso de frenado, una presión hidráulica actúa sobre los dos pistones. Cada pistón aprieta la pastilla resultando en el proceso de frenado. Generalmente son utilizados en vehículos de alta velocidad y pesados. [7]



Figura 7. Pinza fija del freno de disco. Fuente [7]

Pinza flotante

El freno de disco de pinza flotante solo utiliza el pistón de un lado de la pinza, que cuando se acciona aprieta la pastilla de freno correspondiente contra el disco de freno. En lugar de dos pistones opuestos, la pinza de freno se aloja de forma flotante. La fuerza con la que el pistón aprieta la pastilla contra el disco genera una fuerza opuesta. Esa fuerza opuesta desplaza la pinza de freno opuesta contra el disco. Si en el eje trasero se monta un sistema pinza flotante, este se puede utilizar también como freno de estacionamiento por activación mecánica. [7]

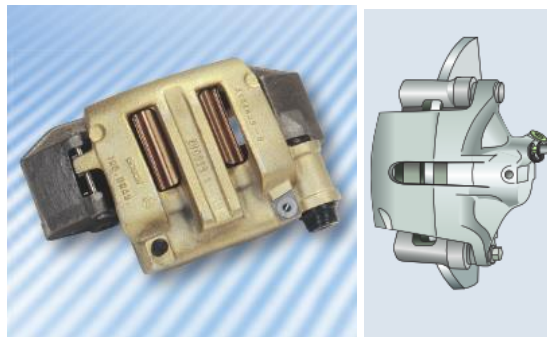


Figura 8. Pinza flotante del freno de disco. Fuente [7]

Disco de freno

El material utilizado para fabricar discos de freno debe ser sometido a rigurosos controles de calidad, debido a que este componente debe poseer precisión y un mecanizado de alta calidad. Está ubicado en las ruedas, su función es disminuir la revolución de las ruedas al hacer contacto con las pastillas. La vida útil del disco de freno depende del material y la dureza de las pastillas. [7]



Figura 9. Disco de freno. Fuente [7]

Pastillas

Las pastillas tienen la función de producir la fricción necesaria para disminuir la velocidad de las ruedas al entrar en contacto con los discos de freno. Se pueden definir con una masa que ha sido endurecida controladamente. Las mismas deben cumplir con las siguientes especificaciones: seguridad, confort, resistencia y vida útil. [7]



Figura 10. Pastillas de freno. Fuente [7]

El cilindro maestro

El cilindro maestro se encarga de transferir la fuerza del pedal de frenos hacia el fluido de frenos y direccionarlo hacia los cilindros de freno o las mordazas. se divide en dos cámaras, con el fin seguir proporcionando fuerza aun en el caso de que uno de los circuitos sufra algún daño o exista alguna fuga. [9]

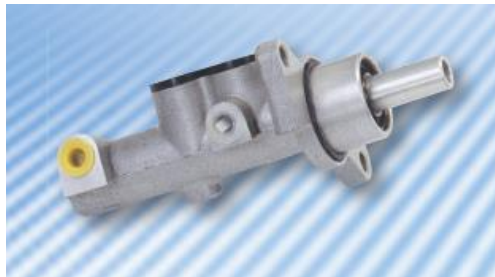


Figura 11. Cilindro maestro. Fuente [9]

Funcionamiento del cilindro maestro

El sistema de frenos posee una capacidad que oscila entre 1 o 2 litros. El cilindro maestro consta de un recipiente translucido que permite observar el nivel del fluido de frenos, posee una capacidad que permite el desgaste de los frenos y aun así asegura una operación segura. [9]

El depósito consta de una tapa que facilita la ventilación, de esta manera el fluido puede expandirse o contraerse con mayor facilidad. También consta de un diafragma de hule o disco flotante cuya función es impedir el contacto del fluido de frenos con el aire y absorber la humedad contenida en el mismo, evitando de esta manera que el desempeño del fluido se vea afectado. [9]

Otra de las funciones del diafragma es permitir la expansión y contracción del fluido de frenos a medida que este se calienta o se enfría respectivamente. Se encuentra ubicado en la parte superior del líquido de frenos. [9]

Tipos de cilindros maestros

Cilindro Maestro de Doble División:

El cilindro maestro de doble división consta de dos secciones de acumulación de presión por separado, una de ellas se encarga de accionar los frenos delanteros y la otra acciona los frenos traseros. Se le conoce como extremo de nariz del cilindro maestro al extremo que mira hacia el frente del vehículo, en este extremo está el pistón secundario. El otro extremo se conoce como extremo de varilla de empuje y en él se encuentra el pistón primario. El pistón secundario posee un sello de acumulación de presión, mientras que el pistón primario posee dos sellos de acumulación de presión. Por lo anterior, el extremo de nariz se considera la sección más segura del cilindro maestro. [12]

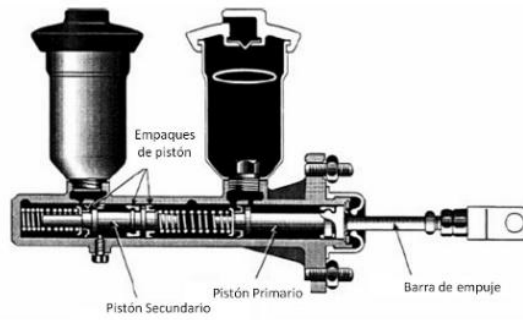


Figura 12. Cilindro maestro de doble división. Fuente [12]

Cilindro Maestro de División Diagonal

Son principalmente utilizado en los vehículos de tracción delantera, debido a que el peso del motor y el tren automotriz se concentran sobre las ruedas delanteras, por lo que los frenos delanteros alcanzan del 80% al 90% del frenado. Los frenos traseros no están en capacidad de ejecutar el frenado del vehículo en caso de que los frenos delanteros fallen. El sistema de frenado de división diagonal se encuentra dividido en secciones de manera que el freno delantero izquierdo y el freno trasero derecho se encuentran en el mismo circuito y viceversa, de esta manera se garantiza un frenado razonable en caso de que uno de los dos circuitos falle. [12]

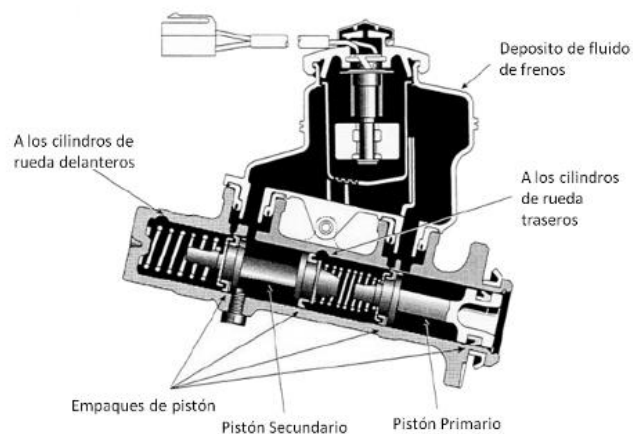


Figura 13. Cilindro Maestro de División Diagonal. Fuente [12]

Cilindros Maestros Compuestos

Los cilindros maestros compuesto son construidos empleando áreas de válvulas de aluminio con depósitos plásticos. [9]

Cilindros Maestros de Compensación rápida

Se crearon como respuesta a las mordazas de freno de disco de poca resistencia al avance para el aumento de la economía de combustible. Debido a que la distancia entre el rotor y las pastillas de freno se incrementa, se requería un recorrido de pedal de freno mayor antes que las pastillas tocaran el rotor, por lo que el diseño del cilindro maestro debe compensar el espacio libre adicional. [9]

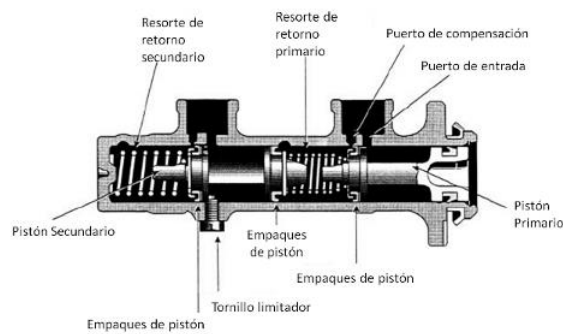


Figura 14. Cilindro Maestro de Compensación Rápida. Fuente [12]

b) Ventajas y desventajas del freno de disco.

Tabla 3. Ventajas y desventajas del freno de disco.

VENTAJAS	DESVENTAJAS
<ul style="list-style-type: none">• Respuesta rápida.	<ul style="list-style-type: none">• Se requiere mayores fuerzas de apriete.

<ul style="list-style-type: none"> • El calor se disipa fácilmente gracias al paso de aire por los lados del disco e interiormente por los canales del mismo. • Una elevada potencia desarrollada con respecto al reducido espacio. • Mantenimiento rápido y fácil (cambio de pastillas). • Ajuste automático de las pastillas al disco. • Autolimpieza por acción centrífuga. • Acción de frenado independiente del sentido de marcha del vehículo. [13] 	<ul style="list-style-type: none"> • Producción de burbujas de vapor en el líquido de frenos debido a la proximidad de los pistones a las pastillas. • El desgaste de las pastillas es alto debido a las altas temperatura producidas por la escasa sección de fricción. • La superficie de fricción es plana. [13]
---	--

Fuente: Autor

2.2.4.3. Tipos de construcción

En función de las exigencias y tipo de vehículo se emplean sistemas con distintas fuerzas de transmisión. En vehículos de turismo se emplean casi siempre sistemas de frenos hidráulicos (“frenos de pedal”) y frenos de estacionamiento mecánicos (“frenos de mano”). [7]

a) Sistema de frenos hidráulicos

El sistema de frenos hidráulicos reduce la velocidad del vehículo hasta pararlo completamente. Para esto el líquido de frenos transmite la fuerza del dispositivo de

actuación hacia el freno de la rueda. Este sistema de frenos se divide en dos circuitos para evitar la falla de los frenos, de esta manera garantiza que si uno de los circuitos falla el otro realizara el trabajo de frenado. [7]

Disposición diagonal

Cada circuito frena una rueda delantera y la rueda trasera diagonalmente opuesta. Esta división se emplea principalmente en vehículos de tracción delantera. [7]

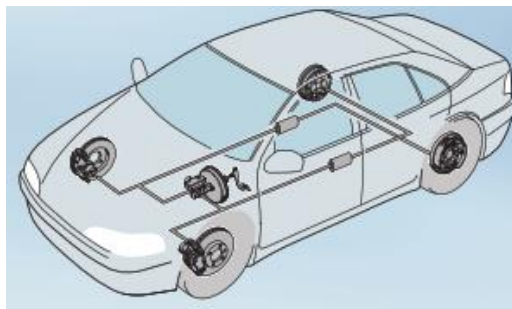


Figura 15. Disposición de frenos diagonal. Fuente [7]

Disposición paralela

Con cada circuito se frena un eje. El diseño de este tipo de división es lo más sencillo. Este se emplea preferentemente en vehículos con tracción trasera. [7]

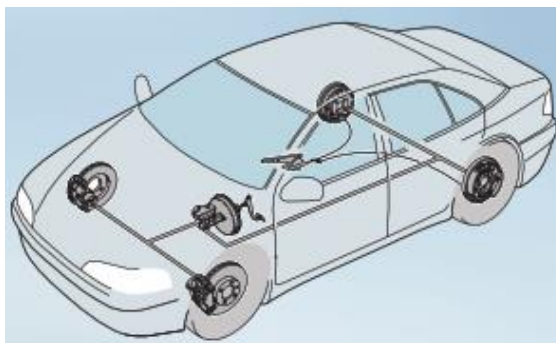


Figura 16. Disposición de frenos paralela. Fuente [7]

b) Sistema de frenos de estacionamiento.

El sistema de frenos de estacionamiento (“freno de mano”) fija el vehículo en su posición – también en posiciones inclinadas y en la ausencia del conductor. Este sistema de frenos se puede escalonar y solo actúa sobre las ruedas de un eje. Por razones de seguridad entre el dispositivo de actuación y el freno de rueda debe existir la unión mecánica completa. El cable del freno de mano es el encargado de realizar esta unión. [7]

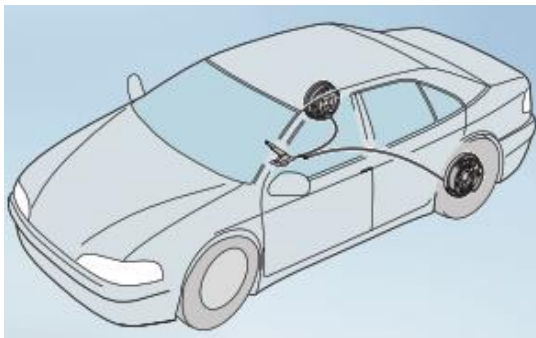


Figura 17. Disposición de frenos de estacionamiento. Fuente [7]

2.2.4.4 Cañería hidráulica de freno.

Se define como cañería hidráulica de freno a la red de tubos de acero sin costura que conectan los componentes hidráulicos del sistema de frenos. La longitud y la forma dependen del modelo de vehículo y del modelo del sistema de freno. [12]

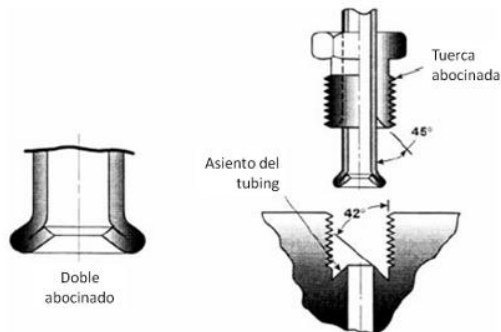


Figura 18. Disposición de frenos de estacionamiento. Fuente [12]

2.2.4.5. Líquidos de frenos

El líquido de freno es un líquido que permite la transmisión de fuerza entre el pedal y los dispositivos de freno, gracias al principio de Pascal. Se trata de un aceite muy fluido (SAE 5), y su especificación está dada por el índice DOT (Department Of Transportation), que a medida que este aumenta también lo hace el punto de ebullición. Están elaborados a base de glicoles (excepto el DOT 5), son perjudiciales para la pintura. [14]

Una de las características del líquido de freno es su carácter “higroscópico” (excepto el DOT 5), es decir, la capacidad de absorber la humedad. Esto es en parte una ventaja por permitir repartir la humedad en el líquido mezclándose con él, sin quedarse depositada en puntos concretos en forma de agua y que favorezca corrosiones en partes metálicas y congelaciones a bajas temperaturas. Una cantidad de humedad superior a un 3% hace que el líquido pierda efectividad al disminuir su punto de ebullición. Líquidos con punto de ebullición bajo tienen la desventaja de “hervir” formando pequeñas burbujas de aire que traen consigo una disminución de la eficacia de la frenada al hacer trabajar los frenos continuamente. [14]

Tabla 4. Puntos de ebullición °C de los diferentes tipos de líquidos de freno.

	Seco	Húmedo (3% humedad)	Viscosidad (sCt)
DOT 3	205	140	1500
DOT 4	230	155	1500
DOT 5	260	180	900
DOT 5.1	270	191	900

Fuente: [14]

a) Tipos de líquido de frenos

DOT 3: Es el líquido más usual. Su formulación es a base de glicoles. [14]

Tabla 5. Ventajas desventajas del DOT 3.

VENTAJAS	DESVENTAJAS
<ul style="list-style-type: none">• Bajo costo.• Disponibilidad. [14]	<ul style="list-style-type: none">• Produce deterioro en retenes de goma natural de los cilindros.• Ataca la pintura.• Altamente higroscópico. [14]

Fuente: Autor

DOT 4: Es el más utilizado en la actualidad. Su formulación es a base de glicoles. [14]

Tabla 6. Ventajas y desventajas DOT 4.

VENTAJAS	DESVENTAJAS
<ul style="list-style-type: none">• Disponibilidad.• Menos higroscópico que DOT 3.• Punto de ebullición más alto que DOT 3. [14]	<ul style="list-style-type: none">• Precio elevado.• Ataca la pintura. [14]

Fuente: Autor

DOT 5: Su formulación es a base de silicona, por lo que es conocido también como líquido para frenos de silicona. [14]

Tabla 7. Ventajas y desventajas DOT 5.

VENTAJAS	DESVENTAJAS
<ul style="list-style-type: none"> • No ataca la pintura. • No es higroscópico. • No ataca a la goma. [14] 	<ul style="list-style-type: none"> • Incompatible con DOT 3 y DOT 4. • Favorece la acumulación de humedad, provocando corrosión. • Es ligeramente compresible, lo que provoca un descenso inusual en el pedal. • El sistema debe ser purgado con frecuencia. • Costo elevado. • Baja disponibilidad comercial. [14]

Fuente: Autor

DOT 5.1: Al contrario de lo que se pueda pensar, el nombre 5.1 NO es una variante del DOT 5, sino que es una variante mejorada del DOT 4, y que para evitar confusiones se hubiera podido denominar DOT 6, ya que está compuesto a base de glicol como el DOT 3 y el DOT 4. En cuanto a las propiedades del DOT 5.1 están más cerca de ser las de un DOT 4 de alto desempeño que aquellas de un DOT 5. [14]

Tabla 8. Ventajas y desventajas DOT 5.1.

VENTAJAS	DESVENTAJAS
<ul style="list-style-type: none"> • Es compatible con todo tipo de gomas. • Cualidades mayores que los otros líquidos. Punto de ebullición mayor a otros líquidos. [14] 	<ul style="list-style-type: none"> • Ataca superficies pintadas. • Es higroscópico. • Costo elevado. • Poca disponibilidad comercial. [14]

Fuente: Autor

Puntos para tener en cuenta

- Debido al incremento con el tiempo del porcentaje de agua en el líquido de frenos, sería recomendable reemplazarlo cada 2-3 años y como mucho cada 5 años. Un porcentaje de agua superior al 3% puede ser causa de daño en los frenos, ya que se propicia la formación de burbujas de vapor, que a diferencia de los líquidos son comprimibles. Además, el agua contribuye a la corrosión de los conductos del líquido de frenos y puede acelerar el desgaste de los pistones de freno.
- El líquido de frenos es tóxico por ingestión, e irrita los ojos y la piel al contacto. Por tal motivo deberían utilizarse guantes y gafas protectoras para su manipulación.
- Además, el líquido de frenos puede atacar la pintura y componentes de plástico. Por ello ha de eliminarse lo antes posible en caso de derrame.
- El líquido de frenos usado ha de depositarse en un contenedor de residuos especiales. [14]

CAPÍTULO III.

DISEÑO DEL PROYECTO.

3.1 Selección de alternativas

Para el desarrollo del presente capítulo primero procederemos a recolectar la información necesaria en normativas que regulen la presente investigación, así como también los parámetros generales del auto eléctrico para de esta manera proseguir con el diseño del sistema de frenos y selección de componentes de este.

Peso

Para nuestro caso, el principal parámetro de diseño es el peso, que en este caso esta limitado por la potencia del motor seleccionado para la transmisión del vehículo eléctrico, el mismo soporta las siguientes configuraciones:

Tabla 9. Capacidad del auto eléctrico.

PESOS Y CAPACIDADES	
Peso Vacio	500 Kg
Capacidad de carga	150 Kg
Capacidad de Pasajeros	2

Fuente: Autor.

Datos técnicos del vehículo

Además, se requiere información tomada en base al diseño previo o a la par de los otros sistemas que componen el auto eléctrico. Como son:

Dimensiones externas del vehículo

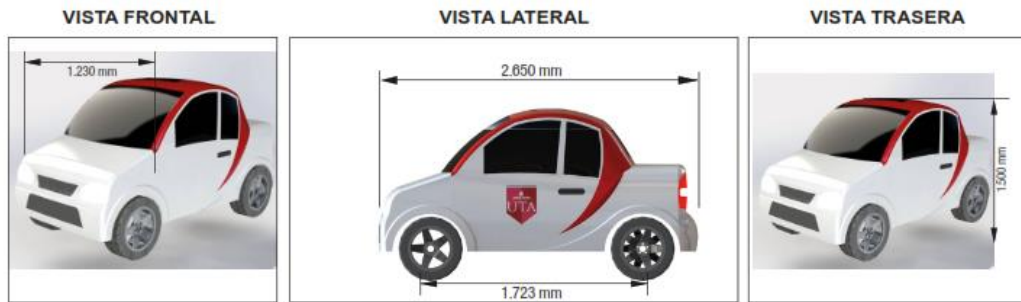


Figura 19. Dimensiones externas del vehículo. Fuente: Autores.

Tipo de transmisión

Tabla 10. Datos técnicos del sistema de transmisión.

Transmisión	Automática
Relación	4:02
Reversa	(.)

Fuente. Autores.

Sistema eléctrico.

Tabla 11. Datos técnicos del sistema eléctrico.

Baterías	8 48 V @ 200 Ah	
Controlador	Marca	Kelly
	Modelo	PM48301

Fuente. Autores.

Sistema de propulsión

Tabla 12. Datos técnicos del sistema de propulsión.

MOTOR	Motor eléctrico Motenergy ME - 1003
Eficiencia	90 %
Voltaje	48 V
Corriente continua máxima	400 A por minuto
Torque máximo	27.16 Nm
Rotación máxima	2600 RPM
Diámetro	28 mm
Máxima temperatura de funcionamiento	155 ° C
Dirección de rotación	Bi - direccional
Potencia	11.5 KW

Fuente: Autores.

Elementos en el chasis.

Tabla 13. - Datos técnicos del chasis.



Estructura	Perfil estructural cuadrado galvanizado.	
Suspensión	Trasera	Tipo rígido.
	Delantera	Tipo McPherson
	Amortiguador (del./ tras)	Hidráulico
Barra estabilizadora	Delantera	AISI 1020 – ¾”
Sistema de frenos	Delantero	Hidráulico
	Posterior	Mecánico (zapatas)
Llantas	155/70 R13	Rines 13 X 4.5, acero.



Fuente: Autores.

Normativa

En nuestro caso la Normativa Ecuatoriana NTE INEN 2656. Clasificación vehicular [15], clasifica al auto eléctrico dentro de la categoría L7.

Tabla 14. Vehículos de categoría L.

CATEGORIA	CÓDIGO	TIPO	IMAGEN	DESCRIPCIÓN
L5	TRC2	TRICIMOTOR/ TAXI		
L6	CMT1	CUATRIMOTOR/ TAXI	 	<p>Vehículos de cuatro ruedas diseñados para velocidades que no superen los 45 km/h, con cilindrada máxima de 50 cm³, para motores de encendido con chispa o con un motor eléctrico de potencia máxima de 4 KW y que su PBV sin incluir baterías en el caso de vehículos eléctricos no excederá los 350 kg para el caso de</p>

				vehículos eléctricos.
L7	CMT2	CUTRIMOTOR/ CUADRON	 	<p>Vehículos de cuatro ruedas, cuya tara sea inferior o igual a 400 Kg (550 Kg para vehículos destinados al transporte de mercancías), no incluida la masa de las baterías para los vehículos eléctricos, y potencia máxima inferior o igual a 15 KW, para el caso de vehículos eléctricos.</p>

Fuente [15]

Y la Resolución Ecuatoriana RTE INEN 034. Elementos mínimos de seguridad en vehículos automotores [16], nos estipula en lo que respecta a frenos para este tipo de vehículos que:

- 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.
- 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.

Ponderación

A continuación, nos valemos de la metodología utilizada por Riba y Molina [8] en la que no se evalúan los parámetros de cada propiedad ni se evalúa numéricamente cada criterio, pero se obtiene resultados altamente satisfactorios y objetivos. Para este método solamente se deben tener los dos siguientes requisitos que son indispensables:

- **Alternativas:** Se debe disponer de dos o más alternativas las cuales deben ser distintas.
- **Criterios:** Hay que establecer los criterios en base a los cuales las alternativas deberán ser evaluadas.

Se basa en unas tablas donde cada criterio se compara con los restantes criterios y se asignan los valores siguientes:

Tabla 15. Valores asignados para la tabulación de ponderaciones.

Valor	Descripción
1	Cuando el criterio de las filas es superior al de las columnas
0,5	Cuando el criterio de las filas es igual al de las columnas
0	Cuando el criterio de las filas es inferior al de las columnas.

Fuente: [8]

Luego para cada criterio, se suma los valores asignados en relación con los restantes criterios al que se le añade una unidad; después, en otra columna se calcula los valores ponderados para cada criterio. Finalmente, la evolución total para cada solución resulta de la suma de productos de los pesos específicos de cada solución por el peso específico del respectivo criterio. [8]

3.1.1. Selección del tipo de frenos

3.1.1.1. Alternativas de frenos

a) Frenos delanteros

Para la parte frontal del sistema de frenos se tomó en consideración cuatro diferentes modelos de vehículos con dimensiones, pesos y características parecidas al nuestro, para el conjunto de mordazas, mangueras y discos de frenos, estos son:

A1: Mini Austin

A2: Chevrolet Spark Hatchback.

A3: Suzuki Forza 1

A4: Grand i10 Hatchback.

b) Frenos traseros

Para la parte posterior, se deben tomar en cuenta las dimensiones establecidas en el diseño y además dado que la transmisión, los ejes y los frenos son un solo conjunto se tomará todo lo mencionado de un solo tipo de vehículo.

Estas alternativas son las siguientes:

A1: Cuadrón

A2: Tricimoto

3.1.1.2. Criterios de valoraciones

Los criterios que van a ser considerados para ambos casos son:

- **Eficiencia**
Se debe garantizar la funcionalidad óptima del sistema de frenos y cada uno de sus componentes ya que éste es parte importante de la seguridad activa del vehículo.
- **Disponibilidad**
Los componentes del sistema de frenos deben ser en su mayoría de fácil adquisición y de esta manera poder evitar la pérdida de tiempo excesivo en caso de averías.
- **Mantenimiento**
El sistema de frenos debe estar instalado en una zona de fácil acceso dentro de la carrocería y sus componentes deben tener la morfología adecuada para de esta manera no complicar el mantenimiento tanto preventivo como correctivo.
- **Dimensiones**
Se debe procurar mantener dimensiones coherentes con el vehículo biplaza para evitar adaptaciones innecesarias y de gran tamaño.

- **Costos**

Con motivo de crear un modelo de auto eléctrico que pueda ser homologado y posteriormente comercializado, se debe procurar mantener costos de fácil alcance por los posibles consumidores.

En orden jerárquico los criterios se verían de la siguiente manera:

1. Eficiencia
2. Disponibilidad
3. Mantenimiento
4. Dimensiones
5. Costos

Eficiencia > disponibilidad > mantenimiento > dimensiones = costos

A continuación, tomando en cuenta el orden jerárquico de los criterios se evalúa el peso específico de cada uno de los mismos.

Tabla 16. Evaluación del peso específico de cada criterio.

CRITERIO	Eficiencia	Disponibilidad	Mantenimiento	Dimensiones	Costos	$\Sigma + 1$	Ponderado
Eficiencia	0,5	0,5	0,5	1,0	1,0	4,0	0,267
Disponibilidad	0,5	0,5	0,5	1,0	0,5	3,5	0,233
Mantenimiento	0,5	0,5	0,5	1,0	0,5	3,5	0,233
Dimensiones	0,0	0,0	0,5	0,5	0,0	1,5	0,100
Costos	0,0	0,5	0,5	0,5	0,5	2,5	0,167
TOTAL						15,0	1,0

Fuente: Autor

Evaluación de peso específico de cada uno de los criterios para frenos delanteros

Se procede a evaluar el peso específico de cada una de las alternativas respecto a cada uno de los criterios contemplados anteriormente.

Tabla 17. Evaluación del peso específico de eficiencia.

Eficiencia	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativa 4	$\Sigma + 1$	Ponderado
Alternativa 1		0,0	0,5	0,0	1,50	0,16
Alternativa 2	1,0		1,0	0,5	3,50	0,37
Alternativa 3	0,5	0,0		0,0	1,50	0,16
Alternativa 4	1,0	0,5	0,5		3,00	0,32
					9,50	1,00

Fuente. Autor.

Tabla 18. Evaluación del peso específico de disponibilidad.

Disponibilidad	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativa 4	$\Sigma + 1$	Ponderado
Alternativa 1		0,0	0,0	0,0	1,00	0,11
Alternativa 2	1,0		0,5	0,5	3,00	0,32
Alternativa 3	1,0	0,0		0,5	2,50	0,26
Alternativa 4	1,0	0,5	0,5		3,00	0,32
					9,50	1,00

Fuente Autor.

Tabla 19. Evaluación del peso específico de mantenimiento.

Mantenimiento	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativa 4	$\Sigma + 1$	Ponderado
Alternativa 1		0,5	0,5	0,0	1,50	0,15
Alternativa 2	1,0		1,0	0,5	3,50	0,35
Alternativa 3	0,5	0,0		0,5	2,00	0,20
Alternativa 4	1,0	0,5	0,5		3,00	0,30
					10,00	1,00

Fuente. Autor

Tabla 20. Evaluación del peso específico de dimensiones.

Dimensiones	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativa 4	$\Sigma + 1$	Ponderado
Alternativa 1		0,5	0,5	0,5	2,50	0,25
Alternativa 2	0,5		0,5	0,5	2,50	0,25
Alternativa 3	0,5	0,5		0,5	2,50	0,25
Alternativa 4	0,5	0,5	0,5		2,50	0,25
					10,00	1,00

Fuente. Autor

Tabla 21. Evaluación del peso específico de costos.

Costos	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativa 4	$\Sigma + 1$	Ponderado
Alternativa 1		1,0	1,0	0,5	3,50	0,35
Alternativa 2	0,0		1,0	0,5	2,50	0,25
Alternativa 3	0,0	0,5		0,0	1,50	0,15
Alternativa 4	0,0	0,5	1,0		2,50	0,25
					10,00	1,00

Fuente. Autor.

Posteriormente, se procede a multiplicar el peso específico de cada criterio por el peso específico de cada alternativa evaluada en cada uno de los mismos de tal manera que se obtiene la siguiente tabla de conclusiones:

Tabla 22. Conclusiones del método de ponderación de alternativas para tipo de frenos delanteros.

CONCLUSIÓN	Eficiencia	Disponibilidad	Mantenimiento	Dimensiones	Costos	$\Sigma + 1$	Prioridad
Alternativa 1	0,04	0,02	0,04	0,03	0,06	1,07	4
Alternativa 2	0,10	0,07	0,08	0,03	0,04	1,24	1
Alternativa 3	0,04	0,06	0,05	0,03	0,03	1,15	3
Alternativa 4	0,08	0,07	0,07	0,03	0,04	1,21	2

Fuente. Autor.

Se puede observar que la alternativa 2 es la más adecuada para el caso de los frenos delanteros, en este caso los elementos del automóvil Chevrolet Spark.

Además, se puede concluir que la eficiencia de la alternativa 2 es la más alta del grupo de comparación, es relativamente de fácil mantenimiento, también de fácil adquisición con dimensiones parecidas a las demás alternativas y de un costo moderado.

Evaluación de peso específico de cada uno de los criterios para frenos traseros

De igual manera, como fue el caso anterior, se procede a evaluar el peso específico de cada una de las alternativas respecto a cada uno de los criterios contemplados anteriormente.

Tabla 23. Evaluación del peso específico de eficiencia.

Eficiencia	Alternativa 1	Alternativa 2	$\Sigma + 1$	Ponderado
Alternativa 1		0,0	1,00	0,33
Alternativa 2	1,0		2,00	0,67
			3,00	1,00

Fuente. Autor.

Tabla 24. Evaluación del peso específico de disponibilidad. Fuente. Autor.

Disponibilidad	Alternativa 1	Alternativa 2	$\Sigma + 1$	Ponderado
Alternativa 1		0,5	1,50	0,16
Alternativa 2	0,5		1,50	0,16
			3,00	0,32

Fuente. Autor.

Tabla 25. Evaluación del peso específico de mantenimiento.

Mantenimiento	Alternativa 1	Alternativa 2	$\Sigma + 1$	Ponderado
Alternativa 1		0,0	1,00	0,33
Alternativa 2	1,0		2,00	0,67
			3,00	1,00

Fuente. Autor.

Tabla 26. Evaluación del peso específico de dimensiones.

Dimensiones	Alternativa 1	Alternativa 2	$\Sigma + 1$	Ponderado
Alternativa 1		0,0	1,00	0,33
Alternativa 2	1,0		2,00	0,67
			3,00	1,00

Fuente. Autor.

Tabla 27. Evaluación del peso específico de costos.

Costos	Alternativa 1	Alternativa 2	$\Sigma + 1$	Ponderado
Alternativa 1		0,5	1,50	0,50
Alternativa 2	0,5		1,50	0,50
			3,00	1,00

Fuente. Autor.

También se procede a multiplicar el peso específico de cada criterio por el peso específico de cada alternativa evaluada en cada uno de los mismos de tal manera que se obtiene la siguiente tabla de conclusiones:

Tabla 28. Conclusiones del método de ponderación de alternativas para el tipo de freno posterior.

CONCLUSIÓN	Eficiencia	Disponibilidad	Mantenimiento	Dimensiones	Costos	$\Sigma + 1$	Prioridad
Alternativa 1	0,09	0,04	0,08	0,03	0,08	1,15	2
Alternativa 2	0,18	0,04	0,16	0,07	0,08	1,35	1

Fuente. Autor.

Se puede concluir que la eficiencia de la alternativa 2 es a mejor de ambas, de fácil adquisición, de fácil mantenimiento con las dimensiones requeridas para nuestro caso y de costo moderado.

En este caso se utilizará el conjunto transmisión – frenos de una tricimoto.

3.2. Cálculos o modelo operativo

3.2.1. Ubicación del centro de gravedad

La ubicación del centro de gravedad es de gran importancia en la dinámica del vehículo eléctrico, ya que es donde se mantiene un equilibrio de esfuerzos de todo automotor; es recomendable que este punto de equilibrio se mantenga lo más bajo posible para evitar situaciones de peligro. [5]

Para calcular el centro de gravedad del vehículo, hay que seguir los siguientes pasos:

1. Determinar el peso del vehículo.
2. Determinar el peso de los componentes adicionales.
3. Establecer un punto de referencia
4. Medir las distancias del punto de referencia hasta el centro de gravedad de cada componente adicional.
5. Multiplicar esta distancia por el peso de cada objeto para así hallar su momento.
6. Realizar una suma de los momentos obtenidos.
7. Dividir el momento total entre el peso total del vehículo y sus componentes.
8. Despejar y hallar las coordenadas del centro de gravedad.

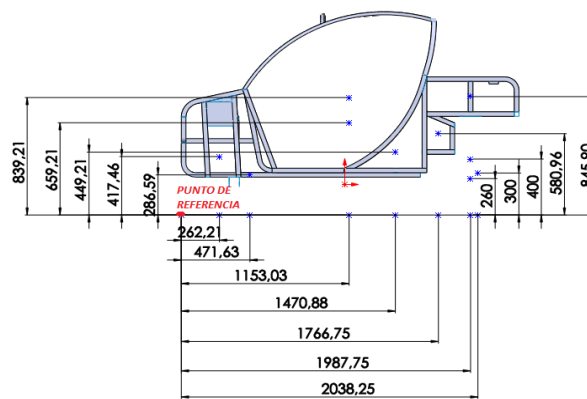


Figura 20. Distancias de las cargas desde el punto de referencia en el sentido del eje X y Z. Fuente. [17]

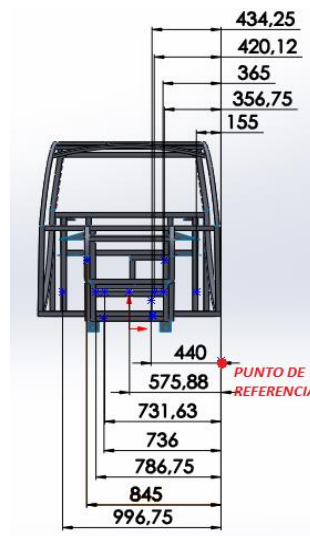


Figura 21. - Distancias de las cargas desde el punto de referencia en el sentido del eje Y. Fuente. [17]

Tabla 29. Pesos de cada uno de los componentes del vehículo con sus respectivas coordenadas a su centro de gravedad.

Elemento		Masa del Elemento (Kg)	Distancia en el eje X (mm)	Distancia en el eje Y (mm)	Distancia en el eje Z (mm)
1	Primera batería	23	262.21	417.46	420.12
2	Segunda batería	23	262.21	417.46	731.63
3	Sistema de dirección	8.7	471.63	286.59	434.25
4	Primer asiento	10	1153.03	659.21	356.75
5	Segundo asiento	10	1153.03	659.21	845
6	Piloto	75	1153.03	839.21	356.75
7	Copiloto	75	1153.03	839.21	845
8	Estructura tubular	146	1228.49	590.14	576.75
9	Tercera batería	23	1470.88	308.38	155
10	Cuarta batería	23	1470.88	308.38	365
11	Quinta batería	23	1470.88	308.38	575.88
12	Sexta batería	23	1470.88	308.38	786.75
13	Séptima batería	23	1470.88	308.38	996.75
14	Octava batería	23	1766.75	580.96	575.88
15	Sistema electrónico	6	1987.75	824.25	575.88
16	Motor eléctrico	17	1987.75	400	440
17	Diferencial	34.1	1987.75	260	736
18	Transmisión	3.5	2038.25	300	736

Fuente. [17]

Para la obtención de los momentos de cada uno de los elementos que forma parte del vehículo se utilizan las siguientes fórmulas.

$$M_x = F * r_x \quad \text{Ecuación 3.1}$$

$$M_y = F * r_y \quad \text{Ecuación 3.2}$$

$$M_z = F * r_z \quad \text{Ecuación 3.3}$$

Tabla 30. Momentos generados por cada uno de los componentes del vehículo en cada uno de sus ejes coordenados.

Elemento		Momento respecto al eje X (Kg.mm)	Momento respecto al eje Y (Kg.mm)	Momento respecto al eje Z (Kg.mm)
1	Primera batería	6030,83	9601,58	9662,76
2	Segunda batería	6030,83	9601,58	16827,49
3	Sistema de dirección	4103,181	2493,33	3777,975
4	Primer asiento	11530,3	6592,1	3567,5
5	Segundo asiento	11530,3	6592,1	8450
6	Piloto	86477,25	62940,75	26756,25
7	Copiloto	86477,25	62940,75	63375
8	Estructura tubular	179359,54	127040,44	84205,5
9	Tercera batería	33830,24	7092,74	3565
10	Cuarta batería	33830,24	7092,74	8395
11	Quinta batería	33830,24	7092,74	13245,24
12	Sexta batería	33830,24	7092,74	18095,25
13	Séptima batería	33830,24	7092,74	22925,25
14	Octava batería	40635,25	13362,08	13245,24

15	Sistema electrónico	11926,5	4945,5	3455,28
16	Motor eléctrico	33791,75	6800	7480
17	Diferencial	67782,28	8866	25097,6
18	Transmisión	7133,875	1050	2576
	TOTAL	721960,33	358289,91	334702,34

Fuente. [17]

Una vez obtenido los valores de la sumatoria de momentos en cada uno de los ejes coordenados, se procede a dividir los mismos para el peso total efectivo del vehículo para de esta manera hallar las coordenadas del centro de gravedad, utilizando la siguiente ecuación:

$$CG = \frac{M}{F} \quad \text{Ecuación 3.4}$$

- a. **Coordenada del centro de gravedad respecto al eje X desde el punto de referencia.**

$$CGx = \frac{M_x}{F} \quad \text{Ecuación 3.5}$$

$$CGx = \frac{721960.33 (Kg \cdot mm)}{569.3 Kg}$$

$$CGx = 1268.15 mm$$

- b. **Coordenada del centro de gravedad respecto al eje Y desde el punto de referencia.**

$$CGy = \frac{M_y}{F} \quad \text{Ecuación 3.6}$$

$$CGy = \frac{334702.34(Kg \cdot mm)}{569.3 Kg}$$

$$CGy = 587.92 mm$$

- c. **Coordenada del centro de gravedad respecto al eje Z desde el punto de referencia.**

$$CG_z = \frac{M_z}{F} \quad \text{Ecuación 3.7}$$

$$CG_z = \frac{324515.01 \text{ (Kg. mm)}}{569.3 \text{ Kg}}$$

$$CG_z = 629.35 \text{ mm}$$

3.2.2. Distribución de masas en el vehículo.

Conocer la magnitud de la distribución de masas del vehículo es de gran importancia ya que se ejercen diferentes valores tanto en el eje delantero como trasero debido a que la ubicación del centro de gravedad no es simétrica.

Para este cálculo utilizaremos las ecuaciones de sumatoria de momentos, tomando en consideración el punto A como el eje delantero y el eje B como eje posterior, de esta manera se obtiene que:

$$\Sigma M_A = 0 \quad \text{Ecuación 3.8}$$

$$W_B * b - W \left(\frac{b}{2} - x \right) = 0$$

$$\Sigma M_B = 0 \quad \text{Ecuación 3.9}$$

$$-W_A * b + W \left(\frac{b}{2} + x \right) = 0$$

$$dx = \frac{b}{2} - l1 \quad \text{Ecuación 3.10}$$

Donde:

- b = batalla del vehículo (distancia entre ejes).
- x = distancia desde el punto medio de la batalla y el centro de gravedad.
- W_A = Distribución de peso en el eje delantero
- W_B = Distribución de peso en el eje posterior
- W = Peso total

Despejando W_A y W_B se obtiene que:

$$W_A = \frac{w}{2} + \frac{W*x}{b} \quad \text{Ecuación 3.11}$$

$$W_B = \frac{w}{2} - \frac{W*x}{b} \quad \text{Ecuación 3.12}$$

Resolviendo la ecuación 3.10 y reemplazando el valor calculado y el peso total del vehículo $W=573.8$ Kg en las ecuaciones 3.11 y 3.12:

$$x = \frac{1725 \text{ mm}}{2} + 363.75 \text{ mm} - 1268.15 \text{ mm}$$

$$x = -37.57 \text{ mm}$$

$$W_A = \frac{573.8 \text{ Kg}}{2} + \frac{573.8 \text{ Kg} * (-37.57 \text{ mm})}{1725 \text{ mm}}$$

$$W_A = 274.40 \text{ Kg}$$

$$W_B = \frac{573.8 \text{ Kg}}{2} - \frac{573.8 \text{ Kg} * (-37.57 \text{ mm})}{1725 \text{ mm}}$$

$$W_B = 299.40 \text{ Kg}$$

3.2.3.- Porcentaje de pesos en los ejes delantero y posterior.

Para hallar el porcentaje de peso en cada eje se realiza una regla de tres y se obtienen los siguientes resultados:

$$\% W_A = \frac{w_A}{w} * 100 \quad \text{Ecuación 3.13}$$

$$\% W_A = \frac{274.40 \text{ Kg}}{573.8 \text{ Kg}} * 100$$

$$\% W_A = 47.82\%$$

$$\% W_B = \frac{w_B}{w} * 100 \quad \text{Ecuación 3.14}$$

$$\% W_B = \frac{299.40 \text{ Kg}}{573.8 \text{ Kg}} * 100$$

$$\% W_B = 52.18\%$$

El peso total del vehículo está distribuido en un 47.82% en el eje delantero y el 52.18% en el eje posterior.

3.2.4. Carga de frenado.

$$Ma = \mu Mg = \mu F_{F+} + \mu F_R \quad \text{Ecuación 3.15}$$

Donde:

- μ = coeficiente de fricción del neumático.
- M = masa del vehículo.
- a = desaceleración.
- g = valor de la gravedad.

Para equilibrio de momento sobre el parche de contacto frontal:

$$F_F L = Mg L_R + Mah \quad \text{Ecuación 3.16}$$

Despejando:

$$F_F = \frac{Mg(L_R + \mu h)}{L}$$

$$F_F = \frac{573.8 \text{ Kg} * 9.81 \text{ m/s}^2(0.724\text{m} + 0.67 * 0.61\text{m})}{1.725\text{m}}$$

$$\mathbf{F_F = 3696,19 \text{ N} = 377.16 \text{ Kg}}$$

Del mismo modo, la reacción vertical del eje trasero FR es:

$$F_R = \frac{Mg(L_F - \mu h)}{L}$$

$$F_R = \frac{573.8 \text{ Kg} * 9.81 \text{ m/s}^2(1.002\text{m} - 0.67 * 0.61\text{m})}{1.725\text{m}}$$

$$\mathbf{F_R = 1936.04 \text{ N} = 197.55 \text{ Kg}}$$

Tomando en cuenta un coeficiente de fricción de 1, la carga de frenado es:

$$Ma = \mu Mg = \mu F_F + \mu F_R \quad \text{Ecuación 3.17}$$

$$Ma = 3696.19 \text{ N} + 1936.04 \text{ N}$$

$$\mathbf{Ma = 5632.23 \text{ N}}$$

3.2.5 Par de frenado

El par de frenado es el torque que hay que vencer para detener el vehículo y para nuestro caso particular este se encuentra en el eje delantero y se obtiene con la ayuda

del radio de los neumáticos; en este caso el rin del neumático utilizado es de 13 pulgadas es decir 0,3302 m. [4]

$$N_D = F_F * R_r \quad \text{Ecuación 3.18}$$

Donde:

- N_D es el par de frenado.
- F_F es la fuerza de frenado en el eje delantero.
- R_r es el radio de la rueda.

Remplazando datos tenemos:

$$N_D = 3696,19 \text{ N} * 0,3302 \text{ m}$$

$$N_D = 1220.48 \text{ N} \cdot \text{m}$$

3.2.5 Energía calorífica en el disco de freno

Para el cálculo de la energía calorífica que se produce en el disco de freno primero debemos hallar el valor de la energía cinética aplicada a la velocidad máxima a la que llegaría el auto eléctrico. Entonces:

$$E_c = \frac{1}{2} m * v^2 \quad \text{Ecuación 3.19}$$

$$E_c = \frac{1}{2} (650 \text{ Kg}) * \left(60 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2$$

$$E_c = 1,17 \text{ MJ}$$

Posteriormente calculamos dicha energía calorífica.

$$P_{CT} = \frac{E_c}{\Delta t} \quad \text{Ecuación 3.20}$$

Donde:

- P_{CT} , es la potencia total en el sistema de frenos.
- E_c , es la energía cinética del auto eléctrico.
- Δt , es el tiempo que se demora en detenerse el vehículo desde que se aplica el freno.

Entonces:

$$P_{CT} = \frac{1.17 \text{ MJ}}{4 \text{ s}}$$

$$P_{CT} = 292.5 \text{ KJ}$$

La potencia calorífica en un solo disco será:

$$P_C = \frac{292.5 \text{ kJ}}{2}$$

$$P_C = 292.5 \text{ KJ}$$

3.2.6 Cálculo de la fuerza de fricción en la pinza de freno

$$F_{FP} = \frac{\frac{\text{Par de frenado}}{2}}{\text{Radio del disco}} \quad \text{Ecuación 3.21}$$

$$F_{FP} = \frac{\frac{1220.48 \text{ N} \cdot \text{m}}{2}}{0.125 \text{ m}}$$

$$F_{FP} = 4881.92 \text{ N}$$

3.2.7 Fuerza de salida en el pedal de freno

El pedal de freno es un dispositivo que sirve para multiplicar la fuerza ejercida por el conductor. Y se calcula de la siguiente manera:

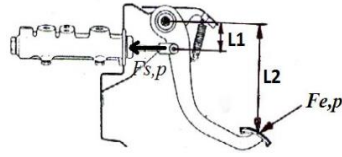


Figura 22. - Distancias de las cargas aplicadas en el pedal del freno. Fuente: [18]

$$F_{s,p} = F_{e,p} * \frac{L2}{L1} \quad \text{Ecuación 3.22}$$

Donde:

- $F_{s,p}$, es la fuerza a la salida del pedal de freno.
- $F_{e,p}$, es la fuerza aplicada por el conductor.
- $L2$, distancia del pivote al pedal de freno.
- $L1$, distancia del pivote al vástago de la bomba de freno.

Resolviendo con una $F_{e,p}$ aproximada de 250N:

$$F_{s,p} = 250N * \frac{280 \text{ mm}}{70 \text{ mm}}$$

$$F_{s,p} = 1000 \text{ N}$$

3.2.8 Presión en la bomba de freno

$$P_b = \frac{F_{s,p}}{A_b} \quad \text{Ecuación 3.23}$$

Donde:

- P_b , presión hidráulica generada por la bomba de freno.

- A_b , Área efectiva del pistón de la bomba de freno.

Resolviendo:

$$P_b = \frac{1000 N}{(13 mm)^2 * \pi}$$

$$P_b = 1,88 MN$$

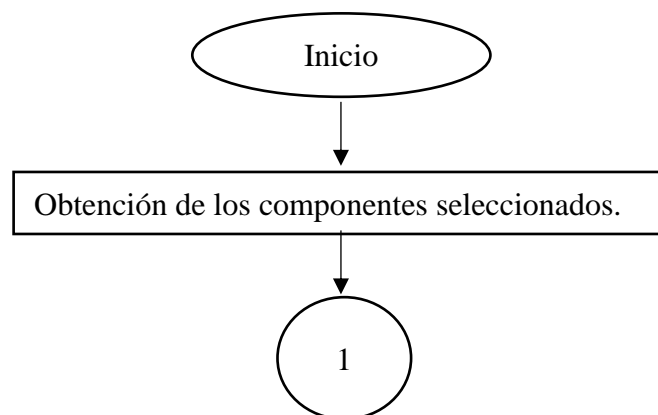
3.2.8 Presión en las cañerías de freno

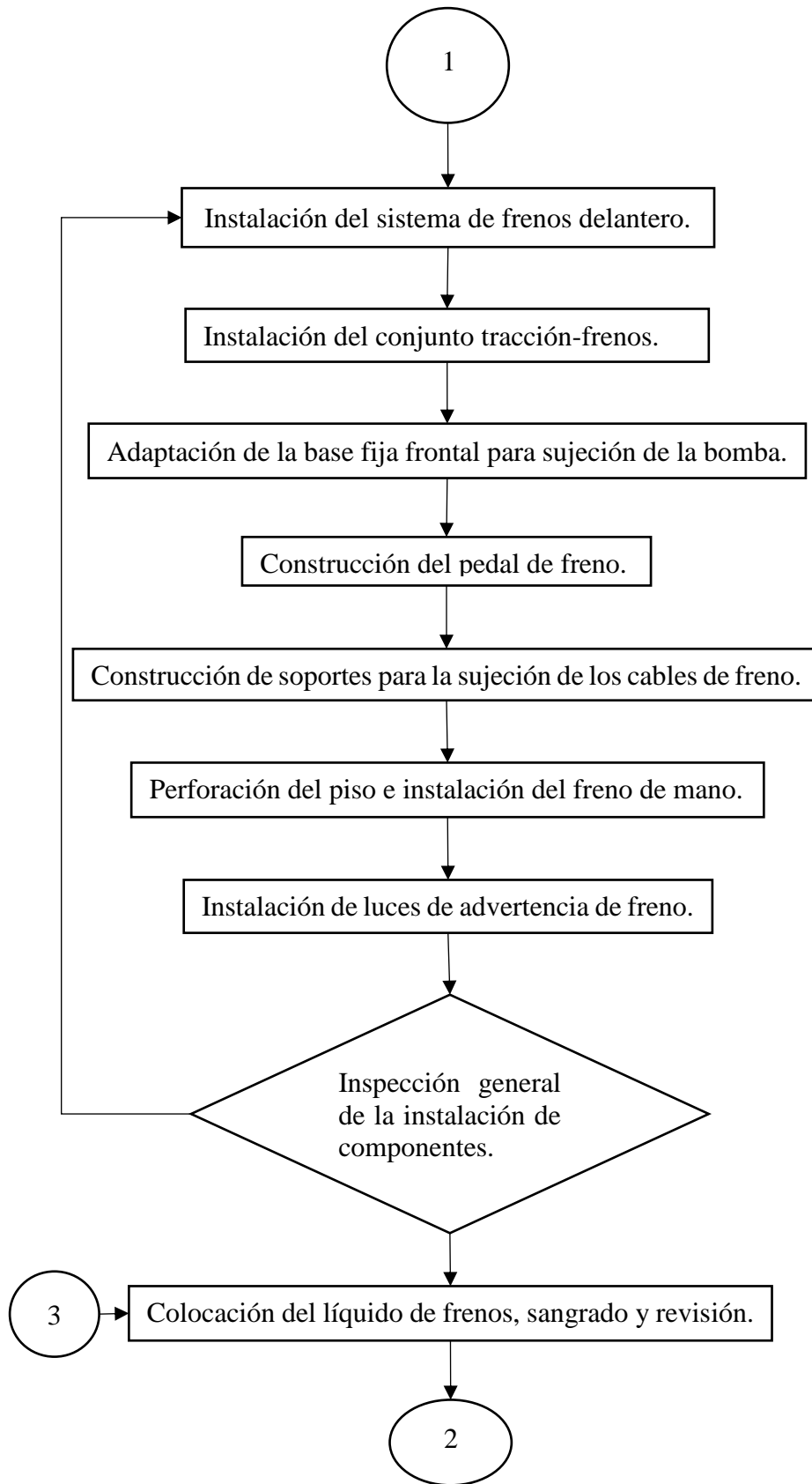
La presión que se encuentra en las cañerías y mangueras hidráulicas, así como también en la mordaza es la misma presión que se genera en el interior del pistón de la bomba de freno debido a la ley de Pascal.

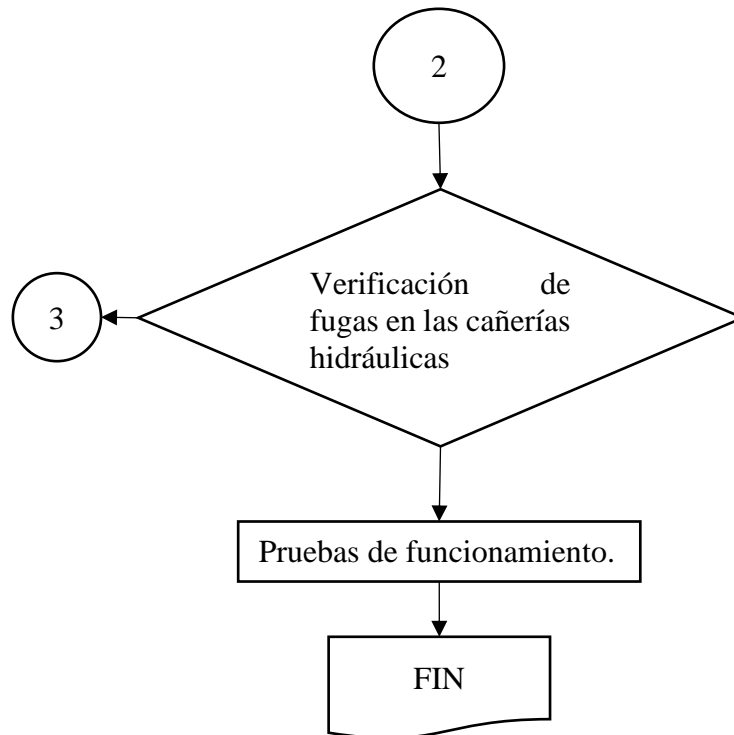
$$P_b = \text{Presión hidráulica transmitida a la mordaza}$$

3.3. Implementación del sistema de frenos en el auto eléctrico

El siguiente diagrama de flujos indica el proceso para la implementación del sistema de frenos del prototipo de auto eléctrico biplaza UTA-CIM17.







3.4. Prueba de funcionamiento del sistema de frenos en el auto eléctrico

Para la realización de las pruebas de funcionamiento se tomó en cuenta los parámetros establecidos en el Reglamento N° 13-H de la Comisión Económica para Europa de las Naciones Unidas (CEPE) — de la CEPE. Disposiciones uniformes sobre la homologación de los vehículos de turismo en lo relativo al frenado, literal 6 [18], que se encuentra en el Anexo 1 del presente documento.

Tabla 31. Resultados de las pruebas de funcionamiento.

PARÁMETRO	RESULTADOS.
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.	Antes de realizar la prueba de funcionamiento se comprobó que el eje delantero del vehículo tenga la temperatura adecuada realizando frenados progresivos cortos a bajas velocidades.

<p>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.</p>	<p>Se equipó al vehículo con peso adicional sin exceder el máximo permisible en cada eje al aumentar el número de acompañantes hasta cinco.</p>
<p>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.</p>	<p>Se pudo comprobar que el peso calculado previamente de pesos en el interior del vehículo gracias a una inspección visual rigurosa y colocación de uno a uno de los componentes antes de la prueba.</p>
<p>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.</p>	<p>Para evitar inconvenientes se realizó la prueba de funcionamiento en una vía asfaltada y con todas las paradas requeridas.</p>
<p>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 m/s². Se podrán efectuar dos ensayos previos para determinar la fuerza adecuada sobre el mando.</p>	<p>Se efectuaron ensayos previos antes de efectuar la prueba real y se pudo comprobar con el velocímetro digital la desaceleración constante requerida de 3 m/s².</p>
<p>Para ganar velocidad después de cada frenado, el cambio de marchas deberá utilizarse de modo que la velocidad v1 se alcance lo antes posible (aceleración máxima permitida por el motor y la caja de cambios).</p>	<p>En este punto no existió inconveniente alguno gracias a la pronta respuesta del sistema eléctrico de potencia del vehículo.</p>
<p>El sistema de frenado de estacionamiento debe poder mantener inmóvil un vehículo cargado en una pendiente del 20 %.</p>	<p>Se comprobó que el accionamiento del freno de estacionamiento cumplía adecuadamente su función colocando a vehículo con los requerimientos estipulados en este numeral.</p>
<p>Si el mando es de accionamiento manual, la fuerza ejercida sobre el mismo no deberá sobrepasar 40 daN.</p>	<p>Se puede comprobar fácilmente la fuerza ejercida en la palanca de accionamiento del freno de parqueo ya que el mismo se</p>

	encuentra conectado a un sistema de fácil accionamiento. Es decir no presenta mayor resistencia al momento de activar el parking.
Podrá admitirse un sistema de frenado de estacionamiento que deba accionarse varias veces para alcanzar la eficacia prescrita.	En nuestro caso en particular se pudo observar que el freno funciona correctamente al ser accionado una vez hasta la altura requerida.

Fuente: Autor

3.5. Manual de uso y mantenimiento

Freno hidráulico

- El freno hidráulico es accionado gracias a un pedal ubicado en el piso frontal del vehículo que transmite la presión al sistema y permite activar el frenado, el mismo debe ser presionado progresivamente para evitar frenados bruscos.
- Para llegar a funcionar al máximo los frenos de disco delanteros necesitan un periodo de desgaste especial. Este se prolonga de 30-40 frenadas. Durante este periodo de tiempo los frenos podrían llegar a producir algo de ruido o también desacelerar la rueda ligeramente.
- Es de gran importancia limpiar las áreas en las que se encuentra el sistema hidráulico con la finalidad que la suciedad no contamine el líquido de frenos de las tuberías o partes hidráulicas y se puedan producir fallas en el sistema de frenos.
- Para la comprobación del correcto funcionamiento de la bomba de freno se puede colocar una pinza estranguladora en cada rueda y presionar el pedal del freno el cual debe mantenerse alto y firme; en caso de que el pedal se desplace esto puede significar que la bomba tiene una fuga externa en caso de las cañerías o interna en caso de los cauchos que mantienen la presión dentro de esta.

- En caso de avería y durante el proceso de reparación del sistema hidráulico no utilice solventes derivados del petróleo. Para esto el limpiador para sistemas de freno es lo más recomendable.
- No utilice aire comprimido para secar los componentes del sistema de frenos ya que el aire podría contener humedad y además restos de aceite. Cuando se desarma cualquier sección del sistema hidráulico (bomba, tuberías, pistón, etc.) es importante purgar el sistema para eliminar restos de aire que quede dentro del sistema hidráulico y pueda producir fallas de funcionamiento.

Freno de estacionamiento

- El freno de estacionamiento se aplica mediante una palanca de tracción conectada a cables que accionan las zapatas y producen la presión necesaria para mantener estático el vehículo. En este caso, es recomendable realizar una inspección trimestral en el ajuste de la tensión en los cables conectados a las zapatas para evitar el mal funcionamiento del freno.
- Una forma de comprobar el correcto funcionamiento del freno de estacionamiento es colocar el vehículo en una pendiente y accionar el mecanismo de freno, el mismo debe tener entre 5 y 8 clics en su recorrido. Si el vehículo se mueve, el freno de estacionamiento se debe de ajustar. (En todo momento se recomienda permanecer dentro del vehículo eléctrico para realizar esta prueba y evitar posibles accidentes.)
- En este caso el freno de estacionamiento se aplica en las ruedas traseras y dado que el vehículo no cuenta con ningún otro sistema que lo mantenga estático en parking, es recomendable realizar una inspección mensual en el ajuste de la tensión en los cables conectados a las zapatas para evitar el mal funcionamiento del freno.

3.6. Presupuesto

A continuación, se presenta una tabla que detalla los costos de los elementos utilizados en el sistema de frenos.

Tabla 32. Detalle de costos de los elementos utilizados en el sistema de frenos.

Elemento	Costo \$
Patillas de freno	20
Mordazas Spark	55
Discos de freno Spark	80
Freno posterior	70
Cables de freno	35
Freno de mano	80
Bomba Datsun 1200	25
Cañerías hidráulicas	15
Neplos	5
Mangueras Spark	30
Arandelas cobre	5
Perno hidráulico	12
Líquido de frenos	5
TOTAL	437

Fuente. Autor.

3.7. Especificaciones técnicas

- El sistema de frenos consta de un sistema hidráulico para los frenos delanteros el cual soporta una carga de frenado de 1100 kg.
- En la parte posterior consta de un sistema de frenos por zapatas accionado por cable, el cual sirve para freno de estacionamiento.

CAPÍTULO IV.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

- Se ha determinado los parámetros para el diseño y selección de elementos para el sistema de frenos de un vehículo eléctrico biplaza UTA- CIM17 mediante la investigación y recolección de información y fichas técnicas utilizadas para los demás sistemas del vehículo.
- Se ha realizado el diseño del sistema de frenos utilizando la Normativa Ecuatoriana NTE INEN 2656 y la Reglamentación Técnica No. 13-H de la ONU – “UNIFORM PROVISIONS CONCERNING THE APPROVAL OF PASSENGER CARS WITH REGARD TO BRAKING”. Como punto de partida el dimensionamiento y el rendimiento del sistema de frenos, debido a que las dimensiones y el peso de los componentes influyen en el rendimiento del motor y provocan una vida de carga más corta en las baterías.
- Se ha realizado la implementación del sistema de frenos en el auto eléctrico biplaza UTA-CIM17 de acuerdo con la norma NTE INEN 2656 que coloca al vehículo dentro de la categoría L7, para los vehículos dentro de esta categoría rige la resolución ecuatoriana RTE INEN 034. Basados en esto se ha implementado un sistema de frenado hidráulico para las ruedas delanteras y un sistema de freno mecánico para las ruedas posteriores.
- Se ha realizado las pruebas de funcionamiento de acuerdo con los parámetros establecidos en el Reglamento N° 13-H de la Comisión Económica para Europa de las Naciones Unidas y se ha determinado que el

sistema de frenos cumple con los parámetros necesarios para ser calificado como eficaz.

- Se ha realizado el manual de uso y mantenimiento del sistema de frenos del vehículo eléctrico UTA-CIM17 de manera clara y concisa para facilitar la manipulación y reparación del mismo.

4.2. Recomendaciones

- Antes de la instalación del sistema de frenos verificar que los sistemas previos se encuentran correctamente instalados y alineados dentro de la carrocería del vehículo para de esta manera evitar posibles reubicaciones innecesarias de los mismos.
- Realizar un cronograma de actividades previo a la instalación de cada sistema para evitar contratiempos entre integrantes de los diferentes grupos de trabajo
- En la instalación del sistema de frenos evitar poner en riesgo la integridad de componentes previamente acoplados a la carrocería.
- En caso de asistir a lugar de trabajo utilizar los implementos necesarios de protección para evitar de esta manera lesiones y accidentes laborales que pueden suscitarse dentro del área.
- Previo a la implementación de componentes del sistema de frenos comprobar que se posee todo el herramental necesario para la instalación de los mismos y de esta manera evitar contratiempos innecesarios.
- una vez instalado el sistema de frenos verificar su funcionalidad es decir verificar que las partes móviles tengan el libre movimiento necesario para la activación de este.
- Apoyarse en normativa y reglamentación nacional o extranjera que permita una correcta funcionalidad de los elementos del sistema de frenos.
- En el caso de que no se cuente con la práctica necesaria requerida para la instalación y puesta a punto del sistema de frenos hidráulico pedir la ayuda a un profesional dentro de esa área.

- No invadir el área delimitada por cada diseñador de los sistemas previos para el correcto funcionamiento de estos.
- Para la prueba de funcionamiento del sistema de frenos tomar todas las precauciones necesarias en el área a ser realizada la misma.
- Realizar una inspección periódica del sistema de frenos para evitar posibles fugas en el caso del sistema hidráulico o averías en los cables de accionamiento del freno posterior.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] O. M. E. David, ADAPTACIÓN DE UN BUGGY CON MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA A UN SISTEMA ELÉCTRICO, Ambato: Universidad Técnica de Ambato, 2017.
- [2] L. R. Andrés, Diseño, análisis y cálculo de un sistema de frenado para automoción., Zaragoza: Universidad Zaragoza, 2014.
- [3] V. C. A. Josué, Los materiales de fricción y su influencia en la eficiencia de frenado., Quito: Universidad San Francisco de Quito, 2015.
- [4] C. O. Elena, DISEÑO Y CÁLCULO DEL SISTEMA DE FRENADO PARA UN PROTOTIPO FÓRMULA STUDENT, Leganés: Universidad Carlos III de Madrid, 2012.
- [5] J. Shiguango y F. Ángel, IMPLEMENTACIÓN DE UN TABLERO DIDÁCTICO DE UN SISTEMA DE FRENADO HIDRAÚLICO CON ACCIONAMIENTO MANUAL, CONTROL DE PARADA Y PRESIÓN DE FRENADO ELECTRÓNICO, PARA EL LABORATORIO DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ DE LA ESPOCH, Riobamba: ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO, 2012.
- [6] M. Ely, «sistemadefrenosuide.blogspot.com,» 20 03 2014. [En línea]. Available: http://sistemadefrenosuide.blogspot.com/2014/02/blog-post_4739.html. [Último acceso: 10 04 2018].

- [7] BOSCH, «potenciasutaller.com,» 12 04 2008. [En línea]. Available: www.potenciasutaller.com/assets/documents/manuals/manu_frenos.pdf. [Último acceso: 22 04 2018].
- [8] C. Riba y M. Arturo, Ingeniería Concurrente: Una metodología integradora, 2006.
- [9] «dobac.com,» [En línea]. Available: dobac.com/capac/Sistema%20de%20Frenos%20Hidráulicos.pdf. [Último acceso: 20 04 2018].
- [10] «campusvirtual.edu.uy,» [En línea]. Available: campusvirtual.edu.uy/archivos/mecanica.../11%20CLASIFICAR%20FRENOS.pdf. [Último acceso: 23 03 2018].
- [11] F. Álvaro, «autonocion.com,» 25 03 2015. [En línea]. Available: <https://www.autonocion.com/frenos-disco-tambor-componentes-tipos-funcionamiento/>. [Último acceso: 23 02 2018].
- [12] E.-. Auto, «e-auto.com.mx,» [En línea]. Available: <http://www.e-auto.com.mx/engew/index.php/85-boletines-tecnicos/3496-cilindro-maestro-de-frenos>. [Último acceso: 01 05 2018].
- [13] FRITEC, «tusfrenos.mx,» [En línea]. Available: <http://tusfrenos.mx/ventajas-y-desventajas-de-los-frenos-de-disco/>. [Último acceso: 12 04 2018].

- [14] Pieldetoro, «pieldetoro.net,» [En línea]. Available: <https://www.pieldetoro.net/web/.../09%20-%20LIQUIDOS%20DE%20FRENOS.pdf>. [Último acceso: 13 03 2018].
- [15] S. E. d. Normalización, NTE INEN 2656. Clasificación Vehicular, QUITO.
- [16] S. E. d. Normalización, RTE INEN 034. Elementos mínimos de seguridad en vehículos automotores., Quito, 2016.
- [17] C. Lizano, Interviewee, Diseño y construcción de la estructura del auto eléctrico CIM 17. [Entrevista]. 02 04 2018.
- [18] C. E. p. E. d. I. N. U. (CEPE)., Reglamento N° 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.

ANEXOS

IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE FRENOS













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:

PARTIDAS	DESCRIPCIÓN
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 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.

4.17.1 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 apoyos cabezas* - 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 apoyos cabezas (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



ANEXO A

		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	
1	Dispositivos de alumbrado y de señalización luminosa	Vehículos automotores. Dispositivos para mantener o mejorar la visibilidad.	RTE INEN 1155																		
		ONU. "Dispositivos Relativos Uniformes a la aprobación de vehículos en lo referente a iluminación y dispositivos de señalización luminosa".	UN 48																		
		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 sus remolques.	UN 7																		
2	Asientos y sus anclajes	Disposiciones Relativas Uniformes a la aprobación de apoya cabezas (reposacabezas), incorporados o no en asientos de vehículos.	UN 25																		
		Apoya cabezas.	GTR 7																		
		Asientos, anclajes y apoya cabezas	UN 17																		
		Asientos, anclajes y apoya cabezas no cubierto por Norma UN 80 (por casos técnicos particulares)																			
		Respaldos y desplazamiento de equipaje																			
		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.	UN 80																		
		ONU. Prescripciones Uniformes relativas a la aprobación de los vehículos en lo que concierne a los anclajes de los cinturones de seguridad.	UN 14																		
Prescripciones Uniformes relativas a la aprobación de los vehículos en lo que concierne a anclajes ISOFIX y los anclajes superiores ISOFIX.	UN 14																				
3	Frenos	Sistema de frenado	UN 13-H																		
		ONU. Disposiciones uniformes sobre la aprobación de los vehículos automóviles de pasajeros en lo relativo al frenado.	UN 13-H																		
		ONU. ABS obligatorio conforme con lo que establezca la Reglamentación Técnica No. 13 H de la ONU	UN 13-H																		
		ONU. Disposiciones uniformes relacionadas con la aprobación de vehículos de categorías M, N y O con relación al sistema de frenos.	UN 13																		
4	Control electrónico de estabilidad	Control electrónico de estabilidad conforme a lo establecido por el Reglamento Técnico Global GT R8 Sistemas Electrónicos ONU – Control de Estabilidad ESC	GTR 8																		
		Control electrónico de estabilidad conforme a lo establecido por la Reglamentación Técnica No. 13-H de la ONU.	UN 13-H																		
5	Neumáticos	Neumáticos de vehículos automotores	RTE INEN 011																		
		ONU "Disposiciones uniformes concernientes a la aprobación de neumáticos para vehículos motorizados y sus remolques"	UN 30																		
		ONU. Disposiciones uniformes concernientes a la aprobación de neumáticos para vehículos comerciales y sus remolques	UN 54																		



		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	2016-028 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 y O	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.

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 ⁽¹⁾.
 - 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;

⁽¹⁾ El presente Reglamento ofrece una serie alternativa de requisitos aplicables a los vehículos de la categoría N_1 , distintos de los incluidos en el Reglamento n° 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

- 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 ⁽²⁾ 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.

⁽²⁾ 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 ⁽³⁾ 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 ⁽³⁾ 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.

⁽³⁾ 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⁽⁴⁾, 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^o 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.

⁽⁴⁾ 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

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 ⁽⁵⁾ 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 ⁽³⁾ 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 m/s^2 en las deceleraciones inferiores a este valor.

⁽⁵⁾ 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 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 ⁽⁶⁾.
- 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:

⁽⁶⁾ 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 ⁽⁷⁾, 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.

⁽⁷⁾ 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 ⁽⁸⁾.
- 5.2.22.3. La activación de parte del sistema de frenado de servicio mediante el «frenado selectivo» generará la señal antes mencionada ⁽⁹⁾.
- 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 $0,7 \text{ m/s}^2$ ⁽⁸⁾.

- 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 ⁽⁸⁾:
- 5.2.23.1. La señal no se activará cuando la deceleración del vehículo sea inferior a 6 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.

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

⁽⁹⁾ 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 M₁ y N₁ 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 M₁ y N₁ 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.

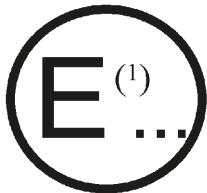
12.5. A reserva de lo dispuesto en el punto 12.6 siguiente, incluso después de la fecha de entrada en vigor del suplemento 16 del presente Reglamento, las homologaciones de tipo con arreglo a cualquier suplemento del presente Reglamento seguirán siendo válidas y las Partes Contratantes que apliquen el 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 ⁽²⁾: 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 ⁽²⁾
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 ⁽²⁾ equipado para arrastrar un remolque con sistemas de frenado eléctrico.
19. El vehículo está/no está ⁽²⁾ equipado de un sistema antibloqueo.
- 19.1. El vehículo cumple los requisitos del anexo 6: Sí/No ⁽²⁾
- 19.2. Categoría del sistema antibloqueo: categoría 1/2/3 ⁽²⁾
20. Se suministró documentación adecuada con arreglo al anexo 8 en relación con el/los sistema(s) siguiente(s): Sí/No/No procede ⁽²⁾
21. El vehículo está equipado con un sistema ESC: Sí/No ⁽²⁾
- 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 ⁽²⁾
- 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 ⁽²⁾
22. El vehículo dispone/no dispone ⁽²⁾ 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 ⁽²⁾
- 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 ⁽²⁾.
- 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) ⁽²⁾.
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 ⁽²⁾
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.

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

⁽²⁾ 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)

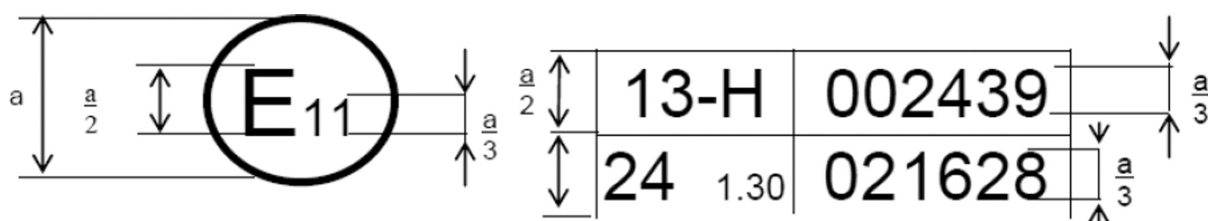


a = 8 mm mín.

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 ⁽¹⁾. (En el caso de este último Reglamento el coeficiente de absorción corregido es 1,30 m⁻¹). 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.

⁽¹⁾ 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 ⁽¹⁾.

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

- 1.4. 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 ≤ 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)	Δt (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

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

- 1.5.1.2. Si las características del vehículo impiden ajustarse a la duración exigida para Δt , se podrá aumentar la duración. En cualquier caso, y además del tiempo necesario para el frenado y la aceleración del vehículo, se dispondrá de 10 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 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 % ⁽²⁾ de lo exigido, ni inferior al 60 % de la cifra registrada en el ensayo del tipo 0 con el motor desembragado.
- 1.5.2.3. En los vehículos equipados con un sistema de frenado eléctrico 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 % ⁽²⁾ 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/s². 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.

⁽²⁾ Esto equivale a una distancia de frenado de $0,1 v + 0,0080 v^2$ y a una deceleración media estabilizada de 4,82 m/s².

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 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 ⁽¹⁾.
 - 1.2.2.2. No se suministrará energía al dispositivo de almacenamiento de energía; además, se aislará todo dispositivo de almacenamiento de energía para equipo auxiliar.
 - 1.3. Los vehículos de motor equipados con un sistema de frenado hidráulico con reserva de energía que no puedan satisfacer las condiciones señaladas en el punto 5.2.4.1. del presente Reglamento se considerará que cumplen las disposiciones de ese punto si se satisfacen las condiciones siguientes:
 - 1.3.1. Después de un único fallo de la transmisión y ocho accionamientos a fondo del mando del freno de servicio, deberá ser posible alcanzar, en el noveno accionamiento, 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:

⁽¹⁾ 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 ⁽¹⁾

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 ⁽²⁾ 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 ⁽²⁾:

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

⁽¹⁾ 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.

⁽²⁾ 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

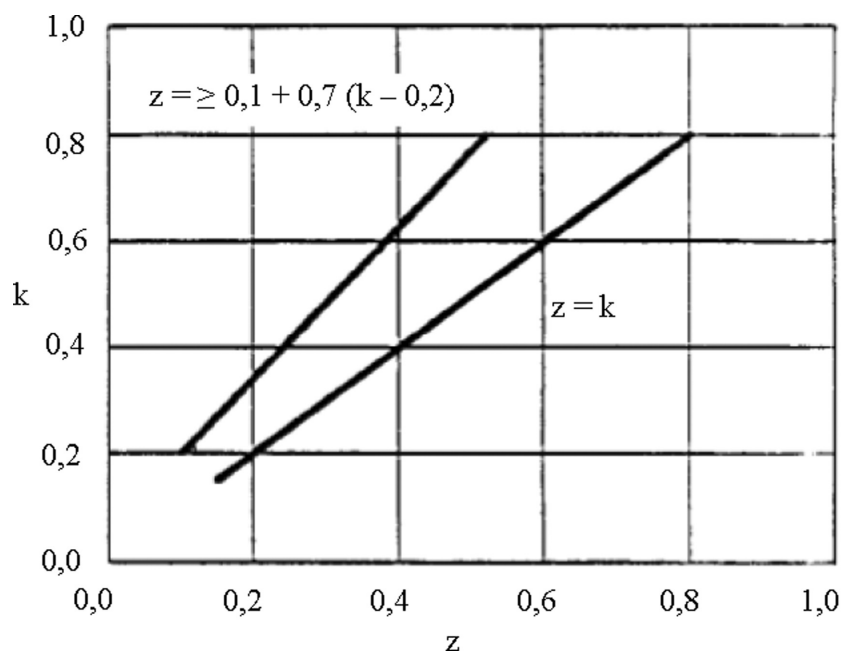
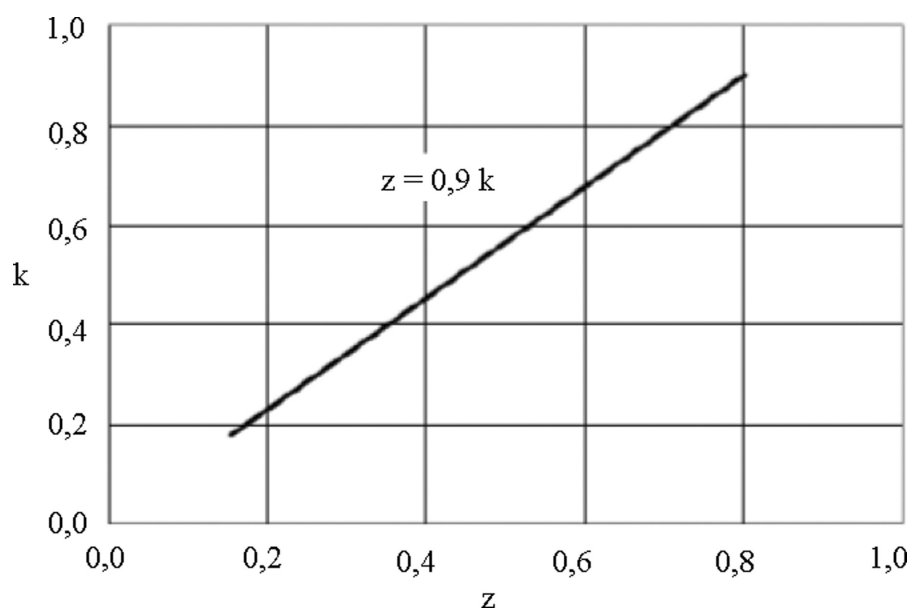


Diagrama 2



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 cuanto los bloqueos de la rueda que se produzcan a una velocidad del vehículo de 15 km/h.
- e) Superficie de ensayo: este ensayo se realizará sobre superficies de carretera en las que el bloqueo de la rueda se produzca a coeficientes de frenado de entre 0,15 y 0,8.
- f) Datos que se registrarán: se registrará automática y continuamente en cada ejecución del ensayo la información siguiente, de manera que se puedan hacer referencias cruzadas entre los valores de las variables en tiempo real:
 - i) Velocidad del vehículo
 - ii) Coeficiente instantáneo de frenado del vehículo (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 ⁽¹⁾.
- 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 ⁽¹⁾.
- 2.7. Por «realización de ciclos completos» se entiende que el sistema antibloqueo modula repetidamente la fuerza de frenado para evitar que las ruedas directamente controladas se bloqueen. Se considerará que no se ajustan a esta definición los accionamientos del freno en los que la modulación 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.

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

3.1.3. 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 ⁽²⁾ y de los moduladores. A tal fin se utilizará la señal amarilla de advertencia especificada en el punto 5.2.21.1.2 del presente Reglamento.

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

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

4.2. En caso de que se produzca un único fallo eléctrico que afecte solamente a la función de antibloqueo, como indica la señal amarilla de advertencia 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/s².

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

4.4. No se autorizan los dispositivos manuales que desconecten o cambien el modo de control ⁽⁵⁾ 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.

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

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

⁽⁴⁾ 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.

⁽⁵⁾ 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 ⁽⁶⁾, 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 ε representa la adherencia utilizada según la definición del punto 1.2 del apéndice 2 del presente anexo.
- 5.2.2. La utilización de la adherencia ε deberá medirse sobre unas superficies de rodadura que tengan un coeficiente de adherencia de 0,3 ⁽⁶⁾ 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.

⁽⁶⁾ 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 (ϵ) serán los señalados en el apéndice 2 del presente anexo.
- 5.2.4. Cuando el vehículo esté equipado con un sistema antibloqueo de las categorías 1 o 2, la comprobación de la utilización de la adherencia deberá efectuarse en vehículos completos. En los vehículos equipados con sistemas antibloqueo de la categoría 3, 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 ⁽⁷⁾.

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 ⁽⁸⁾. 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 ⁽⁸⁾ 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 ⁽⁹⁾.
- 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 $k_H/k_L \geq 2$ ⁽¹⁰⁾, y se ejerza la fuerza máxima ⁽⁸⁾ 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 ⁽⁹⁾.
- 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 $k_H/k_L \geq 2$ ⁽¹⁰⁾, y se ejerza la fuerza máxima ⁽⁸⁾ 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 $k_H/k_L \geq 2$ ⁽¹⁰⁾, las ruedas directamente controladas no se bloquearán cuando se ejerza súbitamente la fuerza máxima ⁽⁸⁾ 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.

⁽⁷⁾ 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.

⁽⁸⁾ 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.

⁽⁹⁾ 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.

⁽¹⁰⁾ 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° en los dos primeros segundos e inferior a 240° en total. Asimismo, al comienzo del ensayo, el plano longitudinal mediano del vehículo deberá pasar por la línea de separación entre 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
ε	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)
ε_i	Valor de ε medido en el eje i (en el caso de los vehículos de motor con dispositivo antibloqueo de la categoría 3)
ε_H	Valor de ε en la superficie de alta adherencia
ε_L	Valor de ε en la superficie de baja adherencia
F	Fuerza (N)
F_{dyn}	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	Coefficiente 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

(¹) 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 (ϵ)

1.2.1. La adherencia utilizada (ϵ) 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 ϵ se redondeará al segundo decimal.

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

1.2.6. Cuando se trate de un vehículo equipado con un sistema antibloqueo de la categoría 3, el valor de z_{AL} se determinará en todos los ejes que tengan al menos una rueda directamente controlada. Por ejemplo, para un vehículo de dos ejes de tracción trasera equipado con un sistema antibloqueo que actúe únicamente sobre el eje trasero (2), la adherencia utilizada (ϵ) 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_{peak} y el valor a 100 % del deslizamiento representará k_{lock} .
 - 1.1.2. El índice R se determinará mediante el cociente entre k_{peak} y k_{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 ⁽¹⁾.
 2. Antes de los ensayos, el servicio técnico se asegurará de que la superficie seleccionada cumple los requisitos especificados y deberá recibir información sobre lo siguiente:
 - el método de ensayo para determinar R
 - el tipo de vehículo
 - la carga por eje y los neumáticos (deberán ensayarse diferentes cargas y diferentes neumáticos y entregarse los resultados al servicio técnico, el cual decidirá si son representativos del vehículo que se quiere homologar).
- 2.1. El valor R deberá figurar en el acta de ensayo.

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

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

ANEXO 7

MÉTODO DE ENSAYO DINAMOMÉTRICO DE INERCIA PARA FORROS DE FRENO

1. GENERALIDADES
 - 1.1. El procedimiento que se indica en el presente anexo podrá aplicarse en el caso de que se produzca una modificación del tipo de vehículo como consecuencia del montaje de forros de freno de un tipo distinto en vehículos homologados con arreglo al presente Reglamento.
 - 1.2. Los tipos de forros de freno sustitutivos se comprobarán comparando su 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⁽¹⁾ 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⁽²⁾ 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.

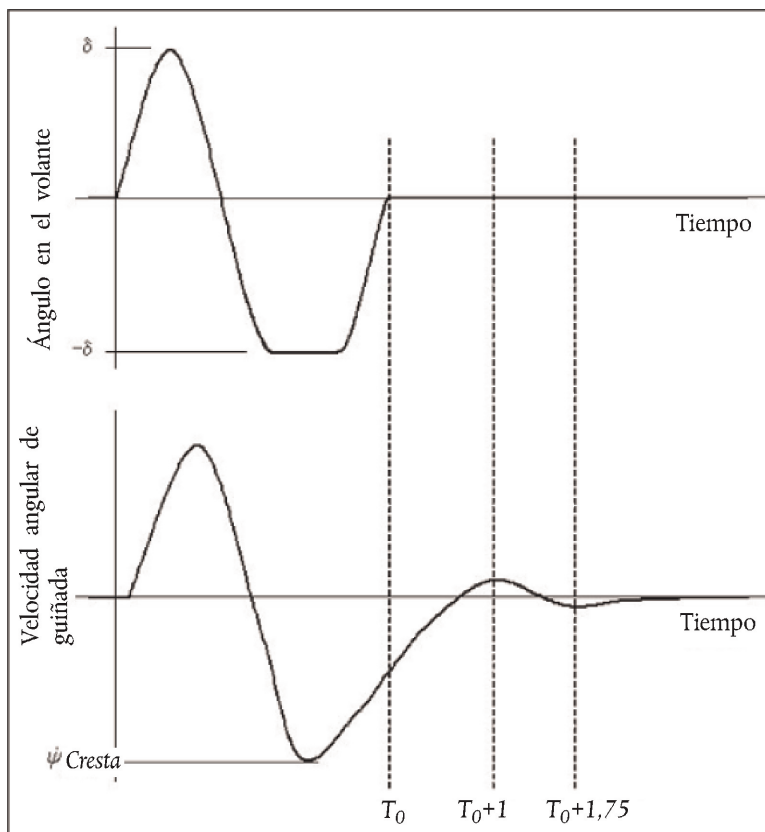
3.1. La velocidad angular de guiñada medida 1 s después de completada la maniobra del impulso de dirección de seno con pausa (tiempo $T_0 + 1$ en la figura 1) no superará el 35 % del primer valor de cresta de la velocidad angular de guiñada registrado después de que el ángulo en el volante cambie de signo (entre la primera y la segunda cresta) (ψ_{Cresta} en la figura 1) durante la misma ejecución del ensayo.

⁽¹⁾ Un grupo de ejes se tratará como si fuera un único eje y las ruedas gemelas se tratarán como si fueran ruedas independientes.

⁽²⁾ 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 ⁽¹⁾ 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

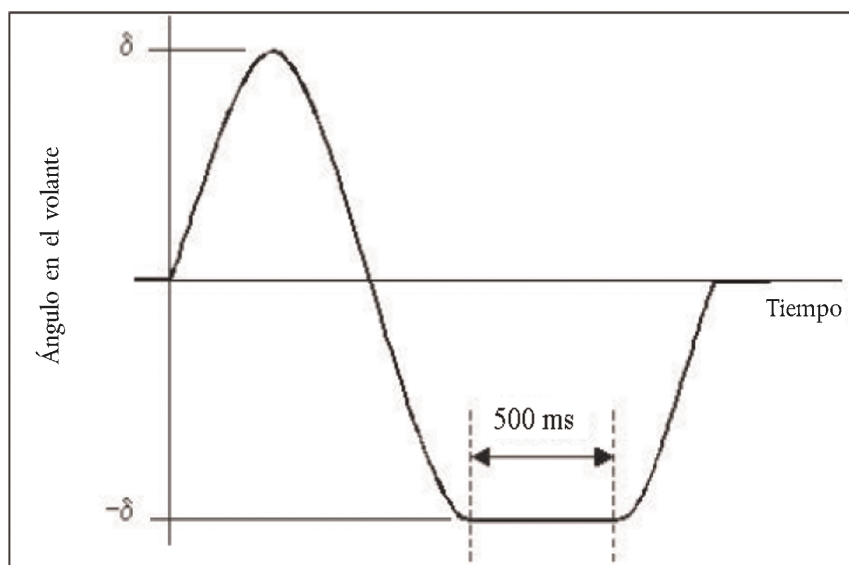
4.3.1. El sistema del ESC estará activado para todos los ensayos.

⁽¹⁾ 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 m².
- 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 m².
- 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 m².
- 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 ± 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 ± 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 ± 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 ± 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

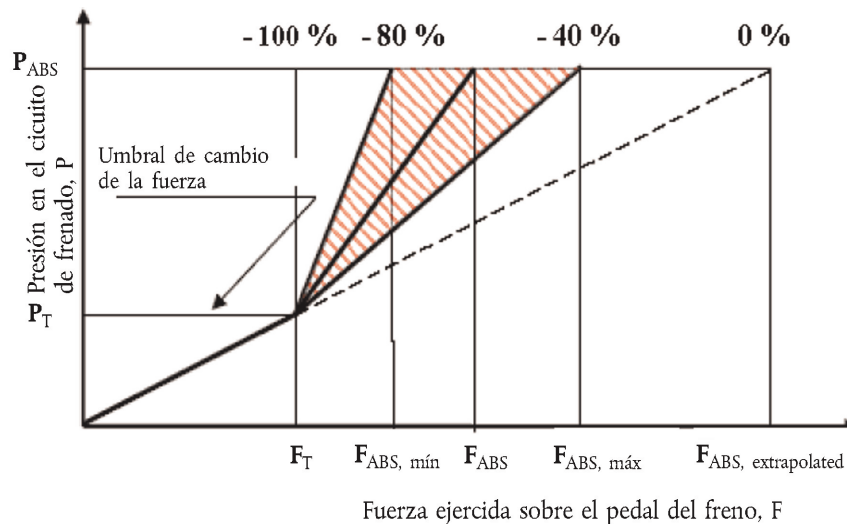
- 3.2.1. Cuando se haya detectado una situación de frenado de emergencia, los sistemas sensibles a la fuerza ejercida sobre el pedal mostrarán un incremento significativo de la relación entre:

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.

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 $F_{ABS, inferior} = 0,5 F_{ABS}$.

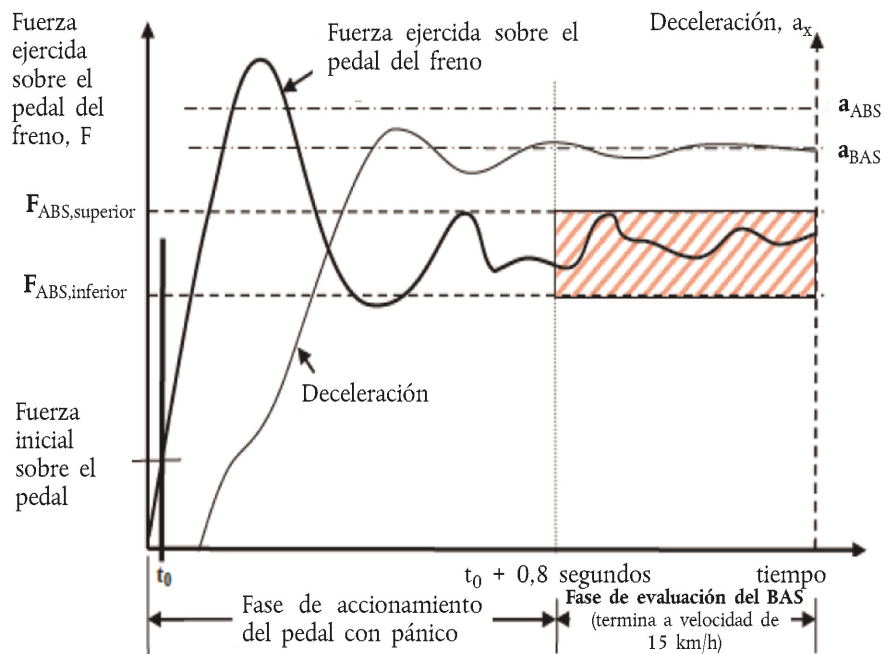
También se considerarán cumplidos los requisitos si, después de $t = t_0 + 0,8$ s, la fuerza sobre el pedal se sitúa por debajo de $F_{ABS, inferior}$ a condición de que se cumpla el requisito del punto 4.3.

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 (δH)
- b) velocidad longitudinal (vX)
- c) ángulo de deriva (β) o velocidad transversal (vY) (facultativo)
- d) aceleración longitudinal (aX) (facultativo)
- e) aceleración transversal (aY)
- 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 (Φ)
- j) ángulo de cabeceo (ϑ)

- 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 ⁽¹⁾

Firma: Fecha:

Autoridad de homologación ⁽¹⁾

Firma: Fecha:

⁽¹⁾ Debe estar firmado por distintas personas si el servicio técnico y la autoridad de homologación son la misma entidad.

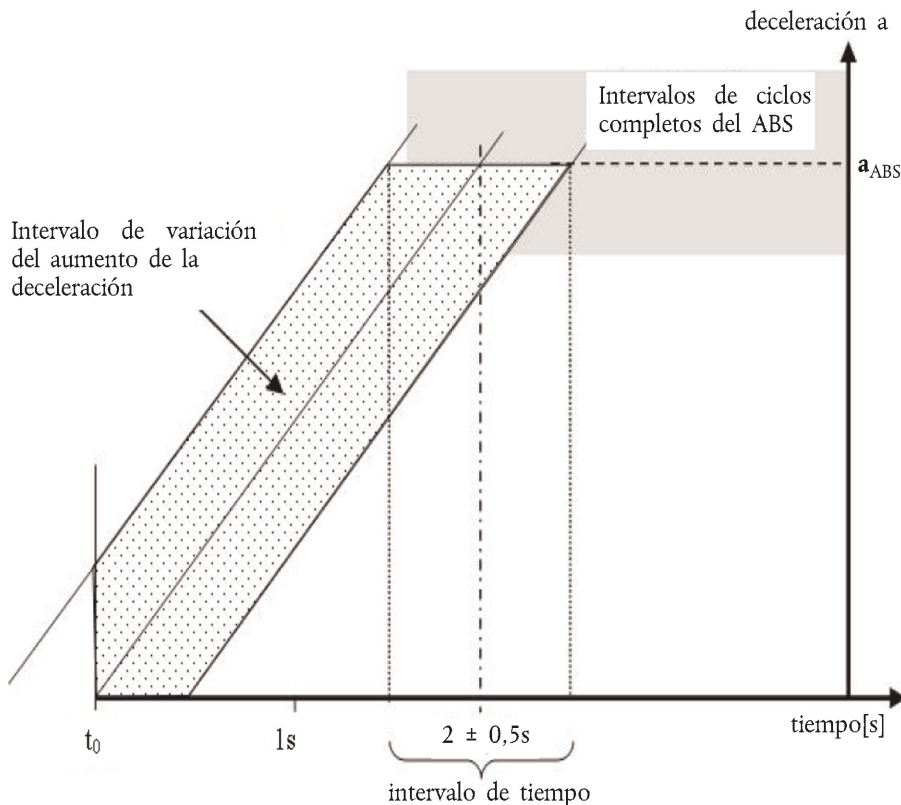
Apéndice 4

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_{máx}».
 - 1.8. Se promediarán todos los valores de la «curva maF» por encima del 90 % de este valor de deceleración «a_{máx}». Este valor de «a» representará la deceleración «a_{ABS}» mencionada en el presente anexo.
 - 1.9. La fuerza mínima aplicada sobre el pedal (F_{ABS}) suficiente para alcanzar la deceleración a_{ABS} se definirá como el valor F correspondiente a a= a_{ABS} 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 captores/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 Φ 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 μ 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 $13,4 \cdot f_o$.
