

Universidad Internacional del Ecuador



Escuela de Ingeniería Mecánica Automotriz

Trabajo de Integración Curricular

Artículo Investigación para la obtención del Título de Ingeniera en Mecánica Automotriz

**COMPARATIVA DE FRENADO EN DIFERENTES SUPERFICIES DE ADHERENCIA
AL USAR SISTEMA DE FRENOS CON ANTI-BLOQUEO**

Esteban Alejandro Pozo Nenger

Director: Msc. Gorky G. Reyes C.

Quito, junio 2021

CERTIFICACIÓN

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

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



Esteban Alejandro Pozo Nenger

Yo, Guillermo Gorky Reyes Campaña, certifico que conozco al autor del presente trabajo siendo el responsable exclusivo tanto de su originalidad y autenticidad, como de su contenido.



Guillermo Gorky Reyes Campaña

DEDICATORIA

Los días pasan al igual que los años, esta fue una de las etapas de la vida que uno más disfrutó y aprovechó al tener tanto aprendizaje por delante. Tal vez hubo muchos altibajos que se fueron presentando en estos 5 años, pero cada uno fue para hacerme más fuerte y lograr salir adelante demostrando que si se puede todo lo que uno quiere proponerse en la vida. Parece ayer que se comenzó la Universidad y ahora estoy en los últimos escalones para terminarla. Es muy importante dedicar principalmente a mis padres y hermana que siempre estuvieron ahí para apoyarme dándome ese apoyo incondicional cada semana para seguir adelante. A mi abuelito que cada semana de clases me enviaba con su bendición y apoyo. A toda mi familia porque sé que con ellos puedo confiar para lo que ponga en mi camino. También dedicar a ese grupo de amigos que se hicieron familia a pesar de que uno no era de los mejores, pero trataba de darlo todo. A mi estimado tutor el Ing. Gorky Reyes por darme las pautas para que este trabajo sea un éxito. Y finalmente tal vez no estés aquí presente, pero Abuelita por fin lo logre.

-Esteban Alejandro Pozo Nenger

AGRADECIMIENTO

Es muy importante agradecer principalmente a Dios ya que gracias a estos años de universidad nunca me faltó nada y siempre me mantuvo con la salud. Agradecer de igual manera a todos aquellos familiares que a pesar de no estar presentes físicamente, en mi corazón me han sabido guiar por el mejor camino dándome esa fuerza para salir adelante día a día. Agradecer infinitamente a cada uno de los profesores que me fueron formando durante estos años, me llevo una parte del conocimiento de cada uno. También es importante agradecer a mis padres quienes hicieron un fuerte esfuerzo para que pueda estar en esta prestigiosa Universidad Internacional del Ecuador y así mismo en la carrera de Ingeniería Automotriz. El sentimiento es grande pero muchas veces las palabras son muy cortas para tanto que uno debe agradecer, a mis estimados compañeros pasamos tantos buenos momentos, risas, problemas de todo un poco, pero logramos salir adelante todos juntos. Por último, agradecer a mi tutor el Ing. Gorky Reyes, por darme los mejores consejos y su apoyo para lograr culminar esta gran etapa de la vida.

-Esteban Alejandro Pozo Nenger

ÍNDICE DE CONTENIDO

CERTIFICACION.....	III
DEDICATORIA.....	VI
AGRADECIMIENTO.....	VII
RESUMEN.....	10
ABSTRACT.....	10
1. INTRODUCCION.....	11
2. SISTEMA ANTIBLOQUEO DE FRENOS ABS.....	11
2.1 CICLOS DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA ABS ;ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.	
2.2 FUERZAS EN SISTEMA DE FRENADO	;ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
2.2.1 DECELERACION	;ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
2.2.2 DISTANCIA DE FRENADO	;ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
3. MÉTODOLÓGIA	;ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
3.1 VARIABLES Y MEDICION	;ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
3.2 SECUENCIA Y PROCEDIMIENTO DE PRUEBAS	;ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	;ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
5. CONCLUSIONES	;ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
6. BIBLIOGRAFÍA.....	;ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
7. ANEXOS.....	;ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
ANEXO 1 : Murtic S, (2018), <i>Procedimiento de Inspección de Vehículos Automatizados para la Realización de Ensayos de Conducción Autónoma en vías Abiertas al Tráfico</i> , Universidad Politécnica Madrid.....	19
ANEXO 2 : Agencia Nacional de Tránsito. (2014). <i>Dirección de Regulación de transporte terrestre, tránsito y seguridad vial</i> . AMT, Resolución No. 011-DIR-2011-CNTTTSV	28
ANEXO3: Pastor A. <i>Diseño de Algoritmo de Detección de Obstáculos para Vehículo Inteligente Basado en Visión por Computador</i> . Universidad Carlos	46
ANEXO 4 : Soto R. (2006). <i>Frenos ABS</i> , Universidad San Carlos de Guatemala	52
ANEXO 5: Bosch (2001). <i>Manual de la Técnica del Automóvil</i> . Editorial REVERTE Barcelona – España.	69
ANEXO 6: Alvarez V. (2013). <i>Technical law of Motor Vehicles Production in International level: Harmonized Technical Regulations and Type-Approvals</i>	84
ANEXO 7 : Snyder, A., Jones, J., Grygier, P., & Garrot, R. (2005). <i>NHTSA Light Vehicle ABS Performance test Development</i>	104
ANEXO 8: Albornoz J. (2012), <i>Fuerzas Desarrolladas en el Frenado de Vehículos</i>	114
ANEXO 9: <i>RTE INEN 034. (2016). Elementos Mínimos de Seguridad</i>	128
ANEXO 10; <i>Regulación N° 13-H disposiciones uniformes relativas a la aprobación de los vehículos automóviles de pasajeros en lo relativo al frenado ECE/TRANS/505/Rev.2/Add.12H/Rev.2</i>	153

ANEXO 11: Código de Regulación Federal (CFR.), 49 CFR. Ch. V, NHTSA FMVSS Parte 571 Estándar N° 105, Sistema de frenos hidráulicos y eléctricos. (10-1-11 Edición)	183
ANEXO 12: Carrasco. E. (2015). <i>Medición de variables de funcionamiento del sistema de frenos ABS.</i>	211
ANEXO 13: Romero, T. (2016). <i>Estudio de efectividad del sistema ABS en Camionetas L3 de hasta 400cc a 2800msnm, Colombia.</i>	211
ANEXO 14: AUTOREX. (2016) <i>Sistemas de Frenos ABS para vehículos livianos y pesados de la marca BOSCH.</i>	211
ANEXO 15: Tablas valores de Pruebas Realizadas.	212

COMPARATIVA DE FRENADO EN DIFERENTES SUPERFICIES DE ADHERENCIA AL USAR SISTEMA DE FRENOS CON ANTI-BLOQUEO

*Ing. Gorky Reyes, Esteban Pozo N
Ingeniería Automotriz – Universidad Internacional del Ecuador, espozone@uide.edu.ec*

RESUMEN:

En el año 2014 por normativas de seguridad en control vehicular se estableció la Norma INEN 034, exigiendo que los vehículos que ingresen al Ecuador poseen como elementos mínimos de seguridad 2 airbag y frenos ABS. El Ecuador en todas sus zonas rurales y urbanas poseen diferentes tipos de calzada, igualmente por su diversa geografía, flora y fauna, los productos de primera necesidad son transportados por estas vías y en vehículos que poseen estos sistemas de seguridad activa, esto conlleva a analizar la eficiencia de frenado con cargas diferentes en escenarios reales del país. Se analizó los sistemas de frenos, ya que al momento de activarse este sistema en distintas superficies de adherencia tienen diferentes reacciones, por tal motivo la presente investigación analizó la eficiencia de frenado al momento de circular por este tipo de carreteras. La metodología utilizada fue de tipo experimental, tomando en cuenta las variables existentes según normativa CFR 105 y CFR 135 como carga, pendiente, velocidad, fuerza de frenado, temperatura, velocidad del viento y superficie de adherencia. Estos datos fueron analizados de acuerdo con la obtención de datos cuantitativos según el equipo de medición PCE-VM31, los datos de entrada obtenidos se compararon de acuerdo a lo establecido en la norma CFR 135 teniendo como resultado que los vehículos de fabricación europea poseen un 13,5 de eficiencia comparados con los vehículos japoneses y un 16,3 de eficiencia comparado con los vehículos de fabricación regional.

PALABRAS CLAVE:

Frenado, adherencia, desaceleración, seguridad activa

ABSTRAC:

In 2014, by vehicle control safety regulations, the INEN 034 Standard was established, requiring that vehicles entering Ecuador have 2 airbags and ABS brakes as minimum-security elements. Ecuador in all its rural and urban areas have different types of road, also due to its diverse geography, flora and fauna, basic necessities are transported by these roads and in vehicles that have these active safety systems, this leads to analyze braking efficiency with different loads in real scenarios in our country. The braking systems were analyzed, since when this system is activated on different adhesion surfaces, they have different reactions, for this reason the present investigation analyzed the braking efficiency when driving on this type of road. The methodology used was experimental, considering the existing variables according to CFR 105 and CFR 135 regulations such as load, slope, speed, braking force, temperature, wind speed and adhesion surface. These data were analyzed according to the obtaining of quantitative data according to the PCE-VM31 measurement equipment, the input data obtained were compared according to the provisions of the CFR 135 standard, with the result that European-made vehicles have a 13.5 efficiency compared to Japanese vehicles and 16.3 efficiency compared to regionally manufactured vehicles.

KEY WORDS: Braking, grip, deceleration, active safety

1. INTRODUCCIÓN

Muchos de los sistemas de seguridad vehicular son probados por diferentes organismos a nivel internacional, el sistema de freno ABS rige pruebas de laboratorios y certificaciones de acuerdo con normativas y reglamentos técnicos automotrices [1]. En el Ecuador el organismo encargado en regular y elaborar reglamentaciones que son estructuradas de acuerdo a convenios internacionales es la INEN Instituto *Ecuatoriano de Normalización*, quien es el encargado que los vehículos importados al momento que ingresan al Ecuador cumplan con los criterios de revisión y homologación, éste proceso es realizado mediante la ANT Agencia Nacional de Tránsito, quién es el encargado de certificar el vehículo y de revisar que cumpla con las normativas técnicas de emisión y seguridad vigentes [2]. La certificación enfocada en sistemas de seguridad activa verifica el cumplimiento de la norma INEN 034 los cuales comprueban los reportes y pruebas otorgados por los laboratorios de los diferentes organismos internacionales que certifiquen el funcionamiento de estos sistemas

Al analizar las pruebas homologadas que desarrollan en diferentes establecimientos y laboratorios internacionales se contempla que son ejecutadas en condiciones ideales [6], es decir vías con coeficiente de adherencia constantes, asfaltadas o en algunos casos en concreto; pero no ejecutan pruebas en condiciones extremas propias de Latinoamérica, tomando en cuenta que en el Ecuador poseen diferentes superficies de adherencia de acuerdo a las condiciones a las que se ve sometido el vehículo. por tal motivo para analizar la eficiencia y el correcto desempeño que posee el sistema de frenos ABS se escogió como parte de las variables de entrada caminos de tercer orden y carga máxima, según como establece el procedimiento la norma CFR 571 135 y 105

en el que analiza la eficiencia de frenado en vehículos ligeros usando sistemas eléctricos e hidráulicos

Una vez revisados y analizados los procedimientos de prueba internacionales, se obtuvo uno que se ajusta a las condiciones geográficas del país; lo que permitió realizar pruebas a una velocidad de 70 km/h en los dos tipos de camino, registrándose aceleraciones experimentadas por el vehículo, para poder analizar las curvas de aceleraciones versus tiempo del centro de masa del vehículo, los tiempos y distancias de frenado registrados. Una vez procesados los datos registrados en las dos superficies, se compara los resultados para poder establecer el comportamiento del sistema en las dos superficies de prueba.

2. SISTEMA ANTIBLOQUEO DE FRENOS (ABS)

El freno ABS o llamado sistema antibloqueo fue desarrollado a sus inicios para la industria aeroespacial, según las velocidades alcanzadas por las aeronaves al momento de tocar tierra más el peso que ejercía en forma longitudinal se vieron obligados a desarrollar diferentes sistemas para detener a estos nuevos medios de transporte. En 1978 Bosch hizo historia cuando introdujo el primer sistema electrónico de frenos antibloqueo [3].

En la actualidad muchos sistemas de seguridad activas y pasivas que han sido desarrolladas para las empresas aeroespaciales o para competencias vehiculares ya son utilizadas ya en vehículos comerciales, brindando seguridad y confort a los usuarios. Los sistemas de freno ABS son usados y utilizados en camiones, automóviles y en algunas categorías de motocicletas.

El sistema ABS se considera una mejora importante en la seguridad activa del vehículo evitando el bloqueo de las ruedas

durante un frenado de pánico, lo que permite mantener el control direccional sobre el vehículo en todo momento. El sistema actúa sobre la fuerza de frenado que ejercen los forros de freno sobre los discos y/o tambores de freno, de tal forma que, al registrarse una amenaza de bloqueo en las ruedas, se genera una reducción gradual de dicha fuerza permitiendo que la rueda gire libremente minimizando el valor de deslizamiento, entorno al 20% considerado óptimo para conseguir una gran eficacia durante el frenado.

Para evitar el bloqueo de las ruedas se debe controlar las variaciones de velocidad de giro de las mismas y compararlas con la velocidad de desplazamiento del vehículo (velocidad de marcha), sensores ubicados en cada una de las ruedas envían señales de retardo o de aceleración de las ruedas al módulo de control electrónico; al procesar las señales el módulo de control electrónico calcula la velocidad de referencia de las mismas de tal manera que al estar fuera de los valores calculados la unidad de control envía una señal al cuerpo hidráulico de válvulas solenoides que permiten reducir la presión de frenado en cada una de ellas

- t_0 Comienzo del frenado,
- $t_1 - t_0$ Duración de respuesta,
- $t_2' - t_1$ Duración de amplificación del frenado,
- $t_2' - t_0$ Duración de respuesta y duración de amplificación del frenado,
- $t_3 - t_2$ Margen parcial de la "deceleración total media",
- $t_4 - t_0$ Duración del frenado,
- $t_4 - t_1$ Duración del efecto de frenado.

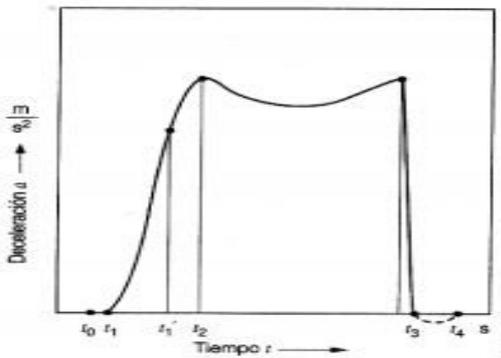


Figura 1. Desaceleración durante el proceso de frenado

Fuente: [4]

El sistema de frenado tiene varias etapas en la que se analiza la desaceleración en función del tiempo, desde el momento que el conductor aplica fuerza en el pedal de freno, hasta que el vehículo se detiene completamente, esta condición es analizada de acuerdo con la normativa ECE 13H.

2.1. Ciclo de funcionamiento del sistema ABS

Los cambios de movimiento de cuerpo se deben a la acción de fuerzas. Sobre un vehículo actúan muchas fuerzas durante la marcha. El peso es una de las fuerzas que actúan sobre el vehículo sin importar si el vehículo se encuentra en movimiento o en reposo, además se deben considerar aquellas fuerzas que se producen en sentido longitudinal y sentido trasversal del auto las cuales se han de transmitir a los neumáticos y a la calzada, razón por la cual para valorar la dinámica de marcha o también de estabilidad del vehículo hay que conocer las fuerzas que actúan entre el neumático y la calzada [4].

Por la condición de movimiento de traslación los valores de velocidad y aceleración tangencial del centro de masa de la rueda deben ser los mismos que experimente el centro de masa del vehículo G_v , supuesto que en la realidad no es del todo cierto. Los diagramas de velocidad, aceleración y presión de frenado de un vehículo que cuenta con el sistema antibloqueo de frenos, la velocidad de la rueda tiende a separarse de la velocidad de marcha a medida que la presión de frenado varía en el tiempo. Al registrarse los valores de aceleración del centro de masa del vehículo se tendrá una buena aproximación de la aceleración tangencial de la rueda, los cuales posteriormente podrán ser procesados y analizados de manera que se genere la curva de aceleración versus tiempo la cual deberá presentar una similitud a la curva de aceleración de la figura 2.

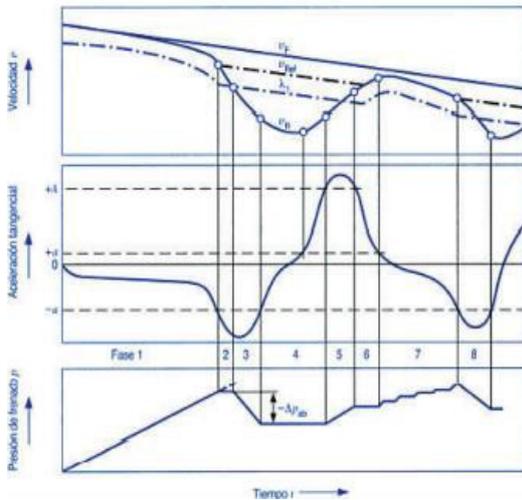


Figura 2. Regulación de frenado con ABS
Fuente:[5].

2.2. Fuerzas en sistema de frenado

El pedal de freno sirve para multiplicar la fuerza ejercida por el pie del conductor. De la estática elemental podemos comprobar como el incremento de la fuerza será igual a la fuerza aplicada por el conductor multiplicado por la relación del pedal de freno:

$$F_{s,p} = F_{e,p} \times L2/L1 \quad [EC. 1]$$

Donde

$F_{s,p}$ = Fuerza a la salida del conjunto del pedal freno.

$F_{e,p}$ = Fuerza a la entrada aplicada por el conductor en la plataforma del pedal.

$L1$ = Distancia comprendida entre la articulación del pedal de freno

$L2$ = Distancia comprendida entre la articulación del pedal de freno

El disco de freno constituye el principal disipador de calor del sistema de frenos. Pero además una de sus principales responsabilidades es la de generar un esfuerzo de torsión en función de la fuerza de fricción creada en la superficie de las pastillas de freno [8]. Este esfuerzo está relacionado con la fuerza de fricción, Donde

2 responde a la utilización conjunta de dos pastillas en posición opuesta

$$N_{frenado} = 2 \times F_{fricción} \times R_{ref} \quad [EC. 2]$$

Donde:

$N_{frenado}$ = Esfuerzo de torsión o par generado por el disco de freno.

R_{ref} = Radio efectivo del disco. Distancia comprendida entre el centro de rotación del disco al centro de presión de los pistones

$$R_{ref} = 2/3 \times [(r_e^3 - r_i^3) / (r_e^2 - r_i^2)] \quad [EC. 3]$$

2.2.1. Deceleración

Basándonos en las leyes de Newton, si una fuerza es ejercida sobre un cuerpo este experimenta una aceleración. Si esta aceleración se opone a la dirección del movimiento se denomina deceleración. En el caso de un vehículo que experimenta una fuerza de frenada, la deceleración será igual a siguiente expresión.

$$a_v = F_{total} / m_v \quad [EC. 4]$$

2.2.2. Distancia de frenado

La distancia de frenado es el trayecto que recorre un vehículo desde el momento en el que su conductor comienza a frenar hasta que se detiene por completo. Estos metros que necesitas para detener el vehículo pueden salvar vidas o ponerlas en peligro Aplicando esta relación a un vehículo que experimenta una deceleración lineal, la distancia de frenada teórica de un vehículo en movimiento puede ser calculada de la siguiente forma

$$D_f = (v^2) / (2 \times a_v) \quad [EC. 5]$$

3. METODOLOGÍA

En el país existen diferentes marcas de modelos de vehículos en varios segmentos, para este análisis se utilizó el segmento de vehículos N1 seleccionados en base a la participación de mercados en el Ecuador. Se utilizó un método experimental en el que se valorará la eficiencia del sistema de frenos ABS en condiciones reales propias de la región en el país.

Tomando en cuenta la existencia de la normativa INEN 034 “Elementos Mínimos de Seguridad” [9], se escogió los vehículos que tienen el sistema de frenos ABS incorporados en el vehículo, cada uno con una marca en específico, que trabaja y beneficia de manera independiente el uso de este sistema de frenos ABS, usados según el análisis en diferentes superficies de rodadura, en este caso empedrado y asfaltado según normativa establecida ECE 13H.

3.1. Variables y medición

La recolección de datos en las pruebas de campo involucra muchas magnitudes. Al momento de ejecutar las pruebas estos valores finalmente se tabularon para ser analizados y comparados según normativa existente

El valor de la velocidad registrada en la prueba de campo se obtuvo según el valor marcado en el velocímetro, paralelamente obtenida con un escáner según la señal del sensor de velocidad suministrado por el vehículo.

Para estandarizar la fuerza aplicada sobre el pedal de freno, se usó a un solo conductor, calculando la fuerza promedio al momento de la aplicación del freno de pánico.

En las pruebas dinámicas en el vehículo se utilizó un acelerómetro triaxial, el cual estuvo ubicado en el punto ideal del centro

de gravedad calculado de manera independiente en cada vehículo de prueba.

El coeficiente de fricción entre la pastilla y los discos de freno varía según la temperatura de acción. Para garantizar una temperatura ideal de prueba, se registró este valor con un termómetro infrarrojo al inicio y al final de cada prueba de campo.

3.2. Secuencia y procedimiento de pruebas

El protocolo de pruebas se elaboró en base a la premisa que considera que los vehículos de prueba cuentan con una homologación vehicular en la cual el sistema de frenos ya fue probado y cumple con todos los estándares de seguridad internacionales y su respectiva certificación emitida por laboratorios certificados; por lo que no todas las secuencias y procedimientos de pruebas descritas en la regulación ECE 13-H y la normativa CFR 49-571 fueron realizadas [10].

Al realizar la fase de pruebas, la comparación entre las normativas utilizadas en las pruebas de campo INEN 034 y la ECE-13H, se observó que la normativa nacional cumple estándares internacionales. En base a estos documentos las pruebas de campo cumplieron protocolos y reglamentos que ayudaron en estandarizar las pruebas en las diferentes superficies irregulares

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las superficies seleccionadas para realizar las pruebas de frenado en el Ecuador son asfalto y empedrado, por ocupar la parte más representativa del total de la red vial del Ecuador.

El lugar de pruebas sobre superficie asfaltada se realizó en la vía Pisque Puéllaro, tomando en cuenta criterios de seguridad vial y personal.

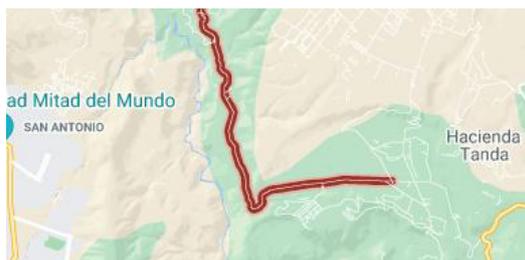


Figura 3. Lugar de pruebas Asfalto
Fuente. Google Maps

En la zona de Jerusalén, Pichincha, la vía es usada por varias marcas automotrices para realizar pruebas de campo, cumpliendo lo que determina la norma ECE-13H



Figura 4. superficie de rodadura asfaltada.
Fuente. Autores

En la tabla 1 se muestra los valores de entrada usado para las pruebas de campo, los cuales fueron medidos y analizados en todas las fases de análisis.

Tabla 1. Variables superficie asfaltada.

Longitud de la vía de pruebas.	1560 metros
Longitud para la detención.	160 metros
Ancho de la vía.	11 metros
Altitud promedio de la vía.	2480 m.s.n.m.
Pendiente longitudinal.	0,04%
Pendiente transversal.	0,02%

Fuente. Autores

Las pruebas sobre superficie empedrada se analizaron, en la vía Zuleta-Olmedo, en este sector circulan vehículos de categoría N1 (camionetas), ya que muchos de ellos cargan productos de primera necesidad para ser distribuidos en ciudades cercanas al sector.



Figura 5. Lugar de pruebas Empedrado
Fuente. Google Maps

En la zona de Zuleta-Olmedo, Ibarra, al igual que muchas partes del Ecuador existen zonas empedradas y zonas asfaltadas en donde circulan los vehículos de carga baja llamado categoría N1 en este lugar se realizó las pruebas de campo, se analizó que cumpla la normativa ECE-13H



Figura 6. Vía de pruebas empedrada.
Fuente: Autores

La superficie empedrada tomada en las pruebas de campo cumple con las exigencias establecidas en la norma ECE-13H. El lugar de análisis es una vía directa que circulan a diario no solo cargas muertas sino cargas vivas como ganado y personas.

Tabla 2. Variables superficie empedrada.

Longitud de la vía de pruebas.	360 m
Longitud para la detención.	140 m
Ancho de la vía.	6,83 m
Altitud promedio de la vía.	2890 m.s.n.m.
Pendiente longitudinal	1%
Pendiente transversal.	0,01 %

Fuente. Autores

Los valores de inclinación de las vías de pruebas están dentro de los parámetros citados en la normativa CFR 49-571. Pese a que la longitud de ambas no es la estipulada por dicha normativa, la longitud considerada para realizar las pruebas de frenado es más que suficiente para alcanzar la velocidad de prueba y detener al vehículo en condiciones seguras. Los correspondientes coeficientes de adherencia de cada vía fueron determinados mediante el procedimiento estipulado en el Apéndice 2 del Anexo 6 de la Regulación ECE 13-H.

En la tabla 3 se muestran los coeficientes obtenidos al momento de realizar las pruebas

Tabla 3. Coeficientes de adherencia

Coefficiente	Empedrado	Asfalto
Frenado máximo (z_{AL})	0,248	0,339
Frenado (z_M)	0,1703	0,2374
Rozamiento (k_M)	0,310	0,406
Adherencia de la calzada (ϵ)	0,83	0,84

Fuente. Autores

Al conocer las características físicas que presentan las dos vías de pruebas, en la tabla 4 se muestra las condiciones generales en las que se realizaron las pruebas de frenado.

Tabla 4. Condiciones de pruebas

Superficie de pruebas	Empedrado	Asfalto
Nº de pruebas	8	8
Velocidad del viento	12,34 m/s	
Velocidad de pruebas	70 km/h	

Fuente: Autores

Como se puede ver en los datos de la tabla 4 en conjunto con los de las tablas 1 y 2, las condiciones de adherencia (ϵ) de las dos vías presentan el mismo valor, por lo que la adherencia del neumático sobre la calzada prácticamente es el mismo; más no el coeficiente de rozamiento (k_M), la diferencia entre los valores de la vía

empedrada con respecto al de la vía asfaltada permiten un mayor deslizamiento de la rueda frenada sobre superficie empedrada. Esta aseveración se puede constatar en las distancias de frenado que se indican en la figura 7

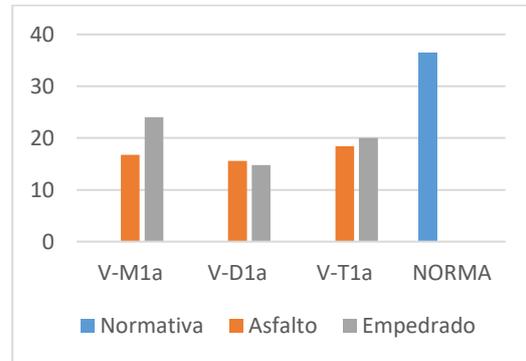


Figura 7. Distancias de frenado

Fuente: Autores

Como se observa en la tabla 5 el vehículo N1 V-D1a, presenta una mejor eficiencia de frenado sobre las 2 superficies de prueba. Sobre la superficie asfaltada, el vehículo V-D1a obtuvo una diferencia de 1,17m res respecto al V-M1a y de 2.84m sobre el V-T1a. En las pruebas sobre superficie empedrada se obtuvo tolerancias mayores, el vehículo V-D1a obtuvo una diferencia de 9,21m sobre el V-M1a y de 5,22m comparado con el V-T1a, cumpliendo con la normativa en no superar los 36m

Tabla 5. Distancias de frenado

	V-M1a	V-D1a	V-T1a
Asfalto	16,77	15,59	18,43
Empedrado	24,01	14,80	20,02

Fuente. Autores

Al existir diferencias en las distancias de frenado, es directamente proporcional a las diferencias en los respectivos tiempos de frenado, debido al deslizamiento que sufre la rueda sobre la superficie de la vía.

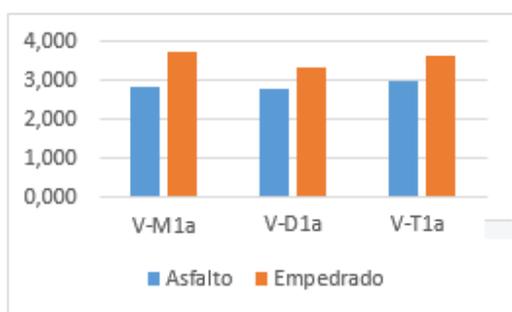


Figura 8. Tiempos de frenado.

Fuente: Autores

Los tiempos de frenado son directamente proporcionales con las distancias calculadas. Las diferencias obtenidas en los tiempos desde que se acciona el pedal de freno hasta que se detiene no son tan grandes las tolerancias, pero las distancias si son significativas, esto se debe a la tecnología que posee cada sistema de freno ABS.

Tabla 6. Tiempos de frenado

	V-M1a	V-D1a	V-T1a
Asfalto	2,816	2,793	2,978
Empedrado	3,732	3,319	3,657

Fuente: Autores

Una vez realizadas las pruebas de campo sobre las dos superficies, los datos del acelerómetro fueron filtrados y depurados para construir las gráficas, y comparados con lo que establece la normativa ECE 13-H

Tabla 7. Desaceleración

	V-M1a	V-D1a	V-T1a	NORMA
Normativa				6,43
Asfalto	6,35	5,73	6,44	
Empedrado	4,49	4,61	5,88	

Fuente: Autores

Los valores de aceleración negativa generados por los vehículos, tanto en superficie de prueba asfaltada como empedrada están bajo los parámetros establecidos en la norma.

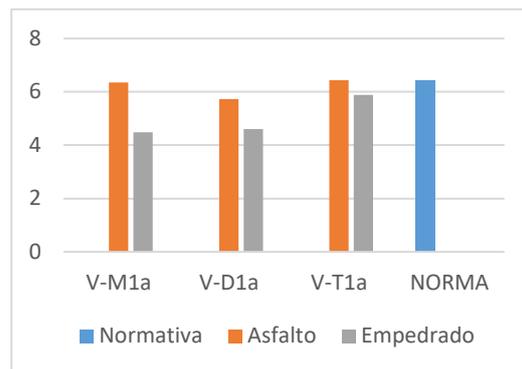


Figura 9. Desaceleración.

Fuente: Autores

5. CONCLUSIONES

En las pruebas de campo realizada se calculó el coeficiente de adherencia y el coeficiente de fricción para estandarizar los valores de entrada. Se usó las mismas condiciones de fricción de la calzada y los mismos tipos de neumático en los tres tipos de vehículo, cumpliendo los valores establecidos según las condiciones de la normativa ECE-13H, cumpliendo las exigencias de la normativa en el vehículo y en la calzada. Al contrastar los coeficientes de rozamiento entre la calzada asfaltada y empedrada se observaron que los coeficientes eran mayores en la superficie asfaltada, lo que teníamos un indicio de que el vehículo tendría a tener valores más significativos en la superficie empedrada.

Las diferencias en las distancias de frenado en las 2 superficies son muy significativas, observado que el vehículo V-M1a tiene una diferencia del 7,56% respecto al V-D1a, y del 18,21% comparado con el modelo V-T1a. tomando en cuenta el mismo coeficiente de adherencia y de fricción en los 2 casos.

Los tiempos de frenado y las desaceleraciones obtenidos en la prueba de campo marca que el vehículo V-D1a tiene

mejores prestaciones de frenado comparado con los 2 vehículos de prueba V-M1a y V-T1a, tomando en cuenta que en cada una de estas 8 pruebas individuales se realizaron con carga máxima según lo establecido en la hipótesis.

6. REFERENCIAS

- [1] Murtic S, (2018), *Procedimiento de Inspección de Vehículos Automatizados para la Realización de Ensayos de Conducción Autónoma en vías Abiertas al Tráfico*, Universidad Politécnica Madrid.
- [2] Agencia Nacional de Tránsito. (2014). *Dirección de Regulación de transporte terrestre, tránsito y seguridad vial*. AMT, Resolución No. 011-DIR-2011-CNTTTSV
- [3] Pastor A. *Diseño de Algoritmo de Detección de Obstáculos para Vehículo Inteligente Basado en Visión por Computador*. Universidad Carlos
- [4] Soto R. (2006). *Frenos ABS*, Universidad San Carlos de Guatemala
- [5] Bosch (2001). *Manual de la Técnica del Automóvil*. Editorial REVERTE Barcelona – España.
- [6] Alvarez V. (2013). *Technical law of Motor Vehicles Production in International level: Harmonized Technical Regulations and Type-Approvals*.
- [7] Snyder, A., Jones, J., Grygier, P., & Garrot, R. (2005). *NHTSA Light Vehicle ABS Performance test Development*
- [8] Albornoz J. (2012), *Fuerzas Desarrolladas en el Frenado de Vehículos*
- [9] RTE INEN 034. (2016). *Elementos Mínimos de Seguridad*.
- [10] Regulación N° 13-H disposiciones uniformes relativas a la aprobación de los vehículos automóviles de pasajeros en lo relativo al frenado ECE/TRANS/505/Rev.2/Add.12H/Rev.2
- [11] Código de Regulación Federal (CFR.), 49 CFR. Ch. V, NHTSA FMVSS Parte 571 Estándar N° 105, Sistema de frenos hidráulicos y eléctricos. (10-1-11 Edición)
- [12] Carrasco. E. (2015). *Medición de variables de funcionamiento del sistema de frenos ABS*.
- [13] Romero, T. (2016). *Estudio de efectividad del sistema ABS en Camionetas L3 de hasta 400cc a 2800msnm, Colombia*.
- [14] AUTOREX. (2016) *Sistemas de Frenos ABS para vehículos livianos y pesados de la marca BOSCH*.

7. ANEXOS

ANEXO 1

Murtic S, (2018), *Procedimiento de Inspección de Vehículos Automatizados para la Realización de Ensayos de Conducción Autónoma en vías Abiertas al Tráfico*, Universidad Politécnica Madrid.

 INSIA	PROCEDIMIENTO DE ENSAYO	IA-17-02
	VERRIDE DE PEDAL FRENO	Rev. nº: 0 Página

NIVEL	DENOMINACIÓN	DEFINICIÓN	TAREAS DE CONDUCCIÓN		CONDUCCIÓN LONGITUDINAL (ACELERAR/ FRENAR) Y LATERAL (DIRECCIÓN)	CONTROL DEL ENTORNO	RECUPERACIÓN DE LAS TAREAS DE CONDUCCIÓN EN CASO DE CONTINGENCIA	TAREAS DE CONDUCCIÓN REALIZADAS POR EL SISTEMA
			CONDUCTOR	SISTEMA				
0	SIN AUTOMATIZACIÓN	El conductor realiza continuamente todas las tareas asociadas a la conducción, incluso cuando son mejoradas a través de algún aviso o la intervención de sistemas.	El conductor realiza continuamente la conducción dinámica lateral y longitudinal.	N/A	CONDUCTOR	CONDUCTOR	CONDUCTOR	N/A
1	CONDUCCIÓN ASISTIDA	El sistema de ayuda a la conducción desarrolla una tarea específica, bien realiza la conducción dinámica lateral o longitudinal utilizando la información de entorno del vehículo, mientras que el conductor realiza el resto de tareas de conducción.	El conductor realiza continuamente la conducción dinámica lateral y longitudinal.	El sistema realiza la conducción lateral o lateral que no está realizando el conductor.	CONDUCTOR Y SISTEMA	CONDUCTOR	CONDUCTOR	ALGUNAS
2	CONDUCCIÓN PARCIALMENTE AUTOMATIZADA	El sistema de ayuda a la conducción desarrolla la conducción dinámica lateral y longitudinal utilizando la información de entorno del vehículo, mientras que el conductor realiza el resto de tareas de conducción.	Supervisión de las tareas de conducción dinámica y el entorno.	Conducción longitudinal y lateral en un caso de uso definido.	SISTEMA	CONDUCTOR	CONDUCTOR	ALGUNAS
3	CONDUCCIÓN AUTOMATIZADA CONDICIONADA	El sistema de conducción automatizada desarrolla todas las tareas de la conducción con la expectativa de que el conductor responda adecuadamente a la petición de intervención por parte de éste.	No es necesaria la supervisión constante de la conducción automatizada pero siempre debe estar en una posición adecuada para renovar el control.	Conducción longitudinal y lateral en un caso de uso definido. Reconoce sus límites de rendimiento y pide al conductor renunciar la tarea de conducción dinámica con margen de tiempo suficiente.	SISTEMA	SISTEMA	CONDUCTOR	ALGUNAS
4	CONDUCCIÓN ALTAMENTE AUTOMATIZADA	El sistema de conducción automatizada desarrolla todas las tareas de la conducción, incluso si el conductor no responde adecuadamente a la petición de intervención por parte de éste.	El conductor no es requerido durante el caso de uso.	Conducción longitudinal y lateral en todas las situaciones de un caso de uso o definido.	SISTEMA	SISTEMA	SISTEMA	ALGUNAS
5	CONDUCCIÓN PLENAMENTE AUTOMATIZADA	El sistema de conducción automatizada desarrolla todas las tareas de la conducción bajo todas las circunstancias de la vía y ambientales.	N/A	Conducción longitudinal y lateral en todas las situaciones encontradas durante toda la prueba. No se requiere el conductor.	SISTEMA	SISTEMA	SISTEMA	TODAS

Tabla I.- Niveles de automatización

4.2. Modo autónomo: modalidad de conducción consistente en el manejo o conducción del vehículo autónomo sin el control activo de un conductor cuando su tecnología autónoma está activada.

4.3. Modo convencional: modalidad de conducción de un vehículo autónomo en la que la tecnología autónoma está desactivada y su conducción o manejo debe efectuarse mediante el control activo de un conductor.

 INSIA	PROCEDIMIENTO DE ENSAYO	IA-17-02
	VERRIDE DE PEDAL FRENO	Rev. n°: 0 Página

4.4. Override: llamada a una subrutina desde el modo de usuario al modo de núcleo, lo que causa una transferencia de control, de automático a manual (interrupción por hardware no enmascarable).

4.5. Paro (desconexión) de emergencia: interrupción por hardware no enmascarable que causa la desactivación de los actuadores (volante, freno, acelerador y caja de cambios). Debe ser accesible para cualquier ocupante del vehículo o con acceso a los mandos del vehículo en cualquier momento.

5. GENERAL

Para la realización del ensayo, se inspecciona el vehículo según la “Documentación Anexa del Procedimiento de Ensayo de *Override* de Pedal Freno” (DO-IA-17-02). En ésta se encuentran la Hoja de Safety Check (ES-17-01-XX) y la Plantilla de Comprobación Dinámica (ES-17-01-XX) que contemplan los siguientes apartados de inspección (según tipología de vehículo):

5.1. Información identificativa del vehículo:

Se identificarán los siguientes parámetros para monitorizar la inspección del vehículo de forma unívoca:

- Código de muestra: Se otorgará un número identificativo a cada vehículo solicitante.
- VIN: En caso de que esté disponible se registrará el número de bastidor.
- Fabricante: Se registrará el fabricante del vehículo, aunque éste no coincida con la empresa solicitante de las pruebas.
- Modelo del vehículo.
- Matrícula: En caso de que el vehículo esté matriculado se registrará el número de matrícula, ya sea ordinaria o temporal.
- Propulsión: eléctrica, híbrida o de combustión.
- Tipo de combustible utilizado.
- Kilometraje total antes de iniciar las pruebas.
- Lugar de la inspección.
- Fecha y hora de la inspección.
- Nombre y apellidos del verificador.
- Firma del verificador.

5.2. Inspección exterior del vehículo:

Posteriormente se realizará una inspección del exterior del vehículo considerando los siguientes parámetros:

- Luna delantera y resto de cristales: Se evalúa el nivel de visibilidad y ausencia de grietas.
- Espejos retrovisores: Se evalúa la limpieza, la ausencia de grietas y el posible ajuste.
- Escobillas limpiaparabrisas: se registra su estado.
- Dispositivos de iluminación y señalización: Largas, cortas, posición, freno, intermitentes, luz de marcha atrás, antiniebla. Evaluación del estado exterior y

 INSIA	PROCEDIMIENTO DE ENSAYO	IA-17-02
	VERRIDE DE PEDAL FRENO	<i>Rev. n^o: 0</i> <i>Página</i>

correcto funcionamiento.

- Apertura y cierre de puertas: Funcionamiento correcto.
- Tapa/tapón de combustible: Estado, cierre correcto.
- Camuflaje: Fijación, visibilidad, que permita iluminación y señalización, que permita apertura y cierre de puertas.
- Salientes exteriores.
- Masas y dimensiones.

5.3. Inspección del vano motor:

Se evaluará el nivel y estado de los siguientes componentes:

- Aceite motor.
- Refrigerante.
- Líquido de frenos.
- Líquido de embrague/cable de embrague.
- Líquido de la transmisión automática.
- Líquido de la dirección asistida.
- Líquido limpiaparabrisas.
- Líquido SCR.
- Batería baja tensión: Fijación de batería, fijación de cables, y ausencia de restos de ácido.
- Inspección general visual: Ausencia de fugas, daños/grietas, deformaciones, elementos sueltos... en partes mecánicas, tubos y cableado.
- Combustible.

5.4. Inspección del interior del vehículo:

En cuanto a la inspección interior, se evaluarán los siguientes parámetros:

- Estado ABS y ESP: Verificar que ABS o ESP no estén inactivos, con error o en estado desconocido. Si están desconectados, modificados o en estado desconocido por razones de los ensayos a realizar, se deberá adjuntar documentación que lo justifique.
- Estado airbags: Verificar que los airbags de conductor u ocupantes no estén inactivos, desactivados o en estado desconocido. Si están desconectados, modificados o en estado desconocido por razones de los ensayos a realizar, se deberá adjuntar documentación que lo justifique.
- Otros testigos o indicadores: Verificar que no indiquen fallo.
- Guías, anclajes, asientos, reposacabezas y cinturones de seguridad: Estado, fijación y ajuste posible (en todos los asientos).
- Cinturones de seguridad sustitutos o arnés/arneses de seguridad 3-4 puntos (si los lleva): Verificar estado, correcta instalación, fijación y ajuste posible.
- Barras antivuelco interiores: Verificar estado y fijación.
- Claxon: Funcionamiento.

 INSIA	PROCEDIMIENTO DE ENSAYO	IA-17-02
	VERRIDE DE PEDAL FRENO	<i>Rev. n^o: 0</i> <i>Página</i>

- Limpiaparabrisas: Funcionamiento y superficie de barrido.
- Retrovisor interior: Fijación y ajuste posible.
- Pedal del acelerador: Estado, fijación, juego, recorrido, retorno y rigidez.
- Pedal del freno de servicio: Estado incluyendo revestimiento pedal, fijación, juego, recorrido, retorno y rigidez.
- Pedal del embrague: Estado, fijación, juego, recorrido, retorno y rigidez.
- Palanca de cambio: Estado, fijación, juego, recorridos y rigidez.
- Palanca, pedal de freno de estacionamiento o freno de estacionamiento eléctrico: Estado, fijación, juego, recorrido y rigidez. Funcionamiento OK en caso de freno eléctrico.
- Volante y timonería de dirección: Estado, fijación, juego, recorrido y rigidez.
- Apertura y cierre de puertas: Funcionamiento.
- Puesto conducción (mandos accesibles y funcionales).
- Paro emergencia.
- Evacuaciones.
- Plazas ocupables.

5.5. Evaluación de las ruedas y paso de las ruedas:

Se evaluarán los siguientes parámetros relativos a las ruedas y al paso de rueda:

- Estado neumático: Ausencia de grietas, pinchazos, fugas o estado de cristalización. Desgaste uniforme.
- Profundidad huellas neumáticos (mm).
- Presiones neumáticos en descargado.
- DOT neumáticos.
- Pares de apriete de rueda: 120 Nm para turismos, en caso de no tener indicaciones. Marcar los tornillos/tuercas o colocar piezas en "S".
- Buje rueda: Ausencia de holgura excesiva en rodamiento buje.
- Suspensión: Fijación, ausencia holguras, ausencia de fugas en amortiguador.
- Tubería de circuito de frenos: Estado, fijación, ausencia de grietas y de fugas.
- Cableado sensores ABS: Estado, fijación.
- Discos y pastillas: Chequeo visual de estado de desgaste y ausencia de grietas.

5.6. Evaluación de los bajos del vehículo:

En cuanto a los bajos del vehículo se registran los siguientes datos:

- Guardabarros: Estado y fijación.
- Sistema de suspensión: Fijación y estado de los componentes y uniones (ausencia de grietas u otros daños).
- Línea de escape: Estado y fijación.
- Circuito hidráulico de frenos: Estado, fijación, ausencia de grietas, roces y fugas.
- Circuito de combustible: Estado, fijación, ausencia de grietas, roces y fugas.
- Motor y línea de transmisión: Estado, fijación, ausencia de grietas, roces y

 INSIA	PROCEDIMIENTO DE ENSAYO	IA-17-02
	VERRIDE DE PEDAL FRENO	Rev. n^o: 0 Página

- fugas.
- Undercover: Estado y fijación.

5.7. Otros:

Además de los parámetros evaluados en las secciones anteriores respecto al exterior, interior, vano motor, ruedas y paso de rueda y bajos del vehículo se evaluarán también otros elementos en caso de que estén instalados. En caso de que no estén instalados, se detallará en la Hoja de Safety Check (ES-17-01-XX). Estos otros elementos son:

- Lastre: Estado, fijación, posición.
- Equipos de medición, pantallas de visualización o baterías auxiliares: Estado, fijación, posición.

5.8. Veredicto

En base a la información provista por el Técnico de Ensayo, éste determinará si el vehículo está en condiciones para realizar la comprobación dinámica.

Si algún concepto no está lo suficientemente claro, será verificado de forma individualizada.

5.9. Comprobación Dinámica

Aunque el vehículo circule en modo de conducción autónoma, deberá viajar un ocupante con acceso a los controles manuales del vehículo y encargado de supervisar la realización de los ensayos así como de actuar en caso de emergencia.

Es imprescindible que el vehículo se pueda conducir en cualquier momento en modo convencional y por tanto, se verificará que cumple con esta funcionalidad mediante la realización de las siguientes maniobras:

- Conducción en recta hasta 50 km/h para comprobación de velocímetro y ausencia de desviación, vibraciones, ruidos u otras anomalías.
- Salida de curva hasta 50 km/h para la comprobación de autorretorno del volante y ausencia de vibraciones, ruidos u otras anomalías.
- Cambios de apoyo dentro del mismo carril con velocidades iniciales de hasta 50 km/h para la evaluación de la estabilidad, control y ausencia de vibraciones, ruidos u otras anomalías.
- Frenada de hasta 0,5g con velocidades iniciales de hasta 50 km/h para la comprobación de ausencia de desvío, vibraciones ruidos u otras anomalías.
- Frenada hasta el bloqueo o activación de ABS con velocidades iniciales de hasta 50 km/h para la comprobación de ausencia de desvío, vibraciones ruidos u otras anomalías.
- Aceleración en modo “sport” hasta 80 km/h.
- Circulación en recta hasta 120 km/h para la comprobación de ausencia de desvío, vibraciones, ruidos u otras anomalías.
- Valoración general (hasta 120 km/h) para la comprobación de ausencia de

 INSIA	PROCEDIMIENTO DE ENSAYO	IA-17-02
	<i>VERRIDE</i> DE PEDAL FRENO	Rev. n^o: 0 Página

desvío, vibraciones, ruidos u otras anomalías.

Las cinco primeras pruebas aplican a todos los vehículos mientras que las últimas tres no aplicarán a vehículos destinados únicamente a uso urbano y que por sus capacidades técnicas (p.e. velocidad máxima) no puedan realizar las pruebas.

NOTA.-Los ensayos de *Override* de Pedal Freno que lleve a cabo la Unidad de Inspección de Conducción Autónoma salvo petición expresa del cliente se realizarán según la última edición de la norma que aplique.

La División de Documentación del INSIA está suscrita al Servicio Personalizado de Actualización Referencial de Normas y Reglamentos de AENOR y por tanto se garantiza que el Laboratorio de Vehículos y Componentes trabaje siempre con la última versión de la norma que aplique.

6. PROCESO

Una vez se han llevado a cabo las operaciones previstas en el procedimiento específico de Gestión (ES-17-01), previas al inicio del ensayo, el Técnico de Ensayo revisará la documentación aportada por el cliente que solicita el ensayo relativa a la muestra.

Para la correcta realización del presente Procedimiento, deben considerarse las siguientes acciones:

- 6.1. Operaciones previas**
- 6.2. Preparación de muestras y objetos de ensayo**
- 6.3. Ensayo de *Override* de Pedal Freno**

En cualquier fase de la conducción autónoma se ha de detectar el *override* del conductor al actuar sobre el pedal de freno.

El sistema de conducción autónoma, una vez detectado el *override* deberá parar todas sus acciones.

Se realizará la prueba a velocidad constante de 100km/h, en línea recta y en asfalto seco (o cualquier otra superficie con coeficiente de fricción > 0,9). En caso que el vehículo no sea capaz de alcanzar los 100km/h en conducción autónoma se realizará la prueba a la velocidad máxima permitida por el sistema.

6.4. Proceso de Ensayo de *Override* de Pedal Freno

1. El vehículo deberá circular en modo de conducción autónoma, a velocidad constante y manteniendo una trayectoria recta. Se hará la prueba una primera vez sin *override* del conductor para asegurar que el vehículo es capaz mantener la trayectoria deseada durante 200m. Durante esta prueba el conductor no podrá ejercer ningún tipo de control o contacto sobre los mandos del vehículo.
2. Si el vehículo supera la prueba de conducción autónoma se procederá a la prueba de *override*:
 - a. Se inicia el proceso de conducción en modo autónomo, velocidad

 INSIA	PROCEDIMIENTO DE ENSAYO	IA-17-02
	<i>VERRIDE</i> DE PEDAL FRENO	Rev. n^o: 0 Página

constante, línea recta.

- b. El conductor no podrá ejercer ningún tipo de control o contacto sobre los mandos del vehículo antes de haber recorrido 200m manteniendo la velocidad deseada.
- c. Tras haber recorrido los 200m el conductor aplicará una fuerza máxima de 300N en el pedal de freno.

Las deceleraciones medias y máximas de medirán según la ISO 43.040.40.

6.5. Método de registro.

Se utilizan dos tipos de registros:

- Registro automático:
- Registro en papel (toma de datos manual):
 - Hoja de Toma de Datos y Resultados del Ensayo de *Override* de Pedal Freno IA-17-02-01-00, según el apartado 6.7 del presente procedimiento.
 - La Hoja de Control ES-17-01-XX correspondiente.

6.6. Criterios de aceptación y rechazo del ensayo

La prueba se considerará superada si se cumplen las siguientes condiciones:

- El vehículo ha mantenido la trayectoria deseada en modo de conducción autónoma.
- La deceleración máxima del vehículo haya superado $0.8m/s^2$.
- La deceleración media durante el proceso de frenada haya superado $0.7m/s^2$.
- El modo de conducción autónoma se haya detenido durante la frenada.

En caso de detectar un *override*, todas las acciones del sistema se deberán interrumpir hasta que el conductor reinicie manualmente el proceso de conducción autónoma.

Se deberá justificar que tanto el *override* como el paro de emergencia son independientes entre sí y de los algoritmos de conducción autónoma y que siempre tendrán prioridad sobre las acciones de conducción autónoma.

Se anotará en la hoja de Control de Ensayo (ES-17-01-XX) que corresponda, según procedimiento ES-17-01, el resultado del ensayo.

6.7. Toma de datos y resultados

Se utilizará la Hoja de Toma de Datos y Resultados del Ensayo de *Override* de Pedal Freno IA-17-02-01-00. Esta hoja debe incluir como mínimo:

- Todos los detalles (codificación, tipo de muestra, marca y fecha de recepción si procede de la muestra, etc.) necesarios para identificar la muestra de ensayo y su tratamiento previo (si procede).
- Datos generales (nombre de la empresa) relativos al cliente.
- Referencia a la norma que aplique y al procedimiento de Ensayo.

 INSIA	PROCEDIMIENTO DE ENSAYO	IA-17-02
	VERRIDE DE PEDAL FRENO	Rev. n°: 0 Página

- Resultados del ensayo, incluyendo resultados parciales, si procede, y toda la información requerida.
- Observaciones, donde se anotará cualquier comentario que se considere oportuno así como cualquier desviación respecto al método de ensayo especificado y/o anomalía detectada durante el ensayo.
- Condiciones ambientales (si procede) en las que ha sido realizado el ensayo.
- Nombre y firma del Técnico que ejecuta el ensayo.
- Nombre y firma del Director Técnico que verifica.
- Fecha de inicio y de fin de ensayo.

Durante el ensayo, el Técnico de Ensayo debe realizar las operaciones y anotar las medidas que se especifican en las Hojas de Toma de Datos y Resultados del Ensayo de *Override* de Pedal Freno IA-17-02-01-00.

En caso de encontrar algún tipo de deficiencia, la anotará en el apartado “Observaciones” en la Hoja de Toma de Datos y Resultados del Ensayo de *Override* de Pedal Freno IA-17-02, y entregará esta última al Director Técnico.

Todos los formatos se encuentran listados en la *Lista de Formatos en Vigor* de la Unidad de Inspección de Conducción Autónoma LFV- ICA.

Los resultados del ensayo deben aparecer reflejados en el Informe de Ensayo, según procedimiento ES-17-01.

7. DESVIACIONES MÁXIMAS ADMISIBLES DE LAS MAGNITUDES DE CONTROL DEL ENSAYO

Este apartado pretende establecer límites sobre las magnitudes de control de los equipos que intervienen en el proceso del ensayo de *Override* de Pedal Freno para la aceptación por parte de la Unidad de Inspección de Conducción Autónoma del Ensayo de *Override* de Pedal Freno.

El Técnico de Ensayo debe comprobar que las magnitudes de control se hallan dentro de los límites establecidos a continuación, y anotar cualquier comentario y/o desviación en la Hoja de Toma de Datos y Resultados del Ensayo de *Override* de Pedal Freno IA-17-02-01-00.

- La tolerancia definida para la velocidad del ensayo es de ± 1 km/h.

En el supuesto de que alguna de las condiciones indicadas no se cumpliera, el ensayo será considerado nulo y se deberá repetir.

8. EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LOS ENSAYOS

La sistemática de actuación, encaminada a evaluar la calidad de los ensayos de *Override* de Pedal Freno realizados consiste en la repetición de un ensayo por parte del Técnico de Ensayos y del Director Técnico.

La repetición del ensayo se llevará a cabo sobre un vehículo autónomo que se encuentre disponible en el laboratorio y que cumpla los criterios previos a la realización del Ensayo de *Override* de Pedal Freno.

 INSIA	PROCEDIMIENTO DE ENSAYO	IA-17-02
	<i>VERRIDE DE PEDAL FRENO</i>	<i>Rev. n°: 0</i> <i>Página</i>

Una vez realizado el ensayo, el Director Técnico procederá al análisis de los resultados obtenidos utilizando como referencia el criterio anteriormente indicado.

Finalizado el ejercicio de evaluación, el Director Técnico realizará un informe de la Evaluación de la Calidad del Ensayo de *Override* de Pedal Freno. A raíz del informe, si lo considera oportuno, el Director Técnico generará una Comunicación de Desviación/ Trabajo no conforme e informará al Director del Insia y al Director de Calidad.

Se establece una periodicidad de 2 años para la realización del ejercicio de evaluación de la calidad del Ensayo de *Override* de Pedal Freno.

9. RESPONSABILIDADES

El Técnico de Ensayo ejecuta directamente el procedimiento de ensayo, es responsable de la buena ejecución y de los resultados obtenidos en el ensayo y realiza los informes técnicos.

El Director Técnico es el responsable directo de la correcta ejecución de los ensayos, supervisa los informes técnicos y se responsabiliza de la Calidad de los ensayos.

ANEXO 2

Agencia Nacional de Tránsito. (2014). *Dirección de Regulación de transporte terrestre, tránsito y seguridad vial*. AMT, Resolución No. 011-DIR-2011-CNTTTSV



DIRECCIÓN DE REGULACIÓN DE TRANSPORTE TERRESTRE, TRÁNSITO Y SEGURIDAD VIAL



HOMOLOGACIÓN VEHICULAR Resolución No. 011-DIR-2011-CNTTTSV

Reglamento General de Homologación para la Transportación Pública y Comercial

Fecha actualización: 19/MAYO/2014

I. PRODUCTOS HOMOLOGADOS							
1.1. CHASIS PARA TRANSPORTE PASAJEROS							
REPRESENTANTE DE LA MARCA	MARCA	MODELO	VERSION	DESCRIPCIÓN DE LA VERSION	CLASE	SUBCLASE	APLICACIÓN
CAMIONES Y BUSES DEL ECUADOR	SCANIA	K380 B 4X2	K380 B 4X2	11700 cc diesel TM 4X2	Chasis motorizado	M3	Para transporte de pasajeros en cualquier modalidad – capacidad máxima para diseño 90 pasajeros
		K310 B 4X2	K310 B 4X2	8867cc diesel TM 4X2	Chasis motorizado	M3	
		K360 B 4X2	K360 B 4X2	12740 cc diesel TM 4X2	Chasis motorizado	M3	Bus Interprovincial
		K410 B 8X2	K410 B 8X2	12740 cc diesel TM 8X2	Chasis motorizado	M3	Bus Interprovincial
		K310 6X2/2	K310 6X2/2	9290 cc diesel TM 6X2/2	Chasis motorizado	M3	Bus Articulado Intracantonal Urbano
TEOJAMA COMERCIAL Y MAVESA	HINO	AK 8JRSA	AK 8JRSA	7684 cc diesel TM 4X2	Chasis motorizado	M3	Para transporte de pasajeros en cualquier modalidad – capacidad máxima para diseño 80 pasajeros
		FC9JKSZ	FC9JKSZ	5123 cc diesel TM 4X2	Chasis motorizado	M2	Para transporte de pasajeros minibus escolar / minibus turismo.
GENERAL MOTORS	CHEVROLET	LV 150	LV 150	12000 cc diesel TM 4X2	Chasis motorizado	M3	Para transporte de pasajeros en cualquier modalidad – capacidad máxima para diseño 90 pasajeros
AUSTRAL	INTERNATIONAL	4700 FE 195 HP	4700 FE 195 HP	7636 cc diesel TM 4X2	Chasis motorizado	M3	Para transporte de pasajeros en cualquier modalidad – capacidad máxima para diseño 90 pasajeros
		4700 FE 250HP	4700 FE 250HP 2SP DUAL	7637 cc diesel TM 4X2	Chasis motorizado	M3	
			4700 FE 250HP 1SP	7636 cc diesel TM 4X2	Chasis motorizado	M3	
		4700 FE 225 HP 2SP	4700 FE 225 HP 2SP	7636 cc diesel TM 4X2	Chasis motorizado	M3	Para transporte de pasajeros minibus escolar / turismo / urbano. Capacidad máxima de diseño 50
		3100 MIDI	3100 MIDI 150 HP/45	4748 cc diesel TM 4X2	Chasis motorizado	M3	

HOMOLOGACIÓN VEHICULAR
Resolución No. 011-DIR-2011-CNTTTSV
Reglamento General de Homologación para la Transportación Pública y Comercial

Fecha actualización: 19/MAYO/2014

						pasajeros	
		3100 MIDI 185/45		4748 cc diésel TM 4X2	Chasis Motorizado	M3	Para transporte de pasajeros minibus escolar / turismo /urbano. Capacidad máxima de diseño hasta 59 pasajeros
INTRANS	VOLKSWAGEN	17.260 EOT	17260 EOT	7114 cc diésel TM 4X2	Chasis motorizado	M3	Para transporte de pasajeros en cualquier modalidad – capacidad máxima para diseño 90 pasajeros
		17.210 OD	17210 OD	6449 cc diésel TM 4X2	Chasis motorizado	M3	
		17.230 EOD	17.230 EOD	7118 cc diésel TM 4X2	Chasis motorizado	M3	
		10.150 OD	10.150 OD	4300 cc diésel TM 4X2	Chasis motorizado	M2	Para transporte de pasajeros minibus escolar / turismo /urbano. Capacidad máxima de diseño 50 pasajeros
9.150 OD	9.150 OD	4300 cc diésel TM 4X2	Chasis motorizado	M2			
NEOHYUNDAI	HYUNDAI	HD120 CHASIS	HD120 CHASIS	6606 cc diésel TM 4X2	Chasis motorizado	M3	Para transporte de pasajeros en cualquier modalidad – capacidad 60 pasajeros total
		SUPER AEROCITY	SUPER AEROCITY CHASIS	11149 cc diésel TM 4X2	Chasis motorizado	M3	Para transporte de pasajeros en la modalidad URBANO– capacidad máxima para diseño 90 pasajeros
AUTOLIDER S.A.	MERCEDES BENZ	OF 1730	OF 1730	7200 cc diésel TM 4X2	Chasis motorizado	M3	Para transporte de pasajeros en cualquier modalidad – capacidad máxima para diseño 90 pasajeros
		O 500 R 1830	O 500 R 1830	7201 cc diésel TM 4X2	Chasis motorizado	M3	Para transporte de pasajeros en cualquier modalidad – capacidad máxima para diseño 90 pasajeros
		OF 1721	OF 1721	5958 cc diésel TM 4X2	Chasis motorizado	M3	Para transporte de pasajeros en cualquier modalidad – capacidad máxima para diseño 90 pasajeros

1.2. VEHÍCULOS AUTOMOTORES PARA TRANSPORTE DE PASAJEROS

HOMOLOGACIÓN VEHICULAR
Resolución No. 011-DIR-2011-CNTTTSV
Reglamento General de Homologación para la Transportación Pública y Comercial

Fecha actualización: 19/MAYO/2014

SUBCLASE (CATEGORÍA): M1 (PBV ≤ 3500 kg) (Capacidad máxima de 5 personas)							
REPRESENTANTE	MARCA	MODELO	VERSIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA VERSION	CLASE	CAP.PAS	APLICACIÓN
GENERAL MOTORS	CHEVROLET	CHEVYTAXI	CHEVYTAXI 1.5L 4P STD	1,5 Lt gasolina - TM - FWD	Sedán	5	Taxi
		CHEVYTAXI	CHEVYTAXI 1.5L 4P AC	1,5 Lt gasolina - TM - FWD	Sedán	5	Taxi
		AVEO FAMILY	AVEO FAMILY 1.5 L4P STD	1,5 Lt gasolina - TM - FWD	Sedán	5	Taxi
		AVEO FAMILY	AVEO FAMILY 1.5 L4P AC	1,5 Lt gasolina - TM - FWD	Sedán	5	Taxi
		AVEO ACTIVO	AVEO ACTIVO 1.6 L 4p AC	1,6 Lt gasolina - TM - FWD	Sedán	5	Taxi
		AVEO ACTIVO	AVEO ACTIVO 1.6 L 4p STD	1,6 Lt gasolina - TM - FWD	Sedán	5	Taxi
		AVEO EMOTION 1.6L	AVEO EMOTION 1.6L 4P AC	1,6 Lt gasolina - TM - FWD	Sedán	5	Taxi
		AVEO EMOTION 1.6L	AVEO EMOTION 1.6L 4P GLS	1,6 Lt gasolina - TM - FWD	Sedán	5	Taxi
		AVEO EMOTION 1.6L	AVEO EMOTION 1.6L 4P STD	1,6 Lt gasolina - TM - FWD	Sedán	5	Taxi
		AVEO EMOTION 1.6L	AVEO EMOTION 1.6L 4P ADVANCE	1,6 Lt gasolina - TM - FWD	Sedán	5	Taxi
		AVEO EMOTION 1.6L	AVEO EMOTION 1.6L 4P TAXI	1,6 Lt gasolina - TM - FWD	Sedán	5	Taxi
		AVEO EMOTION GT	AVEO EMOTION GT	1,6 Lt gasolina - TM - FWD	Hatchback	5	Particular
		SAIL SEDAN	SAIL 1.4L 4P STD	1,4 Lt gasolina - TM - FWD	Sedán	5	Taxi
		SAIL SEDAN	SAIL 1.4L 4P AC	1,4 Lt gasolina - TM - FWD	Sedán	5	Taxi
SAIL HATCHBACK	SAIL 1.4L 5P STD	1,4 Lt gasolina - TM - FWD	Hatchback	5	Particular		

3

HOMOLOGACIÓN VEHICULAR
Resolución No. 011-DIR-2011-CNTTTSV
Reglamento General de Homologación para la Transportación Pública y Comercial

Fecha actualización: 19/MAYO/2014

		SAIL HATCHBACK	SAIL 1.4L 5P AC	1,4 Lt gasolina - TM - FWD	Hatchback	5	Particular		
		GRAND VITARA 1,6L	GRAND VITARA 1,6L 3P STD TM 4X4	1,6 Lt gasolina - TM - 4X4	Utilitario	5	Particular		
		GRAND VITARA 1,6L	GRAND VITARA SPORT 1,6L 3P AC TM 4X4	1,6 Lt gasolina - TM - 4X4	Utilitario	5	Particular		
		GRAND VITARA 2,0 L	GRAND VITARA 2,0 L 5P TM 4X2	2,0 Lt gasolina - TM - 4X2	Utilitario	5	Particular		
		GRAND VITARA SZ 2.0L	GRAND VITARA SZ 2.0L 5P TA 4X2	2,0 Lt gasolina - TA - 4X2	Utilitario	5	Particular		
		GRAND VITARA SZ 2.0L	GRAND VITARA SZ 2.0L 5P TM 4X2	2,0 Lt gasolina - TM - 4X2	Utilitario	5	Particular		
		GRAND VITARA SZ 2.0L	GRAND VITARA SZ 2.0L 5P TM 4X4	2,0 Lt gasolina - TM - 4X4	Utilitario	5	Particular		
		GRAND VITARA SZ 2.4L	GRAND VITARA SZ 2.4L 5P TA 4X2	2,4 Lt gasolina - TA - 4X2	Utilitario	5	Particular		
		GRAND VITARA SZ 2.4L	GRAND VITARA SZ 2.4L 5P TA 4X4	2,4 Lt gasolina - TA - 4X4	Utilitario	5	Particular		
		GRAND VITARA SZ 2.4L	GRAND VITARA SZ 2.4L 5P TM 4X4	2,4 Lt gasolina - TM - 4X4	Utilitario	5	Particular		
		COBALT	COBALT 1.8L TM	1800 cc gasolina - TM - 4X2	Sedán	5	Taxi		
				CRUZE 1.8L	CRUZE 1.8L 4P MT	1796 cc gasolina - TM - 4X2	Sedán	5	Particular / Taxi
					CRUZE 1.8L 4P AT	1796 cc gasolina - TA - 4X2	Sedán	5	Particular / Taxi
		ORLANDO 2.4L	ORLANDO 2.4L AT AC	2384 cc gasolina - TA - 4X2	Utilitario	8	Particular		
AMBACAR CIA. LTDA.	GREAT WALL	VOLEEX C30	VOLEEX C30	1.5 Lt gasolina - TM - FWD	Sedán	5	Taxi		
		HOVER H3	HOVER H3 4X2 FULL GASOLINA	2,0 Lt gasolina - TM - 4X2	Utilitario	5	Particular		
		HOVER H5 GASOLINA	HOVER H5 4X2 FULL GAS	2,4 Lt gasolina - TM - 4X2	Utilitario	5	Particular		
		HOVER H5 GASOLINA	HOVER H5 4X2 SUPERFULL GAS	2,4 Lt gasolina - TM - 4X2	Utilitario	5	Particular		
		HOVER H5 GASOLINA	HOVER H5 4X2 ELITE GAS	2,4 Lt gasolina - TM - 4X2	Utilitario	5	Particular		
		HOVER H5 DIESEL	HOVER H5 4X2 FULL DIESEL	2499 cc diesel - TM - 4X2	Utilitario	5	Particular		
		HOVER H5 DIESEL	HOVER H5 4X2 ELITE DIESEL	2499 cc diesel - TM - 4X2	Utilitario	5	Particular		
		HOVER H5 DIESEL	HOVER H5 4X4 FULL DIESEL	2499 cc diesel - TM - 4X4	Utilitario	5	Particular		
HOVER H5 DIESEL	HOVER H5 4X4 ELITE DIESEL	2499 cc diesel - TM - 4X4	Utilitario	5	Particular				
TOYOTA DEL	TOYOTA	FORTUNER 2.7	AWT FORTUNER TM	2,7 Lt gasolina - TM - 4X2	Utilitario	5	Particular		

4

HOMOLOGACIÓN VEHICULAR
Resolución No. 011-DIR-2011-CNTTTSV
Reglamento General de Homologación para la Transportación Pública y Comercial

Fecha actualización: 19/MAYO/2014

Ecuador S.A.		FORTUNER 2.7	AUT FORTUNER TA 2.7 5P 4X4	2,7 Lt gasolina - TA-4X4	Utilitario	5	Particular
		PRIUS	PRIUS-ZVW30L-AHXEBW	1798 cc gasolina - E CVT- 4X4	Sedán	5	Particular
		PRIUS C SPORT	AA PRIUS C SPORT TA 1.5 5P 4X2	1497cc gasolina - E CVT - 4X2	Hatchback 5P	5	Particular
		PRIUS C SPORT	PRIUS C SPORT CUERO 1.5 5P 4X2 TA HYBRID	1497cc gasolina - E CVT - 4X2	Hatchback 5P	5	Particular
		GT-86	TOYOTA 86-ZN6-ALB8	1998 cc gasolina TM 4X2	Coupe	5	Particular
		COROLLA	TOYOTA COROLLA ZRE141L-AEFDK	1598 cc gasolina TM 4X2	Sedán	5	Taxi
		YARIS	TOYOTA YARIS -NCP39L - BEMRK	1497cc gasolina TM 4X2	Sedán	5	Particular/Taxi
		FJ CRUISER	TOYOTA FJ CRUISER - GSJ15L - GKASKY	3956 cc gasolina TA 4X4	Utilitario	5	Particular
		FJ CRUISER	TOYOTA FJ CRUISER - GSJ15L - GKFSKY	3956 cc gasolina TM 4X4	Utilitario	5	Particular
		4RUNNER	4RUNNER 4.0 5P 4X4 TA 3RA FILA	3956 cc gasolina TA 4X4	Utilitario	7	Particular
		BB 4RUNNER LTD TA 4.0 5P 4X4	3956 cc gasolina TA 4X4	Utilitario	7	Particular	
AEKIA S.A.	KIA	CERATO FORTE	CERATO FORTE	1,6 Lt gasolina EX- TM - FWD	Sedán	5	Taxi
		RIO STYLUS	RIO STYLUS	1,5 Lt gasolina - TM - FWD	Sedán	5	Taxi
		RIO R SEDÁN	RIO R 1.4L EX 4P	1,4 Lt gasolina - TM - 4X2	Sedán	5	Taxi
		RIO R SEDÁN	RIO R 1.4L EX 4P AC	1,4 Lt gasolina - TM - 4X2	Sedán	5	Taxi
		RIO R SEDÁN	RIO R 1.4L EX 4P AC TAXI	1,4 Lt gasolina - TM - 4X2	Sedán	5	Taxi
		RIO R HATCHBACK	RIO R 1.4L EX 5P	1,4 Lt gasolina - TM - 4X2	Hatchback	5	Particular
		RIO R HATCHBACK	RIO R 1.4L EX 5P AC	1,4 Lt gasolina - TM - 4X2	Hatchback	5	Particular
		PICANTO R	PICANTO R	1,0 Lt gasolina - TM - 4X2	Hatchback	5	Particular
		SOUL	SOUL 1.6L LX AT	1.6 Lt gasolina - AT - 4X2	Utilitario	5	Particular
		SOUL	SOUL 1.6L LX MT	1.6 Lt gasolina - MT - 4X2	Utilitario	5	Particular
		SPORTAGE R	SPORTAGE R 2.0L 4X2 GSL AT	2.0 Lt gasolina - AT - 4X2	Utilitario	5	Particular
		SPORTAGE R	SPORTAGE R 2.0L 4X2 GSL MT	2.0 Lt gasolina - TM-4X2	Utilitario	5	Particular

5

HOMOLOGACIÓN VEHICULAR
Resolución No. 011-DIR-2011-CNTTTSV
Reglamento General de Homologación para la Transportación Pública y Comercial

Fecha actualización: 19/MAYO/2014

		SPORTAGE ACTIVE	SPORTAGE LX AT	2,0 Lt gasolina - AT - 4X2 LX	Utilitario	5	Particular
		SPORTAGE ACTIVE	SPORTAGE LX	2,0 Lt gasolina - TM - 4X2 LX	Utilitario	5	Particular
		SORENTO	SORENTO	3,5Lt gasolina - AT - 4X2	Utilitario	5	Particular
		RONDO	RONDO	2,0Lt gasolina - TM - 4X2	Minivan	7	Particular
		OPTIMA	OPTIMA HIBRIDO	2.0 L gasolina - AT - FWD	Sedán	5	Taxi
		QUORIS	QUORIS	3778 cc - gasolina - TA - 4X2	Sedán	5	Particular
MARESA	GEELY	CK	CK	1,5 Lt gasolina - TM - 2WD	Sedán	5	Taxi
	FIAT	PALJO	ATTRACTIVE	1368cc - gasolina - TM - 4X2	Hatchback	5	Particular
CINASCAR	CHERY	FULWIN SEDAN	FULWIN SEDAN	1,5 Lt gasolina TM FWD	Sedán	5	Taxi
		FULWIN HATCHBACK	FULWIN HATCHBACK	1,5 Lt gasolina TM FWD	Hatchback	5	Particular
		PRACTIVAN	PRACTIVAN	1173 cc gasolina TM 4X2	Minivan	8	Particular
MAVESA	CITROEN	C - ELYSEE	C - ELYSEE	1,6 Lt gasolina - TM - 2WD	Sedán	5	Taxi
AUTOMOTORES Y ANEXOS	NISSAN	SENTRA B13	SENTRA (B13) TM 4X2	1,6 Lt gasolina - TM - FWD	Sedán	5	Taxi
		SENTRA B13	SENTRA (B13) TM 4X2 AC	1,6 Lt gasolina - TM - FWD	Sedán	5	Taxi
		SENTRA B16	SENTRA (B16) TM 4X2	2,0 Lt gasolina - TM - FWD	Sedán	5	Taxi
		SENTRA B16	SENTRA (B16) CVT 4X2	2,0 Lt gasolina - CVT - FWD	Sedán	5	Taxi
			SENTRA (B16) CVT 4X2	2,0 Lt gasolina - CVT - FWD	Sedán	5	Taxi
		ALMERA B10	ALMERA (B10) TM 4X2	1,6 Lt gasolina - TM - 2FWD	Sedán	5	Taxi
			ALMERA (B10) TA 4X2	1,6 Lt gasolina - TA - 2FWD	Sedán	5	Taxi
		TIIDA (C11) HATCHBACK	TIIDA (C11) HATCHBACK TM	1.6 Lt gasolina - TM - FWD	Hatchback 5 P	5	Particular
			TIIDA (C11) HATCHBACK TA	1.6 Lt gasolina - TA - FWD	Hatchback 5 P	5	Particular
		TIIDA C11 (SEDAN)	TIIDA (C11) SEDAN TM	1.6 Lt gasolina - TM - FWD	Sedán	5	Taxi
	TIIDA (C11) SEDAN TA	1.6 Lt gasolina - TA - FWD	Sedán	5	Taxi		

6

HOMOLOGACIÓN VEHICULAR
Resolución No. 011-DIR-2011-CNITTSV
Reglamento General de Homologación para la Transportación Pública y Comercial

Fecha actualización: 19/MAYO/2014

	VERSAS	VERSAS N17	VERSAS (N17) TM 4X2 AC	1,6 Lt gasolina – TM – FWD	Sedán	5	Taxi
			VERSAS (N17) TA 4X2 AC	1,6 Lt gasolina – TA – FWD	Sedán	5	Taxi
		MARCH (K13)	MARCH (K13) TM 4X2 AC	1,6 Lt gasolina – TM – FWD	Hatchback 5 P	5	Particular
			MARCH (K13) TA 4X2 AC	1,6 Lt gasolina – TA – FWD	Hatchback 5 P	5	Particular
	RENAULT	QASHQAI (J10) 1.6	QASHQAI (J10) 1.6 TM 4X2	1,6 Lt gasolina - TM - 4X2	Utilitario	5	Particular
			QASHQAI (J10) 2.0	QASHQAI (J10) 2.0 CVT 4X2	2,0 Lt gasolina - CVT - 4X2	Utilitario	5
		X-TRAIL XTREME (T31)	X-TRAIL XTREME (T31) CVT 4X2	2,5 Lt gasolina - CVT - 4X2	Utilitario	5	Particular
			X-TRAIL CLASSIC (T30)	X-TRAIL CLASSIC (T30) TA 4X2	2,5 Lt gasolina - TA - 4X2	Utilitario	5
		X-TRAIL CLASSIC (T30)	X-TRAIL CLASSIC (T30) TM 4X4	2,5 Lt gasolina - TM - 4X4	Utilitario	5	Particular
			MURANO Z51	MURANO (Z51) CVT 4X4	3,5 Lt gasolina - CVT - 4X4	Utilitario	5
		PATROL (Y62)	PATROL (Y62) TA 4X4	5552cc gasolina – TA – 4X4	Utilitario	6	Particular
		STEPWAY (B90)	STEPWAY (B90) TM	1598 cc. gasolina - TM - 4X2	Utilitario	5	Particular
LOGAN (L90) 1.4		LOGAN (L90) 1.4 TM FAMILIER	1390 cc gasolina – TM – 4X2	Sedán	5	Particular / Taxi	
		LOGAN (L90) 1.4 TM AC FAMILIER	1390 cc gasolina – TM – 4X2	Sedán	5	Particular / Taxi	
LOGAN (L90) 1.6		LOGAN (L90) 1.6 TM EXPRESSION	1598 cc. gasolina - TM - 4X2	Sedán	5	Taxi	
		LOGAN (L90) 1.6 TM AC EXPRESSION	1,6 Lt gasolina - TM - FWD	Sedán	5	Taxi	
	LOGAN (L90) 1.6 TM DYNAMIQUE	1,6 Lt gasolina - TM - FWD	Sedán	5	Taxi		
SANDERO (B90) 90HP	SANDERO (B90) 90HP TM EXPRESSION	1,6 Lt gasolina - TM - FWD	Hatchback	5	Particular		
	SANDERO (B90) 90HP TM DYNAMIQUE	1,6 Lt gasolina - TM - FWD	Hatchback	5	Particular		
	SANDERO (B90) 90HP TM AUTHENTIC	1,6 Lt gasolina - TM - FWD	Hatchback	5	Particular		

7

HOMOLOGACIÓN VEHICULAR
Resolución No. 011-DIR-2011-CNITTSV
Reglamento General de Homologación para la Transportación Pública y Comercial

Fecha actualización: 19/MAYO/2014

		DUSTER (H79) 1.6	DUSTER (H79) 1.6 TM 4X2 EXPRESSION	1,6 Lt gasolina - TM - 4X2	Utilitario	5	Particular
		KOLEOS (H45)	KOLEOS (H45) TM 4X2 (EXPRESSION)	2,5 Lt gasolina - TM - 4X2	Utilitariodj	5	Particular
		KOLEOS (H45)	KOLEOS (H45) CVT 4X2 (EXPRESSION)	2,5 Lt gasolina - CVT - 4X2	Utilitario	5	Particular
		KOLEOS (H45)	KOLEOS (H45) CVT 4X4 (PRIVILEGE)	2,5 Lt gasolina - CVT - 4X4	Utilitario	5	Particular
		DUSTER (H79) 2.0	DUSTER (H79) 2.0 TM 4X2 EXPRESSION	2,0 Lt gasolina - TM - 4X2	Utilitario	5	Particular
			DUSTER (H79) 2.0 TM 4X4 DYNAMIQUE	2,0 Lt gasolina - TA - 4X2	Utilitario	5	Particular
NEOHYUNDAI S.A.	ACCENT 1.6	ACCENT 1.6 STD	1591 cc gasolina – TM – 2FWD	Sedán	5	Particular / Taxi	
		ACCENT 1.6 A/C	1591 cc gasolina – TM – 2FWD	Sedán	5	Particular / Taxi	
	ACCENT 1.4	ACCENT 1.4	1396 cc gasolina – TM – 2FWD	Sedán	5	Particular / Taxi	
	ELANTRA 1.6	ELANTRA 1.6	1591 cc gasolina – TM – 4x2	Sedán	5	Particular / Taxi	
	ELANTRA 1.8	ELANTRA 1.8	1797 cc gasolina – TM – 4X2	Sedán	5	Particular / Taxi	
	SANTA FE	SANTA FE 2.4 TM 7P	2359 cc gasolina – TM – 4X2	Utilitario	7	Particular	
		SANTA FE 2.4 TA 5P	2359 cc gasolina – TA – 4X2	Utilitario	7	Particular	
		SANTA FE 2.4 TA 7P	2359 cc gasolina – TA – 4X2	Utilitario	7	Particular	
		SANTA FE 2.4 TA 7P 4X4	2359 cc gasolina – TA – 4X4	Utilitario	7	Particular	
	TUCSON	TUCSON 2.0 TM	1998 cc gasolina – TM – 4X2	Utilitario	5	Particular	
		TUCSON 2.0 AT	1998 cc gasolina – TA – 4X2	Utilitario	5	Particular	
	VELOSTER	VELOSTER TM	1591 cc gasolina – TM – 4X2	Coupe	4	Particular	
SONATA 2.4	SONATA 2.4 TA	2359 cc gasolina – TA – 4X2	Sedan	5	Particular		

8

HOMOLOGACIÓN VEHICULAR
Resolución No. 011-DIR-2011-CNITTSV
Reglamento General de Homologación para la Transportación Pública y Comercial

Fecha actualización: 19/MAYO/2014

		I10 1.2	I10 1.2	1248 cc gasolina – TM – 4X2	Hatchback	5	Particular
		I10 1.1	I10 1.1	1086 cc gasolina – TM – 4X2	Hatchback	5	Particular
		I30	I30 TA FULL	1797 cc gasolina – TA – 4X2	Hatchback	5	Particular
			I30 TA SEMIFULL	1797 cc gasolina – TA – 4X2	Hatchback	5	Particular
QUITO MOTORS S.A.C.I.	FORD	I30 TM	I30 TM	1797 cc gasolina – TM – 4X2	Hatchback	5	Particular
		EDGE SE	EDGE SE 3.5L TA 4X2	3497 cc gasolina – TA – 4X2	Utilitario	5	Particular
		ESCAPE	ESCAPE S 2.5L TA 4X2	2488 cc gasolina – TA – 4X2	Utilitario	5	Particular
		FOCUS	FOCUS S 2.0L TM 4X2 DELANTERA	1999 cc gasolina – TM – 4X2	Sedán	5	Particular / Taxi
		EXPEDITION	EXPEDITION XLT 5.4L TA 4X4	5409 cc gasolina – TA – 4X4	Utilitario	5	Particular
		EXPLORER	EXPLORER BASE 3.5L TA 4X2	3497 cc gasolina – TA – 4X2	Utilitario	7	Particular
			EXPLORER XLT 3.5L TA 4X4	3497 cc gasolina – TA – 4X4	Utilitario	7	Particular
		ECOSPORT	ECOSPORT 2.0L TM 4X2	1999 cc gasolina – TM – 4X2	Utilitario	5	Particular
ECOSPORT TITANIUM 2.0L TA 4X2	1999 cc gasolina – TA – 4X2		Utilitario	5	Particular		
FISUM S.A.	VOLKSWAGEN	GOL	GOL	1598 cc gasolina – TM – 4X2	Hatchback	5	Particular
		TOUAREG	TOUAREG	2995 cc gasolina – TA – 4X4	Utilitario	5	Particular
		TIGUAN	TIGUAN MOTOR CAWA TA	1984 cc gasolina – TA – 4X4	Utilitario	5	Particular
			TIGUAN MOTOR CAWB	1984 cc gasolina – TA – 4X4	Utilitario	5	Particular
		VOYAGE	VOYAGE MANUAL	1599 cc gasolina – TM – 4X2	Sedán	5	Particular
			VOYAGE AUTOMATIZADO	1599 cc gasolina – TA – 4X2	Sedán	5	Particular
		JETTA	JETTA TM	2480 cc gasolina – TM – 4X2	Sedán	5	Particular / Taxi
			JETTA TA	2480 cc gasolina – TA – 4X2	Sedán	5	Particular / Taxi

9

HOMOLOGACIÓN VEHICULAR
Resolución No. 011-DIR-2011-CNITTSV
Reglamento General de Homologación para la Transportación Pública y Comercial

Fecha actualización: 19/MAYO/2014

MECANOSOLVERS S.A.	LIFAN	LF7160L1	LF7160L1	1587cc gasolina – TM – 4X2	Sedán	5	Particular / Taxi
		LF6430	LF6430	1794cc gasolina – TM – 4X2	Utilitario	5	Particular

1.3. VEHÍCULOS AUTOMOTORES PARA TRANSPORTE DE PASAJEROS							
SUBCLASE (CATEGORÍA): M2 (PBV ≤ 5000 kg) (Capacidad de plazas > 8)							
REPRESENTANTE MARCA	MARCA	MODELO	VERSIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA VERSIÓN	CLASE	CAP.	APLICACIÓN
AEKIA S.A.	KIA	CARNIVAL	CARNIVAL	2900 cc diesel – TM – 4X2	Furgoneta de pasajeros	11	Particular / Turismo
		PREGIO	PREGIO TURBOCARGADO	3000 cc diesel – TM – 4X2	Furgoneta de pasajeros	17	Escolar / Turismo
NEOHYUNDAI S.A.	HYUNDAI	COUNTY TURISMO	COUNTY SWB TURISMO	3907 cc diesel – TM – 4X2	Furgoneta de pasajeros	16	Turismo
		COUNTY SWB ESCOLAR	COUNTY LWB TURISMO	3907 cc diesel – TM – 4X2	Microbús	20	Turismo
		COUNTY LWB ESCOLAR	COUNTY SWB ESCOLAR	3907 cc diésel – TM – 4X2	Microbús	23	Escolar
		COUNTY LWB ESCOLAR	COUNTY LWB ESCOLAR	3907 cc diésel – TM – 4X2	Microbús	26	Escolar
CINASCAR	CHERY	CHERY VAN	CHERY VAN	1297 cc gasolina TM – 4X2	Minivan	8	Particular / Turismo
		PRACTIVAN	PRACTIVAN KARRY Q22L	1173 cc gasolina – TM – 4X2	Minivan	11	Particular / Turismo
KINGMOTORS	JOYLONG	HKL6600C	HKL6600C	2498 cc diésel – TM – 4X2	Furgoneta de pasajeros	18	Escolar / Turismo
FISUM S.A.	VOLKSWAGEN	CRAFTER 30	CRAFTER 30	1968 cc diésel – TM – 4X2	Furgoneta de pasajeros	17	Turismo
		CRAFTER 50	CRAFTER 50	1968 cc diésel – TM – 4X2	Microbús	22	Turismo
		CRAFTER 30	CRAFTER 30	1968 cc diésel – TM – 4X2	Furgoneta de Pasajeros	17	Escolar
COMERCIAL CARLOS	JAC	HFC6591KH	HFC6591KH	2771 cc diesel - TM - 4X2	Furgoneta de pasajeros	17	Turismo/ Escolar

10

HOMOLOGACIÓN VEHICULAR
Resolución No. 011-DIR-2011-CNITTSV
Reglamento General de Homologación para la Transportación Pública y Comercial

Fecha actualización: 19/MAYO/2014

ROLDAN CIA. LTDA.		HK6700K4	HK6700K4	3800 cc Diesel – TM 4x2	Microbús	21	Turismo/ Escolar
COMREVIC S.A.	IVECO	POWER DAILY	A42.12	2798 cc diesel – TM – 4X2	Furgoneta de pasajeros	17	Turismo
			A50.12	2798 cc diesel – TM – 4X2	Furgoneta de pasajeros	20	Turismo
FOTON DEL ECUADOR SCC	FOTON	BJ6536B1DDA-S2	BJ6536B1DDA-S2	2771cc diésel – TM – 4X2	Furgoneta de Pasajeros	17	ESCOLAR
MOSUMI S.A. Y CORPORACIÓN AUTOMOTRIZ S.A.	MITSUBISHI - FUSO	ROSA BE639JLMSHNR 3.9 26P 4X2 TM DIESEL	ROSA BE639JLMSHNR 3.9 26P 4X2 TM DIESEL	3907 cc diésel – TM – 4X2	Microbús	26	Turismo
GARNER ESPINOSA C.A.	KING LONG	XMQ 6608 NE3	XMQ 6608 NE3	3760 cc diésel – TM – 4X2	Microbús	20	Escolar
AUTOLIDER ECUADOR S.A.	MERCEDES BENZ	SPRINTER 515	SPRINTER 515	2146 cc diésel – TM – 4X2	Microbús	21	Turismo

1.4. VEHÍCULOS AUTOMOTORES PARA TRANSPORTE DE PASAJEROS							
SUBCLASE (CATEGORÍA): M3 (PBV ≥ 5000 kg) (Capacidad de plazas ≥ 18)							
REPRESENTANTE MARCA	MARCA	MODELO	VERSIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA VERSIÓN	CLASE	CAP. PAS.	APLICACIÓN
GARNER ESPINOSA C.A.	KING LONG	XMQ6129Y2	XMQ6129Y2	8.8 Lt diesel - TM - 4X2	Bus	45	Turismo
		XMQ6800	XMQ6800	4.4 Lt diesel - TM - 4X2	Minibús	31	Turismo
		XMQ6900	XMQ6900	6.7 Lt diesel - TM - 4X2	Bus	39	Turismo
COMERCIAL CARLOS ROLDAN CIA. LTDA.	ANKAI	HFF6110TK10D	HFF6110TK10D	8.9 Lt. Diesel – TM 4X2	Bus	41	Turismo
RETARDER	BONLUCK	JXK6128	JXK6128	11596 cc Diesel – TM 4X2	Bus	42	Turismo
ECUAYUTONG S.A.	YUTONG	ZK6831HE	ZK6831HE	6.7 Lt. Diesel – TM 4x2	Minibús	30	Turismo
		ZK6119H	ZK6119H	8.9 Lt. Diesel – TM 4x2	Bus	40	Turismo
		ZK6100HB	ZK6100HB	8.3 Lt. Diesel – TM 4x2	Bus	41	Turismo

11

HOMOLOGACIÓN VEHICULAR
Resolución No. 011-DIR-2011-CNITTSV
Reglamento General de Homologación para la Transportación Pública y Comercial

Fecha actualización: 19/MAYO/2014

		ZK6129H	ZK6129H ESTANDAR	8.9 Lt. Diesel – TM 4x2	Bus	42	Turismo
		ZK6129H	ZK6129H EXTENDIDO	8.9 Lt. Diesel – TM 4x2	Bus	42	Turismo / Interprovincial
		ZK6107HA	ZK6107HA	8.9 Lt. Diesel – TM 4x2	Bus	41	Turismo / Interprovincial
DISMUNDI	ZHONGTONG	LCK6107H	LCK6107H	6690 cc Diesel – TM 4X2	Bus	42	Turismo
		LCK6798H	LCK6798H	4460 cc Diesel – TM 4X2	Minibús	30	Turismo
NEOHYUNDAI	HYUNDAI	UNIVERSE	UNIVERSE	12300 cc Diesel – TM 4X2	Bus	44	Turismo
NEOCUABUS S.A.	NEOBUS-SCANIA	MEGA BTR – K310 A 6X2/	MEGA BTR – K310 A 6X2/	9290 cc Diesel – TM 6X2	Bus articulado	160	Urbano
AUTOMEKANO S.A.	HIGER	KLQ6109E3	KLQ6109E3	6690 cc Diesel – TM 4X2	Bus	42	Turismo
		KLQ6119E3	KLQ6119E3	8849 cc Diesel – TM 4X2	Bus	43	Turismo
AUTOLINE S.A.	GOLDEN DRAGON	XML6127J13	XML6127J13	10800 cc diesel TM 4X2	Bus	42	Turismo
		XML6125J53	XML6125J53	10800 cc diesel TM 4X2	Bus	42	Turismo
		XML6127J12 - C300 20	XML6127J12 - C300 20	8300 cc diesel TM 4X2	Bus	42	Turismo
ZHONG XING CIA LTDA	YOUNGMAN	JNP6126A	JNP6126A	10800 cc diesel TM 4X2	Bus	42	Turismo

1.5. CARROCERÍA IMPORTADA PARA TRANSPORTE DE PASAJEROS							
SUBCLASE (CATEGORÍA): M3 (PBV ≥ 5000 kg) (Capacidad de plazas ≥ 16)							
Nota: Las carrocerías importadas deben someterse a un proceso de verificación de lote por el ente designado conforme a las normas y reglamentos técnicos INEN vigentes							
REPRESENTANTE MARCA	MARCA	MODELO	PROCEDECIA	CHASIS QUE APLICA	CAP. PAS (total)	APLICACIÓN	
ECUABRASCO S.A.	MARCOPOLO	PARADISO 1200	COLOMBIA	Scania K380 B 4X2	44	Bus interprovincial / bus turismo	
				Scania K310 B 4X2	44	Bus interprovincial / bus turismo	
				Scania K360 B 4X2	44	Bus interprovincial / bus turismo	

12

HOMOLOGACIÓN VEHICULAR
Resolución No. 011-DIR-2011-CNITTSV
Reglamento General de Homologación para la Transportación Pública y Comercial

Fecha actualización: 19/MAYO/2014

				Scania K410 B 4X2	44	Bus interprovincial / bus turismo
NEOECUABUS S.A	NEOBUS	MEGA (4P)	BRASIL	Volkswagen 17.210 OD	90	Bus urbano
MARCOPOLO S.A.	MARCOPOLO	VIAGGIO 1050 G7	BRASIL	Scania K310 B 4X2	44	Bus interprovincial / bus turismo
				Scania K360 B 4X2	44	Bus interprovincial / bus turismo
				Scania K 380 B 4X2	44	Bus interprovincial / bus turismo
				Scania K 410 B 4X2	44	Bus interprovincial / bus turismo
				Volkswagen 17.260 EOT	44	Bus interprovincial / bus turismo

1.6. VEHÍCULOS AUTOMOTORES PARA TRANSPORTE DE CARGA							
SUBCLASE (CATEGORÍA): N1 (PBV ≤ 3500 kg)							
REPRESENTANTE MARCA	MARCA	MODELO	VERSIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA VERSIÓN	CLASE	VARIANTE	APLICACIÓN
TOYOTA DEL ECUADOR S.A.	TOYOTA	HILUX DIESEL	HILUX 4X4 CD DIESEL	CCT - 2,5 Lt diesel -TM 4X4	Camioneta	Doble cabina	Carga mixta
		HILUX DIESEL	HILUX 4X2 CD DIESEL	CET - 2,5 Lt diesel -TM 4X2	Camioneta	Doble cabina	Carga mixta
		HILUX DIESEL	CET HILUX 4X2 CD NO AA DIESEL	CET - 2494 cc diesel -TM 4X2	Camioneta	Doble cabina	Carga mixta
		HILUX DIESEL	CCT HILUX 4X4 CD DIESEL	CCT - 2494 cc diesel -TM 4X4	Camioneta	Doble cabina	Carga mixta
		HILUX DIESEL	CFT HILUX 4X2 CD DIESEL TM 2.5 4P	CFT - 2494 cc diesel -TM 4X2	Camioneta	Doble cabina	Carga mixta
		HILUX DIESEL	CDT HILUX 4X4 CD AA DIESEL TM 2.5 4P	CDT - 2494 cc diesel -TM 4X4	Camioneta	Doble cabina	Carga mixta
		HILUX GASOLINA	HILUX 4X2 CD	ETT - 2,7Lt gasolina -TM 4X2	Camioneta	Doble cabina	Carga mixta
		HILUX GASOLINA	HILUX 4X2 CS CHASIS	EST - 2,7Lt gasolina - TM 4X2	Chasis cabinado	Cabina simple	Carga liviana
		HILUX GASOLINA	HILUX 4X2 CS	EKT - 2,7Lt gasolina - TM 4X2	Camioneta	Cabina simple	Carga liviana
HILUX GASOLINA	HILUX 4X4 CS	BST -2,7 Lt gasolina- TM 4X4	Camioneta	Cabina simple	Carga liviana		

13

HOMOLOGACIÓN VEHICULAR
Resolución No. 011-DIR-2011-CNITTSV
Reglamento General de Homologación para la Transportación Pública y Comercial

Fecha actualización: 19/MAYO/2014

		HILUX GASOLINA	HILUX 4X4 CD	BRT - 2,7 Lt gasolina - TM 4X4	Camioneta	Doble cabina	Carga mixta
AMBACAR CIA. LTDA.	GREAT WALL	WINGLE 2.8 DIESEL	WINGLE CS 4X2 SEMIFULL DIESEL 2.8	2,8 Lt diesel - TM - 4X2	Camioneta	Cabina simple	Carga liviana
		WINGLE 2.8 DIESEL	WINGLE CD 4X2 SEMIFULL DIESEL 2.8	2,8 Lt diesel - TM - 4X2	Camioneta	Doble cabina	Carga mixta
		WINGLE 2.8 DIESEL	WINGLE CS 4X4 SEMIFULL DIESEL 2.8	2,8 Lt diesel - TM - 4X4	Camioneta	Cabina simple	Carga liviana
		WINGLE 2.8 DIESEL	WINGLE CD 4X4 FULL DIESEL 2.8	2,8 Lt diesel - TM - 4X4	Camioneta	Doble cabina	Carga mixta
		WINGLE 2.2 GASOLINA	WINGLE CD 4X2 FULL gasolina 2.2	2200 cc gasolina TM 4X2	Camioneta	Doble cabina	Carga mixta
		WINGLE 2.2 GASOLINA	WINGLE CD 4X2 SEMIFULL gasolina 2.2	2200 cc gasolina TM 4X2	Camioneta	Doble cabina	Carga mixta
		WINGLE 2.2 GASOLINA	WINGLE CD 4X2 STD gasolina 2.2	2200 cc gasolina TM 4X2	Camioneta	Doble cabina	Carga mixta
		WINGLE 2.2 GASOLINA	WINGLE CS 4X2 FULL gasolina 2.2	2200 cc gasolina TM 4X2	Camioneta	Cabina simple	Carga liviana
		WINGLE 2.2 GASOLINA	WINGLE CS 4X2 SEMIFULL gasolina 2.2	2200 cc gasolina TM 4X2	Camioneta	Cabina simple	Carga liviana
AEKIA S.A.	KIA	K2700	K2700 CS BOX TM 2.7 4X2	2,7Ltdiesel - TM - 4X2	Camioneta	Cabina simple	Carga liviana
		K2700	K2700 CD AC 2.7 4P 4X4 TM	2,7 Lt diesel - TM - 4X4	Camioneta	Cabina doble	Carga mixta
		K3000	K3000	3,0Ltdiesel - TM - 4X2	Camioneta	Cabina simple	Carga liviana
MARESA	MAZDA	BT-50 2.2 L gasolina	BT-50 STD FL 2.2 CD TM 4X2	2200 cc gasolina - TM - 4X2	Camioneta	Doble cabina	Carga mixta
			BT-50 STD FL 2.2 CSTM 4X2	2200 cc gasolina - TM - 4X2	Camioneta	Cabina simple	Carga liviana
			BT-50 CH STD FL 2.2 CS TM 4X2	2200 cc gasolina - TM - 4X2	Chasis cabinado	Cabina simple	Carga liviana
		BT-50 2.5 diesel	BT50 STD CRD FL 2.5 CD 4X2 TM DIESEL	2499 cc diesel - TM - 4X2	Camioneta	Doble cabina	Carga mixta
			BT50 TSX OUTDOORS CRD AC 2.5 CD 4X4 TM DIESEL	2499 cc diesel - TM - 4X4	Camioneta	Doble cabina	Carga mixta
			BT50 STD CRD FL 2.5 CD 4X4 TM DIESEL	2499 cc diesel - TM - 4X4	Camioneta	Doble cabina	Carga mixta
BT-50 2.6L gasolina	BT-50 ACTION FL AC 2.6 CD 4X2 TM	2606 cc gasolina - TM - 4X2	Camioneta	Doble cabina	Carga mixta		

14

HOMOLOGACIÓN VEHICULAR
Resolución No. 011-DIR-2011-CNITTSV
Reglamento General de Homologación para la Transportación Pública y Comercial

Fecha actualización: 19/MAYO/2014

			BT-50 STD FL AC 2.6 CD 4X4 TM	2606 cc gasolina – TM – 4X4	Camioneta	Doble cabina	Carga mixta
			BT-50 ACTION FL AC 2.6 CD 4X4 TM	2606 cc gasolina – TM – 4X4	Camioneta	Doble cabina	Carga mixta
GENERAL MOTORS	CHEVROLET		BT-50 STD FL AC 2.6 CS 4X4 TM	2606 cc gasolina – TM – 4X4	Camioneta	Cabina simple	Carga liviana
		D-MAX 2.5L	LUV D-MAX 2.5L CHASIS DIESEL TM 4X2	2499 cc diesel TM 4X2	Chasis cabinado	Cabina simple	Carga liviana
		D-MAX 2.5L	LUV D-MAX 2.5L DIESEL CS TM 4X2	2499 cc diesel TM 4X2	Camioneta	Cabina simple	Carga liviana
		D-MAX 2.5L	DMAX 2.5L DSL CS TM STD DIESEL	2499 cc diesel TM 4X2	Camioneta	Cabina simple	Carga liviana
		D-MAX 2.4L	LUV D-MAX 2.4L CS TM 4X2	2399 cc gasolina - TM - 4X2	Camioneta	Cabina simple	Carga liviana
		D-MAX 2.4L	LUV D-MAX 2.4L CD TM 4X2 ACTIVA	2399 cc gasolina - TM - 4X2	Camioneta	Doble cabina	Carga mixta
		D-MAX 2.4L	LUV D-MAX 2.4L CS TM 4X2 ACTIVA	2399 cc gasolina - TM - 4X2	Camioneta	Cabina simple	Carga liviana
		D-MAX 2.4L	LUV D-MAX 2.4L HS CD TM EXTREME	2399 cc gasolina - TM - 4X2	Camioneta	Doble cabina	Carga mixta
		D-MAX 2.4L	LUV D-MAX 2.4L CD TM 4X2 OPTIMA	2399 cc gasolina - TM - 4X2	Camioneta	Doble cabina	Carga mixta
		D-MAX 2.4L	LUV D-MAX 2.4L CS TM 4X2 OPTIMA	2399 cc gasolina - TM - 4X2	Camioneta	Cabina simple	Carga liviana
		D-MAX 3.0L	LUV D-MAX 3.0L DIESEL CD TM 4X2	2999 cc diesel - TM - 4X2	Camioneta	Doble cabina	Carga mixta
		D-MAX 3.0L	LUV D-MAX 3.0L DIESEL CD TM 4X4	2999 cc diesel - TM - 4X4	Camioneta	Doble cabina	Carga mixta
		D-MAX 3.0L	LUV D-MAX 3.0L DIESEL CS TM 4X4	2999 cc diesel - TM - 4X4	Camioneta	Cabina simple	Carga liviana
		D-MAX 3.0L	DMAX 3.0L CS 4X4 TM AC	2999 cc diesel - TM - 4X4	Camioneta	Cabina simple	Carga liviana
		D-MAX 3.0L	DMAX 3.0L CD 4X2 TM STD	2999 cc diesel - TM - 4X2	Camioneta	Doble cabina	Carga mixta
		D-MAX 3.0L	DMAX 3.0L CD 4X4 TM STD	2999 cc diesel - TM - 4X4	Camioneta	Doble cabina	Carga mixta
		D-MAX 3.0L	DMAX 3.0L CD 4X4 TM FULL	2999 cc diesel - TM - 4X4	Camioneta	Doble cabina	Carga mixta
		D-MAX V6 3.5L	LUV D-MAX 3.5L V6 CD TM 4X4 FULL	3,5 Lt diesel - TM - 4X4	Camioneta	Doble cabina	Carga mixta
		D-MAX V6 3.5L	LUV D-MAX 3.5L V6 CD TM 4X4 AC	3,5 Lt diesel - TM - 4X4	Camioneta	Doble cabina	Carga mixta
		D-MAX V6 3.5L	LUV D-MAX 3.5L V6 CD TM 4X2	3,5 Lt diesel - TM - 4X2	Camioneta	Doble cabina	Carga mixta

15

HOMOLOGACIÓN VEHICULAR
Resolución No. 011-DIR-2011-CNITTSV
Reglamento General de Homologación para la Transportación Pública y Comercial

Fecha actualización: 19/MAYO/2014

			NAVARA (40)	NAVARA (D40) CD TM 4X2	2.5 L diesel – TM – 4X2	Camioneta	Cabina doble	Carga mixta
			NP300 FRONTIER D22	NP300 FRONTIER D22 CS TM 4X2	2,4 L gasolina – TM – 4x2	Camioneta	Cabina simple	Carga liviana
AUTOMOTORES Y ANEXOS	NISSAN		NP300 FRONTIER D22 CD TM 4X2 <th>NP300 FRONTIER D22 CD TM 4X4</th> <td>2,4 L gasolina – TM – 4x4</td> <td>Camioneta</td> <td>Cabina doble</td> <td>Carga mixta</td>	NP300 FRONTIER D22 CD TM 4X4	2,4 L gasolina – TM – 4x4	Camioneta	Cabina doble	Carga mixta
		F-150 5L	F-150 SUPER CREW 5.0L TA 4X4	4951cc gasolina – TA – 4X4	Camioneta	Cabina doble	Carga mixta	
QUITO MOTORS S.A.C.I.	FORD	F-150 3.7L	F-150 REGULAR CAB 3.7L TA 4X2	3726cc gasolina – TA – 4X2	Camioneta	Cabina simple	Carga liviana	
			F-150 REGULAR CAB 3.7L TA 4X4	3726cc gasolina – TA – 4X4	Camioneta	Cabina simple	Carga liviana	
			F-150 SUPER CREW 3.7L TA 4X2	3726cc gasolina – TA – 4X2	Camioneta	Cabina doble	Carga mixta	
INDIANEGOCIOS S.A.	MAHINDRA	SCORPIO PICK UP	RANGER	RANGER CREW CAB XLS 2.5L TM 4X2	2488cc gasolina – TM – 4X2	Camioneta	Cabina doble	Carga mixta
			SCORPIO PICK UP CABINA DOBLE 4X4	2179cc diésel – TM – 4X4	Camioneta	Cabina doble	Carga mixta	
			SCORPIO PICK UP CABINA DOBLE 4X2	2179cc diésel – TM – 4X2	Camioneta	Cabina doble	Carga Mixta	
			SCORPIO PICK UP CABINA SENCILLA 4X4	2179cc diésel – TM – 4X4	Camioneta	Cabina Simple	Carga Liviana	
FISUM S.A.	VOLKSWAGEN	AMAROK	AMAROK DIÉSEL MOTOR CNFB 4X2 TM	1968 cc diésel – TM – 4X2	Camioneta	Cabina Doble	Carga Mixta	
			AMAROK DIÉSEL MOTOR CNFB 4X4 TM	1968 cc diésel – TM – 4X4	Camioneta	Cabina Doble	Carga Mixta	
			AMAROK DIÉSEL MOTOR CNEA 4X2 TM	1968 cc diésel – TM – 4X2	Camioneta	Cabina Doble	Carga Mixta	
			AMAROK DIÉSEL MOTOR CSHA 4X4 TA	1968 cc diésel – TM – 4X4	Camioneta	Cabina Doble	Carga Mixta	

1.7. VEHÍCULOS AUTOMOTORES PARA TRANSPORTE DE CARGA

SUBCLASE (CATEGORÍA): N2 (3500 kg<PBV≤ 12000 kg)

REPRESENTANTE	MARCA	MODELO	VERSIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA	CLASE	TIPO	PBV (Kg.)	CAP. CARGA	APLICACIÓN
---------------	-------	--------	---------	-------------------	-------	------	-----------	------------	------------

16

HOMOLOGACIÓN VEHICULAR
Resolución No. 011-DIR-2011-CNITTSV
Reglamento General de Homologación para la Transportación Pública y Comercial

Fecha actualización: 19/MAYO/2014

MARCA				VERSIÓN		(MTO)		(Kg.)	
GENERAL MOTORS	CHEVROLET	FRR	FRR 90L CHASIS CABINADO	5193 cc diesel TM 4X2	Camión mediano	2DB	10600	7480	Carga pesada
		NLR	NLR 55E CHASIS CABINADO	2771 cc diesel TM 4X2	Camión mediano	2D	4600	2840	Carga pesada
		NMR	NMR 85H CHASIS CABINADO	2999 cc diesel TM 4X2	Camión mediano	2DA	5600	3510	Carga pesada
		NPR	NPR 75H CHASIS CABINADO	5193 cc diesel TM 4X2	Camión mediano	2DA	8165	5500	Carga pesada
		NPR	NPR 75 L - CHASIS CABINADO (PARTNER)	5193 cc diesel TM 4X2	Camión mediano	2DA	7165	4500	Carga pesada
		NQR	NQR 75L CHASIS CABINADO	5193 cc diesel TM 4X2	Camión mediano	2DA	8845	6000	Carga pesada
CINASCAR DEL ECUADOR S.A.	DONGFENG	DUOLIKA C22-032	DUOLIKA C22-032	4260 cc diesel TM 4X2	Camión mediano	2DB	10350	6000	Carga pesada
		DUOLIKA C35-032	DUOLIKA C35-032	4260 cc diesel TM 4X2	Camión mediano	2DB	12300	7150	Carga pesada
		DUOLIKA T83-028	DUOLIKA T83-028	4260 cc diesel TM 4X2	Camión mediano	2DB	10050	6000	Carga pesada
		DUOLIKA Q22-821	DUOLIKA Q22-821	2660 cc diesel TM 4X2	Camión mediano	2D	4900	2500	Carga pesada
		DUOLIKA E33-821	DUOLIKA E33-821	2660 cc diesel TM 4X2	Camión mediano	2DA	6250	3500	Carga pesada
		DUOLIKA E32-924	DUOLIKA E32-924	2660 cc diesel TM 4X2	Camión mediano	2DA	5750	3000	Carga pesada
		CAPTAIN C C24	CAPTAIN C C24-732	3900 cc diesel TM 4X2	Camión mediano	2DB	10800	6000	Carga Pesada
			CAPTAIN C C24-711	3900 cc diesel TM 4X2	Camión Mediano	2DB	10800	6000	Carga Pesada
CAPTAIN C C66	CAPTAIN C C66-727	3900 cc diesel TM 4X2	Camión Mediano	2DA	8450	4500	Carga Pesada		
COMERCIAL CARLOS ROLDAN S.A.	JAC	HFC1035	HFC1035K	2771 cc diesel TM 4X2	Camión mediano	2D	4850	2500	Carga pesada
			HFC1035KD	2771 cc diesel TM 4X2	Camión mediano	2D	4550	2050	Carga pesada
			HFC1035KRD	2771 cc diesel TM 4X2	Camión mediano	2D	4650	2500	Carga pesada
		HFC 1040	HFC 1040KL	2771 cc diesel TM 4X2	Camión mediano	2D	5300	3000	Carga pesada
			HFC 1040K2	2771 cc diesel TM 4X2	Camión mediano	2DA	5740	3490	Carga pesada

17

HOMOLOGACIÓN VEHICULAR
Resolución No. 011-DIR-2011-CNITTSV
Reglamento General de Homologación para la Transportación Pública y Comercial

Fecha actualización: 19/MAYO/2014

		HFC 1050K	HFC 1050K	3920 cc diesel TM 4X2	Camión mediano	2D	6700	3700	Carga Pesada
		HFC1063KR1	HFC1063KR1	3900 cc diesel TM 4X2	Camión mediano	2DA	8900	6900	Carga Pesada
		HFC1083KR1	HFC1083KR1	3800 cc diesel TM 4X2	Camión mediano	2DB	11410	7000	Carga Pesada
NEOHYUNDAI S.A.	HYUNDAI	HD 65	HD65 LWB WIDE	3907 cc diesel TM 4X2	Camión mediano	2DA	6500	4145	Carga Pesada
			HD65 SWB NARROW	3907 cc diesel TM 4X2	Camión mediano	2DA	6500	4270	Carga Pesada
			HD65 SWB WIDE	3907 cc diesel TM 4X2	Camión mediano	2D	6500	4180	Carga Pesada
			HD 65 LWB WIDE (Ecuador)	3907 cc diésel TM 4X2 (Ecuador)	Camión mediano	2DA	6500	3940	Carga Pesada
		HD65 (KOREA)	HD65 LWB WIDE	3907 cc diésel TM 4X2	Camión mediano	2DA	6500	3940	Carga Pesada
			HD65 SWB NARROW	3907 cc diésel TM 4X2	Camión mediano	2DA	6500	4270	Carga Pesada
			HD65 SWB WIDE	3907 cc diésel TM 4X2	Camión mediano	2DA	6500	3940	Carga Pesada
		HD 72	HD72 LWB	3907 cc diesel TM 4X2	Camión mediano	2DA	7800	4780	Carga Pesada
			HD 72 LWB WIDE (Corea)	3907 cc diésel TM 4X2 (Corea)	Camión mediano	2DA	7300	4780	Carga Pesada
			HD 72 LWB WIDE (Ecuador)	3907 cc diésel TM 4X2 (Ecuador)	Camión mediano	2DA	7300	4780	Carga Pesada
		HD78	HD78 LWB	3907 cc diesel TM 4X2	Camión mediano	2DA	7800	5225	Carga Pesada
		HD78	HD78 LWB WIDE (Ecuador)	3907 cc diésel TM 4X2 (Ecuador)	Camión mediano	2DA	7800	5225	Carga Pesada
TEOJAMA COMERCIAL Y MAVESA S.A.	HINO	FC9J	FC9JSA	5123 cc diesel TM 4X2	Camión mediano	2DB	10400	7355	Carga Pesada
		XZU	XZU 640L HKMLJ3	4009 cc diesel TM RWD	Camión Mediano	2D	4550	2520	Carga Pesada
		XZU	XZU 710L HKFML3	4009 cc diesel TM 4X2	Camión Mediano	2DA	5500	3205	Carga Pesada
		XZU	XZU 710L QKFML3	4009 cc diesel TM RWD	Chasis doble cabina	2DA	5500	3025	Carga Pesada
		XZU	XZU 710L HKFQL3	4009 cc diesel TM 4X2	Camión Mediano	2DA	5500	3060	Carga pesada
		XZU	XZU 710L HKFRL3	4009 cc diesel TM 4X2	Camión Mediano	2DA	7500	5015	Carga pesada

18

HOMOLOGACIÓN VEHICULAR
Resolución No. 011-DIR-2011-CNITTSV
Reglamento General de Homologación para la Transportación Pública y Comercial

Fecha actualización: 19/MAYO/2014

		XZU	XZU 720L HKFQL3	4009 cc diesel TM 4X2	Camión Mediano	ZDA	6500	4045	Carga pesada
		XZU	XZU 720L HKFRL3	4009 cc diesel TM 4X2	Camión Mediano	2DA	7500	5000	Carga pesada
		XZU	XZU 423L-HKMRD3	4009 cc diesel TM 4X2	Camión Mediano	2DA	7500	5070	Carga pesada
		XZU	XZU 423L-HKMQD3	4009 cc diesel TM 4X2	Camión Mediano	2DA	6500	4120	Carga pesada
		XZU	XZU 413L-HKMMD3	4009 cc diesel TM 4X2	Camión Mediano	2DA	5500	3245	Carga pesada
		XZU	XZU 413L-HKMQD3	4009 cc diesel TM 4X2	Camión Mediano	2DA	6500	4135	Carga pesada
		GD8J	GD8JLSA	7684 cc diesel TM 4X2	Camión mediano	2DB	11900	8080	Carga pesada
AUTOCOMERCIO ASTUDILLO Y ASTUDILLO CIA. LTDA.	DONGFENG	DFL1080B	DFL1080B	4500 cc diesel TM 4X2	Camión mediano	2DA	8490	5090	Carga Pesada
SAVREH S.A.	FOTON	BJ1089VEJEA – FA	BJ1089VEJEA – FA	3760 cc diesel TM 4X2	Camión mediano	2DA	9000	5500	Carga Pesada
		BJ5129VJCED – FA	BJ5129VJCED – FA	3760 cc diesel TM 4X2	Camión mediano	2DA	11300	7000	Carga Pesada
		BJ1043V8JE6 – D	BJ1043V8JE6 – D	3432 cc diesel TM 4X2	Camión mediano	2DA	6000	3640	Carga Pesada
AMBACAR CIA LTDA	JMC	JX1062TG23	JX1062TG23	2771 cc diesel TM 4X2	Camión mediano	2DA	6705	4000	Carga Pesada
		JX1032D	JX1032D	2771 cc diesel TM 4X2	Camión mediano	2D	3480	2000	Carga liviana
		JX1090TR23	JX1090TR23	4260 cc diesel TM 4X2	Camión mediano	2DA	10840	6500	Carga Pesada
		JX1043DL2	JX1043DL2	2771 cc diesel TM 4X2	Camión mediano	2D	6005	3530	Carga Pesada
AUTOMEKANO CIA LTDA	UD TRUCKS	MKB214FHHE	MKB214FHHE	6925 cc diesel TM 4X2	Camión mediano	2DA	10400	6155	Carga Pesada
AUTOMOTORES ELCAMER S.A.	FORLAND	BJ1039V3JD3-B	BJ1039V3JD3-B	2771 cc diesel TM 4X2	Camión mediano	2D	4600	2310	Carga pesada
		BJ1059VJD6-3	BJ1059VJD6-3	2771 cc diesel TM 4X2	Camión mediano	2DA	5420	3130	Carga pesada
QUITO MOTORS S.A.C.I.	FORD	F-550	F-550 SUPER DUTY TA 4X2	6651 cc diesel TM 4X2	Camión mediano	2DA	8164,75	4783,18	Carga Pesada
			F-550 SUPER DUTY TA 4X4	6651 cc diesel TM 4X4	Camión mediano	2DA	8164,75	4624,88	Carga Pesada
		F-450	F-450 SUPER DUTY TA 4X2	6651 cc diesel TM 4X2	Camión mediano	2DA	7484,35	4102,79	Carga Pesada

19

HOMOLOGACIÓN VEHICULAR
Resolución No. 011-DIR-2011-CNITTSV
Reglamento General de Homologación para la Transportación Pública y Comercial

Fecha actualización: 19/MAYO/2014

			F-450 SUPER DUTY TA 4X4	6651 cc diesel TM 4X4	Camión mediano	2DA	8164,75	3944,48	Carga Pesada
FOTON DEL ECUADOR	FOTON	BJ5039V3BD3-SA	BJ5039V3BD3-SA	2771 cc diesel TM 4X2	Camión mediano	2D	4540	2740	Carga pesada
		BJ5039V3BD3-SA	BJ5039V3BD3-SA A/C	2771 cc diesel TM 4X2	Camión mediano	2D	4540	2740	Carga pesada
		BJ1061VCJEA-F	BJ1061VCJEA-F	3760 cc diesel TM 4X2	Camión mediano	2DA	8200	5110	Carga Pesada
INTRANS	VOLKSWAGEN	WORKER 9.150	WORKER 9.150	4300 cc diesel TM 4X2	Camión mediano	2DB	8150	5060	Carga pesada
INCAPOWER S.A.	FORLAND	BJ1059VJD6-3	BJ1059VJD6-3	2771 cc diesel TM 4X2	Camión mediano	2DA	5420	3130	Carga pesada
		BJ1049V9JE6-A	BJ1049V9JE6-A	3990 cc diesel TM 4X2	Camión mediano	2DB	6900	4130	Carga pesada
CORPORACIÓN AUTOMOTRIZ S.A. - MOSUMI S.A.	MITSUBISHI- FUSO	CANTER FE84PE6SLNR 3.9 2P 4X2	CANTER FE84PE6SLNR 3.9 2P 4X2	3908 cc diésel TM 4X2	Camión Mediano	2DA	6500	4160	Carga pesada
		CANTER FE85PG6SLNR 3.9 2P 4X2	CANTER FE85PG6SLNR 3.9 2P 4X2	3908 cc diésel TM 4X2	Camión Mediano	2DA	7500	4975	Carga pesada
		CANTER FE85PHZSLNR 3.9 2P 4X2	CANTER FE85PHZSLNR 3.9 2P 4X2	3908 cc diésel TM 4X2	Camión Mediano	2DA	8200	5620	Carga pesada
		FE71PBNSLNR	FE71PBNSLNR	3908 cc diésel TM 4X2	Camión Mediano	2DA	4700	3375	Carga pesada
IMVERESA	QMC	CRONOS 2.5	CRONOS 2.5 STD	3298 cc diésel TM 4X2	Camión Mediano	2DA	5000	2500	Carga pesada
			CRONOS 2.5 4R A/C	3298 cc diésel TM 4X2	Camión Mediano	2DA	5000	2500	Carga Pesada
		CRONOS 3	CRONOS 3 STD	3298 cc diésel TM 4X2	Camión mediano	2DA	5200	3000	Carga pesada
		CRONOS 4	CRONOS 4 STD	4087 cc diésel TM 4X2	Camión Mediano	2DA	6900	4000	Carga Pesada
		CRONOS 5	CRONOS 5 C/S	4087 cc diésel TM 4X2	Camión Mediano	2DA	9500	5000	Carga Pesada
			CRONOS 5 C/S A/C	4087 cc diésel TM 4X2	Camión Mediano	2DA	9500	5000	Carga Pesada
			CRONOS 5 C/M	4087 cc diésel TM 4X2	Camión Mediano	2DA	9500	5000	Carga Pesada
	YUEJIN	NJ1042	NJ1042 A/C	2800 cc diésel TM 4X2	Camión Mediano	2DA	6020	3500	Carga Pesada

20

HOMOLOGACIÓN VEHICULAR
Resolución No. 011-DIR-2011-CNITTSV
Reglamento General de Homologación para la Transportación Pública y Comercial

Fecha actualización: 19/MAYO/2014

1.8. VEHÍCULOS AUTOMOTORES PARA TRANSPORTE DE CARGA									
SUBCLASE (CATEGORÍA): CATEGORÍA N3 (PBV > 12000 kg)									
REPRESENTANTE DE LA MARCA	MARCA	MODELO	VERSIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA VERSIÓN	CLASE	TIPO (MTOF)	PBV (Kg.)	CAP. CARGA O ARRASTRE (Kg.)	APLICACIÓN
FATOSIA	RENAULT	PREMIUM LANDER 440.26T	PREMIUM LANDER 440.26T	10837 cc diesel -TM- 6X4	Tracto camión	T3	26000	16000/27000	Carga pesada
		KERAX 500.34T	KERAX 500.34T	12700 cc diesel -TM- 6X4	Tracto camión	T3	26000	16000/27000	Carga pesada
		KERAX 440.34T	KERAX 440.34T 6X4 HD	10837 cc diesel -TM- 6X4	Tracto camión	T3	27000	17491/27000	Carga pesada
		KERAX	440.34T 6X4 HD	10837 cc diésel -TM-6X4	Volqueta	V3A	27000	14290	Carga Pesada
		MIDLUM 280.16T	MIDLUM 280.16T 4100	7146 cc diesel -TM- 4X2	Camión Pesado	2DB	16000	11180/19500	Carga pesada
		MIDLUM 280.16T	MIDLUM 280.16T 3500	7146 cc diesel -TM- 4X2	Camión Pesado	2DB	16000	11180/26000	Carga pesada
		PREMIUM 440.25T 6X2 PUSHER	PREMIUM 440.25T 6X2 PUSHER	10837 cc diesel -TM- 6X4	Tracto camión	T3	25000	17017/27000	Carga pesada
MAXDRIVE	FREIGHTLINER	M2106	M2106 T CABINA SENCILLA	6400 cc diesel- TM -4X2	Tracto camión	T2	16500	11150/18000	Carga pesada
		M2106	M2106 T CABINA EXTENDIDA	6400 cc diesel- TM -4X2	Tracto camión	T2	17100	11710/18000	Carga pesada
		M2106	M2106 C	6400 cc diesel- TM -4X2	Camión Pesado	2DB	18500	13000	Carga pesada
		M2106	M2106 ST 4X2 CE	6400 cc diesel- TM -4X2	Camión Pesado	2DB	17800	12040	Carga pesada
		M2106	M2106 ST 6X4 CE	6400 cc diesel- TM -6X4	Camión Pesado	3-A	26950	19750	Carga pesada
		M2106	M2106 TR 6X4	6400 cc diesel- TM -6X4	Tracto camión	T3	26954	19984	Carga pesada
		M2112	M2112 C	12800 cc diesel- TM-6X4	Camión Pesado	3-A	32700	24480	Carga pesada

21

HOMOLOGACIÓN VEHICULAR
Resolución No. 011-DIR-2011-CNITTSV
Reglamento General de Homologación para la Transportación Pública y Comercial

Fecha actualización: 19/MAYO/2014

		M2112	M2112 T	12800 cc diesel- TM-6X4	Tracto Camión	T3	26045	18175/41000	Carga pesada
		M2112	M2112 M	12800 cc diesel- TM-8X4	Camión hormigonero	4-C	31954	20754	Carga pesada
		M2112	M2112C8X4	12800 cc diesel- TM-8X4	Camión Pesado	4-C	30909	21849	Carga pesada
		M2112	M2112ST8X4	12800 cc diésel TM 8X4	Camión Hormigonero	4-C	30853	19403	Carga Pesada
		CL 120 CUMMINS	CL 120 CUMMINS	15000 cc diesel- TM -6X4	Tracto camión	T3	27500	18800/45450	Carga pesada
		CL 120 DETROIT	CL 120 DETROIT	12700 cc diesel- TM -6X4	Tracto camión	T3	27500	19000/45450	Carga pesada
		CL 120DD	CL120DDCAB34	12700 cc diesel- TM -6X4	Tracto camión	T3	27500	19300/45450	Carga pesada
		ARGOSY T	ARGOSY T	14900 cc diesel-TM-6X4	Tracto camión	T3	28182	20432/27000	Carga pesada
		4900	4900 FADD	14000 cc diesel - TM-6X4	Tracto camión	T3	26906	17852/21094	Carga pesada
		4900 FA	4900 FA	14900 cc diesel - TM-6X4	Tracto camión	T3	26905,6	18070,3 / 18548	Carga pesada
CAMIONES Y BUSES DEL ECUADOR	SCANIA	G460 A6X4	G460 A6X4	12740 cc diesel-TM - 6X4	Tracto camión	T3	20178	27000	Carga pesada
		R580 A6X4	R580 A6X4	15607 cc diesel-TM - 6X4	Tracto camión	T3	25500	14734/48500	Carga pesada
GENERAL MOTORS	CHEVROLET	F5R	FSR 34N CHASIS CABINADO	7790 cc diésel TM 4X2	Chasis cabinado	2DB	13000	9185	Carga pesada
		FTR	FTR 34P CHASIS CABINADO	7790 cc diesel TM 4X2	Chasis cabinado	2DB	15500	10485	Carga pesada
		FVR	FVR 34K CHASIS CABINADO	7790 cc diesel TM 4X2	Chasis cabinado	2DB	18000	13090	Carga pesada
		FVR	FVR 34K TRACTO CABEZAL	7790 cc diesel TM 4X2	Tracto camión	T2	26500	13090	Carga pesada
		FVR	FVR 34Q CHASIS CABINADO	7790 cc diesel TM 4X2	Chasis cabinado	2DB	18000	12700	Carga pesada
		FVZ	FVZ 34P CHASIS CABINADO	7790 cc DIESEL TM 6X4	Chasis cabinado	3A	26000	19145	Carga Pesada
		FVZ	FVZ 34T CHASIS CABINADO	7790 cc DIESEL TM 6X4	Chasis cabinado	3A	26000	18845	Carga Pesada

22

HOMOLOGACIÓN VEHICULAR
Resolución No. 011-DIR-2011-CNITTSV
Reglamento General de Homologación para la Transportación Pública y Comercial

Fecha actualización: 19/MAYO/2014

		CYZ	CYZ51L	14256 cc DIESEL TM 6X4	Camión pesado	3A	26000	17600	Carga pesada
			CYZ51PLD3T17S	14256 cc DIESEL TM 6X4	Camión Pesado	3A	26000	16915	Carga Pesada
INTRANS ECUADOR S.A.	VOLKSWAGEN	WORKER 31.310	WORKER 31.310	8270 cc diesel TM 6X4	Camión pesado	3A	23000	8000	Carga pesada
		WORKER 15.180	WORKER 15.180	6420 cc diesel TM 4X2	Camión pesado	2DB	14500	9610/27000	Carga pesada
		WORKER 17.220	WORKER 17.220	8270 cc diesel TM 4X2	Camión pesado	2DB	16800	11510	Carga pesada
		WORKER 18.310	WORKER 18.310	8270 cc diesel TM 4X2	Tracto camión	T2	16800	10637/43600	Carga pesada
		CONSTELLATION 17.250	CONSTELLATION 17.250	5880 cc diesel TM 4X2	Camión pesado	2DB	17100	11800	Carga pesada
		CONSTELLATION 19.320	CONSTELLATION 19.320	8270 cc diesel TM 4X2	Tracto camión	T2	17100	10800/45000	Carga pesada
		CONSTELLATION 31.320 6X4	CONSTELLATION 31.320 6X4	8270 cc diesel TM 6X4	Camión pesado - Volqueta	3A	27000	18540	Carga pesada
	MAN	TGS 33.480 6X4 BB-WW	TGS 33.480 6X4 BB-WW TRACTOCAMION	12419 cc diesel TM 6X4	Tracto camión	T3	27000	17895/44000	Carga pesada
		TGS 33.400 6X4 BB-WW	TGS 33.400 6X4 BB-WW CAMION	10518 cc diesel TM 6X4	Camión pesado - Volqueta	3A	27000	17840	Carga pesada
		TGS 40.400 6X4 BB-WW	TGS 40.400 6X4 BB-WW CAMION	10518 cc diesel TM 6X4	Camión pesado	3A	27000	16810	Carga pesada
		TGS 40.400 6X4 BB-WW	TGS 40.400 6X4 BB-WW VOLQUETA	10518 cc diesel TM 6X4	Camión pesado	V3A	27000	16810	Carga pesada
		TGS 40.400 6X4 BB-WW	TGS 40.400 6X4 BB-WW TRACTOCAMION	10518 cc diesel TM 6X4	Camión pesado	T3	27000	16810/27000	Carga pesada
		TGS 40.480 6X4 BB-WW	TGS 40.480 6X4 BB-WW CAMION	12419 cc diesel TM 6X4	Camión pesado	3A	27000	16810	Carga pesada
		TGS 40.480 6X4 BB-WW	TGS 40.480 6X4 BB-WW VOLQUETA	12419 cc diesel TM 6X4	Volqueta	V3A	27000	16810	Carga pesada
STAR TRUCKS CO. LTD.	BEIBEN	ND4180W361BJ	ND4180W361BJ	11596 cc diesel TM 4X2	Tracto camión / Volqueta	T2	38000	18000/28000	Carga pesada

23

HOMOLOGACIÓN VEHICULAR
Resolución No. 011-DIR-2011-CNITTSV
Reglamento General de Homologación para la Transportación Pública y Comercial

Fecha actualización: 19/MAYO/2014

		ND42502B34J7	ND42502B34J7	11596 cc diesel TM 6X4	Tracto camión / volqueta	T3	25000	18000/28000	Carga pesada
SAVREH S.A.	FOTON	BJ4183SLFJA - 2	BJ4183SLFJA - 2	11596 cc diesel TM 4X2	Tracto camión	T2	17805	10625/18000	Carga Pesada
		BJ1133VJPGG - 1	BJ1133VJPGG - 1	6700 cc diesel TM 4X2	Camión Pesado	2DA	17000	11900	Carga Pesada
		BJ4253SMFKB-1	BJ4253SMFKB-1	11596 cc diesel TM 6X4	Tracto camión	T3	25000	15500/48000	Carga Pesada
		BJ4253SMFKB-S2	BJ4253SMFKB-S2	10800 cc diésel TM 6X4	Tracto Camión	T3	25000	14925/24000	Carga Pesada
		BJ3253DPJKB-1	BJ3253DPJKB-1	10800 cc diésel TM 6X4	Volqueta	V3A	27000	15000	Carga Pesada
		BJ5254GJB-S	BJ5254GJB-S	9726 cc diésel TM 6X4	Camión Pesado Mixer		25000	10040	Carga Pesada
CENTRAL MOTORS S.A.	TATA DAEWOO	F3DEF	F3DEF	11051 cc diesel TM 4X2	Camión Pesado	2DB	18000	11755	Carga Pesada
		M2SEF	M2SEF	11051 cc diesel TM 4X2	Tracto camión	T2	18190	11430/40000	Carga Pesada
		F7CJF	F7CJF	7640 cc diesel TM 4X2	Camión Pesado	2DB	18000	12030	Carga Pesada
		K7CEF	K7CEF	11051 cc diesel TM 6X4	Camión Pesado	3-A	27000	19200	Carga Pesada
		K4DEF	K4DEF	11051 cc diesel TM 6X4	Camión Pesado	3-A	27000	18150	Carga Pesada
DISMUNDI S.A.	CAMC	HN4250G37CLM3	HN4250G37CLM3 - C300 20	8300 cc diesel TM 6X4	Tracto Camión	T3	29212	20500/40500	Carga pesada
		HN4250HP40C2M3 - ISM440	HN4250HP40C2M3 - ISM440E 20	10800 cc diesel TM 6X4	Tracto Camión	T3	25000	20500/18000	Carga pesada
		HN4250HP40C2M3 ISME 420	HN4250HP40C2M3 ISME 420	10800 cc diesel TM 6X4	Tracto Camión	T3	25000	15500	Carga pesada
		HN1160P30	HN1160P30	8300 cc diesel TM 6X4	Camión Pesado	3A	24000	15500	Carga pesada
		HN3250P35C6M3	HN3250P35C6M3	10800 cc diesel TM 6X4	Volqueta	V3A	25000	12500	Carga pesada
		HN3250P34C6M3	HN3250P34C6M3	8300 cc diesel TM 6X4	Volqueta	V3A	25000	12500	Carga pesada
		HN3253HP35C9M3	HN3253HP35C9M3	8900 cc diesel TM 6X4	Volqueta	V3A	25000	13095	Carga pesada
		HN1310P29D6M3	HN1310P29D6M3	10800 cc diésel TM 8X4	Camión Grúa	4-O	32000	18595	Carga Pesada

24

HOMOLOGACIÓN VEHICULAR
Resolución No. 011-DIR-2011-CNITTSV
Reglamento General de Homologación para la Transportación Pública y Comercial

Fecha actualización: 19/MAYO/2014

COMERCIAL CARLOS ROLDAN S.A.	JAC	HFC1134KR1	HFC1134KR1	8300 cc diesel TM 4X2	Camión Pesado	2DB	18000	12000	Carga Pesada
		HFC1180	HFC1180KR1 4X2	9726 cc diesel TM 4X2	Camión Pesado	2DB	18000	13000	Carga Pesada
			HFC1180KR1 6X2	9726 cc diesel TM 6X2	Camión Pesado	3-A	20590	18000	Carga Pesada
		HFC1251KR1	HFC1251KR1	9726 cc diesel TM 6X4	Camión Pesado	3-A	27000	17000	Carga Pesada
		HFC4181	HFC4181K3R1	9726 cc diesel TM 4X2	Camión Pesado	2DB	18000	10600	Carga Pesada
			HFC4181KR1	9726 cc diesel TM 4X2	Tracto camión	T2	18000	10600	Carga Pesada
HFC4253K3R1	HFC4253K3R1	11600 cc diesel TM 6X4	Tracto camión	T3	26000	17200/48000	Carga Pesada		
HFC3251KR1	HFC3251KR1 NEW CABIN	11600 cc diésel TM 6X4	Volqueta	V3A	27000	16870	Carga Pesada		
NEOHYUNDAI S.A.	HYUNDAI	HD1000	HD1000	12920 cc diesel TM 6X2	Tracto Camión	T3	27000	18070/ 27000	Carga pesada
		HD270	HD270 MIXER	12920 cc diesel TM 6X4	Hormigonero	V3A	27000	15360	Carga pesada
			HD270	12920 cc diesel TM 6X4	Chasis Cabinado	3-A	27000	17000	Carga pesada
			HD270	12920 cc diesel TM 6X4	Camión Pesado - Volqueta	3-A	27000	18205	Carga pesada
		HD260	HD260	12920 cc diesel TM 6X4	Camión Pesado	3-A	27000	18205	Carga pesada
			HD170	HD170 SWB	11149 cc diesel TM 4X2	Camión Pesado - Volqueta	2DB	18000	11670
HD170	HD170 LWB	11149 cc diesel TM 4X2	Camión Pesado	2DB	18000	11570	Carga pesada		
TEOJAMA COMERCIAL Y MAVESA S.A.	HINO	SS1E	SS1EKVA	12913 cc diesel TM 6X4	Tracto camión	T3	26000	17290 / 40000	Carga pesada
			SS1EKSA	12913 cc diésel TM 6X4	Tracto Camión	T3	27000	17230 / 48000	Carga Pesada
		GH8J	GH8JMSA	7684 cc diesel TM 4X2	Camión Pesado	2DB	17000	11985	Carga pesada
		GH8J	GH8JGSD	7684 cc diesel TM 4X2	Camión Pesado- Volqueta	2DB / V2DB	17000	12060	Carga pesada
		FM1J	FM1JLUD	7961 cc diesel TM 6X4	Camión Pesado- Volqueta	3A / V3A	26000	19245	Carga pesada

25

HOMOLOGACIÓN VEHICULAR
Resolución No. 011-DIR-2011-CNITTSV
Reglamento General de Homologación para la Transportación Pública y Comercial

Fecha actualización: 19/MAYO/2014

		FM1J	FM1JURUA	7961 cc diesel TM 6X4	Camión Pesado	3A	26000	19115	Carga pesada
		FM2P	FM2PLSD	10520 cc diésel TM 6X4	Volqueta	V3A	26500	18995	Carga Pesada
		FS1E	FS1ERVA	12913 cc diesel TM 6X4	Camión Pesado	3A	26000	17170	Carga pesada
		FS1E	FS1ELVD	12913 cc diesel TM 6X4	Camión Pesado	3A	26000	17330	Carga pesada
		FS1E	FS1ELVD	12913 cc diesel TM 6X4	Volqueta	V3A	26000	17330	Carga pesada
		FS1	FS1ELDS-MAX	12913 cc diésel TM 6X4	Volqueta	V3A	27000	18295	Carga Pesada
		ZS1E	ZS1EPVA	12913 cc diesel TM 6X4	Camión Pesado	3A	39500	29805	Carga pesada
		ZS1E	ZS1EPVA	12913 cc diesel TM 6X4	Volqueta	V3A	39500	29805	Carga pesada
AUTOCOMERCIO ASTUDILLO Y ASTUDILLO CIA. LTDA.	DONGFENG	DFL1140B	DFL1140B	6690 cc diesel TM 4X2	Camión pesado	2DA	14000	7650	Carga Pesada
		DFL1160BW	DFL1160BW	6690 cc diesel TM 4X2	Camión pesado	2DB	17900	12100	Carga Pesada
		DFL3140B	DFL3140B	6690 cc diesel TM 4X2	Volqueta	V2DB	15000	9900	Carga Pesada
		DFL4180	DFL4180	8849 cc diesel TM 4X2	Tracto camión	T2	18000	10750 / 35750	Carga Pesada
		DFL4181A5	DFL4181A5	8849 cc diesel TM 4X2	Tracto camión	T2	18000	10750 / 34800	Carga Pesada
		DFL4251A	DFL4251A	11100 cc diesel TM 6X4	Tracto camión	T3	25000	15930 / 39930	Carga Pesada
		DFL4251A	DFL4251A10	11120 cc diesel TM 6X4	Tracto camión	T3	25000	15930 / 40000	Carga Pesada
		DFL4251A8	DFL4251A8	8849 cc diesel TM 6X4	Tracto camión	T3	25000	15150/39150	Carga Pesada
DFL3251A1	DFL3251A1	8849 cc diesel TM 6X4	Volqueta	V3A	25000	15800	Carga Pesada		
DFL3251A	DFL3251A	8900 cc diesel TM 6X4	Volqueta	V3A	25000	15500	Carga Pesada		
INDUSUR S.A.	KENWORTH	T660	T660	15000 cc diesel TM 6X4	Tracto camión	T3	27545	18440,5/46000	Carga Pesada
		T370	T370 TRACTOCAMION 6X4	8300 cc diesel TM 6X4	Tracto camión	T3	24182	17526/ 28000	Carga Pesada

26

HOMOLOGACIÓN VEHICULAR
Resolución No. 011-DIR-2011-CNITTSV
Reglamento General de Homologación para la Transportación Pública y Comercial

Fecha actualización: 19/MAYO/2014

			T370 TRACTOCAMION 4X2	8300 cc diesel TM 4X2	Tracto camión	T2	16198	10898/20000	Carga Pesada
		T800 500HP	T800 500HP	15000 cc diesel TM 6X4	Tracto camión	T3	27487.7	17471.9/46000	Carga Pesada
		T800 475HP	T800 475HP	15000 cc diesel TM 6X4	Tracto camión	T3	27487.7	17471.9/46000	Carga Pesada
		T800 450HP	T800 450HP	15000 cc diesel TM 6X4	Tracto camión	T3	27487.7	17471.9/46000	Carga Pesada
		T800 400HP	T800 400HP	15000 cc diesel TM 6X4	Camión Pesado	3A	27487.7	17471.9	Carga Pesada
		T800	MOTOR 425HP	10800 cc diésel TM 6X4	Tracto camión	T3	27487,7	19216 / 40000	Carga Pesada
		T460	T460 ISM 410 HP	10800 cc diésel TM 6X4	Tracto Camión	T3	27487,7	19355,7 / 40000	Carga Pesada
		T460 330HP	T460 330HP	8800 cc diésel TM 6X4	Camión Pesado	3A	27487.7	21161,44	Carga Pesada
		T460 330HP	T460 330HP volqueta	8800 cc diesel TM 6X4	Volqueta	V3A	27487.7	21161,44	Carga Pesada
		T460 330HP	T460 330HP Hormigonera	8800 cc diesel TM 6X4	Hormigonera		30000	22100	Carga Pesada
		T460 350HP	T460 350HP Camión	8800 cc diesel TM 6X4	Camión Pesado	3A	27000	19005	Carga Pesada
			T460 350HP volqueta	8800 cc diesel TM 6X4	Volqueta	V3A	27000	19005	Carga Pesada
			T460 350HP Tractocamión	8800 cc diesel TM 6X4	Tracto camión	T3	24818	16638/40000	Carga Pesada
AUTOMOTORES ELCAMER S.A.	BEIBEN	1634	1634	9726 cc diesel TM 4X2	Camión Pesado	2DB	23950	16000	Carga Pesada
		25425	25425	11596 cc diesel TM 6X4	Tracto camión	T3	27000	17750/38700	Carga Pesada
		25425	25425	11596 cc diesel TM 6X4	Volqueta	V3A	27000	17750	Carga Pesada
		19275	19275	9726 cc diesel TM 4X2	Tracto camión	T2	18000	10800/34800	Carga Pesada
		19275	19275	9726 cc diesel TM 4X2	Volqueta	V2A	18000	10800	Carga Pesada
		18345	18345	9726 cc diesel TM 4X2	Tracto camión	T2	18000	10800/34800	Carga Pesada
		18345	18345	9726 cc diesel TM 4X2	Volqueta	V2A	18000	10800	Carga Pesada

27

HOMOLOGACIÓN VEHICULAR
Resolución No. 011-DIR-2011-CNITTSV
Reglamento General de Homologación para la Transportación Pública y Comercial

Fecha actualización: 19/MAYO/2014

		T800 ISX 450	T800 ISX 450 SPORT PLUS II	15000 cc diesel TM 6X4	Tracto camión	T3	27487,7	17471.9 /46000	Carga Pesada
		T800 ISM 425	T800 ISM 425 SPORT PLUS	15000 cc diesel TM 6X4	Tracto camión	T3	27487,7	17471.9 /46000	Carga Pesada
		T800 ISX 500	T800 ISX 500 CLASSIC SPECIAL EDITION –SPECIAL EDITION AERODINE	15000 cc DIESEL TM 6X4	Tracto camión	T3	27487,7	17471.9 /46000	Carga Pesada
		T800 ISX 400	T800 ISX 400 NS CLASSIC SPECIAL EDITION –SPECIAL EDITION AERODINE	15000 cc DIESEL TM 6X4	Tracto camión	T3	27487,7	17471.9 /46000	Carga Pesada
		T800 ISX 475	T800 ISX 475 CLASSIC EDITION –SPECIAL EDITION AERODINE	15000 cc DIESEL TM 6X4	Tracto camión	T3	27487,7	17471.9 /46000	Carga Pesada
		T800	T 800 N/S	10800 cc DIESEL TM 6X4	Tracto camión	T3	27487,7	19740 / 39000	Carga Pesada
		T460 ISM 410	T460 ISM 410	10800 cc DIESEL TM 6X4	Tracto camión	T3	27487,7	19300,7 / 35000	Carga Pesada
		L700	L700 RECOLECTOR	10895 cc diesel TM 6X4	Recolector		30000	14210	Carga Pesada
		T460 ISL350	T460 ISL350	8800 cc diesel TM 6X4	Camión Pesado	3A	27547	19515	Carga Pesada
		T460 ISL350	T460 ISL350 Volqueta	8800 cc diesel TM 6X4	Volqueta	V3A	27547	19200	Carga Pesada
		T460 ISL350	T460 ISL350 Hormigonera	8800 cc diesel TM 6X4 sin eje auxiliar	Hormigonera		30000	21653	Carga Pesada
			T460 ISL350 Hormigonera	8800 cc diesel TM 8X4 con eje auxiliar	Hormigonera	4-C	30000	21653	Carga Pesada
		T460 ISL350	T460 ISL350 Tracto Camarote 42'	8800 cc diesel TM 6X4	Tracto Camarote	T3	24818	17174/40000	Carga Pesada
		T460 ISL350	T460 ISL350 Tracto NS	8800 cc diesel TM 6X4	Tracto Camión	T3	24818	17174/40000	Carga Pesada
		T370 ISC260	T370 ISC260 4X2 Bacheadora	8300 cc diesel TM 4x2	Bacheadora		16454	10140	Carga Pesada

28

HOMOLOGACIÓN VEHICULAR
Resolución No. 011-DIR-2011-CNITTSV
Reglamento General de Homologación para la Transportación Pública y Comercial

Fecha actualización: 19/MAYO/2014

		T370 ISC315	T370 ISC315 6X4 Tracto	8300 cc diesel TM 6X4	Tracto Camión	T3	24182	17526/28000	Carga Pesada
			T370 ISC315 4x2 Tracto	8300 cc diesel TM 4x2	Tracto Camión	T2	16198	10898/20000	Carga Pesada
			T370 ISC315 6X4 volqueta	8300 cc diesel TM 6X4	Volqueta	V3A	24181	17867	Carga Pesada
AUTEC S.A.	DAF	CF85FTT	CF85FTT Semiautomático	12900 cc diesel Semiautomático 6X4	Tracto Camión	T3	27000	17800/48000	Carga Pesada
			CF85FTT manual	12900 cc diesel TM 6X4	Tracto Camión	T3	27000	17800/48000	Carga Pesada
		CF85FAT	CF85FAT	12900 cc diesel TM 6X4	Volqueta	V3A	27000	17800	Carga Pesada
		CF85FT	CF85FT	12900 cc diesel TM 4X2	Tracto Camión	T2	18000	9000/42000	Carga Pesada
MOTRANSA C.A.	INTERNATIONAL	DURASTAR 4300	DURASTAR 4300 CD 7.6 2P 4X2 TM DIESEL	7600 cc diesel TM 4X2	Camión Pesado	2DB	15909	10859	Carga Pesada
			DURASTAR 4300 VD 7.6 2P 4X2 TM DIESEL	7600 cc diesel TM 4X2	Volqueta	V2DB	16818	11681	Carga Pesada
		DURASTAR 4400	DURASTAR 4400 TE 8.70 2P 4X2 TM DIESEL	8700 cc diesel TM 4X2	Tracto camión	T2	15909	10316/25000	Carga Pesada
			DURASTAR 4400 CE 7.6 2P 4X2 TM DIESEL	7600 cc diesel TM 4X2	Camión Pesado	2DB	15909	10474	Carga Pesada
		WORKSTAR 7600	WORKSTAR 7600 TE 11.0 2P 6X4 TM DIESEL	11000 cc diesel TM 6X4	Tracto camión	T3	26000	17930/40000	Carga Pesada
			WORKSTAR 7600 CE 11.0 2P 6X4 TM DIESEL	11000 cc diesel TM 6X4	Camión Pesado	3A	26000	17696	Carga Pesada
			WORKSTAR 7600 VD 11.0 2P 6X4 TM DIESEL	11000 cc diesel TM 6X4	Volqueta	V3A	26000	17696	Carga Pesada
		PROSTAR	PROSTAR LOW ROOF TE 15.0 2P 6X4 TM DIESEL	15000 cc diesel TM 6X4	Tracto camión	T3	26000	17641/45000	Carga Pesada
		9200	9200 LOW ROOF 15.0 2P 6X4 TM DIESEL	15000 cc diesel TM 6X4	Tracto camión	T3	26000	17608/45000	Carga Pesada
		TRANSTAR 8600	TRANSTAR 8600 TE 11.0 2P 6X4 TM DIESEL	11000 cc diesel TM 6X4	Tracto camión	T3	25454	17854/40000	Carga Pesada
		9900	9900 TS 15.0 2P 6X4 TM DIESEL	15000cc diesel TM 6X4	Tracto camión	T3	26363	17823/40000	Carga Pesada

29

HOMOLOGACIÓN VEHICULAR
Resolución No. 011-DIR-2011-CNITTSV
Reglamento General de Homologación para la Transportación Pública y Comercial

Fecha actualización: 19/MAYO/2014

MACASA	MACK	CXU-613E	CXU-613E TRACTO CAMION SLEEPER CAB	12800 cc diesel TM 6X4	Tracto camión	T3	26558	18258/48000	Carga Pesada
		GU-812E	GU-812E	12800 cc diesel TM 4X2	Camión Pesado	2DB	17056	10814	Carga Pesada
		GU-813E	GU-813E MIXER Sin eje auxiliar	12800 cc diesel TM 6X4	Hormigonera		26558	12950	Carga Pesada
			GU-813E MIXER Con eje auxiliar	12800 cc diesel TM 8X4	Hormigonera		30186	16578	Carga Pesada
			GU-813E TRACTO CAMIÓN	13800 cc diesel TM 6X4	Tracto camión	T3	26458	18258/48000	Carga Pesada
		GU-813E CAMIÓN	12800 cc diesel TM 6X4	Camión Pesado	3A	26558	18258	Carga Pesada	
	VOLVO	FH64T	FH64T - L2H1	12800 cc diesel TM 6X4	Tracto camión	T3	26000	16625/43000	Carga Pesada
			FH64T - L2H2	12800 cc diesel TM 6X4	Tracto camión	T3	25000	15950/43000	Carga Pesada
		FM 64R	FM 64R	12800 cc diesel TM 6X4	Camión Pesado	3A	23000	13440	Carga Pesada
		FM 64T	FM 64T	12800 cc diesel TM 6X4	Tracto camión	T3	23000	13440/43000	Carga Pesada
FM42T		FM42T	10800 cc diesel TM 4X2	Tracto camión	T2	16000	9200/35000	Carga Pesada	
AUTOMEKANO CIA. LTDA	UD TRUCKS	CWB6BLDL3	CWB6BLDL3	12777 cc diesel TM 6X4	Camión Pesado	3A	26000	17470	Carga Pesada
		CWB459H	CWB459HDLB	12503 cc diesel TM 6X4	Camión Pesado	3A	26000	18600	Carga Pesada
			CWB459HTLB	12503 cc diesel TM 6X4	Tracto camión	T3	26000	17828/55000	Carga Pesada
		PKC212	PKC212EHLB	6925cc diesel TM 4X2	Camión Pesado	2DB	16500	11960	Carga Pesada
			PKC212MHLB	6925cc diesel TM 4X2	Camión Pesado	2DB	16500	11960	Carga Pesada
		CWB6BLDL2	CWB6BLDL2	12777 cc diesel TM 6X4	Camión Pesado	3A	26000	17560	Carga Pesada
		PKB212NHHA	PKB212NHHA	6925cc diesel TM 4X2	Camión Pesado	2DB	14200	9870	Carga Pesada
		PKC215HHLE	PKC215HHLE	6925cc diesel TM 4X2	Camión Pesado	2DB	16500	11730	Carga Pesada
		GWB6BLHHP	GWB6BLHHP	12777 cc diesel TM 6X4	Tracto Camión	T3	26000	17280/29000	Carga Pesada
CWB6BLPHLP	CWB6BLPHLP	12777 cc diesel TM 6X4	Camión Pesado	3A	26000	17515	Carga Pesada		

30

HOMOLOGACIÓN VEHICULAR
Resolución No. 011-DIR-2011-CNITTSV
Reglamento General de Homologación para la Transportación Pública y Comercial

Fecha actualización: 19/MAYO/2014

AUTOMOTORES ZHONG XING CIA LTDA	CAMC	HN4250HP40C2M3 – ISM440E 20	HN4250HP40C2M3 – ISM440E 20	10800 cc diesel TM 6X4	Tracto camión	T3	25000	15070/39005	Carga Pesada	
		HN4250G37CLM3 – C300 20	HN4250G37CLM3 – C300 20	8300 cc diesel TM 6X4	Tracto camión	T3	25000	16300/40105	Carga Pesada	
		HN3250	HN3250	8300 cc diesel TM 6X4	Volqueta	3VA	25000	12405	Carga Pesada	
	SHACMAN	BEIBEN	2642GSZ 6X4	2642GSZ 6X4	11596 cc diesel TM 6X4	Tracto camión	T3	25000	12370	Carga Pesada
		SHACMAN	SX4254NX294C	SX4254NX294C	10800 cc diesel TM 6X4	Tracto camión	T3	25000	15070/39005	Carga Pesada
			SX4254NX294C	SX4254NX294C	10800 cc diesel TM 6X4	Volqueta	3VA	25000	13030/39005	Carga Pesada
SX5254GJBDT384C	SX5254GJBDT384C		10800 cc diesel TM 6X4	Camión hormigonera	3A	25000	13170	Carga Pesada		
		SX3254DR384C	SX3254DR384C	10800 cc diesel TM 6X4	Volqueta	3VA	25000	13030/39005	Carga Pesada	
AUTOLIDER ECUADOR S.A.	MERCEDES BENZ	ACTROS 3353 S	ACTROS 3353 S	15928 cc diesel TM 6X4	Tracto camión	T3	27000	16700/24000	Carga Pesada	
		ACTROS 4148K	ACTROS 4148K	15928 cc diesel TM 8X4	Camión con tamdem	4-0	32000	20984	Carga Pesada	
		ACTROS 3348 S	ACTROS 3348 S	15928 cc diesel TM 6X4	Tracto camión	T3	27000	17539/51000	Carga Pesada	
		AXOR 2635K	AXOR 2635K	11967 cc diesel TM 6X4	Camión Pesado	3A	27000	18317	Carga Pesada	
		AXOR 2635B	AXOR 2635B	11967 cc diesel TM 6X4	Camión Hormigonero		27000	18387	Carga Pesada	
		AXOR 1843 LS	AXOR 1843 LS	11967 cc diesel TM 4X2	Tracto Camión	T2	18000	11151/24000	Carga Pesada	
		AXOR 2633	AXOR 2633	7201 cc diesel TM 6X4	Camión Pesado	3A	27000	18713	Carga Pesada	
AUTOMOTORES ANDINA S.A.	SHACMAN	SX3255DT384C	SX3255DT384C	10800 cc diesel TM 6X4	Volqueta	3VA	25000	12200	Carga Pesada	
		SX4255NV294C	SX4255NV294C	10800 cc diesel TM 6X4	Tracto camión	T3	25000	15800/39800	Carga Pesada	
		SX1255J1464C	6X4 F2000	10800 cc diesel TM 6X4	Camión Pesado	3-A	27000	15620	Carga Pesada	
MEGAREPUESTOS S.A.	SINOTRUK	ZZ3257N3647A	ZZ3257N3647A	9726 cc diesel TM 6X4	Volqueta	3VA	25000	16340	Carga Pesada	
		ZZ4257V3247N1B	ZZ4257V3247N1B	11596 cc diesel TM 6X4	Tracto camión	T3	25000	16070/40000	Carga Pesada	

31

HOMOLOGACIÓN VEHICULAR
Resolución No. 011-DIR-2011-CNITTSV
Reglamento General de Homologación para la Transportación Pública y Comercial

Fecha actualización: 19/MAYO/2014

		ZZ4187N3517N1B	ZZ4187N3517N1B	9726 cc diesel TM 4X2	Tracto camión	T2	18000	11200/35000	Carga Pesada
		ZZ1257N4347N1	ZZ1257N4347N1	9726 cc diesel TM 6X4	Camión Pesado	3A	25000	18000	Carga Pesada
		ZZ1167M5011W	ZZ1167M5011W	9726 cc diesel TM 4X2	Camión Pesado	2DB	16000	9000	Carga Pesada
VEHICENTRO	SINOTRUK	HOWO A7 4187	ZZ4187N3517N1B	9726 cc diesel TM 4X2	Tracto camión	T2	18000	11740/28000	Carga Pesada
		HOWO A7 4257	ZZ4257N3247N1B	11596 cc diesel TM 6X4	Tracto camión	T3	25000	17240/38000	Carga Pesada
		HOWO A7 1257	ZZ1257N5247N1	9726 cc diesel TM 6X4	Camión Pesado	3A	27000	17000	Carga Pesada
INCAPOWER S.A.	FORLAND	BJ5122V5PDC-1	BJ5122V5PDC-1	6494 cc diesel TM 4X2	Camión Pesado	3A	15345	10000	Carga Pesada
FOTON DEL ECUADOR	FOTON	BJ4259SNFKB-2	BJ4259SNFKB-2	10800 cc diesel TM 6X4	Tracto Camión	T3	25000	15910/39780	Carga pesada
		BJ1133VJPGG-1	BJ1133VJPGG-1	6700 cc diesel TM 4X2	Camión Pesado	2DB	17000	11900	Carga Pesada
		BJ5254GJB-5	BJ5254GJB-5	9726 cc diesel TM 6X4	Camión Pesado - Mixer		25000	10040	Carga Pesada
IMVERESA	QMC	CRONOS 8	CRONOS 8 STD	4257 cc diesel TM 4X2	Camión Pesado	2DB	13850	8000	Carga Pesada
COMREVIC S.A.	IVECO	170 E 22 MLC	170 E 22 MLC	5880cc diésel TM 4X2	Camión Pesado	2DB	17000	12060	Carga Pesada
		170 E 22 ATTACK MLC	170 E 22 ATTACK MLC	5880cc diésel TM 4X2	Volqueta	V2DB	17000	12060	Carga Pesada
		170 E 22 MLL	170 E 22 MLL	5880cc diésel TM 4X2	Camión Pesado	2DB	17000	11770	Carga Pesada
		170 E 22 T	170 E 22 T	5880cc diésel TM 4X2	Tracto Camión	T2	17000	11970 / 40000	Carga Pesada
		260 E 25	260 E 25	5880cc diésel TM 6X4	Camión Pesado	3-A	27000	19630	Carga Pesada
SALCEDO MOTORS S.A.	SINOTRUK	ZZ1257S4341W	ZZ1257S4341W	9726 cc diésel TM 6X4	Camión Pesado	3-A	27000	15970	Carga Pesada
		ZZ3257N3247B	ZZ3257N3247B	9726 cc diésel TM 6X4	Volqueta	V3A	27000	15000	Carga Pesada
		ZZ5257GJBN3241	ZZ5257GJBN3241	9726 cc diésel TM 6X4	Camión Hormigonero		27000	14500	Carga Pesada
		ZZ4187N3511W	ZZ4187N3511W	9726 cc diésel TM 4X2	Tracto Camión	T2	18000	10900 / 34900	Carga Pesada
		ZZ4257N3247N1B	ZZ4257N3247N1B	11596 cc diésel TM 6X4	Tracto Camión	T3	27000	17200 / 38200	Carga Pesada

32

HOMOLOGACIÓN VEHICULAR
Resolución No. 011-DIR-2011-CNITTSV
Reglamento General de Homologación para la Transportación Pública y Comercial

Fecha actualización: 19/MAYO/2014

		ZZ4257S3241W	ZZ4257S3241W	9726 cc diésel TM 6X4	Tracto Camión	T3	27000	17790 / 38000	Carga Pesada
		ZZ4257V3247N1B	ZZ4257V3247N1B	11596 cc diésel TM 6X4	Tracto Camión	T3	27000	17200 / 38200	Carga Pesada
		ZZ4257V3241W	ZZ4257V3241W	11596cc diésel TM 6X4	Tracto Camión	T3	27000	17500 / 38500	Carga Pesada
CINASCAR DE ECUADOR S.A.	DONGFENG	DFL1160BW	DFL1160BW	6700cc diésel TM 4X2	Camión Pesado	2DB	17900	12100	Carga Pesada
		DFL1140BW	DFL1140BW	6700cc diésel TM 4X2	Camión Pesado	2DB	16000	10480	Carga Pesada
		DFL3160B	DFL3160B	6700 cc diésel TM 4X2	Volqueta	V2DB	17900	8700	Carga Pesada

1.9 VEHÍCULOS AUTOMOTORES DE TRES RUEDAS PARA TRANSPORTE DE PASAJEROS						
SUBCLASE (CATEGORÍA): CATEGORÍA L5 (PBV ≤ 1000 kg)						
REPRESENTANTE	MARCA	MODELO	VERSIÓN	CLASE	CAP. PAS.	APLICACIÓN
MANSUERA S.A.	PIAGGIO	APE 501 TAXI	APE 501 TAXI	TRICI MOTO	3	Servicio alternativo-excepcional
		APE CITY PASSENGER	APE CITY PASSENGER	TRICI MOTO	3	
INDIAN MOTOS INMOT S.A.	BAIJ	RE 205	RE 205	TRICI MOTO	3	Servicio alternativo-excepcional
MOTOINDUSTRIA S.A.	TUKO	TK150	TK150	TRICI MOTO	3	Servicio alternativo-excepcional
		TK200-M1	TK200-M1	TRICI MOTO	4	
PATIO MOTORS	TVS	KING	KING	TRICI MOTO	3	Servicio alternativo-excepcional
VYCAST CIA. LTDA.	VYCAST	VY200ZK-8	VY200ZK-8	TRICI MOTO	3	Servicio alternativo-excepcional
		VY200ZK-6 (2F)	VY200ZK-6 (2F)	TRICI MOTO	3	
		VY200ZK-10	VY200ZK-10	TRICI MOTO	3	
		VY200ZK-6	VY200ZK-6	TRICI MOTO	3	

Nota 1: La capacidad máxima se define en función del tipo de servicio, para el caso de servicio urbano es la suma entre pasajeros sentados y de pie; para los demás servicios es el equivalente al número de asientos destinados a los pasajeros máximos permitidos.

33

HOMOLOGACIÓN VEHICULAR
Resolución No. 011-DIR-2011-CNITTSV
Reglamento General de Homologación para la Transportación Pública y Comercial

Fecha actualización: 19/MAYO/2014

Nota 2: Los vehículos definidos como camión pueden ser aplicados para buses tipo costa (rancheras) siempre que dentro del permiso de operación se autorice.

Nota 3: La capacidad de pasajeros en la categoría L5 no incluye al conductor.

Nota 4: Sin perjuicio de la homologación aquí efectuada a los vehículos para el servicio de carga pesada, éstos deberán dar estricta observancia y se sujetarán a la Tabla Nacional de Pesos y Dimensiones expedida por el Ministerio de Transporte y Obras Públicas, constante en el Registro Oficial No. 717 de 5 de junio de 2012.

IMPORTANTE: En plena observancia a la Tabla Nacional de Pesos y Dimensiones y conforme las disposiciones del Ministerio de Transporte y Obras Públicas, como entidad rectora del transporte terrestre a nivel nacional, los modelos de vehículos de carga pesada se encuentran bajo análisis y revisión del peso bruto vehicular por parte del ente rector.

Atentamente,

DIRECCIÓN DE REGULACIÓN DE TRANSPORTE TERRESTRE, TRÁNSITO Y SEGURIDAD VIAL

34

ANEXO 3

Pastor A. *Diseño de Algoritmo de Detección de Obstáculos para Vehículo Inteligente Basado en Visión por Computador*. Universidad Carlos

condiciones de la carretera mediante una serie de parámetros adicionales incluidos en el CD de navegación.

Una limitación de los sistemas ACC es que cuando la detección del radar se ve entorpecida por lluvia, nieve o polvo, la regulación de la distancia y la velocidad se desactivan automáticamente. En cuanto desaparece la circunstancia que impide la visibilidad, el conductor puede volver a activar la regulación del ACC.

2.3.2. Sistema antibloqueo de frenos (ABS)

El ABS (Antilock Braking System, sistema de antibloqueo de frenos) es un sistema que se utiliza para evitar que los neumáticos pierdan la adherencia con el suelo durante un proceso de frenado.

El sistema fue desarrollado inicialmente para los aviones, los cuales acostumbran a tener que frenar fuertemente una vez han tomado tierra. En 1978 Bosch hizo historia cuando introdujo el primer sistema electrónico de frenos antibloqueo. Esta tecnología se ha convertido en la base para todos los sistemas electrónicos que utilizan de alguna forma el ABS, como por ejemplo los controles de tracción y de estabilidad.

El ABS funciona en conjunto con el sistema de frenado tradicional. Consiste en una bomba que se incorpora a los circuitos del líquido de freno y en unos detectores que controlan las revoluciones de las ruedas. Si en una frenada brusca una o varias ruedas reducen repentinamente sus revoluciones, el ABS lo detecta e interpreta que las ruedas están a punto de quedar bloqueadas sin que el vehículo se haya detenido. Esto quiere decir que el vehículo comenzará a deslizarse sobre el suelo sin control, sin reaccionar a los movimientos del volante. Para que esto no ocurra, los sensores envían una señal al Módulo de Control del sistema ABS, el cual reduce la presión realizada sobre los frenos, sin que intervenga en ello el conductor. Cuando la situación se ha normalizado y las ruedas giran de nuevo correctamente, el sistema permite que la presión sobre los frenos vuelva a actuar con toda la intensidad. El ABS controla nuevamente el giro de las ruedas y actúa otra vez si éstas están a punto de bloquearse por la fuerza del freno. En el caso de que este sistema intervenga, el procedimiento se repite de forma muy rápida, unas 50 a 100 veces por segundo, lo que se traduce en que el conductor percibe una vibración en el pedal del freno.

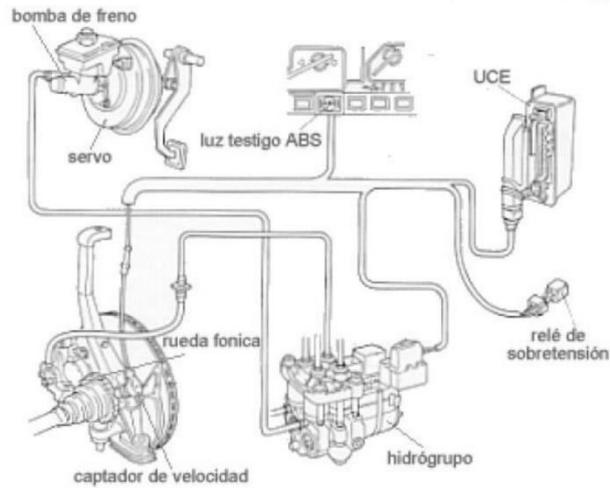


Figura 6: Esquema de elementos del ABS

2.3.3. Control electrónico de estabilidad (ESC)

El control de estabilidad es un elemento de seguridad activa del automóvil que actúa frenando individualmente las ruedas en situaciones de riesgo para evitar derrapes, tanto sobrevirajes, como subvirajes. El control de estabilidad centraliza las funciones de los sistemas ABS, EBD y de control de tracción.

El control de estabilidad (salvo que se desconecte manualmente) está activado permanentemente. En él, un microordenador evalúa las señales de los sensores y comprueba 25 veces por segundo si las maniobras del conductor al volante se corresponden con el movimiento real del vehículo. Si éste se mueve en una dirección diferente a la deseada, el ordenador detecta esta situación crítica y reacciona de inmediato, independientemente del conductor. El ESC utiliza el sistema de frenos, decelerando independientemente cada rueda para mantener estable la trayectoria del vehículo. Con este frenado selectivo el control de estabilidad genera la necesaria fuerza opuesta, de manera que el vehículo obedece al conductor. El sistema también puede intervenir en el motor para reducir la potencia del mismo. De esta manera, siempre dentro de los límites de la física, el vehículo mantiene con seguridad la trayectoria deseada.

El sistema está compuesto por:

- Un grupo hidráulico y unidad de control integrada (ECU), el grupo hidráulico ejecuta las órdenes de la unidad de control y regula mediante válvulas la presión de frenado de cada rueda. Además como

comentamos anteriormente, la ECU tiene comunicación constante con la gestión del motor para reducir la potencia en caso necesario.

- Cuatro sensores de velocidad en rueda, estos sensores son los mismos que los usados en el sistema antibloqueo de frenos o ABS, y son los encargados medir sin roce y mediante campos magnéticos, la velocidad de cada rueda. Los sensores de velocidad pueden ser pasivos o activos. Actualmente se usan casi siempre sensores activos, ya que permiten un mayor registro de velocidad (funcionan a partir de 0 km/h), son digitales, más precisos y pueden detectar también el sentido de giro. Estos sensores se basan en los principios magneto-resistivos o de efecto Hall.
- Un sensor de ángulo de dirección, situado en la columna de dirección mide, sin contacto, la posición del volante, determinando el ángulo de la dirección al conducir. En base a esta posición, a la velocidad del vehículo y a la presión de los frenos deseada o posición del pedal de acelerador se calcula la intención de la maniobra deseada por el conductor. Los primeros sensores de ángulo eran de tipo incremental y median pulsos relativos a la posición del eje. Aunque en la actualidad son de tipo absoluto, que produce un código digital único para cada ángulo distinto del eje. Al igual que los sensores de velocidad en rueda son magneto-resistivos o de efecto Hall.
- Un sensor de ángulo de giro y aceleración transversal: es en realidad dos sensores en uno, proporciona información sobre desplazamientos del vehículo alrededor de su eje vertical, desplazamientos y fuerzas laterales, es decir, cual es el comportamiento real del vehículo, si está comenzando a derrapar y desviándose de la trayectoria deseada por el conductor. Este sensor suele estar situado en el centro del vehículo y funciona como una giróscopo y acelerómetro de tres ejes combinados.

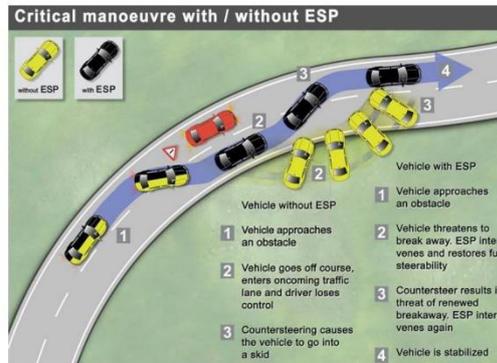


Figura 7: Trayectoria con/sin ESC

2.3.4. Sistemas de mejora de la visibilidad.

Ante una curva, los faros adaptativos orientan el haz de luz, proporcionando al conductor una mejor imagen de lo que tiene delante. Los sistemas de visión nocturna mejoran considerablemente la visibilidad en condiciones de poca luminosidad en comparación con los faros tradicionales, ya que emplean una tecnología de captación de imágenes nocturnas.



Figura 8: Sistemas de mejora de la visibilidad.

Como fabricante a destacar en este tipo de sistema es Opel. El sistema Adaptive Forward Lighting (AFL) incluye dos funciones de seguridad principales: las luces de curva dinámicas y las luces de curva estáticas. La función de luces de curva dinámicas ilumina la parte de la carretera hacia la que el vehículo se dirige orientando los conos de los faros hacia el interior de la curva. La función de luces de curva estáticas son unas luces de giro adicionales que se encienden para ayudar al conductor en curvas muy cerradas.

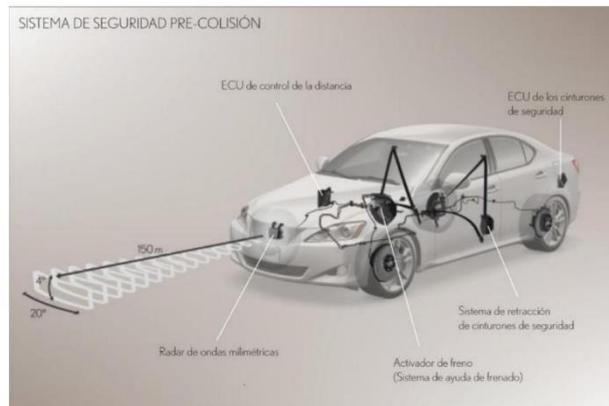


Figura 16: Sistemas precolisión.

2.4. Programa Europeo de Evaluación de Automóviles Nuevos (EuroNCAP).

Euro NCAP ("Programa Europeo de Evaluación de Automóviles Nuevos") es un programa que ofrece información sobre los niveles de seguridad de diferentes modelos de vehículos que se evalúan a partir de los resultados obtenidos en una serie de ensayos y pruebas de seguridad activa y pasiva. Ofrece a los consumidores una evaluación realista e independiente del comportamiento de la seguridad del automóvil comercializado en Europa.

Fundada en 1997 a partir de la unión de la Federación Internacional del Automóvil y la Administración Nacional de Vialidad de Suecia.

En 1998 Euro NCAP siguió el estatus legal cuando se convirtió en asociación internacional bajo la ley belga.

En 2009, se añadió a las pruebas existentes la prueba de choque por detrás, donde se evaluará los daños a los pasajeros en el cuello y la espalda, y se comprobará el funcionamiento de algunos elementos de seguridad activa como el control de estabilidad o el limitador de velocidad. También se modificó el modo de calificación, que abarcará las cuatro áreas de pruebas realizadas a un modelo.

Con el apoyo actual de siete gobiernos europeos y las organizaciones de automovilismo y consumidores de cada país de la UE, Euro NCAP se ha convertido rápidamente en un catalizador para fomentar importantes mejoras de seguridad en el diseño de vehículos nuevos.

Euro NCAP es por sí sola una Asociación Internacional de jurisdicción belga. Es independiente de la industria y políticas de control, y ningún miembro individual puede influir en Euro NCAP a favor de sus intereses individuales. Es totalmente independiente de la industria del automóvil.

Inicialmente, los fabricantes de automóviles se posicionaron en contra del programa Euro NCAP. Sin embargo, percibieron que recibía mucha publicidad y que se consideraba técnicamente correcto. Los vehículos que recibieron valoraciones positivas han mejorado sus ventas y los que obtuvieron malos resultados perdieron volumen de ventas.

Al ver las ventajas de tener una evaluación independiente que guíe el diseño de seguridad del coche en la dirección correcta, los fabricantes de automóviles comenzaron a apoyar el programa ya que se realiza de una forma objetiva y es el responsable de la mejora de las normas de seguridad globales.

Los fabricantes participan en los ensayos. Se informa a cada fabricante de la elección del coche, variantes y opciones. Se pide a los fabricantes que proporcionen información sobre la configuración de los ensayos y hagan observaciones generales. Los fabricantes presencian los ensayos y comentan si están satisfechos con la forma en la que se desarrolla el ensayo. Después del mismo, reciben los resultados comentan la posible existencia de cualquier anomalía en comparación con sus propios datos.

Los fabricantes de vehículos tienen que diseñar y someter a ensayo sus vehículos con el fin de cumplir con muchas más cuestiones de seguridad que las que se ponen a prueba en los ensayos de Euro NCAP

Los informes de los ensayos indican las zonas donde una mejora proporcionaría beneficios de seguridad. Si los fabricantes quieren tomar una decisión sobre la base de los resultados, son ellos los que deciden cambiar el diseño de sus productos o aplicar las mejoras. Euro NCAP no es quien tiene que decir a los fabricantes cómo diseñar sus coches.

Por ley, todos los nuevos modelos de coches deben superar ciertos ensayos de seguridad antes de ponerse a la venta. De este modo, la legislación proporciona un estándar mínimo de seguridad obligatorio para los coches nuevos.

El objetivo de Euro NCAP consiste en exigir a los fabricantes a superar unos estándares mínimos de seguridad.



Figura 17: Logotipo Euro NCAP

ANEXO 4

Soto R. (2006). Frenos ABS, Universidad San Carlos de Guatemala



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica

FRENOS ABS

Ricardo Enrique Soto Solares

Asesorado por el Ing: Byron Giovanni Palacios Colíndres

Guatemala, junio de 2006

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

FRENOS ABS

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

RICARDO ENRIQUE SOTO SOLARES

ASESORADO POR EL ING. BYRON PALACIOS COLÍNDRES

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
INGENIERO MECÁNICO

GUATEMALA, JUNIO DE 2006

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

FRENOS ABS,

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica, el 7 de marzo de 2006.

Ricardo Enrique Soto Solares

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	VII
GLOSARIO	XI
RESUMEN	XV
OBJETIVOS	XVII
INTRODUCCIÓN	XIX

1. FACTORES Y FUERZAS QUE INTERVIENEN AL FRENAR UN VEHÍCULO

1.1 Proceso de frenado	1
1.2 Inicio de frenado	2
1.3 Tiempo de respuesta	2
1.4 Duración del efecto umbral	3
1.5 Tiempo de frenado	3
1.6 Duración de efecto de frenado	3
1.7 Campo parcial de desaceleración	4
1.8 Principios físicos	4
1.9 Fuerza de rozamiento	6

2. HISTORIA DE LOS FRENOS ABS

2.1 Sistema antibloqueo ABS	11
2.2 Exigencias que debe cumplir el ABS	12
2.3 Dinámica de la rueda frenada	15

2.4	Funcionamiento básico	16
2.4.1	Sistema controlado	17
2.4.2	Magnitudes de regulación	17
2.4.3	Magnitudes de regulación para ruedas sin tracción	19
2.4.4	Magnitudes de regulación para ruedas propulsadas	21
2.5	Ciclos de regulación típicos	23
2.5.1	Sobre una superficie con buena adherencia	23
2.5.2	Sobre superficie cubierta con hielo	25
2.6	Regulación de frenado con retardo de la formación del momento de torsión	27
2.6.1	Sistema GMA	29
3.	VENTAJAS Y DESVENTAJAS CON RESPECTO A UN SISTEMA CONVENCIONAL	
3.1	Sistema de frenos convencional	31
3.1.1	Desventajas	31
3.1.2	Ventajas	32
3.2	Sistema de frenos ABS	33
3.2.1	Desventajas	33
3.2.2	Ventajas	34
4.	ESTABILIDAD EN CONDUCCIÓN	
4.1	Velocidad de referencia	37
4.2	Deslizamiento de las diferentes ruedas	37
4.3	Aceleraciones y desaceleraciones de las ruedas	38
4.4	Reconocimiento de la adherencia longitudinal neumático-suelo	38
4.5	Reconocimiento de las condiciones de rodaje	38

4.5.1 Viraje	39
4.6 Brake Assist System (BAS)	40
4.7 Electronic Brake Variation (EBV)	40
4.8 Servotronic	40
4.9 Electronic Brake Direction (EBD)	41
4.10 Electronic Traction System (ETS)	41
4.11 Traction Control System (TRACS)	42
4.12 Foward Dinamic Regulation (FDR)	43
4.13 Aceleration Control System (ASR)	43
4.13.1 Exigencias que debe cumplir el ASR	44
5. MANTENIMIENTO DE PRESIÓN	
5.1 Fases de presión que posee el sistema ABS	47
5.1.1 Aumento de la presión	48
5.1.2 Mantenimiento de la presión	49
5.1.3 Disminución de la presión	49
6. FUNCIONAMIENTO Y DESCRIPCIÓN DE LAS PARTES QUE COMPONEN EL ABS	
6.1 Constitución del sistema ABS	51
6.2 Distribución del circuito de frenos	52
6.3 Funcionamiento hidráulico del sistema ABS	52
6.4 Formación de la presión	53
6.5 Dispositivos que conforman la unidad hidráulica	53
6.6 Electro válvulas	54
6.7 Conjunto motor-bomba	55
6.8 Bombines	55

6.9 Acumulador de baja presión	55
6.10 Bomba de recirculación	56
6.11 Detectores de rueda	57
6.12 Módulo control	59
7. DISPOSITIVO QUE AYUDAN EN EL CORRECTO FUNCIONAMIENTO DEL ABS	
7.1 Cajas de relés	61
7.2 Relé de la válvula	61
7.3 Relé del motor	61
7.4 Interruptor de luz de parada	62
7.5 Piloto ABS	62
7.6 Módulo de control transmisión automática	62
7.7 Conector de diagnóstico	63
7.8 Señal de switch de luz de freno	65
7.9 Sensor G	65
7.10 Sistema de tracción total	65
8. TIPOS DE FRENOS ABS SEGÚN SU APARICIÓN	
8.1 ABS 2S	67
8.1.1 Funcionamiento	67
8.2 ABS 5.0	70
8.2.1 Regulación	71
8.2.2 Control	72
8.2.3 Diagnóstico	73
8.3 ABS 5.3	73

9.	ESPECIFICACIÓN DEL LÍQUIDO DE FRENOS	
9.1	Punto de equilibrio de ebullición	75
9.2	Punto de ebullición húmedo	75
9.3	Viscosidad	76
9.4	Hinchazón de elastómeros	76
9.5	Estándares DOT del líquido de frenos	78
9.6	Líquido de frenos usados en el sistema ABS	80
10.	MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE FRENOS ABS	
10.1	Correcto mantenimiento	81
11.	FORMA DE PROBAR LOS DISPOSITIVOS QUE INTEGRAN EL SISTEMA ABS	
	Automóviles de estudio	
11.1	BMW 540I	85
11.2	HONDA CIVIC 1.6 (DOHC)	101
11.3	CHEVROLET OMEGA	111
12.	EQUIPO ESPECIAL PARA TRABAJAR EL SISTEMA DE FRENOS ABS	
12.1	Manual indicado por el fabricante	123
12.2	Osciloscopio	124
12.3	Multímetro	124
12.4	Escáner	125

12.5 Torquímetro	125
12.6 Manómetro	125
12.7 Equipo eléctrico de purga	126
12.8 Equipo neumático de purga	126
CONCLUSIONES	129
RECOMENDACIONES	131
REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA	133
BIBLIOGRAFÍA	135

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1. Desaceleración durante el proceso de frenado	1
2. Determinación de la fuerza de frenado	2
3. Comportamiento de la fuerza de los neumáticos	5
4. Movimiento de rodadura de la rueda	5
5. Comportamiento de las ruedas al rodar por cuevas	5
6. Distribución de frecuencias del coeficiente estático	5
7. Desarrollo y evolución de los sistemas ABS	11
8. Coeficiente de fricción estática en dependencia del deslizamiento	15
9. Coeficiente de fricción estática y la inclinación del pivotamiento	15
10. Circuito de regulación ABS	19
11. Proceso de frenado simplificado	20
12. Proceso de frenado para una rueda sin tracción	22
13. Regulación de frenado con altos coeficientes de regulación estática	23
14. Regulación de frenado con bajos coeficientes de regulación estática	26
15. Formación del momento de torsión	28
16. Desarrollo de la presión de frenado	29
17. Comportamiento del frenado en la curva con/sin GMA	30
18. Sistema de frenos convencional	31
19. Sistema de frenos ABS	33
20. Unidades funcionales de la regulación antideslizante	45
21. Modulación de la presión de frenado	47
22. Constitución del sistema ABS	51

23. Grupo hidráulico	54
24. Circuito hidráulico del sistema ABS	56
25. Captador de rueda A	57
26. Captador de rueda B	58
27. Componentes del captador de rueda	58
28. Sensor de revoluciones	59
29. Sistema de tracción total	66
30. Vehículo de turismo con ABS 2S	69
31. Comparación de los sistemas ABS	71
32. Fases de temperatura de ebullición del líquido de frenos	78
33. Comprobación de resistencia ABS5.0/TCS	88
34. Comprobación de la tensión ABS5.0/TCS	88
35. Comprobación de la forma de la onda delantera ABS5.0/TCS	90
36. Comprobación del funcionamiento del relé ABS5.0/TCS	91
37. Comprobación de la tensión de alimentación ABS5.0/TCS	91
38. Ubicación de los diferentes componentes ABS en BMW 540I	97
39. Diagrama de conexión eléctrica ABS5.0/TCS	97
40. Comprobación de tensión ABS5.3	102
41. Comprobación de la onda ABS5.3	102
42. Comprobación de entrehierro ABS5.3	104
43. Ubicación de los diferentes componentes ABS en HONDA CIVIC	110
44. Comprobación de la tensión ABS5.3/TCS	115
45. Comprobación de la resistencia del motor de bomba ABS5.3/TCS	117
46. Comprobación del funcionamiento del motor de bomba ABS5.3/TCS	118
47. Ubicación de los diferentes componentes ABS en CHEVROLET	120

TABLAS

I. Coeficiente de rozamiento según las condiciones de la carretera	7
II. Comparación de un sistema ABS con un convencional	34
III. Lista de códigos de avería	64
IV. Punto de ebullición de los diferentes tipos de líquido de frenos	79
BMW540I	
V. Resistencia del tensor de velocidad	87
VI. Tensión del sensor de velocidad	89
VII. Comprobación de la tensión de alimentación	92
VIIa. Comprobación de la tensión de alimentación	92
VIII. Comprobación de conexión a Tierra	93
IX. Comprobación de electro válvulas	94
X. Comprobación de electro válvulas de control de tracción	94
XI. Comprobación de resistencia sensor de posición de mariposa	95
XII. Comprobación de resistencia motor de mariposa	95
XIII. Comprobación "interruptor principal de control de tracción"	95
HONDA CIVIC 1.6 (DOHC)	
XIV. Código de averías	103
XV. Comprobación de la resistencia delantera	105
XVI. Comprobación de la resistencia trasera	105
XVII. Comprobación de la tensión delantera y trasera	106
XVIII. Comprobación de la forma de onda delantera y trasera	107
XIX. Comprobación de la tensión de alimentación	108
XX. Comprobación de la conexión a Tierra	108
CHEVROLET OMEGA	
XXI. Comprobación de la resistencia delantera y trasera	112
XXII. Códigos de avería	113
XXIII. Comprobación de tensión delantera y trasera	114

XXIV. Comprobación de la forma de onda delantera y trasera	114
XXV. Datos técnicos sobre terminales en relación a su estado y tensión	116
XXVI. Comprobación de la conexión a masa	116
XXVIa. Comprobación de la conexión a masa	117
XXVII. Comprobación de la resistencia de los diferentes tipos de frenos ABS BOSCH	121
XXVIII. Comprobación de la resistencia de los diferentes tipos de frenos ABS BOSCH	121
XXIX. Comprobación de forma de onda de los diferentes tipos de frenos ABS BOSCH	121
XXX. Tiempo de destello del testigo en el proceso de poner la llave en posición on	121
XXXI. Comprobación de par torsor entrehierros de los diferentes tipos de frenos ABS BOSCH	122

GLOSARIO

Adherencia	Capacidad de la unión entre cuerpos.
Algoritmo	Descomposición en pasos u operaciones elementales para su resolución óptima.
Alternador	Mecanismo que transforma la energía mecánica en energía eléctrica.
Anomalía	Discrepancia de una regla.
Axial	Perteneciente o relativo al eje.
Bombin	Bomba de freno, pero no es la principal, son secundarias, las cuales están ubicadas en cada llanta.
Calzada ondulada	Una ruta con muchas curvas que en su mayoría son en forma de S.
Colector de admisión	Son aquellos conductos que canalizan los gases de entrada a los cilindros de un motor de combustión interna.
Conmutar	Trocar, cambiar de posición.
Derrape	Acción de patinar desviándose lateralmente de la dirección que llevaba.
Diafragma	Separación movable que intercepta la comunicación entre dos partes de una máquina.
Émbolo	Pieza cilíndrica o discoidal ajustada a un cilindro por el que se desliza con movimiento oscilatorio.

Embragar	Hacer que un eje participe del movimiento de otro por medio de un mecanismo adecuado.
Estabilidad	Propiedad por la cual un vehículo tiende a recuperar su posición de equilibrio.
Fricción	Fuerza que se opone al movimiento.
Híbrido	Todo producto compuesto de elementos de distinta naturaleza.
Higroscopicidad	Propiedad de algunas sustancias de absorber y exhalar la humedad según el medio en que se encuentran.
Impeler	Incitar, estimular.
Impulso	Producto de la intensidad de una fuerza por su tiempo de duración.
Inducción	Producción de una fuerza electromotriz en un conductor por influencia de un campo magnético.
Inercia	Propiedad de la materia por la cual un cuerpo tiende a permanecer en su estado de reposo.
Maniobrabilidad	Acción que se lleva a cabo con habilidad para conseguir un determinado fin.
Mermar	Bajar o disminuir una propiedad.
Óptimo	Se dice de aquello que no se puede mejorar.
Periferia	Espacio que rodea un núcleo cualquiera.
Perpendicular	Toda recta o plano que corta a otra recta o plano con un ángulo de noventa grados.
Potencia	Capacidad para ejecutar un trabajo en un lapso de tiempo.
Presostato	Dispositivo que permite mantener constante la presión de un elemento que transite en un circuito.

Purga	Sacar el aire presente en el circuito de frenos, donde el último sólo debe contener el líquido de frenos para una óptima eficiencia del sistema y una mayor seguridad.
Ralentí	Estado donde se atiende solamente la proporción de la mezcla necesaria para que el motor pueda mantener la marcha lenta.
Resonancia	Fenómeno que se produce al coincidir la frecuencia propia de un sistema mecánico, eléctrico, etc., con la frecuencia de una excitación externa.
Retroimpulsado	Propulsión aplicada en sentido contrario a la velocidad para hacerla disminuir.
Rozamiento	Resistencia que se opone a la rotación o al deslizamiento.
Sensor	Sistema capaz de percibir una señal.
Servofreno	Freno accionado por la energía del propio automóvil.
Servomotor	Motor que acciona los elementos mecánicos en los servomecanismos.
Simetría	Proporción adecuada de las partes de un todo.
Solenoides	Bobina cilíndrica de hilo conductor arrollado de manera que la corriente eléctrica produzca un intenso campo magnético.
Tracción delantera	Las ruedas impulsoras del vehículo son las delanteras.
Tracción trasera	Las ruedas impulsoras del vehículo son las traseras.
Transición	Acción y efecto de pasar de un modo a otro modo completamente distinto.
Umbral	Valor mínimo de una magnitud a partir del cual se produce un efecto determinado.

Válvula Dispositivo mecánico que controla y regula el paso de un elemento por un conducto.

Válvula de mariposa Controla el paso de aire con lo cual se puede conseguir diversos estados de presión y el motor podrá funcionar a diferentes regímenes.

Componentes del sistema de frenos ABS

ABSCM Control de modulación para el sistema de frenos ABS.

FMEA Análisis de influencia y posibilidad de fallos.

BAS Sistema de freno asistido.

EBV Sistema de freno de variación electrónica.

EBD Freno electrónico dirigido.

ETS Sistema de tracción electrónica.

TRACS Sistema control de tracción

DSA Sistema antiderrape.

FDR Regulación de la dinámica de marcha.

ASR Regulación antideslizante de aceleración

ANEXO 5

Bosch (2001). *Manual de la Técnica del Automóvil*. Editorial REVERTE Barcelona – España.

612 Sistemas de frenos

Sistemas de frenos

Conceptos, fundamentos (ISO 611)

Equipo de frenos

Conjunto de todas las instalaciones de frenos para reducir la velocidad de un vehículo, detenerlo o mantenerlo en reposo.

Instalaciones de frenos

Instalación del freno de servicio

Facilita al conductor, de forma gradual, reducir la velocidad del vehículo durante su funcionamiento normal o detenerlo.

Instalación de freno auxiliar

Facilita al conductor, de forma gradual, reducir la velocidad del vehículo en caso de fallo en la instalación de servicio o detenerlo.

Instalación de freno de estacionamiento

Permite que un vehículo se mantenga en reposo por medios mecánicos, incluso en una calzada en pendiente y, sobre todo, sin la presencia del conductor.

Instalación para el frenado de larga duración

Conjunto de componentes que facilitan al conductor de forma directa o indirecta, mantener constante la velocidad del vehículo o reducirla, especialmente en pendiente larga.

Instalación de freno automático

Conjunto de piezas, que ante la separación voluntaria o accidental del remolque de un camión remolque, frena automáticamente a este último.

Sistema de antibloqueo (ABS)

Conjunto de componentes de una instalación de freno de servicio, que regula automáticamente el resbalamiento de las ruedas (o de una rueda) en sentido de giro durante el frenado. La regulación de la fuerza de frenado directamente de una rueda se efectúa con la ayuda de los datos del sensor propio, mientras que en una rueda regulada indirectamente se usan sensores de otra o otras ruedas. Un ABS

con regulación "select high" posee ruedas reguladas directa e indirectamente; en un ABS con regulación "select low" todas las ruedas con sensor se cuentan como reguladas directamente.

Componentes

Instalación de suministro de energía

Son las partes de una instalación de frenos que proporcionan la energía necesaria, la regulan y eventualmente la preparan. Termina donde comienza el dispositivo de transmisión, es decir, donde empieza los distintos circuitos de la instalación de frenos comprendiendo, dado el caso, los circuitos consumidores secundarios existentes, ya sea para abastecimiento de energía allí o mutuamente.

La fuente de energía puede estar fuera del vehículo (por ejemplo en la instalación de frenos por aire comprimido de un remolque, pero también puede ser por la fuerza muscular de una persona).

Dispositivo de accionamiento

Son las partes de una instalación de frenos, cuya misión es ponerla en funcionamiento y regular su efecto. La señal de mando puede ser transmitida dentro del dispositivo de accionamiento por medios mecánicos, neumáticos, hidráulicos o eléctricos, para lo cual se puede utilizar energía externa o auxiliar.

El dispositivo de accionamiento puede ser actuado:

- directamente con el pie o con la mano,
- por acción indirecta del conductor del vehículo o sin ninguna intervención (sólo para los vehículos con remolques),
- por variación de la presión o la corriente eléctrica de una conducción de unión entre el vehículo motor y el vehículo remolque al accionar una de las instalaciones de freno del vehículo motor o en el caso de avería,
- por la inercia de la masa del vehículo o de alguna de sus piezas principales.

El dispositivo de accionamiento termina donde se distribuye la energía necesaria para el frenado o donde se desvía una parte de la energía para la regulación de la energía de frenado.

Sistemas de frenos 613

Dispositivo de transmisión

Son las partes de una instalación de frenos, por medio de los cuales se transmite la energía regulada por el dispositivo de accionamiento. De un lado comienza donde termina el dispositivo de accionamiento y por otro donde termina el dispositivo de suministro de energía. Termina en las partes de la instalación de frenos en las cuales el movimiento o la tendencia del vehículo al movimiento se contrasta por las fuerzas que se generan. Este dispositivo puede ser mecánico, hidroneumático (a presión o vacío), eléctrico o combinado (por ejemplo, hidromecánico o hidroneumático).

Frenos

Son las partes de la instalación, en las cuales se producen las fuerzas que se oponen al movimiento o tendencia al del vehículo al movimiento.

Dispositivos adicionales en el vehículo tractor de un vehículo remolque

Son las partes de una instalación de frenado de un vehículo tractor destinadas al suministro de energía y a la regulación de la instalación de frenos del vehículo remolque. Se compone de las partes entre el dispositivo de suministro de energía del vehículo tractor y el cabezal de acoplamiento de la conexión al circuito de reserva (inclusivo), y de las piezas entre el dispositivo o dispositivos de transmisión del vehículo tractor y el cabezal de acoplamiento de la conducción del freno (inclusivo).

Tipos de instalaciones de frenos referentes a la instalación de suministro de energía

Instalación de frenos con fuerza muscular
Instalación en la cual la energía necesaria para producir la fuerza de frenado procede exclusivamente de la fuerza física del conductor del vehículo.

Instalación de frenos con fuerza auxiliar
Instalación en la cual la generación de la energía necesaria para producir la fuerza de frenado procede de la fuerza física del

conductor y de uno o varios dispositivos de suministro de energía.

Instalación de frenos con fuerza externa

Instalación en la cual la energía necesaria para producir la fuerza de frenado procede de uno o varios dispositivos de suministro de energía, con excepción de la fuerza física del conductor.

Observación: Una instalación de frenos, en la que en caso de fallo total de la energía, el conductor pueda producir en la misma instalación la fuerza de frenado por medio de su fuerza muscular, no entra en esta definición.

Instalación de frenos automática de remolques

Son aquellas en las que la energía necesaria para producir la fuerza de frenado se produce al acercarse el vehículo remolque al vehículo tractor. (Generación de fuerza por la energía cinética del acercamiento.)

Instalación de freno por gravedad

Instalación en la cual la energía necesaria para producir la fuerza de frenado procede de la fuerza de gravedad del descenso o caída de una pieza del remolque.

Tipos de instalaciones de frenos según la estructura del dispositivo de transmisión

Instalación de frenos de circuito único

Instalación de transmisión que tiene un dispositivo de transmisión de un solo circuito. Si en el dispositivo de transmisión de un solo circuito se produce una avería en el mismo, ya no se puede transmitir la energía para producir la fuerza de frenado.

Instalación de frenos de circuitos múltiples

Son instalaciones con un dispositivo de transmisión que tiene varios circuitos. Si en el dispositivo de transmisión de circuitos múltiples se produce una avería en uno de los circuitos, aún puede transmitirse total o parcialmente la energía para producir la fuerza de frenado.

Tipos de instalaciones de frenos en vehículos combinados.

Instalaciones de frenos de una sola conducción.

Disposición en la cual las instalaciones de freno de ambos vehículos están unidas entre sí de tal forma que se utiliza alternativamente una sola conducción para el suministro de energía o para el accionamiento de la instalación de frenos del vehículo remolque.

Instalaciones de frenos de dos o más conducciones.

Disposición en la cual las instalaciones de frenos de ambos vehículos están unidas entre sí de tal forma que el suministro de energía y el accionamiento de la instalación de frenos del vehículo remolque están separados en varias conducciones que actúan simultáneamente.

Instalación de frenos directa.

Combinación de la instalación de frenos del vehículo tractor de un remolque, con las siguientes características:

- El conductor del vehículo, desde su asiento y en un solo proceso, puede accionar el dispositivo de accionamiento del vehículo tractor directamente, y el dispositivo de accionamiento del remolque de forma indirecta y gradual.
- La energía necesaria para el frenado de los dos vehículos (tractor y remolque) la proporciona la misma fuente (que puede ser la fuerza muscular del conductor).
- Frenado simultáneo o con un retraso en el tiempo adecuado, de los dos vehículos (tractor y remolque).

Instalación de frenos parcialmente directa.

Combinación de las instalaciones de freno del vehículo tractor de un remolque con las siguientes características:

- El conductor del vehículo puede accionar directamente desde su asiento, en un solo proceso, el dispositivo de accionamiento del vehículo motor e indirectamente el del vehículo remolque de forma progresiva.
- La energía necesaria para el frenado de ambos vehículos la proporcionan por lo menos dos fuentes diferentes (una de las cuales puede ser la fuerza muscular del conductor).

- Frenado simultáneo de ambos vehículos o con un retraso en el tiempo adecuado del remolque.

Instalación de frenos no directa.

Combinación de la instalación de frenos de un vehículo articulado que no es directa ni del todo ni en parte.

Conductos en instalaciones de frenos.

Cables eléctricos: conductos para la transmisión de energía eléctrica.

Tubería: tubo rígido, semirrígido o flexible para la transmisión de energía hidráulica o neumática.

Tuberías para la conexión de instalaciones de frenos de un tren remolque.

Tubería de la reserva: Es una tubería especial de suministro a través de la cual la energía del vehículo tractor va a parar al acumulador de energía del vehículo arrastrado.

Tubería de los frenos: Tubería de mando especial, a través de la cual la energía necesaria para la regulación pasa del vehículo tractor al arrastrado.

Tubería común de la reserva y de frenos: Tubería que sirve simultáneamente de tubería de frenos y de la reserva (instalación de frenos de tubería única).

Tubería de los frenos auxiliares: Una tubería especial de trabajo que va del vehículo tractor al vehículo remolque por la que pasa la energía necesaria para los frenos auxiliares del remolque.

Proceso de frenado.

Procesos que tienen lugar entre el inicio de trabajo del dispositivo de accionamiento y el final del frenado.

Frenado gradual.

Frenado en el que dentro del campo de trabajo normal del dispositivo de accionamiento, el conductor del vehículo puede en cualquier instante aumentar o reducir con precisión suficiente la fuerza de frenado, actuando sobre aquél. Cuando se consigue una elevación de la fuerza de frenado, aumentando el efecto del dispositivo de accionamiento, la inversión del efecto debe obligatoriamente producir la reducción de esa fuerza de frenado.

Histéresis de la instalación de frenos: Diferencia entre las fuerzas de accionamiento al apretar y soltar el freno a igualdad de par de frenado.

Histéresis de los frenos: Diferencia de las fuerzas de aprieto al apretar y soltar a igualdad de par de frenado.

Fuerzas y pares.

Fuerza de accionamiento F_a : Fuerza que se ejerce sobre el dispositivo de accionamiento.

Fuerza de aprieto F_r : Fuerza total, que a causa del rozamiento existente, realizan los frenos sobre la guarnición en los frenos de fricción.

Par de frenado: Producto de las fuerzas de rozamiento provocadas por la fuerza de aprieto, multiplicadas por la distancia entre los puntos de ataque de esas fuerzas y el eje de rotación.

Fuerza total de frenado F_f : Suma de las fuerzas de frenado que actúan sobre las superficies de contacto de todas las ruedas, originadas por la acción de la instalación

de frenos y que se oponen al movimiento o tendencia al movimiento del vehículo.

Distribución de la fuerza de frenado: indicación de la fuerza de frenado de cada eje en % de la fuerza total de frenado F_f , p.ej: 60% eje delantero, 40% eje trasero.

Valor característico del freno C^* : Relación entre la fuerza tangencial total y la fuerza de aprieto de un freno:

$$C^* = F_r / F_a$$

siendo F_r fuerza tangencial total y F_a fuerza de aprieto. Si en una zapata particular actúan distintas fuerzas de aprieto (siendo i el número de ellas), el valor medio de la fuerza de aprieto es

$$F_a = \sum F_{a_i} / i$$

Tiempos (ver diagrama)

Tiempo de reacción

Tiempo que transcurre desde la decisión de la aplicación hasta el comienzo del accionamiento del dispositivo de accionamiento (t_0).

Duración del movimiento del dispositivo de accionamiento.

Tiempo que transcurre desde el inicio del movimiento de la parte del dispositivo de accionamiento (t_0), sobre la que actúa la fuerza aplicada, hasta su posición final según sea la fuerza o la carrera del accionamiento. (Esto también vale para soltar el freno).

Tiempo de respuesta $t_1 - t_0$.

Tiempo que transcurre desde el inicio del movimiento de la parte del dispositivo de accionamiento, en que actúa la fuerza aplicada, hasta que empieza a actuar la fuerza de frenado.

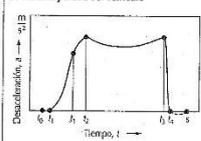
Tiempo umbral $t_2 - t_0$.

Tiempo que transcurre desde que empieza a actuar la fuerza de frenado, hasta alcanzarse un cierto valor (75 % del valor asintótico de la presión en el cilindro de la rueda, según 71/320 CEE Anexo III 2.4).

Tiempo de respuesta y tiempo umbral:

La suma del tiempo de respuesta y del tiempo umbral sirve para enjuiciar el comportamiento de la instalación de frenado respecto al tiempo, hasta que se consigue la plena acción de frenado.

Tiempos y desaceleración durante un frenado hasta la parada del vehículo.



- antes de t_0 : Tiempo de reacción
- t_0 : Comienzo de la aplicación de fuerza sobre la instalación de accionamiento
- t_1 : Comienzo de la desaceleración
- t_2 : Final del tiempo umbral
- t_3 : Desaceleración plena formada
- t_4 : Final de la desaceleración plena
- t_f : Final del frenado (vehículo parado)
- $t_1 - t_0$: Tiempo de respuesta
- $t_2 - t_0$: Tiempo umbral
- $t_3 - t_0$: Intervalo "desaceleración plena promedio"
- $t_f - t_0$: Tiempo de efecto de los frenos
- $t_f - t_3$: Tiempo de frenado

Tiempo de frenado activo $t_1 - t_0$.

Tiempo que transcurre desde que empieza a actuar la fuerza de frenado, hasta su desaparición. Si el vehículo llega a detenerse con los frenos todavía accionados, el instante en que se detiene determina entonces el final del tiempo de actuación de los frenos.

Tiempo de suelta del freno.

Tiempo que transcurre desde el inicio del movimiento del dispositivo de accionamiento, para soltar el freno, hasta la desaparición de la fuerza de frenado.

Tiempo de frenado total $t_f - t_0$.

Tiempo que transcurre desde el inicio del movimiento de la parte del dispositivo de accionamiento en que actúa la fuerza aplicada, hasta la desaparición de la fuerza de frenado. Si el vehículo llega a detenerse, actuando todavía el freno, el momento en que se detiene determina entonces el final del tiempo de frenado (Ver el diagrama de la página 615).

Trayecto de frenado s_f .

Camino que recorre un vehículo durante el tiempo de frenado total. Cuando el instante de la detención del vehículo determina el final del tiempo total de frenado, el camino recorrido hasta entonces se llama "Trayecto de frenado hasta el reposo".

Trayecto de frenado W .

Integral del producto de la fuerza de frenado instantánea F_f y del elemento de trayecto de frenado ds , a lo largo del trayecto de frenado s_f .

$$W = \int_0^{s_f} F_f \cdot ds$$

Potencia de frenado instantánea P_f .

Producto de la fuerza total de frenado instantánea F_f por la velocidad v del vehículo.

$$P_f = F_f \cdot v$$

Desaceleración de frenado.

Disminución de la velocidad de marcha provocada por la instalación de frenos, por unidad de tiempo t . Se distingue entre:

Desaceleración instantánea $a = dv/dt$

Desaceleración media: $a_m = (v_0^2 / 2) \cdot (t_f - t_0)$

Valor medio de la desaceleración durante el trayecto de frenado, donde v_0 y s_f se refieren al instante t_0 .

Desaceleración media a_m durante un trayecto de frenado.

Desaceleración entre dos instantes t_1 y t_2 del movimiento retardado. Se puede utilizar esta fórmula para determinar la acción de los frenos en las instalaciones de frenado continuo.

$$a_m = (v_1 - v_2) / (t_2 - t_1)$$

Desaceleración completa media $a_{m,c}$.

Valor medio (a_m) de la desaceleración en un intervalo $t_0 - t_f$ de desaceleración completamente desarrollada:

$$a_{m,c} = \frac{1}{t_f - t_0} \int_{t_0}^{t_f} a \cdot dt$$

Relación de frenado μ .

Relación entre la fuerza total de frenado F_f y la fuerza del peso total estático C_0 que descansa en el eje o los ejes del vehículo.

$$\mu = F_f / C_0$$

Prescripciones legales.

Para la concesión del permiso de circulación de un vehículo, la prueba del equipo de frenos se puede realizar, en Alemania Federal, a elección del fabricante, según:

- Las normas nacionales § 41 StVZO (Reglamento de autorización de tráfico) y sus disposiciones para las pruebas de los frenos.
- Las normas de la Comunidad Económica Europea CE-71/320/CEE y las normas de adaptación y sus anexos.
- La normativa ECE 13 y 78 de la Comisión Económica de las Naciones Unidas de Ginebra.

Las especificaciones § 41b StVZO referentes al empleo de sistemas de antibloqueo (ABS) son más estrictas que las de la Comunidad Europea. La normativa de la CEE 13 y las normas CE coinciden con pocas excepciones.

Equipo de frenos según § 41 StVZO, la normativa de la CEE, y las normas ECE 13 y 78 (Clasificación de los vehículos, págs. 679).

Vehículos de la clase L (menos de cuatro ruedas)

Los motos y los triciclos deben estar provistos de dos frenos independientes uno

del otro. En los vehículos pesados de la clase L, ambos frenos deben actuar conjuntamente en todas las ruedas y además tienen que haber freno de estacionamiento.

Vehículos de las clases M y N.

Deben cumplir las condiciones vigentes para los frenos de servicio, los frenos auxiliares y los frenos de estacionamiento. Las tres instalaciones pueden tener piezas en común. Deben existir como mínimo dos dispositivos independientes de accionamiento.

Es obligatoria la distribución de la fuerza de los frenos en cada eje. Los vehículos de las clases M₂ y N₂ deben llevar también instalaciones de antibloqueo de frenos (ABS) (incorporación obligatoria progresiva, ver tabla).

Para el cumplimiento de las condiciones en tramos de descenso largos deben llevar además instalaciones de frenado de larga duración. Los autocares de la clase M₂ de más de 10 t, de tráfico interurbano o de largo recorrido, deben cumplir las condiciones de la circulación de este tipo de "descensos" accionando exclusivamente la instalación de frenado continuo o de larga duración.

Remolques de la clase O.

Los remolques de la clase O₁ no precisan de ninguna instalación de frenos. Los remolques a partir de la clase O₂ deben ir equipados con instalación de frenos de servicio y de estacionamiento, que pueden tener piezas en común. La instalación de frenos de estacionamiento debe poder ser accionada por una persona desde fuera del vehículo. Es obligatoria la distribución de la fuerza de frenado en cada eje.

Determinados vehículos con remolque de la clase O₂ deben equiparse con sistema de antibloqueo (ABS).

Las instalaciones de freno automático de remolque se permiten hasta los de la clase O₂. Si se rompe el dispositivo de enganche durante el viaje, el remolque debe frenarse automáticamente o bien tener (en remolques <1,5t) una unión de seguridad hacia el vehículo tractor.

Vehículos con ABS.

Los sistemas de ABS deben cumplir el anexo X de la normativa de la CE 71/320/

CEE o el anexo 13 de la normativa ECE 13 (para vehículos de las clases M₂, M₃, N₂ y N₃ de la categoría 1). Las principales exigencias son:

- debe evitarse el bloqueo de las ruedas sobre cualquier tipo de calzada a una velocidad superior a los 15 km/h.
- se deben aprovechar la estabilidad en la marcha, la capacidad de conducción y el arrastre de fuerza en calzadas con el mismo arrastre de fuerza y (en la categoría 1) diferente arrastre de fuerza en los dos lados (as-split) y
- debe poderse utilizar como señal óptica de alarma que indique todos los fallos eléctricos.

Para vehículos de remolque sólo se han establecido exigencias mínimas para ABS. Por motivos de seguridad y para desgastar menos los neumáticos, los sistemas de antibloqueo del vehículo tractor y del remolque deberían coordinarse entre sí.

Vehículos motor y vehículos remolque con instalación de frenos de aire comprimido.

Los accionamientos del aire comprimido deben realizarse con el tipo constructivo de dos o varias tuberías. Al accionar la instalación de freno de servicio o la auxiliar del vehículo motor, los frenos de servicio del vehículo remolque deben actuar de forma gradual. En el caso de cualquier fallo de la instalación de freno de servicio del vehículo tractor, la parte no afectada por el fallo debe poder frenar al remolque de forma progresiva. En el caso de una interrupción o fugas en una de las conducciones de conexión entre el vehículo tractor y el remolque, el remolque debe poder ser frenado o frenarse automáticamente.

Es obligatorio que la acción de los frenos del vehículo con carga (sin ABS también con el vehículo descargado) dependa de la presión en el cabezal de acoplamiento de la tubería de conducción del freno. La instalación de frenos de servicio del remolque sólo debe poderse activar conjuntamente con el freno de servicio, auxiliar o de estacionamiento del vehículo tractor.

Exigencias según la SVZO, la directiva CE 71/320 CEE y la normativa ECE 13

Clase de vehículo (clasificación pág. 674)	Turismos y KOM			Vehículos industriales			Vehículos con remolque			
	M ₁	M ₂	M ₃	N ₁	N ₂	N ₃	O ₁	O ₂	O ₃	O ₄
Instalación freno de servicio	Actuando sobre todas las ruedas, obligatoria la distribución en todos los ejes									
ABS según SVZO (v _{max} > 100 km/h)	-	+	+	-	+	+	-	-	-	-
ABS según dir. CEE o ECE ¹³ (v _{max} > 25 km/h)	-	4 ²⁾	4 ³⁾	-	4 ⁴⁾	4 ⁵⁾	-	-	4 ⁶⁾	+
Tiempo de frenado (desembarragado)	penalización proporcional al tiempo de frenado como O ₁									
Velocidad de ensayo	80	60	60	80	50	60	60	60	60	60
Trayecto de frenado	38,7	35,7	35,7	35,7	36,7	36,7	26,50	Trailer	2 x 40,45	
Fórmula trayecto de frenado	$0,1 v + \frac{v^2}{150}$									
Desaceleración total media	$0,15 v + \frac{v^2}{130}$									
Fuerza de accionamiento	$a \leq 5,5 \text{ bar}$									
Tipo de ensayo O (desembarragado)	Comportamiento del vehículo al frenar desde 90% 90% v _{max} y frenado activo									
Velocidad de ensayo v = 80% v _{max} pero	160	100	90	120	100	90	-	-	-	-
Trayecto de frenado	212,9	111,6	91,8	157,1	111,6	91,8	-	-	-	-
Fórmula de trayecto de frenado	$0,1 v + \frac{v^2}{130}$									
Desaceleración total media	$15 v + \frac{v^2}{103,3}$									
Fuerza de accionamiento	$a \leq 5,0$									
Tipo de ensayo I	Frenados repetidos, con 3 m/s ² con carga y embarragado									
v = 80% v _{max} pero	120	100	90	120	60	60	-	-	-	-
n	15	15	20	15	20	20	-	-	-	-
Número de ciclos de frenado	45	55	60	55	60	60	-	-	-	-
Duración del ciclo de frenado	260,34 y 260,70% del valor medio 40 km/h en el tipo de ensayo O (desembarragado)									
Frenado activo en caliente al final del tipo de ensayo I	Medición como tipo de ensayo O (desembarragado)									
Tipo de ensayo II	Energía equivalente a 30 km/h, 5% de desnivel y 5 km, con carga, motor embarragado, freno continuo actuado									
Ensayo de frenado activo en caliente al final del tipo de ensayo II	Medición como tipo de ensayo O (desembarragado)									
Fórmula del trayecto de frenado	$M_1: 0,15 v + \frac{1,33 v^2}{130}$ $N_1: 0,15 v + \frac{1,33 v^2}{115}$									
Trayecto de frenado	45,8									
Desaceleración total media	3,75									

¹⁾ Fecha en ²⁾ hasta ³⁾ correspondiente a nuevos permisos de circulación. Los permisos de circulación antiguos pierden su validez dos años después. ⁴⁾ A partir del 1.4.1998. ⁵⁾ Antes del 1.4.1998 solo KOM > 12t para tráfico interurbano y de largo recorrido. ⁶⁾ > 7,5t a partir del 1.4.1998, > 7,5t a partir del 1.4.1999.

Clase de vehículo (clasificación pág. 679)	Turismos y KOM			Vehículos industriales			Vehículos con remolque			
	M ₁	M ₂	M ₃	N ₁	N ₂	N ₃	O ₁	O ₂	O ₃	O ₄
Tipo de ensayo Ia	Energía correspondiente a 30 km/h, 7% de pendiente, 6 km, con carga, activado sólo el freno continuo. Sólo en M ₂ (excluyendo autobuses urbanos) ¹⁾									
para instalaciones de frenos continuos										
Tiempo activo medio después de fallar la instalación de transmisión del circuito, motor desembarragado	Los frenos del remolque deben poderse activar plena o parcialmente con efecto escalonado									
Velocidad de ensayo	180	60	60	70	50	40	-	-	-	-
Trayecto de frenado con carga	150,2	101,3	101,3	152,5	80,0	52,4	-	-	-	-
Trayecto de frenado, sin carga	178,7	119,8	101,3	160,9	84,5	52,4	-	-	-	-
Desaceleración total media, con carga	$1,7$ $7,5$ $1,5$ $1,3$ $1,3$ $1,3$									
Desaceleración total media, sin carga	$1,3$ $1,3$ $1,3$ $1,1$ $1,1$ $1,3$									
Fuerza de accionamiento	$a \leq N$ 700 700 700 700 700 700									
Instalación freno auxiliar (puñeta como ensayo tipo O desembarragado)	Los frenos del remolque deben poderse activar con efecto progresivo									
Velocidad de ensayo	80	60	60	70	50	40	-	-	-	-
Trayecto de frenado	93,7	64,4	64,4	95,7	54,0	38,1	-	-	-	-
Fórmula del trayecto de frenado	$0,1 v + \frac{v^2}{130}$									
Desaceleración total media	$2,9$ $2,5$ $2,2$									
Fuerza de accionamiento a mano	$a \leq N$ 400 600 600 600 600 600									
Fuerza de accionamiento con el pie	$a \leq N$ 500 700 700 700 700 700									
Tipo de ensayo estacionamiento (ensayo con carga)	Ejercicio de sujeción en subida o en pendiente									
Ejercicio de sujeción en subida o en pendiente	18									
Juntar con vehículo frenado de clase O	12									
Fuerza de accionamiento, a mano, con el pie	$a \leq N$ 400 600 600 600 600 600									
Tipo de ensayo CP ²⁾ (desembarragado, con carga)	Medición de ensayo									
Velocidad de ensayo	80	60	60	70	50	40	-	-	-	-
Desaceleración total media y desaceleración antes del reposo	1,5									
Instalación de freno automática	Frenado en vehículos con remolque con instalaciones de freno de aire comprimido con pérdida de presión en el conducto de reserva									
Frenado en vehículos con remolque con instalaciones de freno de aire comprimido con pérdida de presión en el conducto de reserva	Medición de ensayo									
Velocidad de ensayo	40									
Frenado	13,5									

¹⁾ Antes del 1.10.1995 sólo N₂ > 16t, autorizados a remolcar remolques de la clase O₄ > 5t desde el 1.4.1998. ²⁾ A partir del 1.4.1999. ³⁾ Sólo > 10t para permisos de circulación de tipo anterior al 1.10.1995. ⁴⁾ Con instalación de freno de estacionamiento o dispositivo auxiliar de la instalación de freno de servicio.

Clasificación y estructuras de las instalaciones de freno

Componentes básicos de una instalación de frenos

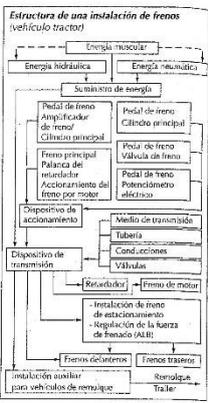
- Una instalación de frenos consta de:
 - Dispositivo de suministro de energía
 - Dispositivo de accionamiento
 - Dispositivo de transmisión para la regulación de la fuerza de frenado y activado de la instalación de freno de motor y de estacionamiento así como también del retardador.
 - Dispositivos adicionales en el vehículo tractor para el frenado del remolque.

Frenos de las ruedas. Cada uno de estos componentes coopera en la dosificación de las fuerzas determinantes del frenado del vehículo/tren. Puesto que para diferentes caminos y tipos de vehículos las exigencias son distintas, se han desarrollado instalaciones de frenado que difieren unas de otras. Se diferencian por el fin a que van destinadas y por la clase y forma de los componentes básicos.

Finalidad de utilización de una instalación de frenos

- Según las normas sobre frenos el equipamiento de los frenos de vehículos industriales ha de contar con:
 - Instalación de frenos de servicio
 - Instalación de frenos auxiliares
 - Instalación de freno de estacionamiento con remolque
 - Instalación de freno continuo
 - Instalación de freno automático

Las instalaciones de freno de servicio y de estacionamiento poseen dispositivos separados de accionamiento y de transmisión. El accionamiento del freno de servicio normalmente se efectúa con el pie y el del freno de estacionamiento con la mano o con el pie. La instalación de freno auxiliar a menudo comparte también las instalaciones del freno de servicio o del freno de estacionamiento. Así, p.ej., en un circuito de freno de servicio de doble circuito uno de ellos se encarga de la función del freno auxiliar. La instalación de freno continuo sirve como un dispositivo de freno adicional sin desgaste, descargando al freno de servicio especialmente en frenados cuenta abajo (ver "instalación de freno continuo" en pág. 648). La instalación de freno auto-

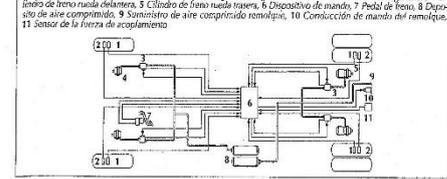


mático sólo es relevante en funcionamiento con remolque. Según el tipo de energía utilizada se diferencian entre:

- Instalación de frenos con fuerza muscular
- Instalación de frenos con fuerza auxiliar
- Instalación de frenos con fuerza externa
- Instalación de frenos automáticos de retención

 Estas instalaciones de frenos también pueden ser de forma combinada. Al contrario que en una instalación de freno de fuerza externa, la fuerza de trabajo de una instalación de freno (auxiliar o el) contiene en forma proporcional una parte de la fuerza del pedal. Aparte del tipo de energía, también los medios energéticos empleados sirven de elemento para diferenciarlos. Principalmente se utiliza la energía neumática (va-

Sistema de frenos electrónico-neumático para vehículo de tracción de dos ejes



El diagrama se completa con rectas de frenado constante.

Tipo de instalación de transmisión

La transmisión de la fuerza en la instalación de frenos se efectúa de forma mecánica, hidráulica, neumática y eléctrica/electrónica. En la transmisión de la fuerza a los frenos de las ruedas también puede haber combinaciones. En las generaciones venideras de vehículos, adquirirá importancia la instalación de transmisión eléctrica/electrónica, especialmente para instalaciones de frenos electrónico-hidráulicos y electrónico-neumáticos.

Concepción de instalaciones de frenos

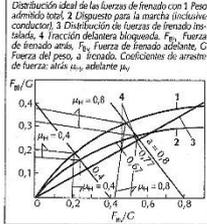
La concepción de una instalación de frenos se efectúa respecto al vehículo o respecto al grupo constructivo.

La concepción referida al vehículo determina la posición del centro de gravedad del vehículo, junto con la distribución escogida de las fuerzas de frenado en los ejes delantero y trasero, para obtener un frenado sin bloqueos bajo un coeficiente predeterminado de arrastre de fuerza neumático/calzada. Para representar esta relación se utiliza el diagrama de distribuciones de la fuerza de frenado. En los ejes de coordenadas se anotan las fuerzas de frenado, en relación con el peso de los ejes delantero y trasero. Los puntos de intersección de las rectas de los coeficientes de arrastre de fuerza de los ejes trasero y delantero forman la parábola de la

"Distribución ideal" de las fuerzas de frenado

Si no está previsto ningún distribuidor de las fuerzas de frenado, entonces la distribución de las fuerzas de frenado que se instala adopta la forma de una recta. La pendiente resulta como relación de las fuerzas de frenado de los ejes delantero y trasero, determinadas por el dimensionado de los frenos de las ruedas. Mientras la recta de la distribución instalada transcurre por debajo de la distribución ideal, las ruedas delanteras bloquean siempre como primeras (distribución estable de las fuerzas de frenado). El punto de bloqueo del

Distribución de las fuerzas de frenado sin distribuidor



eje delantero resulta así como punto de intersección entre la "distribución instalada" y la recta del coeficiente correspondiente de arrastre de fuerza.

Los criterios principales en la concepción son:

- regulaciones legales referentes al freno mínimo sin bloqueos y a la sucesión de los bloqueos,
- situaciones de carga,
- influencia de la pérdida de fuerza de frenado,
- par de frenado del motor,
- fallo de un circuito de frenos,
- distribuidor de la fuerza de frenado (si existe),
- retardador (si existe).

La concepción con respecto a los grupos componentes se dedica principalmente al dimensionamiento de los frenos de ruedas y de los dispositivos de accionamiento.

Criterios para la concepción de frenos de ruedas:

- tipo de construcción del freno (freno de tambor o de disco),
- estabilidad (desgaste, sollicitaciones),
- espacio disponible para su montaje,
- nivel de presión admisible,
- rigidez (capacidad de admisión de volumen de líquido de frenos en frenos hidráulicos).

Criterios de concepción para los dispositivos de accionamiento:

- recorrido y fuerza del pedal en frenados normales, frenados a fondo y al fallar uno de los dos circuitos de frenos o el amplificador de la fuerza de frenado,
- requerimientos de confort,
- espacio para su montaje,
- combinación con sistemas para la regulación de la fuerza de frenado.

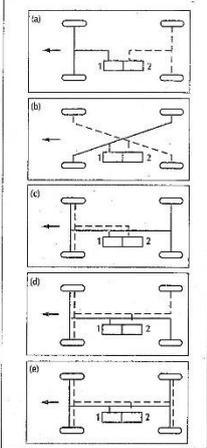
Distribución de los circuitos de frenos

Las normas legales exigen un instalación de transmisión de dos circuitos.

De las cinco posibilidades de distribución según DIN 74030, se han impuesto las distribuciones II y X. Teniendo un requerimiento mínimo de conductos, mangueras, conexiones separables y empacquetaduras estáticas o dinámicas, son comparables con un sistema

Variantes de la distribución de los circuitos de frenos

(a) Distribución I, (b) Distribución X, (c) Distribución II, (d) Distribución LL, (e) Distribución HH, (f) Distribución H. 1 Superficie de la membrana, 2 Circuito de freno 2, 3 Circuito de freno 1, 4 Superficie de la membrana



de un solo circuito respecto a su riesgo de fallo por fugas o pérdidas. Al fallar un circuito de frenos por esfuerzo térmico excesivo de un freno de rueda hidráulico, las distribuciones HI, LL y HH, son especialmente críticas porque el fallo de ambos frenos de rueda en una rueda puede llevar al fallo total de los frenos.

Para cumplir con las normas legales referentes al efecto de frenado auxiliar, se equipan los vehículos con predominio

Instalaciones de frenos para automóviles y vehículos industriales ligeros

Dispositivos de accionamiento

El dispositivo de accionamiento consta de:

- Pedal de freno,
- Amplificador de la fuerza de frenado,
- Cilindro principal,
- Depósito de líquido de frenos,
- Dispositivos de alarma para el caso de fallo de un circuito de frenos y de bajo coste,
- Para el caso de pérdidas de líquido de frenos.

Aparte de esta disposición estándar, se utilizan a veces también amplificadores hidráulicos o instalaciones de freno hidráulicas con fuerza auxiliar. En las instalaciones de freno con fuerza auxiliar una válvula de freno sustituye al amplificador de fuerza de freno y al cilindro principal. En función de la fuerza del pedal se regula la presión de freno deseada. Para la acumulación y producción de la energía se tienen que instalar acumuladores de alta presión y sus bombas correspondientes.

Por su construcción sencilla y de bajo coste, se utiliza principalmente el amplificador de fuerza de frenado de depresión. En este tipo de amplificador, en función de la fuerza del pedal, se agrega presión exterior de aire de la membrana de trabajo, además de la del pedal mientras que en el otro lado de la membrana subsiste depresión. La fuerza sobre la membrana de trabajo, resultante de la diferencia de presiones, origina una proporción de fuerza que ayuda a la fuerza del pie. La representación simplificada en forma de diagrama indica cualitativamente, sin considerar rendimientos ni pérdidas de fuerzas, los principales parámetros sobre la presión de frenado:

- Relación de transmisión del pedal,
- Factor de amplificación,
- Superficie de membrana,
- Nivel de depresión,
- Superficie del cilindro principal.

La presión de frenado resulta de la fuerza del pedal y de la fuerza auxiliar. La proporción de fuerza auxiliar aumenta constantemente hasta el punto de modulación, correspondiendo al factor de amplificación determinado por la construcción. En el punto de modulación se alcanza la diferencia

máxima de presión entre la presión atmosférica exterior y la depresión. Un ulterior incremento de la fuerza de salida solamente es posible mediante un inusual aumento de la fuerza del pedal. Por ello la concepción del amplificador debe asegurar que no se supere notablemente el punto de modulación ni siquiera en las desaceleraciones mayores del vehículo.

De gran importancia para la fuerza de salida es la superficie de la membrana. Para esfuerzos grandes se disponen dos membranas en tándem. El diámetro técnicamente aún aceptable de la membrana es de 250 mm. La depresión máxima de 0,8 bar se produce en los motores Otto en el tubo de aspiración con la válvula de estrangulamiento (mariposa) cerrada. Los motores diesel necesitan una bomba de vacío de membrana.

Debido a que especialmente los vehículos más pesados requieren presiones de freno mayores, son apoyados en ellos los amplificadores hidráulicos, los cuales pueden estar concebidos según el mismo principio de funcionamiento.

El suministro de energía se efectúa muchas veces desde la bomba del freno asistido mediante un acumulador hidráulico intercalado, para reducir la influencia recíproca entre los circuitos de frenos y la dirección. La fuerza de salida actúa mediante un taqué directamente sobre el émbolo de vástago de presión en el cilindro principal en tándem. La presión hidráulica así producida se transmite sobre el émbolo intermedio, dispuesto de forma "flotante", de manera que en los dos compartimientos de presión se obtienen presiones aproximadamente iguales.

La fuerza de salida actúa mediante un taqué directamente sobre el émbolo intermedio o el intermedio avanza hasta el fondo del cilindro principal. Este proceso se nota en el pedal por su recorrido grande y casi exento de fuerza.

En vehículos con distribución II se ha impuesto un cilindro principal progresivo. El circuito del eje trasero se impulsa por el émbolo intermedio, que tiene un diámetro menor que el del émbolo de vástago de presión. Si falla el circuito del eje delantero, aumenta, con la misma fuerza del pedal, la presión en el circuito del eje trasero en la relación de las superficies de los émbolos intermedio y de vástago de presión.

frontal de la carga con la distribución X. La distribución II se presta preferentemente para vehículos con carga predominantemente en la parte trasera, así como también para vehículos industriales medianos y pesados.

Distribución II
Distribución entre los ejes delantero y trasero. Un circuito actúa sobre el eje delantero y el otro sobre el eje trasero.

Distribución X
Distribución diagonal. Cada circuito de frenos actúa sobre una rueda delantera y trasera diagonalmente opuesta.

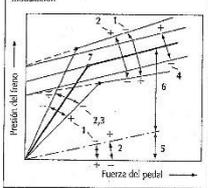
Distribución HI
Distribución ejes delantero/trasero y eje delantero. Un circuito actúa a la vez sobre ambos, mientras que el otro circuito actúa solamente sobre el eje delantero.

Distribución LL
Distribución ejes delantero/trasero y ejes delantero/eje trasero. Cada circuito actúa sobre el eje delantero y una rueda del eje trasero.

Distribución HH
Distribución ejes delantero/trasero y ejes delantero/trasero. Cada circuito de frenos actúa sobre los dos ejes.

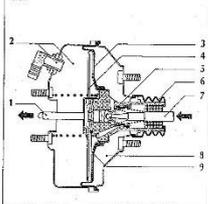
Amplificador por depresión de la fuerza de frenado

Influencia de los parámetros de concepción: 1 Superficie del cilindro principal, 2 Relación de transmisión del pedal, 3 Factor de amplificación (transmisión del pedal), 4 Superficie de la membrana, nivel de depresión, 5 Proporción de la fuerza del pedal, 6 Preparación de la fuerza auxiliar, 7 Punto de modulación



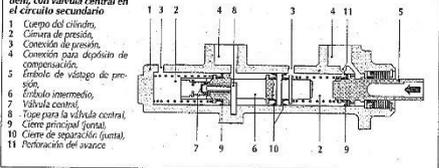
Amplificador por depresión de la fuerza de frenado

1 Vástago de presión, 2 Cámara de depresión con conexión de depresión, 3 Membrana, 4 Cilindro de trabajo, 5 Válvula doble, 6 Filtro de aire, 7 Vástago del émbolo, 8 Cámara de trabajo, 9 Elemento de conexión



Cilindro principal en tándem con válvula central en el circuito secundario

- 1 Cuerpo del cilindro,
- 2 Cámara de presión,
- 3 Conexión de presión,
- 4 Conexión para depósito de compensación,
- 5 Émbolo de vástago de presión,
- 6 Émbolo intermedio,
- 7 Válvula central,
- 8 Tipo para la válvula central,
- 9 Cierre principal (fuente),
- 10 Cierre de separación (fuente),
- 11 Perforación del avance



Para compensar el desgaste de las guarniciones de freno o eventuales fugas, el cilindro principal está comunicado con el depósito de líquido de frenos. Con el freno suelto, se abre ya sea una válvula dispuesta centralmente en el émbolo del cilindro principal o bien el cierre (junta) del émbolo descubre una perforación de avance. Esto asegura que el freno queda exento de presión en la posición de reposo o que se puedan compensar pérdidas de líquido de frenos. La desventaja de esta disposición sencilla es que el circuito afectado por una formación de burbujas de vapor, debidas a un esfuerzo térmico excesivo, se vacía a freno suelto. En un frenado posterior eventualmente ya no puede obtenerse la presión requerida.

Para evitar el vaciado completo del depósito, incluso en fugas mayores, este también está construido, al menos a partir de un determinado nivel de líquido, en forma de dos circuitos. Si el nivel del líquido baja demasiado, entonces dos interruptores de flotador accionan una indicación óptica. En vez de los interruptores de flotador se instalan a veces unos interruptores de diferencia de presión en el cilindro principal para indicar el fallo de uno de los circuitos de frenos.

Frenos de ruedas

Un freno de ruedas debe cumplir las siguientes exigencias:

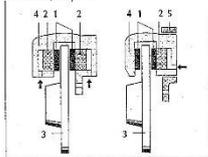
- Actuación uniforme,
- Buena dosificación,
- Insensible contra suciedad y corrosión,
- Alta fiabilidad,
- Resistencia al desgaste,
- Mantenimiento reducido.

Mientras que los frenos de tambor cumplen las exigencias principales en sus diferentes formas constructivas para automóviles pequeños o vehículos industriales pequeños, en los automóviles más pesados y más rápidos la acción uniforme y la buena posibilidad de dosificación se pueden realizar solamente con frenos de disco.

En la práctica se ha impuesto el disco de freno de fundición gris con montura de freno que envuelve exteriormente. El disco de freno normalmente está en el plato de la rueda. Esta disposición requiere una buena cesión del calor por radiación, convección y conducción térmica. En vehicu-

Frenos de disco

(a) Montura fija, (b) Montura flotante. 1 Guarnición de freno, 2 Embrague, 3 Disco de freno, 4 Armazón, 5 Soporte



los de altas prestaciones ayudan a reducir las temperaturas del disco unas medidas adicionales como pueden ser discos de freno ventilados interiormente, chapas de conducción de aire y ruedas optimizadas en su caudal de paso de aire.

Las monturas de frenos se subdividen en fijas y flotantes.

Las monturas fijas envuelven el disco mediante un armazón rígido. Unos ombros de presión opuestos presionan las guarniciones contra el disco de freno.

En las monturas flotantes se han impuesto dos formas básicas: montura de marco flotante y montura de puño. En ambas formas constructivas el o los émbolos de presión actúan directamente sobre la guarnición ubicada hacia el lado interior del vehículo. La guarnición de freno del lado exterior es tirada hacia el disco mediante el marco flotante o el puño que envuelve el disco. Las monturas flotantes tienen las siguientes ventajas en comparación con las monturas rígidas:

- Menor espacio de montaje entre el disco de freno y el plato de rueda (ventajoso en construcciones de ejes con un radio pequeño o negativo del círculo de giro).
- Condiciones térmicas favorables, porque sobre la zona crítica de calentamiento por encima del disco de freno no pasan conducciones hidráulicas.

Las desventajas debidas a la forma de construcción (tendencia a nudos de tableto, al chirrido de los frenos, al desgaste oblicuo de las guarniciones, así como también a la corrosión en los elementos de

guía) pueden compensarse mediante medidas constructivas.

Distribuidores de la fuerza de frenado

En comparación con los reguladores de la fuerza de frenado (sistemas de antibloqueo), los distribuidores de la fuerza de frenado sólo son elementos de mando. Se diferencian por su función como limitadores o reductores de la fuerza de frenado o por sus parámetros de influencia como pueden ser la presión de freno, la carga sobre el eje o la desaceleración.

Su misión es adaptar mejor la distribución de la fuerza de frenado, determinada por el dimensionamiento entre los frenos de ruedas de los ejes delantero y trasero, a la distribución ideal, es decir a su desarrollo en forma de parábola. La distribución ideal de la fuerza de frenado sólo depende de la posición del centro de gravedad del vehículo y del frenado en el instante correspondiente. Estas relaciones se representan de forma gráfica en el diagrama "a" (dimensiones de la distribución de fuerzas de frenado). En los ejes de coordenadas figuran las fuerzas de frenado en los ejes delantero y trasero, en función del peso. Las curvas de frenados iguales figuran como rectas con pendiente negativa (-1). Las distribuciones ideales de fuerzas de frenado para la situación de carga del vehículo "liso para la marcha" y "peso total admitido" se desarrollan en forma de parábola. El diagrama "a" representa limitadores de fuerza de frenado y el diagrama "b" reductores de fuerza de frenado.

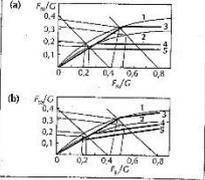
Los distribuidores dependientes de la presión, en "liso para la marcha", se acercan bien a la distribución ideal. En "peso total admitido" (parábola superior), sin embargo, se alejan después del accionamiento del limitador o reductor (doblez), es decir que la proporción de la fuerza de frenado en el eje trasero disminuye al aumentar la carga sobre dicho eje.

En el distribuidor dependiente de carga el punto de accionamiento se desplaza hacia arriba al aumentar la carga, permitiendo así un buen acercamiento a la distribución ideal de la fuerza de frenado en todas las situaciones de carga.

El distribuidor dependiente de la desaceleración reacciona a una desaceleración determinada y con ello es casi independiente de la carga.

Diagrama de la distribución de la fuerza de frenado

(a) Limitador de la fuerza de frenado, (b) Reductor de la fuerza de frenado. F_{d1} Fuerza de frenado delantera, F_{d2} Fuerza de frenado trasera, F_p Fuerza del peso, G Centro de gravedad, 2 Vacío, 3 Dependiente de la carga cargada, 4 Dependiente de la presión vacío, dependiente de la desaceleración cargada y vacío, dependiente de la carga vacío, 5 Dependiente de la presión cargada



La concepción de los distribuidores debe asegurar que la distribución de las fuerzas de frenado no transcurra por encima de la distribución ideal. También se han de tener en cuenta las influencias de las variaciones del coeficiente de rozamiento de las garramionas, el par de frenado del motor y las tolerancias del distribuidor para evitar un eventual frenado excesivo del eje trasero. En la práctica esto significa que se debería evitar que la distribución instalada, con su doblez, debería situarse claramente por debajo de la distribución ideal.

La determinación del distribuidor se efectúa, entre otros, según los siguientes criterios:

- Aptitud para ABS,
- Requerimiento constructivo en dos circuitos de frenado separados en el eje trasero (p.ej. distribución X),
- Posibilidad de efectuar un puente en el caso de fallo de un circuito de frenos, en especial en el caso de limitadores,
- Posibilidad de comprobación del ajuste y funcionamiento correctos.

Los vehículos con condiciones de carga compensadas no han de llevar forzadamente distribuidor, puesto que los inconvenientes de un defecto no detectado del distribuidor se compensan con sus reducidas ventajas.

Sistemas antibloqueo (ABS) para turismos

Los sistemas antibloqueo ABS son dispositivos de regulación en el sistema de frenos que evitan el bloqueo de las ruedas al frenar, manteniendo así la capacidad de conducción y la estabilidad. Los principales componentes del ABS son:

Dispositivo hidráulico, sensores del número de revoluciones de las ruedas y dispositivo de mando para el procesamiento de los datos y el envío de éstos a los actuadores en el dispositivo hidráulico y la luz de señal.

Principios del proceso de regulación

Al frenar aumenta la presión de frenado y también el resbalamiento λ del freno y alcanza el límite entre el campo estable y el inestable, en el punto más alto de la curva de arrastre de fuerza/resbalamiento. La posterior elevación de la presión o par de frenado no produce a partir de ese punto ninguna otra elevación de la fuerza de frenado F_{Hf} . En el campo estable, el resbalamiento del freno es más que nada resbalamiento de modificación de forma y en el campo inestable hay cada vez más resbalamiento de deslizamiento.

Resbalamiento de freno $\lambda = (v_f - v_R) / v_f \cdot 100\%$

Velocidad de la rueda $v_R = r \cdot \omega$

Fuerza frenado $F_B = M_{Hf} \cdot G$

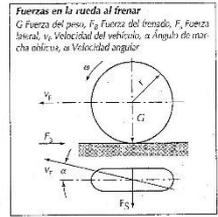
Fuerza lateral $F_S = M_S \cdot G$

Coefficiente de fuerza de frenado M_{Hf}

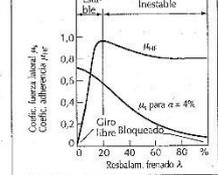
Coefficiente de fuerza lateral M_S

Según sea la evolución de la curva de resbalamiento tiene lugar un descenso más o menos fuerte del coeficiente de la fuerza de frenado M_{Hf} . El par excéntrico realiza, sin ABS, el frenado de la rueda hasta pararse en un tiempo cortísimo, lo que produce una fuerte elevación de la desaceleración de la rueda.

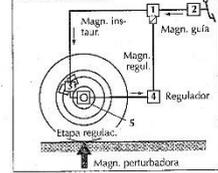
El sensor de revoluciones de la rueda vigila el estado del movimiento de la rueda. Si en una rueda se presenta tendencia al bloqueo, aumenta fuertemente en ella la desaceleración tangencial y el resbalamiento. Si se sobrepasan ciertos valores críticos, entonces la unidad de control da ordenes al grupo hidráulico, tales como detener la presión del freno de la rueda o disminuir esa presión hasta que se elimine el peligro de bloqueo. Para que con esto la



Arrastre de fuerza/curva de resbalamiento
La forma de la curva varía mucho según el estado de la calzada y de los neumáticos



Circuito de regulación ABS
1 Válvula electrohidráulica, 2 Cilindro principal, 3 Cilindro de freno, 4 Ordenador electrónico, 5 Sensor de revoluciones de la rueda



rueda no quede poco frenada, la presión de frenado debe volver a accionarse de nuevo. Durante la regulación del freno debe regularse alternativamente siempre la estabilidad e inestabilidad del movimiento de la rueda, y por medio de una secuencia cíclica de accionamiento de presión, el descenso de la presión y el detestimiento de la presión, regulando la fuerza máxima de frenado en la zona de resbalamiento.

Magnitudes perturbadoras en el circuito de regulación

El ABS debe tener en cuenta las siguientes magnitudes perturbadoras:

- Variaciones del arrastre de fuerza entre neumáticos y calzada debido a los diferentes firmes y las variaciones de carga sobre las ruedas, por ejemplo, en las curvas,
- Desigualdades en la calzada que provocan vibraciones en las ruedas y en los ejes,
- Falta de concentricidad, histeresis de los frenos,
- Variaciones de presión en el cilindro principal inducidas por el conductor y
- diferentes perímetros de las ruedas, p.ej. en la rueda de recambio.

Criterios sobre la calidad de regulación

Los sistemas antibloqueo eficaces deben cumplir para su buena regulación los siguientes criterios:

- Mantenimiento de la estabilidad de marcha mediante la formación de las suficientes fuerzas de guía laterales en las ruedas traseras.
- Mantenimiento de la capacidad de dirección preparando las suficientes fuerzas de guía lateral en las ruedas delanteras.

- Acortamiento del recorrido de frenado con respecto al frenado con bloqueo, por medio de la utilización óptima del arrastre de fuerza entre neumáticos y calzada.

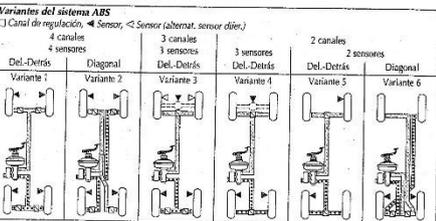
- Adaptación rápida de la presión de frenado a los diferentes coeficientes de arrastre de fuerza.
- Garantía de amplitudes de regulación del par de frenado pequeñas para evitar vibraciones del mecanismo de traslación.
- Alto confort mediante reacciones pequeñas del pedal y nivel reducido de ruidos de los actuadores.

Variantes del sistema ABS

En dependencia del reparto de la fuerza de frenado, de la concepción del vehículo, de las exigencias de funcionamiento y de los puntos de vista económicos, pueden presentarse diferentes formas de ejecución. La figura muestra las variantes posibles del sistema, que se describen a continuación, clasificadas por número de canales y de sensores.

Sistemas de 4 canales (variantes 1 y 2)

Estos sistemas permiten la regulación individual de la presión de freno en la rueda para un reparto por circuito delante/detrás (D) y diagonal (X). Para no poner en peligro la estabilidad de conducción al frenar en firmes asimétricos, porque el par de giro (sobre el eje vertical) es muy grande, se regulan las ruedas delanteras de forma individual y las ruedas traseras según el principio "select-low" (es decir que la rueda trasera con el valor de adherencia menor determina la presión común de frenado de las ruedas traseras).



Sistema de 3 canales (variante 3)

Al frenar sobre una calzada asimétrica el par de giro sobre el eje vertical también aquí es tan reducido (debido al principio del sistema), que se domina bien esta condición de frenado en turismos con gran distancia entre ejes (batalla) y elevado par de inercia alrededor del eje vertical.

En los turismos con poca batalla y momento de inercia pequeño, con sistemas de 3 y de 4 canales, se necesita no obstante una desaceleración momentánea de la formación del par de giro sobre el eje vertical. Al frenar en firmes asimétricos, retrasa la formación del par de frenado en la rueda delantera con mayor coeficiente de arrastre de fuerza, con lo cual el conductor dispone del tiempo suficiente para corregir con el volante el par de giro sobre el eje vertical.

Sistemas de 2 canales (variantes 4, 5 y 6)

Los sistemas de 2 canales poseen un número menor de componentes que los sistemas de 3 y de 4 canales y por ello se pueden fabricar a menor coste; pero ellos tienen limitaciones en sus funciones.

En la variante 4 en el tipo de funcionamiento "Select-high" (la rueda delantera con mayor coeficiente de arrastre de fuerza determina la presión común de frenado de ambas ruedas) se aumenta el desgaste de neumáticos y se perjudica la capacidad de dirección, porque prácticamente en cada frenado a fondo una de las ruedas delanteras bloquea. En la variante 5 esto sucede siempre cuando la rueda delantera supervisada por el sensor encuentra un valor de adherencia mayor que la rueda sin

sensor. La variante 6 se puede utilizar solamente en el sistema de frenos de freno en diagonal. En este tipo se regula por separación la presión de frenado de las ruedas delanteras, mientras que la presión de frenado de las traseras se regula en común. Puesto que el ajuste entre los dos ejes siempre tiene que asegurar que las ruedas traseras no se bloqueen, sólo se puede obtener un frenado menor en comparación con los sistemas de 3 y 4 canales.

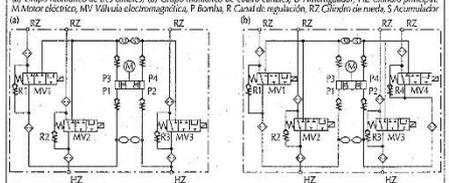
Tipos de ABS

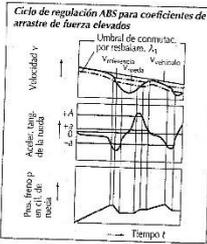
ABS 2S de 3 / 4 canales (Bosch)
En este sistema el ABS y el amplificador de la fuerza de frenado (servo) están separados.

El grupo hidráulico de 3 canales para el reparto II del circuito de frenos delante/detrás, comprende tres válvulas electrohidráulicas, que permiten tres posiciones, y una bomba de retorno con accionamiento por motor eléctrico.

En la primera posición, no excitada, existe el paso total desde el cilindro principal al freno de rueda, de manera que al frenar y durante la regulación del frenado, aumenta la presión del freno de la rueda. En la segunda posición, excitada con la mitad de la corriente máxima, el paso desde el cilindro principal al freno de la rueda queda interrumpido, de forma que la presión de frenado de la rueda permanece constante. En la tercera posición, excitada con la corriente máxima, el cilindro del freno de la rueda queda derivado al retorno, de forma que baja la presión de freno de la rueda.

Esquemas de conmutación de los grupos hidráulicos





La descompresión dura aproximadamente 20 ms y el aumento de la presión aproximadamente 200 ms.

En el grupo hidráulico de 4 canales se necesitan cuatro válvulas electromagnéticas para la distribución de frenado en diagonal, porque los frenos de las ruedas traseras pertenecen a circuitos de freno diferentes. Las dos válvulas de las ruedas traseras, sin embargo, se regulan en común, de forma que en los frenos de ambas se tiene la misma presión y se permite la regulación "select-low".

El ciclo de regulación representado muestra una regulación de frenado en el caso de un elevado coeficiente de adherencia. En el regulador electrónico se determina la variación del número de revoluciones de la rueda (desaceleración). Al quedar por debajo del umbral (-a), el conjunto de válvulas del grupo hidráulico se conmuta a mantenimiento de la presión. Si entonces la velocidad de la rueda queda además por debajo del umbral de conexión de resbalamiento λ_c , el conjunto de válvulas del grupo hidráulico se conmuta a bajar la presión y continúa así hasta tanto correspondo a la señal (-a). Durante la siguiente fase de mantenimiento de la presión crece la aceleración tangencial de la rueda hasta que se sobrepasa el umbral (+a) y a partir de ese momento se mantiene constante la presión. Después de rebasar el umbral relativamente grande (-A), se eleva la presión del freno, para que la rueda no ruede con

una aceleración demasiado grande dentro de la zona estable de la curva de arrastre de fuerza/resbalamiento. Después de la caída de la señal (+a) sube lentamente la presión del freno, hasta que de nuevo, queda por debajo del umbral (-a) del segundo ciclo de regulación y vuelve a ser introducido un aumento inmediato de la presión. En el primer ciclo de regulación era necesaria una fase corta de mantenimiento para el filtrado de las perturbaciones. Con un par de inercia grande de la rueda, un coeficiente de fuerza de frenado pequeño y un aumento lento de la presión (frenado con precaución, por ejemplo, en calzadas heladas) podría bloquearse la rueda sin solicitar el umbral de conmutación de la desaceleración. Para ello se utiliza en ese caso el resbalamiento de rueda para la regulación del frenado. Partiendo de las velocidades de las ruedas se obtiene la velocidad de referencia por medio de procesos lógicos, que corresponden a la velocidad de rueda aproximada que dé el máximo de arrastre de fuerza. Al llegarse a un determinado valor del resbalamiento se produce también una disminución de la presión de frenado.

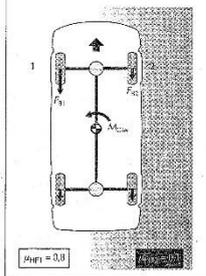
En los turismos con tracción a las cuatro ruedas, cuando está aplicado el bloqueo del diferencial y en determinados estados de la calzada, se presentan problemas en el funcionamiento con ABS que exigen medidas especiales. Si el motor está embragado y el bloqueo central conectado, con un coeficiente de arrastre de fuerza pequeño se puede producir un proceso de frenado que conduzca al bloqueo de todas las ruedas. Este peligro de bloqueo se evita por medio del aumento de la velocidad de referencia, disminución del umbral de desaceleración de rueda y disminución del par de arrastre del motor.

Regulación del frenado con retraso de la formación del par de giro sobre el eje vertical (Bosch)

Al frenar sobre calzadas asimétricas (p.ej. las ruedas de la izquierda circulan sobre una calzada de asfalto seco y las de la derecha sobre hielo), en las ruedas delanteras se producen fuerzas de frenado muy diferentes que ocasionan un par de giro sobre el eje vertical del vehículo. En automóviles pesados este giro alrededor del eje vertical se produce tan lentamente,

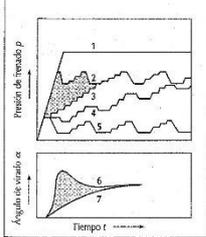
Formación del par de giro sobre el eje vertical con coeficientes de adherencia muy diferentes

M_{Gyro} Par de giro sobre el eje vertical. F_{H} Fuerza de frenado. μ_{H} Coeficiente de adherencia. 1 Rueda "high", 2 Rueda "low".



Evolución presión de freno/ángulo de virado de dirección con retraso en la formación del par de giro sobre el eje vertical (GMA)

1 Presión del cilindro principal p_{H} , 2 Presión de freno p_{H} sin GMA, 3 p_{H} con GMA 1, 4 p_{H} con GMA 2, 5 p_{H} con GMA "low", 6 Ángulo de virado de dirección α sin GMA, 7 Ángulo de virado de dirección α con GMA.



le, que el conductor puede compensar con suficiente rapidez el movimiento giratorio frenando con el ABS y efectuando correcciones con la dirección. Los automóviles pequeños necesitan, además del ABS un retraso adicional de la formación del par de giro sobre el eje vertical (GMA), para poder seguir siendo bien dominados en frenazos de urgencias sobre calzadas asimétricas. La GMA origina en la rueda delantera, que va rotando sobre el lado de la calzada con mayor coeficiente de adherencia (suada "high"), una formación retrasada de la presión en el cilindro de rueda.

El diagrama explica el principio del GMA: la curva 1 muestra la presión del cilindro principal p_{H} . Sin GMA, después de un breve tiempo, la rueda sobre asfalto tiene la presión p_{H} (curva 2), mientras que la rueda sobre el hielo tiene la presión p_{H} (curva 5); cada rueda frena con la desaceleración máxima posible para su caso (regulación individual).

Para vehículos con comportamiento de marcha menos crítico, se presta mejor el sistema GMA 1 (curva 3); para vehículos con comportamiento de marcha especialmente crítico, el sistema GMA 2 (curva 4).

En todos los casos del GMA la rueda "high" al comienzo es frenada menos de lo necesario. Para evitar prolongamientos innecesarios de los recorridos de frenado hay que ajustar pues muy cuidadosamente el GMA al vehículo.

ABS2 (Bosch)
Esta versión ofrece como "ABS total" de poco coste (una válvula electromagnética de tres posiciones con escálon de regulación susceptible de mando electrónico fue reemplazada por un émbolo buzo o flotante) la misma seguridad y funciones que el ABS2S, con pequeñas limitaciones en el confort del efecto de retorno del pedal de freno y del ruido.

En un frenado normal sin ABS el líquido de frenos fluye a través de la válvula electromagnética del eje trasero (4) hacia la rueda posterior derecha (HR) y a través de la válvula central (6) del émbolo buzo hacia la rueda posterior izquierda (HL). En un frenado con ABS las dos válvulas electromagnéticas dispuestas a la izquierda (2) regulan cada una un freno de rueda delantera. La válvula electromagnética del eje

trasero actúa directamente sobre la rueda posterior derecha. Si p.ej. el dispositivo de mando le da la orden a la válvula electromagnética del eje trasero (4) de reducir la presión, entonces conmuta hacia la posición 3, con lo cual se descarga fluido desde la rueda posterior derecha (HR) hacia la cámara de acumulación (3) a través de la válvula (4), reduciéndose así la presión en el freno de rueda (HR). Esta reducción de la presión llega también a la superficie del émbolo buzo (7), puesto que este comportamiento está conectado hidráulicamente con el freno de rueda (HR). El lado inferior del émbolo (7) recibe la presión del cilindro principal (1), lo cual lleva a un movimiento hacia arriba del conjunto del émbolo buzo debido a la fuerza resultante sobre el émbolo (7). Así el émbolo buzo superior se mueve contra el taqué de la válvula central (6), cerrando la válvula central y, al seguir con el movimiento ascendente, capta volumen del freno de rueda posterior (HL) y así se reduce de forma deseada la presión en el freno (HL) y en el lado superior del émbolo buzo. El movimiento de éste llega a pararse cuando la fuerza resultante sobre el conjunto del émbolo ha llegado a cero: esto es el caso cuando las presiones de los frenos de ruedas (HL) y (HR) son iguales. El comportamiento esquematizado para el incremento de la presión también se presenta con el mismo sentido al mantenerse la presión o al redu-

cirla y viene determinado por las posiciones de conmutación de la válvula (4).

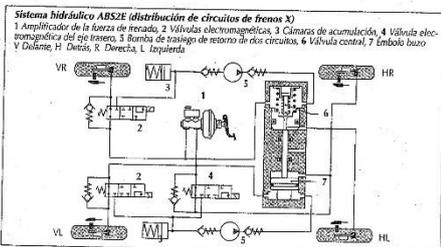
ABS2 (Bosch)

El ABS se basa en el mismo principio de trasiego de retorno que el ABS2S y consta de los siguientes componentes hidráulicos para cada uno de los circuitos de frenos (en distribuciones II y X):

- Bomba de trasiego de retorno,
- Cámara de acumulación
- Cámaras de amortiguación y
- Válvulas electromagnéticas cada una con dos posiciones hidráulicas (válvulas electromagnéticas 2/2)

Por cada rueda (o eje trasero en distribución de la fuerza de frenado II) está previsto un par de válvulas electromagnéticas: una abierta sin corriente (EV) para la formación de la presión (admisión) y otra cerrada sin corriente (AV) para la descarga de presión (salida). Para la descarga de presión más rápida de los frenos de ruedas, al soltar el freno, se ha dispuesto una válvula de retención, conformada como un manguito en el cuerpo de la válvula.

La asignación de formación y descarga de presión a una válvula electromagnética con una sola posición activa (de paso de caudal) lleva a construcciones más compactas de las válvulas con sólo dos conexiones hidráulicas, menor volumen y peso, fuerzas magnéticas menores que permiten así un mando con sólo un transistor de conmutación, con el resultado de me-



Sistema hidráulico ABS2 (distribución de circuitos de frenos X)
1 Amplificador de la fuerza de frenado, 2 Válvulas electromagnéticas, 3 Cámara de acumulación, 4 Válvula electromagnética del eje trasero, 5 Bomba de trasiego de retorno de dos circuitos, 6 Válvula central, 7 Émbolo buzo, 8 Válvulas de descarga, 9 Delante, H. Derecha, R. Derecha, L. Izquierda

nos pérdida de potencia eléctrica en las bobinas magnéticas y en el dispositivo de mando.

El bloque para soporte de las válvulas electromagnéticas 2/2 lleva a un dispositivo hidráulico menor y permite así la integración del dispositivo de mando directamente en el dispositivo hidráulico (dispositivo de mando anexo), con la ventaja de un mazo de cables menor en el vehículo. Las válvulas electromagnéticas 2/2 permiten tiempos de conmutación más breves, debido a su construcción más compacta, incluso hasta el funcionamiento en la cadencia de los ciclos, lo cual aporta una notable mejora de funciones (p.ej. ajuste a cambios en los coeficientes de adherencia) y de confort de regulación (p.ej. variaciones menores en la desaceleración mediante la ayuda de escalones de presión o menos ruidos de válvulas).

Mediante la variación de los motores eléctricos de accionamiento, del volumen de las cámaras de acumulación y un estrangulamiento hidráulico (estrechamiento) de las secciones de paso en las válvulas electromagnéticas, se ha creado con la familia del ABS una nueva generación de sistemas de antibloqueo, que permite su

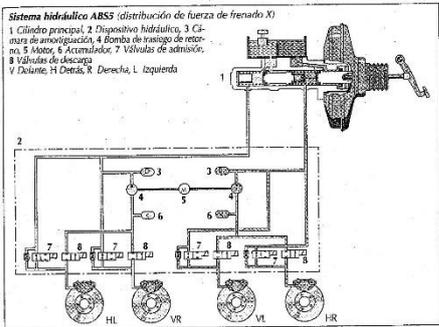
utilización en todos los modelos usuales de automóviles.

ABS sin ASR (Bosch)

Véase "Regulación del resbalamiento en la tracción", pág. 574.

ABS e hidráulica FDR (Bosch)

Para una regulación perfecta de la dinámica de marcha (FDR, regulación de la dinámica de marcha) es necesario una formación suficientemente rápida de la fuerza de frenado en las ruedas. Puesto que por un lado a temperaturas bajas y coeficientes de adherencia pequeños la regulación de la dinámica de marcha tiene que actuar más a menudo, y por otro lado la viscosidad del líquido de frenos aumenta considerablemente, se tiene que modificar el concepto hidráulico del ABS/ASR (ver figura). Como sistema básico de partida se utiliza el ABS/ASR, tal como se ha descrito en el capítulo ABS con ASR (Bosch); el aseguramiento de la potencia de la bomba de trasiego de retorno (RFP) en intervenciones activas en tiempo frío, se consigue mediante una bomba de carga previa (VLP). Por el requerimiento de depósitos cerrados y separados, esta bomba de carga previa



Sistema hidráulico ABS (distribución de fuerza de frenado X)
1 Cilindro principal, 2 Dispositivo hidráulico, 3 Cámara de amortiguación, 4 Bomba de trasiego de retorno, 5 Motor, 6 Acumulación, 7 Válvulas de admisión, 8 Válvulas de descarga, 9 Delantales, H. Derecha, R. Derecha, L. Izquierda

no puede estar antepuesta directamente a las bombas de trasego de retorno, sino que actúa sobre una unidad de émbolos de carga (LKE), montada entre el cilindro principal y la hidráulica ABS/ASR. Cuando se necesita una presión activa de frenado se conecta la bomba de carga previa (igual a las válvulas de carga (VLV), así como también a las válvulas de conmutación (USV)), la cual transporta líquido de frenos hacia la unidad de émbolos de carga, separando así los émbolos de la unidad de émbolos de carga.

Por ello las válvulas centrales de los émbolos de la LKE se cierran mecánicamente y el volumen anteriormente desplazado de los dos cilindros de la LKE es presionado hacia las bombas de trasego de la hidráulica del ABS/ASR de retorno a través de las válvulas abiertas de carga previa. Con la carga previa de las bombas de trasego de retorno se asegura una elevación suficientemente rápida de la presión en los frenos de ruedas incluso a temperaturas bajas. Para eliminar el aire en el líquido de frenos del circuito de carga previa y que los émbolos de la LKE puedan retroceder a la posición inicial después de desconectarse la

bomba de carga previa, está previsto un conducto aparte, con un pequeño estrangulamiento, que va de la unidad de émbolos de carga hasta el depósito.

ALB (Honda)
El ALB (anti-lock-brake) para turismos con tracción delantera se basa en el principio del émbolo buzo. El amplificador de la fuerza de frenado y el ABS están separados estructuralmente.

Al frenar sin ABS la cámara A se une al recipiente ALB a través de la válvula de escape abierta (ver figura). La válvula de entrada cierra la conducción del acumulador de presión, de forma que en la cámara A se tiene la presión atmosférica. Si al frenar aumenta la presión en el cilindro de freno principal, fluye entonces líquido hidráulico de la cámara D a la cámara B. El pistón se desplaza hacia la izquierda y eleva la presión en la cámara C.

Si el pat de frenado es demasiado grande y amenaza con bloquear una rueda, se cierra primero la válvula de salida, con lo que sube la presión en la cámara A y se evita el posterior movimiento del pistón hacia la izquierda. Si continúa el peligro

de bloqueo, se abre la válvula de entrada y el líquido hidráulico entra a alta presión desde el acumulador de presión hacia la cámara A. Esta presión desplaza el pistón hacia la derecha, aumenta el volumen de la cámara C y disminuye así la presión en el cilindro de freno de rueda.

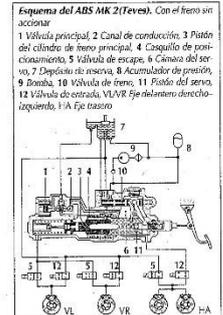
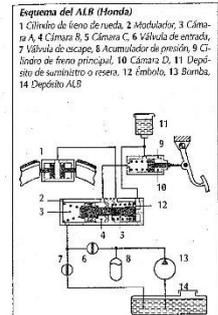
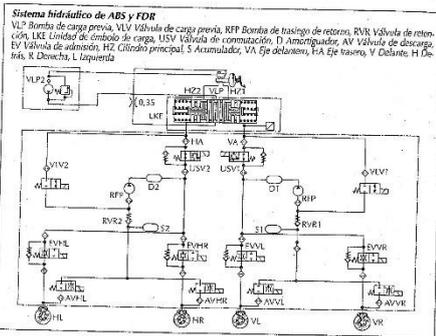
Cuando ya no hay peligro de bloqueo, se cierra la válvula de entrada y se mantiene así constante la presión de frenado en los cilindros de freno de rueda. Si aumenta de nuevo la aceleración de la rueda, se abre entonces la válvula de escape y la presión de frenado en el cilindro de freno de rueda vuelve a aumentar. El proceso de regulación del ALB se nota por una pulsación del pedal del freno.

El ALB de Honda es un sistema antibloqueo simplificado con dos canales de regulación. La rueda delantera con mayor coeficiente de arrastre de fuerza es la que determina el nivel de presión común de los frenos de ambas ruedas delanteras, de forma que en el frenado a fondo se bloquea, por lo general, una rueda delantera. Por lo tanto, la capacidad de dirección queda reducida a la mitad, porque la rueda delantera bloqueada no puede transmitir ninguna fuerza de guía lateral. Además, el

bloqueo de la rueda puede provocar fuertes desgastes de neumáticos. La rueda trasera con menor coeficiente de arrastre de fuerza es la que determina la presión común de frenado de las dos ruedas traseras.

MK 2 (Teves)
Los componentes hidráulicos, el servo y el ABS van unidos formando un aparato compacto, fijo en el compartimiento del motor. En el frenado normal, sin que actúe el ABS, las válvulas de descarga están abiertas. El pistón del servo presiona contra el líquido de frenos de su cilindro y lo envía directamente a los frenos de las ruedas traseras y desplaza los pistones de los cilindros principales de freno hacia la izquierda, lo que hace entrar el líquido de freno a presión en los frenos de las ruedas delanteras.

Por ello se abre la válvula principal ya al iniciarse el frenado ABS. Ahora se une la cámara del freno asistido con el lado primario del pistón de cilindro principal de freno y se cierra la unión del lado primario con el depósito de reserva. De este modo fluye líquido de frenos de la cámara del servo a los frenos de las ruedas delanteras a través del canal de conducción y los retenes del pistón del cilindro principal de fre-



no. Durante el frenado ABS la presión del servo actúa desde la izquierda sobre el casquillo posicionador, de forma que el cilindro principal de freno y el pistón del servo quedan en una determinada posición: en caso de avería del ABS, queda todavía suficiente carrera de pistón para frenar las ruedas delanteras.

Mediante las válvulas de admisión y de descarga se regulan de forma óptima las presiones de frenado en frenados ABS, donde el líquido de frenos descargado desde el cilindro de la rueda fluye hacia el depósito de aprovisionamiento.

Los frenos de las ruedas delanteras se regulan por separado y los de las ruedas traseras conjuntamente, siendo la rueda con menor coeficiente de adherencia la que determina el nivel de presión común. **MK 4 con ASR (Teves)**

Esta versión se utiliza como "ABS separado" en conjunto con el amplificador convencional de depresión. También es ampliable con una ASR.

Si se hace necesaria una reducción de presión en un freno de rueda al comenzar una regulación ABS, se abre la válvula de descarga con la válvula de admisión cerrada, de manera que desde el cilindro de freno de la rueda el líquido de frenos vuelve al depósito de aprovisionamiento. Si se

abre la válvula de admisión para dar lugar a la formación de presión, entonces desde el cilindro principal vuelve a fluir líquido de frenos y el pedal baja algo. Sin trasego posterior por el suministro hidráulico de energía, el pedal de freno bajaría de forma no admisible después de varios ciclos de regulación.

El suministro hidráulico de energía ABS se efectúa mediante una bomba de dos émbolos accionada a través de un doble circuito por un motor eléctrico que se pone en marcha al reconocerse una tendencia al bloqueo. Esta bomba, cuando se precisa elevar la presión, aspira líquido de frenos desde el depósito de aprovisionamiento y lo transporta, a través de la válvula abierta de admisión, al freno de la rueda.

La cantidad sobrante transportada fluye hacia los cilindros principales y presiona el pedal de freno hacia su posición inicial. El posicionador se encarga de la alternativa conexión o desconexión de la bomba, de tal forma que el flujo intermitente de trasego de la bomba produce una posición y un movimiento del pedal suficientemente confortables.

La amplificación de la hidráulica para el funcionamiento ASR se efectúa mediante la anexión de dos válvulas electromagné-

cas ASR, con cuya ayuda los cilindros principales quedan desconectados durante el funcionamiento ASR, así como también de las dos válvulas de limitación de presión que determinan la presión del sistema ASR.

El sensor de número de revoluciones sirve para la supervisión de la función del motor de la bomba, importante para la seguridad.

SCS (Lucas Girling)

El SCS (Stop Control System) para vehículos con tracción delantera es un sistema antibloqueo puramente mecánico, que prescinde de la electrónica y que sólo tiene dos canales de regulación. Dos unidades de modulación de presión regulan por separado las dos ruedas delanteras. Las traseras, en su caso, con disposición en diagonal, son reguladas hidráulicamente por medio de válvulas reductoras de presión. Para ello, las válvulas reductoras de presión están dispuestas de tal manera que en el frenado en línea recta, sobre calzadas homogéneas con adherencia constantemente igual se evita el bloqueo de las ruedas traseras, siempre que no ocurra ningún "Fading" (pérdida de la capacidad de frenado) en los frenos de las ruedas delanteras.

El eje delantero acciona el árbol por medio de una correa. El embrague y la guía

de rampa de bolas están preparadas de tal manera, que en un frenado normal el volante de impulsión gira de forma sincronizada con el árbol.

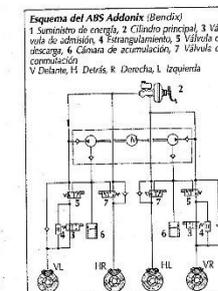
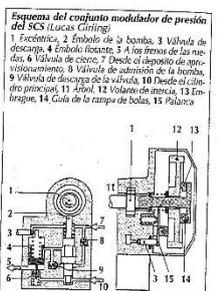
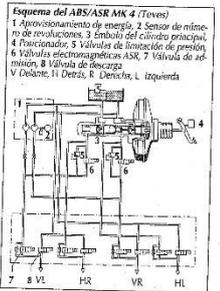
En el caso de peligro de bloqueo por una elevada desaceleración de la rueda, comienza el ciclo de regulación representado esquemáticamente. Si a causa de la gran desaceleración de la rueda, el volante de impulsión va más deprisa que el árbol, éste se desplaza axialmente por la guía de rampa de bolas y suelta el émbolo flotante (buzo) reduciendo la presión del freno. Tan pronto como el árbol y el volante de impulsión vuelven a girar sincronizados, este último se desplaza de nuevo axialmente hacia su posición inicial, con lo que puede a volver a producirse una formación de presión mediante el émbolo flotante.

ABS Addonix (Bendix)
El ABS Addonix (add-on = ABS separado) trabaja según el principio del trasego de retorno. El suministro de energía consta de una bomba de émbolos de los circuitos con motor eléctrico que transporta el líquido de frenos sobrante en la descarga de presión en los frenos de ruedas hacia los cilindros principales.

La válvula de admisión juntamente con la estrangulación origina la elevación rápida de la presión de frenado en el freno de la rueda durante el funcionamiento de frenado parcial, así como también la (válvula de admisión cerrada) un incremento lento de la presión del freno durante el funcionamiento como ABS. Mediante la válvula de descarga puede reducirse la presión del freno de rueda, volviendo el líquido de frenos a través de la cámara de acumulación hacia la bomba de trasego de retorno.

Con esta combinación de válvula de admisión, válvula de descarga y estrangulamiento no se pueden realizar fases de mantenimiento de la presión de frenado, sino solamente el desarrollo de la presión de frenado en forma de dientes de sierra con fases de incremento y de reducción.

Para la regulación de las presiones de frenado en las ruedas traseras sólo están previstas válvulas de conmutación. En este caso no es posible una velocidad distinta de variación de la presión para frenado normal o funcionamiento de ABS.



Componentes del ABS (Bosch)

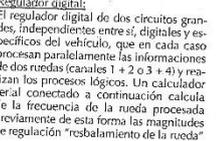
Sensor de número de revoluciones
El sensor inductivo del número de revoluciones comunica la velocidad de la rueda al dispositivo de mando.

Dispositivo de mando con grandes circuitos específicos del vehículo
E. dispositivo de mando, representado en el esquema de bloques, es una instalación de 4 canales que recibe, filtra y amplifica las señales de los sensores del número de revoluciones y determina así el resbalamiento de frenado y la aceleración de las diferentes ruedas.

Conexión de entrada:
La conexión de entrada consta de un filtro pasabaja y de un amplificador de entrada para la supresión de interferencias y la amplificación de todas las señales del sensor de número de vueltas (canales 1 a 4).

Regulador digital:
El regulador digital de los circuitos grandes, independientes entre sí, digitales y específicos del vehículo, que en cada caso procesan paralelamente las informaciones de dos ruedas (canales 1 + 2 o 3 + 4) y realizan los procesos lógicos. Un calculador serial conectado a continuación calcula previamente de esta forma las magnitudes de regulación "resbalamiento de la rueda"

Dispositivo de mando (instalación de 4 canales)
1 Sensor de número de revoluciones, 2 Reserva, 3 Conexión de entrada, 4 Regulador digital, 5 Circuito grande 1, 6 Circuito grande 2, 7 Estabilizador de tensión, memoria de fallos, 8 Circuito de salida 1, 9 Conexión de salida 2, 10 Paso final, 11 Válvulas electromagnéticas, 12 Rola de seguridad, 13 Tensión estabilizada de batería, 14 Luz de indicación de seguridad.



Estabilizador de tensión, memoria de fallos:
Este bloque de funciones sirve para la estabilización de la tensión de alimentación y la supervisión de esta tensión con respecto a límites admitidos de tolerancia; contiene además un reconocimiento de tensión insuficiente y una desconexión en el caso de una tensión de a bordo demasiado baja, una memoria de fallos y un conmutador para la luz de indicación de seguridad.

Dispositivo de mando con microprocesadores
Este dispositivo de mando posee dos microprocesadores, en vez de los dos grandes circuitos, para efectuar el procesamiento previo de las señales, llevar a cabo la realización del programa y encargarse de la supervisión del ABS. El dispositivo de mando efectúa un diagnóstico según norma ISO, la cual permite localizar eventual-

mente "desaceleración o aceleración tangencial de la rueda". Una lógica compleja del regulador (adaptable en sus funciones cambiantes) transforma las señales de regulación en órdenes de posicionamiento para válvulas electromagnéticas. Un punto de interfase serial, comunicado mediante transmisión de datos con la fase de entrada, el calculador y la lógica de regulación, sirve de comunicación entre los dos circuitos grandes.

Un ulterior bloque de funciones abarca la conexión de supervisión para la detección y evaluación de fallos. Una luz de seguridad indica al conductor que el dispositivo de mando, y con ello el ABS, están fuera de servicio. Después de la conexión del ABS, no obstante, el freno de servicio mantiene su plena capacidad de funcionamiento.

Conexiones de salida:
Las dos conexiones de salida actúan como reguladores de corriente para los canales 1 + 2 o 3 + 4 y reciben, desde los dos circuitos grandes, las órdenes de posicionamiento para la excitación de las válvulas electromagnéticas.

Paso final:
El paso final regula, influenciado por los reguladores de corriente en las dos conexiones de salida, las corrientes necesarias en su caso para la excitación de las válvulas electromagnéticas.

Estabilizador de tensión, memoria de fallos:
Este bloque de funciones sirve para la estabilización de la tensión de alimentación y la supervisión de esta tensión con respecto a límites admitidos de tolerancia; contiene además un reconocimiento de tensión insuficiente y una desconexión en el caso de una tensión de a bordo demasiado baja, una memoria de fallos y un conmutador para la luz de indicación de seguridad.

Dispositivo de mando con microprocesadores

Este dispositivo de mando posee dos microprocesadores, en vez de los dos grandes circuitos, para efectuar el procesamiento previo de las señales, llevar a cabo la realización del programa y encargarse de la supervisión del ABS. El dispositivo de mando efectúa un diagnóstico según norma ISO, la cual permite localizar eventual-

los fallos del ABS o mediante una luz de indicación de seguridad o con un dispositivo de comprobación "inteligente".

Dispositivo hidráulico (para ABS2S y ABS3 con distribución de circuitos de frenos XI)
El dispositivo consta, por cada circuito de frenos, de lo siguiente:

- Bomba de trasego de retorno P accionada por un motor eléctrico,
 - Cámara de acumulación S,
 - Cámara de amortiguación D y
 - Diversas válvulas electromagnéticas.
- Bomba de trasego de retorno P:**
Esta bomba transporta el líquido de frenos, que fluye de los cilindros en las ruedas al reducirse la presión, de nuevo hacia el cilindro principal.

Acumulador S:
Las cámaras de acumulación sirven para recibir transitoriamente la gran cantidad de líquido de frenos que se presenta en la disminución de la presión.

Cámara de amortiguación D:

Los amortiguadores con los estrangulamientos conectados a continuación sirven para igualar las fuerzas pulsaciones de la presión del bombo de retorno hacia el cilindro principal, garantizando así un alto "comfort de ruidos".

Válvulas electromagnéticas MV 3/3 en ABS2S:

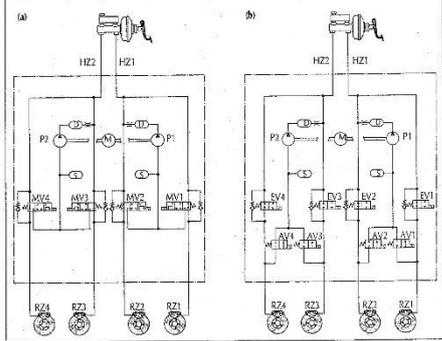
A cada rueda se le asigna una válvula magnética 3/3, para efectuar la modulación de la presión durante la regulación ABS. La modulación consta de 3 estados (formación, mantenimiento, reducción).

Válvulas electromagnéticas EV AV 2/2 en ABS3:

A cada rueda se le asigna un par de válvulas EV/AV. Mediante la regulación correspondiente de las válvulas se pueden producir también con ellas los tres estados de modulación indicados arriba.

Esquema del dispositivo hidráulico

(a) Cuadro del sistema ABS2S, (b) Cuadro del sistema ABS3. HZ: cilindro principal, M: motor eléctrico, P: bomba de émbolo, D: amortiguador, S: acumulador de volumen, MV: válvula electromagnética 3/3, EV: válvulas de admisión 2/2, AV: válvulas de descarga 2/2, RZ: cilindro de rueda.



Instalaciones de frenos para vehículos industriales de un peso total superior a 7,5 t

Sistémática y configuración

En su mayoría las instalaciones de frenos de fuerza auxiliar para vehículos industriales medianos y pesados trabajan con:

- Aire comprimido (nivel normal de presión) como medio para la transmisión y la transferencia de energía de las instalaciones.
- Transmisión neumática/hidráulica de fuerzas en la instalación del freno de servicio y con transmisión neumática de fuerzas en la instalación del freno de estacionamiento o
- Con nivel de alta presión neumática (figuras B, C).

Instalación de freno de servicio para vehículos tractores

En vehículos industriales medianos y pesados no basta con la fuerza del pie del conductor para obtener una desaceleración de frenado suficiente para el funcionamiento normal en la práctica. Por ello se emplean preferentemente instalaciones de aire comprimido, que lo utilizan como energía acumulada para el accionamiento del freno de servicio. Unos cilindros de membrana o de émbolos producen las fuerzas de aprieto en los frenos de las ruedas. De forma creciente se utilizan instalaciones de frenos "air-over-hydraulic", puesto que la presión del aire tiene que ser transformada en presión hidráulica mediante amplificadores de fuerza de frenado, dispositivos compactos de frenos, o cilindros de aprieto previo para el accionamiento de los frenos de las ruedas.

Una instalación moderna de doble circuito de frenado con aire comprimido con conexión de frenado del remolque, acumulador de muelle, instalaciones de frenos auxiliar y de estacionamiento, consta de los siguientes componentes principales:

- Suministro de energía,
- Reserva,
- Válvulas de frenos,
- Regulación de la fuerza de frenado,
- Frenos de las ruedas así como también

- Mando y aprovisionamiento de la instalación de frenos para vehículos con remolque (figura D).

El suministro de energía consta de compresor y regulador de presión (presión de servicio aprox. 8 bar) a los que pueden agregarse, según el caso, protectores contra la congelación, deshidratación automática, filtros de aire, secadores de aire y acumuladores intermedios que se encargan de purificar y secar el aire.

Es recomendable instalar compresores de aire notablemente más potentes que los p.ej. estipulados en las normas EC/CEE, porque en los vehículos industriales modernos puede haber gran número de dispositivos adicionales consumidores de aire comprimido tanto en los vehículos de tracción como en los remolques.

En el punto de intersección entre el suministro de energía y la reserva se encuentra la válvula de protección de cuatro circuitos, la cual sirve para el aseguramiento de la continuidad de suministro a los distintos circuitos de frenos así como también a los consumidores auxiliares con preferencia en caso de fallos.

El dispositivo de accionamiento del freno de servicio comienza en el pedal de freno y termina en los componentes accionados mecánicamente de la válvula de doble circuito.

Las condiciones de espacio en los vehículos industriales a veces hacen necesaria la incorporación de la válvula de freno en el bastidor detrás de la cabina del conductor, y no dentro de la cabina (volcable) del conductor. La problemática de los camiones con conducción a la izquierda o a la derecha, se resuelve con una misma posición de la válvula de freno en el bastidor, mediante un dispositivo hidráulico de transferencia de doble circuito para el dispositivo de accionamiento de la instalación de frenos. En ello un dispositivo eléctrico de alarma vigila el nivel del líquido en los depósitos de compensación de ambos circuitos.

Los dispositivos auxiliares de la instalación de frenos de vehículos de tracción para remolques/semiremolques con instalaciones de frenos neumáticos (ver "Componentes básicos de una instalación de frenos") ayudan a la alimentación del aire

necesario en dichos remolques/semiremolques y de regular en relación con la acción de frenado (válvula de mando del remolque, cabezas de acoplamiento, etc.)

Instalación de frenos para vehículos con remolque

Las instalaciones de frenos de los vehículos de tracción se pueden subdividir, según sea el número de las conducciones de unión hacia el remolque/semiremolque, en instalaciones de una, dos o más conducciones.

En instalaciones antiguas de una conducción (figura E), ésta se encarga de llenar el acumulador de energía así como también del accionamiento de los frenos en las ruedas del remolque a través de una válvula de freno del remolque. Durante la marcha hay presión en los conductos. Para frenar se descarga presión. También en una separación involuntaria del remolque se escapa aire del conducto, asegurándose el frenado automático del remolque. Si en un proceso prolongado de frenado por una pendiente aparece una fuga, bajan la presión en el acumulador de energía y la capacidad de frenado; la capacidad de frenado de freno no puede agotar. La instalación de frenado de una sola conducción, según las directivas EC/CEE, ya no es admitida en vehículos nuevos.

En una instalación de frenos de dos conductos, como ejecución estándar europea, uno de ellos (de reserva) comunica los acumuladores de energía del vehículo de tracción y del remolque/semiremolque; está siempre bajo presión. La segunda con-

ducción (la de frenado) va de la válvula de regulación del remolque en el vehículo de tracción hasta la válvula de freno en el remolque/semiremolque (figura F). El freno de reserva por elevación de la presión.

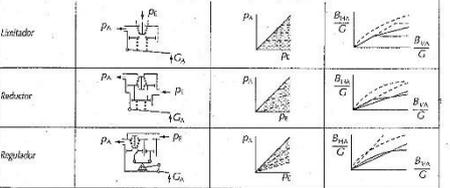
La operación de frenado automático en el caso de separación involuntaria del remolque, en este sistema la lleva a cabo la conducción de reserva. De ella escapa aire en el caso de rotura o desconexión y la válvula de freno del remolque/semiremolque acciona los frenos. Mediante la ayuda de una válvula de regulación del remolque de doble circuito y de la válvula de protección de cuatro circuitos son posibles la regulación y el suministro de aire para el remolque/semiremolque, incluso cuando en el vehículo de tracción haya fallado uno de los dos circuitos de la instalación de frenos. Los cabezales normalizados de acoplamiento para "reserva" y "freno" están equipados con un elemento automático de cierre de aire al acoplarlos.

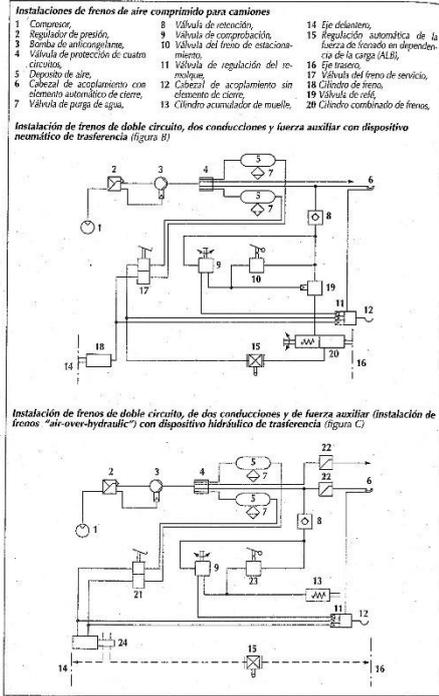
En las instalaciones de frenos de tres conducciones, usuales en Francia y Gran Bretaña, la tercera conducción transmite la presión de freno a la instalación auxiliar de frenos en el remolque/semiremolque.

Distribución de la fuerza de frenado en dependencia de la carga

La regulación automática de la fuerza de frenado dependiente de la carga (ALB) es un equipo imprescindible para el dispositivo de transferencia de la instalación de frenos en vehículos industriales. Unas válvulas de distribución de la fuerza de freno-

Distribuidores de la fuerza de frenado en dependencia de la carga (figura A)





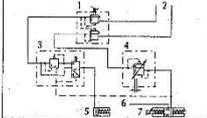
do hacen posible la adaptación a las variaciones de carga en los ejes en vehículos parcialmente cargados o vacíos (p.ej. mediante la detección por sensores del recorrido del muelle de suspensión del eje) y con la conexión de la distribución de fuerza de frenado en los ejes de un vehículo suelto ("distribución de fuerza de frenado por pandeo en función de la carga") o un nivel determinado de frenado (importante para vehículos en funcionamiento con remolques/semirremolques). Existen tres tipos de válvulas para la distribución de la fuerza de frenado (figura A):

1.- Limitadores de la fuerza de frenado
Un limitador de la fuerza de frenado evita, a partir de un "punto de conmutación", el incremento de la fuerza de frenado (p.ej. en el eje posterior), es decir que la distribución de la fuerza de frenado sufre un "pandeo" hacia abajo.

2.- Reductores de la fuerza de frenado
Incluso en el caso más desfavorable de carga, los reductores de la fuerza de frenado hacen posible que la fuerza de frenado se aproxime a la parábola de la distribución dinámica (ideal) (véase "concepción de una instalación de frenos"). En el intervalo posterior al punto de conmutación las fuerzas de frenado en el eje afectado están reducidas con respecto a la distribución inicial de las mismas. Además, la distribución instalada de las fuerzas de frenado depende de la relación de transmisión y de la presión de conmutación (ésta a su vez de la carga sobre el eje) de la válvula de distribución de la fuerza de frenado.

Esquema de funcionamiento del ALB para vehículos de dos ejes (figura C)

1. Válvula de servicio.
2. Desde la alimentación de presión.
3. Válvula vacío/carga (eje delantero).
4. Válvula ALB (eje trasero).
5. Desde el freno de estacionamiento.
6. Cilindro de muelle (eje delantero).
7. Cilindro combinado de freno (eje trasero).



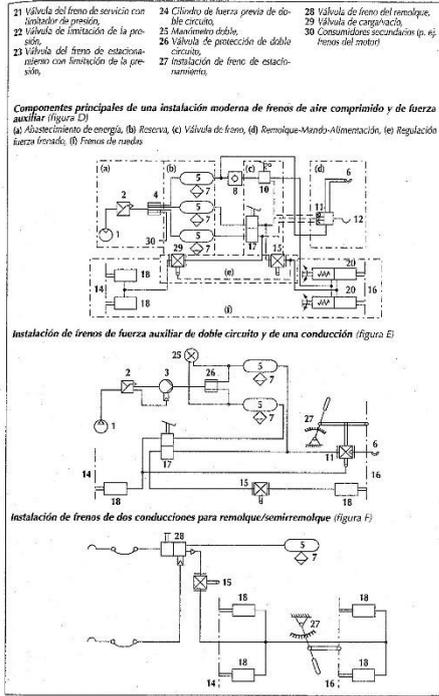
3.- Reguladores de la fuerza de frenado
Los reguladores de la fuerza de frenado, es decir los reductores de la fuerza de frenado dependientes de la carga sobre el eje y con punto de conmutación en el origen de coordenadas del diagrama de distribución de fuerzas de frenado, son dispositivos muy complejos que se utilizan sólo en casos muy especiales. Regulan una distribución de fuerzas de frenado óptima incluso en situaciones muy desfavorables de carga.

Observaciones fundamentales sobre la distribución de fuerzas de frenado con doblez
Los distribuidores de fuerza de frenado en función de la carga ajustan la instalación a la distribución dinámica (ideal) y evitan el bloqueo prematuro de las ruedas de un eje. Por supuesto que, con coeficientes de adherencia bajos y ejes traseros con poca carga, pueden bloquear las ruedas dado que punto de conmutación del distribuidor de fuerzas de frenado puede quedar en tal caso en la zona inestable de éste si aparecen además un par de freno motor alto (par de freno retardador), variaciones de la tolerancia del distribuidor y/o elevadas variaciones del valor nominal en los frenos de los ejes.

Solamente mediante una amplia optimización de la distribución de la fuerza de frenado en dependencia de la carga se puede realizar una instalación de frenos que trabaje de forma precisa bajo todas las condiciones de frenado. Los vehículos industriales con diferencias extremadamente grandes de carga entre el vacío y cargado, precisan instalaciones automáticas de regulación de la fuerza de frenado en función de la carga (ALB) en el eje posterior y válvulas de vacío/carga (para aumentar el campo de trabajo de la ALB, figura C).

Frenos de ruedas
En los vehículos industriales medianos y pesados en el futuro se utilizarán cada vez más los frenos de disco (por lo menos en los ejes delanteros de los vehículos de tracción). Actualmente todavía predominan los frenos de tambor.

El valor característico de freno C^* como criterio de evaluación de la capacidad de potencia de los frenos da la relación entre fuerza de frenado y tensado del freno. Este valor comprende la influencia de la relación interna de transmisión del freno así



como también el coeficiente de fricción, el cual a su vez depende principalmente de los parámetros velocidad, presión de freno y temperatura (figura H).

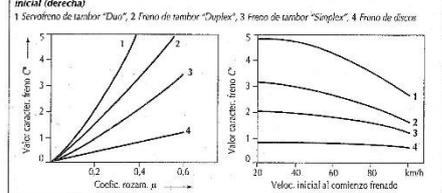
Frenos de tambor
Las formas constructivas de los frenos de tambor son el resultado de considerar el comportamiento en relación con la fuerza, la sujeción y el reajuste posterior de las zapatas de freno.

Frenos de tambor Simplex (figura I): Los frenos de tambor Simplex se diferencian entre sí especialmente por la fuerza de aprieto (flotante, fijo) y la sujeción (mordazas giratorias, mordazas deslizantes). Están muy extendidos los frenos de rueda con fuerza de aprieto flotante y sujeción con mordazas giratorias. La fuerza de aprieto es el resultado de activar la fuerza hidráulica del freno presionando los en-

bolos de presión flotantes, dispuestos sin fijación del recorrido de desplazamiento, y que producen fuerzas de igual magnitud en ambos sentidos. Una mordaza de freno es de entrada cuando la fuerza de rozamiento entre la mordaza y el tambor se suma a la fuerza de aprieto y es de salida cuando esa fuerza de rozamiento actúa contra la fuerza de aprieto.

En los frenos Simplex se obtiene C^* de la suma de los valores de cada una de las mordazas y asciende a $C^* = 2,0$ (con referencia a un coeficiente de rozamiento $\mu = 0,38$). El inconveniente es la gran diferencia de acción de frenado de las dos mordazas y el mayor desgaste resultante de ello en la guarnición de la mordaza de entrada. Por esta razón la mordaza de salida se recubre frecuentemente con una guarnición mucho más delgada que la mordaza de entrada.

Valor característico del freno en función del coeficiente de rozamiento (izquierda) y de la velocidad inicial (derecha)



Frenos de tambor "Simplex"

Tipo	Mordaza giratoria	Llave	Llave en S
Representación del principio			
Valor caract.	$C^* = C_1 + C_2$		$C^* = 4T/(C_1 + 1/C_2)$
Mordazas de freno	1 Mordaza de entrada; 2 Mordaza de salida		

Otra posibilidad de activar un freno de tambor Simplex es la regulación por medio de un calce (con mecanismo integrado de ajuste posterior), que se ha impuesto sobre todo en vehículos industriales ligeros y medianos con frenos neumáticos (figura I, L).

El freno de rueda más utilizado en vehículos industriales pesados es el freno neumático de tambor Simplex con levas en S con tensión fija de aprieto (figura K).
Ventajas:

- Igual desgaste de la guarnición en la mordaza de entrada que en la de salida, obtenido por la tensión fija.
- Largos tiempos de duración de la guarnición.

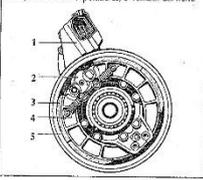
Mecanismos de fuerza de aprieto sencillos, seguros e independientes del calor, a través del cilindro de membrana posicionador del varillaje automático, eje del freno y leva en S.

- Poca variación del valor característico del freno C^{*}.
- Elaboración sencilla de la instalación de freno de estacionamiento mediante acumuladores de muelle.
- Posibilidad precisa de ajuste posterior mediante posicionador automático de varillaje.

Inconvenientes:

- Elevadas fuerzas internas y por ello construcción relativamente pesada, porque se presentan fuerzas desiguales en las levas y por ello elevadas fuerzas libres en los apoyos.

Freno de tambor Simplex con leva en S
1 Cilindro de membrana, 2 Leva en S, 3 Mordazas de freno, 4 Muelles recuperadores, 5 Tambor del freno



- Valor característico de freno C^{*} relativamente pequeño, lo cual significa un elevado trabajo de aprieto durante el frenado.

- A consecuencia de los trayectos de aprieto aproximadamente iguales para la mordaza de entrada que para la de salida, las fuerzas de aprieto se comportan inversamente a los valores característicos de las mordazas individuales.

El valor característico de freno C^{*}, a igualdad de coeficiente de rozamiento, es algo menor en comparación con los frenos Simplex con aprieto hidráulico o neumático.

Frenos de tambor "Duo-Duplex": encuentra ya muy poca aplicación (por ejemplo con regulación por calce) con dos mordazas de entrada (figura L).

Las características de estos frenos son la fuerza de aprieto flotante y el soporte necesario para las mordazas deslizantes. Una ventaja es el desgaste por igual de la guarnición en ambas mordazas, y la mayor relación de transformación interna en comparación con los frenos Simplex. Con dos mordazas de entrada se consiguen valores característicos de C^{*} = 3,0 que, sin embargo, debido a la disminución del frenado por calentamiento y abrasión, no se puede mantener constante mucho tiempo.

Servofrenos de tambor "Duo": Los servofrenos "Duo" tuvieron en el pasado gran aplicación en los vehículos industriales ligeros (especialmente en los ejes traseros). La característica importante es que tanto en marcha hacia adelante como en marcha hacia atrás, actúan por igual y la fuerza de sujeción de la mordaza primaria se utiliza como fuerza tensora de la mordaza secundaria. El valor característico se sitúa en C^{*} = 5,0.

La razón de la amplia difusión del servofreno "Duo" es que por sus elevados valores característicos se puede instalar en camionetas y camiones de hasta 7,5 t como instalación de frenos por depresión de fuerza auxiliar. Al mismo tiempo la instalación de freno de estacionamiento alcanza todavía partes de frenado importantes al ser accionada manualmente. Sin embargo, con solicitaciones térmicas, se presentan fuertes fluctuaciones del valor característico, lo que limita las posibilidades de su utilización y precisa de una dis-

- Huelgo que depende de la elasticidad del disco/tambor de freno y de las guarniciones de freno así como también de la transmisión de fuerzas entre cilindro de freno y freno de la rueda ("recorrido de elasticidad").

Un posicionador de varillaje se encarga automáticamente del ajuste posterior requerido (figura M).

Instalación de freno de estacionamiento

Las instalaciones de freno de acumulador de muelle, usuales en vehículos industriales de más de 7,5 t de peso total, son una versión cómoda de freno de estacionamiento y de freno auxiliar. Para ello se combinan entre sí el cilindro de freno de acumulador de muelle de la instalación del freno de estacionamiento, con sistema de freno exclusivamente de aire comprimido, y el cilindro de membrana de la instalación del freno de servicio.

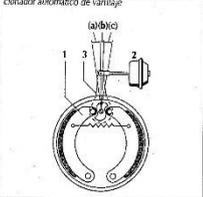
En posición suelta la válvula de protección de cuatro circuitos y la válvula del freno de estacionamiento comunican el depósito de reserva del freno de servicio con el compartimiento de compresión de muelle, manteniendo así tensado el muelle. En esta serie de dispositivos, en el caso de vehículos con conexión para el sistema de frenos del remolque/senirremolque, se monta además un depósito intermedio de amortiguación. Accionando la válvula del freno de mano se reduce la presión en el compartimiento de compresión. Así, pri-

meramente se produce un frenado parcial, y al seguir accionando, otra reducción de la presión a la del ambiente y así el frenado completo del acumulador de muelle (frenado auxiliar). Un ulterior accionamiento fija una posición determinada de "aparcamiento". Con la ayuda de otra posición de la palanca de mano se puede frenar solamente el vehículo de tracción y no todo el tren. Aparte de esta posición de comprobación del freno de estacionamiento en funcionamiento para frenos, la legislación ECE exige un acopio asegurado de aire, el accionamiento y soldado durante nueve veces con la reserva de energía, un dispositivo de alarma que indica que el acumulador de muelle comienza a funcionar y un dispositivo auxiliar de soldado.

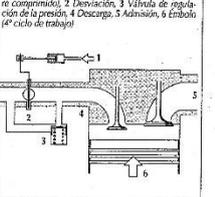
Instalaciones de freno continuo

Los frenos de las ruedas utilizados en los turismos y los vehículos industriales no están previstos para un funcionamiento continuo. Si se aplican durante largo tiempo, por ejemplo, al bajar pendientes, se puede presentar en ellos una sobrecarga térmica que disminuye el rendimiento de los frenos ("Fading"). En casos extremos puede llegar a fallar del todo la instalación. Especialmente en vehículos de elevado peso total, para la aplicación continuada al bajar pendientes, llevan incorporado frecuentemente un freno continuo exento de desgaste, independiente de los frenos de las ruedas.

Huelgo en frenos (figura N)
(a) Por elasticidad, (b) Por desgaste, (c) Construcción



Freno de tubo de escape con válvula adicional de regulación de presión (figura N)
1 Accionamiento de la válvula del tubo de escape (aire comprimido), 2 Desviación, 3 Válvula de regulación de la presión, 4 Descarga, 5 Admisión, 6 Émbolo, (4º ciclo de trabajo)



tribución bien ajustada para cada vehículo de la distribución de la fuerza de los frenos. En los futuros sistemas de frenos de ruedas, los frenos de tambor Duo-Duplex sólo tendrán muy poca importancia para los sistemas de frenos de servicio.

Frenos de disco

Aparte de su utilización en autocares rápidos, los frenos de disco se utilizan predominantemente en los ejes delanteros de vehículos industriales medianos y pesados.

Ventajas respecto al freno de tambor:

- Mejor capacidad de regulación progresiva de la acción de frenado;
- Con un dimensionado correcto para soportar la carga calorífica se logra un desgaste por igual de las pastillas por ambos lados del disco;
- menor tendencia a ruidos de frenado;
- mantenimiento del valor característico relativamente constante, con poca tendencia a la pérdida de la fuerza de frenado por calor y abrasión.

Inconvenientes:

- Duración menor de guarniciones de frenos;
- Costes mayores de adquisición y de servicio (en comparación con los frenos de tambor).

Las frenadas de adaptación a grandes velocidades de las autopistas se hacen, por lo general, mejor con frenos de disco, con menos pérdida de fuerza por calentamiento

o y menos tendencia a la formación de grietas en los discos que en los tamboros de freno. El valor característico de frenado se sitúa en C^{*} = 0,76, referido al valor básico de $\mu = 0,38$.

En vez de los frenos de disco de montura fija empleados principalmente hasta ahora, se van introduciendo cada vez más los frenos de disco de montura flotante. Decisivo para esto son las tendencias hacia frenos más baratos y ligeros y con mayor resistencia al calentamiento. La montura queda libre del par de frenado, lo que resulta positivo en la regulación y constancia de la acción de los frenos.

Ajuste posterior automático de los frenos de ruedas

Con el desgaste de las zapatas de freno aumenta el huelgo entre la guarnición y el tambor de freno y con éste, a su vez, el recorrido de frenado. Si dicho huelgo no es ajustado debidamente, podría suceder en un caso extremo que el recorrido del émbolo del freno llegara a ser tan grande, que ya no podría obtenerse el efecto de frenado. El ajuste automático de regreso a la posición de huelgo correcto se produce al soltar el freno de la rueda.

Durante un frenado, el recorrido necesario del émbolo en el cilindro del freno, para cruzar el huelgo, se puede subdividir en tres tramos:

- Huelgo predeterminado entre guarnición de freno y el tambor/disco de freno,
- Huelgo por desgaste de guarnición,

Frenos de tambor Duo y freno de disco (figura L)

Tipo	Duo-Duplex Calce	Duo-Servo Regulaje por fuerza	Freno de disco
Representación del principio			
Valor característico	$C^* = C_1 + C_2$	$C^* = C_1 + C_2(k_1 + k_2 \cdot C_1)$	$C^* = 2 \cdot \mu$
Mordazas de freno	1 Mordaza de entrada; 2 Mordaza de salida	-	-

esta instalación también se utiliza para frenados de adaptación. Así se reduce el desgaste de las guarniciones y se mejora el confort de frenado. En los vehículos industriales se utilizan principalmente dos tipos de frenos continuos.

1.- Sistema de freno del motor

La potencia de frenado del motor se compone de la potencia de arrastre y de la potencia de frenado (causada por el estrangulamiento del flujo de gases de escape en el ciclo de expulsión de gases). La potencia de arrastre de los motores de serie es, específica de la cilindrada, de 5 a 7 kW/l. En contraste con esto, los motores de serie con freno del motor convencional (freno de "válvula de tubo de escape") alcanzan los 14 a 20 kW/l. Un ulterior incremento de la potencia de frenado del motor sólo es posible con construcciones adicionales. Los frenos del motor de descompresión (p.ej. "C-Brake", "Jake-Brake", "Dyvalator", o "Powerbrake") así como también los de estrangulamiento continuo pueden incrementar claramente la potencia de frenado (figura R).

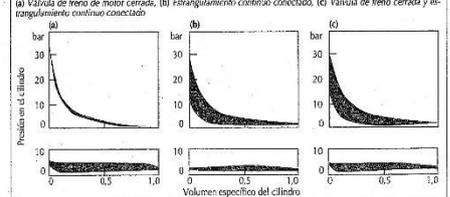
Freno del motor con válvula de tubo de escape: hasta hoy en día este tipo de freno de motor evidencia la mayor difusión. El conductor puede cerrar (mediante aire comprimido y poco esfuerzo) una válvula giratoria instalada en el tubo de escape. Se origina en el sistema de gases de escape una contrapresión que cada émbolo tiene que vencer en el 4º ciclo de trabajo (figura N).

Mediante el empleo de una válvula de regulación en la desviación se puede incrementar la potencia de frenado, juntamente con una válvula en el tubo de escape, en los intervalos medio y alto de revoluciones. A números mayores de revoluciones la válvula de regulación evita sobrepasar los límites, por encima de los cuales las válvulas, o su accionamiento, podrían sufrir daño.

Freno del motor con estrangulamiento continuo: el freno del motor convencional, con válvula en el tubo de escape, utiliza exclusivamente el trabajo en la fase de cambio de gas, es decir entre el 4º y el 1er ciclo de trabajo. Una descompresión exacta durante los ciclos de trabajo 2º y 3º libera una parte del trabajo de compresión. Los diagramas p-v presentan los desarrollos de las presiones en un cilindro para los sistemas de freno del motor de "válvula de tubo de escape" y "estrangulamiento continuo" así como también para la combinación de ambos sistemas (figura O). La potencia de frenado al utilizar el estrangulamiento continuo se origina principalmente en la fase de altas presiones, en contra de lo que sucede con la válvula de tubo de escape.

La instalación de una pequeña válvula de estrangulamiento en la desviación hacia la válvula de expulsión permite aumentar la potencia. El accionamiento de esta válvula se efectúa también aquí mediante aire comprimido, al igual que en la

Principio de funcionamiento de sistemas de freno del motor en el diagrama p-v (n_v = 1700 min⁻¹) (figura O)

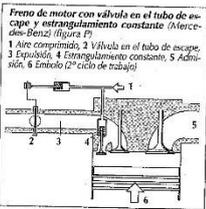


válvula giratoria en el tubo de escape. Durante el funcionamiento del freno del motor la válvula puede abrirse de forma continua, obteniéndose así una sección de estrangulamiento constante (figura P).

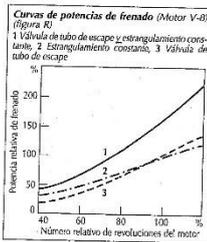
2. Retardadores

En camiones y autocares se utilizan cada vez más los retardadores como frenos continuos sin desgaste. Así se puede cumplir con las regulaciones legales, incrementar la seguridad activa de los vehículos descargando el trabajo del freno de servicio y aumentar la rentabilidad de los vehículos mediante un menor desgaste de las guarniciones de frenos y unas mayores velocidades promedio.

Los retardadores pueden colocarse entre el motor y la caja de cambios (retarda-



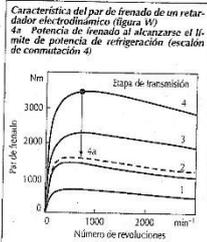
Freno de motor con válvula en el tubo de escape y estrangulamiento constante (Mercedes-Benz) (figura P)
 1 Aire comprimido, 2 Válvula en el tubo de escape, 3 Expulsión, 4 Estrangulamiento constante, 5 Admisión, 6 Estator (2º ciclo de trabajo)



en la caja de cambios. Una regulación de microprocesadores se encarga de obtener pares de frenados de valor aceptable también en el intervalo inferior de revoluciones del árbol articulado mediante una válvula proporcional.

En ciertas situaciones los retardadores hidrodinámicos sólo pueden utilizarse un tiempo limitado. La potencia de refrigeración de los motores diesel modernos está en máx. 300 kW. Debido al acoplamiento de los circuitos de refrigeración del motor y del retardador podría peligrar el motor y el retardador si no se adoptaran medidas de seguridad. Por ello el empleo de interruptores térmicos limita la potencia de freno del retardador de forma que se asegura el equilibrio térmico.

Retardador electrodinámico: Los retardadores corrientes actuales disponen de una sujeción que sirve de estator, a la que se fijan las bobinas de excitación (figura V). En el árbol de accionamiento se instalan a cada lado del estator unos rotores que llevan nervios para disipar mejor el calor. Para frenar se alimentan las bobinas de excitación con corriente (de la bobina o del generador) y producen así un campo magnético que induce corrientes de Foucault cuando los rotores atraviesan ese campo y generan el par de frenado, cuya magnitud depende de la excitación de las bobinas del estator y del tamaño del entrehierro.



dores primarios) o entre la caja de cambios y el/los eje/s motor/motrices (retardadores secundarios). Los retardadores primarios llenan la desventaja de la inevitable interrupción de fuerza, y con ello la interrupción del efecto de frenado, durante el cambio de marchas en cambios manuales. Los retardadores primarios se realizan junto con engranajes de conmutación bajo carga. Esto conlleva una ventaja indudable frente al retardador secundario (figura S) en los descensos pronunciados, reteniéndose con el motor a baja velocidad.

El nivel tecnológico lo forman dos concepciones básicas diferentes:

Retardador hidrodinámico: El retardador hidrodinámico actúa de la misma forma que el embrague Föttinger (figura T). La energía mecánica del árbol de accionamiento (casi siempre un eje Cardan) se transforma por medio del rotor en energía cinética de un líquido. Esta energía cinética a su vez se transforma en calor en el estator, lo que hace necesaria la refrigeración del líquido.

Una palanca manual o el pedal de freno (en el retardador integrado) determinan la potencia de frenado precisada por el conductor. En conexión con una regulación electrónica se puede ajustar una presión neumática de mando definida, la cual empuja una cantidad de aceite proporcional a esa presión hacia el compartimento de trabajo entre rotor y estator del retardador. La energía de flujo, aportada al aceite por la velocidad del vehículo y el movimiento con ella provocado del rotor, es frenada por las palas fijas del estator, lo que a su vez causa el frenado del rotor y así de todo el vehículo.

Características:

- El calor producido se descarga al aire.
- Coste constructivo relativamente reducido.
- Peso relativamente elevado.
- Para que funcione sin problemas es necesario tener una buena alimentación.
- El calentamiento del retardador lleva a la disminución del par de frenado.
- Potencias de frenado altas también a velocidades reducidas.
- Influyen en la potencia las palas del rotor, las condiciones de la corriente de aire alrededor del freno de corrientes parásitas y la temperatura ambiente.

Las características de un retardador hidrodinámico del calor de frenado producido debe eliminarse por medio del circuito de refrigeración del motor. Por ello es preciso un dimensionado suficiente del circuito de refrigeración.

- Coste constructivo relativamente alto.

- Peso reducido del retardador hidrodinámico integrado directamente en la caja de cambios.

- Altas potencias específicas de frenado.

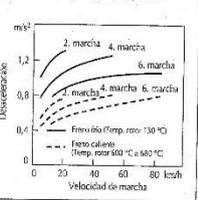
- Par de frenado regulable sin escalones.

Retardadores electrodinámicos: Los retardadores corrientes actuales disponen de una sujeción que sirve de estator, a la que se fijan las bobinas de excitación (figura V). En el árbol de accionamiento se instalan a cada lado del estator unos rotores que llevan nervios para disipar mejor el calor. Para frenar se alimentan las bobinas de excitación con corriente (de la bobina o del generador) y producen así un campo magnético que induce corrientes de Foucault cuando los rotores atraviesan ese campo y generan el par de frenado, cuya magnitud depende de la excitación de las bobinas del estator y del tamaño del entrehierro.

La clara reducción del par de frenado de los retardadores electrodinámicos al aumentar la temperatura del rotor se puede atribuir al aseguramiento térmico (figura Z). La desaceleración del vehículo se reduce al aumentar la carga térmica del retardador electrodinámico.

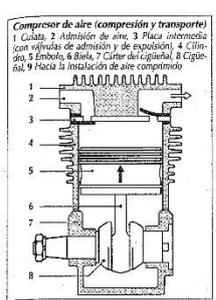
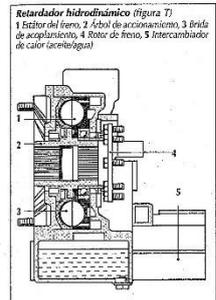
Para evitar destrucciones debidas a la temperatura, un interruptor bimetálico corta el suministro eléctrico a la mitad de las ocho bobinas, al alcanzarse en el estator una temperatura de 250 °C (figura Z).

Influencia de la relación de transmisión y de la temperatura del rotor sobre la potencia de los retardadores electrodinámicos (vehículo industrial de 17 t, cargado) (figura Z)



Las pérdidas del ventilador también están presentes con el retardador desconectado y deben tenerse en cuenta en el dimensionado del retardador.

En el retardador hidrodinámico secundario se dispone de un par de frenado casi constante en un amplio intervalo del número de revoluciones del árbol articulado (figura U). Por debajo de aprox. 1000 min⁻¹ el par de frenado cae bruscamente. Debido a esta característica los retardadores hidrodinámicos de construcción convencional



Componentes para frenos neumáticos

Dispositivo de suministro de energía

El dispositivo de suministro de energía se compone de:

- Fuente de energía
- Regulación de presión
- Preparación del aire.

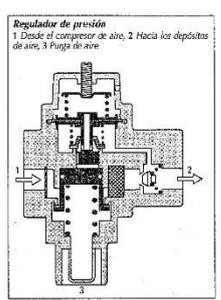
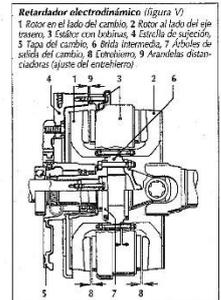
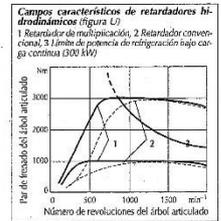
Fuente de energía: La fuente de energía es un compresor accionado por el motor mediante correas trapezoidales o ruedas dentadas, de funcionamiento continuo. Consta de:

- Carter de cigüeñal con cigüeñal (arrastador para la bomba de la dirección asistida en el extremo libre del árbol), apoyo y conexiones para el engrase del motor por circulación.
- Cilindro con émbolo y biela.
- Placa intermedia con válvulas de admisión y de expulsión.
- Culata con conexiones de aspiración y de presión de aire, y en versiones con refrigeración por líquidos, adicionalmente con las conexiones correspondientes.

Para reducir las pérdidas al ralentí (resistencia de aberturas y de corrientes en válvulas, conductos y regulador de presión) se emplean cada vez más reguladores de ahorro de energía que se montan en la placa de válvulas y se accionan neumáticamente mediante un elemento de ajuste. Al ralentí el

son apropiados especialmente para vehículos con altas velocidades de transporte (transportes de largo recorrido).

Las nuevas concepciones de retardadores contrastan la característica desfavorable del par de frenado del tipo descrito y aportan altos pares de frenado ya a números reducidos de revoluciones del árbol articulado. Una etapa con una rueda dentada recta con relación de transmisión de aprox. 1:2, acciona estos retardadores de multiplicación¹⁾, colocados lateralmente



Regulador de presión

Desde el compresor de aire, 2 hacia los depósitos de aire, 3. Purga de aire.

El compresor de aire se suele fijar al motor del vehículo por medio de un pie o una brida; a veces ya viene integrado al motor.

En su carrera descendente el émbolo aspira aire después que la válvula de admisión se haya abierto automáticamente por la depresión. Al comienzo de la carrera ascendente el émbolo la cierra. Se comprime entonces el aire y una vez alcanzada una presión determinada por encima de la cual se abre, también automáticamente, la válvula de descarga se comunica ésta con la instalación de aire comprimido a la que está unida.

Se intenta alcanzar en la cantidad transportada un grado de transporte del 70% y en el consumo de aceite un valor máx. de 0,5 g/h.

Regulación de la presión: La regulación de presión cuida del mantenimiento del nivel de presión deseada. Se utilizan principalmente dos tipos de regulación:

1º Con regulador de presión que no actúa en la fuente de energía (en compresores con números de revoluciones máximos >2500 min⁻¹).

El regulador de presión se desconecta al alcanzar la presión de trabajo máxima deseada y hace que durante el período siguiente de marcha en vacío el compresor descargue la presión al ambiente. Al llegar la presión en el depósito de aire a su límite inferior de presión de trabajo, el regulador se conecta de nuevo y conduce el aire comprimido por el compresor al depósito.

2º Con regulador de presión que actúa en la fuente de energía (en compresores con números de revoluciones máximas <2500 min⁻¹).

El regulador tan pronto como se alcanza la presión de trabajo máxima deseada, abre por derivación de la presión de un émbolo de accionamiento en el compresor la válvula de admisión de aire. El aire aspirado vuelve simplemente a la tubería de aspiración sin volver al depósito. Si la presión en el depósito de aire llega al límite inferior de trabajo, entonces conmuta el regulador, la válvula de admisión se abre y cierra automáticamente y se llenan los depósitos de aire.

Nivel de presión: En el vehículo tractor se utilizan hoy día los valores entre 7 y 12 bar (baja presión) y entre 14 y 20 bar (alta presión). En las tuberías de unión al remolque, las presiones para las instalaciones de doble conducción están entre 6 y 8 bar.

Preparación del aire: Debe asegurarse el funcionamiento sin averías de los componentes de la instalación de frenos conectada a continuación. La suciedad es perjudicial para la estanqueidad de las válvulas de regulación y cuando hay agua en el aire comprimido se produce corrosión y, en caso de heladas, su congelación. Para evitar esto se instala a continuación del compresor un secador de aire. Con esta disposición ya no es necesaria la adición de productos anticongelantes.

Secador de aire de un compartimento

Un secador de aire consta principalmente de un compartimento de producto secante (higroscópico) y un almacén en el cual se encuentran, además de la conducción de paso de aire, una válvula de descarga de aire y una regulación para la regeneración del granulado. Usualmente se regenera el granulado mediante un depósito de aire de regeneración con válvula de estrangulamiento y regeneración integrada.

Funcionamiento: El aire comprimido fluye a válvula de descarga cerrada, proveniente del compresor a través del compartimento del producto secante a los depósitos de reserva de aire. Simultáneamente se llena un depósito de aire de regeneración de un volumen de 4 a 6 litros con aire comprimido seco. Al pasar por el compartimento de producto secante se le extrae agua, por condensación y por adsorción, al aire comprimido húmedo.

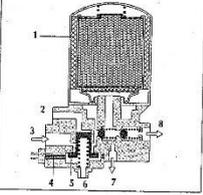
El granulado en el compartimento de producto secante tiene una capacidad limitada de absorción de agua y por ello debe ser regenerado después de ciertos intervalos de tiempo. En un proceso de inversión, el aire comprimido seco del depósito de aire de regeneración se descomprime a presión atmosférica a través de la válvula de estrangulamiento y regeneración, fluye contracorriente a través del granulado húmedo, le extrae la humedad y se expulsa luego, como aire húmedo, a la atmósfera a través de la válvula de descarga. En secadores de aire con regulador integrado de presión, su dispositivo de mando está montado en la conexión 4 del armazón de válvulas del secador.

Dispositivo de accionamiento

El dispositivo de accionamiento comprende por lo general los elementos desde el pedal de freno hasta los dispositivos que actúan sobre los dispositivos de regulación.

Secador de aire de un compartimento

1 Compartimento de producto secante (higroscópico), 2 Doble el regulador de presión, 3 Depósito de reserva de aire, 4 Válvula de calificación, 5 Válvula de descarga, 6 Tubería de paso, 7 Hacia el depósito de aire de regeneración, 8 Hacia el depósito de aire de reserva.



Válvula del freno de servicio

Se accionan dos válvulas de regulación, dispuestas una detrás de otra, por medio de un dispositivo común (pedal de freno con transmisión). Por medio de las fuerzas de cierre de válvula y del muelle de igual de magnitud, así como con el equilibrio de las fuerzas de apertura en ambas válvulas de regulación se asegura el sincronismo en ambas caras la presión que ya está regulada para el caso, y cuida así de la marcha por igual de los circuitos. Por medio del recorrido de muelle pretensado se consiguen pequeños recorridos de reacción de la válvula del freno de servicio. La acción conjunta de la fuerza del pistón de reacción y el recorrido del muelle permite que el sistema ejecute los recorridos de regulación de forma automática. Una doble junta del pistón equilibrador cuida de la seguridad exigida.

Válvula del freno de estacionamiento

A causa del poco espacio de montaje en tablero de instrumentos, surgió la forma hoy corriente muy pesada de la válvula del freno de estacionamiento que regula los cilindros de freno fundamentalmente por medio de válvulas de relés.

Una palanca accionada manualmente (palanca de accionamiento) ajusta un

asiento interior de válvula por excéntrico y cubre junta de asiento. Así regula una válvula de doble asiento, actuando aire comprimido por arriba y la fuerza de muelles de presión por abajo sobre un émbolo de válvula. En la posición de frenado la palanca de accionamiento se enclava automáticamente, quedando el compartimento encima del émbolo de válvula descargado del aire. A voluntad se pueden adoptar posiciones intermedias entre frenado.

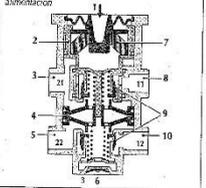
Si se mueve la palanca de accionamiento más allá de la posición de frenado, entonces acciona la válvula auxiliar (válvula de comprobación). En este caso fluye aire desde el depósito de reserva de aire hacia la conexión de la válvula de regulación del remolque, dejando activo el efecto de frenado en el vehículo de tracción, pero suprimiendo dicho efecto en el remolque.

Regulador automático de la fuerza de frenado en función de la carga

El regulador de la fuerza de frenado está conectado entre la válvula del freno de servicio y los cilindros del freno. Según la carga del vehículo regula la presión de frenado que le llega. Tiene una membrana de reacción con superficie de accionamiento variable. La membrana está situada sobre dos rejillas en forma de radios que atacan a una sobre la otra. Según la posición del asiento de la válvula de regulación en dirección verti-

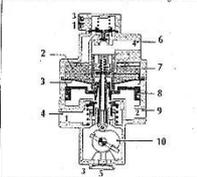
Válvula de freno de servicio

1 Accionamiento, 2 Pistón de reacción, 3 Circuito de freno, 4 Pistón equilibrador, 5 Circuito de freno, 6 Al aire libre, 7 Racimo de muelle, 8 Circuito de alimentación, 9 Válvula de regulación, 10 Circuito de alimentación



Regulador automático de la fuerza de frenado en función de la carga

1 Purga de aire, 2 Rejilla, 3 Membrana de reacción, 4 Del depósito de aire, 5 Al aire libre, 6 De la válvula del freno de servicio, 7 Válvula de regulación, 8 Pistón relé, 9 A los cilindros de freno, 10 Leva giratoria



Dispositivo de transmisión

El dispositivo de transmisión se compone de:

- Seguridad del circuito (por ejemplo: válvula de protección de varios circuitos)
- Acumulación de energía (por ejemplo: depósito de aire)
- Aparatos de mando (por ejemplo: válvulas de freno)
- Aplicación de la fuerza de frenado graduada según la carga (por ejemplo: regulación automática de la fuerza de frenado en función de la carga)
- Cilindros de frenado o de servofreno

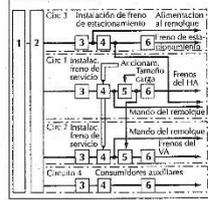
El esquema de bloques representado abajo indica como actúan entre sí los componentes del dispositivo de transmisión de una instalación de frenos de servicio con fuerza externa, de doble circuito (planos de frenos en la página 622). Misión y construcción de los componentes:

Seguridad del circuito: Separación de un circuito del otro en caso de avería en uno de ellos, así como posibilidad de continuar alimentando el circuito intacto. Eso se consigue principalmente por combinación de válvulas de sobrecarga unidas cuya función queda asegurada tanto con caudales pequeños como grandes.

Acumulación de energía: Disposición del volumen de energía necesario para todos

Dispositivos de transmisión de una instalación de freno de fuerza externa (Esquema de bloques)

1 Aporte de energía, 2 Seguridad del circuito, 3 Acumulación de energía, 4 Aparato de regulación y mando, 5 Distribución de la fuerza de frenado en función de la carga, 6 Cilindros de freno o servofrenos, VA Fijador de freno, FJA Fijador



los circuitos, incluso para el caso de fallo de la fuente de energía. Para esto se utilizan corrientemente depósitos de aire, de chapa soldada con sus correspondientes reservas de seguridad para las sobrepresiones y contra la corrosión.

Dispositivos de regulación

Regulación de la dosificación de presión deseada en la parte de la instalación que corresponde. Las válvulas de reacción accionadas o reguladas mecánica, hidráulica o neumáticamente, regulan la presión a la salida de la válvula correspondiente, en relación con la magnitud de la de entrada. Por razón de la multiplicidad de aplicaciones también se utilizan numerosos aparatos diferentes. Entre otros, para las instalaciones de freno de servicio de doble circuito, hacen falta válvulas de regulación de los dos circuitos. Para cumplir bien los cometidos que se asignan a la instalación de frenos hace falta una buena regulación, con buena capacidad de dosificación, reacción rápida y una histeresis reducida.

Regulación automática de la fuerza de frenado en dependencia de la carga (ALB)

Regulación automática de la presión en función de la carga. A menudo se toma como medida de la carga el recorrido de los muelles (en el caso de suspensión de muelles de acero) y la presión en los fuelles (en suspensión neumática). Una válvula de regulación con una sección de reacción variable, reduce su presión de salida con respecto a la de entrada, en función del recorrido de los muelles o la presión en los fuelles.

Cilindro de freno o cilindro posicionador

Conversión en fuerza de la presión regulada en la instalación correspondiente. Existe tanto el tipo de pistón como el de membrana. Para las instalaciones de freno de servicio se utilizan principalmente cilindros de membrana y para las instalaciones de frenos de estacionamiento los cilindros con pistón y acumulador de energía por muelle. En los ejes en los cuales actúan tanto los frenos de servicio como los de estacionamiento y en las instalaciones de freno sin transmisión hidráulica de la fuerza, se emplean cilindros llamados cilindros combinados de una sola cámara con acumulador de energía por muelle. Frenos de ruedas (ver pag. 644).

cal se obtiene una superficie de reacción grande (posición inferior de la válvula) o pequeña (posición superior de la válvula). Con ello se consigue regular, o bien una presión baja (carga de vehículo vacío) o la misma presión alta (plena carga) procedente de la válvula relé integrada en los cilindros del freno. El regulador va fijo al bastidor del vehículo y está en contacto, a través de varillaje, con la suspensión del eje por medio de una palanca giratoria. La leva giratoria desplaza lo que correspondía el tubo de la válvula en dirección vertical y determina con ello la posición de la válvula. El limitador de presión, incorporado encima del regulador, deja penetrar una pequeña parte de la presión sobre la cara superior de la membrana. Así, hasta la llegada de esta presión, no se produce ninguna reducción de la presión en el cilindro de freno. Eso realiza la aplicación sincronizada de los frenos de todos los ejes del vehículo. En caso de rotura de la palanca giratoria, la presión regulada fluye hacia los cilindros de freno en la proporción 2:1.

Cilindros de freno combinados para los frenos de cuña

El cilindro combinado consta de un cilindro de una sola cámara con membrana para los frenos de servicio y un cilindro de pistón con acumulador de energía por muelle para el freno de estacionamiento, después

tos uno detrás de otro, que actúan sobre el mismo vástago de empuje. Pueden ser accionados independientemente el uno del otro. Cuando se accionan simultáneamente se suman sus fuerzas. El tornillo central de ajuste, permite tensar el muelle del acumulador de muelle, incluso sin aire comprimido. Esto es también la posición de montaje al instalarlo en el vehículo. Después del montaje, el tornillo de ajuste se atornilla hacia dentro del cilindro acumulador de muelle, y el muelle actúa, a través del vástago del pistón, sobre el mecanismo separador de cuña. Por la entrada del aire comprimido delante del pistón del acumulador de energía por resorte (soltado del freno de estacionamiento) se mueve el pistón venciendo la fuerza del muelle, el cual se tensa y suelta el freno (posición dibujada). Cuando se acciona el freno de servicio entra el aire comprimido por detrás de la membrana y a través del disco del pistón y el vástago de empuje comprime el mecanismo separador de cuña. La disminución de la presión hace que nuevamente se suelte el freno.

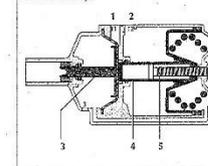
Para frenos de tambor accionados por levas y para frenos de disco se utilizan variaciones del principio descrito.

Válvula de mando del remolque

La válvula de mando del remolque incorporada en el vehículo de tracción gobierna los frenos de servicio del remolque en las instalaciones de freno de doble conducción.

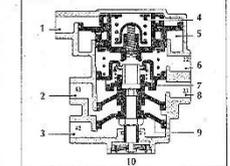
Cilindro de freno combinado para frenos de cuña

1 Cilindro de cámara única, 2 Cilindro acumulador, de resorte, 3 Vástago empujador, 4 Vástago del pistón, 5 Tornillo de ajuste



Válvula de mando del remolque

1 Circuito de freno de servicio, 2 Circuito de freno de estacionamiento, 3 Circuito de freno de servicio, 4 Muelle de regulación previa, 5 Pistón de regulación, 6 Conexión de freno hacia el remolque, 7 Unidad de émbolo de mando, 8 Conexión de reserva hacia el remolque, 9 Pistón de regulación, 10 Purga de aire



Esta válvula relé de múltiples circuitos viene regulada por ambos circuitos de freno de servicio y por el freno de estacionamiento.

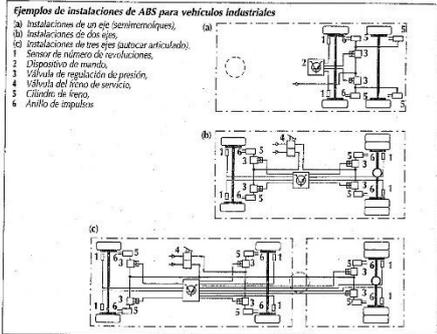
En posición de marcha la cámara de reserva así como la del circuito del freno de estacionamiento están a la misma presión, y la conducción del freno del remolque está descargada de aire a través de la purga central. Una elevación de presión delante del émbolo de regulación del circuito de freno N° 1 (arriba) y/o del circuito de freno N° 2 (abajo) lleva a la elevación de presión correspondiente en la conducción del freno del remolque. Debido al tamaño mayor del émbolo de regulación del circuito de freno N° 1, éste tiene preferencia frente al émbolo de regulación del circuito N° 2. La disminución de presión en los circuitos de frenos de servicio produce una disminución igual de presión en la conducción de freno del remolque. Al descargarse el aire del circuito del freno de estacionamiento (pro-

ceso de soltarlo) vuelve a descargarse de aire la tubería del freno del remolque.

Silenciadores

En cumplimiento de las normas legales nacionales e internacionales de hoy en día y del futuro, la emisión de ruidos de las descargas de aire de las diferentes válvulas de descarga debe ser reducida. Esto se efectúa por medio de silenciadores que generalmente actúan según el principio de la absorción. Su tamaño se rige por la cantidad de aire que debe ser descargado, la presión del aire, la duración de la descarga y el nivel de ruidos admitido.

El silenciador es un cilindro relleno de material aislante, el cual posee ranuras radiales y axiales. La amortiguación del sonido se consigue por el curso de la corriente de entrada, el cartucho aislante y las ranuras de descarga con forma esférica de las guías de la corriente de salida. Los silenciadores se unen a las válvulas de aire comprimido con roscas, conexiones de tubo, uniones de bayoneta o de trinquete. Determinadas versiones cumplen las condiciones de "vehículo de emisiones de ruidos reducidas" [72 dB(A)].



según la rueda que gira con valor de fricción bajo (select low), en condiciones de distintos recorridos de frenado mayores porque a la rueda con μ alto le falta fuerza de frenado.

Los procedimientos de frenado con mayor presión en comparación con el SL, accionan la rueda con el valor de fricción inferior hasta su bloqueo completo. En condiciones de μ distinto resultan recorridos de frenado menores, generalmente la capacidad de conducción y la estabilidad se reducen.

Regulación individual modificada (IRM)
 Este procedimiento de regulación necesita en cada rueda de un eje una válvula de regulación de presión. Reduce los pares de giro sobre el eje vertical y sobre la dirección sólo cuando sea necesario, limitando la diferencia de presión de frenado entre la derecha y la izquierda a un valor admitido. Así, la rueda con valor alto de fricción se frena algo menos. Esta solución de compromiso origina un recorrido de frenado sólo un poco mayor en comparación con la regulación individual, pero asegura la capacidad de gobierno incluso de vehículos difíciles.

Ejercicios de ABS para vehículos industriales

El ABS está prescrito legalmente como obligatorio desde el 1º de octubre de 1991, en los países de la Unión Europea, para camiones con remolque y semirremolque (>16t), remolques (>12t) y autocares (>12t). Existe la intención de extender esta medida a vehículos de menos peso (>3,5t). La ley admite tres categorías de instalaciones de ABS. Se diferencian en las exigencias respecto al frenado, así como también por el comportamiento de las ruedas y del vehículo sobre calzadas con μ -split. La mayoría de los fabricantes europeos de vehículos utilizan exclusivamente las instalaciones de ABS de la categoría 1. Solo éstas tienen que cumplir todos los requerimientos de la directiva 71/320/CEE.

Todas las instalaciones de ABS tienen que disponer de una luz de alarma que se encienda como mínimo durante dos segundos, después de conectarse el interruptor de marcha en posición "On", y que debe ser comprobada por el conductor. Si la luz se enciende durante la marcha, entonces la

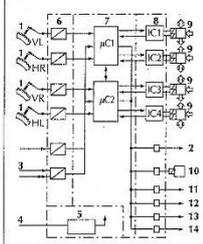
comprobación constante de la misma instalación ha detectado un fallo; entonces el ABS se puede desconectar del todo.

Los vehículos de tracción y remolques, con instalaciones de ABS de distintos fabricantes se pueden combinar a discreción, pues la conexión eléctrica entre el vehículo de tracción y el remolque está normalizada en DIN ISO 7638.

Todas las combinaciones de vehículos (semirremolque, camión remolque) se dominan mucho mejor en las frenadas, dentro de los límites de la física, cuando ambos vehículos (remolcador y remolque) están equipados con ABS. Pero incluso con equipos parciales ABS sólo en el vehículo de tracción o sólo en el remolque ya se consiguen mejoras importantes en comparación con una combinación de vehículos sin ABS.

Con el fin de poder equipar la multiplicidad de tipos de vehículos industriales con un óptimo de prestaciones y de costes – según el número de ejes regulados – existen instalaciones con equipos ABS para uno, dos y tres ejes. Las instalaciones de un

Dispositivo de mando de ABS/ASR
 1. Sensor del número de revoluciones, 2. Intermite ASR y regulación del motor, 3. Autoatrapado, 4. Frenado de bordo, 5. Supresión de frenos, unidad de protección, 6. Fases de entrada, 7. Microprocesador 1 y 2, 8. Fases de salida, 9. Válvula de regulación de presión, 10. Válvula electromagnética del ASR, 11. Luz de alarma, 12. Luz de información del ASR, 13. Relé retardador, 14. Relé de válvula.



Sistema antibloqueo (ABS) para vehículos industriales

El ABS evita el bloqueo de las ruedas en el caso de un frenado demasiado fuerte. A causa de ello el vehículo permanece estable y dirige incluso con un frenado a fondo sobre una calzada lisa. Por otra parte, un frenado con las ruedas bloqueadas supone en muchos casos un recorrido de frenado más corto. En los vehículos articulados, el ABS impide el peligroso doblado.

Los vehículos industriales, a diferencia de los turismos, llevan instalación de freno neumática. Aún así, la descripción del funcionamiento del circuito de regulación ABS para turismos (página 627) es también válida para los vehículos industriales.

El ABS para los vehículos industriales consta de sensores del número de revoluciones, de un dispositivo electrónico de mando y de válvulas de regulación de la presión. Regula en cada cilindro de freno la presión de frenado, haciendo que aumente, que se mantenga o baje descargándola al exterior.

Regulación individual (IR)

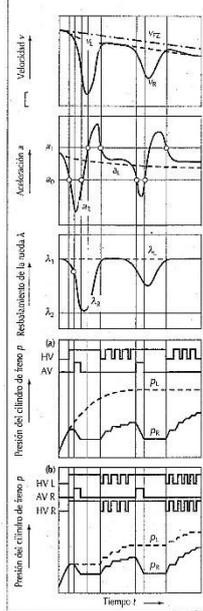
Este procedimiento de regulación, en el cual la presión de frenado se puede regular por separado para cada rueda, da como resultado los recorridos de frenado más cortos. En condiciones de μ distinto (diferente coeficiente de rozamiento entre las ruedas de la derecha y las de la izquierda, como puede suceder con hielo en el borde de la calzada y el centro en buenas condiciones) se produce un par de giro elevado alrededor del eje vertical del vehículo, lo cual hace más difícil dominar los vehículos con poca batalla (reducida distancia entre ejes). Además se producen pares de dirección elevados debido a los grandes radios positivos del círculo de virado usuales en los vehículos industriales.

Regulación Select Low (SL)

Durante la aplicación de este procedimiento de regulación el par de giro sobre el eje vertical y el par sobre la dirección son nulos. Las presiones de freno sobre ambas las ruedas de un eje son de igual valor, lo que se consigue con sólo una válvula de regulación de presión por cada eje. El nivel de presión se rige, en una regulación SL pura,

Procedimientos de regulación de ABS

Ejemplo frenado con μ -split
 (a) Regulación individual (eje tracción), (b) Regulación individual modificada (eje de dirección), (c) HV: Válvula de mantenimiento AV: Válvula de descarga T2: Vehículo, R: Rueda derecha, L: Rueda izquierda, 0, 1, 2: Velocidades



eje se utilizan principalmente en semirremolques con uno, dos o tres ejes. Con este sistema se regulan por separado las ruedas de un eje. En los demás ejes actúa la misma presión de frenado que en el eje regulado.

Las instalaciones de dos ejes encuentran aplicación en los autocares de dos ejes, en camiones y en remolques. También son de aplicación en los de tres ejes siempre y cuando dos de ellos estén cerca el uno del otro y puedan atenderse con la misma presión de frenado como en las instalaciones de un eje. Las instalaciones de tres ejes son principalmente para vehículos con gran distancia entre ejes, como los autocares articulados. Para instalaciones de dos o de tres ejes o bien actúa sobre el eje de dirección el procedimiento de regulación IRM o, si dicho eje sólo está equipado con una válvula de regulación de presión, el procedimiento de regulación SL. En vehículos industriales se utiliza para el eje trasero siempre la regulación individual (IR).

Los dispositivos de regulación de que se dispone, permiten ulteriores posibilidades de combinación de regulaciones (no descritas aquí). Ejemplo: si los dos ejes de un semirremolque disponen de sensores de número de revoluciones, pero cada lado sólo de una válvula de regulación de presión, entonces las ruedas de un lado del vehículo son reguladas de forma similar al sistema SL. En ello uno de los ejes puede ser de elevación, el cual en estado de elevación automáticamente es excluido de la regulación.

Todas las instalaciones ABS van equipadas con válvulas de regulación de un solo canal; la de remolques asimismo con válvulas de regulación de presión con efecto de reté (ver figura).

En vehículos industriales ligeros con transformadores neumáticos/hidráulicos, el ABS se acciona mediante válvulas de regulación de presión de un canal a la parte neumática de la instalación y determina así la presión hidráulica de freno. En otras versiones un modulador de presión del ABS, con válvulas integradas electromagnéticas, está conectado paralelamente al transformador neumático/hidráulico. Los moduladores se manobran con los mismos dispositivos de regulación que las válvulas de regulación de presión de un canal.

Un freno continuo accionado (freno del motor o retardador) puede llevar a un resbalamiento alto no admisible en las ruedas motrices si el coeficiente de rozamiento es bajo. Así la estabilidad del vehículo se vería reducida. Por ello el ABS vigila el resbalamiento de frenado y lo regula mediante conexión o desconexión del freno continuo hacia valores admisibles.

Componentes del ABS

Sensor de número de revoluciones
 El anillo de impulsos, montado en el cubo de la rueda, produce una corriente alterna en el sensor si la rueda gira, cuya frecuencia es proporcional a la velocidad de la rueda (ver descripción de funcionamiento en pág. 107).

El sensor de revoluciones va montado en un manguito elástico y al montarlo en el vehículo se empuja hacia dentro hasta hacer tope con el anillo de impulsos. A causa del juego del conjunto de la rueda y de la deformación elástica del eje, durante la marcha es empujado hacia afuera por el anillo de impulsos y así se fija automáticamente el entretirero entre el anillo de impulsos y el sensor. Según sea el diámetro del anillo de impulsos, el entretirero adquiere valores admitidos de hasta varios milímetros. Si el entretirero es demasiado grande, el dispositivo electrónico de mando desconecta la regulación en aquella rueda.

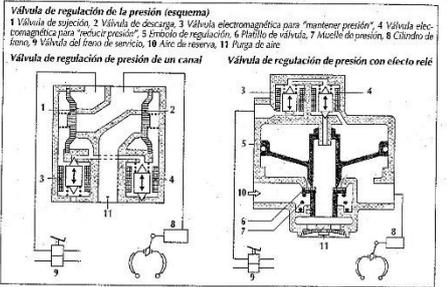
Dispositivo electrónico de mando

Las fases de entrada del dispositivo electrónico de regulación transforman las señales sinusoidales del sensor de revoluciones, en señales rectangulares. Microprocesadores, dispuestos en redundancia, calculan las velocidades de la rueda partiendo de las frecuencias de las señales rectangulares. De las velocidades de la rueda calculadas se estiman velocidades de referencia del vehículo. Con estas velocidades de referencia y las distintas velocidades de las ruedas, se calcula el resbalamiento de frenado para cada rueda. Partiendo de las señales de la "aceleración de la rueda" y del "resbalamiento de la rueda" se reconoce la posible existencia de tendencia al bloqueo. En tal caso, el microprocesador regula entonces los imanes de las válvulas de regulación de presión, a través de las cuales se influye en la presión de los distintos cilindros de freno.

El dispositivo electrónico de regulación contiene un amplio programa para el reconocimiento de averías en todo el sistema antibloqueo (sensores de revoluciones, dispositivo de mando, válvulas de regulación de presión, mazo de cables). Si detecta una avería, el dispositivo de regulación desconecta la parte defectuosa del ABS, grabando un código de fallo, el cual caracteriza el itinerario de señales defectuosas. Este código puede luego ser leído en el taller de reparaciones o mediante una luz de diagnóstico (código de centelleos) o mediante un dispositivo de comprobación inteligente (p.ej. ordenador personal) a través de una interfaz según la propuesta ISO.

Los dispositivos de mando de algunos fabricantes europeos no solamente abarcan la función de ABS, sino también la regulación del resbalamiento a la tracción (ASR) y, en algunos casos, incluso un limitador de la velocidad de marcha (FCB) (ver pág. 579). Es esencial que los dispositivos de regulación se configuren automáticamente en su función. Si un vehículo está equipado solo con componentes de ABS, el dispositivo ejecuta sólo las funciones de ABS; si el vehículo posee componentes de ASK, entonces el dispositivo regula también el resbalamiento a la tracción.

Válvula de regulación de la presión
Hay válvulas de regulación de la presión de un canal con o sin efecto de relé. Las válvulas con efecto relé son utilizadas en semiremolques y en remolques con barra de tracción. A menudo la instalación estándar de frenos en remolques contiene relés, los cuales pueden ser sustituidos por las válvulas con efecto relé del ABS. Las válvulas sin efecto relé del ABS encuentran aplicación en todos los restantes tipos de vehículos, es decir en autocares, camiones, máquinas de tracción de trenes con semiremolques, así como también en remolques y vehículos especiales. Ambos tipos de válvulas tienen válvulas electromagnéticas 3/2. En las válvulas sin efecto relé se regula con ellas a válvulas de membrana 2/2, las cuales tienen una sección suficientemente grande para casi todas las aplicaciones. En las válvulas con efecto relé las válvulas electromagnéticas 3/2 influyen en la presión en la cámara de regulación de una válvula relé. Si las válvulas de regulación previa son accionadas según la combinación electrónica correspondiente, se tiene la función "retención de la presión" o la "eliminación de la presión". Si no se recibe ninguna orden, significa "acumulación de presión". Durante un frenado sin oxcitación del ABS (sin tendencia de una rueda al bloqueo)



los problemas de sintonización hay soluciones técnicas. Las diferencias en la construcción del accionamiento de los frenos tienen que compensarse en los datos pre-determinados del programa de regulación. Las desviaciones de funcionamiento se ajustan automáticamente.

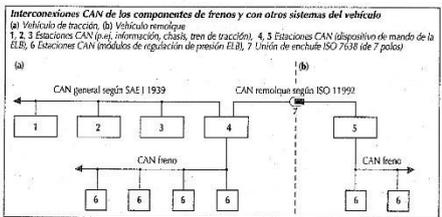
Estructura
La alimentación de aire comprimido, el aseguramiento del circuito, la acumulación de energía y los cilindros de freno también están comprendidos en la ELB. En primer lugar se dispone de sistemas ELB con circuitos neumáticos de retención como nivel inferior de seguridad (back up). Las generaciones posteriores de vehículos vendrán con más seguridad, con circuitos múltiples eléctricos y sin circuitos de retención.

Normalmente los circuitos neumáticos de trabajo para accionar los cilindros de freno son de dos circuitos en el vehículo de tracción, según la distribución de frenado II (pág. 622) y de un solo circuito en el vehículo remolque. En la figura "Estructura de los circuitos de accionamiento y trabajo" se representan combinaciones con accionamientos eléctricos y neumáticos en dos circuitos de trabajo. La variante A permite el accionamiento eléctrico de todos los ejes y posee circuitos neumáticos de retención. Los vehículos de remolque se regulan a través de una unión normalizada. Debido a las combinaciones de tracciones con vehículos convencionales y la regulación prescrita a través de todos los circuitos de

frenado, se mantiene adicionalmente la regulación neumática. Pero también ésta puede efectuarse a través de un módulo electrónico de regulación del remolque. La ELB está incorporada en el Controller Area Network (CAN), pág. 800) (figura interconexiones CAN). La ELB aprovecha ventajosamente los datos de otros sistemas para la regulación de la instalación de frenos y da instrucciones a otros sistemas. La seguridad y la densidad de datos llevan a una CAN propia entre el vehículo de tracción y el remolque, así como también para la instalación de frenos, para la comunicación entre el dispositivo de mando de la ELB y los módulos de regulación de la presión (DRM).

Secuencias del funcionamiento
En la figura "Instalación de frenos de servicio de una ELB" se representa una ELB eléctrica de un circuito con circuito de retención de dos circuitos (1 e = 2p) con regulación eléctrica así como también con regulación convencional neumática del remolque. Después de accionar el interruptor de marcha (llave de contacto) se puesta en marcha (iniciada) la ELB y se somete a una autoverificación. Al no detectarse errores se apagan las luces de alarma y la ELB está lista para el funcionamiento.

La posición del pedal de freno es detectada mediante redundancia eléctrica. Si ambas señales eléctricas son válidas, se realiza un frenado eléctrico. El dispositivo de mando ELB averigua el grado óptimo de presión para cada canal de regulación. A través del CAN de freno se transmiten los

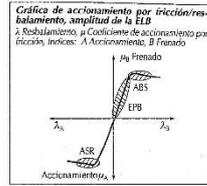


el aire pasa por las válvulas sin ningún impedimento, en ambos sentidos, tanto en el llenado como en el vaciado del cilindro de freno. Así se asegura que válvulas del ABS no influyen en el funcionamiento de la instalación del freno de servicio.

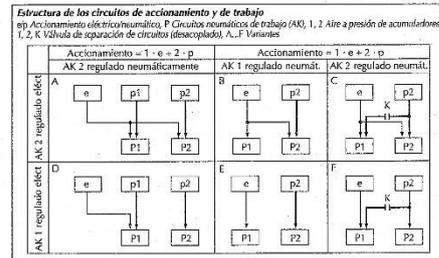
Instalación de frenos para vehículos industriales regulada electrónicamente (ELB)

Misión
La instalación de frenos regulada electrónicamente (ELB) tiene por objeto optimizar el proceso de accionamiento y de frenado, ayudar al conductor y al servicio técnico en la supervisión y mantenimiento de la instalación de frenos y mejorar la rentabilidad. En un sistema de administración del vehículo, la ELB puede aprovechar informaciones disponibles a través de la red bus para un proceso agradable de accionamiento y de frenado así como también proporcionar los datos propios a otros sistemas. La ELB simplifica la instalación de frenos, la cual consta de diferentes válvulas de ajuste y de regulación. Las funciones complejas son procesadas electrónicamente en la ELB.

Grupos de funcionamiento
Una ELB comprende al menos:
- Instalación de frenos electroneumática (EPB),



- Sistema de antibloqueo (ABS),
- Sistema de regulación del resbalamiento en la tracción (ASR).
El ABS y el ASR se han descrito en el apartado de vehículos industriales (págs. 659 y 578 respectivamente) y son mejorados en la ELB mediante informaciones adicionales como son la presión en el cilindro de frenos y la carga sobre el eje. En el intervalo estable de accionamiento por fricción/campo de resbalamiento (ver figura) la acción del freno se regula de forma electrónica, mediante la ELB. Por otra parte, el efecto de la regulación de la presión se puede asentar, según los distintos puntos de mira, en las ruedas, los ejes y, en vehículos particulares, en el conjunto del campo de la EPB. Para



valores a los DRM. Simultáneamente, el valor de freno es transmitido a través del CAN al remolque. Los DRM de los vehículos de tracción y de remolque realizan la regulación. Cada DRM contiene todos los elementos para la regulación de la presión. Las señales de los sensores en el sector de la rueda son transmitidas por el DRM al dispositivo de mando de la ELB a través del CAN de freno. Las rápidas reacciones del sistema, debidas a los DRM colocados en el sector de las ruedas, producen, de forma parecida a como en los automóviles, una sensación de frenado directo.

Los vehículos de remolque con ELB, detrás de vehículos de tracción con unidos de enchufe de ABS (de 5 pines), forman su valor de frenado eléctrico a partir de la presión en la línea de frenado neumática del remolque.

Las válvulas electromagnéticas en el DRM están en posición de reposo, fijadas mecánicamente, cuando el interruptor de marcha (llave de contacto) no está conectado, en el caso de fallo de DRM desconectado o en el caso de una posición del pedal de freno que todavía no provoca un frenado eléctrico. En dicha posición de reposo, los circuitos neumáticos de retención de la válvula electromagnética del freno de servicio dirigen la presión de freno, sin corregirla, hacia los cilindros de

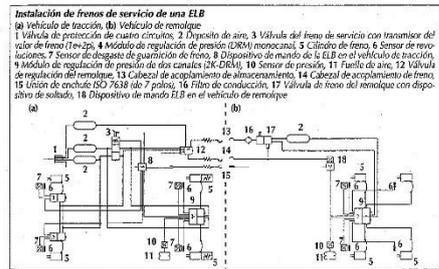
freno en las ruedas (= frenado con el circuito de retención).

Al poner en marcha el vehículo y resbalar las ruedas se reduce la fuerza de tracción mediante señales de posicionamiento dirigidas a la administración del motor (regulación ASR del motor), a través del CAN general o bien, de forma óptima, mediante un breve frenado de la rueda resbalante, repartiendo la fuerza a través del diferencial (regulador ASR de frenado).

Características

Todas las ruedas de una combinación de vehículos con ELB frenan de forma sincronizada, se minimizan los golpes, las fuerzas de acoplamiento entre los vehículos son reducidas a una proporción prevista, la temperatura de los frenos y su desgaste son compensados, cuando es necesario se aprovecha hasta el valor límite el accionamiento por fricción, se indican efectos de frenado no admitidos así como también fallos detectados, fallos registrados se pueden leer en el dispositivo de mando de la ELB durante el mantenimiento. La ELB posibilita optimizar los procesos de tracción y de frenado para todas las variantes de equipamiento con el mismo concepto básico de instalación de frenos.

A largo plazo la ELB sustituirá a las versiones estándar de ABS y ASR.



Bancos de pruebas de frenos

Por su importancia básica desde el punto de vista técnico de la seguridad, las instalaciones de frenos de los vehículos se revisan periódicamente. En las revisiones de los vehículos según el código alemán, así como en los trabajos de inspección en los talleres de la fábrica o de reparación de vehículos, el servicio de reparación de frenos realiza las comprobaciones por regla general en bancos de pruebas de frenos, principalmente bancos del tipo de rodillos, en los que se miden las fuerzas de frenado en la periferia de la rueda, que sirven de base para la evaluación de la capacidad funcional y efectividad de la instalación de frenos. Los bancos de pruebas de frenos que se utilizan para las verificaciones deben satisfacer según el código alemán las "Normas para la utilización, estado y comprobación de bancos de pruebas de frenos", del ministerio federal de transportes.

Construcción

Un banco de pruebas de frenos de rodillos se compone fundamentalmente de dos juegos de rodillos independientes entre sí, para el lado derecho y el izquierdo del banco de pruebas, y el vehículo se hace rodar sobre esos juegos de rodillos, de forma que las ruedas del eje que hay que probar rueden sobre ellos. El elemento de base de los juegos de rodillos, es un marco estable en el que va montado un rodillo de accionamiento y otro paralelo de rodadura, sobre cojinetes de bolas. Ambos rodillos están unidos entre sí por medio de un accionamiento de cadena. El rodillo de accionamiento es movido a través de unos engranajes reductores por un motor trifásico. La unidad de accionamiento inventa "flotante" en la prolongación del árbol del rodillo de accionamiento y apuntalada al marco a través de una palanca embridada a los engranajes sobre un dispositivo de medición de fuerza. La medida de la fuerza de frenado F_R se basa en la medición del momento de reacción M_R . Los motores eléctricos accionan los rodillos motrices

con una velocidad periférica determinada y la mantienen también constante cuando a las ruedas del vehículo que giran sobre ellas se les aplica un par de frenado elevado. Ese par de frenado es transmitido a través de la unidad de accionamiento con el brazo de palanca al dispositivo de medición de fuerza. Este dispositivo puede ser como la capsa transnómica o de un sistema hidráulico que actúa directamente sobre un manómetro, cuya escala está calibrada en newtons, y que indica la fuerza de frenado de forma analógica.

Los sistemas eléctricos de medición pueden ser en forma de viga flexible con banda extensométrica o bien con un sensor de anillo inductivo de cortocircuito junto con un muelle telescópico guiado linealmente.

El ulterior procesamiento de los valores de medición con el ordenador se efectúa en estos sistemas de manera que todas las informaciones contenidas en la medición de la fuerza de frenado, tales como las diferencias de fluctuaciones de la fuerza de frenado, son evaluadas e indicadas de forma legible analógicamente o digitalmente y también llevadas a protocolo a través de una impresora conectada.

Función

Los motores de accionamiento del juego de rodillos se conecta o bien por mando a distancia o bien por medio del automatismo de conexión y desconexión del banco de pruebas. La característica visible de uno de esos automatismos es el rodillo palpador, dispuesto en forma móvil entre los rodillos de prueba, para cada juego de rodillos. Si este rodillo palpador queda oprimido hacia abajo por las ruedas del vehículo al entrar en el banco de pruebas, se pone en marcha el banco de pruebas. Se vuelve a desconectar automáticamente tan pronto como el vehículo abandona el banco de pruebas. Si al frenar, la fuerza de frenado es mayor que la del rozamiento entre los neumáticos y los rodillos de prueba, la rueda empieza a resbalar y se bloquea. Sin embargo, tan pronto como las ruedas resbalan ya no se mide la fuerza de frenado sino la resistencia al resbalamiento que oponen los neumáticos contra los rodillos y por eso las mediciones de la fuerza de frenado con las ruedas patinan-

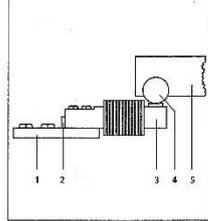
do no sirven para la comprobación de los frenos.

Estas mediciones erróneas y el posible deterioro de los neumáticos los evita la desconexión automática por resbalamiento. Por medio del número de revoluciones del rodillo palpador se determina el resbalamiento y cuando se sobrepasa un valor máximo prefijado, se desconecta el banco de pruebas.

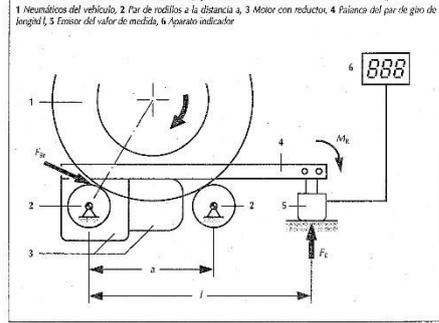
En el instante de la desconexión, el indicador de la fuerza de frenado marca el valor máximo. Un freno indicador en el caso de indicación analógica o un circuito electrónico de memoria, en el caso de indicación digital, hace que este valor permanezca retenido suficiente tiempo para asegurar su lectura.

Por medio del proceso automático en el banco de pruebas de frenos se efectúa el proceso de pruebas de forma muy racional. El verificador puede realizar la totalidad de las pruebas de frenado del eje delantero y trasero sin tener que abandonar el vehículo.

Sensor de valor de medición en el banco de pruebas de frenos
1 Placa de ajuste, 2 Espiga de conexión, 3 Viga flexible con banda extensométrica, 4 Circuito de empuje, 5 Palanca de par de giro



Determinación de la fuerza de frenado F_R por medición del momento de reacción M_R
1 Neumático del vehículo, 2 Par de rodillos a la distancia a, 3 Motor con reductor, 4 Palanca del par de giro de longitud l, 5 Sensor del valor de medida, 6 Aparato indicador



Regulación de la dinámica de marcha (FDR) para automóviles

Magnitudes y conceptos

- a distancia de las ruedas delanteras al centro de gravedad del vehículo
- a_0 aceleración angular al estirado del vehículo
- a_1 aceleración angular medida del vehículo
- A_0, A_1 constantes para el cálculo del punto de trabajo de los neumáticos
- c relación de las ruedas traseras al centro de gravedad del vehículo
- C_0 distancia de transmisión del par de frenado
- C_1 rigidez del neumático en sentido longitudinal
- D_0 tiempo del ciclo de regulación
- D_1 banda de tolerancias del resbalamiento en la tracción entre las ruedas de tracción
- F_R fuerza de frenado de los neumáticos
- F_{R0} fuerza al freno de estacionamiento
- F_N fuerza de apoyo del neumático
- F_R fuerza resultante de neumático
- F_0 fuerza lateral del neumático
- M_{R0} momento de inercia del motor
- M_{R1} momento de inercia de la rueda
- K_{R1}, K_{R2} factores de amplificación del regulador para las proporciones D, P e I
- M_{R1} par de motor indicado por el conductor
- M_{R2} par de motor indicado por el conductor
- M_{R3} par de motor indicado por el conductor
- ΔM_{R3} pequeña variación del par prescrito de giro sobre el eje vertical del vehículo
- $M_{R1,ab}$ medio par del árbol de cardán
- $M_{R2,ca}$ par del árbol de cardán
- $M_{R3,m}$ par mal del motor
- $M_{R3,m}$ par prescrito de frenado
- $M_{R3,m}$ par prescrito del motor
- $M_{R3,m}$ par prescrito de frenado en las ruedas de tracción
- $M_{R3,m}$ par prescrito que debe ser ajustado a través del regulador del ángulo de senosición
- $P_{R0,ab}$ presión del cilindro de rueda
- $P_{R0,ab}$ presión prescrita del cilindro de rueda
- R radio de la rueda
- $T_{R1,5}$ tiempo de cierre de la inyección
- U_{R2} relación de transmisión del cambio
- v_{R1} modo de regulación de válvulas
- v_{R2} velocidad característica del vehículo
- v_{R3} diferencia de velocidad entre las ruedas de tracción
- v_0 velocidad del vehículo
- $v_{0,ca}$ velocidad del árbol de cardán
- $v_{0,ca}$ velocidad medida de la rueda

- $v_{0,ca}$ velocidad medida de la rueda trasera izquierda
- $v_{0,ca}$ velocidad medida de la rueda trasera derecha
- $v_{0,ca}$ velocidad calculada de la rueda (rotando libremente)
- $v_{0,ca}$ diferencia de la velocidad prescrita de las ruedas de tracción
- $v_{0,ca}$ velocidad prescrita del árbol de cardán
- v_0 velocidad longitudinal del vehículo
- $v_{0,ca}$ velocidad transversal del vehículo
- α_0, α_1 parámetros del modo de conducción
- α_0, α_1 ángulo de marcha oblicua del neumático
- α_0, α_1 punto discrecional de trabajo del neumático
- β ángulo de posición del vehículo
- β_0 ángulo prescrito de posición del vehículo
- δ ángulo de virado de la rueda
- δ_0 ángulo de virado de las ruedas delanteras
- δ_0 resbalamiento de los neumáticos
- δ_0 resbalamiento prescrito de los neumáticos
- $\delta_{0,ca}$ valor prescrito medio del resbalamiento a la tracción de las ruedas motrices
- $\delta_{0,ca}$ índice de fricción de adherencia
- $\delta_{0,ca}$ índice de fricción de adherencia resultante de las estimaciones de fuerzas de rueda
- ω velocidad de giro sobre el eje vertical
- ω_0 velocidad prescrita de giro sobre el eje vertical
- m valor mínimo del par prescrito de frenado de las ruedas motrices
- MIN operador de valor mínimo
- SUM integración regulada por sucesos
- ZWV regulador del ángulo de senosición

Misión

La regulación de la dinámica de marcha FDR es un sistema de regulación dentro del de frenado y del tren de tracción, el cual impide que derrape el vehículo. El ABS evita el bloqueo de las ruedas en el frenado, el ASR el giro resbalante de las ruedas durante la tracción. El FDR garantiza que el vehículo en las maniobras no "empuje" o llegue a perder estabilidad. El FDR mejora, más allá de las ventajas del ABS y del ASR, la seguridad activa de marcha en los siguientes aspectos:

- ayuda activa del conductor incluso en situaciones críticas en cuanto a la dinámica transversal,
- estabilidad de marcha ampliada; fiabilidad en el mantenimiento de la vía y la dirección en los intervalos marginales en todas las condiciones de servicio tales como frenado a fondo, frenado parcial, rodadura libre, accionamiento y cambios de tracción y de curva.

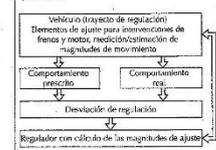
- estabilidad ampliada de marcha también en maniobras extremas de conducción (reacciones de urgencia y de alarma) y con ello una reducción drástica del peligro de derrape.
- comportamiento mejorado del vehículo también en el intervalo marginal y así es predecible con respecto al horizonte de experiencia del conductor. El vehículo puede ser dominado también en situaciones críticas de tráfico.
- aprovechamiento mejorado del potencial de accionamiento por fricción con ABS/ASR y debido a ello ganancias en los recorridos de frenado y en la tracción así como también mejor gobernabilidad del vehículo.

Conducción del vehículo

La descripción de la dinámica transversal del vehículo (pág. 342) define el comportamiento de autoconducción del vehículo y representa la dependencia de los ángulos de marcha oblicua α de la aceleración transversal del vehículo a_y y con ello de las fuerzas transversales de los neumáticos. Además la descripción del ABS (pág. 627) y ASR (pág. 574) ya indican la dependencia de las fuerzas transversales del resbalamiento del neumático. De ello se deduce que el comportamiento de autoconducción del vehículo puede ser influenciado conjuntamente por el resbalamiento del neumático. El FDR aprovecha esta característica de los neumáticos para realizar una regulación asistida para la conducción del vehículo. Para una buena conducción del vehículo es necesario que el vehículo siga una vía de marcha que coincida lo más exactamente posible con el transcurso del ángulo de virado (ver figura "dinámica transversal de un vehículo", curva 2). Esto se obtiene cuando las fuerzas transversales de los neumáticos durante la maniobra quedan claramente por debajo del potencial de accionamiento por fricción de los valores de fricción entre neumáticos y calzada. El desarrollo de la velocidad de giro sobre el eje vertical corresponde al del ángulo de virado. No obstante, no es suficiente para la FDR regular el movimiento de giro sobre el eje

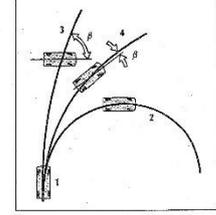
vertical en correspondencia con el ángulo de virado; a pesar de ello el vehículo puede llegar a ser inestable (ver figura, curva 3). Por este motivo la FDR regula ya sea la velocidad de giro sobre el eje vertical, como también el ángulo de asiento. La regulación de la conducción del vehículo de la FDR no está limitada al servicio del ABS y ASR/MSR, sino que también abarca el intervalo en el cual el vehículo rueda libremente y al frenado parcial, donde el vehículo se mueve en los intervalos marginales físicos de la conducción.

Diagrama de bloques del regulador de la FDR (principio)



Dinámica transversal de un vehículo

1 Salto de conducción, ángulo de virado β_0 , 2 Vía de marcha sobre calzada adhiriente, 3 Vía de marcha sobre calzada resbaladiza en salto de conducción "Open-Loop" y con regulación de la velocidad de giro sobre el eje vertical, 4 Vía de marcha sobre calzada resbaladiza con regulación adicional del ángulo de asiento (FDR)



ANEXO 6

Alvarez V. (2013). *Technical law of Motor Vehicles Production in International level: Harmonized Technical Regulations and Type-Approvals.*

EL RÉGIMEN JURÍDICO DE LA PRODUCCIÓN DE VEHÍCULOS DE MOTOR A NIVEL INTERNACIONAL: REGLAMENTOS TÉCNICOS ARMONIZADOS Y HOMOLOGACIONES

TECHNICAL LAW OF MOTOR VEHICLES PRODUCTION IN INTERNATIONAL LEVEL: HARMONIZED TECHNICAL REGULATIONS AND TYPE-APPROVALS

Vicente Álvarez García*

Sumario: I. INTRODUCCIÓN. II. LA NORMATIVA INTERNACIONAL GENERAL REGULADORA DE LA FABRICACIÓN DE LOS VEHÍCULOS DE MOTOR. III. LA ELABORACIÓN DE REGLAMENTACIONES TÉCNICAS ARMONIZADAS A NIVEL INTERNACIONAL. IV. EL FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE HOMOLOGACIONES PREVISTO POR EL "ACUERDO REVISADO DE 1958".

RESUMEN: La producción de vehículos de motor requiere, por un lado, el respeto por parte de los fabricantes de una serie de normas obligatorias, las reglamentaciones técnicas, que fijan los requisitos o especificaciones de esta naturaleza que deben respetar este tipo de productos y/o los distintos componentes que los conforman; y exige, por otro lado, que los vehículos o componentes fabricados pasen una serie de controles oficiales realizados por la Administración, conocidos con el nombre de homologaciones, que atestigüen que los mismos respetan las correspondientes reglamentaciones técnicas que les resultan de aplicación imperativa.

La regulación tanto de las reglamentaciones técnicas como de las homologaciones ligadas a la fabricación de los vehículos de motor es, ciertamente, compleja, entrecruzándose una multiplicidad de normas estatales, comunitarias europeas e internacionales generales. Pues bien, el objetivo último de este trabajo consiste precisamente en proporcionar una introducción al estudio de la normativa internacional general sobre esta materia, así como de las reglamentaciones técnicas armonizadas y de los controles oficiales de su aplicación puestos en pie a nivel universal gracias al trabajo de la Comisión Económica para Europa de las Naciones Unidas, y que ha fructificado, esencialmente, en el Acuerdo revisado de 1958 y en el Acuerdo paralelo de 1998.

PALABRAS CLAVE: Vehículos de motor; vehículos de ruedas; reglamentaciones técnicas; homologaciones; autocertificación; Comisión Económica para Europa de las Naciones Unidas; reconocimiento mutuo; reglamentos técnicos mundiales; reglamentos CEPE/ONU; Acuerdo revisado de 1958; Acuerdo paralelo de 1998; Comité de Administración; Comité Ejecutivo

Fecha de recepción del original: 29 de octubre de 2013. Fecha de aceptación de la versión final: 3 de diciembre de 2013.

* Catedrático de Derecho Administrativo. Universidad de Extremadura

ABSTRACT: Motor vehicles manufacturing requires the respect of manufactures in relation to compulsory rules, the technical regulations, which set the requirements that these products have to observe and/or the different components which define them. Otherwise, vehicles or manufactured components have to pass officials controls which are known as type-approvals. In this way, the Administration proves that vehicles respect the compulsory technical regulations.

The great variety of state rules, European rules and international regulations which are crossed over become technical regulations and type-approvals very complex. The aim of this paper treats to study the global technical regulations relating to this issue. Besides, we analyse harmonized technical regulation and these official controls established in an universal level by the United Nations Economic Commission for Europe and which have given results in the Revised 1958 Agreement and in the Parallel 1998 Agreement.

KEYWORDS: Motor vehicles; wheeled vehicles; technical regulations; type-approval; self-certification; United Nations Economic Commission for Europe; reciprocal recognition; global technical regulations; UN/ECE regulations; Revised 1958 Agreement; Parallel 1998 Agreement; Administrative Committee; Executive Committee

I. INTRODUCCIÓN.

La producción de vehículos de motor requiere, por un lado, el respeto por parte de los fabricantes de una serie de normas obligatorias, las reglamentaciones técnicas, que fijan los requisitos o especificaciones de esta naturaleza que deben respetar este tipo de productos y/o los distintos componentes que los conforman; y exige, por otro lado, que los vehículos o componentes fabricados pasen una serie de controles oficiales realizados por la Administración, conocidos con el nombre de homologaciones, que atestigüen que los mismos respetan las correspondientes reglamentaciones técnicas que les resultan de aplicación imperativa¹.

¹ Sobre el moderno Derecho Público de la Industria, téngase en cuenta, por todos, ÁLVAREZ GARCÍA, V.: *Industria*, Iustel, 2010 (publicado como Tomo VII de la Colección "Derecho de la Regulación Económica", dirigida por el Profesor S. Muñoz Machado).

Con respecto a la normalización industrial, véanse, por todos, ÁLVAREZ GARCÍA, V.: *La normalización industrial*, Tirant lo Blanch, 1999; y ÁLVAREZ GARCÍA, V.: *Industria*, Iustel, 2010. Este último libro contiene una completa bibliografía sobre esta técnica jurídica.

En relación con las técnicas de la certificación de productos en general y de la homologación administrativa en particular, ténganse presentes, por todos, ÁLVAREZ GARCÍA, V.: "La técnica administrativa de la homologación de productos", en el *Libro Homenaje al Prof. Dr. J.A. Santamaría Pastor (en prensa)*; ÁLVAREZ GARCÍA, V.: *Industria*, Iustel, 2010, págs. 331 y ss.; ARIZA DOLLA, G.: *Barreras Técnicas al Comercio. Normalización, Homologación y Certificación de productos*, ESIC, 1989; BENZO SAINZ, I.: "Homologación de productos industriales y equipos de seguridad en el trabajo", *Revista de Estudios de la Administración Local y Autonómica*, núm. 250, 1991, págs. 230 y ss.; CAMACHO GARCÍA, A.: "Las competencias del Estado y de las Comunidades Autónomas ante la libre circulación de productos en el Mercado Único: el problema de la homologación", *Revista de Estudios de la Administración Local y Autonómica*, núm. 250, 1991, págs. 243 y ss.; CARRILLO DONAIRE, J.A.: *El derecho de la seguridad y de la calidad industrial*, Marcial Pons, 2000, págs. 404 y ss.; CIENFUEGOS, J.R./RODRÍGUEZ HERRERÍAS, J.: "La homologación en el Ministerio de Industria y Energía", *Economía Industrial*, núm. 247, 1986, págs. 73 y ss.; FERNÁNDEZ FARRERES, G.: "Industria", en MARTÍN-RETORTILLO BAQUER, S. (Dir.): *Derecho Administrativo Económico*, T.II, La Ley, 1991, págs. 506 y ss.; IZQUIERDO CARRASCO, M.: *La seguridad de los productos industriales*,

La regulación tanto de las reglamentaciones técnicas como de las homologaciones ligadas a la fabricación de los vehículos de motor es, ciertamente, compleja, entrecruzándose una multiplicidad de normas nacionales², comunitarias europeas³ e internacionales generales. Pues bien, el objetivo último de este trabajo consiste precisamente en proporcionar una introducción al estudio de la normativa internacional general sobre esta materia, así como de las reglamentaciones técnicas armonizadas y de los controles oficiales de su aplicación puestos en pie a nivel universal gracias al trabajo de la Comisión Económica para Europa de las Naciones Unidas (CEPE/ONU).

Antes de abordar estas cuestiones, parece conveniente empezar recordando que la CEPE es una de las cinco comisiones regionales de la ONU administradas por el Consejo Económico y Social (ECOSOC) de esta organización internacional. Fue creada en 1947 con la misión de ayudar a la reconstrucción de la Europa de posguerra y de contribuir al desarrollo y a la cooperación económica en el viejo continente, añadiéndose desde la década de los noventa del pasado siglo el objetivo de facilitar la integración de los Estados de la Europa del Este en los mercados internacionales. En la actualidad, forman parte de la CEPE un total de cincuenta y seis Estados, mayoritariamente europeos (y, entre ellos, España, desde el 14 de diciembre de 1955), pero también de Asia Central y de América del Norte⁴.

La labor de la CEPE es sectorialmente muy importante en campos como el medio ambiente (con la adopción en su seno, entre otros, de convenios sobre la contaminación atmosférica transfronteriza, la evaluación del impacto ambiental en un contexto supranacional, los efectos transfronterizos de los accidentes industriales), el transporte por carretera (entre sus logros en este ámbito, se encuentra, por ejemplo, el Convenio de Transporte de Mercancías Peligrosas), el comercio, la energía o la industria automovilística.

En este último campo, la CEPE, a través Comité de Transportes Interiores (CTI), dispone de un grupo de trabajo especializado denominado Foro Mundial para la Armonización de la Reglamentación sobre Vehículos (WP.29), que, aunque desde 2000

Marcial Pons, 2000, págs. 279 y ss.; MALARET GARCÍA, E.: "Una aproximación jurídica al sistema español de normalización de productos industriales", RAP, núm. 116, 1988, págs. 312 y ss.; y MUÑOZ MACHADO, S.: *Tratado de Derecho Administrativo y Derecho Público General*, T. I (Iustel, 2ª ed., 2006) y T. IV (Iustel, 1ª ed., 2011).

² Sobre la regulación de la fabricación de los vehículos de motor a nivel estatal español, pueden consultarse mis trabajos "El régimen jurídico técnico de la fabricación de los vehículos de motor" y "El régimen jurídico de las homologaciones de vehículos de motor en España" (ambos en prensa).

³ Con respecto a la regulación de la producción de los vehículos de motor en el seno de la Unión Europea, véanse mis estudios "El régimen jurídico técnico de la fabricación de los vehículos de motor" y "El funcionamiento del sistema europeo de homologaciones de vehículos de motor" (ambos en prensa).

⁴ Los cincuenta y seis Estados Miembros de la CEPE son, por orden alfabético, los siguientes: Albania, Alemania, Andorra, Armenia, Austria, Azerbaiyán, Bielorrusia, Bélgica, Bosnia y Herzegovina, Bulgaria, Canadá, Croacia, República Checa, Chipre, Dinamarca, Eslovaquia, Eslovenia, España, Estados Unidos, Estonia, Finlandia, Francia, Georgia, Grecia, Hungría, Islandia, Irlanda, Israel, Italia, Kazajistán, Kirguistán, Letonia, Liechtenstein, Lituania, Luxemburgo, Malta, Moldavia, Mónaco, Montenegro, Noruega, Países Bajos, Polonia, Portugal, Reino Unido, República de Macedonia, Rumania, Rusia, San Marino, Serbia, Suecia, Suiza, Tayikistán, Turquía, Turkmenistán, Ucrania y Uzbekistán.

posee este nombre, nació en 1952 con la denominación originaria de “Grupo de trabajo de expertos sobre los requisitos técnicos de los vehículos”. En este marco universal de cooperación pueden participar como miembros de pleno derecho todos los Estados parte de la Organización de las Naciones Unidas, así como las organizaciones supranacionales de integración económica regional creadas por estos países. Pueden colaborar, igualmente, pero con un estatus consultivo, organizaciones tanto intergubernamentales como no gubernamentales que tengan algo que decir en el mundo de la fabricación de los vehículos de motor o de las inspecciones técnicas de este particular tipo de productos⁵.

Según su mandato rector, el Foro Mundial realizará tareas destinadas⁶, entre otras cosas, a: 1) La elaboración de normas técnicas internacionales que tengan como finalidad la mejora de la seguridad de los vehículos⁷, la protección medioambiental, la promoción

⁵ Sobre la participación en el Foro Mundial, téngase presente el art. 1 de su Reglamento, que se incluye en el Anexo I del “Libro Azul. Foro Mundial para la Armonización de la Reglamentación sobre Vehículos (WP.29). Funcionamiento y Participación” (Ginebra, 3ª ed., 2012), de la Comisión Económica para Europa de la Organización de las Naciones Unidas. Este estudio puede consultarse en la siguiente página web:

http://www.unccc.org.uncccdev.colow.iway.ch/fileadmin/DAM/trans/main/wp29/wp29wgs/wp29gen/wp29pub/WP29_Blue_Book_2012-1s.pdf. Téngase en cuenta, además, el Capítulo I (“Participación en el WP.29”) del citado Libro Azul.

Entre las organizaciones no gubernamentales que habitualmente participan en la actividades del Foro Mundial, se encuentran, por ejemplo, la AECC (Association for Emissions Control by Catalyst), la AIT/FIA (International Alliance of Tourism/International Automobile Federation), el BIPAVÉR (Bureau international permanent des associations de vendeurs et rechargeurs de pneumatiques), la CEI (Comisión Electrotécnica Internacional), el CITA (Comité international de l’inspection technique automobile), la EUROMOT (European Association of Internal Combustion Engine Manufacturers), la IMMA (International Motorcycle Manufacturers Association), la ISO (Organización Internacional de Normalización), la OICA (Organisation internationale des constructeurs d’automobiles), etc. Un listado completo de estas organizaciones puede encontrarse en el Anexo V del referido estudio.

⁶ Según su Reglamento, el Foro Mundial está gestionado, esencialmente, por el presidente, los vicepresidentes y el Comité Administrativo para la Coordinación de los Trabajos (denominado WP.29/AC.2). Dispone, además, de seis grupos de trabajo subsidiarios de expertos, que operan en los ámbitos de la seguridad activa de los vehículos, de la seguridad pasiva de los mismos, de la protección medioambiental y de las cuestiones generales de seguridad (sobre estos conceptos, véase la nota siguiente). Estos seis grupos de trabajo subsidiario son: 1) El Grupo de Trabajo sobre alumbrado y señalización luminosa (GRE); 2) El Grupo de Trabajo sobre frenos y aparatos de rodadura (GRRF); 3) El Grupo de Trabajo sobre seguridad pasiva (GRSP); 4) El Grupo de Trabajo sobre contaminación y energía (GRPE); 5) El Grupo de Trabajo sobre ruido (GRB); y 6) El Grupo de Trabajo sobre disposiciones generales de seguridad (GRSG). En relación con esta cuestión, véanse los arts. 28 a 38 del Reglamento del Foro Mundial y el Capítulo II (“Organización del WP.29 y de sus órganos subsidiarios”) del ya citado “Libro Azul. Foro Mundial para la Armonización de la Reglamentación sobre Vehículos (WP.29). Funcionamiento y Participación”.

⁷ Tanto la seguridad activa de los vehículos y de sus componentes (esto es, la relativa a la mejora del comportamiento, del manejo y del equipo de los vehículos para prevenir o reducir la probabilidad de un accidente), como la pasiva (ligada a la resistencia al choque, y que tiene como finalidad la minimización de las posibilidades de que los ocupantes de un vehículo u otros usuarios de la carretera resulten heridos en caso de accidente, procurando, además, la reducción de la gravedad de las heridas que se pudieren producir) y las condiciones generales de seguridad (es decir, las que se centran en las características de un vehículo y de sus componentes que no están directamente relacionadas con las dos anteriores –por ejemplo, los cristales, los limpiaparabrisas, los mecanismos antirrobo, etc.-).

de la eficiencia energética y la protección antirrobo; 2) El establecimiento de condiciones uniformes para la práctica de inspecciones técnicas periódicas de vehículos; 3) La promoción de la aplicación y, en su caso, de la inclusión en los Derechos de los diferentes Estados y organizaciones regionales de integración económica de las normas técnicas internacionales en materia de fabricación de vehículos y de inspecciones periódicas; o 4) El fomento del reconocimiento recíproco de las homologaciones, de los certificados y de las inspecciones técnicas periódicas de vehículos⁸.

Con estos objetivos, el Foro Mundial gestiona, procurando su aplicación coherente, tres tratados internacionales multilaterales: dos de ellos, destinados a ordenar la fabricación de vehículos, y que constituyen el objeto central de estudio de este trabajo; y uno tercero, relativo a las inspecciones técnicas de los vehículos y a su reconocimiento recíproco⁹.

II. LA NORMATIVA INTERNACIONAL GENERAL REGULADORA DE LA FABRICACIÓN DE LOS VEHÍCULOS DE MOTOR.

Los trabajos de la Comisión Económica para Europa en el ámbito de la fabricación de vehículos se han materializado, como se acaba de reseñar, en dos acuerdos internacionales que no han limitado sus efectos al continente europeo, ya que hoy en día tienen, realmente, un alcance global. En todo caso, son partes contratantes de ambos tratados internacionales tanto España como la Unión Europea. Estas dos normas internacionales son:

⁸ El mandato del Foro Mundial puede encontrarse en el Anexo I del referido “Libro Azul. Foro Mundial para la Armonización de la Reglamentación sobre Vehículos (WP.29). Funcionamiento y Participación”.

⁹ Este tercer tratado internacional es el Acuerdo relativo a la adopción de condiciones uniformes para la inspección técnica periódica de los vehículos de ruedas y el reconocimiento recíproco de las inspecciones, hecho en Viena el 13 de noviembre de 1997.

Su objeto consiste, en última instancia, en procurar el mantenimiento correcto y la vigilancia debida de los vehículos existentes para que durante toda su vida útil puedan conservar la calidad de funcionamiento inicialmente garantizada a través de la homologación, sin que se produzca una degradación excesiva o desproporcionada de los mismos. En este contexto, este Acuerdo establece el marco jurídico internacional para la adopción de normas uniformes de la Organización de las Naciones Unidas en relación con la realización de las inspecciones técnicas de vehículos en servicio (tan sólo se han podido aprobar dos de éstas normas hasta el momento presente), para la expedición de certificados internacionales de inspección y para el reconocimiento recíproco de los certificados de inspección entre las distintas partes firmantes de este tratado y que apliquen las distintas normas internacionales elaboradas en ejecución del mismo.

Este tratado entró en vigor el 27 de enero de 2001, contando en la actualidad con 12 partes contratantes, y siendo, sin duda, Rusia la más significativa. No es parte contratante de este Acuerdo la Unión Europea; y, aunque España lo firmó el 13 de noviembre de 1997, no ha sido objeto de ratificación por nuestro país, como tampoco lo ha sido por los Estados más importantes de la UE (Alemania, Francia, Italia o Reino Unido).

El texto de esta norma internacional se encuentra incluido en el Anexo IV del citado “Libro Azul. Foro Mundial para la Armonización de la Reglamentación sobre Vehículos (WP.29). Funcionamiento y Participación”. Véanse, asimismo, las páginas 2, 18, 20, 25 de dicho estudio.

A) El Acuerdo de la Comisión Económica para Europa de las Naciones Unidas sobre la adopción de prescripciones técnicas uniformes aplicables a los vehículos de ruedas y los equipos y piezas que puedan montarse o utilizarse en éstos, y sobre las condiciones de reconocimiento recíproco de las homologaciones concedidas conforme a dichas prescripciones (“Acuerdo revisado de 1958”)¹⁰. Este tratado internacional no se aplica a todos los miembros de la CEPE (por ejemplo, Estados Unidos o Canadá son miembros de la CEPE, pero no son partes de este Acuerdo revisado), y son partes en él Estados que no son miembros de la misma (como Japón, Corea del Sur, Australia, Nueva Zelanda, Malasia, Tailandia, Túnez o Sudáfrica¹¹).

B) El Acuerdo sobre el establecimiento de reglamentos técnicos mundiales aplicables a los vehículos de ruedas y a los equipos y piezas que puedan montarse o utilizarse en dichos vehículos (“Acuerdo paralelo de 1998”)¹². Además de treinta y dos Estados (entre los que se encuentra nuestro país¹³), es también parte del mismo, como ya se ha dicho anteriormente, la Unión Europea¹⁴. Esto es, en la actualidad hay un total de treinta y tres partes contratantes de todo lo largo y ancho del planeta¹⁵.

Ambos tratados internacionales tienen como objetivo común la elaboración de reglamentos técnicos en materia de fabricación de vehículos en aras a conseguir unos

¹⁰ Este “Acuerdo revisado” constituye la adaptación en los años noventa del pasado siglo (en concreto, en 1995), para adecuarlo a los nuevos tiempos, y así dotarle de una considerable mayor eficacia, del viejo Acuerdo relativo a la adopción de condiciones uniformes de homologación y reconocimiento recíproco de equipos y piezas de vehículos de motor, firmado en Ginebra el 20 de marzo de 1958.

En efecto, este texto internacional, que entró en vigor el 20 de junio de 1959, y al que España se adhirió el 10 de octubre de 1961, ha sido revisado en dos ocasiones: la primera de estas revisiones entró en vigor el 10 de noviembre de 1967; y la segunda, el 16 de octubre de 1995.

El texto de este Acuerdo revisado puede encontrarse en el Anexo I de la Decisión de 27 de noviembre de 1997, del Consejo, relativa a la adhesión de la Comunidad Europea al Acuerdo de la Comisión Económica para Europa de las Naciones Unidas sobre la adopción de prescripciones técnicas uniformes aplicables a los vehículos de ruedas y los equipos y piezas que puedan montarse o utilizarse en éstos, y sobre las condiciones de reconocimiento recíproco de las homologaciones concedidas conforme a dichas prescripciones (“Acuerdo revisado de 1958”) [DOUE L núm. 346, de 17 de diciembre de 1997].

¹¹ El resto de las cincuenta partes contratantes está constituido por la Unión Europea y un total de 41 Estados europeos miembros de la Comisión Económica para Europa de las Naciones Unidas (CEPE).

¹² La fecha de entrada en vigor general de este texto normativo internacional fue el día 25 de agosto de 2000.

¹³ En el BOE núm. 129, de 30 de mayo de 2002, se publicó el Instrumento de Ratificación por parte de España, fechado el 12 de abril de 2002, del Acuerdo sobre el establecimiento de reglamentos técnicos mundiales aplicables a los vehículos de ruedas y a los equipos y piezas que puedan montarse o utilizarse en dichos vehículos, hecho en Ginebra el 25 de junio de 1998. En el Anexo I se incluye el texto de este “Acuerdo paralelo”.

¹⁴ Véase la Decisión de 31 de enero de 2000, del Consejo, relativa a la celebración del Acuerdo sobre el establecimiento de reglamentos técnicos mundiales aplicables a los vehículos de ruedas y a los equipos y piezas que puedan montarse o utilizarse en dichos vehículos (“Acuerdo paralelo”) [DOUE L núm. 35, de 10 de febrero de 2000].

¹⁵ Aunque la mayoría de las partes contratantes son Estados europeos, también lo son, entre otros, Canadá, Estados Unidos, Japón, la República Popular de China, Corea del Sur, Sudáfrica, Nueva Zelanda, Malasia, India o Túnez.

elevados y armonizados niveles en los ámbitos de la seguridad, la protección medioambiental, la eficiencia energética o la protección antirrobo. En la medida en que dichas reglamentaciones constituyen normas técnicas armonizadas, deben, por un lado, permitir la desaparición de los obstáculos técnicos existentes en materia de fabricación de vehículos (y de sus componentes), y, por otro, impedir la aparición de nuevos obstáculos que, sin duda, surgirían si cada Estado adoptase su propia normativa técnica de manera independiente.

Las diferencias surgen en cuanto al alcance de los efectos jurídicos de ambos acuerdos. En efecto, el Acuerdo revisado de 1958 tiene un alcance jurídico mayor, en la medida en que no sólo se preocupa de la elaboración de los reglamentos técnicos (habitualmente denominados “reglamentos CEPE/ONU”, cuyo número a día de hoy supera largamente los ciento veinte), sino que las partes contratantes (en la actualidad, un total de 50), que no se hayan opuesto a la aplicación de estos reglamentos, podrán conceder homologaciones de tipo de vehículos (y/o de sus diferentes componentes) con dichas normas técnicas, controles oficiales éstos que deberán aceptar recíprocamente las otras partes contratantes. En otros términos, el Acuerdo revisado de 1958 regula la elaboración de los reglamentos armonizados CEPE/ONU, la realización de los controles que suponen las homologaciones de tipo de los vehículos (y/o de sus componentes) conforme a dichos reglamentos, y el reconocimiento recíproco o mutuo de las homologaciones entre las partes contratantes en las que resulte aplicable un reglamento CEPE/ONU.

El “Acuerdo paralelo de 1998” tan sólo contiene una regulación para la aprobación de reglamentos técnicos armonizados, que reciben el nombre de “reglamentos técnicos mundiales (RTM)” (y que en la actualidad son algo más de una decena), pero no incorpora una ordenación ni de las homologaciones ni, consecuentemente, de su reconocimiento mutuo por las partes contratantes. Esta circunstancia facilita que países (como, por ejemplo, Estados Unidos) que no están dispuestos a reconocer las homologaciones de tipo de vehículos (y/o de sus componentes) efectuadas en otros Estados, sí que estén interesados, sin embargo, en la elaboración de reglamentos técnicos armonizados para el conjunto del orbe, tanto para hacer desaparecer obstáculos técnicos derivados de reglamentaciones técnicas nacionales divergentes como para impedir la aparición de nuevos obstáculos en aspectos sobre los que todavía no existen regulaciones nacionales de ningún tipo (o, al menos, todavía no divergentes).

En definitiva, tanto el “Acuerdo revisado de 1958” como el “Acuerdo paralelo de 1998” regulan la elaboración de reglamentos técnicos armonizados relativos a la fabricación de vehículos de motor y de sus componentes, que tendrán que ser respetados por las partes contratantes de ambos tratados internacionales en sus territorios. Además, el primero de estos Acuerdos prevé la existencia de homologaciones de dichos productos por las partes contratantes del mismo, así como el reconocimiento mutuo de las homologaciones efectuadas por las distintas partes contratantes.

III. LA ELABORACIÓN DE REGLAMENTACIONES TÉCNICAS ARMONIZADAS A NIVEL INTERNACIONAL.

1. Planteamiento general.

Las reglamentaciones técnicas armonizadas en materia de vehículos y de sus componentes pueden ser de dos tipos, según tengan su base ya en el Acuerdo revisado de 1958 o ya en el Acuerdo paralelo de 1998. En el primer caso, nos encontramos ante los “reglamentos CEPE/ONU”, y en el segundo ante los “reglamentos técnicos mundiales (RTM)”. Centrémonos, a partir de este momento, en el estudio de cada una de estas dos categorías de reglamentaciones internacionales.

2. Los reglamentos CEPE/ONU¹⁶.

El Acuerdo revisado de 1958 establece el régimen jurídico de este tipo de reglamentos técnicos armonizados en lo que se refiere a su procedimiento de elaboración y de modificación, a su contenido y a sus efectos.

a) La elaboración de los reglamentos CEPE/ONU corresponde a las partes contratantes del Acuerdo revisado¹⁷, a través de “un” Comité de Administración¹⁸.

¹⁶ Esta es la denominación que se utiliza para referirse a las normas técnicas elaboradas en base al Acuerdo revisado de 1958 tanto por el Derecho comunitario (art. 3.1 de la Directiva 2007/46/CE, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 5 de septiembre de 2007, por la que se crea un marco para la homologación de los vehículos de motor y de los remolques, sistemas, componentes y unidades técnicas independientes destinados a dichos vehículos) como por el Derecho español (art. 2.10 del Real Decreto 750/2010, de 4 de junio, por el que se regulan los procedimientos de homologación de vehículos de motor y sus remolques, máquinas autopropulsadas o remolcadas, vehículos agrícolas, así como de sistemas, partes y piezas de dichos vehículos). Debe tenerse en cuenta, no obstante, que en el marco de la CEPE y, más específicamente, del Foro Mundial para la Armonización de la Reglamentación sobre Vehículos (WP.29), reciben el nombre de “Normas internacionales de las Naciones Unidas” o, simplemente, de “Normas de las Naciones Unidas”. Véanse, a título ilustrativo, las páginas 1, 11 ó 21 del citado “Libro Azul. Foro Mundial para la Armonización de la Reglamentación sobre Vehículos (WP.29). Funcionamiento y Participación”.

¹⁷ Pueden ser partes contratantes de este Acuerdo revisado: 1) Los Estados miembros de la CEPE y las organizaciones de integración económica regional creadas por éstos. Entre los Estados miembros de la CEPE se encuentra España, y la UE es una de las referidas organizaciones de integración económica regional; y 2) “Los Estados miembros de las Naciones Unidas que puedan participar en determinados trabajos de la Comisión Económica para Europa en aplicación del apartado 11 del Mandato de ésta, y las organizaciones de integración económica regional a las que dichos Estados –que formen parte de las misma- hayan transferido competencias en los ámbitos recogidos en el presente Acuerdo, en concreto para tomar decisiones vinculantes para éstos” (art. 6 del Acuerdo revisado).

¹⁸ Art. 1.1 y Apéndice 1 del Acuerdo revisado de 1958. Este citado Apéndice está rubricado de esta manera: “Composición y Reglamento Interno del Comité de Administración”.

Sobre la efectiva dinámica del procedimiento de elaboración de los reglamentos CEPE/ONU, puede consultarse específicamente el Capítulo IV (“Proceso de Elaboración de Normas en el WP.29”) del referido “Libro Azul. Foro Mundial para la Armonización de la Reglamentación sobre Vehículos (WP.29). Funcionamiento y Participación”.

Este Comité de Administración está integrado por todas las partes del Acuerdo revisado, y se reunirá a instancias del Secretario General de la ONU bajo los auspicios de la CEPE cada vez que haya que aprobar o modificar un reglamento¹⁹.

Tanto los proyectos de nuevos reglamentos como los de modificación o de revisión de los ya existentes se someterán a votación siguiendo las siguientes reglas: 1) Cada Estado parte en el Acuerdo dispondrá de un voto, teniendo en cuenta que las organizaciones de integración económica regional que intervengan en calidad de partes contratantes del Acuerdo tendrán un número de votos igual al de Estados miembros a los que representen; 2) La adopción de decisiones requiere un quórum conformado por, al menos, la mitad de las partes contratantes; y 3) La transformación de un proyecto en un nuevo reglamento o en un reglamento modificado exige los votos favorables de dos tercios de los miembros presentes y votantes²⁰.

Una vez aprobado el texto del nuevo reglamento o del reglamento modificado, el Comité de Administración lo remitirá al Secretario General de la ONU, que, a su vez, lo comunicará a todas las partes contratantes lo antes posible²¹.

El nuevo reglamento o el modificado quedarán aprobados, salvo “que, en el plazo de seis meses a partir de la fecha de notificación del Secretario General, más de un tercio de las partes contratantes en dicha fecha haya comunicado a éste su desacuerdo con el reglamento”²². En el caso de los reglamentos modificados, las versiones vigentes hasta el momento de la entrada en vigor de la modificación o de la revisión podrán mantenerse a título de variantes²³.

A partir de aquí, el Secretario General de la ONU notificará lo antes posible a todas las partes contratantes la adopción de un reglamento, que entrará en vigor en la fecha (o las fechas) establecida(s) para todas las partes que no hayan expresado en plazo su

¹⁹ En todo caso, las funciones de secretaría del Comité serán desempeñadas por el secretario de la CEPE, contando, además, dicho Comité con un presidente y un vicepresidente que serán elegidos todos los años por los miembros de dicho órgano en la primera sesión de cada nuevo periodo (arts. 3 y 4 del Apéndice 1 del Acuerdo revisado de 1958).

²⁰ Arts. 5 y 6 del Apéndice 1 del Acuerdo revisado de 1958.

²¹ Art. 1.2, párrafo primero, del Acuerdo revisado de 1958.

²² Art. 1.2, párrafo segundo, y art. 12.2 del Acuerdo revisado de 1958.

²³ Art. 12.1 del Acuerdo revisado de 1958. En el caso de los reglamentos modificados deben tenerse en cuenta las siguientes reglas: 1) Las partes contratantes deberán precisar las variantes de un reglamento modificado que vayan a aplicar; 2) Las partes contratantes que apliquen una variante o unas variantes en el marco de un reglamento no tendrán obligación de aceptar las homologaciones concedidas en virtud de una variante o unas variantes anteriores del mismo reglamento; 3) Las partes contratantes que apliquen únicamente las modificaciones más recientes no tendrán obligación de aceptar las homologaciones concedidas en virtud de modificaciones anteriores o reglamentos sin modificar; 4) Todas las partes contratantes que hayan consentido la última modificación de un reglamento deberán aceptar las homologaciones concedidas con arreglo a dicha modificación más reciente, aún cuando sólo apliquen de manera efectiva en su territorio una de las modificaciones anteriores de dicho reglamento; y 5) “En caso de que se modifique un reglamento y que al menos un quinto de las partes contratantes que apliquen la versión sin modificar declaren posteriormente que desean seguir aplicándola, ésta se considerará una variante de la versión modificada, se incorporará formalmente como tal en el reglamento y surtirá efecto el día en que se adopte o entre en vigor la enmienda” (art. 12 del Acuerdo revisado de 1958).

desacuerdo con el mismo. No entrará en vigor para las partes del Acuerdo revisado que hayan presentado objeciones. Y es que toda parte contratante puede rechazar la aplicación de cualquier reglamento CEPE/ONU, e, incluso, eventualmente, de todos²⁴.

b) Estos reglamentos deberán incluir los siguientes contenidos: 1) Los vehículos de ruedas, equipos y piezas a que se aplica; 2) Las prescripciones técnicas y, en su caso, las variantes; 3) Los métodos de ensayo que demuestren que las prestaciones se ajustan a las prescripciones o especificaciones técnicas aplicables; 4) Las condiciones de concesión de la homologación de tipo y su reconocimiento recíproco, incluidas, si procede, las marcas de homologación y las condiciones que garanticen la conformidad de la fabricación; 5) La fecha o fechas de entrada en vigor del reglamento; y 6) Llegado el caso, la referencia a los laboratorios acreditados por las autoridades competentes, en los que habrán de efectuarse los ensayos de homologación de tipo de los equipos y piezas de vehículos de ruedas presentados para su homologación²⁵.

c) Los efectos jurídicos de la aceptación de un reglamento CEPE/ONU por una parte contratante se materializan así: 1) Dicha parte deberá aplicar un sistema de homologación de tipo en su territorio, mediante el cual la Administración correspondiente, tras realizar las comprobaciones pertinentes, determinará si un tipo de vehículo (o de uno de sus componentes) se ajusta a las especificaciones técnicas contenidas en el reglamento. Recuérdese que uno de los elementos característicos del contenido de todo reglamento CEPE/ONU es precisamente el relativo a la determinación de "las condiciones de concesión de la homologación de tipo"; y 2) Habrá un reconocimiento recíproco o mutuo de las homologaciones de tipo conforme a un reglamento entre las distintas partes que han decidido aceptarlo, esto es, las homologaciones así concedidas por una parte contratante serán aceptadas por las restantes y las efectuadas por cualquiera de éstas serán reconocidas por aquella parte.

3. Los reglamentos técnicos mundiales (RTM).

Estos reglamentos están regulados en el Acuerdo paralelo de 1998, cuyo objeto se centra de manera exclusiva, precisamente, en el establecimiento de un "procedimiento mundial" de elaboración de este tipo de normas que persiguen, por un lado, la garantía o el aseguramiento de unos "altos niveles de seguridad, protección del medio ambiente, eficiencia energética y protección contra el robo de los vehículos de ruedas, y los equipos y piezas que puedan montarse o utilizarse en dichos vehículos"²⁶, y, por otro, la reducción de los obstáculos técnicos al comercio internacional mediante la aprobación

²⁴ Art. 1, apartados 3 y 4, y art. 11, apartado 3, del Acuerdo revisado de 1958. La parte contratante que haya aceptado un reglamento podrá dejar de aplicarlo previa notificación en cualquier momento al Secretario General de la ONU y con un preaviso de un año. Esta autoridad comunicará esta notificación a las restantes partes contratantes. Por el contrario, si una parte originariamente no aplicaba el reglamento, podrá notificar en todo momento al Secretario General de la ONU su intención de aplicarlo en lo sucesivo, entrando en vigor el reglamento para esta parte el sexagésimo día siguiente a la notificación. Esta autoridad comunicará a las restantes partes contratantes la entrada en vigor del reglamento para la parte que ha aceptado la aplicación del mismo (art. 1, apartados 6 y 7, del Acuerdo revisado de 1958).

²⁵ Art. 1.2 del Acuerdo revisado de 1958.

²⁶ Preámbulo y art. 1.1.1 del Acuerdo paralelo de 1998.

ex novo de especificaciones técnicas de alcance global o mediante la armonización de las ya existentes contenidas en reglamentaciones técnicas de las diferentes partes contratantes o en los reglamentos CEPE/ONU²⁷. Se prescinde en este tratado internacional, como ya se ha indicado anteriormente, de cualquier regulación de un procedimiento de homologación o de control de la aplicación a los tipos de vehículos (y/o a sus componentes) de las especificaciones técnicas previstas en estos reglamentos, y, consecuentemente, de la puesta en pie de un sistema de reconocimiento mutuo de unas homologaciones o de unos controles técnicos que no han sido ni siquiera contemplados en este Acuerdo.

Los principios rectores del procedimiento de elaboración de los reglamentos técnicos mundiales pueden cifrarse en los siguientes²⁸: 1) Un privilegiado punto de partida a la hora de elaborar estas nuevas normas globales son los actuales reglamentos técnicos aplicables en las distintas partes contratantes del Acuerdo paralelo en materia de fabricación de vehículos y de sus componentes, así como los reglamentos CEPE/ONU, que deberán tenerse en cuenta “de manera objetiva y razonable”; 2) Deben tomarse en cuenta, igualmente, los análisis sobre las mejores técnicas disponibles y los de las relaciones entre costes y beneficios; y 3) La transparencia en el procedimiento, que significa el fomento de “la sensibilización pública” sobre la elaboración de este tipo de reglamentos y el impulso a “la participación” en estos procedimientos. Con esta finalidad se promueve la publicidad de los trabajos de elaboración de las normas²⁹, así como la facultad de aportar contribuciones a lo largo de la tramitación del procedimiento³⁰.

Sobre estas premisas, el Acuerdo paralelo de 1998 establece el régimen jurídico de los reglamentos técnicos mundiales en lo que se refiere a su procedimiento de elaboración y de modificación, a su contenido y a sus efectos.

a) La elaboración de los reglamentos técnicos mundiales corresponde a las partes contratantes del Acuerdo paralelo de 1998³¹, a través de “un” Comité Ejecutivo³².

²⁷ Preámbulo y art. 1.1.5 del Acuerdo paralelo de 1998. Debe tenerse en cuenta que los reglamentos CEPE/ONU, a pesar de que tienen una dimensión internacional, disponen de un alcance territorial un tanto más restringido que el pretendido por los reglamentos técnicos mundiales.

²⁸ Arts. 1.1.2 a 1.1.4 del Acuerdo paralelo de 1998.

²⁹ El procedimiento de elaboración de los reglamentos técnicos mundiales incluirá “la publicación de: 1) anuncios de reuniones de los grupos de trabajo y del Comité Ejecutivo; 2) documentos finales y de trabajo” [Apartado 13 del Anexo A) del Acuerdo paralelo de 1998]. Este Anexo A) está rubricado de la forma siguiente: “Definiciones”.

³⁰ El procedimiento de elaboración de los reglamentos técnicos mundiales incorporará, asimismo, “la facultad de presentar puntos de vista y argumentos en: 1) las reuniones de los grupos de trabajo a través de organizaciones a las que se haya concedido el estatuto de organismo consultivo; y 2) las reuniones de los grupos de trabajo y del Comité Ejecutivo mediante consultas anteriores a la reunión con representantes de las partes contratantes” [Apartado 13 del Anexo A) del Acuerdo paralelo de 1998].

³¹ El ámbito de este tratado internacional es, realmente, universal, pudiendo englobar a partes contratantes “de todas las zonas del mundo” (véase el art. 1.1.1 del Acuerdo paralelo de 1998).

Pueden, en efecto, ser partes contratantes de este Acuerdo paralelo: 1) Los Estados miembros de la CEPE y las organizaciones de integración económica regional creadas por éstos. Entre los Estados miembros de la CEPE se encuentra España, y la UE es una de las referidas organizaciones de integración económica

Este Comité Ejecutivo estará constituido por representantes de todas las partes contratantes. Se convocará por el Secretario Ejecutivo de la CEPE/ONU, y contará con un presidente y un vicepresidente elegidos por el Comité, de entre sus miembros, en su primera sesión de cada año³³.

Tanto la inclusión de un reglamento nacional o regional en el Compendio de Reglamentos Técnicos Mundiales Propuestos como el establecimiento o la modificación de un reglamento técnico mundial estarán sometidos a votación del Comité Ejecutivo conforme a las siguientes reglas: 1) Cada Estado parte en el Acuerdo paralelo dispondrá de un voto, teniendo en cuenta que las organizaciones de integración económica regional que intervengan en calidad de partes contratantes del Acuerdo tendrán un número de votos igual al de Estados miembros parte a los que representen; 2) El quórum exigido para una votación será, como mínimo, de la mitad de todas las partes contratantes; 3) Para poder emitir su voto las partes contratantes deberán estar presentes, aunque no será necesaria la presencia de los Estados parte para la emisión del voto de la organización de integración económica regional a la que pertenezcan; y 4) Las partes que se abstengan de votar se considerarán como no votantes³⁴.

Conforme a estas reglas, el Comité Ejecutivo, tras examinar las informaciones que desee oportuno y, en su caso, las recomendaciones e informes de los grupos de trabajo correspondientes³⁵, decidirá en última instancia sobre³⁶:

1) La inclusión de reglamentos de las partes contratantes en el Compendio de Reglamentos Técnicos Mundiales Propuestos³⁷.

regional; y 2) “Los Estados miembros de las Naciones Unidas que participen en determinados trabajos de la Comisión Económica para Europa en aplicación del apartado 11 del Mandato de ésta, y las organizaciones de integración económica regional creadas por dichos Estados” (arts. 2.1 y 2.2 del Acuerdo paralelo).

Además de los miembros de pleno derecho, podrán participar, “a título consultivo”, en el procedimiento de elaboración de los reglamentos técnicos mundiales “(Cualquier organización u organismo especializados, incluidas las organizaciones intergubernamentales y no gubernamentales, a los que haya concedido estatuto consultivo el Consejo Económico y Social de las Naciones Unidas” (art. 2.3 del Acuerdo paralelo).

³² Art. 3 y Anexo B) del Acuerdo paralelo de 1998. Este Anexo B) se titula así: “Composición y Reglamento Interno del Comité Ejecutivo”.

Con respecto a la operatividad real del procedimiento de elaboración de los reglamentos técnicos mundiales, puede verse el Capítulo IV (“Proceso de Elaboración de Normas en el WP.29”) del citado “Libro Azul. Foro Mundial para la Armonización de la Reglamentación sobre Vehículos (WP.29). Funcionamiento y Participación”.

³³ Art. 16 del Acuerdo paralelo de 1998 y arts. 6 y 9 de su Anexo B).

³⁴ Arts. 3, 4, 5 y 8 del Anexo B) del Acuerdo paralelo de 1998.

³⁵ Se entiende por “grupo de trabajo” aquel “organismo auxiliar técnico especializado dependiente de la CEPE cuya misión es elaborar recomendaciones sobre el establecimiento de reglamentos técnicos mundiales nuevos o armonizados para su inclusión en el Registro Mundial y estudiar enmiendas a los reglamentos técnicos mundiales establecidos en el Registro Mundial” [Apartado 16 del Anexo A) del Acuerdo paralelo de 1998].

³⁶ Arts. 3.3 a 3.5 del Acuerdo paralelo de 1998 y art. 7 de su Anexo B).

³⁷ Art. 5 del Acuerdo paralelo de 1998.

El Compendio de Reglamentos Técnicos Mundiales Propuestos contendrá los reglamentos técnicos de las partes contratantes (distintos de los reglamentos CEPE/ONU) que se propongan para su adopción como reglamentos técnicos mundiales.

La solicitud de la inclusión de un reglamento técnico en el referido Compendio podrá provenir de cualquier parte contratante y, tras analizar la petición, el Comité Ejecutivo podrá acordar dicha incorporación si en la correspondiente votación se alcanza una mayoría suficiente en dicho órgano³⁸.

Una vez acordada la incorporación, el Secretario General de la ONU la hará efectiva, confiriéndole, para su identificación, la fecha en la que se produjo la votación favorable del Comité Ejecutivo.

La exclusión de un reglamento técnico del Compendio se verificará, esencialmente, cuando o bien se apruebe un reglamento técnico mundial con unas especificaciones técnicas que aborden los mismos elementos en cuanto a las prestaciones o características de diseño que dicho reglamento, o bien transcurra un plazo de cinco años desde su incorporación (a no ser, en este caso, que el Comité Ejecutivo reafirme mediante voto favorable su permanencia en el Compendio)³⁹.

2) El establecimiento y la modificación de reglamentos técnicos mundiales⁴⁰.

Estos reglamentos técnicos pueden tener un doble origen, dando lugar, a efectos explicativos, a los reglamentos técnicos mundiales armonizados, por un lado; y a los reglamentos técnicos mundiales nuevos, por otro.

2.1) Los reglamentos técnicos mundiales armonizados⁴¹.

Las partes contratantes del Acuerdo paralelo de 1998 podrán presentar ante el Comité Ejecutivo propuestas para elaborar un reglamento técnico mundial armonizado referente a prestaciones o características de diseño, tratadas o bien en reglamentos técnicos enumerados en el Compendio de Reglamentos Propuestos o bien en reglamentos CEPE/ONU, o en ambos casos.

El Comité Ejecutivo remitirá, en su caso, a un grupo de trabajo la correspondiente propuesta, debiendo este último órgano, a través de procedimientos transparentes, preparar las recomendaciones que estime pertinentes sobre la propuesta de reglamento técnico mundial, así como presentar ante el referido Comité Ejecutivo, por un lado, un

³⁸ En este sentido, establece el art. 7.1 del Anexo B) del Acuerdo paralelo de 1998 que: "Para la inclusión de un reglamento nacional o regional en el Compendio de reglamentos propuestos se requerirá una votación favorable de o bien, como mínimo, un tercio de las Partes contratantes presentes y votantes (...) o bien un tercio del número total de votos emitidos, tomándose de estos dos criterios el que más facilite una votación a favor. En cualquiera de los dos casos, en el tercio de los votos a favor se incluirá el de la Comunidad Europea o Japón o Estados Unidos...".

³⁹ Art. 5.3 del Acuerdo paralelo de 1998.

⁴⁰ Art. 6 del Acuerdo paralelo de 1998.

⁴¹ Art. 6.2 del Acuerdo paralelo de 1998.

informe escrito que, entre otras cosas, incorpore sus recomendaciones sobre el reglamento técnico mundial y, por otro, el texto de cualquier reglamento técnico mundial que se recomiende.

En la hipótesis de que el Comité Ejecutivo estime satisfactoria la labor del grupo de trabajo, dicho órgano podrá aprobar la nueva norma técnica armonizada mediante una votación por consenso⁴². De alcanzarse efectivamente este apoyo, el reglamento técnico mundial quedará incorporado al Registro de Reglamentos Técnicos Mundiales (o Registro Mundial), otorgándosele, a efectos de su identificación, la fecha en la que se produjo la votación.

2.2) Los reglamentos técnicos mundiales nuevos⁴³.

Toda parte contratante del Acuerdo paralelo de 1998 puede presentar ante el Comité Ejecutivo una propuesta de elaboración de un reglamento técnico mundial nuevo sobre prestaciones o características de diseño no tratadas en los reglamentos técnicos incluidos en el Compendio de Reglamentos Técnicos Mundiales Propuestos, al que me he referido con anterioridad.

El Comité Ejecutivo remitirá, en su caso, a un grupo de trabajo la correspondiente propuesta, debiendo este último órgano, a través de procedimientos transparentes, preparar las recomendaciones que estime pertinentes sobre la propuesta de reglamento técnico mundial, así como presentar ante el referido Comité Ejecutivo, por un lado, un informe escrito que, entre otras cosas, incorpore sus recomendaciones sobre el reglamento técnico mundial y, por otro, el texto de cualquier reglamento técnico mundial que se recomiende.

En caso de que el Comité Ejecutivo estime satisfactoria la labor del grupo de trabajo, dicho órgano podrá aprobar el nuevo texto normativo mediante una votación por consenso. De alcanzarse efectivamente este apoyo, el reglamento técnico mundial quedará incorporado al Registro Mundial, confiriéndosele, para su identificación, la fecha en la que se produjo la votación.

⁴² Se entiende producido el consenso cuando en una votación ninguna parte contratante asistente y votante presente objeciones con respecto al texto del proyectado reglamento técnico mundial [Apartado 5 del Anexo A) del Acuerdo paralelo de 1998]. En relación con esta cuestión, y en lo que aquí interesa, dispone el art. 7.2 del Anexo A) del citado Acuerdo paralelo que: "Cuando una parte contratante presente y votante manifieste objeciones a un asunto para cuya aprobación se requiera una votación por consenso, ésta presentará una explicación por escrito de su objeción al Secretario General en un plazo de sesenta (60) días a partir de la fecha de la votación. Si dicha parte contratante no presenta la mencionada explicación durante el plazo señalado, se considerará que ha votado a favor del asunto sobre el que se hubiese votado. Si todas las partes contratantes que hubiesen presentado objeciones al mencionado asunto tampoco presentan la mencionada explicación, se considerará que la votación ha sido una votación por consenso a favor del asunto por parte de todas las personas presentes y votantes. En ese caso, se considerará que la fecha de la votación ha sido el primer día siguiente al plazo de sesenta (60) días".

⁴³ Art. 6.3 del Acuerdo paralelo de 1998.

Tanto los reglamentos técnicos mundiales armonizados como los de nueva factura podrán ser objeto de modificación, siguiéndose para este fin el procedimiento establecido para la adopción de reglamentos técnicos mundiales nuevos.

b) El contenido tanto de los reglamentos técnicos mundiales comprendidos en el Registro de Reglamentos Técnicos Mundiales como de los reglamentos técnicos que, sin ser todavía reglamentos técnicos mundiales, se incorporen al Compendio de Reglamentos Técnicos Mundiales Propuestos está determinado por el Acuerdo paralelo⁴⁴, debiendo cumplir con los “criterios” siguientes: 1) El establecimiento de “una descripción clara de los vehículos de ruedas y los equipos y piezas que puedan montarse o utilizarse en dichos vehículos o que estén sujetos al reglamento”; 2) La inclusión de “exigencias que establezcan altos niveles de seguridad, protección del medio ambiente, eficiencia energética o protección contra el robo”; 3) La fijación de “exigencias que, en su caso, se refieran a prestaciones en vez de [a] características de diseño”; 4) La determinación del “método de ensayo mediante el cual se acreditará el cumplimiento del reglamento”; 5) En el caso de los reglamentos técnicos que se incorporen al Compendio de Reglamentos Técnicos Mundiales Propuestos, la inclusión, en su caso, de “una descripción clara de las marcas o etiquetas de homologación o certificación necesarias para la homologación de tipo y la conformidad de la fabricación o para la autocertificación del fabricante”; 6) El establecimiento, “si procede”, de “un plazo mínimo recomendado, basado en criterios razonables y viables, que la parte contratante debe establecer antes de exigir el cumplimiento del reglamento”; y 7) “Cualquier reglamento técnico mundial podrá especificar niveles alternativos no mundiales en cuanto a rigurosidad o prestaciones, y procedimientos adecuados de ensayo, cuando sea necesario para facilitar las actividades reguladoras de algunos países, especialmente los países en desarrollo”.

c) Los efectos jurídicos de los reglamentos técnicos mundiales.

Estos reglamentos técnicos carecen de un efecto directo para los ciudadanos de las partes contratantes que hayan votado a favor de su aprobación. Son, por el contrario, normas que deben ser incorporadas a los Derechos internos de las referidas partes contratantes para que puedan desplegar sus efectos, y lo harán, no realmente como normas internacionales, sino nacionales.

Toda parte contratante “estará obligada”, en principio, a incorporar un reglamento técnico mundial por ella aceptado lo antes posible a través del instrumento normativo interno que considere oportuno, debiendo notificar al Secretario General de la ONU la fecha en la que se empezarán a aplicar las especificaciones técnicas contenidas en dicho reglamento, así como el nivel de rigurosidad o de prestaciones incorporado en la normativa nacional (siempre que los reglamentos técnicos mundiales acepten uno o más niveles)⁴⁵.

⁴⁴ Art. 4.1 del Acuerdo paralelo de 1998.

⁴⁵ Art. 7, apartados 1 y 2, del Acuerdo paralelo de 1998.

Las partes contratantes que hayan incorporado un reglamento técnico mundial mediante una norma legal o reglamentaria podrán derogarla o modificarla (con lo que se derogarán o modificarán, en definitiva -y, naturalmente, con efectos exclusivos dentro de cada concreta parte contratante-, las especificaciones técnicas del reglamento técnico mundial que les sirvan de base). En este caso, las partes contratantes notificarán su decisión y los motivos de la misma al Secretario General de la ONU y, en su caso, a otras partes contratantes afectadas por su actuación⁴⁶.

En el caso de que una parte contratante no haya incorporado un reglamento técnico mundial, el Acuerdo paralelo distingue entre dos posibilidades: 1) Cuando la parte contratante decide explícitamente no transponer el reglamento a su Derecho interno, debe comunicar por escrito su decisión al Secretario General de la ONU, así como la motivación de ésta; y 2) Cuando transcurrido un año desde la aprobación e inclusión del reglamento técnico mundial en el Registro de Reglamentos Técnicos Mundiales ni se haya procedido a la transposición nacional del reglamento, ni tampoco se haya decidido su no incorporación al Derecho interno, la parte contratante presentará un informe sobre la situación en la que se encuentra el proceso de transposición del reglamento técnico mundial. Este informe de situación se repetirá, en el caso de que no se transponga dicho reglamento mundial o no se decida expresamente nada sobre su incorporación o no al Derecho nacional por la parte contratante, a intervalos de un año⁴⁷.

Las discrepancias sobre el contenido de las regulaciones incorporadas en los reglamentos técnicos mundiales se resolverán en el seno del Comité Ejecutivo⁴⁸.

IV. EL FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE HOMOLOGACIONES PREVISTO POR EL “ACUERDO REVISADO DE 1958”.

1. Planteamiento general.

El Acuerdo revisado de 1958 (y a diferencia de lo que sucede con el Acuerdo paralelo de 1998) tiene, como se ha avanzado con anterioridad, dos claras finalidades: la elaboración, por un lado, de los reglamentos CEPE/ONU; y el establecimiento, por otro, de un sistema de controles administrativos de la fabricación de un tipo de vehículo y de sus componentes conforme a dichos reglamentos (esto es, las homologaciones), y de un mecanismo de reconocimiento mutuo o recíproco de dichos controles entre las distintas partes contratantes. Veamos, a continuación, cada una de estas dos cuestiones.

⁴⁶ Art. 7.6 del Acuerdo paralelo de 1998.

⁴⁷ Art. 7, apartados 3 y 4, del Acuerdo paralelo de 1998.

⁴⁸ Art. 8.1 del Acuerdo paralelo de 1998.

2. La homologación de tipo de vehículos de motor y de sus componentes conforme a reglamentos CEPE/ONU: las fases de la homologación propiamente dicha y de la verificación de la conformidad de la producción.

a) Centrándonos en esta segunda finalidad del tratado internacional analizado, la “homologación de tipo con arreglo a un reglamento” se define por esta norma como “el procedimiento administrativo por el cual, tras realizar las comprobaciones exigidas, las autoridades competentes de una parte contratante declaran que un vehículo, equipo o pieza presentado por el fabricante se ajusta a las especificaciones de dicho reglamento”⁴⁹.

Cada reglamento CEPE/ONU establecerá entre sus prescripciones, y tal y como ya sabemos, “las condiciones de concesión de la homologación de tipo”⁵⁰. Y cuando una parte contratante del Acuerdo revisado haya aceptado uno de estos reglamentos, dicha parte deberá poner en marcha un sistema de homologación de tipo de un vehículo o de uno de sus componentes con dicha norma en las condiciones precisadas por la misma.

La superación efectiva del correspondiente procedimiento de homologación por un tipo de vehículo o de uno de sus componentes obligará a las partes contratantes a la concesión de “las marcas de homologación de tipo y las marcas de homologación descritas en todos los reglamentos a los tipos de vehículos de ruedas, equipos y piezas contemplados en dicho reglamento, siempre y cuando dispongan de las competencias técnicas necesarias y consideren satisfactorias las disposiciones que garanticen la conformidad de la fabricación con el tipo homologado”. En el caso de que el tipo de un vehículo o de uno de sus componentes no se ajuste(n) a las especificaciones técnicas establecidas por el (los) reglamento(s) CEPE/ONU aplicable(s) o no se consideren satisfactorias las medidas establecidas por el fabricante para garantizar la conformidad de la producción con el tipo homologado, las partes contratantes denegarán la homologación y, consecuentemente, el otorgamiento de las correspondientes marcas de homologación⁵¹.

b) Mecanismo estrechamente ligado por el Acuerdo revisado de 1958 a la homologación de tipo es el relativo a la verificación o control de la conformidad de la producción con el tipo previamente homologado⁵². Esta cuestión está regulada en el Apéndice 2 de esta norma internacional, rubricado “Procedimientos de control de conformidad de la

⁴⁹ Art. 1.1 del Acuerdo revisado de 1958. Este mismo precepto alude a la existencia de otros mecanismos para el control de la aplicación a un producto de la normativa técnica, centrándose específicamente en uno de ellos: la “autocertificación del fabricante”. En este tipo de mecanismos de control, los controles los realiza en primera instancia el fabricante, que certifica por sí mismo que el producto ha sido fabricado conforme a las estipulaciones contenidas en el reglamento técnico pertinente, sin que deba superarse ningún control administrativo previo. Las autoridades administrativas intervienen, en su caso, en una segunda fase: “Las autoridades administrativas competentes pueden realizar comprobaciones aleatorias en el mercado para cerciorarse de que todos los productos autocertificados se ajustan al reglamento de que se trate” (art. 1.1, *in fine*, del citado Acuerdo revisado).

⁵⁰ Art. 1.2 d) del Acuerdo revisado de 1958.

⁵¹ Art. 2 del Acuerdo revisado de 1958.

⁵² Art. 2 y Apéndice 2 del Acuerdo revisado de 1958.

fabricación”, y que distingue entre la fase de la evaluación inicial y la de la conformidad de la fabricación o producción propiamente dicha.

b.1) La superación de la fase de evaluación inicial es requisito indispensable para la concesión de una homologación de tipo⁵³. El citado Apéndice 2 obliga a que toda parte contratante que aplique un reglamento CEPE/ONU compruebe la existencia de las correspondientes disposiciones y procedimientos que garanticen un control eficaz de que los vehículos y sus componentes han sido fabricados conforme al tipo homologado. Esta evaluación inicial podrá realizarse por la autoridad de homologación de la parte que aplica el reglamento o, en nombre y a petición de dicha autoridad, por la autoridad de homologación de otra parte contratante, que expedirá “una declaración de conformidad en la que figuren las zonas y unidades de producción del producto o productos para los que se haya solicitado la homologación de tipo”⁵⁴.

b.2) La fase de verificación de la conformidad de la fabricación o de la producción se establece con la finalidad de asegurar que todos los vehículos (y sus componentes) producidos se ajusten a los correspondientes tipos homologados conforme a los reglamentos CEPE/ONU⁵⁵.

Con esta finalidad, y por un lado, la autoridad de homologación de la parte contratante que expida una homologación de tipo dentro del sistema de la Comisión Económica para Europa (CEPE): 1) “deberá cerciorarse de que existen disposiciones adecuadas y programas de inspección documentados, que habrán de acordarse con el fabricante para cada homologación, de manera que se lleven a cabo a intervalos de tiempo determinados los ensayos o controles conexos necesarios para comprobar que la fabricación se ajusta al tipo homologado, incluidos, en su caso, los ensayos especificados en el reglamento correspondiente”; y 2) “podrá comprobar en todo momento los métodos de control de la conformidad aplicados en cada unidad de producción”, para lo cual los inspectores: i) tendrán a su disposición los registros de prueba y de producción durante cada inspección; e ii) podrán, en su caso, tomar al azar muestras para someterlas a prueba en el laboratorio del fabricante o en el departamento técnico pertinente. En todo caso, si en una inspección se obtienen resultados que no se estimaren satisfactorios, la autoridad de homologación procurará que se adopten las medidas necesarias para que, “con la mayor brevedad posible”, se restablezca la conformidad de la producción con el tipo homologado.

El titular de una homologación, por otro lado, cuenta con las siguientes obligaciones: 1) Dispondrá de procedimientos eficaces de control de la conformidad de la producción en relación con cada tipo homologado; 2) Tendrá acceso al equipo necesario para el control

⁵³ La fase de la “evaluación inicial” está regulada en el apartado 1 del Apéndice 2 del Acuerdo revisado de 1958.

⁵⁴ La autoridad de homologación de la parte que aplique el reglamento deberá aceptar, asimismo, la declaración del fabricante de que cumple con las exigencias requeridas para la evaluación inicial efectuada conforme a la norma armonizada ISO 9002 (relativa a los productos por homologar) o a una norma de homologación equivalente.

⁵⁵ Esta fase está regulada en el apartado 2 del Apéndice 2 del Acuerdo revisado de 1958.

de la conformidad con cada tipo homologado; 3) Procurará que los datos relativos a los resultados de las pruebas se registren y que los documentos adjuntos se mantengan a disposición de la autoridad de homologación durante un período fijado de acuerdo con ésta que no deberá superar los diez años; 4) Analizará los resultados de cada tipo de prueba con el fin de comprobar y asegurar la estabilidad de las características del producto, teniendo en cuenta las variaciones inherentes a todo proceso de fabricación; 5) Hará lo necesario para que, en relación con cada tipo de producto, se efectúen al menos los controles establecidos en el Acuerdo revisado y las pruebas prescritas en los distintos reglamentos CEPE/ONU aplicables; 6) Dispondrá que toda toma de muestras y/o la realización de ensayos, que evidencien la no conformidad con el prototipo considerado, vaya seguida de una nueva toma de muestras y, en su caso, de la práctica de un nuevo ensayo; y 7) Tomará todas las medidas necesarias para restablecer la conformidad de la fabricación correspondiente⁵⁶.

3. El reconocimiento mutuo o recíproco de las homologaciones.

La parte contratante del Acuerdo revisado de 1958 que haya aprobado un reglamento CEPE/ONU y haya decidido su aplicación mediante un sistema de homologación de tipo habrá de reconocer, por un lado, las homologaciones hechas por las otras partes que hayan actuado del mismo modo y, por otro, las homologaciones efectuadas por esta parte habrán de ser aceptadas por las restantes⁵⁷. A tal efecto, debe tenerse bien presente que uno de los elementos que han de ser especificados por este tipo de reglamentos internacionales es el relativo a “las condiciones de concesión de la homologación de tipo y su reconocimiento recíproco, incluidas, si procede, las marcas de homologación y las condiciones que garanticen la conformidad de la fabricación”⁵⁸.

El funcionamiento del sistema de reconocimiento mutuo o recíproco de las homologaciones de tipo entre las distintas partes del Acuerdo revisado se rige conforme a las siguientes reglas esenciales:

1) La presunción de conformidad necesaria para la operatividad del sistema: Son considerados conformes a la legislación de todas las partes contratantes que apliquen un reglamento CEPE/ONU los vehículos de motor y sus componentes que cuenten con una homologación de tipo concedida por una parte contratante conforme al Acuerdo revisado de 1958, “y hayan sido fabricados, bien en el territorio de una parte contratante que aplique dicho reglamento, bien de otro país designado por la parte contratante que haya homologado los tipos de vehículos de ruedas, equipos o piezas de que se trate”⁵⁹.

⁵⁶ Apartado 2.3 del Apéndice 2 del Acuerdo revisado de 1958.

⁵⁷ Art. 1.1 del Acuerdo revisado de 1958.

⁵⁸ Art. 1.2 d) del Acuerdo revisado de 1958.

⁵⁹ Art. 3 del Acuerdo revisado de 1958. A pesar del tenor literal del Acuerdo revisado de 1958, debe tenerse en cuenta, no obstante, que, “actualmente”, y según palabras textuales de la propia Comisión Económica para Europa de la Organización de las Naciones Unidas, “el reconocimiento recíproco con arreglo al Acuerdo se aplica a los sistemas, repuestos y equipos de los vehículos y no a los vehículos en su totalidad. En marzo de 2010, el Foro Mundial WP.29 dio comienzo al proyecto de Homologación Internacional del Vehículo Completo (IWVTA) y estableció un grupo de trabajo oficioso con un mandato

2) Las cláusulas de salvaguardia frente a las incorrecciones en el funcionamiento del sistema. En el caso de que una parte contratante que aplique un reglamento CEPE/ONU mediante el sistema de homologación de tipo compruebe que determinados vehículos de motor o sus componentes, dotados de las correspondientes marcas de homologación concedidas por una de las partes contratantes en virtud de dicho reglamento, no son conformes al tipo homologado, se aplicará el siguiente régimen jurídico: a) Dicha parte denunciante lo notificará a la parte contratante que haya expedido la homologación, que adoptará las medidas necesarias para restablecer la conformidad de la fabricación con los tipos homologados e informará a las demás partes contratantes que apliquen el reglamento mediante dicho sistema de las medidas adoptadas a tal efecto. Estas medidas podrán llegar, en caso extremo, a la retirada de la homologación. Y b) Si la situación pudiera afectar a la seguridad en carretera o al medio ambiente, la parte contratante que haya expedido la homologación avisará a todas las demás partes, que, eventualmente, podrán prohibir la venta y el uso en su territorio de los vehículos o de los componentes de que se trate⁶⁰.

3) La obligación de transmisión por una parte contratante a las otras de información sobre las medidas adoptadas en relación con las homologaciones de tipo de un vehículo de motor o de sus componentes: a) La parte que aplique un reglamento CEPE/ONU mediante el sistema de homologación de tipo remitirá todos los meses a las demás partes contratantes una lista de las homologaciones de vehículos de motor o de sus componentes que haya otorgado, denegado o retirado durante el mes correspondiente; y b) En el caso de que una parte contratante reciba una solicitud de otra parte que aplique uno de tales reglamentos conforme al sistema de homologación de tipo, la receptora de la solicitud enviará inmediatamente a la peticionaria un ejemplar de todos los documentos informativos pertinentes en los que haya fundado su decisión de conceder, denegar o retirar la homologación de un vehículo de motor o de sus componentes recogidos en dicho reglamento⁶¹.

[al efecto] para el período 2010-2016” (“Libro Azul. Foro Mundial para la Armonización de la Reglamentación sobre Vehículos (WP.29). Funcionamiento y Participación”, pág. 11).

⁶⁰ Art. 4 del Acuerdo revisado de 1958.

⁶¹ Art. 5 del Acuerdo revisado de 1958.

ANEXO 7

Snyder, A., Jones, J., Grygier, P., & Garrot, R. (2005). NHTSA Light Vehicle ABS Performance test Development

RESUMEN

Conforme pasa el tiempo los automóviles poseen más potencia, la cual tenemos que contener con un sistema de frenos cada vez más complejo.

La creación del sistema de frenos ABS nace con el objetivo de hacer los automóviles más seguros y confiables en casos extremos. Se ha demostrado que el sistema es tan seguro que en algunos países se ha vuelto obligatorio el uso de éste, en todos los automóviles que transiten por sus carreteras.

Junto al sistema ABS viene un conjunto de instrumentos que ayudará a que la conducción del vehículo sea cada vez más segura, éstos varían respecto a los requerimientos que deba de cumplir el automóvil.

Conforme pasa el tiempo los sistemas de frenos ABS siguen evolucionando, para que el conjunto conductor-vehículo sea cada vez más eficiente y por ende menos frecuente la pérdida de control del vehículo.

OBJETIVOS

General

El propósito del presente trabajo de graduación es brindar a estudiantes de Ingeniería Mecánica y a Técnicos en Mecánica un instrumento de apoyo que les permita conocer la teoría del funcionamiento del sistema antibloqueo de frenos. Que al ponerlo en práctica contribuya a reconocerlo, darle mantenimiento y si es posible poder repararlo cuando lo amerite.

Específicos

1. Proporcionar una guía de conocimiento del sistema de frenos ABS.
2. Describir el sistema de frenos ABS y sus principios de funcionamiento.
3. Detallar brevemente la historia de los frenos ABS.
4. Mencionar el equipo especial que se requiere para trabajar y/o darle mantenimiento al sistema de frenos ABS.
5. Dar a conocer el sistema de mantenimiento que recomienda la compañía que desarrollo éste.
6. Demostrar que un sistema convencional de frenos se puede convertir en un sistema de frenos ABS.

INTRODUCCIÓN

El automóvil ha sido una invención que ha permitido establecer comunicaciones a pequeñas y grandes distancias en países desarrollados y aún en países en vías de desarrollo.

En este trabajo de graduación vamos a tratar de un mecanismo de seguridad que desde el principio los automóviles lo han tenido el cual es el sistema de frenos, donde nos referiremos específicamente al sistema de frenos ABS por ser el más efectivo y el más moderno, tanto así que las leyes de Europa lo han adoptado como una medida de seguridad obligatoria en los automóviles que circulen en este continente.

Se tienen diferentes tipos de sistemas ABS debido a que existe una gran variedad de automóviles que van desde lujosas limosinas, automóviles particulares, autos de transporte, autos de guerra, entre otros, y además que el sistema ABS cada vez sigue evolucionando junto con la mecánica automotriz, que es hacia donde está orientado dicho sistema.

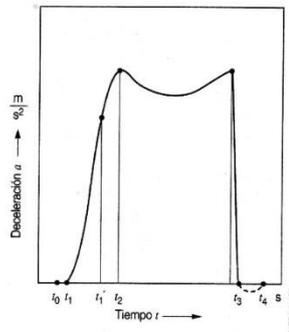
1. FACTORES Y FUERZAS QUE INTERVIENEN A LA HORA DE FRENAR UN VEHÍCULO

1.1 Proceso de frenado

Según la definición de la norma, el término proceso de frenado abarca todos los procesos comprendidos entre el momento que se actúa sobre el dispositivo de accionamiento de los frenos y el final de frenado. El proceso de frenado se caracteriza por dos fases diferentes (figura1).

Figura 1 Deceleración durante el proceso de frenado

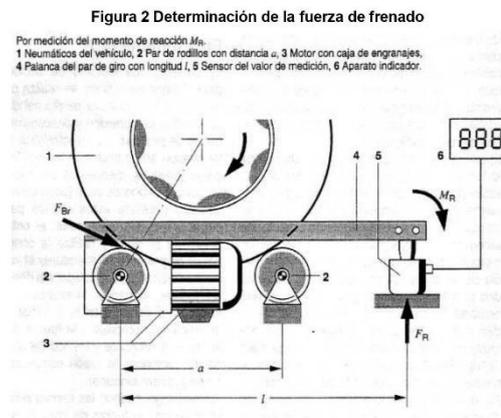
- t_0 Comienzo del frenado,
- $t_1 - t_0$ Duración de respuesta,
- $t_1' - t_1$ Duración de amplificación del frenado,
- $t_1' - t_0$ Duración de respuesta y duración de amplificación del frenado,
- $t_2 - t_2$ Margen parcial de la "deceleración total media",
- $t_4 - t_0$ Duración del frenado,
- $t_4 - t_1$ Duración del efecto de frenado.



Fuente: Instalaciones de frenos para automóviles

1.2 Inicio de frenado

Inicio del movimiento de la pieza del dispositivo de accionamiento sobre el cual actúa la fuerza de accionamiento.



Fuente: Instalaciones de frenos para automóviles

1.3 Tiempo de respuesta

Tiempo transcurrido desde el comienzo del movimiento de la pieza del dispositivo de accionamiento sobre la cual actúa la fuerza de accionamiento, hasta que se produce la fuerza de frenado.

1.4 Duración de efecto umbral

Tiempo que transcurre desde que se produce la fuerza de frenado hasta alcanzar un valor determinado (corresponde a un 75 % de presión de frenado).

1.5 Tiempo de frenado

Tiempo que transcurre desde el comienzo del movimiento de la pieza del dispositivo de accionamiento, sobre la cual actúa la fuerza de accionamiento, hasta que desaparece la fuerza de frenado (En el sistema ABS el tiempo de respuesta es más corto que en un sistema convencional).

1.6 Duración de efecto de frenado

Tiempo que transcurre desde que se representa la fuerza de frenado, hasta en el momento en que desaparece. Al detenerse el vehículo por el mantenimiento de la fuerza de frenado, el comienzo de la parada representa entonces el final del efecto de frenado.

1.7 Campo parcial de la desaceleración

Valor medio de la desaceleración en un intervalo parcial de la desaceleración totalmente desarrollada.

1.8 Principios físicos

Todo cuerpo tiende a permanecer en su posición de reposo o bien a conservar su estado de movimiento. A fin de modificar el estado respectivo, es necesario utilizar o transmitir una determinada fuerza.

Las fuerzas que actúan sobre un vehículo en movimiento son:

- La fuerza de gravedad.
- La fuerza de viento atmosférico (resistencia al aire).
- La fuerza de los neumáticos (resistencia a la rodadura).

Sólo mediante la fuerza de los neumáticos puede obtenerse objetivamente un movimiento determinado, o la modificación del movimiento, la fuerza de los neumáticos se componen de:

- La fuerza periférica F_U debido a la impulsión.
- La fuerza lateral F_S debida a la dirección.
- La fuerza normal F_N debida al peso del vehículo.

Figura 3 Componentes de la fuerza de los neumáticos

F_N Fuerza normal,
 F_U Fuerza tangencial (positiva: fuerza impulsora,
 negativa: fuerza del frenado),
 F_S Fuerza lateral.

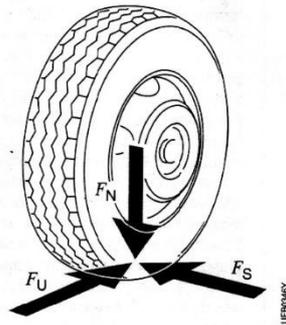


Figura 4 Movimiento de rodadura de la rueda

a Rueda rodando libremente, b Rueda frenada.
 v_F Velocidad del vehículo en el centro de la rueda M,
 v_U Velocidad tangencial de la rueda.
 Con la rueda frenada el ángulo de giro φ será menor por cada unidad de tiempo (Deslizamiento).

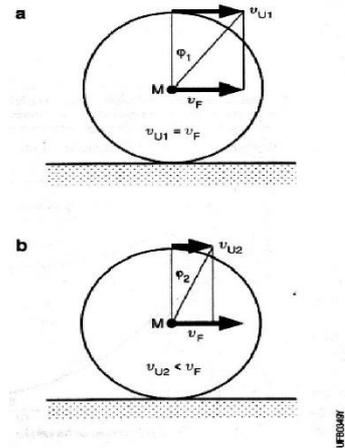


Figura 5 Distribución de frecuencias del coeficiente de fricción estática en una rueda bloqueada, a diferentes velocidades, sobre calzada mojada

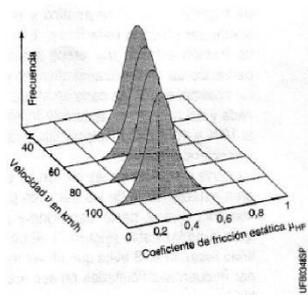
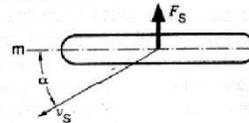


Figura 6 Comportamiento de las ruedas al rodar por curvas

α Inclinación de pivotamiento, F_S Fuerza lateral,
 v_S Velocidad del punto de gravedad de la rueda,
 m Plano medio de la rueda.



Fuente: Instalaciones de frenos para automóviles

La fuerza periférica FU actúa sobre el plano de la carretera, permitiendo al conductor acelerar el vehículo y desacelerarlo hasta frenarlo. La fuerza lateral FS perpendicular a FU, transmite el movimiento de la dirección a la carretera, ocasionando así la marcha en la curva. La fuerza normal FN se determina mediante el peso del vehículo y la carga del mismo, es decir que es componente del peso que actúa perpendicularmente sobre la carretera. La medida en que las fuerzas ejerzan su efecto verdaderamente dependen del estado de la carretera, de los neumáticos y de las condiciones climáticas, es decir de la fuerza de rozamiento entre el neumático y la superficie de la carretera.

El sistema de seguridad ABS (sistema antibloqueo) y su sub-sistema ASR (regulación de deslizamiento) aprovechan de manera óptima la posibilidad que ofrece el rozamiento y arrastre de la fuerza.

1.9 Fuerza de rozamiento

El valor de la fuerza de rozamiento FR es proporcional a la fuerza normal FN.

$$FR = \mu B * FN$$

El factor μB representa el coeficiente de la fuerza de frenado o sea el coeficiente de rozamiento o el coeficiente de arrastre de fuerza. Caracteriza la propiedad de los diferentes pares de materiales de neumático/carretera y todos los demás efectos a los cuales están sometidos. Por lo tanto el coeficiente de la fuerza de frenado constituye una medida para la fuerza de frenado que puede transmitirse. Para los neumáticos de los vehículos, el coeficiente de la fuerza

de frenado alcanza los máximos valores sobre la carretera seca y limpia, en tanto que los más bajos se registran sobre el hielo a agua. Otro medio como la suciedad y aceite disminuyen el coeficiente de la fuerza de frenado.

Tabla I Coeficiente de rozamiento según las condiciones de la carretera

Carretera	μ B
Seca	0.8 a 1.0
Húmeda	0.2 a 0.65
Helada	0.05 a 0.10

ANEXO 8

Albornoz J. (2012), Fuerzas Desarrolladas en el Frenado de Vehículos

***FUERZAS DESARROLLADAS EN
EL FRENADO DE VEHÍCULOS***

Ing. José Luis Albornoz Salazar

INTRODUCCIÓN

Si se hiciera una lista de los sistemas de un automóvil por orden de importancia, posiblemente se colocaría al principio de la lista al sistema de frenos. Muchos conductores han experimentado la inconveniencia de un motor que no arranca debidamente. Recuerdan una noche de invierno cuando el sistema de calefacción de un automóvil solamente emitía aire frío, han experimentado fallas del sistema y se han dado cuenta de lo que les ha costado en comodidad, conveniencia, tiempo y dinero. No obstante, una falla o una avería del sistema de frenos con frecuencia puede causar daños en la propiedad, accidentes graves o inclusive muertes. Un mecánico de frenos debe recordar siempre que la calidad de mantenimiento de los frenos se mide únicamente en términos de seguridad.

El auto es un móvil que se desplaza bajo control del conductor. Es acelerado con la fuerza (torque) y potencia del motor y desacelerado con la resistencia del mismo, pero sobre todo con la aplicación de los frenos, el sistema primordial de seguridad. Un auto es una mole que pesa entre unos 800 y 2500 Kg. (según su tamaño y equipamiento) cuya inercia varía con la velocidad; para controlarla, disminuirla o anularla, se utilizan los frenos instalados en cada una de las cuatro ruedas.

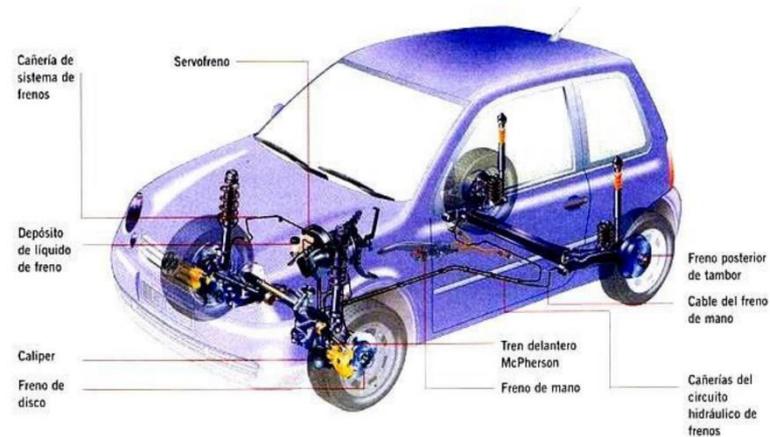
Los frenos deben responder lo más exactamente posible a la solicitud del conductor. Deben ser al mismo tiempo sensibles y graduales para modular la velocidad, y asegurar la detección completa y la inmovilización total del vehículo.

Los frenos trabajan por rozamiento entre una parte móvil solidaria a las ruedas y otra parte fija solidaria a la estructura del auto. Al aplicarse los frenos, la parte fija se aprieta a la parte móvil y por fricción se consigue desacelerar el auto. Esta fricción emite calor y absorbe la energía de la inercia (a 120 Km/h un auto de 1.200 Kg aplica una

potencia de frenado de más de 200 HP, lo que disipará calor hasta en una temperatura de 800°C). Para que los frenos sean más eficaces, las superficies en rozamiento deben asegurar un máximo contacto.

Los frenos están diseñados para desacelerar (retardar) y parar el vehículo, o para facilitar su aparcamiento en una cuesta. Constituyen, por tanto, un equipo extremadamente esencial en los automóviles para la seguridad de la conducción.

En la sociedad movilizada de hoy día, se supone que los frenos son de gran eficiencia y durabilidad, para que el vehículo se pueda parar no sólo con seguridad y prontitud, sino en cualquier y bajo cualquier condición.



Un vehículo en marcha no se puede parar inmediatamente cuando el motor se desconecta del tren de fuerza, debido a la inercia (la tendencia de un objeto en movimiento a continuar moviéndose). Esta inercia se tiene que reducir para conseguir la parada del vehículo.

El motor convierte la energía térmica en energía cinética (energía de movimiento) para impulsar el vehículo. Contrariamente, los frenos cambian la

Ing. José Luis Albornoz Salazar - 2 -

energía de esta moción (energía cinética) en energía térmica para el vehículo.

Generalmente, los frenos de los vehículos actúan haciendo que un objeto fijo haga presión contra un objeto de rotación. El efecto de frenado se obtiene de la fricción que se genera entre dos objetos.

ANÁLISIS DE FUERZAS DESARROLLADAS EN EL FRENADO DE VEHÍCULOS

El proceso de frenado es vital para el control de los vehículos automóviles. A continuación se va a proceder a hacer un análisis del mismo, para el cual se modelizará el vehículo y las solicitaciones que actúan sobre el mismo como se representa en el siguiente gráfico :

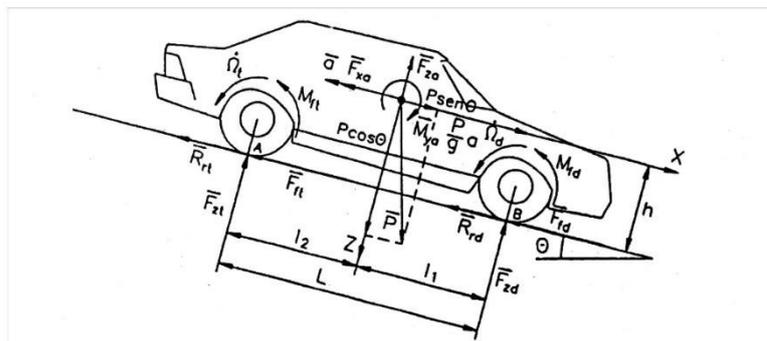


Figura 1: Solicitaciones que actúan sobre un vehículo en el proceso de frenado

A continuación se enuncian las fuerzas más importantes que toman parte en el proceso de frenado y el significado de las mismas :

Pares de frenado (M_{fd} y M_{ft}) : El sistema de frenos del vehículo tiene como misión crear estos pares que se oponen al movimiento de las ruedas y que hacen aparecer las fuerzas de frenado.

Fuerza de frenado (F_{fd} y F_{ft}) : Un vehículo en movimiento dispone de una energía cinética o trabajo que es equivalente a la fuerza de impulsión por la velocidad media del desplazamiento. Este automóvil sufre una aceleración negativa o desaceleración cuando se aplica una fuerza igual y de sentido

contrario a la fuerza que produce movimiento. Es decir, se debe aplicar una fuerza de frenado que anule a la fuerza de impulsión. El efecto de frenado consiste en transformar la energía cinética producida por el vehículo movimiento en calor producido por el rozamiento entre los elementos mecánicos de los frenos. La fuerza de frenado tiene el mismo valor que la fuerza de adherencia o rozamiento y por lo tanto se calculará mediante el producto entre el peso que gravita sobre una rueda y el coeficiente de adherencia entre ella y el suelo, y tiene sentido contrario a la fuerza de impulsión. Como la fuerza de impulsión está determinada por la resistencia que oponen las ruedas a su desplazamiento, la fuerza de frenado que hay que aplicar para detener el vehículo está también en función de la resistencia obtenida en las ruedas.

Componentes del peso (P): Cuando el vehículo circula por terreno inclinado el peso se descompone en dos fuerzas. La primera de ellas en sentido longitudinal de las marcha ($P \cdot \text{Sen}\theta$) se opone o ayuda al movimiento del automóvil, según este esté circulando por una pendiente ascendente o descendente. La segunda es en realidad el peso normal a la superficie de rodadura ($P \cdot \text{Cos}\theta$), que en el caso de que esta sea horizontal, es la única componente del peso, sin embargo en este caso su valor se ve reducido lo que conlleva una disminución de la adherencia. Podemos obviar esta disminución ya que el ángulo de la pendiente (θ) suele ser muy pequeño en condiciones operativas normales del vehículo.

Resistencia a la rodadura (R_{rd} y R_{rt}) : Cuando pensamos en un coche deportivo lo primero que nos viene a la cabeza es un motor potente, enormes discos de frenado y una dura suspensión que lleva al vehículo a través de una curva tomada con rapidez. Muy a menudo se asume que la maniobrabilidad y la adherencia dependen sólo del trabajo de muelles y amortiguadores. Esta tendencia es especialmente evidente entre los

conductores que mejoran sus coches acercándolos al suelo y endureciéndolos, esperando que el efecto sea una conducción más correcta.

Por desgracia son pocos los que se dan cuenta de que el elemento clave que influye en la conducción del coche no son los amortiguadores sino los neumáticos. La aceleración, el frenado, la fuerza centrífuga sufrida durante los giros, todo esto es sufrido a través de los neumáticos y, más en concreto, por la pequeña superficie en contacto con la calzada.



La adherencia del neumático aumenta la seguridad en carretera.

La adherencia de los neumáticos es la fricción entre dos superficies, la de la goma del neumático y la del suelo. De todas formas no es un valor estable, depende de la temperatura, la presión y, lo que es más, de lo resbaladizo que sea el suelo. Algo curioso es que el máximo nivel de adherencia se alcanza cuando el neumático se desliza un poco. ¿Por qué ocurre esto? Observemos este fenómeno más de cerca. La goma interacciona con el suelo de una manera muy específica. La adhesión tiene lugar cuando las moléculas de la goma entran en contacto directo con el suelo. La goma es un polímero mientras que el asfalto es una estructura cristalina. Cuando ambas estructuras se encuentran a alta velocidad las

moléculas de la goma cambian de forma. Algunas uniones se rompen, otras nuevas se crean y ese proceso se repite cíclicamente mientras una superficie se mueve a lo largo de la otra. La rotura y presionado de las uniones moleculares absorben una energía llamada, precisamente, fuerza de adhesión. Esta fuerza alcanza su valor máximo cuando la diferencia de velocidades es de entre 0.03 y 0.06 metros por segundo.

Cuando la diferencia de velocidades es alta, el fenómeno de la adhesión deja lugar en un grado significativo a la histéresis, derivada de la deformación de la superficie del neumático. Como efecto de este proceso algunas partes de la goma sufren compresión y otras extensión. Para que la extensión sea posible los átomos de la goma deben moverse unos en relación a otros. A este proceso le debe acompañar la fricción que produce el calentamiento del neumático. Este proceso absorbe una energía muy parecida a la adhesión sólo que en este caso se la denomina fricción interna. Entonces, ¿cuándo será mayor la adherencia del neumático? La adherencia ideal la alcanzamos en el momento en que viajamos al límite en el que el neumático se desliza sobre el suelo (incluso superándolo ligeramente), la mezcla de la goma es blanda mientras que el suelo es liso y está caliente. Entonces, en el contacto con la superficie domina la fuerza de la adhesión responsable del efecto de pegado de la goma al asfalto.

Volvamos al coche que está tomando una curva a alta velocidad. Cuanto más rápido vayamos mayor será la fuerza centrífuga que hará efecto en él. Mediante los muelles y amortiguadores suavizamos los movimientos violentos, el coche conduce su masa a las ruedas aumentando, de esa manera su presión sobre el suelo. La adherencia es, en esencia, producto de la fricción del neumático con el suelo. La adherencia del neumático es, en esencia, producto de la fricción del neumático sobre el suelo y de la presión ejercida sobre él. Esta presión aumenta en las curvas, como efecto de la fuerza centrífuga que traslada el peso del vehículo a las ruedas externas. Aunque, para obtener buenos resultados, el coeficiente de fricción entre el

neumático y el asfalto debe ser igualmente alto. Especialmente si se tiene en cuenta que toda la fuerza centrífuga debe ser compensada por la adherencia de una superficie del tamaño de una tarjeta postal (esa es el área de un neumático que está en contacto con el suelo).

Lo importante que es la adherencia es algo que saben muy bien los pilotos de carreras, que en muchas ocasiones ven en los neumáticos una manera de conseguir mejores tiempos en cada vuelta. Hay quien opina que los neumáticos son en un 75% responsables de la adaptación del vehículo a la pista. En siguiente lugar aparecen los sistemas de amortiguado, el balance de frenos y la posición de la caja de cambios. Porque, ¿qué es la potencia y la velocidad si no se pueden llevar a las curvas?

Sabiendo esto, los fabricantes de neumáticos intentan conseguir una buena mezcla de gomas para que, en unas condiciones concretas, su producto alcance los parámetros más altos posibles. Por supuesto, cada parámetro es resultado de un compromiso dado que alta adherencia del neumático y dinamismo no van en pareja. Como ejemplo, los neumáticos duros se caracterizan por la larga distancia que pueden usarse sin cambiarlos aunque a cambio de una menor adherencia. En cambio, un neumático adherente, de una mezcla muy blanda se gasta muy rápido, exigiendo un mayor trabajo a altas temperaturas (Por eso en F1 se dice, a menudo, que el piloto tiene que calentar neumáticos).

Mucho más difícil lo tienen los fabricantes de neumáticos civiles, ya que tienen que compaginar la alta adherencia del neumático exigida por los usuarios con la máxima durabilidad. Lo que es más, los neumáticos tienen que ser capaces de actuar bien en lluvia y un gran rango de temperaturas de trabajo. Los equipos de ingenieros, para satisfacer las exigencias de sus clientes elaboran, durante años, mezclas y formas de bandas de rodadura que son un compromiso entre todas las características antes mencionadas.

En la práctica, no hay neumáticos idealmente universales, que funcionen bien en todas las condiciones.

Acciones aerodinámicas: La resistencia aerodinámica (F_{xa}) solo toma valores relevantes para altas velocidades, en el resto de los casos se puede despreciar frente a las fuerzas de frenado y el error cometido nos mantendrá del lado de la seguridad, por lo que se hace frecuentemente.

La fuerza de sustentación aerodinámica (F_{za}) y el par de cabeceo (M_{ya}) modifican las cargas dinámicas que soportan las ruedas (F_{zd} y F_{zt}) y, en consecuencia, la fuerza adherente. Sin embargo suelen también despreciarse ya que solo son significativas a altas velocidades, en cuyo caso si que es conveniente tenerlas en cuenta ya que si no, nos encontraríamos del lado de la inseguridad.

Resistencia del motor y transmisión: La resistencia que ofrece la transmisión puede ser despreciada en cálculos normales de frenado. La resistencia que opone el motor constituye, en muchos casos, un factor importante en el proceso de frenado. La potencia, como el par resistente, que ofrece el motor cuando está conectado a las ruedas a través de la transmisión, es significativa cuando este gira a gran número de revoluciones pero disminuye su importancia al hacerle la velocidad, hasta hacerse pequeña en el último intervalo de un proceso de frenado.

En bajadas prolongadas, especialmente para el caso de vehículos pesados, la retención efectuada por el motor es de suma importancia para preservar los elementos de fricción de los frenos de calentamientos y desgastes excesivos. En el caso de convertidores de par no es aprovechable este fenómeno ya que normalmente estos no transmiten potencia de las ruedas al motor.

Por último es importante reseñar que en el caso de que se requieran altas desaceleraciones o frenadas de emergencia el motor no solo no retiene sino que debe ser frenada la inercia que este lleva por lo que, en estos casos, siempre se debe de desacoplar.

CONDICIONES IMPUESTAS POR LA ADHERENCIA : El bloqueo de las ruedas de un eje produce efectos negativos, ya que en una situación de bloqueo, el coeficiente de fricción entre el neumático y la calzada adquiere un valor inferior al de máxima adherencia ($\mu = 0,75$), lo cual produce el deslizamiento del neumático sobre la calzada. En consecuencia, cuando las ruedas se bloquean, disminuye el valor de la fuerza de frenado respecto a la máxima fuerza potencial que puede obtenerse en condiciones de rodadura previas al bloqueo de las ruedas, ya que el coeficiente de fricción rueda / suelo cae a valores muy bajos del orden de $\mu = 0,2$ ó inferior en pavimentos mojados.

El efecto anterior, con ser de gran interés, no es el más importante. El bloqueo de las ruedas supone la superación de la adherencia neumático – suelo en la dirección longitudinal, razón por la cual, la interacción entre ambos elementos será incapaz de ofrecer una resistencia que equilibre una posible fuerza lateral, por muy pequeña que sea. Como, por otra parte, resulta en la práctica imposible que se produzca una situación exenta de todo esfuerzo lateral el vehículo podrá experimentar un desplazamiento lateral (viento, reparto de carga, etc.) cuyo efecto es diferente según sea el eje cuyas ruedas se bloquean.

Si el eje que se bloquea es el **trasero** la adherencia de las ruedas de dicho eje con el suelo disminuye fuertemente como se ha visto antes, por lo que cualquier inestabilidad puede provocar el giro del vehículo sobre su eje haciendo perder totalmente la estabilidad direccional. Es decir, si en una situación de conducción normal nosotros tiramos con violencia del freno de mano, hasta llegar a bloquear los neumáticos, el vehículo tenderá a derrapar de la parte trasera hasta situarse a contradi dirección.

Si las ruedas que se bloquean son las del eje **delantero**, las fuerzas de inercia aplicadas al centro de gravedad y las de rozamiento o adherencia en las ruedas, proporcionan un momento de guiñada que disminuye con el valor de la perturbación lateral. Esto provoca que el sistema sea estable, es decir,

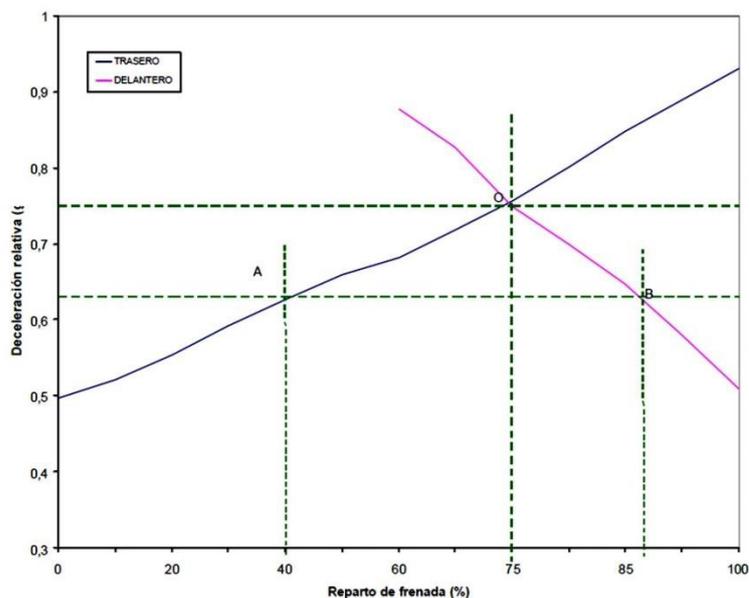
las fuerzas tienden a hacer que el vehículo recupere su posición longitudinal. En esta situación se origina una cierta pérdida de control direccional, menos grave, en términos generales, que la inestabilidad provocada por el bloqueo del eje trasero y el vehículo, tiende en principio a seguir una trayectoria recta sin obedecer a la dirección del mismo.

REPARTO ÓPTIMO DE LAS FUERZAS DE FRENADO : Cuando el vehículo se encuentra estático, la masa del vehículo se reparte entre el eje delantero y el eje trasero, con valores que el diseño del vehículo ha provisto. Casi todos los vehículos comerciales de nuestros días, son ligeramente más pesados en la zona delantera que en la trasera. Ya que, no solo, el motor está ubicado en la parte delantera, sino que además al traccionar (de tracción mecánica) en ese mismo eje, caja de cambio, diferencial, las transmisiones, etc. se encuentran en el eje delantero.

El menor peso en el eje trasero implica que el diseño del reparto de fuerzas sea fundamental para no alcanzar el **bloqueo** de las ruedas traseras. Además como ya se ha comentado anteriormente, cuando nosotros frenamos aparece un momento de cabeceo alrededor del centro de gravedad, que genera una transferencia de carga del eje trasero al eje delantero. Esto significa, que no solo el eje trasero es menos pesado que el delantero, sino que además por dinámica vehicular en el eje trasero y siempre que se accione el freno, se va a descargar transfiriendo parte de esa carga al eje delantero.

El valor de la transferencia de carga que se produce al frenar del eje trasero al delantero, depende de la altura del centro de gravedad del vehículo y de la batalla del vehículo, es decir, de su distancia entre ejes. Debido a todas estas variables, la fuerza frenante que se aplicará al eje delantero no es igual a la del eje trasero. Lo mismo debe decirse para las fuerzas que se aplican durante la aceleración. Si hiciésemos los cálculos para saber que porcentaje de la frenada debe de producirse en el eje delantero y cual en el

eje trasero, considerando un coeficiente de fricción neumático – suelo de valor $\mu = 0,8$. El reparto sería de un 0,75 % de la frenada en las ruedas delanteras; y 0,25 % en las ruedas traseras (Punto O).



Gráfica que representa el reparto óptimo de frenada entre ambos ejes.

Para un valor de adherencia entre el neumático y el suelo de valor $\mu = 0,80$. El punto O, de intersección de ambas curvas, corresponde al frenado óptimo y, por tanto, a un reparto de esfuerzos de frenado como se ha descrito anteriormente. Si en el vehículo se estableciese un reparto de frenada con un 86% de frenada en el eje delantero y un 14% en el eje trasero (Punto B), se alcanzaría antes el bloqueo en las ruedas delanteras, consiguiéndose una desaceleración máxima 0,62, muy por debajo del valor óptimo. Si por el contrario, el coeficiente de reparto de frenada se establece

en un 40% en las ruedas delanteras y un 60% en las traseras,(punto A). Bloquearían antes las ruedas traseras y el límite de la deceleración quedaría establecido, también en un valor de 0,62 muy por debajo del valor óptimo y además con los perjuicios que provoca el bloqueo del eje trasero, visto anteriormente. Como vemos la mejor solución es la representada en el punto O con un reparto de frenada de un 75% en el eje delantero y un 25% en el trasero.

Para que estos valores de reparto de frenada se mantengan dentro de la máxima adherencia consiguiendo así la mayor deceleración, los vehículos van equipados con reguladores de presión que consiguen la variación de la presión del circuito trasero para evitar el bloqueo de los neumáticos y las consecuencias negativas que ya se han comentado.

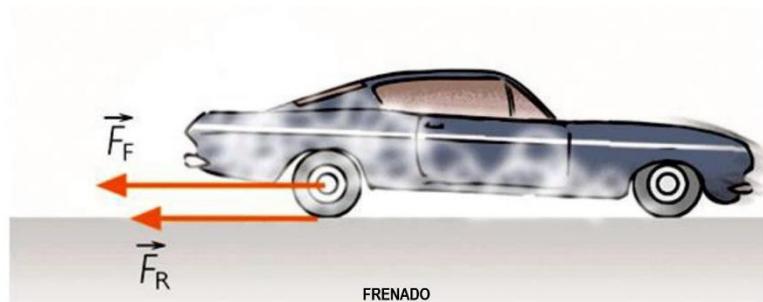
CONCLUSIONES

Un vehículo en movimiento dispone de una energía cinética o trabajo que es equivalente a la fuerza de impulsión por la velocidad media del desplazamiento. Este automóvil sufre una aceleración negativa o desaceleración cuando se aplica una fuerza igual y de sentido contrario a la fuerza que produce movimiento. Es decir, se debe aplicar una fuerza de frenado que anule a la fuerza de impulsión. El efecto de frenado consiste en transformar la energía cinética producida por el vehículo movimiento en calor producido por el rozamiento entre los elementos mecánicos de los frenos. La fuerza de frenado tiene el mismo valor que la fuerza de adherencia o rozamiento y por lo tanto se calculará mediante el producto entre el peso que gravita sobre una rueda y el coeficiente de adherencia entre ella y el suelo, y tiene sentido contrario a la fuerza de impulsión. Como la fuerza de impulsión está determinada por la resistencia que oponen las ruedas a su desplazamiento, la fuerza de frenado que hay que aplicar para detener el vehículo está también en función de la resistencia obtenida en las ruedas.

La fuerza de rozamiento y la de frenado están dirigidas en sentido opuesto al sentido de movimiento. Cuanto mayores sean el rozamiento y la fuerza de frenado, el automóvil tendrá mayor facilidad para frenar.



Ing. José Luis Albornoz Salazar - 14 -



ANEXO 9

RTE INEN 034. (2016). Elementos Mínimos de Seguridad.



GOBIERNO NACIONAL DE
LA REPÚBLICA DEL ECUADOR



Servicio
Ecuatoriano
de Normalización

Baquerizo Moreno E8-29 y
6 de Diciembre
Edificio INEN
www.normalizacion.gob.ec
Quito – Ecuador

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 Reformativa 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. (...)";

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)
“ELEMENTOS MÍNIMOS DE SEGURIDAD EN VEHÍCULOS AUTOMOTORES”**

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 está 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" - *"Prescripciones 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" - *"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"* 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" - *"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"* 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 establece 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" ó;



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 cuadreros, 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" – "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" 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"- "Prescripciones 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 "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" 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" – "Prescripciones 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" – "Prescripciones 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" – "Prescripciones 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, “Vidrios 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) — “Prescripciones 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 apoya 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 apoya 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's 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 (apostillado o consularizado, según sea el caso) y vendrá acompañado del conocimiento del embarque (bill of lading-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 Vásquez
SUBSECRETARIA DEL SISTEMA DE LA CALIDAD DE LA PRODUCTIVIDAD



ANEXO A

		Ambito de aplicación de un Reglamento																			
		Norma INEN VIO 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.	NTE 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																		
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																		



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						
		UN 7	NTE INEN 1155	108	4599-1994, 5920-1999, 4875	13/00	38,106-1	-
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	25(4-03)025-01
4.2.1.3	Asientos, sus Anclajes y Apoyacabezas	UN 17	-					22-103-01
4.2.1.3	Asientos de Vehículos Grandes de Pasajeros, su Resistencia y Anclajes	UN 80	NTE INEN 2708	207 - 210	15083/2006 13057/2003	03/03	97	22-103-01
4.2.1.4	Anclajes de Cinturones de Seguridad y de Sistemas ISOFIX	UN 14	NTE INEN 2704	210				
4.2.1.4	Anclajes ISOFIX	UN 14	NTE INEN 2704	210	14167	05/05	103-2,27-2	22(5)-1035-01
4.3.2	Sistemas de Frenos para Vehículos Livianos de Pasajeros	UN 13H	-					
4.3.3	Frenos ABS	UN 13H	-	105-121-135	21670	31/02		
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		13-0212013H-01
4.4.1	Sistemas Electrónicos de Control de Estabilidad	GTR8	-	126				
4.4.1	Sistemas de Frenos para Vehículos Livianos de Pasajeros	UN 13H	-	126	21670	31/02	-	-
4.5	NEUMÁTICOS	UN 30	RTE INEN 31	109-139	9743-1997, 9744-1997, 12977-1997			
4.5	NEUMÁTICOS	UN 54	RTE INEN 31	119		23/02	-	-
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	-	29-0337
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, 720913	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 ACÚSTICO Y LUMINOSO DE USO DE CINTURÓN	UN 16	NTE INEN 2675	209, 210, 125	18209.1-2000	04/04	-	22(3-1033-01)

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	12-1012R013H-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	Suspension	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 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 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-J068R077-01)	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 Attachment 34, 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.

ANEXO 10

Regulación N° 13-H disposiciones uniformes relativas a la aprobación de los vehículos automóviles de pasajeros en lo relativo al frenado ECE/TRANS/505/Rev.2/Add.12H/Rev.2

E/ECE/324/Rev.2/Add.12H/Rev.2
E/ECE/TRANS/505/Rev.2/Add.12H/Rev.2
Annex 6 - Appendix 2

Annex 6

Appendix 2

Utilization of adhesion

1. Method of measurement
 - 1.1. Determination of the coefficient of adhesion (k)
 - 1.1.1. The coefficient of adhesion (k) shall be determined as the quotient of the maximum braking forces without locking the wheels and the corresponding dynamic load on the axle being brakes.
 - 1.1.2. The brakes shall be applied on only one axle of the vehicle under test, at an initial speed of 50 km/h. The braking forces shall be distributed between the wheels of the axle to reach maximum performance. The anti-lock system shall be disconnected, or inoperative, between 40 km/h and 20 km/h.
 - 1.1.3. A number of tests at increments of line pressure shall be carried out to determine the maximum braking rate of the vehicle (z_{max}). During each test, a constant input force shall be maintained and the braking rate will be determined by reference to the time taken (t) for the speed to reduce from 40 km/h to 20 km/h using the formula:

$$z = \frac{0,566}{t}$$

z_{max} is the maximum value of z; t is in seconds.

- 1.1.3.1. Wheel lock may occur below 20 km/h.
- 1.1.3.2. Starting from the minimum measured value of t, called t_{min} , then select three values of t comprised within t_{min} and $1.05 t_{min}$ and calculate their arithmetical mean value t_m ,

$$z_m = \frac{0,566}{t_m}$$

then calculate:

If it is demonstrated that for practical reasons the three values defined above cannot be obtained, then the minimum time t_{min} may be utilized. However, the requirements of paragraph 1.3. shall still apply.

- 1.1.4. The braking forces shall be calculated from the measured braking rate and the rolling resistance of the unbraked axle which is equal to 0.015 and 0.010 of the static axle load for a driven axle and a non-driven axle, respectively.
- 1.1.5. The dynamic load on the axle shall be that given by the formulae in Annex 5 to this Regulation.
- 1.1.6. The value of k shall be rounded to three decimal places.
- 1.1.7. Then, the test will be repeated for the other axle(s) as defined in paragraphs 1.1.1. to 1.1.6. above.

- 1.1.8. For example, in the case of a two-axle rear-wheel drive vehicle, with the front axle (1) being braked, the coefficient of adhesion (k) is given by:

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

The other symbols (P, h, E) are defined in Annex 5 to this Regulation.

- 1.1.9. One coefficient will be determined for the front axle k_f and one for the rear axle k_r .

- 1.2. Determination of the adhesion utilized (ε)

- 1.2.1. The adhesion utilized (ε) is defined as the quotient of the maximum braking rate with the anti-lock system operative (z_{AL}) and the coefficient of adhesion (k_M) i.e.,

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

- 1.2.2. From an initial vehicle speed of 55 km/h, the maximum braking rate (z_{AL}) shall be measured with full cycling of the anti-lock braking system and based on the average value of three tests, as in paragraph 1.1.3. of this appendix, using the time taken for the speed to reduce from 45 km/h to 15 km/h, according to the following formula:

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

- 1.2.3. The coefficient of adhesion k_M shall be determined by weighting with the dynamic axle loads.

$$k_M = \frac{k_f \cdot F_{idyn} + k_r \cdot F_{rdyn}}{P \cdot g}$$

where:

$$F_{idyn} = F_f + \frac{h}{E} \cdot z_{AL} \cdot P \cdot g$$

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

- 1.2.4. The value of ε shall be rounded to two decimal places.
- 1.2.5. In the case of a vehicle equipped with an anti-lock system of categories 1 or 2, the value of z_{AL} will be based on the whole vehicle, with the anti-lock system in operation, and the adhesion utilized (ε) is given by the same formula quoted in paragraph 1.2.1. of this appendix.
- 1.2.6. In the case of a vehicle equipped with an anti-lock system of category 3, the value of z_{AL} will be measured on each axle which has at least one directly controlled wheel. For example, for a two-axle rear-wheel drive vehicle with an anti-lock system acting only on the rear axle (2), the adhesion utilized (ε) is given by:

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

This calculation shall be made for each axle having at least one directly controlled wheel.

- 1.3. If $\varepsilon > 1.00$, the measurements of coefficients of adhesion shall be repeated. A tolerance of 10% is accepted.

Annex 6

Appendix 3

Performance on differing adhesion surfaces

1. The prescribed braking rate referred to in paragraph 5.3.5. of this annex may be calculated by reference to the measured coefficient of adhesion of the two surfaces on which this test is carried out. These two surfaces must satisfy the conditions prescribed in paragraph 5.3.4. of this annex.
2. The coefficient of adhesion (k_H and k_L) of the high- and low-adhesion surfaces, respectively, shall be determined in accordance with the provisions in paragraph 1.1. of Appendix 2 to this annex.
3. The braking rate (z_{MALS}) for laden vehicles shall be:

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

Annex 6

Appendix 4

Method of selection of the low adhesion surface

1. Details of the coefficient of adhesion of the surface selected, as defined in paragraph 5.1.1.2. of this annex, must be given to the Technical Service.
 - 1.1. These data must include a curve of the coefficient of adhesion versus slip (from 0 to 100 per cent slip) for a speed of approximately 40 km/h.
 - 1.1.1. The maximum value of the curve will represent k_{peak} and the value at 100 per cent slip will represent k_{lock} .
 - 1.1.2. The ratio R shall be determined as the quotient of the k_{peak} and k_{lock} .
$$R = \frac{k_{\text{peak}}}{k_{\text{lock}}}$$
 - 1.1.3. The value of R shall be rounded to one decimal place.
 - 1.1.4. The surface to be used must have a ratio R between 1.0 and 2.0¹.
 2. Prior to the tests, the Technical Service shall ensure that the selected surface meets the specified requirements and shall be informed of the following:
 - Test method to determine R,
 - Type of vehicle,
 - Axle load and tyres (different loads and different tyres have to be tested and the results shown to the Technical Service which will decide if they are representative for the vehicle to be approved).
 - 2.1. The value of R shall be mentioned in the test report.
 - The calibration of the surface has to be carried out at least once a year with a representative vehicle to verify the stability of R.

¹ Until such test surfaces become generally available, a ratio R up to 2.5 is acceptable, subject to discussion with the Technical Service.

Annex 7

Inertia dynamometer test method for brake linings

1. General
 - 1.1. The procedure described in this annex may be applied in the event of a modification of vehicle type resulting from the fitting of brake linings of another type to vehicles which have been approved in accordance with this Regulation.
 - 1.2. The alternative types of brake linings shall be checked by comparing their performance with that obtained from the brake linings with which the vehicle was equipped at the time of approval and conforming to the components identified in the relevant information document, a model of which is given in Annex 1 to this Regulation.
 - 1.3. The Technical Authority responsible for conducting approval tests may at its discretion require comparison of the performance of the brake linings to be carried out in accordance with the relevant provisions contained in Annex 3 to this Regulation.
 - 1.4. Application for approval by comparison shall be made by the vehicle manufacturer or by his duly accredited representative.
 - 1.5. In the context of this annex "vehicle" shall mean the vehicle type approved according to this Regulation and for which it is requested that the comparison shall be considered satisfactory.
2. Test equipment
 - 2.1. A dynamometer having the following characteristics shall be used for the tests:
 - 2.1.1. It shall be capable of generating the inertia required by paragraph 3.1. of this annex, and have the capacity to meet the requirements prescribed by paragraph 1.5. of Annex 3 to this Regulation with respect to the Type-I fade test;
 - 2.1.2. The brakes fitted shall be identical with those of the original vehicle type concerned;
 - 2.1.3. Air cooling, if provided, shall be in accordance with paragraph 3.4. of this annex;
 - 2.1.4. The instrumentation for the test shall be capable of providing at least the following data:
 - 2.1.4.1. A continuous recording of disc or drum rotational speed;
 - 2.1.4.2. Number of revolutions completed during a stop, to resolution not greater than one eighth of a revolution;
 - 2.1.4.3. Stop time;
 - 2.1.4.4. A continuous recording of the temperature measured in the centre of the path swept by the lining or at mid-thickness of the disc or drum or lining;
 - 2.1.4.5. A continuous recording of brake application control line pressure or force;

- 2.1.4.6. A continuous recording of brake output torque.
3. Test conditions
- 3.1. The dynamometer shall be set as close as possible, with ± 5 per cent tolerance, to the rotary inertia equivalent to that part of the total inertia of the vehicle braked by the appropriate wheel(s) according to the following formula:
- $$I = M R^2$$
- where:
- I = rotational inertia (kgm^2)
- R = dynamic tyre rolling radius (m)
- M = that part of the maximum mass of the vehicle braked by the appropriate wheel(s). In the case of a single-ended dynamometer, this part shall be calculated from the design braking distribution when deceleration corresponds to the appropriate value given in paragraph 2.1.1.(A) of Annex 3 to this Regulation.
- 3.2. The initial rotational speed of the inertia dynamometer shall correspond to the linear speed of the vehicle as prescribed in paragraph 2.1.1.(A) of Annex 3 to this Regulation and shall be based on the dynamic rolling radius of the tyre.
- 3.3. Brake linings shall be at least 80 per cent bedded and shall not have exceeded a temperature of 180°C during the bedding procedure, or alternatively, at the vehicle manufacturer's request, be bedded in accordance with his recommendations.
- 3.4. Cooling air may be used, flowing over the brake in a direction perpendicular to its axis of rotation. The velocity of the cooling air flowing over the brake shall be not greater than 10 km/h. The temperature of the cooling air shall be the ambient temperature.
4. Test procedure
- 4.1. Five sample sets of the brake lining shall be subjected to the comparison test: they shall be compared with five sets of linings conforming to the original components identified in the information document concerning the first approval of the vehicle type concerned.
- 4.2. Brake lining equivalence shall be based on a comparison of the results achieved using the test procedures prescribed in this annex and in accordance with the following requirements.
- 4.3. Type-O cold performance test
- 4.3.1. Three brake applications shall be made when the initial temperature is below 100°C . The temperature shall be measured in accordance with the provisions of paragraph 2.1.4.4. of this annex.
- 4.3.2. Brake applications shall be made from an initial rotational speed equivalent to that given in paragraph 2.1.1.(A) of Annex 3 to this Regulation, and the brake shall be applied to achieve a mean torque equivalent to the deceleration prescribed in that paragraph. In addition, tests shall also be carried out at several rotational speeds, the lowest being equivalent to 30 per cent of the maximum speed of the vehicle and the highest being equivalent to 80 per cent of that speed.

- 4.3.3. The mean braking torque recorded during the above cold performance tests on the linings being tested for the purpose of comparison shall, for the same input measurement, be within the test limits ± 15 per cent of the mean braking torque recorded with the brake linings conforming to the component identified in the relevant application for vehicle type approval.
- 4.4. Type-I test (fade test)
 - 4.4.1. Heating procedure
 - 4.4.1.1. Brake linings shall be tested according to the procedure given in paragraph 1.5.1. of Annex 3 to this Regulation.
 - 4.4.2. Hot performance
 - 4.4.2.1. On completion of the tests required under paragraph 4.4.1. of this annex, the hot braking performance test specified in paragraph 1.5.2. of Annex 3 to this Regulation shall be carried out.
 - 4.4.2.2. The mean braking torque recorded during the above hot performance tests on the linings being tested for the purpose of comparison shall, for the same input measurement, be within the test limits ± 15 per cent of the mean braking torque recorded with the brake linings conforming to the component identified in the relevant application for vehicle type approval.
- 5. Inspection of brake linings
Brake linings shall be visually inspected on completion of the above tests to check that they are in satisfactory condition for continued use in normal service.

Annex 8

Special requirements to be applied to the safety aspects of complex electronic vehicle control systems

1. General

This annex defines the special requirements for documentation, fault strategy and verification with respect to the safety aspects of Complex Electronic Vehicle Control Systems (definition 2.3. below) as far as this Regulation is concerned.

This annex may also be called, by special paragraphs in this Regulation, for safety related functions which are controlled by electronic system(s).

This annex does not specify the performance criteria for "The System" but covers the methodology applied to the design process and the information which must be disclosed to the Technical Service, for type approval purposes.

This information shall show that "The System" respects, under normal and fault conditions, all the appropriate performance requirements specified elsewhere in this Regulation.

2. Definitions

For the purposes of this annex,

2.1. "*Safety concept*" is a description of the measures designed into the system, for example within the electronic units, so as to address system integrity and thereby ensure safe operation even in the event of an electrical failure.

The possibility of a fall-back to partial operation or even to a back-up system for vital vehicle functions may be a part of the safety concept.

2.2. "*Electronic control system*" means a combination of units, designed to co-operate in the production of the stated vehicle control function by electronic data processing.

Such systems, often controlled by software, are built from discrete functional components such as sensors, electronic control units and actuators and connected by transmission links. They may include mechanical, electro-pneumatic or electro-hydraulic elements.

"*The System*", referred to herein, is the one for which type approval is being sought.

2.3. "*Complex electronic vehicle control systems*" are those electronic control systems which are subject to a hierarchy of control in which a controlled function may be over-ridden by a higher level electronic control system/function.

A function which is over-ridden becomes part of the complex system.

2.4. "*Higher-level control*" systems/functions are those which employ additional processing and/or sensing provisions to modify vehicle behaviour by commanding variations in the normal function(s) of the vehicle control system.

- This allows complex systems to automatically change their objectives with a priority which depends on the sensed circumstances.
- 2.5. "Units" are the smallest divisions of system components which will be considered in this annex, since these combinations of components will be treated as single entities for purposes of identification, analysis or replacement.
- "Transmission links" are the means used for inter-connecting distributed units for the purpose of conveying signals, operating data or an energy supply.
- This equipment is generally electrical but may, in some part, be mechanical, pneumatic, hydraulic or optical.
- 2.7. "Range of control" refers to an output variable and defines the range over which the system is likely to exercise control.
- 2.8. "Boundary of functional operation" defines the boundaries of the external physical limits within which the system is able to maintain control.
3. Documentation
- 3.1. Requirements
- The manufacturer shall provide a documentation package which gives access to the basic design of "The System" and the means by which it is linked to other vehicle systems or by which it directly controls output variables.
- The function(s) of "The System" and the safety concept, as laid down by the manufacturer, shall be explained.
- Documentation shall be brief, yet provide evidence that the design and development has had the benefit of expertise from all the system fields which are involved.
- For periodic technical inspections, the documentation shall describe how the current operational status of "The System" can be checked.
- 3.1.1. Documentation shall be made available in 2 parts:
- (a) The formal documentation package for the approval, containing the material listed in Section 3 (with the exception of that of paragraph 3.4.4.) which shall be supplied to the technical service at the time of submission of the type approval application. This will be taken as the basic reference for the verification process set out in paragraph 4. of this annex.
- (b) Additional material and analysis data of paragraph 3.4.4., which shall be retained by the manufacturer, but made open for inspection at the time of type approval.
- 3.2. Description of the functions of "The System"
- A description shall be provided which gives a simple explanation of all the control functions of "The System" and the methods employed to achieve the objectives, including a statement of the mechanism(s) by which control is exercised.
- 3.2.1. A list of all input and sensed variables shall be provided and the working range of these defined.

- 3.2.2. A list of all output variables which are controlled by "The System" shall be provided and an indication given, in each case, of whether the control is direct or via another vehicle system. The range of control (paragraph 2.7.) exercised on each such variable shall be defined.
- 3.2.3. Limits defining the boundaries of functional operation (paragraph 2.8.) shall be stated where appropriate to system performance.
- 3.3. System layout and schematics
- 3.3.1. Inventory of components
- A list shall be provided, collating all the units of "The System" and mentioning the other vehicle systems which are needed to achieve the control function in question.
- An outline schematic showing these units in combination, shall be provided with both the equipment distribution and the interconnections made clear.
- 3.3.2. Functions of the units
- The function of each unit of "The System" shall be outlined and the signals linking it with other Units or with other vehicle systems shall be shown. This may be provided by a labelled block diagram or other schematic, or by a description aided by such a diagram.
- 3.3.3. Interconnections
- Interconnections within "The System" shall be shown by a circuit diagram for the electrical transmission links, by an optical-fiber diagram for optical links, by a piping diagram for pneumatic or hydraulic transmission equipment and by a simplified diagrammatic layout for mechanical linkages.
- 3.3.4. Signal flow and priorities
- There shall be a clear correspondence between these transmission links and the signals carried between units.
- Priorities of signals on multiplexed data paths shall be stated, wherever priority may be an issue affecting performance or safety as far as this Regulation is concerned.
- 3.3.5. Identification of units
- Each unit shall be clearly and unambiguously identifiable (e.g. by marking for hardware and marking or software output for software content) to provide corresponding hardware and documentation association.
- Where functions are combined within a single Unit or indeed within a single computer, but shown in multiple blocks in the block diagram for clarity and ease of explanation, only a single hardware identification marking shall be used.
- The manufacturer shall, by the use of this identification, affirm that the equipment supplied conforms to the corresponding document.
- 3.3.5.1. The identification defines the hardware and software version and, where the latter changes such as to alter the function of the unit as far as this Regulation is concerned, this identification shall also be changed.

- 3.4. Safety concept of the manufacturer
- 3.4.1. The manufacturer shall provide a statement which affirms that the strategy chosen to achieve "The System" objectives will not, under non-fault conditions, prejudice the safe operation of systems which are subject to the prescriptions of this Regulation.
- 3.4.2. In respect of software employed in "The System", the outline architecture shall be explained and the design methods and tools used shall be identified. The manufacturer shall be prepared, if required, to show some evidence of the means by which they determined the realisation of the system logic, during the design and development process.
- 3.4.3. The Manufacturer shall provide the technical authorities with an explanation of the design provisions built into "The System" so as to generate safe operation under fault conditions. Possible design provisions for failure in "The System" are for example:
- (a) Fall-back to operation using a partial system.
 - (b) Change-over to a separate back-up system.
 - (c) Removal of the high level function.
- In case of a failure, the driver shall be warned for example by warning signal or message display. When the system is not deactivated by the driver, e.g. by turning the Ignition (run) switch to "off", or by switching off that particular function if a special switch is provided for that purpose, the warning shall be present as long as the fault condition persists.
- 3.4.3.1. If the chosen provision selects a partial performance mode of operation under certain fault conditions, then these conditions shall be stated and the resulting limits of effectiveness defined.
- 3.4.3.2. If the chosen provision selects a second (back-up) means to realise the vehicle control system objective, the principles of the change-over mechanism, the logic and level of redundancy and any built in back-up checking features shall be explained and the resulting limits of back-up effectiveness defined.
- 3.4.3.3. If the chosen provision selects the removal of the higher level function, all the corresponding output control signals associated with this function shall be inhibited, and in such a manner as to limit the transition disturbance.
- 3.4.4. The documentation shall be supported, by an analysis which shows, in overall terms, how the system will behave on the occurrence of any one of those specified faults which will have a bearing on vehicle control performance or safety.
- This may be based on a Failure Mode and Effect Analysis (FMEA), a Fault Tree Analysis (FTA) or any similar process appropriate to system safety considerations.
- The chosen analytical approach(es) shall be established and maintained by the manufacturer and shall be made open for inspection by the technical service at the time of the type approval.

- 3.4.4.1. This documentation shall itemise the parameters being monitored and shall set out, for each fault condition of the type defined in paragraph 3.4.4. above, the warning signal to be given to the driver and/or to service/technical inspection personnel.
- 4. Verification and test
 - 4.1. The functional operation of "The System", as laid out in the documents required in paragraph 3., shall be tested as follows:
 - 4.1.1. Verification of the function of "The System"

As the means of establishing the normal operational levels, verification of the performance of the vehicle system under non-fault conditions shall be conducted against the manufacturer's basic benchmark specification unless this is subject to a specified performance test as part of the approval procedure of this or another Regulation.
 - 4.1.2. Verification of the safety concept of paragraph 3.4.

The reaction of "The System" shall, at the discretion of the type approval authority, be checked under the influence of a failure in any individual unit by applying corresponding output signals to electrical units or mechanical elements in order to simulate the effects of internal faults within the unit.

The verification results shall correspond with the documented summary of the failure analysis, to a level of overall effect such that the safety concept and execution are confirmed as being adequate.

Annex 9

Electronic stability control and brake assist systems

- A. Requirements for electronic stability control systems, where fitted
1. General requirements
- Vehicles equipped with an ESC system shall meet the functional requirements specified in paragraph 2, and the performance requirements in paragraph 3, under the test procedures specified in paragraph 4, and under the test conditions specified in paragraph 5, of this section.
2. Functional requirements
- Each vehicle to which this annex applies shall be equipped with an electronic stability control system that:
- 2.1. Is capable of applying braking torques individually to all four wheels¹ and has a control algorithm that utilizes this capability;
- 2.2. Is operational over the full speed range of the vehicle, during all phases of driving including acceleration, coasting, and deceleration (including braking), except:
- 2.2.1. When the driver has disabled ESC;
- 2.2.2. When the vehicle speed is below 20 km/h;
- 2.2.3. While the initial start-up self test and plausibility checks are completed, not to exceed 2 minutes when driven under the conditions of paragraph 5.10.2.;
- 2.2.4. When the vehicle is being driven in reverse.
- 2.3. Remains capable of activation even if the antilock braking system or traction control system is also activated.
3. Performance requirements
- During each test performed under the test conditions of paragraph 4, and the test procedure of paragraph 5.9., the vehicle with the ESC system engaged shall satisfy the directional stability criteria of paragraphs 3.1. and 3.2., and it shall satisfy the responsiveness criterion of paragraph 3.3, during each of those tests conducted with a commanded steering wheel² angle of 5A or greater but limited as per paragraph 5.9.4., where A is the steering wheel angle computed in paragraph 5.6.1.
- Where a vehicle has been physically tested in accordance with paragraph 4., the compliance of versions or variants of that same vehicle type may be demonstrated by a computer simulation, which respects the test conditions of

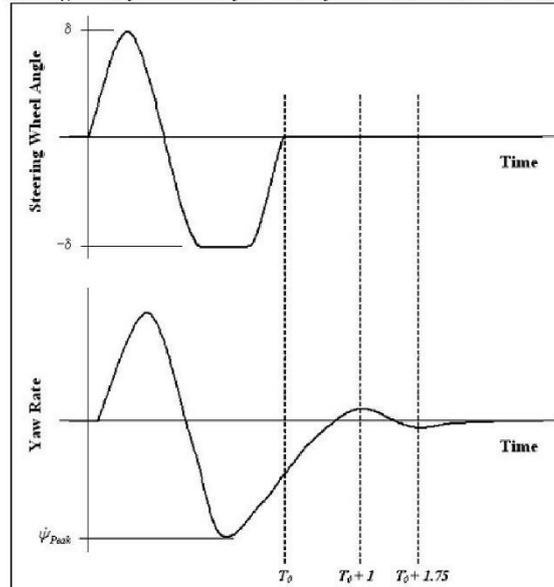
¹ An axle group shall be treated as a single axle and dual wheels shall be treated as a single wheel.

² The text in this annex assumes that the vehicle steering is controlled by means of a steering wheel. Vehicles using other types of steering control may also be approved to this annex provided the manufacturer is able to demonstrate to the technical service that the performance requirements of this annex can be met using equivalent steering inputs to the steering inputs stipulated under paragraph 5. of this section.

paragraph 4. and the test procedure of paragraph 5.9. The use of the simulator is defined in Appendix 1 to this annex.

- 3.1. The yaw rate measured 1 second after completion of the Sine with Dwell steering input (time $T_0 + 1$ in Figure 1) shall not exceed 35 percent of the first peak value of yaw rate recorded after the steering wheel angle changes sign (between first and second peaks) (ψ_{Peak} in Figure 1) during the same test run.

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



- 3.2. The yaw rate measured 1.75 seconds after completion of the Sine with Dwell steering input shall not exceed 20 percent of the first peak value of yaw rate recorded after the steering wheel angle changes sign (between first and second peaks) during the same test run.
- 3.3. The lateral displacement of the vehicle centre of gravity with respect to its initial straight path shall be at least 1.83 m for vehicles with a GVM of 3,500 kg or less, and 1.52 m for vehicles with a maximum mass greater than 3,500 kg when computed 1.07 seconds after the Beginning of Steer (BOS). BOS is defined in paragraph 5.11.6.
- 3.3.1. The computation of lateral displacement is performed using double integration with respect to time of the measurement of lateral acceleration at the vehicle centre of gravity, as expressed by the formula:

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

- An alternative measuring method may be allowed for type approval testing, provided it demonstrates at least an equivalent level of precision as the double integration method.
- 3.3.2. Time $t = 0$ for the integration operation is the instant of steering initiation, known as the Beginning of Steer (BOS). BOS is defined in paragraph 5.11.6.
- 3.4. ESC malfunction detection
- The vehicle shall be equipped with a tell-tale that provides a warning to the driver of the occurrence of any malfunction that affects the generation or transmission of control or response signals in the vehicle's electronic stability control system.
- 3.4.1. The ESC malfunction tell-tale:
- 3.4.1.1. Shall be displayed in direct and clear view of the driver, while in the driver's designated seating position with the driver's seat belt fastened;
- 3.4.1.2. Shall appear perceptually upright to the driver while driving;
- 3.4.1.3. Shall be identified by the symbol shown for "ESC Malfunction Tell-tale" below or the text "ESC":



- 3.4.1.4. Shall be yellow or amber in colour;
- 3.4.1.5. When illuminated must be sufficiently bright to be visible to the driver under both daylight and night-time driving conditions, when the driver has adapted to the ambient roadway light conditions;
- 3.4.1.6. Except as provided in paragraph 3.4.1.7., the ESC malfunction tell-tale shall illuminate when a malfunction exists and shall remain continuously illuminated under the conditions specified in paragraph 3.4. for as long as the malfunction exists, whenever the ignition locking system is in the "On" ("Run") position;
- 3.4.1.7. Except as provided in paragraph 3.4.2., each ESC malfunction tell-tale shall be activated as a check of lamp function either when the ignition locking system is turned to the "On" ("Run") position when the engine is not running, or when the ignition locking system is in a position between "On" ("Run") and "Start" that is designated by the manufacturer as a check position;
- 3.4.1.8. Shall extinguish at the next ignition cycle after the malfunction has been corrected in accordance with paragraph 5.10.4.;
- 3.4.1.9. May also be used to indicate the malfunction of related systems/functions, including traction control, trailer stability assist, corner brake control, and other similar functions that use throttle and/or individual torque control to operate and share common components with ESC.
- 3.4.2. The ESC malfunction tell-tale need not be activated when a starter interlock is in operation.
- 3.4.3. The requirement of paragraph 3.4.1.7. does not apply to tell-tales shown in a common space.

- 3.4.4. The manufacturer may use the ESC malfunction tell-tale in a flashing mode to indicate ESC operation.
- 3.5. ESC Off and other system controls
- The manufacturer may include an "ESC Off" control, which shall be illuminated when the vehicle's headlamps are activated, and which has a purpose to place the ESC system in a mode in which it will no longer satisfy the performance requirements of paragraphs 3., 3.1., 3.2. and 3.3. Manufacturers may also provide controls for other systems that have an ancillary effect upon ESC operation. Controls of either kind that place the ESC system in a mode in which it may no longer satisfy the performance requirements of paragraphs 3., 3.1., 3.2. and 3.3. are permitted, provided that the system also meets the requirements of paragraphs 3.5.1., 3.5.2. and 3.5.3.
- 3.5.1. The vehicle's ESC system shall always return to the manufacturer's original default mode that satisfies the requirements of paragraphs 2. and 3. at the initiation of each new ignition cycle, regardless of what mode the driver had previously selected. However, the vehicle's ESC system need not return to a mode that satisfies the requirements of paragraphs 3. through 3.3. at the initiation of each new ignition cycle if:
- 3.5.1.1. The vehicle is in a four-wheel drive configuration which has the effect of locking the drive gears at the front and rear axles together and providing an additional gear reduction between the engine speed and vehicle speed of at least 1.6, selected by the driver for low-speed, off-road driving; or
- 3.5.1.2. The vehicle is in a four-wheel drive configuration selected by the driver that is designed for operation at higher speeds on snow-, sand-, or dirt-packed roads and that has the effect of locking the drive gears at the front and rear axles together, provided that in this mode the vehicle meets the stability performance requirements of paragraphs 3.1. and 3.2. under the test conditions specified in paragraph 4. However, if the system has more than one ESC mode that satisfies the requirements of paragraphs 3.1. and 3.2. within the drive configuration selected for the previous ignition cycle, the ESC shall return to the manufacturer's original default ESC mode for that drive configuration at the initiation of each new ignition cycle.
- 3.5.2. A control, whose only purpose is to place the ESC system in a mode in which it will no longer satisfy the performance requirements of paragraphs 3., 3.1., 3.2. and 3.3., shall be identified by the symbol shown for "ESC Off" below or the text "ESC Off".



- 3.5.3. A control for an ESC system whose purpose is to place the ESC system in different modes, at least one of which may no longer satisfy the performance requirements of paragraphs 3., 3.1., 3.2., and 3.3., shall be identified by the symbol below with the text "Off" adjacent to the control position for this mode.



- Alternatively, in the case where the ESC system mode is controlled by a multi-functional control, the driver display shall identify clearly to the driver the control position for this mode using either the symbol in paragraph 3.5.2. or the text "ESC Off".
- 3.5.4. A control for another system that has the ancillary effect of placing the ESC system in a mode in which it no longer satisfies the performance requirements of paragraphs 3., 3.1., 3.2. and 3.3. need not be identified by the "ESC Off" symbol of paragraph 3.5.2.
- 3.6. ESC Off tell-tale
- If the manufacturer elects to install a control to turn off or reduce the performance of the ESC system under paragraph 3.5., the tell-tale requirements of paragraphs 3.6.1. to 3.6.4. shall be met in order to alert the driver to the inhibited or reduced state of ESC system functionality. This requirement does not apply for the driver-selected mode referred to in paragraph 3.5.1.2.
- 3.6.1. The vehicle manufacturer shall provide a tell-tale indicating that the vehicle has been put into a mode that renders it unable to satisfy the requirements of paragraphs 3., 3.1., 3.2. and 3.3., if such a mode is provided.
- 3.6.2. The "ESC Off" tell-tale:
- 3.6.2.1. Shall be displayed in direct and clear view of the driver while in the driver's designated seating position with the driver's seat belt fastened;
- 3.6.2.2. Shall appear perceptually upright to the driver while driving;
- 3.6.2.3. Shall be identified by the symbol shown for "ESC Off" below or the text "ESC Off";



or

- Shall be identified with the English word "Off" adjacent to either the control referred to in paragraph 3.5.2. or 3.5.3. or the illuminated malfunction tell-tale;
- 3.6.2.4. Shall be yellow or amber in colour;
- 3.6.2.5. When illuminated, shall be sufficiently bright to be visible to the driver under both daylight and night time driving conditions, when the driver has adapted to the ambient roadway light conditions;
- 3.6.2.6. Shall remain continuously illuminated for as long as the ESC is in a mode that renders it unable to satisfy the requirements of paragraphs 3., 3.1., 3.2. and 3.3;
- 3.6.2.7. Except as provided in paragraphs 3.6.3. and 3.6.4. each "ESC Off" tell-tale shall be activated as a check of lamp function either when the ignition locking system is turned to the "On" ("Run") position when the engine is not running, or when the ignition locking system is in a position between "On" ("Run") and "Start" that is designated by the manufacturer as a check position.

- 3.6.2.8. Shall extinguish after the ESC system has been returned to the manufacturer's original default mode.
- 3.6.3. The "ESC Off" telltale need not be activated when a starter interlock is in operation.
- 3.6.4. The requirement of paragraph 3.6.2.7. of this section does not apply to telltales shown in a common space.
- 3.6.5. The manufacturer may use the "ESC Off" telltale to indicate an ESC level of function other than the manufacturer's original default mode even if the vehicle would meet paragraphs 3., 3.1., 3.2. and 3.3. of this section at that level of ESC function.
- 3.7. ESC system technical documentation
Further to the requirements defined in Annex 8 to this Regulation the documentation package shall, as confirmation that the vehicle is equipped with an ESC system that meets the definition of an "ESC System" as in paragraph 2.25. to this Regulation, include the vehicle manufacturer's documentation as specified in paragraphs 3.7.1. to 3.7.4. below.
- 3.7.1. System diagram identifying all ESC system hardware. The diagram shall identify those components that are used to generate brake torques at each wheel, determine vehicle yaw rate, estimated side-slip or the side-slip derivative and driver steering inputs.
- 3.7.2. A brief written explanation sufficient to describe the ESC system's basic operational characteristics. This explanation shall include the outline description of the system's capability to apply braking torques at each wheel and how the system modifies propulsion torque during ESC system activation, and show that the vehicle yaw rate is directly determined even under the conditions where no wheel speed information is available. The explanation shall also specify the vehicle speed range and the driving phases (acceleration, deceleration, coasting, during activation of the ABS or traction control) under which the ESC system can activate.
- 3.7.3. Logic diagram. This diagram supports the explanation provided under paragraph 3.7.2.
- 3.7.4. Understeer information. An outline description of the pertinent inputs to the computer that control ESC system hardware and how they are used to limit vehicle understeer.
4. Test conditions
- 4.1. Ambient conditions
- 4.1.1. The ambient temperature is between 0 °C and 45 °C.
- 4.1.2. The maximum wind speed is no greater than 10 m/s for vehicles with $SSF > 1.25$, and 5 m/s for vehicles with $SSF \leq 1.25$.
- 4.2. Road test surface
- 4.2.1. Tests are conducted on a dry, uniform, solid-paved surface. Surfaces with irregularities and undulations, such as dips and large cracks, are unsuitable.

- 4.2.2. The road test surface has a nominal³ peak braking coefficient (PBC) of 0.9, unless otherwise specified, when measured using either:
 - 4.2.2.1. The American Society for Testing and Materials (ASTM) E1136 standard reference test tyre, in accordance with ASTM Method E1337-90, at a speed of 40 mph; or
 - 4.2.2.2. The k-test method specified in Appendix 2 to Annex 6 of this Regulation.
- 4.2.3. The test surface has a consistent slope between level and 1 per cent.
- 4.3. Vehicle conditions
 - 4.3.1. The ESC system is enabled for all testing.
 - 4.3.2. Vehicle mass. The vehicle is loaded with the fuel tank filled to at least 90 per cent of capacity, and a total interior load of 168 kg comprised of the test driver, approximately 59 kg of test equipment (automated steering machine, data acquisition system and the power supply for the steering machine), and ballast as required to make up for any shortfall in the weight of test drivers and test equipment. Where required, ballast shall be placed on the floor behind the passenger front seat or if necessary in the front passenger foot well area. All ballast shall be secured in a way that prevents it from becoming dislodged during testing.
 - 4.3.3. Tyres. The tyres are inflated to the vehicle manufacturer's recommended cold inflation pressure(s) e.g. as specified on the vehicle's placard or the tyre inflation pressure label. Tubes may be installed to prevent tyre de-beading.
 - 4.3.4. Outriggers. Outriggers may be used for testing if deemed necessary for test drivers' safety. In this case, the following applies for vehicles with a Static Stability Factor (SSF) ≤ 1.25 :
 - 4.3.4.1. Vehicles with a mass in running order under 1,588 kg shall be equipped with "lightweight" outriggers. Lightweight outriggers shall be designed with a maximum mass of 27 kg and a maximum roll moment of inertia of 27 kg·m².
 - 4.3.4.2. Vehicles with a mass in running order between 1,588 kg and 2,722 kg shall be equipped with "standard" outriggers. Standard outriggers shall be designed with a maximum mass of 32 kg and a maximum roll moment of inertia of 35.9 kg·m².
 - 4.3.4.3. Vehicles with a mass in running order equal to or greater than 2,722 kg shall be equipped with "heavy" outriggers. Heavy outriggers shall be designed with a maximum mass of 39 kg and a maximum roll moment of inertia of 40.7 kg·m².
 - 4.3.5. Automated steering machine. A steering robot programmed to execute the required steering pattern shall be used in paragraphs 5.5.2., 5.5.3., 5.6. and 5.9. The steering machine shall be capable of supplying steering torques between 40 to 60 Nm. The steering machine shall be able to apply these torques when operating with steering wheel velocities up to 1,200 degrees per second.

³ The "nominal" value is understood as being the theoretical target value.

-
5. Test Procedure
- 5.1. Inflate the vehicles' tyres to the manufacturer's recommended cold inflation pressure(s) e.g. as provided on the vehicle's placard or the tyre inflation pressure label.
- 5.2. Tell-tale bulb check. With the vehicle stationary and the ignition locking system in the "Lock" or "Off" position, switch the ignition to the "On" ("Run") position or, where applicable, the appropriate position for the lamp check. The ESC malfunction tell-tale shall be illuminated as a check of lamp function, as specified in paragraph 3.4.1.7., and if equipped, the "ESC Off" tell-tale shall also be illuminated as a check of lamp function, as specified in paragraph 3.6.2.7. The tell-tale bulb check is not required for a tell-tale shown in a common space as specified in paragraphs 3.4.3. and 3.6.4.
- 5.3. "ESC Off" control check. For vehicles equipped with an "ESC Off" control, with the vehicle stationary and the ignition locking system in the "Lock" or "Off" position, switch the ignition locking system to the "On" ("Run") position. Activate the "ESC Off" control and verify that the "ESC Off" tell-tale is illuminated, as specified in paragraph 3.6.2. Turn the ignition locking system to the "Lock" or "Off" position. Again, switch the ignition locking system to the "On" ("Run") position and verify that the "ESC Off" tell-tale has extinguished indicating that the ESC system has been restored as specified in paragraph 3.5.1.
- 5.4. Brake conditioning
- Condition the vehicle brakes in the manner described in paragraphs 5.4.1. to 5.4.4.
- 5.4.1. Ten stops are performed from a speed of 56 km/h, with an average deceleration of approximately 0.5g.
- 5.4.2. Immediately following the series of ten 56 km/h stops, three additional stops are performed from 72 km/h at higher deceleration.
- 5.4.3. When executing the stops in paragraph 5.4.2., sufficient force is applied to the brake pedal to bring the vehicle's antilock braking system (ABS) into operation for a majority of each braking event.
- 5.4.4. Following completion of the final stop in 5.4.2., the vehicle is driven at a speed of 72 km/h for five minutes to cool the brakes.
- 5.5. Tyre Conditioning
- Condition the tyres using the procedure of paragraphs 5.5.1. to 5.5.3. to wear away mould sheen and achieve operating temperature immediately before beginning the test runs of paragraphs 5.6. and 5.9.
- 5.5.1. The test vehicle is driven around a circle 30 meters in diameter at a speed that produces a lateral acceleration of approximately 0.5 to 0.6g for three clockwise laps followed by three anticlockwise laps.
- 5.5.2. Using a sinusoidal steering pattern at a frequency of 1 Hz, a peak steering wheel angle amplitude corresponding to a peak lateral acceleration of 0.5 to 0.6g, and a vehicle speed of 56 km/h, the vehicle is driven through four passes performing 10 cycles of sinusoidal steering during each pass.
- 5.5.3. The steering wheel angle amplitude of the final cycle of the final pass shall be twice that of the other cycles. The maximum time permitted between each of the laps and passes is five minutes.

5.6. Slowly increasing steer procedure

The vehicle is subjected to two series of runs of the slowly increasing steer test using a constant vehicle speed of 80 ± 2 km/h and a steering pattern that increases by 13.5 degrees per second until a lateral acceleration of approximately 0.5g is obtained. Three repetitions are performed for each test series. One series uses anticlockwise steering, and the other series uses clockwise steering. The maximum time permitted between each test run is five minutes.

5.6.1. From the slowly increasing steer tests, the quantity "A" is determined. "A" is the steering wheel angle in degrees that produces a steady state lateral acceleration (corrected using the methods specified in paragraph 5.11.3.) of 0.3g for the test vehicle. Utilizing linear regression, A is calculated, to the nearest 0.1 degrees, from each of the six slowly increasing steer tests. The absolute value of the six A values calculated is averaged and rounded to the nearest 0.1 degrees to produce the final quantity, A, used below.

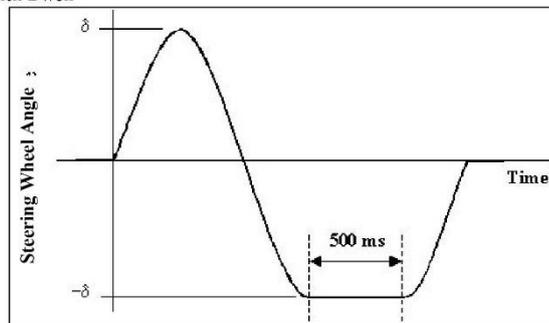
5.7. After the quantity A has been determined, without replacing the tyres, the tyre conditioning procedure described in paragraph 5.5. is performed again immediately prior to conducting the Sine with Dwell test of paragraph 5.9. Initiation of the first Sine with Dwell test series shall begin within two hours after completion of the slowly increasing steer tests of paragraph 5.6.

5.8. Check that the ESC system is enabled by ensuring that the ESC malfunction and "ESC Off" (if provided) tell-tales are not illuminated.

5.9. Sine with Dwell test of oversteer intervention and responsiveness

The vehicle is subjected to two series of test runs using a steering pattern of a sine wave at 0.7 Hz frequency with a 500 ms delay beginning at the second peak amplitude as shown in Figure 2 (the Sine with Dwell tests). One series uses anticlockwise steering for the first half cycle, and the other series uses clockwise steering for the first half cycle. The vehicle is allowed to cool-down between each test runs for a period of 1.5 to 5 minutes, with the vehicle stationary.

Figure 2
Sine with Dwell



-
- 5.9.1. The steering motion is initiated with the vehicle coasting in high gear at 80 ± 2 km/h.
- 5.9.2. The steering amplitude for the initial run of each series is 1.5 A, where A is the steering wheel angle determined in paragraph 5.6.1.
- 5.9.3. In each series of test runs, the steering amplitude is increased from run to run, by 0.5 A, provided that no such run will result in a steering amplitude greater than that of the final run specified in paragraph 5.9.4.
- 5.9.4. The steering amplitude of the final run in each series is the greater of 6.5 A or 270 degrees, provided the calculated magnitude of 6.5 A is less than or equal to 300 degrees. If any 0.5 A increment, up to 6.5 A, is greater than 300 degrees, the steering amplitude of the final run shall be 300 degrees.
- 5.9.5. Upon completion of the two series of test runs, post processing of yaw rate and lateral acceleration data is done as specified in paragraph 5.11.
- 5.10. ESC malfunction detection
- 5.10.1. Simulate one or more ESC malfunction(s) by disconnecting the power source to any ESC component, or disconnecting any electrical connection between ESC components (with the vehicle power off). When simulating an ESC malfunction, the electrical connections for the tell-tale lamp(s) and/or optional ESC system control(s) are not to be disconnected.
- 5.10.2. With the vehicle initially stationary and the ignition locking system in the "Lock" or "Off" position, switch the ignition locking system to the "Start" position and start the engine. Drive the vehicle forward to obtain a vehicle speed of 48 ± 8 km/h. 30 seconds, at the latest, after the engine has been started and within the next two minutes at this speed, conduct at least one left and one right smooth turning manoeuvre without losing directional stability and one brake application. Verify that the ESC malfunction indicator illuminates in accordance with paragraph 3.4. by the end of these manoeuvres.
- 5.10.3. Stop the vehicle, switch the ignition locking system to the "Off" or "Lock" position. After a five-minute period, switch the vehicle's ignition locking system to the "Start" position and start the engine. Verify that the ESC malfunction indicator again illuminates to signal a malfunction and remains illuminated as long as the engine is running or until the fault is corrected.
- 5.10.4. Switch the ignition locking system to the "Off" or "Lock" position. Restore the ESC system to normal operation, switch the ignition system to the "Start" position and start the engine. Re-perform the manoeuvre described in paragraph 5.10.2. and verify that the tell-tale has extinguished within this time or immediately afterwards.
- 5.11. Post data processing – calculations for performance metrics
- Yaw rate and lateral displacement measurements and calculations shall be processed utilizing the techniques specified in paragraphs 5.11.1. to 5.11.8.
- 5.11.1. Raw steering wheel angle data is filtered with a 12-pole phaseless Butterworth filter and a cut-off frequency of 10 Hz. The filtered data is then zeroed to remove sensor offset utilizing static pre-test data.
- 5.11.2. Raw yaw rate data is filtered with a 12-pole phaseless Butterworth filter and a cut-off frequency of 6 Hz. The filtered data is then zeroed to remove sensor offset utilizing static pre-test data.

- 5.11.3. Raw lateral acceleration data is filtered with a 12-pole phaseless Butterworth filter and a cut-off frequency of 6 Hz. The filtered data is then zeroed to remove sensor offset utilizing static pre-test data. The lateral acceleration data at the vehicle centre of gravity is determined by removing the effects caused by vehicle body roll and by correcting for sensor placement via the use of coordinate transformation. For data collection, the lateral accelerometer shall be located as close as possible to the position of the vehicle's longitudinal and lateral centres of gravity.
- 5.11.4. Steering wheel velocity is determined by differentiating the filtered steering wheel angle data. The steering wheel velocity data is then filtered with a moving 0.1 second running average filter.
- 5.11.5. Lateral acceleration, yaw rate and steering wheel angle data channels are zeroed utilizing a defined "zeroing range." The methods used to establish the zeroing range are defined in paragraphs 5.11.5.1. and 5.11.5.2.
- 5.11.5.1. Using the steering wheel rate data calculated using the methods described in paragraph 5.11.4., the first instant that the steering wheel rate exceeds 75 deg/sec is identified. From this point, steering wheel rate shall remain greater than 75 deg/sec for at least 200 ms. If the second condition is not met, the next instant that the steering wheel rate exceeds 75 deg/sec is identified and the 200 ms validity check applied. This iterative process continues until both conditions are ultimately satisfied.
- 5.11.5.2. The "zeroing range" is defined as the 1.0 second time period prior to the instant the steering wheel rate exceeds 75 deg/sec (i.e., the instant the steering wheel velocity exceeds 75 deg/sec defines the end of the "zeroing range").
- 5.11.6. The Beginning of Steer (BOS) is defined as the first instance when the filtered and zeroed steering wheel angle data reaches -5 degrees (when the initial steering input is anticlockwise) or +5 degrees (when the initial steering input is clockwise) after a time defining the end of the "zeroing range." The value for time at the BOS is interpolated.
- 5.11.7. The Completion of Steer (COS) is defined as the time the steering wheel angle returns to zero at the completion of the Sine with Dwell steering manoeuvre. The value for time at the zero degree steering wheel angle is interpolated.
- 5.11.8. The second peak yaw rate is defined as the first local yaw rate peak produced by the reversal of the steering wheel. The yaw rates at 1.000 and 1.750 seconds after COS are determined by interpolation.
- 5.11.9. Determine lateral velocity by integrating corrected, filtered and zeroed lateral acceleration data. Zero lateral velocity at the BOS point. Determine lateral displacement by integrating zeroed lateral velocity. Zero lateral displacement at the BOS point. The lateral displacement measurement is made at 1.07 seconds after BOS point and is determined by interpolation.
- B. Special requirements to be applied to brake assist systems, where fitted
1. General
- The following requirements apply to vehicles fitted with Brake Assist Systems (BAS) as defined in paragraph 2.34. of this Regulation and declared in the Communication of Annex 1, paragraph 22. of this Regulation.
- In addition to the requirements of this annex, Brake Assist Systems shall also be subject to any relevant requirements contained elsewhere within this Regulation.

In addition to the requirements of this annex, vehicles with BAS shall also be equipped with ABS in accordance with Annex 6.

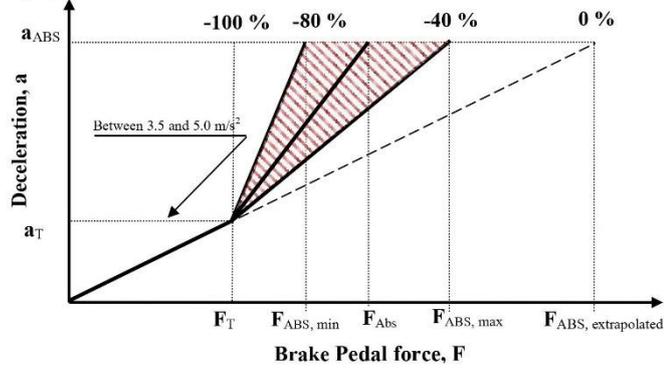
- 1.1. General performance characteristics for category "A" BAS systems
When an emergency condition has been sensed by a relative high pedal force, the additional pedal force to cause full cycling of the ABS shall be reduced compared to the pedal force required without the BAS system in operation.
Compliance with this requirement is demonstrated if the provisions of paragraphs 3.1. to 3.3. of this section are met.
- 1.2. General performance characteristics for category "B" BAS systems
When an emergency condition has been sensed, at least by a very fast application of the pedal, the BAS system shall raise the pressure to deliver the maximum achievable braking rate or cause full cycling of the ABS.
Compliance with this requirement is demonstrated if the provisions of paragraphs 4.1. to 4.3. of this section are met.
2. General test requirements
- 2.1. Variables
Whilst performing the tests described in part B of this annex, the following variables shall be measured:
- 2.1.1. Brake pedal force, F_p ;
- 2.1.2. Vehicle velocity, v_x ;
- 2.1.3. Vehicle deceleration, a_x ;
- 2.1.4. Brake temperature, T_d ;
- 2.1.5. Brake pressure, P , where applicable;
- 2.1.6. Brake pedal speed, v_p , measured at the centre of the pedal plate or at a position on the pedal mechanism where the displacement is proportional to the displacement at the centre of the pedal plate allowing simple calibration of the measurement.
- 2.2. Measuring equipment
- 2.2.1. The variables listed in paragraph 2.1. of this section shall be measured by means of appropriate transducers. Accuracy, operating ranges, filtering techniques, data processing and other requirements are described in ISO Standard 15037-1: 2006.
- 2.2.2. Accuracy of pedal force and disc temperature measurements shall be as follows:

<i>Variable range system</i>	<i>Typical operating range of the transducers</i>	<i>Recommended maximum recording errors</i>
Pedal force	0 to 2,000 N	±10 N
Brake temperature	0 – 1,000 °C	±5 °C
Brake pressure*	0 – 20 MPa*	±100 kPa*

* Applicable as specified in paragraph 3.2.5.

- 2.2.3. Details on analogue and digital data processing of the BAS test procedures are described in Appendix 5 to this annex. A sampling rate for data acquisition of at least 500 Hz is required.
- 2.2.4. Alternative measuring methods to those referred to in paragraph 2.2.3. may be allowed, provided they demonstrate at least an equivalent level of precision.
- 2.3. Test conditions
- 2.3.1. Test vehicle loading condition: The vehicle shall be unladen. There may be, in addition to the driver, a second person on the front seat who is responsible for noting the results of the tests.
- 2.3.2. Braking tests shall be carried out on a dry surface affording good adhesion.
- 2.4. Test method
- 2.4.1. The tests as described in paragraphs 3. and 4. of this section shall be carried out from a test speed of 100 ± 2 km/h. The vehicle shall be driven at the test speed in a straight line.
- 2.4.2. The average temperature of the brakes shall be in accordance with paragraph 1.4.1.1. of Annex 3.
- 2.4.3. For the tests the reference time, t_0 , is defined as the moment when the brake pedal force reaches 20 N.
Note: For vehicles equipped with a brake system assisted by an energy source, the applied pedal force necessary depends on the energy level that exists in the energy storage device. Therefore, sufficient energy level shall be ensured at the beginning of the test.
3. Assessment of the presence of a category "A" BAS
A category "A" BAS shall meet the test requirements contained in paragraphs 3.1. and 3.2.
- 3.1. Test 1: Reference test to determine F_{ABS} and a_{ABS} .
- 3.1.1. The reference values F_{ABS} and a_{ABS} shall be determined in accordance with the procedure described in Appendix 4 to this annex.
- 3.2. Test 2: For activation of BAS
- 3.2.1. Once an emergency braking condition has been detected, systems sensitive to pedal force shall show a significant increase in the ratio of:
- (a) Brake line pressure to brake pedal force, where permitted by paragraph 3.2.5.; or
 - (b) Vehicle deceleration to brake pedal force.
- 3.2.2. The performance requirements for a category "A" BAS are met if a specific brake application characteristic can be defined that exhibits a decrease of between 40 per cent and 80 per cent in required brake pedal force for $(F_{ABS} - F_T)$ compared to $(F_{ABS \text{ extrapolated}} - F_T)$.
- 3.2.3. F_T and a_T are threshold force and threshold deceleration as shown in Figure 1. The values of F_T and a_T shall be supplied to the Technical Service at the time of submission of the type-approval application. The value of a_T shall be between 3.5 m/s² and 5.0 m/s².

Figure 1a
 Pedal force characteristic needed in order to achieve maximum deceleration with category "A" BAS



3.2.4. A straight line is drawn from the origin through the point F_T, a_T (as shown in Figure 1a). The value of brake pedal force "F", at the point of intersection between this line and a horizontal line defined by $a = a_{ABS}$, is defined as $F_{ABS, extrapolated}$:

$$F_{ABS, extrapolated} = \frac{F_T \cdot a_{ABS}}{a_T}$$

3.2.5. As an alternative, which can be selected by the manufacturer, in the case of vehicles of category N_1 , or M_1 derived from those N_1 vehicles, with a gross vehicle mass $GVM > 2,500$ kg, the pedal force figures for F_T , $F_{ABS, min}$, $F_{ABS, max}$ and $F_{ABS, extrapolated}$ may be derived from the brake line pressure response characteristic instead of the vehicle deceleration characteristic. This shall be measured as the brake pedal force is increasing.

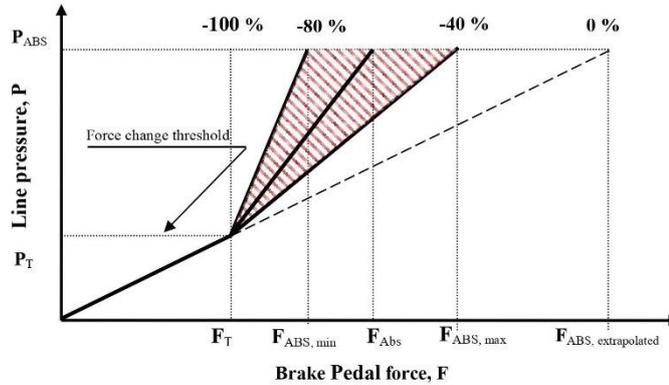
3.2.5.1. The pressure, at which ABS cycling commences, shall be determined by making five tests from 100 ± 2 km/h in which the brake pedal is applied up to the level which produces ABS operation and the five pressures at which this occurs as determined from front wheel pressure records, shall be recorded and the mean value obtained as P_{ABS} .

3.2.5.2. The threshold pressure P_T shall be stated by the manufacturer and correspond to a deceleration in the range of $2.5 - 4.5$ m/s².

3.2.5.3. Figure 1b shall be constructed in the manner set out in paragraph 3.2.4., but using line pressure measurements to define the parameters set out in paragraph 3.2.5. of this section where:

$$F_{ABS, extrapolated} = \frac{F_T \cdot P_{ABS}}{P_T}$$

Figure 1b
 Pedal force characteristic needed in order to achieve maximum deceleration with category "A" BAS



3.3. Data evaluation

The presence of a category "A" BAS is proven if

$$F_{ABS, \min} \leq F_{ABS} \leq F_{ABS, \max}$$

where:

$$F_{ABS, \max} - F_T \leq (F_{ABS, \text{extrapolated}} - F_T) \cdot 0.6$$

and

$$F_{ABS, \min} - F_T \geq (F_{ABS, \text{extrapolated}} - F_T) \cdot 0.2$$

4. Assessment of the presence of a category "B" BAS

A category "B" BAS shall meet the test requirements contained within paragraphs 4.1. and 4.2. of this section.

4.1. Test 1: Reference test to determine F_{ABS} and a_{ABS} .

4.1.1. The reference values F_{ABS} and a_{ABS} shall be determined in accordance with the procedure described in Appendix 4 to this annex.

4.2. Test 2: For activation of BAS

The vehicle shall be driven in a straight line at the test speed specified in paragraph 2.4. of this section. The driver shall apply the brake pedal quickly according to Figure 2, simulating emergency braking so that BAS is activated and ABS is fully cycling.

In order to activate BAS the brake pedal shall be applied as specified by the car manufacturer. The manufacturer shall notify the Technical Service of the required brake pedal input at the time of submission of the application for type-approval. It shall be demonstrated to the satisfaction of the Technical Service that the BAS activates under the conditions specified by the manufacturer in accordance with paragraph 22.1.2. or 22.1.3 of Annex 1.

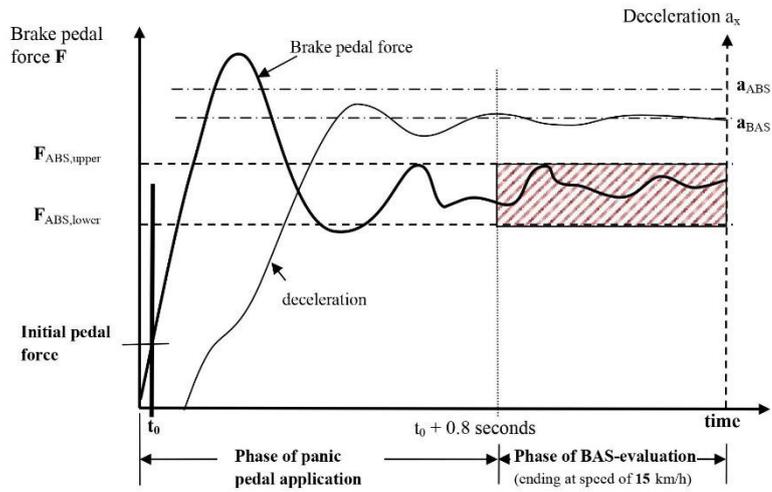
After $t = t_0 + 0.8$ s and until the vehicle has slowed down to a speed of 15 km/h, the brake pedal force shall be maintained in a corridor between $F_{ABS, upper}$ and $F_{ABS, lower}$, where $F_{ABS, upper}$ is $0.7 F_{ABS}$ and $F_{ABS, lower}$ is $0.5 F_{ABS}$.

The requirements are also considered to be met if, after $t = t_0 + 0.8$ s, the pedal force falls below $F_{ABS, lower}$ provided the requirement of paragraph 4.3. is fulfilled.

4.3. Data evaluation

The presence of BAS 'B' is demonstrated if a mean deceleration (a_{BAS}) of at least $0.85 \cdot a_{ABS}$ is maintained from the time when $t = t_0 + 0.8$ s to the time when the vehicle speed has been reduced to 15 km/h.

Figure 2
 Example of test 2 of a category "B" BAS system



Annex 9

Appendix 1

Use of the dynamic stability simulation

The effectiveness of the electronic stability control system may be determined by computer simulation.

1. Use of the simulation
- 1.1. The vehicle stability function shall be demonstrated by the vehicle manufacturer to the Type Approval Authority or Technical Service by simulating the dynamic manoeuvres of paragraph 5.9. of Annex 9.
- 1.2. The simulation shall be a means whereby the vehicle stability performance shall be demonstrated with:
 - (a) The yaw rate, one second after completion of the Sine with Dwell steering input (time $T_0 + 1$);
 - (b) The yaw rate, 1.75 seconds after completion of the Sine with Dwell steering input;
 - (c) The lateral displacement of the vehicle centre of gravity with respect to its initial straight path.
- 1.3. The simulation shall be carried out with a validated modelling and simulation tool and using the dynamic manoeuvres of paragraph 5.9. of Annex 9 under the test conditions of paragraph 4. of Annex 9.

The method by which the simulation tool is validated is given in Appendix 2 to this annex.

ANEXO 11

Código de Regulación Federal (CFR.), 49 CFR. Ch. V, NHTSA FMVSS Parte 571 Estándar N° 105, Sistema de frenos hidráulicos y eléctricos. (10-1-11 Edición)

§571.105 Estándar No. 105; Sistemas de frenos hidráulicos y eléctricos.

S1. *Alcance.* Esta norma especifica los requisitos para los sistemas de frenos de servicio hidráulicos y eléctricos y los sistemas de frenos de estacionamiento asociados.

S2. *Propósito.* El propósito de esta norma es garantizar un rendimiento de frenado seguro en condiciones normales y de emergencia.

S3. *Solicitud.* Esta norma se aplica a vehículos de pasajeros, camiones y autobuses de usos múltiples con un peso bruto de peso pesado superior a 3,500 kilogramos (7,716 libras) que están equipados con sistemas de frenos hidráulicos o eléctricos.

S4. *Definiciones*

Sistema de frenos antibloqueo o ABS significa una parte de un sistema de frenos de servicio que controla automáticamente el grado de deslizamiento de las ruedas durante el frenado mediante:

(1) Detectar la tasa de rotación angular de las ruedas;

(2) transmitir señales con respecto a la velocidad de rotación angular de la rueda a uno o más dispositivos de control que interpretan esas señales y generan señales de salida de control sensibles; y

(3) Transmitir esas señales de control a uno o más moduladores que ajustan las fuerzas de accionamiento del freno en respuesta a esas señales.

Sistema de respaldo significa una parte de un sistema de frenos de servicio, como una bomba, que suministra energía automáticamente, en caso de una falla de la fuente de energía del freno primario.

Unidad de asistencia de potencia de frenado significa un dispositivo instalado en un sistema de freno hidráulico que reduce el esfuerzo del operador requerido para accionar el sistema y que, si no está operativo, no evita que el operador frene el vehículo mediante la aplicación continua de fuerza muscular en el control del freno de servicio.

Unidad de potencia de frenado : dispositivo instalado en un sistema de frenado que proporciona la energía necesaria para accionar los frenos, ya sea directa o indirectamente a través de un dispositivo auxiliar, y la acción del operador consiste únicamente en modular el nivel de aplicación de energía.

Rueda controlada directamente significa una rueda para la cual se detecta el grado de deslizamiento de la rueda rotacional, ya sea en esa rueda o en el eje de esa rueda y las señales correspondientes se transmiten a uno o más moduladores que ajustan las fuerzas de accionamiento del freno en esa rueda. Cada modulador también puede ajustar las fuerzas de accionamiento del freno en otras ruedas que están en el mismo eje o en el mismo conjunto de ejes en respuesta a la misma señal o señales.

Vehículo eléctrico o *EV* significa un vehículo de motor que funciona con un motor eléctrico que extrae corriente de baterías de almacenamiento recargables, celdas de combustible u otras fuentes portátiles de corriente eléctrica, y que puede incluir una fuente de energía no eléctrica diseñada para cargar baterías y componentes. del mismo.

Frenos de servicio accionados eléctricamente significa *frenos de servicio* que utilizan energía eléctrica para accionar los frenos de base.

Aplicación total del freno significa una aplicación del freno en la que la fuerza sobre el pedal del freno alcanza las 150 libras en 0.3 segundos desde el punto de aplicación de la fuerza al control del freno.

Sistema de freno hidráulico significa un sistema que utiliza líquido hidráulico como medio para transmitir fuerza desde un control de freno de servicio al freno de servicio, y que puede incorporar una unidad de asistencia de potencia de frenado o una unidad de potencia de freno.

Rueda controlada indirectamente significa una rueda en la que no se detecta el grado de deslizamiento de la rueda giratoria, pero en la que el modulador de un sistema de frenos antibloqueo ajusta sus fuerzas de accionamiento de los frenos en respuesta a las señales de una o más ruedas detectadas.

La temperatura inicial de los frenos significa la temperatura promedio de los frenos de servicio en el eje más caliente del vehículo 0.2 mi antes de la aplicación de los frenos.

El peso del vehículo con carga ligera significa:

(a) Para vehículos con un peso bruto total de 10,000 libras. o menos, peso del vehículo descargado más 400 libras. (incluido el conductor y la instrumentación);

(b) Para vehículos con un GVWR superior a 10,000 libras, peso del vehículo descargado más 500 libras. (incluido conductor e instrumentación).

La velocidad máxima de paso significa la velocidad constante más alta posible a la que se puede conducir el vehículo a través de 200 pies de un arco de curva de 500 pies de radio sin salir del carril de 12 pies.

Mecanismo de estacionamiento significa un componente o subsistema del tren de transmisión que bloquea el tren de transmisión cuando el control de la transmisión se coloca en una posición de estacionamiento u otra marcha y se quita la llave de encendido.

Coefficiente de fricción pico o *PFC* significa la relación entre el valor máximo de la fuerza longitudinal de la rueda de prueba de frenado y la fuerza vertical simultánea que se produce antes del bloqueo de la rueda, a medida que aumenta progresivamente el par de frenado.

Componente de presión significa un componente del sistema de frenos que contiene el líquido del sistema de frenos y controla o detecta la presión del líquido.

Sistema de frenado regenerativo o *RBS* significa un sistema de energía eléctrica que se instala en un EV para recuperar o disipar la energía cinética, y que utiliza el motor o motores de propulsión como retardador para el frenado parcial del EV mientras devuelve energía eléctrica a las baterías de propulsión o disipando la energía eléctrica.

Número de deslizamiento significa la resistencia a la fricción de un pavimento medida de acuerdo con ASTM E274-70 (incorporada por referencia, ver §571.5) a 40 mph, omitiendo el suministro de agua como se especifica en los párrafos 7.1 y 7.2 de ese método.

Snub significa la desaceleración de frenado de un vehículo desde una velocidad de referencia más alta a una velocidad de referencia más baja que es mayor que cero.

Parada de pico significa una parada resultante de la aplicación de 200 libras de fuerza en el control del freno de servicio en 0.08 s.

Sistema de frenos de servicio dividido significa un sistema de frenos que consta de dos o más subsistemas accionados por un solo control, diseñado de modo que una sola falla en cualquier subsistema (como una falla de tipo fuga de un componente de presión de un subsistema hidráulico, excepto una falla estructural de un una carcasa común a dos o más subsistemas, o una falla eléctrica en un subsistema eléctrico) no perjudica el funcionamiento de ningún otro subsistema.

Distancia de frenado significa la distancia recorrida por un vehículo desde el punto de aplicación de la fuerza hasta el control del freno hasta el punto en el que el vehículo se detiene por completo.

Eje tándem significa un grupo de dos o más ejes colocados en una disposición cercana uno detrás del otro con las líneas centrales de los ejes adyacentes a no más de 72 pulgadas de distancia.

Sistema de frenos de proporción variable significa un sistema que ajusta automáticamente la fuerza de frenado en los ejes para compensar la carga estática del eje del vehículo y / o la transferencia dinámica de peso entre los ejes durante la desaceleración.

El bloqueo de las ruedas significa un deslizamiento total de las ruedas

S5. *Requerimientos.*

S5.1 *Sistemas de freno de servicio.* Cada vehículo debe estar equipado con un sistema de frenos de servicio que actúe en todas las ruedas. El desgaste del freno de servicio debe compensarse mediante un sistema de ajuste automático. Cada automóvil de pasajeros y cada vehículo de pasajeros multipropósito, camión y autobús con un GVWR de 10,000 libras o menos deben ser capaces de cumplir con los requisitos de S5.1.1 a S5.1.6 bajo las condiciones prescritas en S6, cuando se prueben de acuerdo con los procedimientos y en la secuencia establecida en S7. Cada autobús escolar con un GVWR superior a 10,000 libras debe ser capaz de cumplir con los requisitos de S5.1.1 a S5.1.5 y S5.1.7 bajo las condiciones especificadas en S6, cuando se prueba de acuerdo con los procedimientos y en la secuencia establecida en S7. Cada vehículo de pasajeros, camión y autobús multipropósito (que no sea un autobús escolar) con un GVWR superior a 10,000 libras deben ser capaces de cumplir con los requisitos de S5.1.1, S5.1.2, S5.1.3 y S5.1.7 en las condiciones especificadas en S6, cuando se prueben de acuerdo con los procedimientos y en la secuencia establecida en S7. Excepto como se indica en S5.1.1.2 y S5.1.1.4, si un vehículo es incapaz de alcanzar la velocidad especificada en S5.1.1, S5.1.2, S5.1.3 o S5.1.6, sus frenos de servicio deben ser capaces de detener el vehículo desde el múltiplo de 5 mph que es de 4 a 8 mph menos que la velocidad alcanzable en 2 millas, dentro de distancias que no excedan las distancias correspondientes especificadas en la Tabla II. Si un vehículo es incapaz de alcanzar una velocidad especificada en S5.1.4 en el intervalo de tiempo o distancia establecido, debe probarse a la velocidad más alta alcanzable en el intervalo de tiempo o distancia especificado. 7 en las condiciones especificadas en S6, cuando se

prueben de acuerdo con los procedimientos y en la secuencia establecida en S7. Excepto como se indica en S5.1.1.2 y S5.1.1.4, si un vehículo es incapaz de alcanzar la velocidad especificada en S5.1.1, S5.1.2, S5.1.3 o S5.1.6, sus frenos de servicio deben ser capaces de detener el vehículo desde el múltiplo de 5 mph que es de 4 a 8 mph menos que la velocidad alcanzable en 2 millas, dentro de distancias que no excedan las distancias correspondientes especificadas en la Tabla II. Si un vehículo es incapaz de alcanzar una velocidad especificada en S5.1.4 en el intervalo de tiempo o distancia establecido, debe probarse a la velocidad más alta alcanzable en el intervalo de tiempo o distancia especificado. 7 en las condiciones especificadas en S6, cuando se prueben de acuerdo con los procedimientos y en la secuencia establecida en S7. Excepto como se indica en S5.1.1.2 y S5.1.1.4, si un vehículo es incapaz de alcanzar la velocidad especificada en S5.1.1, S5.1.2, S5.1.3 o S5.1.6, sus frenos de servicio deben ser capaces de detener el vehículo desde el múltiplo de 5 mph que es de 4 a 8 mph menos que la velocidad alcanzable en 2 millas, dentro de distancias que no excedan las distancias correspondientes especificadas en la Tabla II. Si un vehículo es incapaz de alcanzar una velocidad especificada en S5.1.4 en el intervalo de tiempo o distancia establecido, debe probarse a la velocidad más alta alcanzable en el intervalo de tiempo o distancia especificado. Si un vehículo es incapaz de alcanzar la velocidad especificada en S5.1.1, S5.1.2, S5.1.3 o S5.1.6, sus frenos de servicio deben ser capaces de detener el vehículo desde un múltiplo de 5 mph que es de 4 a 8 mph. menor que la velocidad alcanzable en 2 millas, dentro de distancias que no excedan las distancias correspondientes especificadas en la Tabla II. Si un vehículo es incapaz de alcanzar una velocidad especificada en S5.1.4 en el intervalo de tiempo o distancia establecido, debe probarse a la velocidad más alta alcanzable en el intervalo de tiempo o distancia especificado. Si un vehículo es incapaz de alcanzar la velocidad especificada en S5.1.1, S5.1.2, S5.1.3 o S5.1.6, sus frenos de servicio deben ser capaces de detener el vehículo desde un múltiplo de 5 mph que es de 4 a 8 mph. menor que la velocidad alcanzable en 2 millas, dentro de distancias que no excedan las distancias correspondientes especificadas en la Tabla II. Si un vehículo es incapaz de alcanzar una velocidad especificada en S5.1.4 en el intervalo de tiempo o distancia establecido, debe probarse a la velocidad más alta alcanzable en el intervalo de tiempo o distancia especificado.

S5.1.1 *Distancia de frenado.* (a) Los frenos de servicio deberán ser capaces de detener cada vehículo con un GVWR de menos de 8,000 libras y cada autobús escolar con un GVWR entre 8,000 y 10,000 libras en cuatro pruebas de efectividad dentro de las distancias y velocidades especificadas en S5. 1.1.1, S5.1.1.2, S5.1.1.3 y S5.1.1.4.

(b) Los frenos de servicio deberán ser capaces de detener cada vehículo con un GVWR de entre 8,000 libras y 10,000 libras, que no sea un autobús escolar, en tres pruebas de efectividad dentro de las distancias y velocidades especificadas en S5.1.1.1, S5. 1.1.2 y S5.1.1.4.

(c) Los frenos de servicio deberán ser capaces de detener cada vehículo con un GVWR mayor a 10,000 libras en dos pruebas de efectividad dentro de las distancias y desde las velocidades especificadas en S5.1.1.2 y S5.1.1.3. Cada autobús escolar con un GVWR superior a 10,000 libras fabricado después del 12 de enero de 1996 y antes del 1 de marzo de 1999 y que esté equipado con un sistema de frenos antibloqueo puede cumplir con el párrafo S5.1.1.2 y S5.5.1 en lugar de la primera prueba de efectividad. , como se especifica en S5.1.1.1. Cada autobús escolar con un GVWR superior a 10,000 libras fabricado a partir del 1 de marzo de 1999 deberá ser capaz de cumplir con los requisitos de S5.1.1 a S5.1.5, bajo las condiciones prescritas en S6, cuando se pruebe de acuerdo con los procedimientos y en el secuencia establecida en S7.

S5.1.1.1 En la primera prueba de efectividad (prebrillada), el vehículo deberá ser capaz de detenerse desde 30 mph y 60 mph dentro de las distancias correspondientes especificadas en la columna I de la tabla II.

S5.1.1.2 En la segunda prueba de efectividad, cada vehículo con un GVWR de 10,000 libras o menos y cada autobús escolar con un GVWR mayor de 10,000 libras deberá poder detenerse desde 30 mph y 60 mph, y cada vehículo con un GVWR más de 10,000 libras (que no sea un autobús escolar) deberá poder detenerse desde 60 mph, dentro de las distancias correspondientes especificadas en la Columna II de la Tabla II. Si la velocidad alcanzable en 2 millas no es menos de 84 mph, un automóvil de pasajeros u otro vehículo con un peso bruto de 10,000 libras o menos también podrá detenerse desde 80 mph dentro de las distancias correspondientes especificadas en la Columna II de la Tabla II.

S5.1.1.3 En la tercera prueba de eficacia, el vehículo deberá poder detenerse con un peso ligero del vehículo desde 60 mph dentro de la distancia correspondiente especificada en la columna III de la tabla II.

S5.1.1.4 En la cuarta prueba de efectividad, un vehículo con un peso bruto de 10,000 libras o menos deberá ser capaz de detenerse desde 30 y 60 mph dentro de las distancias correspondientes especificadas en la columna I de la tabla II. Si la velocidad alcanzable en 2 millas no es menos de 84 mph, un automóvil de pasajeros u otro vehículo con un peso bruto de 10,000 libras o menos, también deberá poder detenerse a 80 mph dentro de la distancia correspondiente especificada en la columna I de Cuadro II.

Si la velocidad alcanzable en 2 millas no es menor de 99 mph, un automóvil de pasajeros deberá, además, poder detenerse desde la velocidad aplicable indicada a continuación, dentro de la distancia correspondiente especificada en la columna I de la tabla II.

Velocidad alcanzable en 2 millas (mph)	Requerido para detenerse desde (mph)
No menos de 99 pero menos de 104	95
104 o más	100

Para un vehículo eléctrico, la velocidad alcanzable en 2 millas se determina con las baterías de propulsión en un estado de carga de no menos del 95 por ciento al comienzo de la carrera.

S5.1.2 *Fallo parcial.*

S5.1.2.1 En vehículos fabricados con un sistema de frenos de servicio dividido, en caso de una ruptura o fuga de tipo de falla en un solo subsistema, que no sea una falla estructural de una carcasa que es común a dos o más subsistemas, el resto Las partes del sistema de frenos de servicio continuarán funcionando y serán capaces de detener un vehículo desde 60 mph dentro de la distancia correspondiente especificada en la columna IV de la tabla II.

S5.1.2.2 En vehículos no fabricados con un sistema de freno de servicio dividido, en el caso de cualquier tipo de ruptura o fuga de falla en cualquier componente del sistema de freno de servicio, el vehículo deberá, mediante la operación del control del freno de servicio, ser capaz de de detenerse 10 veces consecutivas desde 60 mph dentro de la distancia correspondiente especificada en la columna IV de la tabla II.

S5.1.2.3 Para un vehículo fabricado con un sistema de freno de servicio en el que la señal de freno se transmite eléctricamente entre el pedal del freno y algunos o todos los frenos de base, independientemente de los medios de actuación de los frenos de base, el vehículo deberá ser capaz de detenerse desde 60 mph dentro de la distancia correspondiente especificada en la Columna IV de la Tabla II con cualquier falla única en

cualquier circuito que transmita eléctricamente la señal de freno, y con todos los demás sistemas intactos.

S5.1.2.4 Para un EV fabricado con un sistema de frenos de servicio que incorpora RBS, el vehículo deberá ser capaz de detenerse desde 60 mph dentro de la distancia correspondiente especificada en la Columna IV de la Tabla II con cualquier falla única en el RBS, y con todos los otros sistemas intactos.

S5.1.3 *Unidad de potencia de frenado o unidad de potencia de frenado no operativa*. Un vehículo equipado con una o más unidades de asistencia de frenado deberá cumplir con los requisitos de S5.1.3.1, S5.1.3.2 o S5.1.3.4 (elegidos a opción del fabricante), y un vehículo equipado con una o más unidades de fuerza de frenado deben cumplir los requisitos de S5.1.3.1, S5.1.3.3 o S5.1.3.4 (elegidos a opción del fabricante).

S5.1.3.1 Los frenos de servicio en un vehículo equipado con una o más unidades de asistencia de potencia de frenado o unidades de potencia de frenado, con una de estas unidades inoperativa y agotada de toda la capacidad de reserva, deberán ser capaces de detener un vehículo desde 60 mph dentro de los límites correspondientes. distancia especificada en la columna IV del cuadro II.

S5.1.3.2 *Unidades de asistencia de potencia de frenado*. Los frenos de servicio en un vehículo equipado con una o más unidades de asistencia de potencia de frenado, con una de esas unidades inoperativa, deberán ser capaces de detener un vehículo desde 60 mph:

a) En seis paradas consecutivas con una deceleración media por cada parada que no sea inferior a la especificada en la columna I del cuadro III, cuando la unidad inoperativa no se haya agotado inicialmente de toda la capacidad de reserva; y

(b) En una parada final, a una desaceleración promedio que no sea inferior a 7 FPSPS para automóviles de pasajeros (distancia de frenado equivalente 554 pies) o 6 FPSPS para vehículos que no sean automóviles de pasajeros (distancia de frenado equivalente 646 pies), según corresponda, cuando la unidad inoperante se agota de toda la capacidad de reserva.

S5.1.3.3 *Unidades de potencia de frenado*. Los frenos de servicio de un vehículo equipado con una o más unidades de potencia de frenado con un sistema de reserva de tipo acumulador, con cualquier falla en cualquier unidad, deberán ser capaces de detener el vehículo desde 60 mph—

a) En 10 paradas consecutivas con una desaceleración media por cada parada que no sea inferior a la especificada en la columna II del cuadro III, cuando la unidad no se haya agotado inicialmente de toda la capacidad de reserva; y

(b) En una parada final, a una desaceleración promedio que no sea inferior a 7 FPSPS para automóviles de pasajeros (distancia de frenado equivalente 554 pies) o 6 FPSPS para vehículos que no sean automóviles de pasajeros (distancia de frenado equivalente 646 pies), según corresponda, cuando la unidad inoperante se agota de toda la capacidad de reserva.

S5.1.3.4 *Unidades de potencia de frenado y asistencia de frenado*. Los frenos de servicio de un vehículo equipado con una o más unidades de asistencia de potencia de frenado o unidades de potencia de frenado con un sistema de respaldo, con una unidad de asistencia de potencia de frenado o unidad de potencia de frenado inoperante y agotada de toda la capacidad de reserva y con solo el sistema de respaldo operando en el subsistema fallado, deberá ser capaz de detener el vehículo desde 60 mph en 15 paradas consecutivas

a una desaceleración promedio por cada parada que no sea menor a 12 fpsps (distancia de frenado equivalente 323 pies).

S5.1.3.5 *Frenos eléctricos*. Cada vehículo con frenos de servicio accionados eléctricamente (unidad de potencia de frenado) deberá cumplir con los requisitos de S5.1.3.1 con cualquier falla eléctrica única en los frenos de servicio accionados eléctricamente y todos los demás sistemas intactos.

S5.1.4 *Desvanecimiento y recuperación*. Los frenos de servicio deberán ser capaces de detener cada vehículo en dos pruebas de desvanecimiento y recuperación como se especifica a continuación.

S5.1.4.1 La fuerza de control utilizada para las paradas de control de línea de base o los desaires no debe ser menor de 10 libras, ni mayor de 60 libras, excepto que la fuerza de control para un vehículo con un GVWR de 10,000 libras o más puede estar entre 10 libras y 90 libras.

S5.1.4.2 (a) Cada vehículo con GVWR de 10,000 libras o menos deberá ser capaz de hacer 5 paradas de atenuación (10 paradas de atenuación en la segunda prueba) desde 60 mph con una desaceleración no menor a 15 fpsps por cada parada, seguido por 5 paradas de atenuación a la máxima desaceleración alcanzable de 5 a 15 fpsps.

(b) Cada vehículo con un GVWR superior a 10,000 libras deberá ser capaz de realizar 10 desaires de desvanecimiento (20 desaires de atenuación en la segunda prueba) de 40 mph a 20 mph a 10 fpsps por cada desaire.

S5.1.4.3 (a) Cada vehículo con un GVWR de 10,000 libras o menos deberá ser capaz de hacer cinco paradas de recuperación desde 30 mph a 10 fpsps por cada parada, con una aplicación de fuerza de control que se encuentre dentro de los siguientes límites máximos y mínimos. :

(1) Un máximo para las primeras cuatro paradas de recuperación de 150 libras, y para la quinta parada, de 20 libras más que la fuerza de control promedio para la verificación de la línea de base; y

(2) Un mínimo de—

(A) La fuerza de control promedio para la verificación de la línea de base menos 10 libras, o

(B) La fuerza de control promedio para los tiempos de verificación de la línea de base 0.60,

lo que sea menor (pero en ningún caso menor de 5 libras).

(b) Cada vehículo con un GVWR de más de 10,000 libras deberá ser capaz de realizar cinco desaires de recuperación de 40 mph a 20 mph a 10 fpsps por cada desaire, con una aplicación de fuerza de control que se encuentre dentro de los siguientes límites máximos y mínimos:

(1) Un máximo para los primeros cuatro desaires de recuperación de 150 libras, y para el quinto desaire, de 20 libras más que la fuerza de control promedio para la verificación de referencia (pero en ningún caso más de 100 libras); y

(2) Un mínimo de—

(A) La fuerza de control promedio para la verificación de la línea de base menos 10 libras, o

(B) La fuerza de control promedio para los tiempos de verificación de la línea de base 0.60,

lo que sea menor (pero en ningún caso menor de 5 libras).

S5.1.5 *Recuperación de agua.* Los frenos de servicio deberán poder detener cada vehículo en una prueba de recuperación de agua, como se especifica a continuación.

S5.1.5.1 La fuerza de control utilizada para las paradas de control de línea de base o los desaires no debe ser menor de 10 libras, ni mayor de 60 libras, excepto que la fuerza de control para un vehículo con un GVWR de 10,000 libras o más puede estar entre 10 libras y 90 libras.

S5.1.5.2 (a) Después de ser conducido durante 2 minutos a una velocidad de 5 mph en cualquier combinación de direcciones de avance y retroceso a través de un canal que tiene un depósito de agua de 6 pulgadas, cada vehículo con un peso bruto de 10,000 libras o menos deberá ser capaz de hacer cinco paradas de recuperación desde 30 mph a diez fpsps por cada parada con una aplicación de fuerza de control que se encuentre dentro de los siguientes límites máximos y mínimos:

(1) Un máximo para las primeras cuatro paradas de recuperación de 150 libras, y para la quinta parada, 45 libras más que la fuerza de control promedio para la verificación de la línea de base (pero en ningún caso más de 90 libras, excepto que la fuerza de control máxima para la quinta parada en el caso de un vehículo fabricado antes del 1 de septiembre de 1976, no será más de más 60 libras de la fuerza de control promedio para la verificación de referencia (pero en ningún caso más de 110 libras).

(2) Un mínimo de—

(A) La fuerza de control promedio para la verificación de la línea de base menos 10 libras, o

(B) La fuerza de control promedio para los tiempos de verificación de la línea de base 0.60,

lo que sea menor (pero en ningún caso menor de 5 libras).

(b) Después de ser conducido durante 2 minutos a una velocidad de 5 mph en cualquier combinación de direcciones de avance y retroceso a través de un canal que tiene una profundidad de agua de 6 pulgadas, cada vehículo con un peso bruto total de más de 10,000 libras deberá ser capaz de hacer cinco la recuperación se detiene desde 30 mph a 10 fpsps por cada parada con una aplicación de fuerza de control que se encuentra dentro de los siguientes límites máximos y mínimos:

(1) Un máximo para las primeras cuatro paradas de recuperación de 150 libras, y para la quinta parada, de 60 libras más que la fuerza de control promedio para la verificación de la línea de base (pero en ningún caso más de 110 libras); y

(2) Un mínimo de—

(A) La fuerza de control promedio para la verificación de la línea de base menos 10 libras, o

(B) La fuerza de control promedio para los tiempos de verificación de la línea de base 0.60,

lo que sea menor (pero en ningún caso menor de 5 libras).

S5.1.6 *Spike se detiene.* Cada vehículo con un GVWR de 10,000 libras. o menos deberá ser capaz de hacer 10 paradas de picos desde 30 mph, seguidas de 6 paradas de efectividad (de verificación) desde 60 mph, al menos una de las cuales estará dentro de la distancia de parada correspondiente especificada en la columna I de la tabla II.

S5.1.7 Estabilidad y control durante el frenado. Cuando se detuvo cuatro veces consecutivas bajo las condiciones especificadas en S6, cada vehículo con un GVWR mayor a 10,000 libras fabricado a partir del 1 de julio de 2005 y cada vehículo con un GVWR mayor a 10,000 libras fabricado en dos o más etapas el 1 de julio o después , 2006 se detendrá desde 30 mph o el 75 por ciento de la velocidad máxima de paso, la que sea menor, al menos tres veces dentro del carril de 12 pies, sin que ninguna parte del vehículo salga de la carretera. Detenga el vehículo con el peso del vehículo con carga ligera o, a opción del fabricante, con el peso del vehículo con carga ligera más no más de 1000 libras adicionales para una estructura de barra antivuelco en el vehículo.

S5.2 *Sistema de freno de mano.* Cada vehículo se fabricará con un sistema de freno de estacionamiento del tipo de fricción con un medio exclusivamente mecánico para mantener el enganche, que, en las condiciones de S6, cuando se ensaya de acuerdo con los procedimientos especificados en S7, cumplirá los requisitos especificados en S5.2.1, S5.2.2, o S5.2.3 según corresponda, con el sistema activado:

(a) En el caso de un vehículo con un GVWR de 4,536 kilogramos (10,000 libras) o menos, con una fuerza aplicada al control que no exceda las 125 libras para un sistema operado con el pie y 90 libras para un sistema operado manualmente; y

(b) En el caso de un vehículo con un GVWR mayor de 4,536 kilogramos (10,000 libras), con una fuerza aplicada al control que no exceda las 150 libras para un sistema operado con el pie y 125 libras para un sistema operado manualmente.

S5.2.1. Salvo lo dispuesto en §5.2.2, el sistema de freno de estacionamiento en un automóvil de pasajeros y en un autobús escolar con un GVWR de 10,000 libras o menos deberá ser capaz de mantener el vehículo parado (hasta el límite de tracción en las ruedas frenadas) por 5 minutos en dirección hacia adelante y hacia atrás en una pendiente del 30 por ciento.

S5.2.2 Un vehículo de un tipo descrito en S5.2.1, a opción del fabricante, puede cumplir los requisitos de S5.2.2.1, S5.2.2.2 y S5.2.2.3 en lugar de los requisitos de S5.2.1. Si:

(a) El vehículo tiene una transmisión o control de transmisión que incorpora un mecanismo de estacionamiento, y

(b) El mecanismo de estacionamiento debe estar activado antes de poder quitar la llave de encendido.

S5.2.2.1 El freno de estacionamiento del vehículo y el mecanismo de estacionamiento, cuando ambos están enganchados, deberán ser capaces de mantener el vehículo estacionario (hasta el límite de tracción de las ruedas frenadas) durante 5 minutos, tanto en dirección de avance como de retroceso, en una 30 por ciento de calificación.

S5.2.2.2 El freno de estacionamiento del vehículo, con el mecanismo de estacionamiento no activado, deberá ser capaz de mantener el vehículo estacionario durante 5 minutos, tanto en dirección de avance como de retroceso, en una pendiente del 20 por ciento.

S5.2.2.3 Con el mecanismo de estacionamiento enganchado y el freno de estacionamiento no enganchado, el mecanismo de estacionamiento no se desenganchará o fracturará de manera que permita el movimiento del vehículo, cuando el vehículo sea impactado en cada extremo, en una superficie nivelada, por una barrera en movimiento. a 2 1/2 mph.

S5.2.3 (a) El sistema de freno de estacionamiento en un vehículo de pasajeros, camión o autobús multipropósito (que no sea un autobús escolar) con un peso bruto de peso bruto de 4,536 kilogramos (10,000 libras) o menos deberá ser capaz de mantener el vehículo estacionario durante 5 minutos, tanto hacia adelante como hacia atrás, en una pendiente del 20 por ciento.

(b) El sistema de freno de estacionamiento en un vehículo de pasajeros, camión o autobús multipropósito (incluido un autobús escolar) con un peso bruto total de más de 4,536 kilogramos (10,000 libras) deberá ser capaz de mantener el vehículo parado durante 5 minutos, tanto en avance como en direcciones inversas, en una pendiente del 20 por ciento.

S5.3 *Lámpara indicadora del sistema de frenos.* Cada vehículo deberá tener una luz o luces indicadoras del sistema de frenos, montadas frente al conductor y a la vista del conductor, que cumplan los requisitos de S5.3.1 a S5.3.5. Un vehículo con un peso bruto total de 10,000 libras o menos puede tener una sola luz indicadora común. Un vehículo con un GVWR de más de 10,000 libras puede tener una luz indicadora que es común para pérdida de presión, caída en el nivel de líquido de frenos o aplicación del freno de estacionamiento, pero deberá tener una luz indicadora separada para el sistema de frenos antibloqueo. Funcionamiento defectuoso. Sin embargo, las opciones provistas en S5.3.1 (a) no se aplicarán a un vehículo fabricado sin un sistema de freno de servicio dividido; dicho vehículo deberá, para cumplir con los requisitos de S5.3.1 (a), estar equipado con un indicador de mal funcionamiento que se active en las condiciones especificadas en S5.3.1 (a) (4). Este indicador de advertencia deberá,

S5.3.1 Se activará una luz indicadora cuando el interruptor de encendido (arranque) esté en la posición de "encendido" ("funcionamiento") y siempre que se den las condiciones (a) o (b), (c), (d), (e), (f) y (g) ocurren:

(a) Una gran pérdida de presión (como la causada por la ruptura de una línea de freno pero no por una falla estructural de una carcasa que es común a dos o más subsistemas) debido a una de las siguientes condiciones (elegidas a opción del fabricante):

(1) Antes o después de la aplicación de una presión diferencial de no más de 225 lb / in² entre el sistema de frenos activo y fallado medido en una salida de cilindro maestro o una salida de cilindro esclavo.

(2) Antes o después de aplicar 50 libras de fuerza de control sobre un freno de servicio totalmente manual.

(3) Antes o después de aplicar 25 libras de fuerza de control sobre un freno de servicio con una unidad de asistencia de potencia de frenado.

(4) Cuando la presión de suministro en una unidad de potencia de frenado desciende a un nivel no inferior a la mitad de la presión normal del sistema.

(b) Una caída en el nivel de líquido de frenos en cualquier compartimiento del depósito del cilindro maestro a menos del nivel seguro recomendado especificado por el fabricante oa un cuarto de la capacidad de líquido de ese compartimiento del depósito, lo que sea mayor.

(c) Un mal funcionamiento que afecte la generación o transmisión de señales de respuesta o control en un sistema de frenos antibloqueo, o una falla eléctrica funcional total en un sistema de frenos de proporción variable.

(d) Aplicación del freno de mano.

(e) Para un vehículo con frenos de servicio accionados eléctricamente, falla de la fuente de energía eléctrica a los frenos, o disminución del estado de carga de las baterías a menos del nivel especificado por el fabricante con el propósito de advertir al conductor de rendimiento de freno degradado.

(f) Para un vehículo con transmisión eléctrica de la señal de control del freno de servicio, falla de un circuito de control del freno.

(g) Para un EV con RBS que es parte del sistema de frenos de servicio, falla del RBS.

S5.3.2 (a) Salvo lo dispuesto en el párrafo (b) de esta sección, todas las luces indicadoras se activarán como una verificación de la función de la lámpara, ya sea cuando el interruptor de encendido (arranque) se gira a la posición de "encendido" (funcionamiento) cuando el motor no está funcionando, o cuando el interruptor de encendido (arranque) está en una posición entre "encendido" (funcionamiento) y "arranque" que el fabricante designa como posición de control.

(b) No es necesario activar las luces indicadoras cuando está en funcionamiento un enclavamiento de arranque.

S5.3.3 (a) Cada luz indicadora activada debido a una condición especificada en S5.3.1 deberá permanecer activada mientras exista el mal funcionamiento, siempre que el interruptor de encendido (arranque) esté en la posición de "encendido" (funcionamiento), ya sea que el motor está en marcha.

(b) Para vehículos fabricados a partir del 1 de septiembre de 1999 con GVWR superiores a 10,000 libras, cada mensaje sobre la existencia de un mal funcionamiento, como se describe en S5.3.1 (c), se almacenará en el sistema de frenos antibloqueo después del encendido. el interruptor se coloca en la posición "apagado" y la luz indicadora se reactivará automáticamente cuando el interruptor de encendido se vuelva a colocar en la posición "encendido". La luz indicadora también se activará como una verificación de la función de la luz siempre que el encendido se gire a la posición "on" (funcionamiento). La lámpara indicadora se desactivará al final de la verificación del funcionamiento de la lámpara, a menos que haya un mal funcionamiento o un mensaje sobre un mal funcionamiento que existía cuando el interruptor de llave se giró por última vez a la posición "apagado".

S5.3.4 Cuando se activa una lámpara indicadora, puede estar encendida o parpadeando de manera constante.

S5.3.5 (a) Cada luz indicadora deberá mostrar una palabra, palabras o abreviatura, de acuerdo con los requisitos de la Norma No. 101 (49 CFR 571.101) y / o esta sección, que deberá tener letras de no menos de $\frac{1}{8}$ pulgadas. alto y sea legible para el conductor a la luz del día cuando esté iluminado. Se pueden proporcionar palabras además de las requeridas por el Estándar No. 101 y / o esta sección y símbolos para propósitos de claridad.

(b) Si se utiliza un solo indicador común, la luz deberá mostrar la palabra "Freno". Las letras y el fondo de un solo indicador común serán de colores contrastantes, uno de los cuales es rojo.

(c) (1) Si se usan indicadores separados para una o más de las condiciones descritas en S5.3.1 (a) a S5.3.1 (g) de esta norma, la pantalla del indicador debe incluir la palabra "Freno" y el adicional apropiado. etiquetado, excepto lo dispuesto en (c) (1) (A) a (D) de este párrafo.

(A) Si se proporciona una luz indicadora separada para pérdida bruta de presión, se deben usar las palabras "Presión de freno" para S5.3.1 (a).

(B) Si se proporciona una luz indicadora separada para líquido de frenos bajo, las palabras "Líquido de frenos" se usarán para S5.3.1 (b), excepto para vehículos que usan aceite mineral del sistema hidráulico.

(C) Si se proporciona una luz indicadora separada para un sistema antibloqueo, la palabra única "Antibloqueo" o "Antibloqueo", o la abreviatura "ABS", puede usarse para S5.3.1 (c).

(D) Si se proporciona una luz indicadora separada para la aplicación del freno de estacionamiento, la palabra única "Estacionar" puede usarse para S5.3.1 (d).

(E) Si se usa un indicador separado para el sistema de freno regenerativo, se puede usar el símbolo "RBS". La falla del RBS también puede indicarse mediante una lámpara que muestra el símbolo "ABS / RBS".

(2) A excepción de una luz indicadora separada para un sistema antibloqueo, un sistema regenerativo o un indicador tanto para el sistema antibloqueo como para el regenerativo, las letras y el fondo de cada luz indicadora separada deberán ser de colores contrastantes, uno de los cuales es rojo. Las letras y el fondo de una lámpara separada para un sistema antibloqueo, un sistema regenerativo o una lámpara que muestre tanto un sistema antibloqueo como un sistema regenerativo serán de colores contrastantes, uno de los cuales es amarillo.

S5.4 *Reservorios.*

S5.4.1 Depósitos del *cilindro maestro*. Un cilindro maestro deberá tener un compartimiento de depósito para cada subsistema de freno de servicio al que el cilindro maestro le dé servicio. La pérdida de líquido de un compartimiento no resultará en una pérdida completa de líquido de frenos de otro compartimiento.

S5.4.2 *Capacidad del depósito*. Los depósitos, ya sea para cilindros maestros u otro tipo de sistemas, deberán tener una capacidad mínima total equivalente al desplazamiento

de fluido resultante cuando todos los cilindros de las ruedas o pistones de la pinza a los que dan servicio los depósitos se mueven desde un nuevo revestimiento, posición completamente retraída (ajustada inicialmente a la ajuste recomendado por el fabricante) a una posición completamente desgastada y aplicada, según se determina de acuerdo con S7.18 (c) de esta norma. Los reservorios deberán tener compartimentos completamente separados para cada subsistema, excepto que en los sistemas de reservorios que utilicen una porción del reservorio para un suministro común a dos o más subsistemas, los compartimentos parciales individuales deberán tener cada uno un volumen mínimo de fluido igual a al menos el volumen desplazado por el pistón del cilindro maestro que da servicio al subsistema, durante una carrera completa del pistón.

S5.4.3 *Etiquetado del depósito:* cada vehículo equipado con frenos hidráulicos deberá tener una declaración de advertencia de líquido de frenos que diga lo siguiente, en letras de al menos un octavo de pulgada de alto: "ADVERTENCIA, limpie la tapa de llenado antes de quitarla. Use solo ___ líquido de un recipiente sellado ". (Insertar el tipo de líquido de frenos recomendado como se especifica en 49 CFR 571.116, por ejemplo, "DOT 3"). Las letras serán:

- (a) Fijado, grabado o estampado de forma permanente;
- (b) Ubicado de manera que sea visible por vista directa, ya sea sobre o dentro de las 4 pulgadas del tapón o tapa de llenado del depósito de líquido de frenos; y
- (c) De un color que contraste con su fondo, si no está grabado o repujado.

S5.5 Sistemas de *frenos antibloqueo y proporcionales variables.*

S5.5.1 Cada vehículo con un GVWR superior a 10,000 libras, excepto cualquier vehículo con una velocidad alcanzable en 2 millas de no más de 33 mph, deberá estar equipado con un sistema de frenos antibloqueo que controle directamente las ruedas de al menos un eje delantero. y las ruedas de al menos un eje trasero del vehículo. En cada vehículo con un GVWR mayor de 10,000 libras pero no mayor de 19,500 libras y casas rodantes con un GVWR mayor de 10,000 libras pero no mayor de 22,500 libras fabricadas antes del 1 de marzo de 2001, el sistema de frenos antibloqueo también puede controlar directamente las ruedas de el eje motriz trasero por medio de un solo sensor en la línea motriz. Las ruedas de otros ejes del vehículo pueden ser controladas indirectamente por el sistema de frenos antibloqueo.

S5.5.2 En el caso de cualquier falla (estructural o funcional) en un sistema de frenos antibloqueo o de proporción variable, el vehículo deberá ser capaz de cumplir con los requisitos de distancia de frenado especificados en S5.1.2 para falla parcial del sistema de frenos de servicio. Para un EV que está equipado con ABS y RBS que es parte del sistema de frenos de servicio, el ABS debe controlar el RBS.

S5.6 *Integridad del sistema de frenos.* Cada vehículo deberá poder cumplir todos los requisitos de rendimiento de S5 sin:

- (a) Desprendimiento o fractura de cualquier componente del sistema de frenado, como resortes de freno y revestimiento de zapata o pastilla de disco, que no sean grietas menores que no impidan la fijación del revestimiento de fricción. Todos los componentes mecánicos del sistema de frenado estarán intactos y en funcionamiento. El desprendimiento del revestimiento por fricción (desprendimiento completo del revestimiento) no debe exceder el 10 por ciento del revestimiento en ningún elemento de fricción.

(b) Cualquier líquido de frenos o lubricante visible en la superficie de fricción del freno, o fugas en el cilindro maestro o en la tapa del depósito de la unidad de potencia del freno, el sello y las aberturas de llenado.

S6 *Condiciones de prueba.* Los requisitos de rendimiento de S5 se cumplirán en las siguientes condiciones. Cuando se especifique una serie de condiciones, el vehículo deberá ser capaz de cumplir los requisitos en todos los puntos dentro de la gama. Se puede demostrar que el cumplimiento de los vehículos fabricados en dos o más etapas, a opción del fabricante de la etapa final, cumple con esta norma mediante el cumplimiento de las instrucciones del fabricante incompleto proporcionadas con el vehículo de acuerdo con §568.4 (a) (7) (ii) y §568.5 del título 49 del Código de Regulaciones Federales.

S6.1 *Peso del vehículo.*

S6.1.1 Aparte de las pruebas especificadas para el peso del vehículo con carga ligera en S7.5 (a), S7.7, S7.8 y S7.9, el vehículo se carga a su GVWR de manera que el peso en cada eje medido en la interfaz neumático-suelo es proporcional a su GAWR, excepto que cada tanque de combustible se llena a cualquier nivel desde el 100 por ciento de la capacidad (correspondiente a la GVWR total) hasta el 75 por ciento. Sin embargo, si el peso en cualquier eje de un vehículo con el peso del vehículo con carga ligera excede la parte proporcional del eje de la clasificación de peso bruto del vehículo, la carga requerida para alcanzar el GVWR se coloca de manera que el peso en ese eje siga siendo el mismo que el de un vehículo con carga ligera. peso del vehículo.

S6.1.2 Para las pruebas aplicables especificadas en S7.5 (a), S7.7, S7.8 y S7.9, el peso del vehículo es el peso del vehículo con carga ligera, con el peso adicional, excepto para la estructura de la barra antivuelco permitida para camiones. y autobuses con un peso bruto total superior a 10,000 libras, distribuidos en el área del asiento del pasajero delantero en automóviles de pasajeros, vehículos de pasajeros multipropósito y camiones, y en el área adyacente al asiento del conductor en los autobuses.

S6.2 *Vehículos eléctricos y frenos eléctricos.*

S6.2.1 El estado de carga de las baterías de propulsión se determina de acuerdo con la Práctica recomendada de SAE J227a (1976) (incorporada como referencia, ver §571.5). Las secciones aplicables de SAE J227a (1976) son 3.2.1 a 3.2.4, 3.3.1 a 3.3.2.2, 3.4.1 y 3.4.2, 4.2.1, 5.2, 5.2.1 y 5.3.

S6.2.2 Al comienzo de la primera prueba de efectividad especificada en S7.3, y al comienzo de cada procedimiento de pulido, la batería de propulsión de cada EV se encuentra en el estado de carga máximo recomendado por el fabricante, como se indica en el manual del operador del vehículo o en una etiqueta que esté adherida permanentemente al vehículo o, si el fabricante no ha hecho ninguna recomendación, en un estado de carga de no menos del 95 por ciento. Si se reemplaza una batería en lugar de recargarla, se debe cargar la batería de reemplazo y medir su estado de carga de acuerdo con estos procedimientos. Durante cada procedimiento de pulido, cada batería de propulsión se restaura al estado de carga recomendado o un estado de carga de no menos del 95 por ciento después de cada incremento de 40 paradas de pulido hasta que se completa cada procedimiento de pulido. Las baterías pueden cargarse a intervalos más frecuentes si, durante un incremento particular de 40 paradas, el EV es incapaz de alcanzar la velocidad inicial de la prueba de pulido. Durante cada procedimiento de pulido, las baterías de propulsión pueden cargarse por un medio externo o reemplazarse por baterías que se cargan al estado de carga recomendado por el fabricante o un estado de carga de no menos del 95 por ciento. Para los vehículos eléctricos que tienen un control manual para establecer

el nivel de frenado regenerativo, el control manual, al comienzo de cada procedimiento de pulido, está configurado para proporcionar el máximo frenado regenerativo durante todo el pulido. las baterías de propulsión pueden cargarse por un medio externo o reemplazarse por baterías que estén cargadas al estado de carga recomendado por el fabricante o un estado de carga de no menos del 95 por ciento. Para los vehículos eléctricos que tienen un control manual para establecer el nivel de frenado regenerativo, el control manual, al comienzo de cada procedimiento de pulido, está configurado para proporcionar el máximo frenado regenerativo durante todo el pulido. las baterías de propulsión pueden cargarse por un medio externo o reemplazarse por baterías que estén cargadas al estado de carga recomendado por el fabricante o un estado de carga de no menos del 95 por ciento. Para los vehículos eléctricos que tienen un control manual para establecer el nivel de frenado regenerativo, el control manual, al comienzo de cada procedimiento de pulido, está configurado para proporcionar el máximo frenado regenerativo durante todo el pulido.

S6.2.3 Al comienzo de cada prueba de rendimiento en la secuencia de prueba (S7.3, S7.5, S7.7 a S7.11 y S7.13 a S7.19 de esta norma), a menos que se especifique lo contrario, cada propulsión la batería de un vehículo eléctrico está en el estado de carga máximo recomendado por el fabricante, como se indica en el manual del operador del vehículo o en una etiqueta que está adherida permanentemente al vehículo, o, si el fabricante no ha hecho ninguna recomendación, en un estado de carga de no menos del 95 por ciento. Si las baterías se reemplazan en lugar de recargar, cada batería de reemplazo se cargará y se medirá el estado de carga de acuerdo con estos procedimientos. No se produce ninguna carga adicional de ninguna batería de propulsión durante ninguna de las pruebas de rendimiento en la secuencia de prueba de esta norma.

S6.2.4 (a) Para un vehículo eléctrico equipado con RBS, el RBS se considera parte del sistema de freno de servicio si se controla automáticamente mediante la aplicación del control del freno de servicio, si no se proporciona un medio para que el conductor desconecte o de otra manera desactivarlo, y si está activado en todas las posiciones de la transmisión, incluido el neutro. El RBS está operativo durante todos los pulidos y todas las pruebas, excepto durante la prueba de un RBS fallido.

(b) Para un vehículo eléctrico equipado con un RBS que no es parte del sistema de frenos de servicio, el RBS está operativo y configurado para producir el máximo efecto de frenado regenerativo durante los pulidos y se desactiva durante los procedimientos de prueba. Si el vehículo está equipado con una marcha neutra que desactiva automáticamente el RBS, los procedimientos de prueba que están designados para llevarse a cabo en marcha pueden realizarse en punto muerto.

S6.2.5 Para las pruebas realizadas "en neutral", el operador de un EV sin posición "neutral" (u otros medios como un embrague para desconectar el tren de transmisión del motor (es) de propulsión) no aplica ninguna fuerza electromotriz a el motor o motores de propulsión. Cualquier fuerza electromotriz que se aplique al motor o motores de propulsión permanece en efecto automáticamente a menos que se especifique lo contrario en el procedimiento de prueba.

S6.2.6 Un vehículo equipado con frenos de servicio accionados eléctricamente también realiza la siguiente serie de pruebas. Realice 10 pruebas de frenado desde una velocidad de 100 km / h o la velocidad máxima del vehículo, la que sea menor. Al menos dos de las 10 distancias de parada deben ser menores o iguales a 70 metros. El vehículo se carga a GVWR para estas pruebas y la transmisión está en la posición neutral cuando se acciona el control del freno de servicio y durante el resto de la prueba. La batería o baterías que suministran energía a esos frenos accionados eléctricamente, al comienzo de cada prueba, deberán estar en un estado de carga agotada para las condiciones (a), (b) o (c) de este

párrafo, según corresponda. Se puede usar un medio auxiliar para acelerar un EV para probar la velocidad.

(a) Para un EV equipado con frenos de servicio accionados eléctricamente que obtienen energía de las baterías de propulsión, y con capacidad de apagado automático de los motores de propulsión, las baterías de propulsión están a no más de un cinco por ciento por encima del EV automático real. valor crítico de apagado. El valor crítico se determina midiendo el estado de carga de cada batería de propulsión en el instante en que ocurre el apagado automático y promediando los estados de carga registrados.

(b) Para un EV equipado con frenos de servicio accionados eléctricamente que obtienen energía de las baterías de propulsión, y sin capacidad de apagado automático de los motores de propulsión, las baterías de propulsión están en un promedio de no más del cinco por ciento por encima de el estado real de carga en el que se ilumina la señal de advertencia de falla de freno, requerida por S5.3.1 (e) de esta norma.

(c) Para un vehículo que tiene una batería auxiliar (o baterías) que proporciona energía eléctrica para operar los frenos de servicio accionados eléctricamente, la batería auxiliar (baterías) está (están) en (en un promedio de) no más del cinco por ciento por encima del estado de carga real en el que se ilumina la señal de advertencia de falla de freno, requerida por S5.3.1 (e) de esta norma.

S6.3 *Presión de inflado de neumáticos.* La presión de inflado de los neumáticos es la presión recomendada por el fabricante del vehículo para el GVWR del vehículo.

S6.4 *Control selector de transmisión.* Para S7.3, S7.5, S7.8, S7.15, S7.17, S7.11.1.2, S7.11.2.2, S7.11.3.2, y según sea necesario para S7.13, el selector de transmisión el control está en neutral para todas las desaceleraciones. Para todas las demás pruebas durante todas las desaceleraciones, el selector de la transmisión está en la posición de control, que no sea de sobremarcha, recomendada por el fabricante para conducir en una superficie nivelada a la velocidad de prueba aplicable. Para evitar que el motor se ahogue durante las pruebas en las que se requiere hacer funcionar con una marcha, una transmisión manual puede cambiarse a neutral (o el embrague desacoplado) cuando la velocidad del vehículo disminuye a 20 mph.

Motor S6.5 . Los ajustes de la velocidad de ralentí del motor y el tiempo de encendido se ajustan a las recomendaciones del fabricante. Si el vehículo está equipado con un regulador de velocidad del motor ajustable, se ajusta de acuerdo con las recomendaciones del fabricante.

S6.6 *Aberturas de vehículos.* Todas las aberturas del vehículo (puertas, ventanas, capó, maletero, techo convertible, puertas de carga, etc.) están cerradas, excepto cuando se requiera para propósitos de instrumentación.

S6.7 *Temperatura ambiente.* La temperatura ambiente es cualquier temperatura entre 32 ° F. y 100 ° F.

S6.8 *Velocidad del viento.* La velocidad del viento es cero.

S6.9 *Superficie de la carretera.*

S6.9.1 Para vehículos con un GVWR de 10,000 libras o menos, las pruebas de carretera se llevan a cabo en una calzada nivelada de 12 pies de ancho, con un número de

patinaje de 81. Las paradas de pulido se realizan en cualquier superficie. La superficie de prueba del freno de estacionamiento es de cemento Portland, limpia, seca y lisa.

S6.9.2 (a) Para vehículos con un GVWR superior a 10,000 libras, las pruebas de carretera (excluyendo la estabilidad y el control durante las pruebas de frenado) se llevan a cabo en una carretera nivelada de 12 pies de ancho, con un coeficiente de fricción máximo de 0.9 cuando se mide usando un ASTM E1136-93 (reaprobado en 2003) (incorporado por referencia, ver §571.5), llanta de prueba de referencia estándar, de acuerdo con ASTM E1337-90 (reaprobado en 2008) (incorporado por referencia, ver §571.5), a una velocidad de 40 mph, sin suministro de agua. Las paradas de bruñido se realizan en cualquier superficie. La superficie de prueba del freno de estacionamiento es de cemento Portland, limpia, seca y lisa.

S6.9.2 (b) Para vehículos con un GVWR mayor de 10,000 libras, la estabilidad y el control durante las pruebas de frenado se llevan a cabo en una calzada curva de 500 pies de radio con una superficie nivelada mojada que tiene un coeficiente de fricción máximo de 0.5 cuando se mide en una recta. o sección curva de la calzada curva usando una llanta de referencia estándar ASTM E1136-93 (Reaprobado 2003), de acuerdo con ASTM E1337-90 (Reaprobado 2008) a una velocidad de 40 mph, con suministro de agua.

S6.10 Restricciones *de posición del vehículo y bloqueo de ruedas.* El vehículo se alinea en el centro de la calzada al comienzo de cada aplicación de los frenos. Las paradas, además de las paradas con picos, se realizan sin que ninguna parte del vehículo se salga de la calzada.

S6.10.1 Para vehículos con un GVWR de 10,000 libras o menos, las paradas se hacen con el bloqueo de las ruedas permitido solo de la siguiente manera:

(a) A velocidades del vehículo superiores a 10 mph, puede haber un bloqueo controlado de las ruedas en un eje equipado con antibloqueo y un bloqueo de no más de una rueda por vehículo, no controlado por un sistema antibloqueo. (Las ruedas dobles en un lado de un eje se consideran una sola rueda).

(b) A velocidades del vehículo de 10 mph o menos, cualquier rueda puede bloquearse por cualquier tiempo.

(c) Se permite el bloqueo ilimitado de las ruedas durante las paradas de picos (pero no las paradas de verificación de picos), las paradas por fallas parciales y las paradas de la unidad de potencia de frenado o de asistencia eléctrica no operativa.

S6.10.2 Para vehículos con una GVWR superior a 10,000 libras, las paradas se realizan con el bloqueo de las ruedas permitido solo de la siguiente manera:

(a) A velocidades del vehículo superiores a 20 mph, cualquier rueda de un eje no orientable que no sean los dos ejes no movibles y no movibles de la parte trasera puede bloquearse durante cualquier tiempo. Las ruedas de los dos ejes más traseros que no se pueden levantar ni girar pueden bloquearse de acuerdo con (b).

(b) A velocidades del vehículo superiores a 20 mph, una rueda de cualquier eje o dos ruedas de cualquier tándem pueden bloquearse durante cualquier tiempo.

(c) A velocidades del vehículo superiores a 20 mph, cualquier rueda que no tenga permitido bloquear (a) o (b) puede bloquearse repetidamente, y cada bloqueo ocurre por una duración de un segundo o menos.

(d) A velocidades del vehículo de 20 mph o menos, cualquier rueda puede bloquearse por cualquier tiempo.

(e) Se permite el bloqueo ilimitado de las ruedas durante paradas por fallas parciales y paradas de potencia de frenado o asistencia de potencia no operativas.

Termopares S6.11 . La temperatura del freno se mide mediante termopares tipo clavija instalados en el centro aproximado del largo y ancho del revestimiento de la zapata o pastilla de disco con mayor carga, uno por freno, como se muestra en la figura 1. Se puede instalar un segundo termopar al principio de la secuencia de prueba si se espera que el desgaste del revestimiento alcance un punto que haga que el primer termopar entre en contacto con la superficie de fricción de metal de un tambor o rotor. Para zapatas o almohadillas con ranuras centrales, los termopares se instalan dentro de un octavo de pulgada a un cuarto de pulgada de la ranura y lo más cerca posible del centro.

S6.12 Temperatura inicial del freno. A menos que se especifique lo contrario, la temperatura del freno es de 150 ° F. a 200 ° F.

S6.13 Fuerzas de control. A menos que se especifique lo contrario, la fuerza aplicada a un control de freno no es menor de 15 lb ni mayor de 150 lb.

S6.14 Condiciones especiales de conducción. Un vehículo con una GVWR superior a 10,000 libras equipado con un sistema de eje entrelazado o un sistema de tracción delantera que es activado y desactivado por el conductor se prueba con el sistema desactivado.

S6.15 Selección de opciones de cumplimiento. Cuando se especifiquen las opciones del fabricante, el fabricante seleccionará la opción en el momento en que certifique el vehículo y, posteriormente, no podrá seleccionar una opción diferente para el vehículo. Cada fabricante, a solicitud de la Administración Nacional de Seguridad del Tráfico en las Carreteras, proporcionará información sobre cuál de las opciones de cumplimiento ha seleccionado para un vehículo o marca / modelo en particular.

S7. Procedimiento y secuencia de prueba. Cada vehículo deberá ser capaz de cumplir con todos los requisitos aplicables de S5 cuando se pruebe de acuerdo con los procedimientos y la secuencia establecidos a continuación, sin reemplazar ninguna parte del sistema de frenos o hacer ajustes al sistema de frenos que no sean los permitidos en los procedimientos de pulido y reacondicionamiento y en S7.9 y S7.10. (Para los vehículos que solo deben cumplir los requisitos de S5.1.1, S5.1.2, S5.1.3 y S5.1.7 en la sección S5.1, los procedimientos de prueba aplicables y la secuencia son S7.1, S7.2, S7.4 , S7.5 (b), S7.5 (a), S7.8, S7.9, S7.10 y S7.18. Sin embargo, a opción del fabricante, se pueden realizar el siguiente procedimiento y secuencia de prueba : S7.1, S7.2, S7.3, S7.4, S7.5 (b), S7.6, S7.7, S7.5 (a), S7.8, S7.9, S7.10 y S7.18 La elección de esta opción no debe interpretarse como una adición a los requisitos especificados en S5. 1.2 y S5.1.3.) Los ajustadores automáticos deben permanecer activados en todo momento. Se considerará que un vehículo cumple con los requisitos de distancia de frenado de S5.1 si al menos una de las paradas a cada velocidad y carga especificadas en cada uno de S7.3, S7.5 (b), S7.8, S7.9 , S7.10, S7.15 y S7.17 (control de paradas) se realiza dentro de una distancia de parada que no excede la distancia correspondiente especificada en la Tabla II. Cuando se requiere que el control del selector de la transmisión esté en neutral para una desaceleración, se debe obtener una parada o un frenado mediante los siguientes procedimientos: 17 (control de paradas) se

realiza dentro de una distancia de parada que no excede la distancia correspondiente especificada en la Tabla II. Cuando se requiere que el control del selector de la transmisión esté en neutral para una desaceleración, se debe obtener una parada o un frenado mediante los siguientes procedimientos: 17 (control de paradas) se realiza dentro de una distancia de parada que no excede la distancia correspondiente especificada en la Tabla II. Cuando se requiere que el control del selector de la transmisión esté en neutral para una desaceleración, se debe obtener una parada o un frenado mediante los siguientes procedimientos:

- (a) Exceder la velocidad de prueba de 4 a 8 mph;
- (b) Cierre el acelerador y la marcha libre a aproximadamente 2 mph por encima de la velocidad de prueba;
- (c) Cambiar a neutral; y
- (d) Cuando se alcance la velocidad de prueba, aplique los frenos de servicio.

S7.1 Calentamiento de frenos. Si no se ha alcanzado la temperatura inicial del freno para la primera parada en un procedimiento de prueba (que no sea S7.7 y S7.16), caliente los frenos a la temperatura inicial del freno haciendo no más de 10 frenazos desde no más de 40 a 10 mph, a una desaceleración no superior a 10 fpsps.

S7.2 Comprobación de la instrumentación previa a la prueba. Realice una verificación general de la instrumentación haciendo no más de 10 paradas desde una velocidad de no más de 30 mph, o 10 desaires desde una velocidad de no más de 40 a 10 mph, con una desaceleración de no más de 10 fpsps. Si es necesario reparar, reemplazar o ajustar el instrumento, no haga más de 10 paradas o desaire adicionales después de dicha reparación, reemplazo o ajuste.

S7.3 Sistema de frenos de servicio: primera prueba de eficacia (precombustión). Haga seis paradas desde 30 mph. Luego haga seis paradas desde 60 mph.

S7.4 Sistema de frenos de servicio: procedimiento de pulido.

S7.4.1 Vehículos con GVWR de 10,000 lb o menos.

S7.4.1.1 Bruñir. Pulir los frenos haciendo 200 paradas desde 40 mph a 12 fpsps (el límite de fuerza de control de 150 lb no se aplica aquí). El intervalo desde el inicio de una aplicación del freno de servicio hasta el inicio de la siguiente será el tiempo necesario para reducir la temperatura inicial del freno a entre 230 ° F. y 270 ° F., o la distancia de 1 milla, lo que ocurra primero. Acelere a 40 mph después de cada parada y mantenga esa velocidad hasta hacer la siguiente parada.

S7.4.1.2 Ajuste del freno: pulido posterior. Después del pulido, ajuste los frenos de acuerdo con las recomendaciones publicadas por el fabricante.

S7.4.2 Vehículos con GVWR superior a 10,000 libras.

S7.4.2.1 Bruñir. Los vehículos se bruñen de acuerdo con los siguientes procedimientos. Haga 500 desaires entre 40 mph y 20 mph a una velocidad de desaceleración de 10 fpsps Excepto donde se especifique un ajuste, después de cada

aplicación de freno, acelere a 40 mph y mantenga esa velocidad hasta hacer la siguiente aplicación de freno en un punto a 1 milla del punto inicial de la aplicación de freno anterior. Si el vehículo no puede alcanzar una velocidad de 40 mph en 1 mph, continúe acelerando hasta que el vehículo alcance las 40 mph o hasta que el vehículo haya viajado 1.5 millas desde el punto inicial de la aplicación del freno anterior, lo que ocurra primero. Los frenos se ajustarán tres veces durante el procedimiento de pulido, de acuerdo con las recomendaciones del fabricante, después de 125, 250 y 375 desaires.

S7.4.2.2 Ajuste del freno: pulido posterior. Después del pulido, ajuste los frenos de acuerdo con las recomendaciones publicadas por el fabricante.

S7.5 (a) Estabilidad y control durante el frenado (vehículos con una GVWR superior a 10,000 libras). Haga cuatro paradas en la condición de peso de carga ligera especificada en S5.1.7. Utilice una aplicación completa del freno durante la parada, con el pedal del embrague pisado o el control del selector de la transmisión en la posición neutra, durante la duración de cada parada.

(b) Sistema de frenos de servicio: segunda prueba de eficacia. Para vehículos con un peso bruto total de 10,000 libras o menos, o cualquier autobús escolar, haga seis paradas desde 30 mph. Luego, para cualquier vehículo, haga seis paradas desde 60 mph. Luego, para un vehículo con un GVWR de 10,000 libras o menos, haga cuatro paradas desde 80 mph si la velocidad alcanzable en 2 millas no es menor a 84 mph.

S7.6 Primer reacondicionamiento. Repita S7.4, excepto que haga 35 paradas de pulido o desaires. En el caso de vehículos bruñidos de acuerdo con S7.4.2.1 (a) de esta sección, vuelva a bruñir el vehículo haciendo 35 desaires de 60 a 20 mph, pero si la temperatura más alta del freno alcanza $500^{\circ}\text{F} \pm 50^{\circ}\text{F}$, haga el resto de las aplicaciones de los frenos desde la condición de frenado más alta enumerada en la Tabla IV que mantendrá la temperatura más alta del freno a $500^{\circ}\text{F} \pm 50^{\circ}\text{F}$. Si en una condición de frenado de 40 a 20 mph, la temperatura del freno más caliente supera los 550°F , haga el resto de las 35 aplicaciones del freno desde la condición de frenado sin tener en cuenta la temperatura del freno.

S7.7 Prueba del freno de estacionamiento. Las pruebas del freno de estacionamiento para cualquier vehículo en diferentes grados, en diferentes direcciones y para diferentes cargas se pueden realizar en cualquier orden. La fuerza requerida para el accionamiento de un sistema de freno accionado manualmente se medirá en el centro del área de agarre manual o a una distancia de $1\frac{1}{2}$ pulgadas del extremo de la palanca de accionamiento, como se ilustra en la Figura II.

S7.7.1 Procedimiento de prueba para los requisitos de S5.2.1 y S5.2.3.

S7.7.1.1 Acondicione los elementos de fricción del freno de estacionamiento de modo que la temperatura al comienzo de la prueba no supere los 150°F en cualquier nivel. (cuando se promedia la temperatura de los componentes en ambos extremos de un eje).

S7.7.1.2 Conducir el vehículo, cargado a GVWR, en la pendiente especificada con el eje longitudinal del vehículo en la dirección de la pendiente de la pendiente, detener el vehículo y mantenerlo estacionario aplicando el control del freno de servicio, y coloque la transmisión en neutral.

S7.7.1.3 Con el vehículo parado por medio del control del freno de servicio, aplique el freno de estacionamiento con una sola aplicación de la fuerza especificada en (a), (b) o (c)

de este párrafo, excepto que a Se puede realizar una serie de aplicaciones para lograr la fuerza especificada en el caso de un diseño de sistema de freno de estacionamiento que no permita la aplicación de la fuerza especificada en una sola aplicación:

(a) En el caso de un automóvil de pasajeros u otro vehículo con un GVWR de 10,000 libras. o menos, no más de 125 libras para un sistema operado con el pie y no más de 90 libras para un sistema operado manualmente; y

(b) En el caso de un vehículo con un GVWR mayor de 4,536 kilogramos (10,000 libras), no más de 150 libras para un sistema operado con el pie y no más de 125 libras para un sistema operado manualmente.

(c) Para un vehículo que usa un freno de estacionamiento activado eléctricamente, aplique el freno de estacionamiento activando el control del freno de estacionamiento.

S7.7.1.4 Después de aplicar el freno de estacionamiento de acuerdo con S7.7.1.3, libere toda la fuerza en el control del freno de servicio y comience la medición del tiempo si el vehículo permanece detenido. Si el vehículo no permanece detenido, volver a aplicar el freno de servicio para mantener el vehículo parado, con una nueva aplicación de una fuerza al control del freno de estacionamiento en el nivel especificado en S7.7.1.3 (a) o (b) según corresponda para la El vehículo que se está probando (sin soltar el trinquete u otro mecanismo de sujeción del freno de estacionamiento) puede usarse dos veces para alcanzar una posición estacionaria.

S7.7.1.5 Después de observar el vehículo en una condición estacionaria durante el tiempo especificado en una dirección, repita el mismo procedimiento de prueba con la orientación del vehículo en la dirección opuesta en la pendiente especificada.

S7.7.1.6 Verifique el funcionamiento del indicador de aplicación del freno de estacionamiento requerido por S5.3.1 (d).

S7.7.2 *Procedimiento de prueba para los requisitos de S5.2.2* (a) Compruebe que la transmisión debe colocarse en la posición de estacionamiento para soltar la llave;

(b) Prueba como en S7.7.1, excepto que además coloque el control de la transmisión para activar el mecanismo de estacionamiento; y

(c) Pruebe como en S7.7.1 excepto en una pendiente del 20 por ciento, con el mecanismo de estacionamiento no activado.

S7.7.3 *Vehículo con carga ligera* . Repita S7.7.1 o S7.7.2 según corresponda, excepto con el vehículo con un peso de vehículo de carga ligera o, a opción del fabricante, para un vehículo con GVWR superior a 10,000 libras, con un peso de vehículo de carga ligera más no más de 1,000 libras adicionales por rollo. estructura de barra en el vehículo.

S7.7.4 *Sistemas de freno de estacionamiento del tipo de freno sin servicio*. Para vehículos con sistemas de freno de estacionamiento que no utilizan los elementos de fricción del freno de servicio, pulir los elementos de fricción de dichos sistemas antes de las pruebas del freno de estacionamiento de acuerdo con las recomendaciones publicadas por el fabricante que se le proporcionaron al comprador. Si no se proporcionan recomendaciones, haga funcionar el vehículo sin pulir.

S7.8 Prueba del sistema de frenos de servicio: prueba de vehículo con carga ligera (tercera efectividad). Realice seis paradas desde 60 mph con un vehículo con un peso ligero del vehículo, o, a opción del fabricante, para un vehículo con una GVWR superior a 10,000 libras, con un peso del vehículo con una carga ligera más no más de 1,000 libras adicionales para una estructura de barra antivuelco en el vehículo. (Esta prueba no es aplicable a un vehículo que tiene un GVWR de no menos de 7,716 libras y no más de 10,000 libras y no es un autobús escolar).

S7.9 Prueba del sistema de freno de servicio: falla parcial.

S7.9.1 Con el vehículo con un peso de vehículo de carga ligera o, a opción del fabricante, para un vehículo con un GVWR mayor de 10,000 libras, con un peso de vehículo de carga ligera más no más de 1,000 libras adicionales para una estructura de barra antivuelco en el vehículo, modifique el sistema de frenos de servicio para producir cualquier tipo de falla por ruptura o fuga, que no sea una falla estructural de una carcasa que es común a dos o más subsistemas. Determine la fuerza de control, el nivel de presión o el nivel de líquido (según corresponda para el indicador que se está probando) necesarios para activar la luz indicadora del sistema de frenos. Haga cuatro paradas si el vehículo está equipado con un sistema de freno de servicio dividido, o 10 paradas si el vehículo no está equipado de ese modo, cada una desde 60 mph, mediante una aplicación continua del control del freno de servicio.

S7.9.2 Repita S7.9.1 para cada uno de los demás subsistemas.

S7.9.3 Repita S7.9.1 y S7.9.2 con el vehículo en GVWR. Restaure el sistema de frenos de servicio a la normalidad al completar esta prueba.

S7.9.4 (Para vehículos con sistemas de frenos antibloqueo y / o de proporción variable.) Con el vehículo en GVWR, desconecte la fuente de alimentación funcional o deje inoperativo el sistema antibloqueo. Desconecte el sistema de frenos de proporción variable. Haga cuatro paradas, cada una desde 60 mph. Si se proporciona más de un subsistema de frenos antibloqueo o de proporción variable, desconecte o deje un subsistema inoperativo y hágalo funcionar como se indicó anteriormente. Restaure el sistema a la normalidad al finalizar esta prueba. Repita para cada subsistema proporcionado.

Determine si la luz indicadora del sistema de frenos se activa cuando se desconecta la fuente de alimentación eléctrica a la unidad antibloqueo o proporcional variable.

S7.9.5 Para un vehículo en el que la señal de freno se transmite eléctricamente entre el pedal de freno y algunos o todos los frenos de base, independientemente de los medios de actuación de los frenos de base, las pruebas en S7.9.1 a S7.9.3 de este estándar se llevan a cabo induciendo una sola falla en cualquier circuito que transmita eléctricamente la señal de freno, y todos los demás sistemas intactos. Determine si la luz indicadora del sistema de frenos se activa cuando se induce la falla.

S7.9.6 Para un EV con RBS que es parte del sistema de freno de servicio, las pruebas especificadas en S7.9.1 a S7.9.3 se llevan a cabo con el RBS desconectado y todos los demás sistemas intactos. Determine si la luz indicadora del sistema de frenos se activa cuando se desconecta el RBS.

S7.10 Sistema de freno de servicio: unidad de potencia de frenado inoperante o prueba de la unidad de asistencia de potencia de frenado. (Para vehículos equipados con unidad de potencia de frenado o unidad de asistencia de potencia de frenado).

S7.10.1 *Procedimiento regular.* (No es necesario ejecutar esta prueba si se selecciona la opción en S7.10.2). En vehículos con unidades de asistencia de potencia de frenado, deje inoperativa la unidad de asistencia de potencia de frenado o uno de los subsistemas de la unidad de asistencia de potencia de frenado si se proporcionan dos o más subsistemas, desconectando la fuente de alimentación correspondiente. Agote cualquier capacidad de reserva de energía de freno residual del sistema desconectado. En vehículos con unidades de potencia de freno, desconecte la fuente de alimentación principal. Haga cuatro paradas, cada una desde 60 mph mediante una aplicación continua del control del freno de servicio. Restaure el sistema a la normalidad al finalizar esta prueba. Para vehículos equipados con más de una unidad de potencia de frenado o unidad de asistencia de potencia de frenado, realice pruebas de cada una de ellas.

S7.10.2 *Procedimientos opcionales.* En vehículos con unidades de asistencia de potencia de frenado, la unidad se carga al máximo antes de comenzar la prueba. (El motor puede acelerarse y luego cerrarse rápidamente el acelerador para alcanzar la carga máxima en las unidades de asistencia de vacío). Las unidades de potencia de frenado también deben cargarse a la presión máxima del acumulador antes del inicio de la prueba. No se permite la recarga después del inicio de la prueba.

(a) (Para vehículos con unidades de asistencia de potencia de frenado). Desconecte la fuente de energía principal. Haga seis paradas cada una desde 60 mph, para lograr la desaceleración promedio para cada parada como se especifica en la tabla III. Aplique el control de freno lo más rápido posible. Mantenga la fuerza de control hasta que el vehículo se detenga.

Al completar las paradas especificadas anteriormente, agote el sistema de cualquier capacidad residual de reserva de energía del freno. Haga una parada desde 60 mph a una desaceleración promedio de no menos de 7 fpsps para automóviles de pasajeros (distancia de frenado equivalente 554 pies), o 6 fpsps para vehículos que no sean automóviles de pasajeros (distancia de frenado equivalente 646 pies) y determine si la fuerza de control excede 150 libras.

(b) (Para vehículos con unidades de potencia de frenado con sistemas de tipo acumulador.) Prueba como en S7.10.2 (a), excepto que haga 10 paradas en lugar de 6 y, al completar las 10 paradas, agote el elemento fallado del freno. unidad de potencia de cualquier capacidad de reserva de potencia de freno residual antes de hacer la parada final.

(c) (Para vehículos con asistencia de potencia de frenado o unidades de potencia de frenado con sistemas de respaldo.) Si la potencia de frenado o la unidad de asistencia de potencia de frenado funciona junto con un sistema de respaldo y el sistema de respaldo se activa automáticamente en caso de una falla de energía primaria, el sistema de respaldo está operativo durante esta prueba. Desconecte la fuente principal de energía de un subsistema. Haga 15 paradas, cada una desde 60 mph, con el sistema de respaldo activado para el subsistema fallado, para lograr una desaceleración promedio de 12 fpsps por cada parada.

(d) Restaurar los sistemas a la normalidad al completar estas pruebas. Para vehículos equipados con más de una unidad de potencia de frenado o asistencia de frenado, realice pruebas de cada uno por turno.

S7.10.3 *Frenos eléctricos.*

(a) Para vehículos con frenos de servicio accionados eléctricamente, las pruebas en S7.10.1 o S7.10.2 se llevan a cabo con un solo fallo eléctrico en el sistema de freno eléctrico

en lugar de los sistemas de potencia de frenado o de asistencia de potencia de frenado, y todos los demás sistemas intactos. .

(b) Para vehículos eléctricos con RBS que es parte del sistema de freno de servicio, las pruebas en S7.10.1 o S7.10.2 se realizan con el RBS descontinuado y todos los demás sistemas intactos.

S7.11 Sistema de freno de servicio: primera prueba de desvanecimiento y recuperación.

S7.11.1 La comprobación de la línea de base se detiene o desaprueba.

S7.11.1.1 Vehículos con GVWR de 10,000 lb o menos. Haga tres paradas desde 30 mph a 10 fpsps por cada parada. Las lecturas de fuerza de control pueden terminar cuando la velocidad del vehículo desciende a 5 mph. Promedio de la fuerza máxima de control del freno requerida para las tres paradas.

S7.11.1.2 Vehículos con GVWR superior a 10,000 libras. Con la transmisión en neutral (o desembragada), haga tres desaires de 40 a 20 mph a 10 fpsps por cada desaire. Promedio de la fuerza máxima de control del freno requerida para los tres desaires.

S7.11.2 Desvanecimiento se detiene o desaire.

S7.11.2.1 Vehículos con GVWR de 10,000 libras o menos. Haga 5 paradas desde 60 mph a 15 fpsps seguidas de 5 paradas a la máxima desaceleración alcanzable entre 5 y 15 fpsps por cada parada. Establezca una temperatura inicial del freno antes de la primera aplicación del freno de 130 ° a 150 ° F. Las temperaturas iniciales de los frenos antes de la aplicación de los frenos para las paradas posteriores son las que se producen en los intervalos de distancia. Obtenga la desaceleración requerida en 1 segundo y, como mínimo, manténgala durante el resto del tiempo de parada. Las lecturas de la fuerza de control pueden interrumpirse cuando la velocidad del vehículo desciende a 5 mph. Deje un intervalo de 0,4 mi entre el inicio de las aplicaciones de los frenos. Acelere inmediatamente a la velocidad de prueba inicial después de cada parada. Conduzca 1 mi a 30 mph después de la última parada de atenuación y siga inmediatamente el procedimiento de recuperación especificado en S7.11.3.1.

S7.11.2.2 Vehículos con GVWR superior a 10,000 lb. Con la transmisión en neutral (o desembragada), realice 10 desaires de 40 a 20 mph a 10 fpsps por cada desaire. Establezca una temperatura inicial del freno antes de la primera aplicación del freno de 130 ° F. a 150 ° F. Las temperaturas iniciales de los frenos antes de la aplicación del freno para los desaires posteriores son las que ocurren en los intervalos de tiempo que se especifican a continuación. Obtenga la desaceleración requerida en 1 segundo y manténgala durante el resto del tiempo de desaceleración. Deje un intervalo de 30 s entre los desaires (desde el inicio de la aplicación del freno hasta el inicio de la aplicación del freno). Acelere inmediatamente a la velocidad de prueba inicial después de cada desaire. Conduzca durante 1,5 millas a 40 mph después del último desaire y siga inmediatamente el procedimiento de recuperación especificado en S7.11.3.2.

S7.11.3 La recuperación se detiene o desaprueba.

S7.11.3.1 Vehículos con GVWR de 10,000 lb o menos. Haga cinco paradas desde 30 mph a 10 fpsps por cada parada. Las lecturas de fuerza de control pueden terminar cuando la velocidad del vehículo desciende a 5 mph. Permita un intervalo de distancia de frenado de 1 mi. Inmediatamente después de cada parada, acelere a una velocidad máxima

de 30 mph y mantenga esa velocidad hasta hacer la siguiente parada. Registre la fuerza máxima de control para cada parada.

S7.11.3.2 *Vehículos con GVWR superior a 10,000 lb.* Con la transmisión en neutral (o desembragada), realice cinco desaires de 40 a 20 mph a 10 fpsps por cada desaire. Después de cada desaire, acelere a una velocidad máxima a 40 mph y mantenga esa velocidad hasta hacer la siguiente aplicación del freno en un punto a 1,5 millas del punto de la aplicación anterior del freno. Registre la fuerza máxima de control para cada desaire.

S7.12 *Sistema de frenos de servicio: segundo reacondicionamiento.* Repita S7.6.

S7.13 *Sistema de freno de servicio: segunda prueba de desvanecimiento y recuperación.* Repita S7.11 excepto que en S7.11.2 ejecute 15 paradas de atenuación o 20 desaires en lugar de 10.

S7.14 *Tercer reacondicionamiento.* Repita S7.6.

S7.15 *Sistema de freno de servicio: cuarta prueba de eficacia.* Repita S7.5. Luego (para automóviles de pasajeros) haga cuatro paradas desde 95 mph si la velocidad alcanzable en 2 millas es de 99 a (pero sin incluir) 104 mph, o 100 mph si la velocidad alcanzable en 2 millas es de 104 mph o más.

S7.16 *Sistema de frenos de servicio: prueba de recuperación de agua.*

S7.16.1 *Parada de control de la línea de base.* Haga tres paradas desde 30 mph a 10 fpsps por cada parada. Las lecturas de fuerza de control pueden terminar cuando la velocidad del vehículo desciende a 5 mph. Promedio de la fuerza máxima de control del freno requerida para las tres paradas.

S7.16.2 *Paradas de recuperación del freno húmedo.* Con los frenos completamente liberados en todo momento, conduzca el vehículo durante 2 minutos a una velocidad de 5 mph en cualquier combinación de direcciones de avance y retroceso, a través de un canal con una profundidad de agua de 6 pulgadas. Después de salir del canal, acelere inmediatamente a una velocidad máxima a 30 mph sin aplicar los frenos. Inmediatamente después de alcanzar esa velocidad, haga cinco paradas, cada una de 30 mph a 10 fpsps por cada parada. Después de cada parada (excepto la última), acelere el vehículo inmediatamente a una velocidad máxima a una velocidad de 30 mph y comience la siguiente parada.

S7.17 *Spike se detiene.* Haga 10 paradas sucesivas con picos desde 30 mph con la transmisión en neutral, sin paradas en reversa. Realice paradas de picos aplicando una fuerza de control de 200 lb mientras registra la fuerza de control en función del tiempo. Mantenga la fuerza de control hasta que el vehículo se detenga. Al completar 10 paradas de picos, haga seis paradas de efectividad desde 60 mph.

S7.18 *Inspección final.* Inspeccionar-

(a) El sistema de frenos de servicio por desprendimiento o fractura de cualquier componente, como resortes de freno y zapatas de freno o revestimiento de pastillas de disco.

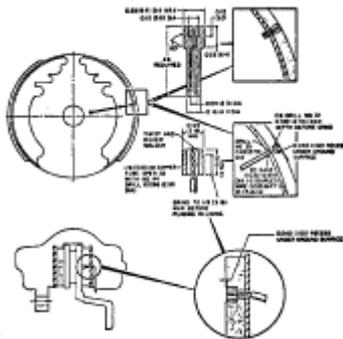
(b) La superficie de fricción del freno, el cilindro maestro o la tapa del depósito de la unidad de potencia del freno y las aberturas de llenado y sello, para detectar fugas de líquido de frenos o lubricante.

(c) El depósito del cilindro maestro o de la unidad de potencia del freno para cumplir con los requisitos de volumen y etiquetado de S5.4.2 y S5.4.3. Para determinar la condición de desgaste totalmente aplicado, suponga que el revestimiento está desgastado para: (1) remachar o atornillar las cabezas de los revestimientos remachados o atornillados, o (2) dentro de treinta segundos de una pulgada de la superficie de montaje de la zapata o almohadilla en los revestimientos adheridos o (3) el límite recomendado por el fabricante, el que sea mayor en relación con el movimiento total posible del zapato o de la almohadilla. Se asume que los tambores o rotores tienen el diámetro nominal del tambor o el espesor del rotor de diseño. Se supone que los revestimientos están ajustados para la holgura de funcionamiento normal en la posición liberada.

(d) Las luces indicadoras del sistema de frenos, para el cumplimiento de la operación en varias posiciones clave, color de la lente, etiquetado y ubicación, de acuerdo con S5.3.

S7.19 *Prueba de barrera móvil.* (Solo para vehículos que han sido probados de acuerdo con S7.7.2.) Cargue el vehículo en GVWR, suelte el freno de estacionamiento y coloque el control selector de la transmisión para activar el mecanismo de estacionamiento. Con una barrera móvil como se describe en el párrafo 4.3 de la Práctica recomendada SAE J972 (2000) (incorporada por referencia, ver §571.5), impacte el vehículo desde el frente a 2 1/2 mph. Mantenga el eje longitudinal de la barrera paralelo al eje longitudinal del vehículo. Repita la prueba, impactando el vehículo por la parte trasera.

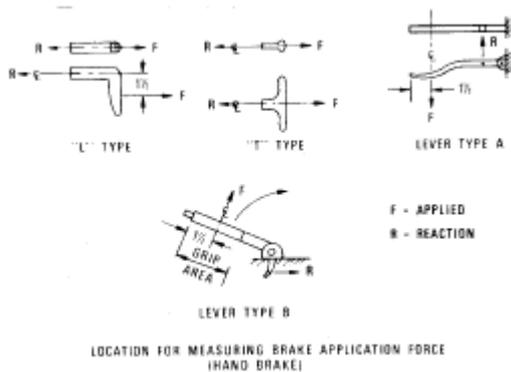
NOTA: No es necesario que el vehículo utilizado para esta prueba sea el mismo vehículo que se ha utilizado para las pruebas de frenado.



[Ver o descargar PDF](#)

FIGURA 1 — INSTALACIONES TÍPICAS DE TERMOPARES DE ENCHUFE

NOTA: El segundo termopar se instalará a una profundidad de .080 pulgadas dentro de 1 pulgada circunferencialmente del termopar instalado a una profundidad de .040 pulgadas.



[Ver o descargar PDF](#)

TABLA I — SECUENCIA Y REQUISITOS DEL PROCEDIMIENTO DE PRUEBA DE FRENOS

Secuencia	Carga de prueba		Procedimiento de prueba	Requisitos
	Luz	GVWR		
1. Comprobación de la instrumentación			S7.2	
2. Primera prueba de eficacia (antes del pulido)		X	S7.3	S5.1.1.1
3. Procedimiento de bruñido		X	S7.4	
4. Segunda prueba de eficacia		X	S7.5 (b)	S5.1.1.2
5. Primero reacondicionar		X	S7.6	
6. Freno de estacionamiento	X	X	S7.7	S5.2
7. Estabilidad y control durante el frenado (prueba de frenado en curva)	X		S7.5 (a)	S5.1.7
8. Tercera eficacia (vehículo con carga ligera)	X		S7.8	S5.1.1.3
9. Fallo parcial	X	X	S7.9	S5.1.2
10. Unidades de potencia de frenado y asistencia de potencia no operativas		X	S7.10	S5.1.3
11. Primer desvanecimiento y recuperación		X	S7.11	S5.1.4
12. Segundo reacondicionamiento		X	S7.12	
13. Segundo desvanecimiento y recuperación		X	S7.13	S5.1.4
14. Tercer reacondicionamiento		X	S7.14	
15. Cuarta efectividad		X	S7.15	S5.1.1.4

16. Recuperación de agua		X	S7.16	S5.1.5
17. Spike se detiene		X	S7.17	S5.1.6
18. Inspección final			S7.18	S5.6
19. Prueba de barrera móvil		X	S7.19	S5.2.2.3

TABLE II - STOPPING DISTANCES

Vehicle Test Speed (miles per hour)	Stopping Distance in feet for tests indicated															
	I-1st (preburnished) & 4th effectiveness; spike effectiveness check				II-2d effectiveness				III-3d (lightly loaded vehicles) effectiveness					IV-Inoperative brake power and power assist unit; partial failure		
	(a)	(b)	(c)	(d)	(a)	(b) & (c)	(d)	(e)	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(a)	(b) & (c)	(d) & (e)
30.....	¹ 57	^{1,2} 65	^{1,2} 69 (1st) ^{1,2} 65 (4th and spike) ¹ 72	88	¹ 54	¹ 57	78	^{1,2} 70	51	57	85	84	70	114	130	170
35.....	74	83	91	132	70	74	106	96	67	74	83	114	96	155	176	225
40.....	96	108	119	173	91	96	138	124	87	96	108	149	124	202	229	288
45.....	121	137	150	218	115	121	175	158	110	121	137	189	158	257	291	358
50.....	150	169	185	264	142	150	216	195	135	150	169	233	195	317	359	435
55.....	181	204	224	326	172	181	261	236	163	181	204	281	236	383	433	530
60.....	¹ 216	¹ 242	¹ 267	388	¹ 204	¹ 216	¹ 310	¹ 280	¹ 194	¹ 216	¹ 242	¹ 335	¹ 280	¹ 456	¹ 517	¹ 613
80.....	¹ 405	¹ 459	¹ 510	NA	¹ 383	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
95.....	¹ 607	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
100.....	¹ 673	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA

¹ Distance for specified tests. ² Applicable to school buses only. NA = Not applicable
 Note: (a) Passenger cars; (b) vehicles other than passenger cars with GVWR of less than 8,000 lbs; (c) Vehicles with GVWR of not less than 8,000 lbs and not more than 10,000 lbs; (d) vehicles, other than buses, with GVWR greater than 10,000 lbs; (e) buses, including school buses, with GVWR greater than 10,000 lbs.

[Ver o descargar PDF](#)

TABLA III — UNIDADES DE POTENCIA DE FRENADO Y ASISTENCIA DE FRENADO NO OPERATIVAS

Detener No.	Desaceleración media, FPS				Distancia de frenado equivalente, pies			
	Columna 1: asistencia de potencia de frenado		Columna 2: unidad de potencia de frenado		Columna 3: asistencia de potencia de frenado		Columna 4: unidad de potencia de frenado	
	(a)	(b) y (c)	(a)	(b) y (c)	(a)	(b) y (c)	(a)	(b) y (c)
1	16,0	14,0	16,0	13,0	242	277	242	298
2	12,0	12,0	13,0	11,0	323	323	298	352
3	10,0	10,0	12,0	10,0	388	388	323	388
4	9,0	8,5	11,0	9,5	431	456	352	409
5	8,0	7,5	10,0	9,0	484	517	388	431
6	7,5	6,7	9,5	8,5	517	580	409	456
7	¹ 7,0	¹ 6,0	9,0	8,0	554	646	431	484
8	N / A	N / A	8,5	7,5	N / A	N / A	456	517

9	N / A	N / A	8.0	7.0	N / A	N / A	484	554
10	N / A	N / A	7.5	6.5	N / A	N / A	517	596
11	N / A	N / A	¹ 7.0	¹ 6,0	N / A	N / A	554	646

¹ Agotado. (a) Automóviles de pasajeros; (b) vehículos que no sean automóviles de pasajeros con GVWR de 10,000 libras o menos; (c) vehículos con GVWR superior a 10,000 libras; NA = No aplica.

[41 FR 29696, 19 de julio de 1976]

NOTA EDITORIAL: Para LAS citaciones del REGISTRO FEDERAL QUE afectan a §571.105, consulte la Lista de secciones del CFR afectadas, que aparece en la sección Ayuda para encontrar ayudas del volumen impreso y en www.govinfo.gov.

ANEXO 12

Carrasco. E. (2015). *Medición de variables de funcionamiento del sistema de frenos ABS*.

ANEXO 13

Romero, T. (2016). *Estudio de efectividad del sistema ABS en Camionetas L3 de hasta 400cc a 2800msnm, Colombia*.

ANEXO 14

AUTOREX. (2016) *Sistemas de Frenos ABS para vehículos livianos y pesados de la marca BOSCH*.

ANALISIS Y DISCUSION

ANEXO 15

Valores Pruebas Realizadas

**DESACELERACIONES Y GRÁFICA DEL V-D1a
SUPERFICIE DE PRUEBA EMPEDRADA.**

N°	Tiempo	Prueba # 1	Prueba # 2	Prueba # 3	Prueba # 4	Prueba # 5	Prueba # 6	Aceleracion Media
		Aceleración	Aceleración	Aceleración	Aceleración	Aceleración	Aceleración	
1	0	-1,6643	0,4611	-1,5078	0,3167	-2,8193	-0,5714	-0,9641
2	0,02	1,5233	0,0192	-1,9898	-0,8311	1,9662	1,6182	0,3843
3	0,04	0,2087	1,0251	0,8605	0,5615	-0,3084	-2,6032	-0,0426
4	0,06	2,6793	-1,4676	0,6919	0,2436	-3,6866	-0,0493	-0,2648
5	0,08	0,9665	-0,0572	-1,3710	0,5486	-2,5367	5,5782	0,5214
6	0,1	-0,7629	2,4318	-0,0536	-1,4473	0,5385	-0,6389	0,0113
7	0,12	-0,4990	-0,0835	3,0963	-1,9501	4,0055	-2,1995	0,3950
8	0,14	2,9151	-1,4452	-1,5190	-2,2040	-1,0285	0,2596	-0,5037
9	0,16	1,5776	0,2182	-2,1532	0,0380	-1,1328	-0,3759	-0,3047
10	0,18	1,5776	0,2182	-2,1532	0,0380	-1,1328	-0,3759	-0,3047
11	0,2	0,6284	5,1928	-0,1523	-1,7102	0,1346	1,5613	0,9424
12	0,22	-1,0419	-1,3827	2,2654	-0,5993	2,3663	-1,4736	0,0224
13	0,24	0,5588	-1,3639	3,2740	0,6736	0,9547	-2,7848	0,2188
14	0,26	0,9843	0,3888	0,0867	-0,1693	-2,1649	-0,7036	-0,2630
15	0,28	1,1050	3,4204	-1,7457	-0,0439	-0,0743	0,8816	0,5905
16	0,3	1,1926	4,1852	0,5520	0,2399	1,0955	-0,9042	1,0602
17	0,32	-0,1381	1,9559	2,9090	0,4373	0,0018	-0,7103	0,7426
18	0,34	-0,7410	-2,3996	-0,6066	-0,3471	2,0377	-0,5046	-0,4269
19	0,36	4,3475	0,6358	-0,2364	-0,3154	0,6692	-1,2712	0,6383
20	0,38	-1,1583	-2,0761	1,4667	-0,5947	0,2424	0,4597	-0,2767
21	0,4	-1,2689	0,8711	1,6749	0,6923	1,2347	0,1978	0,5670
22	0,42	1,0658	-0,9147	-0,8399	1,0081	-1,6595	-1,7842	-0,5207
23	0,44	0,0099	-0,2717	-0,9233	1,9856	0,6343	0,1161	0,2585
24	0,46	-2,0965	-0,7183	3,0353	1,4198	-0,9271	-0,7730	-0,0100
25	0,48	-2,8304	1,5222	0,9253	0,4848	-1,2428	-1,6068	-0,4580
26	0,5	0,7877	0,4856	-0,9980	1,9147	-0,8896	-2,8823	-0,2637
27	0,52	5,8534	0,2566	-0,9980	1,9147	-5,0433	-2,8823	-0,1498
28	0,54	5,8534	0,2566	-0,0265	1,3462	-5,0433	1,3226	0,6181
29	0,56	-0,3302	0,9405	-0,8462	1,2572	-0,1972	-2,3188	-0,2491
30	0,58	1,5645	0,5054	0,3842	0,6176	-0,7800	-2,3043	-0,0021
31	0,6	0,2016	0,9983	0,2835	-1,8956	-2,9620	-1,6368	-0,8352
32	0,62	1,4171	-0,9301	-0,0075	-0,5271	-0,9237	0,3670	-0,1007
33	0,64	2,4131	1,7106	-1,1753	-0,0524	-2,0684	-0,7525	0,0125
34	0,66	-0,2123	1,6780	0,3776	-2,1322	-1,7671	-0,9729	-0,5048
35	0,68	-0,4908	-0,7677	-1,1143	-3,5337	-0,4222	0,1442	-1,0308
36	0,7	1,1772	3,3483	-2,3100	-1,7677	0,5903	1,3152	0,3922

37	0,72	0,9205	0,0347	1,7526	-2,0652	1,9370	2,2584	0,8064
38	0,74	0,5101	-1,9080	1,7526	-1,7005	0,6757	-5,1624	-0,9721
39	0,76	-0,0912	-2,2234	0,5862	-0,8962	0,8225	2,9905	0,1981
40	0,78	2,1699	2,0138	0,0431	-0,7608	0,8524	-2,2605	0,3430
41	0,8	1,2041	7,3728	1,6808	1,3498	3,1741	4,0466	3,1380
42	0,82	1,6100	-0,8605	2,2764	1,8736	-1,0225	0,4813	0,7264
43	0,84	0,7633	1,2303	0,6506	0,5556	-0,9044	-0,4419	0,3089
44	0,86	0,5425	-1,8331	-0,0040	0,6449	0,2692	-0,4419	-0,1371
45	0,88	-0,3851	0,4343	1,6235	0,6449	0,2692	3,1551	0,9570
46	0,9	-0,3851	0,4343	1,6235	-0,8521	1,6461	-0,8649	0,2669
47	0,92	-0,7795	1,3781	-1,4210	0,4578	-0,3736	0,3687	-0,0617
48	0,94	0,6727	1,0748	2,7462	-0,3278	0,8925	-0,9109	0,6913
49	0,96	0,3587	2,0788	-1,2709	1,4941	0,1575	0,4705	0,5481
50	0,98	0,8403	2,3593	-1,2725	0,6863	0,4984	0,2927	0,5675
51	1	-0,0546	0,9163	1,7827	0,3622	-0,4671	-2,4688	0,0118
52	1,02	-0,9674	-4,4910	2,0662	-3,0164	-0,0532	-3,6059	-1,6780
53	1,04	-0,7964	-1,5928	1,6607	-1,0208	-1,4294	-1,8572	-0,8393
54	1,06	-0,0548	1,8295	-2,4507	-0,8301	-2,0768	-1,6617	-0,8741
55	1,08	1,5902	-0,0102	-2,2509	1,6846	-1,1784	-2,1337	-0,3831
56	1,1	0,4615	-0,7608	0,6457	1,1422	1,0485	-1,6551	0,1470
57	1,12	-1,3679	-0,5826	2,8991	-0,5374	-2,0230	-4,1933	-0,9675
58	1,14	-0,1173	0,1690	-1,1243	-0,7135	-1,2211	-1,5805	-0,7647
59	1,16	3,1038	1,8375	-1,7491	-0,1328	1,8228	-1,9096	0,4955
60	1,18	3,9708	0,2353	0,0657	0,2380	-2,9413	-0,0861	0,2470
61	1,2	-0,3556	-0,0343	1,5376	0,4096	-3,9673	-2,7700	-0,8633
62	1,22	-0,8840	0,4962	-1,6631	0,4096	-0,4733	-2,7700	-0,8141
63	1,24	0,2300	-0,8921	-1,6631	-0,7894	-0,4733	-1,0348	-0,7704
64	1,26	0,2300	-0,8921	0,3260	-0,0795	1,2865	-0,9760	-0,0175
65	1,28	0,7005	-0,1773	-1,3447	-0,4739	2,3425	1,0307	0,3463
66	1,3	0,3309	1,3672	-0,6807	0,1592	-1,0565	-1,7285	-0,2681
67	1,32	-0,9852	1,0007	0,3070	-1,2072	0,9954	-0,1074	0,0005
68	1,34	0,9912	1,2545	0,3944	-0,2155	0,9156	0,4819	0,6371
69	1,36	1,1638	-2,2005	-0,9376	0,2850	-0,2468	-0,9955	-0,4886
70	1,38	2,9443	-0,7441	-1,8550	2,4878	1,8022	-1,3626	0,5454
71	1,4	0,5006	1,9386	-0,5148	-1,4988	-2,0984	-0,7761	-0,4081
72	1,42	-0,0801	1,6975	-2,0851	0,3021	0,0203	-1,2686	-0,2356
73	1,44	1,2624	1,5208	-0,4305	-0,4777	0,1155	-2,3934	-0,0671
74	1,46	-0,2536	-0,9206	1,0540	-0,3407	1,0534	0,5580	0,1917
75	1,48	2,9428	1,3315	-0,3860	0,5389	-0,7404	-0,2900	0,5662
76	1,5	-0,0034	0,5268	1,3425	0,5123	1,1144	1,4945	0,8312
77	1,52	1,4394	-0,0492	0,9714	-1,1420	-0,0561	-0,7738	0,0649

78	1,54	1,9151	-0,5256	0,7490	-1,9814	-0,1909	-3,0566	-0,5151
79	1,56	-0,2740	0,0752	0,4963	-0,5804	0,7227	-3,3486	-0,4848
80	1,58	-0,7191	0,4238	1,0884	-0,5804	-0,9961	-3,3486	-0,6886
81	1,6	-0,7191	0,4238	1,0884	0,6692	-0,9961	-1,8307	-0,2274
82	1,62	-0,2444	2,8573	-1,5742	2,5522	1,6217	1,6977	1,1517
83	1,64	-0,5817	3,6516	1,1600	1,2848	-1,1580	1,2163	0,9289
84	1,66	-1,4412	-0,8087	-0,1830	-1,1633	-0,4182	-2,2713	-1,0476
85	1,68	0,0829	-1,7440	0,4697	-2,2376	-1,9356	-2,1980	-1,2604
86	1,7	-0,8224	-0,8204	-0,7327	-0,1698	-0,2101	-2,6327	-0,8980
87	1,72	0,9231	0,7729	-2,4835	2,2107	0,0309	-0,1309	0,2205
88	1,74	-1,2672	1,0078	1,3455	0,4395	0,7324	4,2796	1,0896
89	1,76	-1,3471	0,2344	-0,5840	-0,1164	-2,7209	0,2047	-0,7215
90	1,78	2,2131	0,0723	-2,1263	-0,6203	-0,1851	-4,1027	-0,7915
91	1,8	-0,1365	-1,1997	-0,3687	-2,6599	-0,5126	-0,1784	-0,8427
92	1,82	-0,7770	-0,1918	0,0347	-0,5408	-1,9374	-4,9199	-1,3887
93	1,84	-1,2935	-0,5794	-0,9222	1,6696	2,2037	0,1702	0,2081
94	1,86	0,2457	-1,3641	-0,6260	-1,9727	0,5503	-0,3467	-0,5856
95	1,88	3,0150	-0,7892	-0,3373	-0,9870	1,9185	0,6178	0,5730
96	1,9	1,7689	0,0653	-0,1858	-1,5594	-1,5505	-1,1276	-0,4316
97	1,92	1,5245	1,4053	0,6154	-1,5594	-0,0768	-1,1276	0,1303
98	1,94	0,0189	0,5686	0,6154	-0,2643	0,7009	-1,4075	0,0386
99	1,96	0,0189	0,5686	-0,1371	-0,3513	-1,1115	-1,6849	-0,4495
100	1,98	1,6699	0,4011	-0,1669	2,5964	-1,1115	-3,5606	-0,0286
101	2	0,7191	-1,9805	-1,4566	1,0484	1,9170	5,2674	0,9191
102	2,02	-1,0175	-0,2381	-0,7492	-0,0950	0,3231	1,7182	-0,0098
103	2,04	-1,7669	1,3233	2,9468	-0,7528	0,5294	-0,2169	0,3438
104	2,06	0,2875	-0,2222	0,4351	-1,1911	-2,0487	-1,2859	-0,6709
105	2,08	2,2150	0,1264	0,3285	-0,7178	-0,2530	0,0784	0,2962
106	2,1	-0,9834	1,8480	-0,7204	-1,1943	2,1328	1,4570	0,4232
107	2,12	-1,1899	1,7151	0,3930	1,4328	0,8348	1,4945	0,7801
108	2,14	1,2827	-0,8162	0,9556	-1,6880	-0,1415	-0,1892	-0,0995
109	2,16	-0,7920	1,9325	-0,0775	-1,3385	1,0254	1,3294	0,3466
110	2,18	-1,9011	-0,5749	-0,8165	1,0732	1,9374	1,5790	0,2162
111	2,2	-1,1677	3,0444	-0,7840	1,7008	-2,0936	-1,4089	-0,1182
112	2,22	2,9609	-0,9645	0,2633	-1,8121	0,1332	-1,7727	-0,1986
113	2,24	-2,5246	-0,3156	-1,6647	-1,9947	0,0601	-0,3768	-1,1360
114	2,26	-1,4821	-2,2312	-1,4125	1,8269	-0,4416	-1,6176	-0,8930
115	2,28	2,7447	-0,8176	1,0073	2,0361	-1,1883	-1,7300	0,3421
116	2,3	2,7447	-0,8176	1,0073	2,0361	-1,0440	-2,6054	0,2202
117	2,32	-0,2402	2,2566	-0,6240	0,2692	-1,0440	-2,6054	-0,3314
118	2,34	2,5580	0,0063	-1,5257	0,3281	-2,4129	1,0890	0,0071

119	2,36	-1,3666	-1,2372	-1,6434	1,0206	0,3036	0,9225	-0,3334
120	2,38	2,2459	-0,2404	-3,7495	0,1192	-3,1612	0,2787	-0,7512
121	2,4	1,9867	-0,8467	-2,1382	-0,6717	-0,8287	-1,8847	-0,7306
122	2,42	0,4935	-0,0909	-0,0273	-0,3683	-0,7280	-0,3210	-0,1736
123	2,44	1,6950	-0,7429	3,2328	-0,9357	-0,8921	1,7399	0,6828
124	2,46	3,7241	0,7442	-1,2341	-2,7217	1,6971	0,5891	0,4665
125	2,48	3,7977	1,1586	-0,2808	-2,5840	-1,9213	2,0095	0,3633
126	2,5	1,4288	-0,9939	-0,8060	-1,0722	-0,8066	-1,4755	-0,6208
127	2,52	0,0109	0,6018	0,5315	-0,3253	-0,6297	2,1022	0,3819
128	2,54	7,6328	2,6750	2,4726	0,0857	1,5248	-1,1597	2,2052
129	2,56	1,3611	0,6097	-1,1607	1,6112	0,4479	0,3058	0,5292
130	2,58	0,0460	0,9094	-1,4143	1,4511	0,1167	1,7096	0,4698
131	2,6	-1,4348	-0,3647	2,3024	1,3520	0,8098	3,1229	0,9646
132	2,62	6,6081	0,7681	0,1692	-1,8223	2,2780	0,6872	1,4481
133	2,64	-5,1904	1,4787	0,1692	-0,8199	0,8372	0,4934	-0,5053
134	2,66	-5,1904	0,7718	-1,3495	-0,8199	-1,4318	0,4934	-1,2544
135	2,68	1,8924	0,7718	0,0292	-0,8543	-1,4318	0,8308	0,2064
136	2,7	-2,6327	0,1937	-0,6859	0,5489	1,8310	2,6765	0,3219
137	2,72	-1,1137	1,8212	-0,3064	0,8172	1,8220	1,4616	0,7503
138	2,74	0,4460	2,4246	0,1337	0,2466	1,3639	-2,1182	0,4161
139	2,76	-4,8171	0,4382	0,2653	1,0549	-1,0026	-1,1332	-0,8658
140	2,78	-3,2697	-1,4959	0,2638	-0,5965	-1,5950	4,2293	-0,4107
141	2,8	1,0205	2,4976	-1,0102	1,7594	3,6556	-0,5559	1,2279
142	2,82	0,1335	-0,0363	-0,4606	0,5206	-0,2823	-2,2067	-0,3886
143	2,84	-5,2257	-1,2676	0,1087	0,6178	-1,4124	1,8966	-0,8805
144	2,86	2,5146	-0,9029	1,2072	-0,5183	0,0303	0,7943	0,5208
145	2,88	4,0060	-0,0988	-0,7872	-0,0787	-0,2907	1,4003	0,6918
146	2,9	4,5693	2,1419	-0,7595	2,7537	0,1764	-3,9401	0,8236
147	2,92	3,2597	-1,0934	1,9783	-0,4680	-1,1150	1,1028	0,6107
148	2,94	5,8517	-4,0660	0,2124	0,2662	0,7026	4,5749	1,2569
149	2,96	9,8940	1,1528	-4,1609	-1,8561	-0,5865	2,5745	1,1696
150	2,98	3,0331	1,9050	-2,3188	1,4403	0,4921	0,6645	0,8694
151	3	1,9355	-5,1919	-2,3188	1,4403	-3,6256	8,2609	0,0834
152	3,02	1,9355	-9,9067	0,7708	-0,2496	-3,6256	8,2609	-0,4692
153	3,04	0,5321	-9,9067	-0,2071	-2,6036	2,4996	4,8130	-0,8121
154	3,06	13,2442	0,5337	2,2881	0,5764	0,4879	0,5094	2,9400
155	3,08	14,5641	7,6756	-0,9431	2,2489	-0,4765	1,4825	4,0919
156	3,1	-2,0931	-1,8780	0,2594	0,7281	0,5900	5,2714	0,4796
157	3,12	0,3343	-1,3338	3,3002	-3,0150	-0,8685	6,1936	0,7685
158	3,14	16,7992	-2,5171	2,9071	0,5571	3,1736	0,1194	3,5065
159	3,16	-0,9760	3,8619	1,3963	3,1167	1,9055	8,8766	3,0301

160	3,18	13,0305	3,3358	4,5949	2,8651	4,6851	11,1396	6,6085
161	3,2	1,5452	1,6542	4,8765	-1,9300	6,4829	-0,0650	2,0939
162	3,22	1,0524	-0,6260	8,4077	-1,1679	4,4685	8,1017	3,3728
163	3,24	14,0155	3,7068	5,8435	5,9933	7,4822	3,0572	6,6831
164	3,26	7,2518	3,6439	3,4876	-1,9545	1,5106	6,2499	3,3649
165	3,28	7,3852	-0,5969	8,8970	-1,1048	8,2944	1,0856	3,9934
166	3,3	4,2920	-0,6449	2,9882	1,7108	3,7778	7,4494	3,2622
167	3,32	6,8798	4,4633	4,6897	7,8641	6,1513	-2,6357	4,5688
168	3,34	9,6260	9,9015	4,6772	2,9789	3,0137	5,3501	5,9246
169	3,36	9,6260	3,7789	4,6772	2,9789	0,2541	11,1230	5,4064
170	3,38	13,6374	1,7669	13,4126	1,0310	0,2541	11,1230	6,8708
171	3,4	13,6930	1,7669	4,2533	0,0944	6,1867	10,1937	6,0313
172	3,42	11,3911	2,4137	2,0349	9,9992	6,9575	4,0434	6,1399
173	3,44	5,5213	6,7022	8,0623	3,8454	3,1387	2,9998	5,0449
174	3,46	12,9290	2,6942	5,8980	1,7408	13,6075	4,7655	6,9391
175	3,48	14,0651	7,9241	11,5903	0,0533	-4,4959	0,4773	4,9357
176	3,5	8,8448	4,2298	4,0630	11,2223	10,0110	5,6768	7,3413
177	3,52	2,8069	3,7570	8,7036	3,7141	6,7600	9,9764	5,9530
178	3,54	7,0919	5,9330	5,8865	-0,7727	8,3436	8,4863	5,8282
179	3,56	14,8959	2,6396	7,1896	8,0617	-0,1114	2,2977	5,8289
180	3,58	10,6877	2,0414	3,6841	3,6426	-0,9020	3,0973	3,7086
181	3,6	-1,5567	2,0241	13,3051	7,8596	14,0121	5,9183	6,9271
182	3,62	-4,9067	7,3692	9,4687	7,3664	10,5887	2,2928	5,3631
183	3,64	3,0626	18,0692	0,1805	3,7704	8,9066	10,7728	7,4604
184	3,66	1,0174	12,4184	13,1147	2,7370	5,1080	-1,9820	5,4022
185	3,68	20,4447	-0,6318	-3,0883	4,4913	8,1180	1,5162	5,1417
186	3,7	2,9452	3,3610	-3,0883	4,4913	5,5982	11,7161	4,1706
187	3,72	2,9452	7,3579	4,1770	8,2435	5,5982	11,7161	6,6730
188	3,74	-2,0802	7,3579	8,3225	10,4592	0,7058	-2,2699	3,7492
189	3,76	0,9640	17,5152	6,9924	4,8443	8,3398	10,8026	8,2430
190	3,78	12,3110	0,0346	7,1203	3,0792	3,3145	2,9123	4,7953
191	3,8	6,6429	11,5522	2,3185	9,5599	5,0457	4,8304	6,6582
192	3,82	13,8310	5,5942	4,3316	-1,7077	5,6478	4,8223	5,4199
193	3,84	1,9130	6,5915	9,7039	3,2603	7,4252	8,2668	6,1935
194	3,86	5,3161	4,1967	4,6880	11,2517	11,8801	5,9887	7,2202
195	3,88	6,5836	6,9386	1,1701	1,4601	0,9751	4,2955	3,5705
196	3,9	1,0463	0,9694	6,7550	12,3310	6,2498	9,6235	6,1625
197	3,92	2,4627	12,5626	-0,1409	0,0180	2,1027	9,8800	4,4808
198	3,94	15,8441	9,9519	9,3386	7,6852	5,5419	2,5717	8,4889
199	3,96	10,5415	3,8361	11,4443	4,7163	8,6683	7,0452	7,7086
200	3,98	8,5020	2,8416	12,5235	6,1060	15,8319	7,8019	8,9345

201	4	15,3280	4,8248	2,3275	8,8020	8,4945	2,8654	7,1070
202	4,02	3,1626	7,1445	2,1393	6,9706	0,5193	16,0134	5,9917
203	4,04	6,9259	9,0677	-2,1984	3,5815	10,5172	3,7004	5,2657
204	4,06	2,1296	10,8201	-2,1984	3,5815	5,4355	9,4093	4,8630
205	4,08	7,4788	7,0479	16,5659	4,5820	5,4355	9,4093	8,4200
206	4,1	7,4788	5,5790	4,5091	5,0076	5,3831	1,9285	4,9810
207	4,12	7,3066	4,3605	1,2621	9,0339	7,6379	7,5536	6,1924
208	4,14	9,5479	4,3605	4,8996	3,4077	13,3630	11,0292	7,7680
209	4,16	3,7280	3,3805	6,8099	4,3898	-3,9980	7,8926	3,7004
210	4,18	11,1103	10,3242	14,1564	14,4213	10,6427	6,5387	11,1989
211	4,2	4,2645	-3,2727	4,9267	-3,9771	9,5836	4,3468	2,6453
212	4,22	10,4220	16,2519	7,6119	10,9414	9,2063	4,3187	9,7921
213	4,24	-0,4021	4,6651	7,6864	10,4561	7,5593	16,1381	7,6839
214	4,26	11,5832	6,3978	1,1140	7,3383	9,0403	3,1861	6,4432
215	4,28	6,4252	9,4099	10,3040	2,3125	1,5033	1,0570	5,1686
216	4,3	9,4103	4,3919	10,0427	4,5216	7,2307	7,0005	7,0996
217	4,32	5,3641	2,9099	3,9120	10,9085	7,2318	8,9626	6,5482
218	4,34	4,5791	7,7746	9,1734	5,8276	-1,3642	8,0341	5,6708
219	4,36	6,7748	6,1186	1,0793	11,5841	9,9102	12,0719	7,9232
220	4,38	12,3570	10,9260	16,4044	0,6583	-1,3737	0,5891	6,5936
221	4,4	4,1420	4,3810	16,4044	0,6583	8,7388	11,4739	7,6331
222	4,42	9,6476	8,0260	9,1145	6,2001	4,5583	2,4829	6,6716
223	4,44	0,3919	1,1137	10,3640	8,1804	4,5583	2,4829	4,5152
224	4,46	0,3919	3,9484	0,3371	1,2472	2,8500	9,3238	3,0164
225	4,48	8,4650	3,9484	2,8298	11,2244	13,1374	0,5179	6,6872
226	4,5	5,1776	4,4007	8,7268	4,8957	7,1818	8,9977	6,5634
227	4,52	9,7421	4,6273	3,4528	11,2001	2,5759	1,3685	5,4945
228	4,54	3,7690	6,4735	7,8925	1,2852	5,9732	5,0455	5,0732
229	4,56	7,8933	4,2321	6,8825	4,7309	3,1783	3,2759	5,0322
230	4,58	5,4699	8,5986	1,8304	20,4443	3,3635	5,3878	7,5158
231	4,6	10,1454	0,0777	8,9310	4,8316	17,9748	10,7158	8,7794
232	4,62	8,1885	6,7943	10,9003	-0,7479	-10,6511	5,1891	3,2788
233	4,64	6,6012	3,9321	7,3726	-3,2408	4,0448	0,6011	3,2185
234	4,66	2,7462	4,8533	5,2305	0,6204	6,1814	6,4520	4,3474
235	4,68	7,2236	9,5171	8,1231	18,3050	11,8717	7,5826	10,4372
236	4,7	4,4409	1,7694	9,0653	2,1991	12,2358	11,7896	6,9167
237	4,72	5,6863	3,0805	5,5979	0,7785	-1,9576	5,2448	3,0717
238	4,74	4,2578	3,9643	5,1034	4,0403	4,8813	9,1731	5,2368
239	4,76	8,2548	7,3949	11,2920	4,0403	9,5007	7,3691	7,9754
240	4,78	2,6760	1,5545	3,8001	6,9891	5,8955	7,3691	4,7141
241	4,8	2,6760	4,3267	3,8001	14,7695	5,8955	6,5068	6,3291

242	4,82	4,3276	4,3267	4,4747	9,4541	14,7458	5,9478	7,2127
243	4,84	7,3738	6,2415	3,4088	7,7282	2,6661	2,5045	4,9872
244	4,86	7,1878	1,1258	7,6025	7,0189	8,5872	11,1199	7,1070
245	4,88	4,8997	2,2085	4,3324	6,0012	5,7388	6,6121	4,9654
246	4,9	5,5516	12,8188	7,4308	5,6125	15,3265	6,4520	8,8654
247	4,92	4,8151	4,9325	9,3826	14,9251	2,9254	11,7809	8,1269
248	4,94	5,9728	9,4982	6,9120	2,4950	1,4625	10,5812	6,1536
249	4,96	7,6593	7,4753	3,6983	7,8713	3,9814	3,1447	5,6384
250	4,98	6,4753	0,3879	8,4376	8,8886	3,3895	5,2228	5,4669
251	5	2,6076	5,1065	9,0490	5,2132	4,1712	4,1523	5,0500
252	5,02	5,6884	8,8729	9,4244	5,7254	12,1621	10,0027	8,6460
253	5,04	6,6126	8,8812	3,8159	6,9698	0,3948	5,3127	5,3312
254	5,06	6,9080	10,4807	11,2372	9,4273	-1,0943	9,5901	7,7581
255	5,08	4,3310	9,8359	5,7200	5,3283	7,0185	4,7535	6,1646
256	5,1	5,1612	8,6371	13,6451	5,3283	7,6935	7,8391	8,0508
257	5,12	6,7110	6,7725	5,6931	0,1576	2,4184	4,4248	4,3629
258	5,14	7,3400	10,9317	3,6546	9,4880	2,1668	3,5154	6,1828
259	5,16	7,3400	4,5623	3,6546	3,9654	2,1668	3,5154	4,2007
260	5,18	7,3772	4,5623	6,3180	7,0380	1,9826	3,4641	5,1237
261	5,2	4,3256	6,2409	10,5174	5,5689	8,8149	1,5910	6,1764
262	5,22	5,8500	3,7918	5,9324	3,1501	7,9574	6,0716	5,4589
263	5,24	7,7387	6,0427	4,8319	11,4494	-1,2503	5,8813	5,7823
264	5,26	6,3329	5,8013	7,9520	3,3826	1,1694	3,9297	4,7613
265	5,28	5,6588	5,3009	3,3408	3,7676	7,4234	4,0763	4,9280
266	5,3	5,9618	6,0733	7,4297	0,5422	5,6689	8,3012	5,6629
267	5,32	7,6273	4,3769	6,2797	7,3744	2,3451	5,7282	5,6220
268	5,34	6,1499	7,5924	7,8865	11,2338	6,6370	5,1381	7,4396
269	5,36	5,8760	3,0669	6,5686	1,6943	6,1217	5,9654	4,8822
270	5,38	6,1821	7,7515	5,5776	4,1889	3,2920	4,7389	5,2884
271	5,4	5,6206	2,1410	8,9063	3,7698	10,3367	5,3866	6,0268
272	5,42	5,3800	7,2812	13,8440	7,6769	4,0667	6,0022	7,3752
273	5,44	4,6706	7,5548	2,1462	4,8254	8,7261	7,6743	5,9329
274	5,46	5,8060	4,1278	3,4522	4,8254	3,0731	3,1358	4,0700
275	5,48	4,8653	5,6556	5,3781	6,2476	8,5707	6,5185	6,2059
276	5,5	4,8653	3,2653	5,1630	10,1770	8,5707	6,5185	6,4266
277	5,52	4,4748	3,2653	5,1630	4,9141	1,0211	5,2646	4,0171
278	5,54	4,7707	6,8101	14,9651	6,9042	10,4079	6,7197	8,4296
279	5,56	3,6039	5,3840	1,0671	8,0694	5,9555	7,6202	5,2833
280	5,58	3,5668	4,5860	3,8577	7,6266	3,5002	6,2257	4,8938
281	5,6	3,5606	3,3306	5,8053	3,2957	7,0968	6,1453	4,8724
282	5,62	3,9729	4,8680	12,6743	3,7990	7,9465	6,2455	6,5843

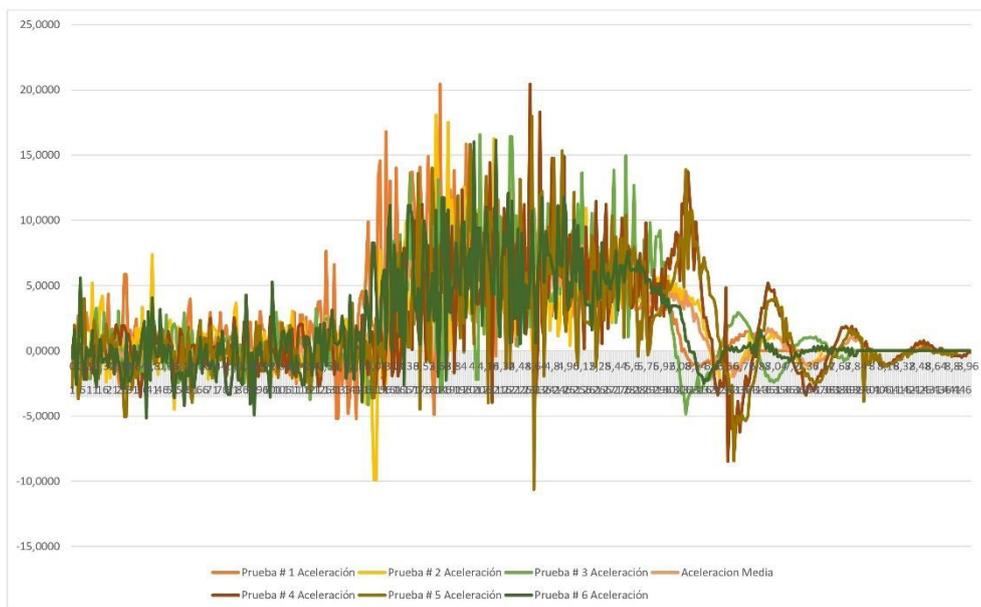
283	5,64	3,1213	5,8175	5,2794	6,9816	6,0342	6,0651	5,5498
284	5,66	3,2196	3,7823	6,5152	4,1695	-0,4247	6,8691	4,0218
285	5,68	3,2458	4,1751	4,7521	7,4595	2,2386	5,9541	4,6375
286	5,7	3,7384	6,6364	3,9694	4,2822	0,8950	6,4263	4,3246
287	5,72	3,0891	4,1272	8,5107	5,1841	6,8401	6,1019	5,6422
288	5,74	3,5529	4,7164	7,9180	9,8320	2,7298	5,2086	5,6596
289	5,76	2,7619	4,8013	6,0116	0,1666	-0,3350	5,4686	3,1458
290	5,78	3,3402	5,0368	9,8291	2,5645	0,3010	5,4309	4,4171
291	5,8	3,0165	4,9516	5,7832	2,5645	2,0888	4,3788	3,7972
292	5,82	3,5597	5,1128	5,8157	6,1905	2,5772	4,8866	4,6904
293	5,84	3,5597	4,7889	8,7476	3,1679	2,7457	4,4941	4,5840
294	5,86	2,9128	5,5841	8,7476	5,1451	2,7457	4,4941	4,9383
295	5,88	3,2468	5,5841	9,2345	4,3047	2,6907	5,1296	5,0317
296	5,9	2,8393	4,6037	6,1540	6,2748	3,6240	3,6500	4,5243
297	5,92	3,7340	4,5493	6,7612	2,6527	4,5812	4,2944	4,4288
298	5,94	3,1700	4,8343	4,7988	6,6266	3,8602	3,3439	4,4390
299	5,96	3,7280	5,7429	4,3782	7,0828	5,3369	3,9738	5,0404
300	5,98	2,8208	4,5777	3,2737	6,2576	4,6704	2,9524	4,0921
301	6	3,0162	5,3586	1,6910	7,7793	5,0605	3,4553	4,3935
302	6,02	2,0741	3,8668	1,0558	7,3319	5,4970	3,4560	3,8803
303	6,04	2,3781	5,1324	-0,5284	9,0849	6,5476	3,4592	4,3456
304	6,06	1,3914	3,8814	-0,4969	8,8400	6,9451	3,3674	3,9880
305	6,08	1,1506	4,7665	-1,9550	5,3593	8,6769	3,3616	3,5600
306	6,1	-0,0433	3,5209	-3,3036	11,2685	8,5559	2,3640	3,7271
307	6,12	0,1335	4,8024	-3,3296	10,5058	4,9039	2,0271	3,1738
308	6,14	-0,2777	3,9840	-4,8511	13,7271	13,8976	0,7671	4,5411
309	6,16	-0,6315	4,1943	-3,6708	13,7271	6,3054	0,7120	3,4394
310	6,18	-0,7500	3,8591	-3,2802	11,4101	10,7170	-0,0530	3,6505
311	6,2	-1,1283	4,0342	-3,0462	9,7417	10,7170	-0,1228	3,3659
312	6,22	-1,0123	3,5838	-3,0462	6,1913	7,9796	-0,1228	2,2622
313	6,24	-1,0447	3,5838	-2,9004	9,8875	8,3426	-0,9094	2,8265
314	6,26	-1,2361	3,8631	-1,9266	7,4169	7,9149	-1,7365	2,3827
315	6,28	-1,2361	3,0897	-3,1874	6,3050	5,5216	-1,8234	1,4449
316	6,3	-1,0788	3,0839	-2,9904	4,1990	6,1069	-1,9523	1,2281
317	6,32	-0,9159	1,6387	-2,5048	2,5231	7,1466	-2,4849	0,9005
318	6,34	-0,8881	1,7050	-2,0705	2,5381	6,2558	-2,1757	0,8941
319	6,36	-0,7482	0,3950	-1,6985	1,7052	6,0037	-2,2900	0,5612
320	6,38	-1,0002	0,1209	-2,1986	1,0187	4,2455	-1,7900	0,0661
321	6,4	-0,6348	-0,5217	-1,8427	0,8555	4,1295	-1,4548	0,0885
322	6,42	-0,6657	-1,9649	-1,3685	-1,8998	3,8801	-1,2166	-0,5392
323	6,44	-0,5657	-1,3512	-0,4912	-2,9141	3,2025	-1,3913	-0,5852

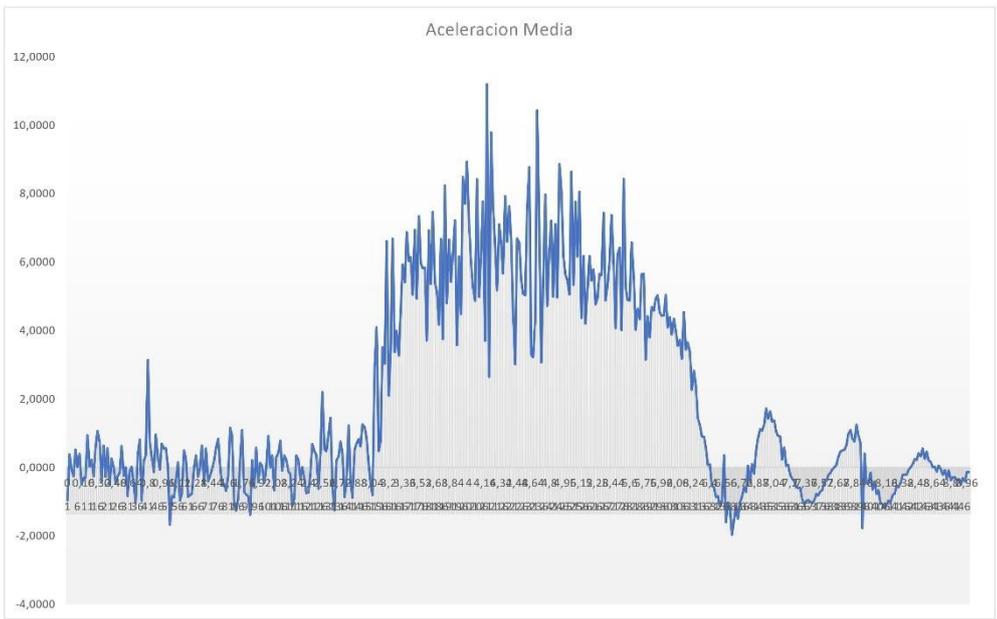
324	6,46	-0,5884	-1,0682	-0,3924	-3,4033	1,0893	-0,8447	-0,8679
325	6,48	-0,4881	-2,3478	0,2838	-2,2837	0,6289	-0,8085	-0,8359
326	6,5	-0,3144	-2,6692	0,3371	-2,7638	-1,0154	-0,3847	-1,1351
327	6,52	-0,2947	-2,6533	0,9676	-2,7638	-1,0353	-0,0431	-0,9704
328	6,54	-0,1820	-2,2783	1,3018	4,8282	-1,7740	0,2374	0,3555
329	6,56	0,3881	-1,8798	1,9011	-8,4910	-1,7740	0,2374	-1,6031
330	6,58	0,2924	-1,8798	1,9011	-3,4290	-3,0855	0,0360	-1,0275
331	6,6	0,8292	-2,0002	2,0444	-5,9942	-2,6607	0,2897	-1,2486
332	6,62	0,6228	-1,5511	2,6224	-5,0217	-8,4482	-0,0458	-1,9703
333	6,64	0,9930	-1,5560	2,6271	-5,7796	-5,6829	0,2535	-1,5242
334	6,66	0,8140	-1,5134	2,9291	-3,8772	-5,0257	-0,0609	-1,1223
335	6,68	1,2506	-1,3504	2,8081	-6,2356	-5,4933	-0,0334	-1,5090
336	6,7	1,1370	-0,6937	2,6310	-4,3748	-4,8982	0,0386	-1,0267
337	6,72	1,1370	-0,4488	2,4079	-3,2830	-5,2618	0,3465	-0,8504
338	6,74	1,4734	-0,0901	2,2575	-1,9414	-5,3854	0,2073	-0,5797
339	6,76	1,4734	-0,3751	1,9389	-2,6874	-4,9776	0,3244	-0,7172
340	6,78	1,4778	1,6145	1,7259	-2,0748	-3,0572	0,5875	0,0456
341	6,8	1,2944	-1,1382	1,1283	-0,7798	-2,7308	-0,1681	-0,3990
342	6,82	1,2944	0,6476	0,9005	-0,3193	-2,3943	0,4642	0,0988
343	6,84	0,0000	0,3847	0,1591	0,6143	-1,6080	-0,4639	-0,1828
344	6,86	0,0000	0,7565	-0,0233	1,6235	-0,6182	0,6900	0,4857
345	6,88	0,0000	0,3364	-0,6311	2,2172	0,7126	1,5956	0,8461
346	6,9	0,0000	0,8601	-1,1865	3,2948	1,5625	1,0661	1,1195
347	6,92	0,0000	0,6180	-1,1865	3,2948	1,5625	1,0661	1,0710
348	6,94	0,0000	0,6180	-1,9315	4,4031	3,0435	0,1510	1,2568
349	6,96	0,0000	0,9534	-1,8881	5,1890	3,8110	0,5331	1,7196
350	6,98	0,0000	0,9827	-2,3232	4,6814	3,8175	-0,0600	1,4197
351	7	0,0000	1,4539	-2,2343	4,5446	3,9248	0,5000	1,6378
352	7,02	0,0000	0,9555	-2,4197	4,6609	3,7915	-0,2864	1,3404
353	7,04	0,0000	1,4143	-2,2296	3,4786	4,0462	0,1123	1,3643
354	7,06	0,0000	0,9998	-2,2407	3,3693	3,5076	-0,4637	1,0344
355	7,08	0,0000	1,0645	-1,8253	2,6773	3,0461	-0,3633	0,9199
356	7,1	0,0000	0,6529	-1,6802	2,7900	3,3374	-0,5820	0,9037
357	7,12	0,0000	0,8387	-1,3825	1,5083	0,6695	-0,4831	0,2302
358	7,14	0,0000	0,3881	-1,0248	1,5502	2,4912	-0,5566	0,5696
359	7,16	0,0000	0,3016	-0,8693	0,4905	0,8401	-0,5367	0,0452
360	7,18	0,0000	0,0737	-0,6055	0,3588	1,3557	-0,8179	0,0730
361	7,2	0,0000	-0,1325	-0,4602	-0,6342	0,6776	-0,5432	-0,2184
362	7,22	0,0000	-0,2658	0,1383	-1,0333	0,1053	-0,5920	-0,3295
363	7,24	0,0000	-0,4325	0,4309	-1,4932	-0,3233	-0,1693	-0,3974
364	7,26	0,0000	-0,8683	0,4433	-1,7563	-0,3233	-0,4033	-0,5816

365	7,28	0,0000	-0,8816	0,7329	-1,7563	-0,6820	-0,4033	-0,5980
366	7,3	0,0000	-0,8816	0,8100	-1,6256	-1,3660	0,0573	-0,6012
367	7,32	0,0000	-1,0159	0,9852	-3,1114	-1,3669	-0,1764	-0,9371
368	7,34	0,0000	-1,0285	0,9852	-3,4260	-1,9588	0,0057	-1,0845
369	7,36	0,0000	-1,2673	0,9812	-2,7611	-1,7702	-0,0778	-0,9791
370	7,38	0,0000	-1,0695	1,0308	-2,5553	-2,2479	0,0628	-0,9559
371	7,4	0,0000	-0,9267	1,0010	-2,9288	-2,1655	-0,0166	-1,0073
372	7,42	0,0000	-0,8423	0,9444	-3,0653	-2,5128	0,2918	-1,0369
373	7,44	0,0000	-0,7726	1,0562	-2,6413	-2,3937	-0,0368	-0,9576
374	7,46	0,0000	-0,6352	0,7555	-1,9990	-2,3682	0,3609	-0,7772
375	7,48	0,0000	-0,6352	0,8222	-1,9247	-2,4122	0,0591	-0,8182
376	7,5	0,0000	0,0000	0,5844	-1,5225	-2,2215	0,3513	-0,7021
377	7,52	0,0000	0,0000	0,6150	-1,6275	-1,6528	0,0081	-0,6643
378	7,54	0,0000	0,0000	0,5813	-0,8115	-1,7256	0,3520	-0,4009
379	7,56	0,0000	0,0000	0,1138	-0,4036	-1,2046	-0,1182	-0,4031
380	7,58	0,0000	0,0000	0,0552	0,0762	-1,1843	0,1332	-0,2299
381	7,6	0,0000	0,0000	-0,0769	0,2386	-0,5345	-0,2750	-0,1619
382	7,62	0,0000	0,0000	-0,1375	0,2386	-0,4492	0,1203	-0,0570
383	7,64	0,0000	0,0000	-0,2375	0,5888	-0,4492	0,1203	0,0055
384	7,66	0,0000	0,0000	-0,5581	0,8822	-0,0439	-0,0170	0,0659
385	7,68	0,0000	0,0000	-0,5581	1,3798	0,2105	0,1501	0,2956
386	7,7	0,0000	0,0000	-0,3835	1,8105	0,4018	0,0369	0,4664
387	7,72	0,0000	0,0000	-0,8004	1,7381	0,8057	0,2423	0,4964
388	7,74	0,0000	0,0000	-0,6302	1,8796	0,9156	-0,0994	0,5164
389	7,76	0,0000	0,0000	-0,6302	1,7182	1,2540	0,2203	0,6405
390	7,78	0,0000	0,0000	0,0000	1,5799	1,6849	-0,3650	0,9666
391	7,8	0,0000	0,0000	0,0000	1,8852	1,2190	0,1637	1,0893
392	7,82	0,0000	0,0000	0,0000	1,3658	1,5492	-0,3822	0,8442
393	7,84	0,0000	0,0000	0,0000	1,6394	1,0093	-0,3822	0,7555
394	7,86	0,0000	0,0000	0,0000	1,1341	1,3693	0,0000	1,2517
395	7,88	0,0000	0,0000	0,0000	1,0766	0,7950	0,0000	0,9358
396	7,9	0,0000	0,0000	0,0000	0,4579	0,9481	0,0000	0,7029
397	7,92	0,0000	0,0000	0,0000	0,3402	-3,8893	0,0000	-1,7745
398	7,94	0,0000	0,0000	0,0000	0,6993	0,1075	0,0000	0,4034
399	7,96	0,0000	0,0000	0,0000	0,1264	-1,0595	0,0000	-0,4665
400	7,98	0,0000	0,0000	0,0000	0,1264	-1,0595	0,0000	-0,4665
401	8	0,0000	0,0000	0,0000	-0,4077	0,1003	0,0000	-0,1537
402	8,02	0,0000	0,0000	0,0000	-0,5058	-0,7958	0,0000	-0,6508
403	8,04	0,0000	0,0000	0,0000	-0,6602	-0,1751	0,0000	-0,4176
404	8,06	0,0000	0,0000	0,0000	-0,7461	-0,8073	0,0000	-0,7767
405	8,08	0,0000	0,0000	0,0000	-1,0239	-0,3105	0,0000	-0,6672

406	8,1	0,0000	0,0000	0,0000	-0,8782	-1,2351	0,0000	-1,0567
407	8,12	0,0000	0,0000	0,0000	-1,2328	-0,9203	0,0000	-1,0765
408	8,14	0,0000	0,0000	0,0000	-1,1555	-1,2205	0,0000	-1,1880
409	8,16	0,0000	0,0000	0,0000	-1,0063	-1,1686	0,0000	-1,0875
410	8,18	0,0000	0,0000	0,0000	-0,9479	-0,9970	0,0000	-0,9724
411	8,2	0,0000	0,0000	0,0000	-1,0248	-0,9952	0,0000	-1,0100
412	8,22	0,0000	0,0000	0,0000	-0,7030	-0,9279	0,0000	-0,8154
413	8,24	0,0000	0,0000	0,0000	-0,7106	-0,8286	0,0000	-0,7696
414	8,26	0,0000	0,0000	0,0000	-0,4309	-0,6336	0,0000	-0,5322
415	8,28	0,0000	0,0000	0,0000	-0,4550	-0,7042	0,0000	-0,5796
416	8,3	0,0000	0,0000	0,0000	-0,2570	-0,6376	0,0000	-0,4473
417	8,32	0,0000	0,0000	0,0000	-0,2570	-0,1898	0,0000	-0,2234
418	8,34	0,0000	0,0000	0,0000	-0,2266	-0,1898	0,0000	-0,2082
419	8,36	0,0000	0,0000	0,0000	0,0555	-0,4871	0,0000	-0,2158
420	8,38	0,0000	0,0000	0,0000	0,0300	-0,1709	0,0000	-0,0705
421	8,4	0,0000	0,0000	0,0000	0,2301	-0,2117	0,0000	0,0092
422	8,42	0,0000	0,0000	0,0000	0,1835	-0,0140	0,0000	0,0848
423	8,44	0,0000	0,0000	0,0000	0,5642	-0,0743	0,0000	0,2450
424	8,46	0,0000	0,0000	0,0000	0,4345	-0,0016	0,0000	0,2164
425	8,48	0,0000	0,0000	0,0000	0,7092	0,1260	0,0000	0,4176
426	8,5	0,0000	0,0000	0,0000	0,5206	0,1160	0,0000	0,3183
427	8,52	0,0000	0,0000	0,0000	0,7701	0,3250	0,0000	0,5476
428	8,54	0,0000	0,0000	0,0000	0,4172	0,0796	0,0000	0,2483
429	8,56	0,0000	0,0000	0,0000	0,6343	0,2878	0,0000	0,4610
430	8,58	0,0000	0,0000	0,0000	0,3511	0,0493	0,0000	0,2003
431	8,6	0,0000	0,0000	0,0000	0,3751	-0,0607	0,0000	0,1572
432	8,62	0,0000	0,0000	0,0000	0,1959	-0,1793	0,0000	0,0083
433	8,64	0,0000	0,0000	0,0000	0,1092	-0,0894	0,0000	0,0100
434	8,66	0,0000	0,0000	0,0000	-0,1412	-0,1075	0,0000	-0,1243
435	8,68	0,0000	0,0000	0,0000	0,1808	-0,0687	0,0000	0,0561
436	8,7	0,0000	0,0000	0,0000	0,1808	-0,2848	0,0000	-0,0520
437	8,72	0,0000	0,0000	0,0000	-0,1481	-0,2848	0,0000	-0,2165
438	8,74	0,0000	0,0000	0,0000	0,0295	-0,1977	0,0000	-0,0840
439	8,76	0,0000	0,0000	0,0000	-0,3182	-0,3395	0,0000	-0,3288
440	8,78	0,0000	0,0000	0,0000	-0,0858	-0,0993	0,0000	-0,0925
441	8,8	0,0000	0,0000	0,0000	-0,2977	-0,4389	0,0000	-0,3683
442	8,82	0,0000	0,0000	0,0000	-0,3816	-0,1974	0,0000	-0,2894
443	8,84	0,0000	0,0000	0,0000	-0,3670	-0,1974	0,0000	-0,2822
444	8,86	0,0000	0,0000	0,0000	-0,3850	0,0000	0,0000	-0,3850
445	8,88	0,0000	0,0000	0,0000	-0,3398	0,0000	0,0000	-0,3398
446	8,9	0,0000	0,0000	0,0000	-0,5077	0,0000	0,0000	-0,5077

447	8,92	0,0000	0,0000	0,0000	-0,3092	0,0000	0,0000	-0,3092
448	8,94	0,0000	0,0000	0,0000	-0,4089	0,0000	0,0000	-0,4089
449	8,96	0,0000	0,0000	0,0000	-0,1343	0,0000	0,0000	-0,1343
450	8,98	0,0000	0,0000	0,0000	-0,1343	0,0000	0,0000	-0,1343





**DESACELERACIONES V-D1a A 70 km/h SUPERFICIE
ASFALTADA**

N°	Tiempo	Prueba # 1	Prueba # 2	Prueba # 3	Prueba # 4	Prueba # 5	Acel. Media
		Aceleración	Aceleración	Aceleración	Aceleración	Aceleración	
1	0	0,6436	1,1903	1,4872	1,6543	1,3936	1,2738
2	0,02	1,1804	1,2811	1,1511	1,0245	1,4787	1,2232
3	0,04	1,6391	1,0216	1,1511	1,0276	0,8484	1,1375
4	0,06	1,2400	1,1358	0,9115	1,2547	0,8893	1,0862
5	0,08	0,9514	1,1358	1,4792	1,4517	1,2554	1,2547
6	0,1	0,9514	1,2896	1,7856	1,4517	1,2554	1,3467
7	0,12	0,7737	1,0507	1,5970	1,6653	1,4232	1,3020
8	0,14	1,0745	0,9924	1,0661	1,3674	1,2519	1,1505
9	0,16	1,2030	1,3471	0,8876	0,9887	1,1452	1,1143
10	0,18	1,0060	1,2933	0,8392	1,1800	1,1921	1,1021
11	0,2	1,1667	1,2933	1,9472	1,3734	1,3387	1,4239
12	0,22	0,8229	1,1772	1,9472	1,3058	1,0779	1,2663
13	0,24	0,9290	1,1962	1,5958	1,4761	1,0786	1,2551
14	0,26	1,4244	1,4144	1,3346	1,6350	1,3751	1,4367
15	0,28	1,4898	1,2772	1,1517	1,2142	1,5516	1,3369
16	0,3	1,4898	1,3485	1,3091	1,2142	1,2873	1,3298
17	0,32	1,0870	1,1419	1,3238	1,0491	1,2873	1,1778
18	0,34	0,4750	1,2194	1,2311	1,1891	0,9455	1,0120
19	0,36	0,6246	1,3502	1,5005	1,4073	1,2293	1,2223
20	0,38	0,9867	1,4433	1,7366	1,6384	1,3970	1,4404
21	0,4	1,5084	1,2542	1,7505	1,4203	1,2010	1,4269
22	0,42	1,7259	1,2542	1,7505	1,1857	1,3678	1,4568
23	0,44	1,7710	1,1044	1,4038	1,2308	1,2747	1,3569
24	0,46	1,2550	1,2472	1,0790	1,3497	1,3250	1,2512
25	0,48	0,9255	1,2722	1,5644	1,2619	1,3258	1,2700
26	0,5	0,9134	1,2562	1,5280	1,2619	1,3312	1,2582
27	0,52	0,9134	1,2196	1,7234	1,2292	1,3312	1,2833
28	0,54	0,9161	1,1573	1,2962	1,3250	1,1601	1,1709
29	0,56	1,1147	1,1922	1,4433	1,5445	1,2178	1,3025
30	0,58	1,0808	1,1384	1,3788	1,1906	1,2559	1,2089
31	0,6	0,9603	1,4272	1,3788	1,1381	1,3736	1,2556
32	0,62	1,0827	1,4272	1,2139	1,1381	1,2778	1,2279
33	0,64	1,2514	1,5030	1,7829	1,4075	1,2576	1,4404
34	0,66	1,3617	1,3158	1,7614	1,4617	1,0411	1,3884
35	0,68	1,2200	1,1954	1,4971	1,1909	1,6197	1,3447

36	0,7	1,1134	1,0522	1,1887	1,3269	1,2397	1,1841
37	0,72	0,8194	1,4738	1,1444	1,1275	1,2397	1,1610
38	0,74	0,8194	1,3739	1,1444	1,0879	1,4515	1,1753
39	0,76	0,9259	1,2503	1,5983	1,4589	2,5567	1,5580
40	0,78	1,3359	1,3602	1,8906	1,7087	1,6740	1,5938
41	0,8	1,7348	1,1373	1,3497	1,3709	0,5492	1,2284
42	0,82	1,2661	0,7695	1,0485	1,1537	0,6380	0,9752
43	0,84	1,3670	0,7695	1,2886	1,1537	1,6272	1,2411
44	0,86	1,0415	1,2486	1,4860	0,9725	1,7026	1,2902
45	0,88	0,8526	1,2473	1,5199	1,0702	1,1342	1,1648
46	0,9	0,9929	1,4635	1,5234	1,6023	1,2127	1,3589
47	0,92	1,2905	1,1850	1,4694	1,4443	1,2127	1,3204
48	0,94	1,2905	0,9314	1,4694	1,1702	1,9409	1,3605
49	0,96	1,3777	1,2220	1,2946	1,2357	1,0176	1,2295
50	0,98	1,1557	1,0521	1,4564	1,1563	0,8923	1,1426
51	1	1,2177	1,1644	1,5756	1,1806	1,5172	1,3311
52	1,02	1,2534	1,6266	1,5811	1,4458	1,3655	1,4545
53	1,04	1,1795	1,6266	1,4533	1,4458	1,5075	1,4425
54	1,06	0,7155	1,9407	0,9551	1,8839	0,9383	1,2867
55	1,08	1,4093	4,7370	1,6254	-1,9661	1,2607	1,4132
56	1,1	1,7259	-1,4287	1,3689	6,0585	1,5823	1,8614
57	1,12	1,2865	1,3256	1,0094	0,5599	0,9553	1,0273
58	1,14	1,0423	1,6032	1,0094	0,0760	0,9553	0,9372
59	1,16	1,0423	1,4597	1,2098	-0,1495	1,3220	0,9769
60	1,18	1,3017	0,9943	1,2814	1,1713	1,5800	1,2657
61	1,2	1,0724	1,2551	1,0826	1,8098	2,1264	1,4692
62	1,22	0,4804	1,2395	1,2840	2,3719	1,5547	1,3861
63	1,24	1,1334	1,2395	1,3503	2,3719	1,2335	1,4657
64	1,26	1,5329	1,4611	1,3926	2,0726	1,0507	1,5020
65	1,28	1,5679	1,4447	1,2183	1,1633	1,4912	1,3771
66	1,3	0,5888	1,6583	1,3724	1,2482	1,1328	1,2001
67	1,32	0,7213	1,3878	1,3724	1,5441	1,5342	1,3120
68	1,34	0,9719	1,6451	1,7040	1,4495	1,5342	1,4610
69	1,36	0,9719	2,4017	1,5513	0,9833	1,7977	1,5411
70	1,38	1,1459	2,8374	1,1263	1,1837	1,2115	1,5009
71	1,4	0,9155	3,5835	1,6672	0,8710	1,0535	1,6182
72	1,42	1,4733	4,7526	1,4733	1,2457	2,0007	2,1891
73	1,44	1,4881	5,6249	1,9334	1,2457	1,5050	2,3594
74	1,46	1,6241	5,6249	1,9334	1,7158	1,1340	2,4064
75	1,48	1,7317	8,9413	1,9180	2,1886	1,4641	3,2488
76	1,5	1,8750	2,6806	0,5203	1,6134	1,4907	1,6361

77	1,52	2,0748	5,0905	1,2744	1,9973	1,2618	2,3397
78	1,54	1,8360	7,1743	0,9507	3,2607	1,2618	2,8966
79	1,56	1,8360	6,5556	1,4440	3,2607	1,5500	2,9293
80	1,58	2,3327	6,7010	2,4114	4,0810	1,7243	3,4501
81	1,6	2,6771	5,1064	1,8127	5,5636	1,0756	3,2471
82	1,62	2,3196	6,4256	1,4035	3,9246	2,2930	3,2733
83	1,64	3,0048	6,9739	1,0356	4,3967	2,7802	3,6382
84	1,66	3,6480	6,9739	1,0356	5,6282	3,4051	4,1381
85	1,68	5,1746	7,5589	1,6905	6,4716	4,8807	5,1553
86	1,7	4,8571	8,3065	2,0326	6,2587	6,3126	5,5535
87	1,72	5,4825	7,2546	1,8900	6,0932	5,0562	5,1553
88	1,74	4,9770	8,2392	1,9129	6,2127	5,0562	5,2796
89	1,76	4,9770	7,6032	2,4777	6,2127	5,0947	5,2731
90	1,78	2,7853	8,0129	3,2019	7,1342	5,3716	5,3011
91	1,8	5,2349	7,7061	4,0411	7,3284	6,5811	6,1784
92	1,82	4,1816	8,3991	4,6893	6,8499	5,9632	6,0166
93	1,84	5,7475	7,6936	5,2206	7,0967	5,2953	6,2107
94	1,86	7,7043	7,6936	5,2206	6,7583	7,4356	6,9625
95	1,88	11,5362	8,3126	4,1706	6,7583	7,2511	7,6058
96	1,9	12,9473	8,4950	4,8491	7,4465	7,1217	8,1720
97	1,92	11,0038	7,9603	6,0926	6,9608	6,6975	7,7430
98	1,94	9,1086	8,5554	7,0042	7,8865	6,7732	7,8656
99	1,96	8,4041	8,3584	6,2354	7,5543	6,7732	7,4651
100	1,98	8,4041	8,5139	5,6136	7,2530	6,9088	7,3386
101	2	8,6408	8,7542	7,5332	7,4037	7,9674	8,0599
102	2,02	8,7428	9,1516	7,6374	8,2283	7,8941	8,3308
103	2,04	9,3514	8,3394	7,0289	7,5199	7,3706	7,9221
104	2,06	9,2023	8,3394	7,2201	8,0000	7,3239	8,0171
105	2,08	9,2023	9,1961	7,2201	8,0000	7,3592	8,1955
106	2,1	8,6485	9,1940	7,8106	7,7141	7,1152	8,0964
107	2,12	8,8768	9,4489	7,5327	8,1358	7,6993	8,3387
108	2,14	8,8703	9,0660	7,9299	8,3436	7,7437	8,3906
109	2,16	9,0038	9,3221	8,5791	9,4603	7,7437	8,8218
110	2,18	9,1298	8,9830	8,3885	6,1081	7,6041	8,0427
111	2,2	9,1198	9,2426	8,3204	9,0203	6,6221	8,4650
112	2,22	8,9475	9,4510	8,7358	9,0197	8,9854	9,0279
113	2,24	9,3763	9,3334	9,0334	9,0960	9,9339	9,3546
114	2,26	9,4967	9,3334	8,8606	8,9340	7,2981	8,7845
115	2,28	9,6106	9,5736	8,8606	8,7169	7,9081	8,9340
116	2,3	9,6106	9,4348	8,7250	8,7169	8,5376	9,0050
117	2,32	9,1360	9,1928	9,7516	8,8442	9,0136	9,1876

118	2,34	9,3261	10,0341	9,8579	9,3116	8,4135	9,3886
119	2,36	8,0578	9,7905	9,3563	9,2123	8,4135	8,9660
120	2,38	9,0436	9,7905	9,2689	7,4975	8,4820	8,8164
121	2,4	10,3540	9,5278	9,6922	9,7934	9,4393	9,7613
122	2,42	9,6647	9,9399	9,8449	9,8154	8,6220	9,5775
123	2,44	7,0555	9,5401	9,3757	8,6060	8,7907	8,6736
124	2,46	6,7327	9,3409	8,9052	10,6176	8,6796	8,8552
125	2,48	9,6222	9,6249	9,9010	6,3966	8,6796	8,8449
126	2,5	9,6222	10,0411	9,9010	12,7306	8,1955	10,0981
127	2,52	9,5665	10,3084	9,2615	12,7306	8,2414	10,0216
128	2,54	8,8080	9,9421	9,4385	12,9571	9,2327	10,0757
129	2,56	9,4520	7,8010	9,5548	6,9561	7,8626	8,3253
130	2,58	9,4235	7,8010	9,5231	9,8742	9,7659	9,2776
131	2,6	10,1044	10,0538	9,7805	10,9777	5,7583	9,3349
132	2,62	9,4261	9,3420	10,1308	10,9777	11,0643	10,1882
133	2,64	9,7460	10,3118	9,6046	11,2136	6,4169	9,4587
134	2,66	10,0812	10,2695	9,8580	4,4890	7,9417	8,5279
135	2,68	11,1254	10,6068	9,2091	12,0855	10,3133	10,6680
136	2,7	11,1254	9,4538	9,2091	11,6156	10,3133	10,3434
137	2,72	10,1449	9,0834	9,6981	9,4186	8,1481	9,2987
138	2,74	9,9825	9,8966	9,8327	8,2068	9,1537	9,4145
139	2,76	10,2015	9,9393	9,7426	8,9067	11,8273	10,1235
140	2,78	11,0203	9,9393	9,1146	7,7951	5,0240	8,5787
141	2,8	10,4354	9,6807	8,8811	9,0022	7,6466	9,1291
142	2,82	8,3416	10,8656	8,5995	9,0022	5,0354	8,3688
143	2,84	9,1973	10,2040	7,8488	7,4551	11,6593	9,2729
144	2,86	9,8328	10,3881	9,8791	8,6568	8,1848	9,3883
145	2,88	8,0204	10,5970	11,2981	9,9225	6,3260	9,2329
146	2,9	8,6298	10,5970	7,2049	8,8672	6,3260	8,3249
147	2,92	8,6298	10,2330	7,2049	6,6104	8,2822	8,1921
148	2,94	10,3491	9,6922	11,1134	7,8299	9,7706	9,7511
149	2,96	9,7616	9,8450	8,6335	9,4137	6,0552	8,7419
150	2,98	9,4322	9,7948	8,1530	8,5006	6,4784	8,4717
151	3	8,7404	10,5337	8,3175	8,7011	11,3397	9,5264
152	3,02	7,1802	9,6734	8,4890	8,7011	10,8285	8,9744
153	3,04	9,3050	9,6315	10,7256	7,3245	5,5728	8,5118
154	3,06	9,3050	9,6286	10,7711	8,5136	9,5534	9,5543
155	3,08	8,7413	9,7566	9,4724	10,8356	6,5039	9,0619
156	3,1	8,2228	9,7566	6,9504	7,7022	6,5039	7,8271
157	3,12	10,1997	10,0906	6,9504	9,0889	10,7206	9,4100
158	3,14	9,7289	9,2733	8,1613	9,8144	9,6342	9,3224

159	3,16	8,9024	9,6569	7,4706	11,0218	8,8849	9,1873
160	3,18	9,8567	9,9075	7,6026	8,9014	7,6382	8,7812
161	3,2	8,9494	9,3458	11,3728	8,7909	9,2073	9,5332
162	3,22	8,9494	9,5126	11,3728	8,5719	10,5127	9,7839
163	3,24	9,2677	8,9220	12,7191	8,5719	9,6121	9,8186
164	3,26	9,5347	9,8732	9,4566	8,5718	7,8061	9,0485
165	3,28	9,2421	9,8070	11,1290	7,0404	7,7705	8,9978
166	3,3	8,7944	9,0747	7,4532	8,0562	10,2882	8,7334
167	3,32	9,9501	9,0747	9,1237	10,3609	10,2882	9,7595
168	3,34	9,4628	9,5070	11,7273	13,5239	6,9975	10,2437
169	3,36	9,1747	9,1429	8,9930	5,1544	9,1507	8,3232
170	3,38	9,6738	9,3190	9,1078	10,4726	11,6523	10,0451
171	3,4	9,6622	9,0182	9,3595	8,7373	12,7664	9,9087
172	3,42	9,6016	9,6803	9,3595	3,7620	5,0624	7,4932
173	3,44	9,6016	8,7642	9,6372	3,7620	10,2043	8,3938
174	3,46	9,4976	9,7192	10,0946	13,1124	9,8910	10,4629
175	3,48	9,4214	8,7328	9,2621	5,7668	6,0656	7,8498
176	3,5	9,4829	9,2284	9,2696	5,0640	9,4531	8,4996
177	3,52	9,3871	9,2284	9,4322	8,8973	9,4531	9,2796
178	3,54	9,4167	8,9845	9,7543	11,2814	9,2443	9,7362
179	3,56	9,4470	8,9497	9,4021	6,6306	4,5873	7,8034
180	3,58	10,0114	8,9777	9,8786	10,0361	9,3652	9,6538
181	3,6	9,2232	8,8815	9,3062	10,0361	7,6211	9,0136
182	3,62	9,8235	9,1553	10,1897	10,6478	9,1911	9,8014
183	3,64	9,8235	8,4140	10,1897	8,1832	5,0681	8,3357
184	3,66	9,0321	8,4140	9,3403	8,6450	11,7071	9,4277
185	3,68	9,7350	8,5028	9,9818	10,1294	9,1687	9,5035
186	3,7	9,4295	8,6790	8,9734	7,9902	8,0289	8,6202
187	3,72	9,1104	8,1162	9,4189	8,6599	8,6807	8,7972
188	3,74	9,4909	8,2625	10,1695	9,7031	8,6807	9,2614
189	3,76	9,1263	6,9981	9,1824	9,7031	9,3449	8,8710
190	3,78	9,3720	7,3290	10,1243	8,7099	5,4306	8,1931
191	3,8	8,7679	5,7565	9,0521	9,5621	4,4693	7,5216
192	3,82	9,3334	5,8056	10,2352	8,7778	10,3708	8,9046
193	3,84	9,3334	5,8056	10,2352	9,2288	6,5313	8,2268
194	3,86	8,5983	4,1672	8,6507	9,0837	9,1621	7,9324
195	3,88	9,2220	3,4783	9,8100	9,3194	9,1836	8,2026
196	3,9	8,6300	1,8693	8,7804	8,9876	11,4846	7,9504
197	3,92	8,4686	0,8449	9,5589	8,3375	6,2269	6,6873
198	3,94	9,1659	0,5723	9,2795	9,2851	6,2269	6,9059
199	3,96	8,3798	-1,1091	8,7464	8,1423	9,5635	6,7446

200	3,98	8,9444	-2,7391	8,9813	8,1423	8,0086	6,2675
201	4	8,0944	-1,4954	8,6257	8,9061	9,9134	6,8088
202	4,02	8,0773	-3,5359	8,6257	7,2030	8,6141	5,7968
203	4,04	7,3813	-3,5359	8,2388	7,3594	7,3520	5,3591
204	4,06	7,3813	-2,9024	8,6384	6,8862	7,5070	5,5021
205	4,08	7,2249	-2,3953	7,8128	6,8862	7,9850	5,5027
206	4,1	6,2102	-1,4206	8,1129	5,0775	5,2328	4,6426
207	4,12	5,6140	-2,5300	7,1372	5,5586	4,0262	3,9612
208	4,14	4,0333	-1,8132	7,2135	3,0086	3,9917	3,2868
209	4,16	3,0927	-1,8132	7,2135	2,0524	3,9917	2,9075
210	4,18	1,5622	-2,3330	4,9380	2,0524	2,7833	1,8006
211	4,2	1,6415	-0,7133	5,4695	0,7900	1,4546	1,7284
212	4,22	-0,5343	-1,2942	3,1937	0,7218	1,3903	0,6954
213	4,24	-1,1198	-0,3906	2,9922	-0,5475	-0,3422	0,1184
214	4,26	-1,1198	-0,6355	0,7119	-1,4564	-0,9610	-0,6922
215	4,28	-2,3581	-0,3447	0,7224	-4,1001	-2,5894	-1,7340
216	4,3	-2,3872	0,3241	-0,4283	-2,2036	-3,1524	-1,5694
217	4,32	-3,1870	0,0634	-0,9726	-2,9311	-2,9684	-1,9992
218	4,34	-3,1136	0,5174	-2,4457	-2,6569	-2,6494	-2,0696
219	4,36	-2,5970	0,5174	-2,4457	-2,7420	-2,6494	-1,9834
220	4,38	-2,0999	1,0088	-2,9508	-2,2129	-2,0327	-1,6574
221	4,4	-2,7541	1,5989	-2,9522	-2,2129	-1,5158	-1,5673
222	4,42	-1,2513	1,6139	-2,4926	-1,9158	-2,7753	-1,3642
223	4,44	-0,2938	2,0986	-2,0594	-2,7758	-4,7984	-1,5657
224	4,46	-0,9763	2,2987	-3,1850	-3,0029	-4,7984	-1,9328
225	4,48	-0,9763	2,9489	-1,6776	-1,8894	-3,0092	-0,9207
226	4,5	-0,8309	3,1419	-2,2170	-1,6491	-3,1909	-0,9492
227	4,52	-0,9217	3,1795	-1,5249	-1,7738	0,0880	-0,1906
228	4,54	-0,8604	3,6594	-2,2711	-0,6114	-0,8797	-0,1927
229	4,56	-0,2860	3,6594	-0,5974	-0,3370	-1,3248	0,2228
230	4,58	0,2428	2,6386	-0,5974	0,1234	-1,3248	0,2165
231	4,6	0,5116	4,1301	-0,6740	0,1234	-0,6124	0,6957
232	4,62	0,4572	2,7814	-0,6000	0,7055	-0,7433	0,5202
233	4,64	1,1429	4,2770	-2,7935	1,3451	0,7018	0,9347
234	4,66	1,0213	2,9283	6,3898	1,0718	0,2800	2,3383
235	4,68	1,0213	1,9114	-0,9155	2,0320	1,2874	1,0673
236	4,7	1,3275	2,1376	0,5792	1,9069	1,3786	1,4659
237	4,72	1,8892	2,8060	2,4058	2,7313	2,2847	2,4233
238	4,74	1,8515	0,7227	0,6634	2,7672	1,9067	1,5823
239	4,76	2,4911	0,7227	1,4632	3,6416	1,9067	2,0451
240	4,78	2,6933	0,2500	1,4632	3,1745	3,0569	2,1276

241	4,8	3,0845	0,2122	1,9449	3,4007	3,9138	2,5112
242	4,82	3,0042	-0,0878	1,7909	3,4007	2,9986	2,2213
243	4,84	3,3949	-0,0082	2,2075	3,8000	4,0101	2,6808
244	4,86	3,1490	-1,6388	4,6195	2,8225	2,1152	2,2135
245	4,88	3,1148	-0,6638	2,4083	3,9083	4,3887	2,6313
246	4,9	3,1148	-1,7081	4,4812	2,9844	4,3887	2,6522
247	4,92	1,9416	-0,8231	3,3926	3,3565	2,0096	1,9754
248	4,94	2,4820	-0,5644	3,2826	1,5123	3,0970	1,9619
249	4,96	2,6938	-0,9059	2,7971	2,5953	3,3739	2,1108
250	4,98	2,1949	-0,9059	3,2672	1,0317	2,1104	1,5397
251	5	2,1345	-0,2679	3,2672	0,4311	3,5016	1,8133
252	5,02	1,3105	-0,3298	1,9161	0,4311	0,3317	0,7319
253	5,04	0,8088	-0,0417	2,2552	-0,0470	1,1007	0,8152
254	5,06	0,4894	0,2081	1,9004	0,7680	1,0662	0,8864
255	5,08	0,2782	0,3049	1,2424	0,1370	-0,2986	0,3328
256	5,1	0,2782	0,7226	1,1683	-0,3895	-0,2986	0,2962
257	5,12	-0,3983	0,7995	-0,6336	-1,3125	-0,3382	-0,3766
258	5,14	-0,5988	1,3624	0,1990	-1,0110	-2,8806	-0,5858
259	5,16	-1,5117	1,3460	-0,2525	-1,4900	-1,5834	-0,6983
260	5,18	-1,1287	1,3460	-0,1086	-1,2728	-2,0207	-0,6369
261	5,2	-1,0045	1,5992	-0,1086	-1,5336	-1,1800	-0,4455
262	5,22	-1,2081	1,5021	-0,7674	-0,8866	-1,4984	-0,5717
263	5,24	-0,7322	1,7560	-0,7589	-0,8866	-1,0130	-0,3269
264	5,26	-0,5817	1,6796	-1,0611	-1,1571	-1,0923	-0,4425
265	5,28	-0,3718	1,8768	-1,1675	-0,6304	-0,4320	-0,1449
266	5,3	-0,3718	2,0455	-0,9974	-0,8257	-0,4320	-0,1162
267	5,32	-0,3650	1,6773	-0,8607	0,0422	-0,8048	-0,0622
268	5,34	0,0663	1,9248	-0,6702	-0,2185	-0,3442	0,1516
269	5,36	0,4478	1,4981	-0,0809	0,5402	-0,1584	0,4494
270	5,38	0,3631	1,6236	-0,1774	0,3262	0,3604	0,4992
271	5,4	0,8751	1,6236	-0,1774	1,0895	0,3620	0,7545
272	5,42	0,8577	1,4551	0,1556	1,0886	1,0343	0,9182
273	5,44	1,2656	1,4844	0,4959	1,0886	1,2194	1,1108
274	5,46	1,2961	1,3751	0,6329	2,0144	1,4150	1,3467
275	5,48	1,6119	1,2277	1,2186	1,6226	1,3210	1,4003
276	5,5	1,5501	1,2634	1,1589	1,9310	1,3210	1,4449
277	5,52	1,5501	0,9006	1,1589	1,6432	2,0620	1,4629
278	5,54	1,8161	1,1342	1,6641	2,0601	1,1695	1,5688
279	5,56	1,7496	0,7142	1,5962	1,7482	1,6515	1,4920
280	5,58	1,6995	0,7977	1,8831	-2,3984	1,9570	0,7878
281	5,6	1,8520	0,7977	1,7616	1,2734	1,9948	1,5359

282	5,62	1,6482	0,5853	1,9189	1,8713	1,7473	1,5543
283	5,64	1,8887	0,4977	1,9782	1,8713	2,0685	1,6609
284	5,66	1,4963	0,3374	1,8065	1,6451	1,7529	1,4077
285	5,68	1,5114	0,2509	1,9670	1,7255	2,0604	1,5030
286	5,7	1,3969	0,1985	1,7351	1,2464	1,6054	1,2365
287	5,72	1,4232	0,1409	1,7351	1,3599	1,6054	1,2529
288	5,74	1,4232	0,4158	1,6098	1,2765	1,6186	1,2688
289	5,76	1,3949	0,2002	1,5871	1,3668	1,3873	1,1872
290	5,78	1,2446	0,5442	1,4723	0,9918	1,0943	1,0695
291	5,8	1,2523	0,2897	1,6142	1,0559	1,2320	1,0888
292	5,82	0,8203	0,2897	1,1100	0,8506	0,9560	0,8053
293	5,84	0,9267	0,5783	1,4792	0,8087	0,9389	0,9463
294	5,86	0,6252	0,6969	0,9619	0,8087	0,6429	0,7472
295	5,88	0,7789	0,6675	1,1322	0,5595	0,7942	0,7864
296	5,9	0,7307	1,0032	0,9304	0,4108	0,2962	0,6742
297	5,92	0,4768	0,9134	0,9304	0,4341	0,2962	0,6102
298	5,94	0,4768	1,1854	0,7141	0,1266	0,3407	0,5688
299	5,96	0,5733	0,9439	0,6612	0,1130	0,0478	0,4678
300	5,98	0,2675	1,3328	0,4194	-0,0500	0,1761	0,4291
301	6	0,3955	1,0522	0,4246	0,1034	-0,2057	0,3540
302	6,02	0,1998	1,3035	0,1519	0,0727	0,1760	0,3808
303	6,04	0,3564	1,3035	0,4406	0,4089	-0,1342	0,4750
304	6,06	0,2004	1,0085	0,0427	0,4089	0,2060	0,3732
305	6,08	0,4366	1,1404	0,3548	0,2789	-0,0560	0,4310
306	6,1	0,3703	1,1404	0,1721	0,2785	0,3277	0,4578
307	6,12	0,5269	0,0000	0,1721	0,2719	0,2123	0,2959
308	6,14	0,9016	0,0000	0,2129	0,7453	0,2123	0,5180
309	6,16	0,9016	0,0000	0,4761	0,6615	0,6657	0,6762
310	6,18	0,8166	0,0000	0,3047	1,0126	0,6305	0,6912
311	6,2	0,9624	0,0000	0,7042	0,7680	0,9021	0,8341
312	6,22	0,9541	0,0000	0,6187	0,8663	1,0111	0,8626
313	6,24	1,0316	0,0000	1,0288	1,3930	0,9046	1,0895
314	6,26	1,0316	0,0000	0,7786	1,3930	1,1501	1,0883
315	6,28	1,3565	0,0000	1,1470	0,5749	1,0419	1,0301
316	6,3	1,0223	0,0000	0,9464	1,3891	1,2304	1,1470
317	6,32	1,4349	0,0000	1,2154	0,9750	0,9716	1,1493
318	6,34	1,0860	0,0000	1,2154	1,3487	0,9716	1,1554
319	6,36	1,1872	0,0000	1,3156	1,1750	1,3054	1,2458
320	6,38	1,0842	0,0000	1,1140	1,1750	0,9800	1,0883
321	6,4	1,1574	0,0000	1,3453	1,2251	0,9800	1,1770
322	6,42	1,0438	0,0000	1,0552	1,1050	0,0000	1,0680

323	6,44	1,0617	0,0000	1,3144	1,2740	0,0000	1,2167
324	6,46	1,0617	0,0000	0,9737	0,9332	0,0000	0,9895
325	6,48	1,1760	0,0000	1,2830	0,9672	0,0000	1,1421
326	6,5	0,7167	0,0000	1,2830	0,9111	0,0000	0,9702
327	6,52	1,1246	0,0000	1,2174	0,9279	0,0000	1,0900
328	6,54	0,7651	0,0000	0,9234	0,9279	0,0000	0,8722
329	6,56	1,0286	0,0000	1,0948	0,9675	0,0000	1,0303
330	6,58	0,8452	0,0000	0,7245	0,7147	0,0000	0,7615
331	6,6	0,9967	0,0000	1,0070	0,8789	0,0000	0,9609
332	6,62	0,7178	0,0000	0,6668	0,8789	0,0000	0,7545
333	6,64	0,9186	0,0000	0,6668	0,7627	0,0000	0,7827
334	6,66	0,9186	0,0000	1,0363	0,7126	0,0000	0,8892
335	6,68	0,9881	0,0000	0,9517	0,7461	0,0000	0,8953
336	6,7	0,6545	0,0000	0,7835	0,6612	0,0000	0,6998
337	6,72	0,9887	0,0000	0,8919	0,7916	0,0000	0,8908
338	6,74	0,6665	0,0000	0,6990	0,5536	0,0000	0,6397
339	6,76	0,8789	0,0000	0,8312	0,7331	0,0000	0,8144
340	6,78	0,6286	0,0000	0,6179	0,5638	0,0000	0,6034
341	6,8	0,8002	0,0000	0,8959	0,5638	0,0000	0,7533
342	6,82	0,6489	0,0000	0,5486	0,6921	0,0000	0,6299
343	6,84	0,7397	0,0000	0,8260	0,4384	0,0000	0,6680
344	6,86	0,7397	0,0000	0,8260	0,8308	0,0000	0,7988
345	6,88	1,0176	0,0000	0,4908	0,5465	0,0000	0,6850
346	6,9	0,7375	0,0000	0,8751	0,5465	0,0000	0,7197
347	6,92	0,8411	0,0000	0,7919	0,0000	0,0000	0,8165
348	6,94	0,7974	0,0000	0,6480	0,0000	0,0000	0,7227
349	6,96	0,9310	0,0000	0,8905	0,0000	0,0000	0,9108
350	6,98	0,9310	0,0000	0,6877	0,0000	0,0000	0,8094
351	7	0,9458	0,0000	0,6877	0,0000	0,0000	0,8168
352	7,02	0,7752	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,7752
353	7,04	1,1573	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	1,1573
354	7,06	0,8955	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,8955
355	7,08	1,1367	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	1,1367
356	7,1	0,8542	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,8542
357	7,12	0,8542	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,8542
358	7,14	0,9812	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,9812
359	7,16	1,1582	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	1,1582
360	7,18	0,8710	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,8710
361	7,2	1,1389	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	1,1389
362	7,22	1,2115	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	1,2115
363	7,24	0,7360	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,7360

364	7,26	1,0611	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	1,0611
365	7,28	0,9507	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,9507
366	7,3	0,9507	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,9507
367	7,32	1,1417	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	1,1417
368	7,34	0,7957	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,7957
369	7,36	1,0974	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	1,0974
370	7,38	0,9146	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,9146
371	7,4	3,5522	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	3,5522
372	7,42	0,9852	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,9852
373	7,44	0,6237	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,6237
374	7,46	1,1172	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	1,1172
375	7,48	0,8244	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,8244
376	7,5	0,8244	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,8244
377	7,52	1,0606	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	1,0606
378	7,54	0,8210	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,8210
379	7,56	0,9414	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,9414
380	7,58	0,7753	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,7753
381	7,6	1,0776	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	1,0776
382	7,62	0,7851	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,7851
383	7,64	0,9491	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,9491
384	7,66	1,0637	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	1,0637
385	7,68	0,8715	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,8715
386	7,7	0,8715	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,8715
387	7,72	1,0821	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	1,0821
388	7,74	0,8118	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,8118
389	7,76	1,1722	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	1,1722
390	7,78	0,8171	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,8171
391	7,8	0,9485	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,9485
392	7,82	0,7780	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,7780
393	7,84	1,0098	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	1,0098
394	7,86	0,8455	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,8455
395	7,88	0,8529	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,8529
396	7,9	0,8529	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,8529
397	7,92	1,1509	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	1,1509
398	7,94	0,8418	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,8418
399	7,96	1,1411	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	1,1411
400	7,98	0,7966	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,7966
401	8	0,8999	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,8999
402	8,02	0,8153	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,8153
403	8,04	0,8414	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,8414
404	8,06	0,8165	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,8165

405	8,08	0,9001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,9001
406	8,1	1,1594	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	1,1594
407	8,12	1,1594	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	1,1594
408	8,14	0,7425	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,7425
409	8,16	1,0813	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	1,0813
410	8,18	0,5732	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,5732
411	8,2	1,0325	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	1,0325
412	8,22	0,7876	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,7876
413	8,24	0,9507	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,9507
414	8,26	0,9047	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,9047
415	8,28	0,9093	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,9093
416	8,3	0,8149	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,8149
417	8,32	0,8622	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,8622
418	8,34	0,8622	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,8622
419	8,36	1,0727	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	1,0727
420	8,38	0,7917	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,7917
421	8,4	1,1020	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	1,1020
422	8,42	0,8219	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,8219
423	8,44	0,8613	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,8613
424	8,46	0,8661	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,8661
425	8,48	0,9423	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,9423
426	8,5	0,8851	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,8851
427	8,52	0,9025	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,9025
428	8,54	0,9025	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,9025
429	8,56	1,0802	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	1,0802
430	8,58	0,7627	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,7627
431	8,6	1,0205	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	1,0205

