

INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN DE GASES DE ESCAPE DE VEHÍCULOS

Parte 1: Requisitos metrológicos y técnicos

Parte 2: Controles metrológicos y ensayos de
funcionamiento

INSTRUMENTS FOR MEASURING VEHICLE EXHAUST EMISSIONS

Part 1: Metrological and technical requirements

Part 2: Metrological controls and performance tests

(EQV. OIML R 99-1&2:2008 Instruments for measuring vehicle exhaust emissions)

2016-12-XX

1ª Edición

ÍNDICE

PREFACIO	iii
PARTE 1 – REQUISITOS METROLÓGICOS Y TÉCNICOS	1
0 Introducción	1
1 Objeto y campo de aplicación	1
2 Referencias normativas.....	2
2.1 Normas ISO.....	3
2.2 Normas IEC	4
2.3 Publicaciones OIML.....	5
2.4 Otras Publicaciones	5
3 Términos y definiciones.....	6
4 Descripción del instrumento.....	15
5 Requisitos metrológicos.....	18
5.1 Indicación del resultado de medición	18
5.2 Rango de medición	18
5.3 Resolución de indicación.....	18
5.4 Registro duradero de los resultados de medición	19
5.5 Errores máximos permisibles	19
5.6 Magnitudes de influencia	21
5.7 Perturbaciones.....	23
5.8 Tiempo de respuesta	24
5.9 Tiempo de calentamiento.....	25
5.10 Factor de equivalencia propano/hexano	25
5.11 Cálculo de lambda	26
5.12 Estabilidad con el tiempo o deriva	26
5.13 Repetibilidad	26
6 Requisitos técnicos	27
6.1 Construcción.....	27
6.2 Sistemas de ajuste	30
6.3 Seguridad de operación	30
7 Inscripciones e instrucciones de operación	33
7.1 Inscripciones	33
7.2 Instrucciones de operación.....	35
PARTE 2 – CONTROLES METROLÓGICOS Y ENSAYOS.....	37
8 Controles metrológicos	37
8.1 Aprobación del modelo.....	37
8.2 Verificación inicial.....	40
8.3 Verificación posterior	42
9 Ensayos de funcionamiento para la aprobación del modelo	42
9.1 Verificación de la curva de error.....	43
9.2 Estabilidad con el tiempo o deriva	43
9.3 Repetibilidad.....	43
9.4 Efecto de las magnitudes de influencia.....	43
9.5 Perturbaciones	44
9.6 Ensayos para determinar la conformidad con otros requisitos técnicos y metrológicos ..	45
9.7 Fuente de energía para la evaluación del modelo	45
ANEXO A DESCRIPCIÓN DE ENSAYOS DE FUNCIONAMIENTO PARA LA APROBACIÓN DEL MODELO	46
A.1 Generalidades	46
A.2 Curva de error	46
A.3 Estabilidad con el tiempo o deriva	46
A.4 Repetibilidad.....	47
A.5 Calor seco.....	47
A.6 Frío.....	47
A.7 Calor húmedo, en régimen estable.....	48
A.8 Presión atmosférica.....	48

A.9	Variación de tensión y frecuencia.....	49
A.10	Influencia de otros componentes del gas en el mensurado (sensibilidad cruzada)	50
A.11	Sacudida mecánica y vibraciones	51
A.12	Caídas de tensión de la red de CA e interrupciones cortas	52
A.13	Ráfagas (Transitorias)	53
A.14	Transitorios eléctricos por conducción en caso de una batería de vehículo terrestre	54
A.15	Descargas electrostáticas.....	56
A.16	Sobretensiones en las líneas de señales, datos, control y alimentación.....	57
A.17	Inmunidad a radiofrecuencia	58
A.18	Campos magnéticos de frecuencia de la red.....	59
A.19	Tiempo de calentamiento	60
A.20	Tiempo de respuesta	60
A.21	Flujo bajo	61
A.22	Fugas.....	61
A.23	Residuo de HC	62
A.24	Unidad filtrante.....	62
A.25	Separador de agua.....	63
A.26	Factor de equivalencia propano/hexano.....	63
ANEXO B DESIGNACIÓN DE GASES DE REFERENCIA Y SU COMPOSICIÓN		65
B.1	Requisitos generales	65
B.2	Especificaciones e incertidumbres de la composición de las mezclas de gas	65
B.3	Preparación de gases en casos especiales	66
B.4	Composición de las mezclas de gas utilizadas para los ensayos.....	66
ANEXO C PROCEDIMIENTO PARA ENSAYO DE RUTINA		69
ANEXO D CÁLCULO DE LAMBDA		70
D.1	Introducción.....	70
D.2	Fórmula de lambda simplificada.....	71
D.3	Otras fórmulas	72

---oooOooo---

PREFACIO

A. Reseña histórica

A.1. La Dirección de Metrología del INACAL ha tomado como antecedente la recomendación internacional OIMLR99-1&2 Edición 2008 (E) Instruments for measuring vehicle exhaust emissions, obteniendo el Proyecto de Norma Metrológica Peruana PNMP 024:2016 “Instrumentos de medición de gases de escape de vehículos”.

A.2. Este Proyecto de Norma Metrológica Peruana es una adopción de la recomendación internacional OIMLR99-1&2 Edición 2008 (E). El presente proyecto de Norma Metrológica Peruana presenta cambios editoriales referidos principalmente a terminología empleada propia del idioma español y ha sido estructurada de acuerdo a las Guías Peruanas GP 001:1995 y GP 002:1995.

---oooOooo---

INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN DE GASES DE ESCAPE DE VEHÍCULOS

Parte 1 – Requisitos metrológicos y técnicos

0 INTRODUCCIÓN

- El Proyecto de Norma Metrológica se ha dividido en dos Partes:
 - Parte 1 *Requisitos metrológicos y técnicos*; y
 - Parte 2 *Control metrológico y ensayos de funcionamiento*.

- El Proyecto de Norma Metrológica no aborda los instrumentos de la Clase II y analógicos. En el caso de instrumentos que todavía se usan, las autoridades nacionales pueden decidir disposiciones transitorias nacionales para los instrumentos de la Clase II y/o analógicos, en base a la edición anterior (2000).

- El Proyecto de Norma Metrológica aborda:
 - la clase de exactitud 00, definiendo requisitos de exactitud más rigurosos con respecto a CO, CO₂ y HC.
 - los requisitos y ensayos referentes a compatibilidad electromagnética (CEM), tomando en cuenta las revisiones de las Normas ISO/IEC apropiadas.
 - los requisitos para medios de registro duradero, por ejemplo, dispositivos de impresión, para software e instrumentos alimentados por una batería.

1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Este Proyecto de Norma Metrológica especifica los requisitos metrológicos, técnicos y ensayos de instrumentos de medición digitales (en adelante "instrumento(s)") que sirven para determinar las fracciones volumétricas de ciertos componentes de los gases de escape que emanan de los vehículos automotores. También establece las condiciones que dichos instrumentos deben cumplir para satisfacer cualquier requisito de funcionamiento de OIML.

Es aplicable a instrumentos, especialmente los utilizados de acuerdo con el procedimiento definido en ISO 3929, destinados para la inspección y mantenimiento de vehículos

automotores en uso con motores de encendido por chispa. Estos instrumentos se utilizan para determinar la fracción volumétrica de uno o más de los siguientes componentes de gases de escape:

- monóxido de carbono (CO);
- dióxido de carbono (CO₂);
- hidrocarburos (HC, en términos de n-hexano); y
- oxígeno (O₂)

en el nivel de humedad de la muestra analizada.

Además de la medición de estos componentes, los instrumentos pueden estar equipados con un sistema para determinar el valor de “lambda” (véase 3.33).

Este Proyecto de Norma Metrológica se aplica a instrumentos, cuyo principio de detección se basa en la absorción infrarroja en gases para determinar CO, CO₂ y HC.

Por lo general, se mide el oxígeno con una celda de combustible. Sin embargo, no tiene por objeto excluir algún otro tipo de instrumentos que, aunque se basen en otros principios de detección, cumplan los requisitos metrológicos y técnicos especificados y superen los ensayos relacionados. Se incluyen tres clases de exactitud de los instrumentos, Clase 00, Clase 0 y Clase I.

Este Proyecto de Norma Metrológica no se aplica a equipo para diagnóstico a bordo incorporado en vehículos automotores.

2 REFERENCIAS NORMATIVAS

Los siguientes documentos normativos contienen disposiciones que, al hacer referencia a las mismas en este texto, constituyen requisitos de este Proyecto de Norma Metrológica.

Las posteriores modificaciones, o revisiones, de las referencias fechadas no se aplican. Sin embargo, se recomienda a las partes que realicen acuerdos en base a este Proyecto de Norma Metrológica, investigar la posibilidad de aplicar la edición más reciente de los documentos normativos citados a continuación. En el caso de las referencias sin fechar, se aplica la última edición del documento normativo mencionado.

Los miembros de ISO, IEC y OIML mantienen registros de las Normas Internacionales vigentes. El estado real de las Normas mencionadas también puede encontrarse en Internet.

- Publicaciones IEC: <http://www.iec.ch>
- Publicaciones ISO: <http://www.iso.org>
- Publicaciones OIML: <http://www.oiml.org> (con descarga gratuita de archivos PDF).

2.1 Normas ISO

ISO 3929 (2003), *Vehículos terrestres — Métodos de medición de emisiones de gases de escape durante la inspección o el mantenimiento*

ISO 6142 (2001), *Análisis de gases — Preparación de mezclas de gas para calibración — Método gravimétrico*

ISO 6145 (todas las partes), *Análisis de gases — Preparación de mezclas de gas para calibración — Métodos volumétricos dinámicos*

ISO 7504 (2001), *Análisis de gases — Vocabulario*

ISO 7637-1 (2002), *Vehículos terrestres — Perturbaciones eléctricas por conducción y por acoplamiento — Parte 1: Definiciones y consideraciones generales*

ISO 7637-2 (2004) *Vehículos terrestres — Perturbaciones eléctricas por conducción y por acoplamiento — Parte 2: Transmisión de perturbaciones eléctricas transitorias por conducción únicamente a lo largo de líneas de alimentación*

ISO 7637-3 (1995) con corrección 1 (1995) *Vehículos terrestres — Perturbaciones eléctricas por conducción y por acoplamiento — Parte 3: Automóviles y vehículos comerciales ligeros con tensión de alimentación de 12 V y vehículos comerciales con tensión de alimentación de 24 V — Transmisión de perturbaciones eléctricas transitorias por acoplamiento capacitivo o inductivo a lo largo de líneas distintas a las líneas de alimentación*

ISO 14912 (2003) con Corrección 1 (2006), *Análisis de gases — Conversión de datos de composición de mezclas de gas*

2.2 Normas IEC

IEC 60068-2-1 (1990), *Ensayos ambientales — Parte 2: Ensayos — Ensayo A: Frío*, con Modificaciones 1 (1993) y 2 (1994)

IEC 60068-2-2 (1974), *Ensayos ambientales — Parte 2: Ensayos — Ensayo B: Calor seco*, con Modificaciones 1 (1993) y 2 (1994)

IEC 60068-2-78 (2001), *Ensayos ambientales — Parte 2: Ensayos. Ensayo Cab: Calor húmedo, en régimen estable*

IEC 60068-2-31(1969), *Ensayos ambientales — Parte 2: Ensayos — Ensayo Ec: Caída y vuelco, principalmente para muestras tipo equipo*, con Modificación 1 (1982)

IEC 60068-2-64 (1993), *Ensayos ambientales — Parte 2: Métodos de ensayo — Ensayo Fh: Vibraciones aleatorias de banda ancha (control digital) y guía*, con Corrección 1 (1993)

IEC 60068-3-1 (1974), *Ensayos ambientales — Parte 3: Información básica — Sección 1: Ensayos de frío y calor seco*, con Suplemento 1 (1978)

IEC 60068-3-4 (2001), *Ensayos ambientales — Parte 3-4: Documentación sustentatoria y guía — Ensayos de calor húmedo*

IEC/TR 61000-2-1 (1990-05), *Compatibilidad electromagnética (CEM) — Parte 2: Entorno — Sección 1: Descripción del entorno – Entorno electromagnético para las perturbaciones conducidas de baja frecuencia y la transmisión de señales en las redes públicas de alimentación*

IEC 61000-4-2 (1995), *Compatibilidad electromagnética (CEM) — Parte 4: Técnicas de ensayo y medición — Sección 2: Ensayos de inmunidad a las descargas electrostáticas*, con Modificaciones 1 (1998) y 2 (2000) — (Edición consolidada 2001)

IEC 61000-4-3 (2006), *Compatibilidad electromagnética (CEM) — Parte 4: Técnicas de ensayo y medición — Sección 3: Ensayos de inmunidad a los campos electromagnéticos, radiados y de radiofrecuencia*

IEC 61000-4-4 (2004), *Compatibilidad electromagnética (CEM) — Parte 4: Técnicas de ensayo y medición — Sección 4: Ensayos de inmunidad a los transitorios eléctricos rápidos en ráfagas.*

IEC 61000-4-5 (2005), *Compatibilidad electromagnética (CEM) — Parte 4: Técnicas de ensayo y medición — Sección 5: Ensayos de inmunidad a las sobretensiones*

IEC 6100-4-6 (2003), *Compatibilidad electromagnética (CEM) — Parte 4: Técnicas de ensayo y medición — Sección 6: Inmunidad a las perturbaciones conducidas, inducidas por campos de radiofrecuencia, con Modificaciones 1 (2004) y 2 (2006) — (Edición consolidada 2006)*

IEC 61000-4-8 (1993), *Compatibilidad electromagnética (CEM) — Parte 4: Técnicas de ensayo y medición — Sección 8: Ensayos de inmunidad a los campos magnéticos de la frecuencia de la red, con Modificación 1 (2000) — (Edición consolidada 2001)*

2.3 Publicaciones OIML

OIML V 1 (2000) *Vocabulario internacional de términos de metrología legal (VIML)*

OIML D 11(2004) *Requisitos generales para instrumentos de medición electrónicos*

2.4 Otras Publicaciones

Vocabulario Internacional de Metrología – Conceptos básicos y generales y términos relacionados (VIM), Tercera edición (2007/2008): Publicación conjunta de BIPM, IEC, IFCC, ISO, IUPAC, IUPAP y OIML.

Guía para la expresión de la incertidumbre de medición (GUM) (1995): Publicación conjunta de BIPM, IEC, IFCC, ISO, IUPAC, IUPAP y OIML.

3 TÉRMINOS Y DEFINICIONES

Para los fines de este Proyecto de Norma Metrológica, se aplican los siguientes términos y definiciones.

3.1 Sonda de muestreo

Tubo que se introduce en el tubo de escape de un vehículo para tomar muestras de gas

3.2 Separador de agua

Dispositivo que retira agua de la muestra de gas de escape hasta un nivel que evita la condensación dentro del sistema de manipulación de gases aguas abajo de su ubicación

3.3 Unidad filtrante

Dispositivo que retira material particulado de la muestra de gas de escape

3.4 Sistema de manipulación de gases

Todos los componentes del instrumento, desde la sonda de muestreo hasta la salida de la muestra de gas, por los cuales la bomba transporta la muestra de gas de escape

3.5 Ajuste (de un instrumento de medición)

Conjunto de operaciones realizadas en un sistema de medición para que proporcione indicaciones prescritas correspondientes a determinados valores de una magnitud a medir (VIM: 2007, 3.11)

3.6 Ajuste del usuario (de un instrumento de medición)

Ajuste utilizando únicamente los medios puestos a disposición del usuario

3.7 Sistema de ajuste manual

Sistema que permite el ajuste del instrumento por el usuario

3.8 Sistema de ajuste semiautomático

Sistema que permite al usuario iniciar un ajuste del instrumento sin tener la posibilidad de influir en su magnitud, ya sea que se requiera o no realizar el ajuste automáticamente

Nota: Para aquellos instrumentos que requieren que se introduzcan manualmente los valores de las fracciones volumétricas del gas de referencia, el sistema es considerado semiautomático.

3.9 Sistema de ajuste automático

Sistema que realiza el ajuste del instrumento según lo programado sin la intervención del usuario, para iniciar el ajuste o su magnitud

3.10 Sistema de ajuste a cero

Sistema para poner la indicación del instrumento a cero

3.11 Sistema de ajuste de gas de referencia

Sistema para ajustar el instrumento al valor de un gas de referencia

3.12 Sistema de ajuste interno

Sistema para ajustar el instrumento a un valor designado sin el uso de un gas de referencia externo

3.13 Tiempo de calentamiento

Tiempo transcurrido entre el momento en que se aplica energía a un instrumento y el momento en que el instrumento es capaz de cumplir los requisitos metrológicos

3.14 Tiempo de respuesta

Intervalo de tiempo comprendido entre el momento en que un valor de entrada de un instrumento de medición o sistema de medición sufre un cambio abrupto de un valor constante especificado a otro y el momento en que la indicación correspondiente se mantiene dentro de dos límites especificados alrededor de su valor final en régimen estable (denominado “tiempo de respuesta” en este Proyecto de Norma Metrológica) (VIM:2007, 4.23)

3.15 Valor convencionalmente verdadero de una magnitud

Valor atribuido a una magnitud por acuerdo para un determinado propósito (VIM:2007, 2.12)

Valor de referencia (de una magnitud)

Valor de una magnitud utilizado como base de comparación para los valores de magnitudes del mismo tipo (VIM:2007, 5.18)

3.16 Error (de medición)

Valor medido de una magnitud menos un valor de referencia de una magnitud (VIM:2007, 2.16)

3.17 Error intrínseco

Error de un instrumento de medición, determinado en las condiciones de referencia

3.18 Error relativo

Error de medición dividido entre el valor convencionalmente verdadero de una magnitud del mensurando

3.19 Falla

Diferencia entre el error de indicación y el error intrínseco del instrumento (OIML D 11:2004, 3.9)

3.20 Falla significativa

Falla, cuya magnitud es superior a la magnitud del error máximo permisible en la verificación inicial

Notas: 1 Las siguientes fallas no son consideradas significativas:

- a) Fallas que resultan de causas simultáneas y mutuamente independientes en el mismo instrumento o en sus sistemas de verificación;
- b) Fallas que hacen imposible realizar cualquier medición;
- c) Fallas transitorias que consisten en variaciones momentáneas en la indicación y que no se pueden interpretar, registrar o transmitir como un resultado de medición; y
- d) Fallas que originan variaciones en los resultados de medición que son tan grandes que serán notadas por todos los interesados en el resultado de medición.

2 Adaptado de OIML D 11:2004, 3.10.

3.21 Incertidumbre (de medición) expandida

Producto de una incertidumbre de medición estándar combinada y un factor superior al número uno (VIM:2007, 2.35)

3.22 Factor de cobertura

Número superior a uno por el cual se multiplica una incertidumbre de medición estándar combinada para obtener una incertidumbre de medición ampliada (VIM:2007, 2.38)

Nota: Por lo general, un factor de cobertura está representado por el símbolo k (véase también GUM, 2.3.6).

3.23 Magnitud de influencia

Magnitud que, en una medición directa, no afecta la magnitud realmente medida pero que afecta la relación entre la indicación y el resultado de medición (VIM:2007, 2.52)

3.24 Condiciones nominales de funcionamiento

Condiciones de utilización que se deben cumplir durante una medición para que un instrumento de medición o sistema de medición funcione según su diseño (VIM:2007, 4.9)

3.25 Factor de influencia

Magnitud de influencia que tiene un valor que está dentro de las condiciones nominales de funcionamiento del instrumento.

Nota: Adaptado de OIML D 11:2004, 3.13.1.

3.26 Perturbación

Magnitud de influencia que tiene un valor que está dentro de los límites especificados en este Proyecto de Norma Metrológica pero fuera de las condiciones nominales de funcionamiento del instrumento

Nota: Adaptado de OIML D 11:2004, 3.13.2.

3.27 Condiciones de referencia

Condiciones de utilización prescritas para la evaluación del funcionamiento de un instrumento de medición o sistema de medición o para la comparación de los resultados de medición (VIM:2007, 4.11)

3.28 Sistema de verificación

Sistema incorporado en el instrumento que permite detectar y poner en evidencia falla significativas

Notas: 1 “Poner en evidencia” significa cualquier respuesta adecuada del instrumento (señal luminosa o acústica, bloqueo del proceso, etc.).

2 Adaptado de OIML D 11:2004, 3.18.

3.29 Sistema de verificación automático

Sistema de verificación que funciona sin la intervención del usuario

Nota: Adaptado de OIML D 11:2004, 3.18.1.

3.30.1 Sistema de verificación automático permanente (tipo P)

Sistema de verificación automático que funciona durante cada ciclo de medición

Nota: Adaptado de OIML D 11:2004, 3.18.1.1.

3.30.2 Sistema de verificación automático intermitente (tipo I)

Sistema de verificación automático que funciona a ciertos intervalos de tiempo o por cada número fijo de ciclos de medición

Nota: Adaptado de OIML D 11:2004, 3.18.1.2.

3.30 Software legalmente pertinente

Cualquier parte del software, incluyendo parámetros almacenados, que tiene influencia en el resultado de medición calculado, visualizado, transmitido o almacenado

3.31 Ensayo

Serie de operaciones destinadas a verificar la conformidad del equipo sometido a ensayo (ESE) con requisitos especificados (OIML D 11:2004, 3.20)

3.32 Lambda

Valor adimensional representativo de la eficiencia de combustión de un motor en términos de la relación aire /combustible en los gases de escape y determinado con una fórmula normalizada indicada.

3.33 Gas de referencia

Mezcla de gas de suficiente estabilidad y homogeneidad, cuya composición se establece apropiadamente para ser utilizada en diferentes ensayos de funcionamiento

Notas: 1 Adaptado de ISO 7504, 4.1 (mezcla de gas de calibración) y 4.1.1 (mezcla de gas de referencia) y “VIM”, 5.13 (material de referencia) y 5.14 (material de referencia certificado).

2 En las normas ISO de referencia, se utiliza generalmente el término “gas de calibración”.

3 Véase también el Anexo B.

3.34 Valor absoluto del módulo (de un número)

Valor del número sin considerar su signo.

3.35 Instrumento de mano

Tipo de instrumento que está diseñado para ser transportado en la mano por una persona con sus accesorios estándar y que descansa sobre una superficie adecuada durante su uso

3.36 Alimentación por la red

Fuente externa primaria de energía eléctrica para el instrumento, incluyendo todos sus subconjuntos (Ejemplos: red de energía pública (AC o DC), generador, batería externa u otros sistemas de alimentación de DC) (adaptado de OIML D 11:2004, 3.21)

3.37 Convertidor de alimentación (dispositivo de suministro de energía)

Subconjunto que convierte la tensión de la alimentación por la red en una tensión adecuada para otros subconjuntos (OIML D 11:2004, 3.22)

3.38 Batería de reserva

Batería que está destinada a suministrar energía a funciones específicas de un instrumento en ausencia de la fuente de alimentación primaria (por ejemplo: para preservar los datos almacenados) (OIML D 11:2004, 3.24)

3.39 Vehículo automotor

Vehículo terrestre, accionado por un motor incorporado, que no es susceptible de ser guiado sobre rieles y que normalmente se utiliza para aplicaciones como:

- el transporte de personas y/o mercaderías;
- el remolque de vehículos utilizados para el transporte de personas y/o mercaderías.

3.40 Abreviaciones

AC Corriente Alterna

MA Modulación de Amplitud

DEA Densidad Espectral de Aceleración

DC Corriente Continua

EM Electromagnético

CEM Compatibilidad Electromagnética

f.e.m. Fuerza Electromotriz

DES Descarga Electrostática

ESE Equipo Sometido a Ensayo

IEC Comisión Electrónica Internacional

ISO Organización Internacional de Normalización

N.A. No Aplicable

OIML Organización Internacional de Metrología Legal

FEP Factor de Equivalencia Propano/Hexano

RMS Media Cuadrática

4 DESCRIPCIÓN DEL INSTRUMENTO

4.1 Generalmente, el instrumento proporciona un medio para muestrear y luego medir los gases de escape expulsados del tubo de escape de un vehículo automotor. Una bomba proporciona los medios para transportar la muestra de gas por un sistema de manipulación de gases. Uno o más dispositivos de detección, incorporados en el sistema de manipulación de gases, analizan la muestra y dan señales relacionadas con las fracciones volumétricas de componentes de gas de interés, a saber, CO, CO₂, HC y O₂. Luego, las señales del detector son procesadas electrónicamente para visualizar y posiblemente registrar los resultados de una medición en las fracciones volumétricas de los componentes del gas junto con otra información relacionada importante, tal como el cálculo del valor de lambda.

4.2 El desempeño general aceptable del instrumento depende de sus diferentes componentes para las características asociadas. En la Figura 1, se muestra un ejemplo de un instrumento que utiliza un gas de referencia para el ajuste.

4.3 Los principales componentes del instrumento son los siguientes:

- una sonda de muestreo introducida en el tubo de escape de un vehículo automotor funcionando para recolectar la muestra de gases de escape;
- una manguera con un tubo conectado a la sonda para dar una trayectoria para que la muestra de gas entre, pase por el instrumento y salga de éste;
- una bomba que transporta los gases por el instrumento;
- un separador de agua para evitar que se forme condensación de agua en el instrumento;
- un filtro para retirar material particulado que podría causar la contaminación de las diferentes partes sensibles del instrumento;
- orificios aguas abajo del separador de agua y el filtro para introducir aire ambiente y el gas de referencia cuando la tecnología utilizada lo exige;
- dispositivos de detección para medir las fracciones volumétricas de la muestra de gas;
- un sistema de datos para procesar la señal que incluya un dispositivo indicador para visualizar los resultados de una medición; y
- un sistema de control para iniciar y verificar las operaciones del instrumento y un sistema de ajuste manual, semiautomático o automático para ajustar los parámetros de funcionamiento del instrumento dentro de límites prescritos.

4.4 El instrumento puede estar equipado con dispositivos auxiliares para medir la temperatura del aceite y/o la velocidad del motor. Sin embargo, este Proyecto de Norma Metrológica no es aplicable a estos dispositivos.

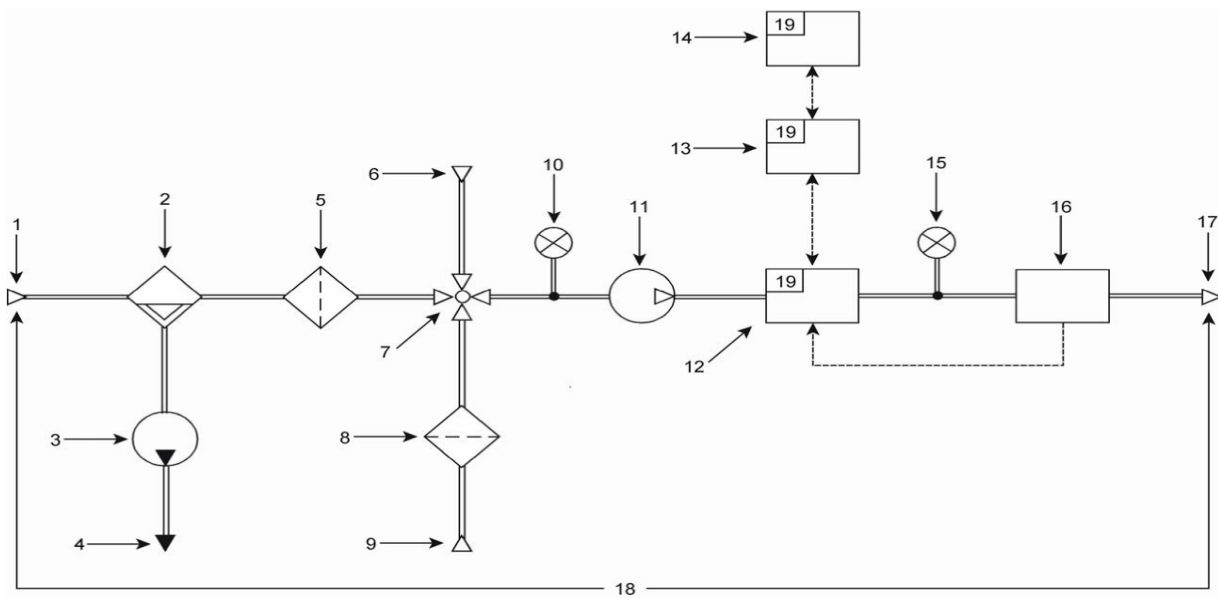


Figura 1 – Ilustración esquemática de un instrumento de medición de gases de escape de vehículos (las referencias entre paréntesis son para los capítulos pertinentes en el texto)

Clave

- | | |
|---|--|
| 1 Sonda de muestreo (6.1.2) | 11 Bomba de gas (6.1.6) |
| 2 Separador de agua (6.1.4) | 12 Banco de medición de CO, CO ₂ y HC |
| 3 Bomba de agua | 13 Dispositivo indicador (6.2 y 6.3) |
| 4 Salida de agua | 14 Interfases (6.1.9) |
| 5 Filtro de gas (6.1.3) | 15 Sensor de presión atmosférica |
| 6 Entrada de gas de referencia (6.1.5) | 16 Sensor de O ₂ |
| 7 Electroválvula | 17 Salida de gas |
| 8 Filtro de carbón vegetal (6.1.5) | 18 Sistema de manipulación de gases (6.1.8) |
| 9 Entrada de gas para ajuste a cero (6.1.5) | 19 Software |
| 10 Sensor de presión diferencial (6.1.7) | |

5 REQUISITOS METROLÓGICOS

5.1 Indicación del resultado de medición

Las fracciones volumétricas de los componentes del gas deben ser expresadas en porcentaje (% vol) para CO, CO₂ y O₂ y en partes por millón (ppm vol) para HC. Las inscripciones de estas unidades deben ser asignadas claramente a la indicación, por ejemplo, “% vol CO”, “% vol CO₂”, “% vol O₂” y “ppm vol HC”.

Debe ser posible visualizar la indicación de los resultados de medición de los diferentes componentes simultáneamente.

Nota: Históricamente, las unidades de fracción volumétrica se han utilizado para la inspección de campo. Sin embargo, las mezclas de gases pueden ser producidas generalmente en fracciones molares de acuerdo con estándares más exactos. Suponiendo que las mezclas de gases obedecen a la ley del gas ideal, se considera que las fracciones molares son iguales a las fracciones volumétricas en este Proyecto de Norma Metrológica. En ISO 14912, se prescribe la conversión exacta de fracción molar a fracción volumétrica.

5.2 Rango de medición

Los alcances de indicación mínimos que pueden subdividirse, deben ser los que se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1

Alcances de medición			
CO % vol	CO ₂ % vol	O ₂ % vol	HC ppm vol
0 a 5	0 a 16	0 a 21	0 a 2 000

5.3 Resolución de indicación

Como se indica en el objeto y campo de aplicación, este Proyecto de Norma Metrológica sólo se refiere a instrumentos indicadores digitales. Los números digitales deben tener por lo menos 5 mm de altura. El número menos significativo de la pantalla debe proporcionar una resolución igual o de un orden de magnitud superior a los valores dados en la Tabla 2.

Tabla 2

Resoluciones mínimas				
CO % vol	CO ₂ % vol	O ₂ % vol		HC ppm vol
		≤ 4% vol	> 4% vol	
0,01	0,1	0,01	0,1	1

Si es necesario, el valor de lambda debe ser visualizado digitalmente con cuatro cifras y debe ser identificado con un símbolo o signo apropiado (por ejemplo, lambda o $\lambda = x,xxx$). La resolución debe ser 0,001.

5.4 Registro duradero de los resultados de medición

Los resultados de medición deben ser registrados utilizando un medio duradero e ir acompañados de información que identifique la medición particular.

En el caso de una impresora, se aplican los siguientes requisitos:

- a) La impresión debe ser clara y permanente para el uso previsto;
- b) La resolución de los datos impresos debe ser la misma que la de la indicación;
- c) Los números impresos deben tener por lo menos 2 mm de altura;
- d) Si la impresión se lleva a cabo, el nombre o el símbolo de la unidad de medición debe estar a la derecha del valor o encima de una columna de valores;
- e) En caso de un dispositivo de impresión externo, la transmisión de datos debe cumplir con 6.1.9.

5.5 Errores máximos permisibles

5.5.1 Errores intrínsecos máximos permisibles

Los errores máximos permisibles dados en la Tabla 3 deben aplicarse para un instrumento en las condiciones de referencia especificadas en 5.6.1.

Tabla 3

Clase	Tipo de error	Errores máximos permisibles ^a			
		CO	CO ₂	O ₂	HC
00	Absoluto	± 0,02 % vol	± 0,3 % vol	± 0,1 % vol	± 4 ppm vol
	Relativo	± 3 %	± 3 %	± 3 %	± 3 %
0	Absoluto	± 0,03 % vol	± 0,4 % vol	± 0,1 % vol	± 10 ppm vol
	Relativo	± 3 %	± 4 %	± 3 %	± 5 %
I	Absoluto	± 0,06 % vol	± 0,4 % vol	± 0,1 % vol	± 12 ppm vol
	Relativo	± 3 %	± 4 %	± 3 %	± 5 %

^a Absoluto o relativo, el mayor de estos dos valores,

Se supone que el tipo de instrumento cumple con este requisito si supera el ensayo A.2 de la Parte 2 de este Proyecto de Norma Metrológica.

5.5.2 Errores máximos permisibles en la verificación inicial

Los errores máximos permisibles dados en la Tabla 4 deben aplicarse para instrumentos en la aprobación del modelo y en la verificación inicial en las condiciones nominales de funcionamiento especificadas en 5.6.2.

Tabla 4

Clase	Tipo de error	Errores máximos permisibles ^a			
		CO	CO ₂	O ₂	HC
00	Absoluto	± 0,02 % vol	± 0,3 % vol	± 0,1 % vol	± 4 ppm vol
	Relativo	± 5 %	± 5 %	± 5 %	± 5 %
0	Absoluto	± 0,03 % vol	± 0,5 % vol	± 0,1 % vol	± 10 ppm vol
	Relativo	± 5 %	± 5 %	± 5 %	± 5 %
I	Absoluto	± 0,06 % vol	± 0,5 % vol	± 0,1 % vol	± 12 ppm vol
	Relativo	± 5 %	± 5 %	± 5 %	± 5 %

^a Absoluto o relativo, el mayor de estos dos valores,

5.5.3 Errores máximos permisibles en la verificación posterior

Los errores máximos permisibles en la verificación posterior deben estar de acuerdo con la Tabla 4.

5.6 Magnitudes de influencia

5.6.1 Condiciones de referencia

- | | | |
|----|--|--|
| a) | temperatura ambiente: | $20\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$; |
| b) | humedad relativa: | $60\% \pm 10\%$ (véase la nota); |
| c) | presión atmosférica: | ambiente estable; |
| d) | tensión de la red: | tensión nominal $\pm 2\%$; |
| e) | frecuencia de la red: | frecuencia nominal $\pm 1\%$; |
| f) | presencia de componentes del gas:
influyentes | ninguno, excepto los mensurados
en N_2 ; |
| g) | vibración: | ninguna / insignificante; |
| h) | tensión de la batería: | tensión nominal de la batería. |

Nota: En caso de tecnología infrarroja, un alcance de humedad relativa de 30% a 60% es aceptable.

5.6.2 Condiciones nominales de funcionamiento

- | | | |
|----|--|--|
| a) | temperatura ambiente: | $+5\text{ °C}$ a $+40\text{ °C}$ ⁽¹⁾ ; |
| b) | humedad relativa: | hasta 85 %, sin condensación; |
| c) | presión atmosférica: | 860 hPa a 1 060 hPa ⁽²⁾ ; |
| d) | tensión de la red: | -15% a $+10\%$ de la
tensión nominal; |
| e) | frecuencia de la red: | $\pm 2\%$ de la frecuencia nominal; |
| f) | tensión de la batería de vehículo terrestre: | batería de 12 V: 9 V a 16 V;
batería de 24 V: 16 V a 32 V; |
| g) | tensión de la batería interna: | baja tensión especificada por el
fabricante, hasta la tensión de una batería
nueva o completamente cargada del tipo
especificado. |

⁽¹⁾ A menos que el fabricante especifique otra cosa, éstos son los alcances normalizados de la temperatura ambiente. Sin embargo, el fabricante puede especificar diferentes alcances en las siguientes condiciones:

- la temperatura inferior debe ser 5 °C ;
- la temperatura superior debe ser 40 °C ó 55 °C .

(2) A menos que el fabricante especifique otra cosa, éste es el alcance normalizado de la presión atmosférica. Sin embargo, el fabricante puede especificar un alcance ampliado de la presión atmosférica pero éste debe incluir el alcance normalizado.

Se supone que el tipo de instrumento cumple con los requisitos de 5.6.2 si supera los siguientes ensayos de la Parte 2 de este Proyecto de Norma Metrológica:

Requisito	Ensayo (de Parte 2)
5.6.2, a)	A.5 + A.6
5.6.2, b)	A.7
5.6.2, c)	A.8
5.6.2, d) y e)	A.9.1
5.6.2, f)	A.9.2
5.6.2, g)	A.9.3

5.6.3 Influencia de otros componentes del gas en el mensurando (sensibilidad cruzada)

El diseño del instrumento debe ser tal que las mediciones no varíen en más de la mitad del módulo del error máximo permisible en la verificación inicial cuando gases distintos al mensurando están presentes en las siguientes fracciones volumétricas máximas:

- 16 % vol CO₂;
- 6 % vol CO;
- 10 % vol O₂;
- 5 % vol H₂;
- 0,3 % vol NO;
- 2 000 ppm vol HC (como n-hexano); y
- vapor de agua hasta la saturación.

Sin embargo, la presencia de H₂ no es necesaria para ensayar el canal de O₂ y la presencia de O₂ y H₂ no es necesaria en el caso de tecnología infrarroja.

Se supone que el tipo de instrumento cumple con este requisito si supera el ensayo A.10 de la Parte 2 de este Proyecto de Norma Metrológica.

5.7 Perturbaciones

Las fallas significativas definidas en 3.21 no deben ocurrir o deben ser detectadas y puestas en evidencia mediante sistemas de verificación en caso de las siguientes perturbaciones:

a) Sacudida mecánica	1 caída de 25 mm sobre cada borde inferior
b) Vibración	10 Hz a 150 Hz, $1,6 \text{ ms}^{-2}$ $0,05 \text{ m}^2\text{s}^{-3}$, -3 dB/octava
c) Caídas de tensión de la red de AC e interrupciones cortas	0,5 ciclos reducción a 0 % 1 ciclo reducción a 0 % $25/30^{(1)}$ ciclos reducción a 70 % $250/300^{(1)}$ ciclos reducción a 0 %
d) Transitorios eléctricos en las líneas de la red	Amplitud 1 kV Frecuencia de repetición 5 kHz
e) Transitorios eléctricos en las líneas de señales, datos y control	Amplitud 0,5 kV Frecuencia de repetición 5 kHz
f) Para instrumentos accionados por una batería de vehículo terrestre:	
transmisión de perturbaciones eléctricas transitorias por conducción a lo largo de líneas de alimentación de baterías de vehículo de 12 V o 24 V	Pulsos 2a, 3a, 3b y 4, nivel de severidad IV de acuerdo con ISO 7637-2
transitorios eléctricos de motores de DC que actúan como generadores después de apagarlos	Pulso de ensayo 2b, nivel de severidad IV de acuerdo con ISO 7637-2
transmisión de perturbaciones eléctricas transitorias por conducción a lo largo de líneas distintas a las líneas de alimentación de baterías de vehículo de 12 V o 24 V	Pulsos a y b, nivel de severidad IV de acuerdo con ISO 7637-3
g) Descargas electrostáticas	6 kV descarga por contacto 8 kV descarga por aire
h) Campos electromagnéticos de radiofrecuencia radiados	hasta 2 GHz, 10 V/m
i) Campos de radiofrecuencia conducidos	hasta 80 MHz, 10 V (f.e.m.)
j) Campos magnéticos de la frecuencia de la red	hasta 30 A/m
k) Sobretensiones: línea a línea en la alimentación por la	1,0 kV

red y líneas desequilibradas de señales,
datos y control

línea a tierra en la alimentación por la 2,0 kV
red, líneas de señales, datos y control la
red, líneas de señales, datos y control

(1) Para 50 Hz / 60Hz respectivamente

Se supone que el tipo de instrumento cumple con los requisitos antes mencionados si supera las siguientes inspecciones y ensayos de la Parte 2 de este Proyecto de Norma Metrológica:

Requisito	Ensayo (de Parte 2)
5.7, a)	A.11.1
5.7, b)	A.11.2
5.7, c)	A.12
5.7, d) + e)	A.13
5.7, f)	A.14
5.7, g)	A.15
5.7, h)	A.17.1
5.7, i)	A.17.2
5.7, j)	A.18
5.7, k)	A.16

5.8 Tiempo de respuesta

Para la medición de CO, CO₂ y HC, el instrumento que incluye el sistema de manipulación de gases especificado, debe indicar el 95% del valor final (determinado con los gases de referencia) en un lapso de 15 s después de cambiar de un gas con contenido cero.

Para la medición de O₂, el instrumento debe indicar un valor que difiere en menos de 0,1% vol del valor final en un lapso 60 s después de cambiar de aire a un gas de referencia libre de oxígeno.

Se supone que el tipo de instrumento cumple con este requisito si supera el ensayo A.20 de la Parte 2 de este Proyecto de Norma Metrológica.

5.9 Tiempo de calentamiento

Después del tiempo de calentamiento, el instrumento debe cumplir los requisitos metrológicos

establecidos en este Proyecto de Norma Metrológica.

El instrumento debe evitar una indicación de fracciones volumétricas del gas medido durante el tiempo de calentamiento.

Se supone que el tipo de instrumento cumple con este requisito si supera el ensayo A.19 de la Parte 2 de este Proyecto de Norma Metrológica.

5.10 Factor de equivalencia propano/hexano

El contenido de hidrocarburos debe ser expresado en equivalente de ppm vol n-hexano (C_6H_{14}). El ajuste puede realizarse utilizando propano (C_3H_8). Por lo tanto, el fabricante debe proporcionar un factor de conversión llamado “factor de equivalencia C_3/C_6 ”, o FEP, para cada instrumento individual con tres cifras significativas (véase también 7.1.2).

Para instrumentos con un único factor de conversión, los valores de medición obtenidos al realizar ensayos con n-hexano no deben diferir en más del error máximo permisible aplicable de la curva establecida con propano.

Para instrumentos capaces de visualizar una serie de factores de conversión, los valores de medición obtenidos al realizar ensayos con n-hexano no debe diferir en más de la mitad del valor del error máximo permisible aplicable de la curva establecida con propano.

Se supone que el tipo de instrumento cumple con este requisito si supera el ensayo A.26 de la Parte 2 de este Proyecto de Norma Metrológica.

Nota: El valor de este factor es generalmente 0,490 y 0,540.

5.11 Cálculo de lambda

Los instrumentos equipados con una indicación de lambda deben realizar el cálculo apropiado con una fórmula adecuada. Para valores de lambda entre 0,8 y 1,2; el error máximo permisible en el cálculo con respecto a la resolución y la aplicación de la fórmula elegida no debe exceder de 0,3%. Para este propósito, se calcula el valor convencionalmente verdadero de una magnitud de acuerdo con la fórmula especificada en el Anexo D.

Nota: La elección de una fórmula específica con sus parámetros puede estar sujeta a

regulaciones nacionales; véase Anexo D para mayor información

5.12 Estabilidad con el tiempo y deriva

Las mediciones realizadas por el instrumento, en condiciones ambientales estables y después del ajuste utilizando un gas de referencia o el sistema de ajuste interno, deben mantenerse dentro de los errores máximos permisibles en la verificación inicial durante por lo menos 4 h sin necesidad de un gas de referencia o reajustes internos por el usuario, cuando se utiliza de acuerdo con las instrucciones de operación del fabricante. Si el instrumento está equipado con un medio para la compensación de deriva, tales como ajuste a cero automático o ajuste interno automático, la acción de estos ajustes no debe producir una indicación que pueda confundirse con la medición de un gas externo.

Se supone que el tipo de instrumento cumple con este requisito si supera el ensayo A.3 de la Parte 2 de este Proyecto de Norma Metrológica.

5.13 Repetibilidad

Para 20 mediciones consecutivas de la misma mezcla de gas de referencia realizadas por la misma persona con el mismo instrumento dentro de intervalos de tiempo relativamente cortos, la desviación estándar experimental de los 20 resultados no debe ser mayor que un tercio del módulo del error máximo permisible en la verificación inicial tomado de 5.5.2 para la mezcla de gas pertinente.

Se supone que el tipo de instrumento cumple con este requisito si supera el ensayo A.4 de la Parte 2 de este Proyecto de Norma Metrológica.

6 REQUISITOS TÉCNICOS

6.1 Construcción

6.1.1 Todos los componentes del sistema de manipulación de gases deben ser de material resistente a la corrosión. El material de la sonda de muestreo debe soportar la temperatura de los gases de escape. Los materiales utilizados no deben influir en la composición de la muestra de gas.

6.1.2 La sonda de muestreo debe estar diseñada de tal manera que pueda ser introducida por lo menos 30 cm en el tubo de escape del vehículo y mantenida en su posición por un

dispositivo de retención sin considerar la profundidad de inserción.

6.1.3.1 El sistema de manipulación de gases debe contener una unidad filtrante con elementos reutilizables o reemplazables capaces de retirar partículas de más de 5 μm de diámetro. Debe ser posible observar el grado de contaminación de un filtro sin retirarlo y también debe ser posible reemplazarlo fácilmente sin herramientas especiales cuando sea necesario.

6.1.3.2 Debe ser posible utilizar el instrumento por un período de al menos 0,5 h con gases de escape de un motor de ensayo especialmente ajustado que tenga una fracción de HC de aproximadamente 800 ppm.

Se supone que el tipo de instrumento cumple con este requisito si supera el ensayo A.24 de la Parte 2 de este Proyecto de Norma Metrológica.

6.1.4.1 El sistema de manipulación de gases debe contener un separador de agua que evite que se forme condensación de agua en los componentes de medición.

Se supone que el tipo de instrumento cumple con este requisito si supera el ensayo A.25 de la Parte 2 de este Proyecto de Norma Metrológica.

6.1.4.2 En el caso de la saturación del separador de agua, debe vaciarse automáticamente o se debe detener automáticamente la operación de medición.

6.1.5 Además de la sonda, los instrumentos con un canal de HC deben tener un orificio para atraer aire ambiente u otro gas sin hidrocarburos, a fin de proporcionar una referencia para el ajuste a cero de los instrumentos. Si se utiliza, se debe hacer pasar aire ambiente por un filtro de carbón vegetal o sistema equivalente. Los instrumentos sin un canal de HC también pueden estar equipados con este orificio adicional.

Las celdas de medición de oxígeno no pueden utilizar aire ambiente para el ajuste a cero; si se requiere el ajuste a cero, debería utilizarse un gas libre de oxígeno.

Se puede añadir otro orificio adicional en el sistema de manipulación de gases para introducir el gas(es) de referencia.

Ambos orificios deben estar ubicados aguas abajo del separador de agua y la unidad filtrante para minimizar la posible contaminación de los gases introducidos. Se debe proporcionar un medio para mantener la misma presión dentro del detector durante el ajuste a cero, el ajuste del gas y el

muestreo.

6.1.6 La bomba que transporta el gas de escape debe ser montada de tal manera que sus vibraciones no afecten las mediciones. Debe ser posible encender y apagar la bomba separadamente de los otros componentes del instrumento por el usuario. Sin embargo, no debe ser posible realizar una medición cuando se apaga la bomba.

Nota: Se recomienda limpiar automáticamente el sistema de manipulación de gases con aire ambiente antes de apagar la bomba.

6.1.7 El instrumento debe estar equipado con un dispositivo que indique cuando el caudal de gas disminuye a un nivel que haría que la detección sobrepase el tiempo de respuesta o la mitad del módulo del error máximo permisible en la verificación inicial y, cuando se alcance ese límite, el dispositivo debe evitar que se realicen mediciones.

Se supone que el tipo de instrumento cumple con este requisito si supera el ensayo A.21 de la Parte 2 de este Proyecto de Norma Metrológica.

6.1.8 El sistema de manipulación de gases debe ser hermético al aire hasta tal punto que la influencia de la dilución con aire ambiente en los resultados de medición no debe ser mayor que:

- para CO, CO₂ y HC: la mitad del módulo del error máximo permisible en la verificación inicial;
- para O₂: 0,1 % vol.

El instrumento no debe ser capaz de realizar una medición si se excede este valor.

Se debe proporcionar un procedimiento de ensayo de fugas con la suficiente exactitud para detectar esta fuga máxima específica, en las instrucciones de operación del fabricante.

Se supone que el tipo de instrumento cumple con este requisito si supera el ensayo A.22 de la Parte 2 de este Proyecto de Norma Metrológica.

6.1.9 El instrumento puede estar equipado con una interfase que permita el

acoplamiento a cualquier dispositivo periférico u otros instrumentos.

Una interfase no debe permitir que los dispositivos periféricos, otros instrumentos interconectados o perturbaciones que actúan sobre la interfase, influyan en las funciones metrológicas de los instrumentos o sus datos de medición.

Las funciones que se realizan o inician a través de una interfase, deben cumplir los requisitos y condiciones pertinentes del capítulo 6.

Si el instrumento es conectado a una impresora de datos o un dispositivo de almacenamiento de datos externo, entonces la transmisión de datos del instrumento a la impresora debe estar diseñada de tal manera que los resultados no puedan ser falsificados.

No debe ser posible imprimir un documento o almacenar los datos de medición en un dispositivo externo para fines legales si el sistema(s) de verificación del instrumento detecta(n) una falla significativa o un malfuncionamiento.

Los requisitos metrológicos relacionados con el registro duradero de los resultados de medición son definidos en 5.4.

6.2 Sistemas de ajuste

6.2.1 Los instrumentos deben tener un sistema automático que permita las operaciones de puesta a cero y ajuste.

6.2.2 El ajuste interno no debe influir ni en el cero ajustado ni en la linealidad de la respuesta de los instrumentos. Éstos deben ser acoplados a cualquier ajuste realizado con un gas de referencia. Se debe proporcionar un método de acoplamiento de tal manera que cada vez que se realice el ajuste de un gas, el valor del gas y el valor del ajuste interno sean ajustados y la indicación sea igual al valor del gas de referencia.

6.2.3 Los instrumentos deben estar provistos con un medio para observar indicaciones negativas cercanas a cero para algunos de los ensayos descritos en la Parte 2.

6.3 Seguridad de operación

6.3.1 Si se logra la detección de una o más de las perturbaciones mencionadas en 5.7

con el uso de sistemas de autoverificación automáticos, entonces debe ser posible verificar el funcionamiento correcto de estos sistemas.

6.3.2 Los instrumentos con un canal de HC deben estar equipados con un sistema de verificación para detectar residuos de gas de HC. Este sistema sirve para determinar que, antes de realizar una medición, el valor indicado sea inferior a 20 ppm vol n-hexano para una muestra de aire ambiente tomada a través de la sonda.

Se supone que el tipo de instrumento cumple con este requisito si supera el ensayo A.23 de la Parte 2 de este Proyecto de Norma Metrológica.

6.3.3 El instrumento no debe ser capaz de realizar una medición si el valor del residuo de HC es superior a 20 ppm vol n-hexano. Si el instrumento está provisto de un ciclo de medición, este requisito debe cumplirse al inicio de cada ciclo de medición; de lo contrario, el fabricante debe indicar qué constituye el inicio de la medición.

6.3.4 Los instrumentos con un canal de O₂ deben estar equipados con un dispositivo para reconocer automáticamente cualquier malfuncionamiento del sensor debido al envejecimiento o una rotura en la línea de conexión.

6.3.5 El instrumento debe ser controlado por un sistema de autoverificación automático que debe funcionar de tal manera que, antes que se pueda indicar o imprimir una medición, se confirme todos los ajustes internos, ajustes de gas de referencia y todos los demás parámetros del sistema de verificación para los valores o estado apropiados (es decir, dentro de los límites). El sistema de verificación de los parámetros del instrumento debe ser, como requisito mínimo, de los tipos indicados en la Tabla 5.

Tabla5

Parámetro del instrumento	Tipo de sistema de verificación ^a
a) Verificación de calentamiento	P
b) Verificación de flujo bajo	P
c) Verificación de residuo de HC	I
d) Verificación de ajuste de referencia interno	I
e) Verificación de ajuste de gas	I
f) Verificación de fugas	I
^a P = automático y permanente I = automático e intermitente	

6.3.6 Los instrumentos equipados con un sistema de ajuste automático o semiautomático no deben ser capaces de realizar una medición hasta que se haya completado los ajustes correctos.

6.3.7 Los instrumentos equipados con un sistema de ajuste semiautomático no deben ser capaces de realizar una medición cuando se requiere un ajuste.

6.3.8 Se puede proporcionar un medio para advertir de un ajuste requerido para sistemas de ajuste tanto automáticos como semiautomáticos.

6.3.9 Se debe proporcionar dispositivos de sellado eficaces en todas las partes del instrumento que no están protegidas físicamente de otra manera contra operaciones susceptibles de afectar la exactitud o integridad del instrumento.

Esto se aplica especialmente a:

- medios de ajuste;
- integridad del software;
- celda de combustible de oxígeno reemplazable.

6.3.10 El software debe cumplir con los requisitos de 6.3.10.1 y 6.3.10.2.

6.3.10.1 Se debe proteger el software legalmente pertinente contra modificaciones, carga o cambios inadmisibles intercambiando el dispositivo de memoria.

Se debe proteger los parámetros que fijan las características legalmente pertinentes del instrumento, contra modificaciones no autorizadas.

La protección comprende el sellado mecánico o medios electrónicos o criptográficos que hacen imposible o evidente una intervención inadmisibles.

6.3.10.2 Se debe identificar claramente el software legalmente pertinente con la versión de software y una suma de comprobaciones (un logaritmo de CRC 16 es una solución aceptable para este cálculo). La versión de software puede consistir de más de una parte pero solamente una parte debe estar dedicada a los fines legales.

La identificación debe estar estrechamente relacionada con el propio software y debe ser visualizada o impresa mediante un comando o visualizada durante la operación.

6.3.11 La conexión de otro dispositivo al instrumento, cualquier característica del propio dispositivo conectado o cualquier dispositivo remoto que se comunique con el instrumento de

medición, no debe influir de manera inadmisibles en las características metrológicas del mismo.

6.3.12 Para instrumentos sin un dispositivo de compensación de presión, se requiere el ajuste diario de la presión atmosférica real.

6.3.13 Un instrumento a batería debe funcionar correctamente con baterías nuevas o completamente cargadas del tipo especificado o seguir funcionando correctamente o no indicar ningún valor cuando la tensión está por debajo del valor especificado por el fabricante.

Se supone que el tipo de instrumento cumple con este requisito si supera el ensayo A.9.3 de la Parte 2 de este Proyecto de Norma Metrológica.

En 5.6.2, f), se establecen los límites de tensión específicos para baterías de vehículo terrestre.

7 INSCRIPCIONES E INSTRUCCIONES DE OPERACIÓN

7.1. Inscripciones

7.1.1 El instrumento debe tener una etiqueta o etiquetas permanentes, no transferibles y fácilmente legibles que proporcionen la siguiente información:

- a) marca comercial/razón social del fabricante;
- b) año de fabricación;
- c) designación de clase de exactitud de acuerdo con este Proyecto de Norma Metrológica;
- d) marca de aprobación del modelo y número del modelo;
- e) número de serie del instrumento;
- f) caudal mínimo y nominal;

- g) detalles de la energía eléctrica:
- en caso de alimentación por la red: la tensión, frecuencia y potencia nominal requerida;
 - en caso de alimentación por una batería de vehículo terrestre: la tensión y potencia nominal requerida de la batería;
 - en caso de una batería removible interna: el tipo y tensión nominal de la batería;
- h) componentes del gas y valor medido máximo requerido;
- i) descripción del tipo y modelo de la celda de combustible de oxígeno;
- j) si el alcance de temperatura ambiente o el alcance de presión atmosférica difiere de los valores normalizados (véase 5.6.2, a) y c)), estos alcances especiales deben ser marcados en el instrumento;
- k) identificación del software legalmente pertinente (si es aplicable; véase 7.1.3).

7.1.2 El valor del factor de equivalencia propano/hexano (véase 5.10) de cada instrumento debe ser marcado de forma permanente y visible con tres cifras significativas en el panel delantero del instrumento o debe ser visualizado fácilmente en el dispositivo indicador.

En el caso en que exista más de un único factor de equivalencia propano/hexano, estos factores deben ser visualizados con las fracciones volumétricas asociadas.

Si se cambia o repara un elemento sensible al gas, el nuevo factor(es) de conversión debe ser marcado o visualizado de acuerdo con 7.1.2.

7.1.3 Para instrumentos con funciones metrológicas controladas por software, la identificación del software legalmente pertinente debe ser colocada en una etiqueta de acuerdo con 7.1.1 o ser visualizada en el dispositivo indicador.

El instrumento debe estar equipado con un sistema para visualizar el código de identificación mencionado en 6.3.10.

7.2. Instrucciones de operación

7.2.1 El fabricante debe proporcionar instrucciones de operación escritas para cada instrumento en el idioma(s) del país en el cual se utilizará.

7.2.2 Las instrucciones de operación deben incluir:

- a) los intervalos de tiempo y los procedimientos para ajuste y mantenimiento que deben seguirse para cumplir con los errores máximos permisibles (véase también 6.3.5, Tabla 5 y 6.3.12);
- b) una descripción del procedimiento de ensayo de fugas;
- c) una instrucción para que el usuario realice una verificación de residuo de HC antes de cada medición de HC, incluyendo una descripción del procedimiento de verificación de residuo de HC;
- d) las temperaturas de almacenamiento máxima y mínima;
- e) si es aplicable, una especificación de la tensión y frecuencia requeridas de cualquier generador portátil, tomando en cuenta las condiciones de carga variables típicas de los encontrados en el punto de uso;
- f) una declaración de las condiciones nominales de funcionamiento mencionadas en 5.6.2 y otras condiciones ambientales mecánicas y electromagnéticas pertinentes;
- g) en caso que se calcule un valor de λ , una descripción de la fórmula aplicada;
- h) una instrucción para el cambio de la celda de combustible de oxígeno;
- i) para instrumentos alimentados por un convertidor de alimentación externo; especificaciones de este convertidor de alimentación;

- j) si es aplicable, detalles de la compatibilidad con equipo auxiliar;

- k) si el alcance de temperatura sobrepasa el alcance prescrito en 5.6.2, este alcance más amplio debe ser incluido en las instrucciones de operación;

- l) cualquier condición de funcionamiento específica, por ejemplo, una limitación de la longitud de líneas de señales, datos o control, o alcances especiales de la temperatura ambiente y la presión atmosférica;

- m) si es aplicable, las especificaciones de la batería (véase 6.3.13).

PARTE 2 – CONTROLES METROLÓGICOS Y ENSAYOS

8 CONTROLES METROLÓGICOS

8.1 Aprobación del modelo

8.1.1 Documentación

La documentación suministrada por el fabricante para un instrumento al solicitar la aprobación del modelo, debe incluir:

- a) una descripción de su principio general de medición;
- b) una lista de sus componentes esenciales con sus características;
- c) una descripción de sus componentes esenciales con los planos y diagramas que sean necesarios para el ensayo y mantenimiento;
- d) la información general sobre el software requerido para un instrumento de medición equipado con un microprocesador. En particular, se debe cubrir el requisito 6.3.10;
- e) en caso que se incluya un cálculo de λ , una descripción de la fórmula aplicada incorporando los valores de los parámetros y constantes físicas, y evidencia que demuestre que se cumple el requisito de 5.11;
- f) las instrucciones de operación que se debe proporcionar al usuario.

Junto con una solicitud de aprobación del modelo, el fabricante debe proporcionar cualquier dato u otra información que pueda sustentar la afirmación de que el diseño y construcción del instrumento cumple con los requisitos de este Proyecto de Norma Metrológica.

8.1.2 Requisitos generales

La evaluación del modelo debe realizarse en por lo menos una unidad que represente al modelo definitivo. La evaluación debe consistir de los ensayos especificados en 8.1.3.

Para acelerar el procedimiento de ensayo, el laboratorio de ensayos puede realizar diferentes ensayos simultáneamente en diferentes unidades. En este caso, el laboratorio de ensayos debe asegurarse de que todos los instrumentos presentados sean del mismo tipo.

Todas las inspecciones y ensayos de exactitud e influencia deben realizarse en la misma unidad pero los ensayos de perturbaciones pueden realizarse en más de dos instrumentos adicionales. Véase la Tabla 6. En este caso, el laboratorio de ensayos decide qué ensayo(s) debe(n) realizarse en qué unidad.

Tabla 6

Ensayos que deben realizarse en una y la misma muestra					Ensayos que pueden dividirse entre no más de 2 instrumentos adicionales				
A.2	A.5	A.7	A.9	A.19	A.11	A.14	A.17	A.22	A.25
A.3	A.6	A.8	A.10	A.20	A.12	A.15	A.18	A.23	A.26
A.4					A.13	A.16	A.21	A.24	

8.1.3 Inspección y ensayos

La inspección y ensayos de instrumentos tienen por objeto verificar el cumplimiento de los requisitos de los capítulos 5, 6 y 7 de este Proyecto de Norma Metrológica.

Por lo general, los ensayos deberían realizarse en el instrumento completo. Si el tamaño o configuración del instrumento no se presta para ensayarlo como una unidad o si sólo se trata de un componente o dispositivo particular del instrumento, puede realizarse un ensayo en el componente o dispositivo por separado. Estos ensayos sólo pueden realizarse si puede lograrse un montaje de medición simulado que refleje las condiciones nominales de funcionamiento del componente o dispositivo.

El contenido de mezclas de gas utilizadas durante la aprobación del modelo debe estar conforme con el especificado en el Anexo B (normativo).

Nota: No se pretende que el instrumento o sus componentes sean desmontados para un ensayo.

8.1.3.1 Se debe hacer una inspección visual del instrumento para tener una apreciación general de su diseño, construcción y conformidad con la documentación presentada para la aprobación del modelo.

En particular, se deben evaluar los siguientes aspectos:

- a) indicación (5.1);
- b) alcance de medición (5.2);
- c) resolución (5.3);
- d) dispositivo de almacenamiento duradero o impresión (5.4);
- e) construcción (6.1);
- f) sistemas de ajuste (6.2);
- g) seguridad de operación (6.3);
- h) inscripciones (7.1);
- i) instrucciones de operación (7.2);
- j) dispositivos de sellado (6.3.9); y
- k) consecuencia del malfuncionamiento del sensor de O₂ (6.3.4).

8.1.3.2 El ESE debe ser sometido a los ensayos de funcionamiento especificados en el capítulo 9 para determinar su correcto funcionamiento.

8.2 Verificación inicial

8.2.1 Requisitos generales

Un instrumento nuevo debe ser sometido a una verificación inicial sólo después de la aprobación del modelo. La verificación debe realizarse utilizando medios de ensayo adecuados y gases de referencia certificados.

8.2.2 Inspección

Antes de iniciar los ensayos, deben realizarse las siguientes inspecciones:

- a) una inspección visual para determinar la conformidad con el modelo aprobado;
- b) una verificación de la tensión y frecuencia de alimentación en el punto de uso para determinar el cumplimiento de las especificaciones en la etiqueta del instrumento de medición.

8.2.3 Ensayos

Los ensayos para determinar los errores del instrumento deben realizarse en las condiciones nominales de funcionamiento.

- a) Antes de iniciar los ensayos, ajustar el instrumento de acuerdo con el procedimiento de ajuste de rutina descrito en las instrucciones de operación del fabricante.
- b) Después de que el instrumento se ha calentado, determinar la curva de error de acuerdo con el ensayo A.2 del Anexo A. El canal de oxígeno debe ser ensayado para la indicación de cero y la lectura del intervalo de medición utilizando un gas de referencia sin oxígeno (sólo CO y/o CO₂ y/o HC en N₂) y un gas de referencia que contenga 20.9 % vol O₂.

Los gases de referencia deben ser suministrados a la sonda a presión ambiente (con una desviación de 8 hPa).

Los errores observados deben encontrarse dentro de los límites de los errores máximos permisibles de 5.5.2 en la verificación inicial para cada medición.

- c) Verificar la hermeticidad del sistema realizando una verificación de fugas según se describe en las instrucciones de operación del fabricante.
- d) Verificar para determinar los residuos de HC con el procedimiento descrito en las instrucciones de operación del fabricante.
- e) Verificar para determinar la activación del dispositivo de bajo flujo de gas y también el bloqueo de bajo flujo, restringiendo el flujo de gas suministrado a la sonda mientras se muestrea aire ambiente.
- f) Verificar el tiempo de respuesta del canal de CO y el canal de O₂.

8.2.4 Gases que deben utilizarse para la verificación inicial

La verificación inicial puede realizarse con N₂ puro y las mezclas de gas E, F, G y/o H especificadas en la Tabla B.1 del Anexo B.

Además, para los instrumentos de las Clases 00 y 0, debe realizarse un ensayo con la mezcla de gas L.

8.3 Verificación posterior

8.3.1 Requisitos generales

La verificación posterior debe realizarse utilizando medios de ensayo adecuados y gases de referencia certificados.

El intervalo para la verificación posterior está sujeto a la legislación nacional o regional.

8.3.2 Inspección

Antes de iniciar los ensayos, debe realizarse una inspección visual para determinar la validez de la verificación anterior y la presencia de todos los sellos y documentos requeridos.

8.3.3 Ensayos para la verificación posterior

Deben realizarse todos los ensayos según 8.2.3.

8.3.4 Gases que deben utilizarse para la verificación posterior

La verificación posterior puede realizarse con N₂ puro y las mezclas de gas E, F, G y/o H especificadas en la Tabla B.1 del Anexo B.

Además, para los instrumentos de las Clases 00 y 0, debe realizarse un ensayo con la mezcla de gas L.

9 ENSAYOS DE FUNCIONAMIENTO PARA LA APROBACIÓN DEL MODELO

Antes de los ensayos para la aprobación del modelo y cuando se especifique en las instrucciones de operación del fabricante proporcionadas en 8.1.1 f), el instrumento debe ser ajustado con gases de referencia de acuerdo con estas instrucciones. Los gases de referencia deben ser suministrados a la sonda a presión ambiente (con una desviación de 8 hPa).

9.1 Verificación de la curva de error

Este ensayo debe realizarse en las condiciones de referencia de acuerdo con el ensayo A.2 del Anexo A. Durante este ensayo, los errores no deben exceder el error intrínseco máximo permisible de 5.5.1 para cualquier medición.

9.2 Estabilidad con el tiempo o deriva

Este ensayo debe realizarse de acuerdo con el ensayo A.3 del Anexo A, en las condiciones de referencia. Durante este ensayo, deben cumplirse los requisitos de 5.12.

9.3 Repetibilidad

Este ensayo debe realizarse de acuerdo con el ensayo A.4 del Anexo A, en las condiciones de referencia. Durante este ensayo, deben cumplirse los requisitos de 5.13.

9.4 Efecto de las magnitudes de influencia

Por lo general, sólo se debe variar una magnitud de influencia durante un ensayo mientras que las otras se mantienen en sus valores de referencia.

9.4.1 Condiciones ambientales y suministro eléctrico

Los siguientes ensayos a) a e) cubren las condiciones nominales de funcionamiento especificadas en 5.6.2.

Durante los ensayos a) a d), las indicaciones del instrumento deben mantenerse dentro del error máximo permisible en la verificación inicial.

Durante el ensayo e), la variación de indicación no debe ser mayor que la mitad del módulo del error máximo permisible en la verificación inicial.

- | | |
|---------------------------------------|----------------------|
| a) calor seco: | véase el ensayo A.5; |
| b) frío: | véase el ensayo A.6; |
| c) calor húmedo, en régimen estable: | véase el ensayo A.7; |
| d) presión atmosférica: | véase el ensayo A.8; |
| e) variación de tensión y frecuencia: | véase el ensayo A.9. |

9.4.2 Influencia de otros componentes del gas en el mensurando (sensibilidad cruzada)

Este ensayo debe realizarse en las condiciones de referencia, excepto la presencia de componentes del gas influyentes (5.6.1 f). Durante este ensayo (véase A.10), deben cumplirse los requisitos de 5.6.3 cuando el valor absoluto de la variación de la indicación encontrada no debe ser superior a la mitad del módulo del error máximo permisible en la verificación inicial.

9.5 Perturbaciones

No deben ocurrir fallas significativas o deben ser detectadas mediante sistemas de verificación durante los siguientes ensayos, realizados para verificar los requisitos de 5.7 para los instrumentos en las condiciones nominales de funcionamiento (según se especifica en 5.6.2):

- a) sacudida mecánica y vibraciones: véase ensayo A.11;
- b) caídas de tensión de la red de AC e interrupciones cortas: véase ensayo A.12;

- c) transitorios eléctricos en la red de AC, líneas de señales, datos y control: véase el ensayo A.13;
- d) perturbaciones eléctricas transitorias por conducción en caso de una batería de vehículo terrestre: véase el ensayo A.14;
- e) descargas electrostáticas: véase el ensayo A.15;
- f) Sobretensiones en las líneas de señales, datos, control y alimentación: véase el ensayo A.16;
- g) campos electromagnéticos de radiofrecuencia radiados: véase el ensayo A.17;
- h) campos magnéticos de frecuencia de la red: véase el ensayo A.18.

9.6 Ensayos para determinar la conformidad con otros requisitos técnicos y metrológicos

Los instrumentos deben ser ensayados para determinar la conformidad con los siguientes requisitos:

- a) tiempo de calentamiento de acuerdo con 5.9: véase el ensayo A.19;
- b) tiempo de respuesta de acuerdo con 5.8: véase el ensayo A.20;
- c) flujo bajo de acuerdo con 6.1.7: véase el ensayo A.21;
- d) fugas de acuerdo con 6.1.8: véase el ensayo A.22;
- e) residuo de HC de acuerdo con 6.3.2: véase el ensayo A.23;
- f) unidad filtrante de acuerdo con 6.1.3: véase el ensayo A.24;
- g) separador de agua de acuerdo con 6.1.4: véase el ensayo A.25;
- h) factor de equivalencia propano/hexano de acuerdo con 5.10: véase el ensayo A.26;

9.7 Fuente de energía para la evaluación del modelo

Si es aplicable, se debe especificar la fuente apropiada de energía para el uso en el campo de los instrumentos en las instrucciones de operación del fabricante. Si se especifica una fuente de energía además de la red, por ejemplo, una batería o generador portátil, entonces el instrumento debe ser sometido a ensayos pertinentes del modelo con cada fuente de energía con la cual se pretende que funcione.

Cada ensayo especificado en el Anexo A (normativo/obligatorio) debe ser iniciado y concluido sin cambiar o recargar la fuente de energía.

Anexo A
DESCRIPCIÓN DE ENSAYOS DE FUNCIONAMIENTO PARA LA
APROBACIÓN DEL MODELO
(Normativo/obligatorio)

A.1 Generalidades

Las fracciones volumétricas de HC especificadas para estos ensayos son expresadas en términos de n-hexano. Sin embargo, el propano puede utilizarse como componente de HC del gas de referencia según se requiera para cada ensayo de funcionamiento, excepto el especificado en A.26 (véase capítulo 1 y apartado 5.10).

Es necesario consultar las publicaciones a las que se hace referencia, antes de realizar los ensayos.

Si el instrumento está equipado con una indicación de lambda, se registra el valor visualizado de lambda para cada ensayo y se lo compara con el valor calculado con la fórmula especificada en el Anexo D. De acuerdo con 5.11, la diferencia no debe ser superior a 0,3%.

A.2 Curva de error

Los errores del instrumento deben ser determinados por separado para cada mensurando y para al menos tres valores dentro de su alcance de medición utilizando las fracciones volumétricas recomendadas de acuerdo con las mezclas E, F y G y/o H de la Tabla B.1 del Anexo B.

Además, para los instrumentos de las Clases 00 y 0, debe realizarse un ensayo con la mezcla de gas L. Las mediciones deben realizarse sucesivamente.

A.3 Estabilidad con el tiempo y deriva

Este ensayo debe realizarse por un período de 4 h después del tiempo de calentamiento. Las mediciones deben realizarse por lo menos cada media hora utilizando las fracciones volumétricas recomendadas de acuerdo con la mezcla A de la Tabla B.1 del Anexo B.

A.4 Repetibilidad

El procedimiento de ensayo especificado en 5.13 debe realizarse con las fracciones volumétricas recomendadas de acuerdo con la mezcla A de la Tabla B.1 del Anexo B. Entre una medición y otra, el instrumento debe volver a las condiciones de "aire libre".

A.5 Calor seco

A.5.1 Este ensayo consiste en la exposición del instrumento a una temperatura de 40 °C (ó 55 °C si el fabricante lo especifica de acuerdo con 5.6.2) en condiciones de "aire libre" por 2 h (el tiempo especificado empieza después de que el instrumento ha alcanzado la estabilidad respecto a la temperatura). Durante el ensayo, la velocidad de cambio en la temperatura no debe ser superior a 1 °C/min durante el calentamiento y enfriamiento, y la humedad relativa en la atmósfera de ensayo no debe ser superior a 50%.

Véase IEC 60068-2-2 e IEC 60068-3-1.

A.5.2 El gas de referencia debe ser suministrado a la sonda a presión ambiente (con una desviación de 8 hPa). Durante el ensayo, debe realizarse una medición cada media hora utilizando las dos mezclas compuestas de las fracciones volumétricas recomendadas de acuerdo con las mezclas A y C de la Tabla B.1 del Anexo B.

A.6 Frío

A.6.1 Este ensayo consiste en la exposición del instrumento a una temperatura de 5 °C en condiciones de "aire libre" por 2 h (el tiempo especificado empieza después de que el instrumento ha alcanzado la estabilidad respecto a la temperatura). Durante el calentamiento o enfriamiento del instrumento, la velocidad de cambio en la temperatura no debe ser superior a 1 °C/min.

Véase IEC 60068-2-1 e IEC 60068-3-1.

A.6.2 El gas de referencia debe ser suministrado a la sonda a presión ambiente (con una desviación de 8 hPa). Durante el ensayo, debe realizarse una medición cada media hora utilizando dos mezclas compuestas de las fracciones volumétricas recomendadas de acuerdo con las mezclas A y C de la Tabla B.1 del Anexo B.

A.7 Calor húmedo, en régimen estable

A.7.1 Este ensayo consiste en la exposición del instrumento a una temperatura constante de 30 °C y una humedad relativa constante de 85% por dos días. La exposición debe ser tal que el agua no se condense en el instrumento. Se considera que la temperatura es estable cuando la diferencia entre las temperaturas extremas no es superior a 5 °C, y la velocidad de cambio no es superior a 5 °C/h.

Véase IEC 60068-2-78.

A.7.2 El gas de referencia debe ser suministrado a la sonda a presión ambiente (con una desviación de 8 hPa). Durante el ensayo, debe realizarse una medición cada día utilizando dos mezclas compuestas de las fracciones volumétricas recomendadas de acuerdo con las mezclas A y C de la Tabla B.1 del Anexo B.

A.8 Presión atmosférica

A.8.1 El ensayo consiste en mediciones bajo las presiones extremas de las condiciones nominales de funcionamiento (860 hPa a 1060 hPa) o presiones extremas fuera de estos límites cuando lo especifica el fabricante.

Los valores extremos deben alcanzarse gradualmente a partir de las condiciones de presión ambiente estable y luego deben mantenerse estable durante 30 min antes de iniciar las mediciones según se especifica en A.8.2.

A.8.2 Los gases de referencia deben ser suministrados a la sonda a presión ambiente (con una desviación de 8 hPa).

Las mediciones deben realizarse utilizando dos mezclas compuestas de las fracciones volumétricas recomendadas de acuerdo con las mezclas A y C de la Tabla B.1 del Anexo B a las siguientes presiones:

- presión ambiente;
- presión alta extrema;
- presión baja extrema;
- presión ambiente.

Los errores observados deben encontrarse dentro de los límites de los errores máximos

permisibles especificados en 5.5.2, Tabla 4 en la verificación inicial para cada medición.

Nota: Si un ajuste automático o semiautomático forma parte del proceso de compensación de presión, se debe tener cuidado de asegurar que las mediciones en ambos valores de presión extremos se realicen después de haber realizado este ajuste.

Véase: OIML D 11:2004, 10.4.1, nivel de severidad 2.

A.9 Variación de tensión y frecuencia

En caso que el instrumento pueda utilizarse con más de una fuente de energía, todos los ensayos pertinentes A.9.1 a A.9.3 deben realizarse independientemente.

A.9.1 Tensión y frecuencia de la red de AC

Los instrumentos destinados para ser alimentados por la red de AC son sometidos a un ensayo de variación de tensión de la red de AC y un ensayo de variación de frecuencia de la red de AC, que consisten en la exposición del instrumento a valores extremos de la tensión U y frecuencia f de la red por un período lo suficientemente largo para realizar la medición requerida. Deben aplicarse las condiciones dadas en la Tabla A.1.

Tabla A.1

Parámetro	Unidad	Tolerancia relativa
Tensión de la red, U	Voltio	Tensión nominal + 10 % Tensión nominal – 15 %
Frecuencia de la red	Hertz	Frecuencia nominal ± 2 %;

Véase IEC/TR 61000-2-1 e IEC 61000-4-1.

A.9.2 Tensión de una batería de vehículo terrestre

El ensayo consiste en la exposición del instrumento a las tensiones alta y baja especificadas en la Tabla A.2 por un período lo suficientemente largo para realizar la medición requerida. En caso que el ensayo no se realice con una batería normal de vehículo terrestre sino mediante un suministro de energía de laboratorio, se debe simular la resistencia interna de la batería. Esto es especialmente importante para el ensayo de baja tensión.

Tabla A.2

Tensión nominal	12 V	24 V
Tensión baja	9 V	16 V
Tensión alta	16 V	32 V

A.9.3 Tensión de una batería interna

El ensayo consiste en la exposición del instrumento a la tensión de una batería nueva o completamente cargada y la tensión baja especificada por el fabricante por un período lo suficientemente largo para realizar la medición requerida. En caso que el ensayo no se realice con una batería normal según se especifica sino mediante un suministro de energía de laboratorio, se debe simular la resistencia interna de la batería. Esto es especialmente importante para el ensayo de baja tensión.

A.9.4 Aunque el instrumento es expuesto por separado a cada tipo apropiado de variaciones indicadas en A.9.1, A.9.2 o A.9.3, las mediciones deben realizarse utilizando las fracciones volumétricas recomendadas de acuerdo con la mezcla A de la Tabla B.1 del Anexo B.

A.10 Influencia de otros componentes del gas en el mensurando (sensibilidad cruzada)

A.10.1 La sensibilidad cruzada debe ser determinada mediante los siguientes dos ensayos:

A.10.1.1 Ensayo con un solo componente:

- a) Suministrar al instrumento N₂ solo.
- b) Suministrar al instrumento sucesivamente cada gas influyente solo en N₂ (mezclas binarias) en su máximo valor según se especifica en 5.6.3.
- c) Comparar las respuestas “cero” del instrumento determinadas en a) y b) para cada mensurando. La diferencia de indicaciones debe cumplir los requisitos especificados en 5.6.3 para “cero”.

A.10.1.2 Ensayo con todos los mensurandos en N₂:

- a) Suministrar al instrumento solo un mensurando en N₂. Repetir la operación para los otros mensurandos.

- b) Suministrar al instrumento todos los mensurandos juntos en N₂.
- c) Para cada mensurando, la diferencia entre los errores del instrumento determinados en a) y el error determinado en b) deben cumplir los requisitos especificados en 5.6.3.

A.10.2 Para el ensayo de A.10.1.2 y para instrumentos que detectan con absorción infrarroja y para el canal de O₂, se recomienda las fracciones volumétricas de acuerdo con el gas D de la Tabla B.1 del Anexo B, completamente saturadas con humedad (humedad > 95%).

Remitiéndose a 5.6.3, si la presencia de O₂ y H₂ es necesaria, deben utilizarse dos mezclas de gas diferentes para evitar el riesgo de explosión. Las fracciones volumétricas recomendadas para el mensurando en N₂ son las fracciones volumétricas de acuerdo con las mezclas J y K de la Tabla B.1 del Anexo B.

A.11 Sacudida mecánica y vibraciones

A.11.1 Para el ensayo de sacudida mecánica, el instrumento ensayado debe ser colocado en su posición normal de uso sobre una superficie rígida. Debe ser inclinado en un solo borde inferior y luego se debe dejar que caiga libremente sobre la superficie de ensayo.

Deben aplicarse las siguientes condiciones:

- altura de caída: 25 mm;
- número de caídas: 1 en cada borde inferior.

Véase IEC 60068-2-3 1.

A.11.2 Para el ensayo de vibraciones (sólo para instrumentos de mano definidos en 3.3.5), el instrumento debe ser montado en su posición normal. Debe ser expuesto a vibraciones aleatorias con las siguientes condiciones:

- alcance de frecuencia total: 10 Hz a 150 Hz;
- nivel de RMS total: 1,6 m·s⁻² ;
- nivel de ASD 10 Hz a 20 Hz: 0,05 m² ·s⁻³ ;
- nivel de ASD 20 Hz a 150 Hz: -3 dB/octava;
- número de ejes: 3;
- duración por eje: 2 min.

Véase IEC 60068-2-64.

A.11.3 Antes y después de cada ensayo, deben realizarse mediciones utilizando las fracciones volumétricas recomendadas de acuerdo con la mezcla A de la Tabla B.1 del Anexo B.

A.12 Caídas de tensión de la red de AC e interrupciones cortas

A.12.1 Debe utilizarse un generador de ensayo adecuado para reducir, por un período definido, la amplitud de la tensión de la red de AC. Debe ser ajustado antes de ser conectado al instrumento.

En el caso de las caídas de tensión, deben aplicarse todos los tres ensayos de acuerdo con la Tabla A.3.

Las reducciones de la tensión deben repetirse 10 veces con un intervalo de por lo menos 10 segundos entre los ensayos.

Tabla A.3

Caídas de tensión	Ensayo a	Hasta	0 %	
		Duración	0,5 ciclos	
	Ensayo b	Hasta	0 %	
		Duración	1 ciclo	
	Ensayo c	Hasta	70 %	
		Duración	50 Hz	25 ciclos
60 Hz			30 ciclos	
Interrupciones cortas	Hasta	0 %		
	Duración	50 Hz	250 ciclos	
		60 Hz	300 ciclos	

Véase IEC 61000-4-11.

A.12.2 Durante el ensayo, deben realizarse mediciones utilizando las fracciones volumétricas recomendadas de acuerdo con la mezcla A de la Tabla B.1 del Anexo B.

A.13 Ráfagas (Transitorias)

A.13.1 El ensayo consiste en la exposición a transitorios eléctricos de picos de tensión en puertos de alimentación, puesta a tierra de protección y puertos de señales de Entrada/Salida, datos y control.

El sistema de inyección de la red debe tener filtros bloqueadores para evitar que la energía de transitorios eléctricos sea disipada en la red.

Para el acoplamiento de los transitorios eléctricos a las líneas de E/S y comunicación y puertos de alimentación por batería externa, debe utilizarse una abrazadera de acoplamiento capacitivo según se define en la Norma.

El ensayo debe realizarse en las condiciones dadas en la Tabla A.4.

Tabla A.4

	Puertos de alimentación por la red de AC y puesta a tierra de protección	Puertos de señales de Entrada/Salida,
Tensión de ensayo	1 kV	0,5 kV
Frecuencia de repetición	5 kHz	
Polaridad de los transitorios eléctricos	Tanto positiva como negativa	
Duración del ensayo	≥ 1 minuto	

Véase IEC 61000-4-4.

A.13.2 Durante el ensayo, deben realizarse mediciones utilizando las fracciones volumétricas recomendadas de acuerdo con la mezcla A de la Tabla B.1 del Anexo B.

A.14 Transitorios eléctricos por conducción en caso de una batería de vehículo terrestre

A.14.1 Transitorios eléctricos por conducción a lo largo de las líneas de alimentación

El instrumento es sometido a las perturbaciones mencionadas en la Tabla A.5.

Para mayores detalles del ensayo y la forma de los impulsos, se debe consultar la Norma ISO de referencia.

Tabla A.5

Pulso ⁽¹⁾	U_n ⁽²⁾	12 V	24 V
2a	U_s	+ 50 V	+ 50 V
2b ⁽³⁾	U_s	+ 10 V	+ 20 V
3a	U_s	- 150 V	- 200 V
3b	U_s	+ 100 V	+ 200 V
4	U_s	- 7 V	- 16 V

⁽¹⁾ Pulsos de acuerdo con ISO 7637-2, nivel de ensayo IV

⁽²⁾ U_n = Tensión nominal de batería, U_s = Tensión de pulsos

⁽³⁾ El pulso de ensayo 2b únicamente es necesario si el instrumento de medición puede ser conectado a la batería mediante el interruptor principal (de encendido) del automóvil, es decir, si el fabricante del instrumento de medición no ha especificado que el instrumento debe ser conectado directamente (o mediante su propio interruptor principal) a la batería.

A.14.2 Transitorios eléctricos por conducción a lo largo de líneas distintas a las líneas de alimentación

El instrumento es sometido a las perturbaciones mencionadas en la Tabla A.6.

Para mayores detalles del ensayo y la forma de los impulsos, se debe consultar la Norma ISO de referencia.

Tabla A.6

Impulso ⁽¹⁾	U_n ⁽²⁾	12 V	24 V
a	U_s	- 60 V	- 80 V
b	U_s	+ 40 V	+ 80 V

⁽¹⁾ Pulsos de acuerdo con ISO 7637-3, nivel de ensayo IV

⁽²⁾ U_n = Tensión nominal de batería, U_s = Tensión de pulsos

A.14.3 Durante el ensayo, deben realizarse mediciones utilizando las fracciones volumétricas recomendadas de acuerdo con la mezcla A de la Tabla B.1 del Anexo B.

A.15 Descargas electrostáticas:

A.15.1.1 En el caso de instrumentos no equipados con un terminal de tierra, éstos deben ser completamente descargados entre descargas.

La descarga por contacto es el método de ensayo preferido. Las descargas por aire deben utilizarse cuando no puede aplicarse la descarga por contacto.

A.15.1.2 Aplicación directa

En el modo de descarga por contacto, que debe realizarse en superficies conductoras, el electrodo debe estar en contacto con el ESE.

En el modo de descarga por aire, sobre superficies aisladas, se aproxima el electrodo al ESE y la descarga ocurre por chispa.

A.15.1.3 Aplicación indirecta

Las descargas se aplican en el modo de descarga por contacto a los planos de acoplamiento montados en los alrededores del ESE.

A.15.1.4 El ensayo debe realizarse en las siguientes condiciones:

- Descarga por contacto: 6 kV
- Descarga por aire: 8 kV
- número de descargas: ≥ 10
- Intervalo de tiempo entre descargas: ≥ 10 s

Véase IEC 61000-4-2.

A.15.2 Durante el ensayo, deben realizarse mediciones utilizando las fracciones volumétricas recomendadas de acuerdo con la mezcla A de la Tabla B.1 del Anexo B.

A.16 Sobretensiones en las líneas de señales, datos, control y alimentación

A.16.1 Los ensayos consisten en la exposición a sobretensiones, cuyo tiempo de subida, duración de impulsos, valores máximos de la tensión/corriente de salida en carga de alta/baja impedancia e intervalo de tiempo mínimo entre dos impulsos sucesivos son definidos en la Norma de referencia. Los niveles de ensayo deben ser los especificados en la Tabla A.7.

Deben aplicarse por lo menos tres sobretensiones positivas y tres negativas.

En las líneas de alimentación por la red de AC, por lo menos tres sobretensiones positivas y tres negativas deben aplicarse sincrónicamente con una tensión de alimentación de AC en ángulos de 0°, 90°, 180° y 270°.

Para estos ensayos, las líneas de alimentación por una batería externa deben ser consideradas como “líneas de señales, datos y control”.

Los ensayos en líneas de señales, datos y control pueden omitirse si, de acuerdo con las especificaciones del fabricante, la longitud de estas líneas no es superior a 30 m (véase punto 1) de 7.2.2). En este caso, se debe registrar el motivo de la omisión del ensayo en el informe de ensayo.

Tabla A.7

Líneas de señales, datos y control	Simétricas y blindadas	línea a línea	N/A
		línea a tierra	2 kV
	Asimétricas	línea a línea	1 kV
		línea a tierra	2 kV
Líneas de alimentación por la red		línea a línea	1 kV
		línea a tierra	2 kV

Véase IEC 61000-4-5.

A.16.2 Durante el ensayo, deben realizarse mediciones utilizando las fracciones volumétricas recomendadas de acuerdo con la mezcla A de la Tabla B.1 del Anexo B.

A.17 Inmunidad a radiofrecuencia

IEC 61000-4-3 sólo especifica niveles de ensayo por encima de 80 MHz. Para frecuencias por debajo de 80 MHz, se recomienda los métodos de ensayo para perturbaciones de radiofrecuencia conducidas (véase A.17.2).

Sin embargo, para un ESE que no cuenta con un puerto para la red de alimentación u otro puerto de entrada, el límite inferior del ensayo de radiación debería ser 26 MHz tomando en cuenta que el ensayo especificado en A.17.2 no puede aplicarse (remitirse al Anexo H de IEC 61000-4-3). En todos los demás casos, deben aplicarse tanto A.17.1 como A.17.2.

A.17.1 Campos electromagnéticos de radiofrecuencia radiados

A.17.1.1 Los instrumentos deben ser expuestos a una intensidad de campo electromagnético de la siguiente manera:

- alcance de frecuencia: 80 MHz a 2 GHz;
- intensidad de campo: 10 V/m;
- modulación: 80 % AM, onda sinusoidal de 1 kHz.

A.17.1.2 Los alcances de frecuencia que deben considerarse, son recorridos con la señal modulada, haciendo una pausa para ajustar el nivel de señal de RF o cambiar de osciladores y antenas según sea necesario. Cuando se recorre el alcance de frecuencia por incrementos, el paso progresivo no debe ser superior a 1% del valor de frecuencia precedente.

El tiempo de parada de la portadora modulada en amplitud en cada frecuencia no debe ser menor que el tiempo necesario para hacer que el ESE funcione y responda, pero en ningún caso debe ser inferior a 0,5 s.

Las frecuencias sensibles (por ejemplo, las frecuencias de reloj) deben ser analizadas por separado.

Véase IEC 61000-4-3.

Nota: Por lo general, se puede esperar que estas frecuencias sensibles sean las frecuencias emitidas por el ESE (véase 12.1.1 de OIML D 11:2004).

A.17.2 Campos de radiofrecuencia conducidos

Si el ESE está compuesto de varios elementos, los ensayos deben realizarse en cada extremo del cable cuando ambos elementos forman parte del ESE.

A.17.2.1 Los instrumentos deben ser expuestos a un campo de radiofrecuencia conducido como se indica a continuación:

- alcance de frecuencia: 0,15 MHz a 80 MHz;
- amplitud de RF (50 Ω): 10 V (f.e.m.);
- modulación: 80 % AM, onda sinusoidal de 1 kHz.

A.17.2.2 La corriente electromagnética de radiofrecuencia, que simula la influencia de los campos electromagnética, debe ser acoplada o inyectada en los puertos de alimentación y los puertos de E/S del ESE utilizando dispositivos de acoplamiento/desacoplamiento según se define en la Norma de referencia.

Véase IEC 61000-4-6.

A.17.3 Durante el ensayo, deben realizarse mediciones utilizando las fracciones volumétricas recomendadas de acuerdo con la mezcla A de la Tabla B.1 del Anexo B.

A.18 Campos magnéticos de frecuencia de la red

El instrumento ensayado debe ser expuesto en todas las direcciones a un campo magnético de 30 A/m en la frecuencia de la red.

Véase IEC 61000-4-8.

Durante el ensayo, deben realizarse mediciones utilizando las fracciones volumétricas recomendadas de acuerdo con la mezcla A de la Tabla B.1 del Anexo B.

A.19 Tiempo de calentamiento

A.19.1 En las condiciones de referencia y a 5 °C, el ensayo de tiempo de calentamiento para verificar el cumplimiento de 5.9 debe consistir de los siguientes pasos:

- a) estabilizar el instrumento a cada temperatura;
- b) dejar calentar el instrumento;
- c) inmediatamente después que ha transcurrido el período de calentamiento prescrito por el fabricante o se ha desactivado un bloqueo automático de calentamiento, realizar una medición de la fracción volumétrica (realizando cualquier ajuste interno necesario antes de esta medición) utilizando las fracciones volumétricas recomendadas de acuerdo con la mezcla A de la Tabla B.1 del Anexo B;

- d) a intervalos de tiempo de 2 min, 5 min y 15 min después del calentamiento, realizar una medición con el mismo gas de referencia como se indica en el paso C).

A.19.2 La diferencia entre cualquiera de los cuatro valores medidos en c) y d) de A.19.1 no debe ser superior al módulo del error máximo permisible en la verificación inicial según se define en 5.5.2.

Nota: En las condiciones de referencia, el tiempo de calentamiento puede ser incluido en el ensayo de deriva (A.3).

A.20 Tiempo de respuesta

A.20.1 Debe realizarse una medición para determinar el tiempo requerido para que un instrumento responda a un gas de referencia después de muestrear aire ambiente suministrado a la sonda. Debe emplearse un medio para cambiar instantáneamente del muestreo de aire ambiente al muestreo de gas de referencia a través de la sonda. Los gases deben ser suministrados a la sonda a presión ambiente (con una desviación de 8 hPa). El tiempo de respuesta no debe exceder los valores apropiados especificados en 5.8.

A.20.2 Deben utilizarse las fracciones volumétricas recomendadas de acuerdo con la mezcla B de la Tabla B.1 del Anexo B.

A.21 Flujo bajo

A.21.1 Debe realizarse una medición con un gas de referencia que se suministra inicialmente al sistema de manipulación de gases a un caudal de gas mayor que el mínimo requerido por el instrumento ensayado. Durante la medición, el caudal de gas debe reducirse hasta que el indicador de flujo bajo responda de acuerdo con los requisitos de 6.1.7.

A.21.2 Deben utilizarse las fracciones volumétricas recomendadas de acuerdo con la mezcla B de la Tabla B.1 del Anexo B.

A.22 Fugas

A.22.1 Cuando se utiliza una mezcla de gas, el ajuste de la fuga y el ensayo deben realizarse sucesivamente para cada componente.

A.22.2 Se debe introducir artificialmente una fuga ajustable en el sistema de manipulación de gases cerca de la bomba donde una fuga con un tamaño de orificio apropiado tendrá el mayor efecto sobre la medición. Con esta fuga artificial cerrada, se debe suministrar un gas de referencia a la sonda a presión ambiente (con una desviación de 8 hPa).

A.22.3 Mientras se muestrea el gas de referencia, registrar la indicación y luego ajustar el índice de fugas de tal manera que la indicación del gas de referencia difiera del valor indicado previamente (sin la fuga) en un grado igual al requisito de 6.1.8. Sin perturbar la fuga artificial, retirar el gas de referencia suministrado a la sonda y realizar el procedimiento de ensayo de fugas según se describe en las instrucciones de operación del fabricante.

A.22.4 Deben utilizarse las fracciones volumétricas recomendadas de acuerdo con la mezcla B de la Tabla B.1 del Anexo B.

Nota: Debido a que el ensayo de fugas se realiza introduciendo aire en el sistema, el gas de referencia suministrado a la sonda debería tener un contenido volumétrico de O₂ cercano a 0%.

A.23 Residuo de HC

A.23.1 El escape de un motor de ensayo especialmente ajustado debe ser muestreado durante al menos 5 min con un instrumento en equilibrio térmico a 5 °C. El gas de escape debe contener por lo menos 5 % CO y 800 ppm HC.

Inmediatamente después del muestreo, realizar una verificación de residuo de HC según se describe en las instrucciones de operación del fabricante. Repetir esta operación tantas veces como sea necesario para obtener un residuo de HC que cumpla los requisitos de 6.3.2. Luego, se debe suministrar gases de referencia a la sonda para verificar el cumplimiento del error máximo permisible en la verificación inicial.

A.23.2 Para este ensayo, las mediciones deben realizarse utilizando las fracciones volumétricas recomendadas de acuerdo con la mezcla I de la Tabla B.1 del Anexo B, que deben ser suministradas a la sonda a presión ambiente (con una desviación de 8 hPa).

A.24 Unidad filtrante

A.24.1 En las condiciones de referencia, el instrumento debe ser expuesto a gases de escape de un motor de ensayo especialmente ajustado por un período de al menos 30 min de acuerdo con A.23. 1.

Inmediatamente después del muestreo, realizar una verificación de residuo de HC según se describe en las instrucciones de operación del fabricante. Repetir esta operación tantas veces como sea necesario para obtener un residuo de HC que cumpla los requisitos de 6.1.3.2. Se debe verificar inmediatamente el instrumento con un gas de referencia que se debe suministrar al sistema de manipulación de gases a presión ambiente (con una desviación de 8 hPa). El instrumento debe cumplir los requisitos para el error máximo permisible en la verificación inicial y para el tiempo de respuesta.

A.24.2 El ensayo debe realizarse utilizando las fracciones volumétricas recomendadas de acuerdo con la mezcla D de la Tabla B.1 del Anexo B.

A.25 Separador de agua

A.25.1 El separador de agua debe ser sometido a los siguientes dos ensayos:

a) Ensayo a alta temperatura:

- estabilizar el instrumento a 40 °C (ó 55 °C si lo especifica el fabricante de acuerdo con 5.6.2); y
- exponer el instrumento a N₂ saturado con agua a 40 °C (ó 55 °C si lo especifica el fabricante de acuerdo con 5.6.2) o aire ambiente saturado con agua a 40 °C (ó 55 °C si lo especifica el fabricante de acuerdo con 5.6.2), suministrado al sistema de manipulación de gases durante 30 min.

b) Ensayo a baja temperatura:

- estabilizar el instrumento a una temperatura ambiente baja dentro de las condiciones nominales de funcionamiento, y
- exponer el instrumento a gases de escape de cualquier automóvil (excepto con motor de dos tiempos) conectado a la sonda durante 30 min.

A.25.2 Después de cada ensayo, se debe verificar inmediatamente el instrumento con las mismas fracciones volumétricas de gases de acuerdo con la mezcla D del Anexo C. Debe cumplir los requisitos para el error máximo permisible en la verificación inicial y los requisitos para el tiempo de respuesta de 5.8 antes y después del ensayo.

A.26 Factor de equivalencia propano/hexano

A.26.1 Procedimiento de ensayo

- a) Hacer una medición para cada una de las siguientes fracciones volumétricas recomendadas de gas de referencia de propano: 200 ppm vol y 2 000 ppm vol;
- b) Calcular el error absoluto del instrumento para cada una de las dos fracciones volumétricas de gas de referencia de propano utilizadas en a). Para este propósito, el valor verdadero es determinado con la siguiente fórmula:

$$I_{\text{verdadero}} = C \times \text{FEP}$$

donde:

C es el valor verdadero de la fracción volumétrica de propano, y

FEP es el valor del factor de equivalencia propano/hexano dado por el fabricante;

- c) Hacer una medición para cada una de las siguientes fracciones recomendadas de gas de referencia de hexano: 100 ppm vol y 1 000 ppm vol;
- d) Calcular el error absoluto del instrumento para cada una de las dos fracciones volumétricas de hexano utilizadas en c);
- e) Para cada una de las dos fracciones volumétricas, calcular la diferencia entre el error obtenido con el propano y el obtenido con el hexano.

A.26.2 La diferencia entre los errores no debe ser superior (según el caso – véase 5.10) el error intrínseco máximo permisible aplicable o la mitad del error intrínseco máximo permisible aplicable según se define en 5.5.1.

Nota: Se asume que el error de los instrumentos es constante tanto cerca de 100 ppm vol como cerca de 1 000 ppm vol.

Anexo B
Designación de gases de referencia y su composición
(Normativo/obligatorio)

B.1 Requisitos generales

B.1.1 Los gases de referencia deben ser suministrados en cilindros de gas o por mezclado dinámico.

Las mezclas de gas en cilindros de gas deben cumplir los requisitos de ISO 6142.

Los gases mezclados deben cumplir los requisitos de ISO 6145 así como los requisitos de B.1.2 y B.2.

B.1.2 La composición de gases de referencia debe ser certificada como conforme con los requisitos de B.2 y como trazable a estándares nacionales, regionales o internacionales.

B.1.3 El material de los cilindros de gas debe ser inerte a los gases contenidos en los mismos.

B.2 Especificaciones e incertidumbres de la composición de las mezclas de gas

B.2.1 La unidad para la cantidad de gases contenidos o entregados debe ser en fracciones molares o volumétricas (véase 5.1).

B.2.2 Las tolerancias de mezclado de las mezclas de gas de referencia no deben ser superiores al 15 % de la fracción volumétrica de cada componente.

B.2.3 Para mezclas de gas, la incertidumbre ampliada en la composición debe ser 1% o menos de la fracción volumétrica de cada mensurando, excepto para HC de 1 000 ppm y menos, donde la incertidumbre ampliada debe ser 2 % o menos en el caso de las Clases I o 0 y 1 % o menos en el caso de la Clase 00. La composición de cada componente no sujeta a medición debe tener una incertidumbre ampliada de 5 % o menos.

Los valores de incertidumbre ampliada especificados son valores en relación con los estándares a los que se hace referencia en B.1.2, en base a un factor de cobertura $k = 2$.

B.3 Preparación de gases en casos especiales

B.3.1 El propano puede utilizarse para mezclas de gas de referencia que requieren HC. Por lo tanto, se debe tomar en cuenta el factor de equivalencia propano/hexano.

B.3.2 Las fracciones volumétricas de O₂, H₂, NO y vapor de agua deben ser mezcladas con los otros gases según se requiera durante los ensayos especificados en el Anexo A. La fracción volumétrica de vapor de agua requerido no debe ser suministrada en cilindros de gas de alta presión debido a la inestabilidad y los efectos de la corrosión.

B.3.3 El aire ambiente debe ser extraído a través de un filtro de carbón vegetal o sistema equivalente cuando se utiliza para el ajuste a cero de instrumentos que miden HC.

B.4 Composición de las mezclas de gas utilizadas para los ensayos

En la Tabla B.1, se mencionan las mezclas de gas que deben utilizarse para los ensayos de funcionamiento del Anexo A.

Tabla B.1 Composición de las mezclas de gas utilizadas para los ensayos del Anexo A^{(1), (2)}

Componente	Unidad	Mezcla de gas											
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L ⁽⁵⁾
CO	% vol	0,5	0,5	3,5	3,5	0,5	1	3,5	5	3,5	3,5	3,5	0,25
CO ₂	% vol	14	14	14	14	6	10	14	14	-	14	14	3
HC ⁽³⁾	ppm vol	100	100	1000	1000	100	300	1000	1000	1000	1000	1000	40
O ₂	% vol	0,5	0	0,5	0	0,5	10	20,9	20,9	-	10	-	0
H ₂	% vol	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	-
Utilizado en ensayo	A.2					X	X	X	X				X
	A.3	X											
	A.4	X											
	A.5	X		X									
	A.6	X		X									
	A.7	X		X									
	A.8	X		X									
	A.9	X											
	A.10				X						X	X	
	A.11	X											
	A.12	X											
	A.13	X											
	A.14	X											
	A.15	X											
	A.16	X											
	A.17	X											
	A.18	X											
	A.19	X											
	A.20		X										
	A.21		X										
	A.22		X										
	A.23									X			
	A.24					X							
	A.25					X							

Nota 1 Como se indica en 8.1.3, el gas de base es N₂ para todas las mezclas de gas.

Nota 2 Los valores de esta Tabla son los valores nominales de los componentes del gas. Para la diferencia máxima entre este valor nominal y el valor real, remitirse a B.2.2. Para la incertidumbre máxima del valor real, remitirse a B.2.3.

Nota 3 Las fracciones volumétricas de HC especificadas en esta Tabla son expresadas en términos de n-hexano; sin embargo, el propano puede utilizarse como el componente de HC del gas de referencia.

Nota 4 Para los gases binarios que deben utilizarse, remitirse al texto de los ensayos correspondientes.

Nota 5 Sólo para instrumentos de las Clases 0 y 00.

En la Tabla B.2, se resumen otros gases necesarios para la evaluación y ensayos:

Tabla B.2 Otros gases

Utilizado en ensayo	Descripción de la mezcla de gas
A. 23.1 + A.24. 1	Gas de escape de motor especialmente afinado que contiene por lo menos 5% CO y 800 ppm HC
8.2.3, b)	Gas de referencia que contiene 0 % vol O ₂
8.2.3, b)	Gas de referencia que contiene 20.9 % vol O ₂
A.10.1.1	N ₂ puro
A.10.1.1	Mezcla binaria 16 % vol CO ₂ en N ₂
A.10.1.1	Mezcla binaria 6 % vol CO en N ₂
A.10.1.1	Mezcla binaria 10 % vol O ₂ en N ₂
A.10.1.1	Mezcla binaria 5 % vol H ₂ en N ₂
A.10.1.1	Mezcla binaria 0.3 % vol NO en N ₂
A. 10.1.1	Mezcla binaria 2 000 ppm vol HC (como n-hexano) en N ₂
A. 10.1.1 + A. 10.2	Vapor de agua hasta la saturación en N ₂
A.10.1.2	6 % vol CO + 16 % vol CO ₂ + 10 % vol O ₂ + 2 000 ppm vol HC (como n-hexano) en N ₂
A.25	N ₂ saturado con agua a 40 °C o aire ambiente saturado con agua a 40 °C
A.25	Gases de escape de cualquier automóvil (excepto con motor de dos tiempos)
A.26	200 ppm vol propano en N ₂
A.26	2 000 ppm vol propano en N ₂
A.26	100 ppm vol hexano
A.26	1 000 ppm vol hexano

Anexo C
Procedimiento para ensayo de rutina
(Informativo)

Un ensayo de rutina de los instrumentos debería consistir de por lo menos lo siguiente:

- a) Realizar una verificación del ajuste interno en el lapso de 1 hora después de realizar el ensayo de cada vehículo;
- b) Verificar para determinar los residuos de HC antes de ensayar cada vehículo;
- c) Verificar el ajuste interno del gas del instrumento con un gas de referencia a los intervalos especificados por la autoridad legal responsable o recomendados en el manual de instrucciones operativas del fabricante;
- d) Realizar una verificación de fugas por lo menos una vez al día. Reparar cualquier fuga y realizar una verificación de fugas satisfactoria antes de ensayar cualquier vehículo;
- e) Realizar una verificación de fugas después de cada desmontaje del sistema de manipulación de gases (por ejemplo, un cambio de la sonda o elemento de filtro). Reparar cualquier fuga posterior y realizar una verificación de fugas satisfactoria antes de ensayar cualquier vehículo.

Anexo D

Cálculo de lambda

(Normativo/obligatorio¹)

D.1 Introducción

El valor de lambda depende de la composición del combustible, el aire que se utiliza para la combustión y de los productos de combustión encontrados en los gases de escape.

J. Brettschneider² ha desarrollado una fórmula básica que toma en cuenta:

- componentes del combustible: carbono, hidrógeno, oxígeno y contenido de agua;
- contenido de agua del aire; y
- componentes de los gases de escape: dióxido de carbono, monóxido de carbono, hidrocarburos y óxido de nitrógeno.

Una fórmula simplificada, derivada de la fórmula básica, y basada en el supuesto de que el contenido de agua del combustible y el aire y el contenido de NO_x en los gases de escape son insignificantes, permite el cálculo de lambda cuando se miden ciertos componentes de gases de escape.

D.2 Fórmula de lambda simplificada

Para el cálculo de lambda, en base a las mediciones de CO, CO₂, HC y O₂, se normaliza

¹ Como el cálculo de λ no es obligatorio, el Anexo D es obligatorio sólo para aquellos instrumentos capaces de calcular el valor de λ .

² J. Brettschneider, Berechnung des Luftverhältnisses λ von Luft-Kraftstoff-Gemischen und des Einflusses von Meßfehlern auf λ ("Cálculo de la proporción de aire de mezclas aire-combustible y la influencia de los errores de medición en λ ") en Bosch Technische Berichte, Tomo 6 (1979), No. 4, páginas 177–186.

la siguiente fórmula:

$$\frac{[CO_2] + \frac{[CO]}{2} + [O_2] + \left\{ \left(\frac{H_{cv}}{4} \times \frac{3,5}{3,5 + \frac{[CO]}{[CO_2]}} - \frac{O_{cv}}{2} \right) \times ([CO_2] + [CO]) \right\}}{\left(1 + \frac{H_{cv}}{4} - \frac{O_{cv}}{2} \right) \times \{ ([CO_2] + [CO]) + (K_1 \times [HC]) \}}$$

donde:

[] es la concentración en % vol, para HC sólo en ppm vol;

K_1 es el factor de conversión para HC si es expresado en equivalente de ppm vol n-hexano (C_6H_{14}). Su valor en esta fórmula es 6×10^{-4} ;

H_{CV} es la relación atómica entre hidrógeno y carbono en el combustible. El valor arbitrario para la gasolina es 1,7261;

O_{CV} es la relación atómica entre oxígeno y carbono en el combustible. El valor arbitrario para la gasolina es 0,0175.

Nota: El cálculo simplificado de lambda es sólo válido para mediciones en automóviles con concentraciones insignificantes de NO_x en el gas de escape.

D.3 Otras fórmulas

También pueden aplicarse otras fórmulas. Según se especifica en 7.2.2, las instrucciones de operación deben incluir la fórmula aplicada.