



ESPAÑA

19 ES	11 NUMERO 21 743.642	10 A1
	22 FECHA DE PRESENTACION	

PATENTE DE INVENCION

30 PRIORIDADES: 31 NUMERO 534.493		32 FECHA 19-12-74	33 PAIS U.S.A.
47 FECHA DE PUBLICIDAD	51 CLASIFICACION INTERNACIONAL G01N	62 PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA	
64 TITULO DE LA INVENCION "UN METODO CON SU SISTEMA CORRESPONDIENTE, PARA ANALIZAR GASES"			
71 SOLICITANTE (S) UNITED TECHNOLOGIES CORPORATION			
DOMICILIO DEL SOLICITANTE 1, Financial Plaza, Hartford, CT 06101 (Estados Unidos)			
72 INVENTOR (ES) Terence William Jowett, Anthony David Maulden Knights, Thomas Albert Cross .			
73 TITULAR (ES) UNITED TECHNOLOGIES CORPORATION			
74 REPRESENTANTE D. JAIME ISERN CUYAS, Agente Oficial de la Propiedad Industrial			

MEMORIA DESCRIPTIVA

5. Este invento se refiere a un sistema de análisis de gas de escape para determinar la concentración de contaminantes seleccionados en la emisión de gas de escape de un vehículo a motor y particularmente a un sistema de análisis de gas de escape compensado para los cambios en la presión ambiente y la temperatura del gas de escape. La concentración de componentes específicos en el gas de escape del vehículo, tal como CO y HC se mide por medio de un analizador de gas de infrarrojos no dispersivo cuya salida se compensa automáticamente, mediante técnicas digitales o analógicas, para tener en cuenta cambios en la presión ambiente y cambios en la temperatura del gas de escape.
10. Debido al reciente interés público con relación a la contaminación ambiental, particularmente la originada por los contaminantes del gas de escape de vehículos a motor se han desarrollado una serie de sistemas de gas de escape para determinar la concentración de los contaminantes del gas de escape. Debido a su inherente precisión y seguridad muchas agencias gubernamentales han determinado que los sistemas de análisis de gas de escape de vehículos contengan analizadores de gas de infrarrojos no dis-
- 15.
- 20.

persivos como el componente del sistema que mide la concentración de los contaminantes en el gas de escape.

Sin embargo estas unidades analizadoras de gas están normalmente calibradas solo por el fabricante y no

5. man en consideración los cambios en la presión ambiente en el lugar donde se efectúa el análisis del gas de escape, o los cambios en la temperatura del gas de escape del vehículo que se prueba.

10. El presente invento supera las deficiencias de los sistemas de análisis de gas del arte anterior y proporciona un sistema de análisis de gas de escape que compensa automáticamente las modificaciones del gas de escape para cambios en la presión ambiente y la temperatura del gas de escape.

15. De conformidad con una modalidad preferida del invento, las señales de salida electrónicas procedentes de un analizador de gas de infrarrojos no dispersivo se utilizan para computar la cantidad de los contaminantes seleccionados en el gas de escape.

20. La computación tiene lugar en un sistema de análisis y control de datos digital o analógico. Las señales indicativas de la presión ambiente y la temperatura del gas de escape se alimentan al sistema de análisis y control de datos y se lleva a cabo una

25. corrección en las medidas computadas como función de la presión ambiente y la temperatura del gas de escape.

5. En una modalidad digital del presente invento la unidad de análisis y control de datos contiene un computador digital y las correcciones de las mediciones para la presión y la temperatura se proporcionan a través de medios digitales. En una modalidad analógica del presente invento se utilizan amplificadores desmultiplicadores que producen una señal desmultiplicadora de respuesta a las señales de presión ambiente y temperatura del gas, utilizándose las señales desmultiplicadoras para compensar la salida del sistemas.

10.

El invento se describirá ahora con referencia a los dibujos que se acompañan en los que:

15. La figura 1 es un diagrama esquemático parcialmente en forma de diagrama de bloques del sistema de análisis de gas de escape del vehículo conectado a un vehículo e incluyendo una unidad indicadora de salida.

20. La figura 2 es un diagrama esquemático del sistema de transporte de gas de la figura 1.

La figura 3 es un diagrama esquemático que muestra los detalles de un analizador de gas de infrarrojos no dispersivo de la figura 1.

25. La figura 4 es una vista del disco selec-

tor utilizado en el analizador de gas de infrarrojos de la figura 3.

5. La figura 5 muestra esquemáticamente el conjunto detector del analizador de gas de infrarrojos de la figura 3.

La figura 6 es una vista en perspectiva de la fuente de infrarrojos en el analizador de gas de infrarrojos de la figura 3.

10. La figura 7 es una gráfica que muestra las señales de salida del detector y de sincronización producidas por el analizador de gas de infrarrojos de la figura 3.

15. La figura 8 es un diagrama en bloque esquemático de los componentes electrónicos del proceso de señales de la figura 1.

La figura 9 es un diagrama de bloque esquemático simplificado de los componentes electrónicos de proceso de señales de la figura 1 mostrando las ganancias de los amplificadores de señales.

20. La figura 10 es un diagrama de bloque esquemático de una modalidad digital del sistema de análisis y control de datos de la figura 1.

La figura 11 es una gráfica circulatoria del programa de instrucciones para la unidad de compu-

tación digital de la figura 10.

La figura 12 es una gráfica del porcentaje de CO en el gas de escape como función de una relación de CO computada.

10. La figura 13 es una gráfica del contenido de HC del gas de escape en partes por millón como función de una relación de HC computada.

15. La figura 14 es una gráfica que muestra las lecturas del tiempo de purga y del aire ambiente, salida de muestra de gas de escape y detector como función de la velocidad del motor del vehículo.

La figura 15 es un diagrama esquemático de una organización del sistema de análisis y control de datos de la figura 1.

20. La figura 16 es una gráfica que muestra las características del filtro de HC de la figura 5, en donde la escala de la abscisa representa la longitud de onda en μm , con A se indica la transmitancia del filtro y con B la banda de absorción de gas.

25. La figura 17 es una gráfica que muestra las características del filtro de CO de la figura 5, en donde la escala de la abscisa representa la longitud de onda en μm , con A se indica la transmitancia del filtro y con B la banda de absorción de gas.

El sistema básico de análisis del gas de escape del vehículo se representa esquemáticamente en la figura 1. Un vehículo a motor, representado como un automóvil 10 y conteniendo típicamente un motor de combustión interna que emite gases de escape que contienen contaminantes, presenta unido a su sistema de emisiones de escape, de preferencia en el tubo de cola, un probador de escape 12 que está diseñado de forma que no se deslice fuera del tubo de cola del vehículo bajo las vibraciones normales del vehículo y las vibraciones del motor a pleno rendimiento. Como parte del probador puede proporcionarse un sujetador manual y el probador debe ser lo suficientemente flexible para extenderse en un tubo de cola curvado si es posible en por lo menos seis pulgadas. Para automóviles con escapes dobles se requieren dos probadores.

Unido al probador 12 se encuentra un conducto de transmisión de gas flexible que adopta, de preferencia, forma de una manguera 14 que sirve como un enlace entre el probador 12 del tubo de cola y un sistema de transporte de gas 16. La manguera 14 es de preferencia resistente al aceite y está construida con un material interno que resiste las concentraciones de los gases sin inducir la adherencia de los gases en el interior del conducto. Pueden establecerse provisiones para guardar la manguera 14 cuando no se utilice. La manguera debe poder resistir también el peso de un vehículo pesado y volver a su forma original y área de sección transversal en breve tiempo. La manguera 14 debe poder re-

sistir temperaturas del gas del tubo de cola de hasta 93°C (200°F) y tener un diámetro interior que permita el purgado de toda su longitud en pocos segundos.

5. Según se explica con detalle en la figura 2, el sistema de transporte de gas 16 contiene filtros de partículas sustituibles, un sistema separador de agua en donde se elimina el agua del gas de escape a través de una salida para agua 18, un sistema de bombeo que incluye un motor de bomba para bombear el gas que ha de analizarse a un analizador de gas de infrarrojos no dispersivo y un sistema de purga de gas operado por solenoide que purga el sistema del gas de escape y lo sustituye por aire ambiente procedente de una entrada 20.
15. El sistema de transporte de gas 16 contiene también un interruptor de presión, mostrado mas particularmente en conexión con la figura 2, el cual detecta la presión para determinar si se ha producido un bloqueo en el sistema de transporte de gas. Una señal de bloqueo de filtro se alimenta al sistema de análisis de datos 24 a través de una línea de señales 22 cuando se detecta una pérdida de presión en el sistema de transporte de gas.
- 20.

25. El gas de muestra, ya sean emisiones de escape filtradas del vehículo o aire ambiente, se alimenta a partir del sistema de transporte de gas 16 a través de un conducto de gas 26 a una célula de muestras 28, estando conectada la célula de muestras a un analizador de gas de infrarrojos no dispersivo 30 que se describe

- en detalle en conexión con las figuras 3 a 6. En resumen, el analizador de gas de infrarrojos no dispersivo 30 hace pasar un haz de radiación de infrarrojos a través de la célula de muestras 28 en la que se ha bombeado el gas de muestra. Dos detectores, presentando cada uno un litro de luz independiente que bloquea todas las longitudes de onda a excepción de las que son de interés, responde a la absorción de radiación de infrarrojos mediante el componente particular del gas dentro de la célula de muestras 28 que cae dentro de las longitudes de onda seleccionadas que pasan por los filtros, alimentándose las señales electrónicas procedentes del detector a través de las líneas 32 a un sistema de componentes electrónicos 33 de tratamiento de señales, tal como se describe mas particularmente con respecto a la figura 8. El analizador de gas de infrarrojos no dispersivo 30 contiene también una célula de referencia 34 que está total o parcialmente sellada y que contiene gas de referencia, cuya absorción de infrarrojos se compara con la de la célula de muestras 28. La sincronización es proporcionada por dispositivos fotosensitivos que proporcionan señales de sincronización a través de las líneas 36 hacia los componentes electrónicos de tratamiento de señales 33. Después del tratamiento las señales electrónicas se alimentan desde los componentes electrónicos de tratamiento de señales 33 al sistema de análisis de datos 24 a través de las líneas 180a, b y 182a, b.

Después que se ha analizado la muestra en

5. el analizador de gas de infrarrojos no dispersivo 30, ésta se elimina de la célula de muestras 28 a través de una lumbrera 38. En la lumbrera 38 se encuentra un termistor 40 que mide la temperatura del gas de salida procedente de la célula de muestras 28 y proporciona una señal indicativa de la temperatura del gas a través de la línea 42 hacia el sistema de análisis de datos 24.

10. Debido a que la absorción de rayos infrarrojos en la célula de muestras se ve afectada no sólo por la temperatura del gas del interior de la célula de muestras 28 sino también por la presión ambiente, un detector de presión ambiente 44, que puede ser un transductor de presión simple, produce una señal de presión ambiente que se alimenta al sistema de análisis de datos 24 a través de una línea de señales 46.

15. Una característica principal del presente invento consiste en que la concentración de mas de un componente de gas puede medirse simultáneamente en el analizador de gas de infrarrojos no dispersivo 30 disponiendo una pluralidad de detectores con filtros apropiados en la trayectoria del haz de rayos infrarrojos que ha pasado a través de la célula de muestras 28 y la célula de referencia 34. Los contaminantes típicos especificados por las regulaciones federales y estatales en este momento son monóxido de carbono (CO) y un componente hidrocarbúrico (HC), típicamente hexano. Las regulaciones también especifican varios límites en la cantidad de CO y HC en los gases de escape

- del vehículo a diversas velocidades del motor y bajo condiciones de carga especificadas. El presente sistema es apto para medir y para indicar la cantidad de contaminantes de escape seleccionados en el gas de escape del vehículo bajo cualquier número de condiciones de prueba especificado. En una instalación típica de prueba de emisión de gas el operador del sistema determinará a partir del tipo de vehículo en ensayo las condiciones de prueba particular que pueden especificar las leyes locales y los límites de CO, HC y/o otros contaminantes que pueden determinar las leyes. En una instalación típica el operario determinará los datos de las características del vehículo apropiado a partir de las tablas (incluyendo la velocidad y condiciones de carga y los límites de HC y CO) e introducirá los datos en una unidad de entrada de datos del vehículo 48 que proporcionará señales apropiadas con respecto a los datos específicos del vehículo frente al sistema de análisis de datos 24 a través de las líneas 50. En sistemas mas sofisticados, que pueden incluir sistema de diagnóstico de automóvil, los datos de las características del vehículo apropiados pueden almacenarse en una unidad de memoria y el operario hace entrar simplemente el código de identificación del vehículo apropiado en la unidad de entrada de datos de las características del vehículo 48, siendo suministrados automáticamente los datos de las características del vehículo apropiado al sistema de análisis de datos 24. Si bien no se representa, los datos de las características del vehículo en las líneas
- 5.
- 10.
- 15.
- 20.
- 25.

50 pueden alimentarse también directamente a una unidad indicadora 52 para indicar, de preferencia en forma digital, los datos a ser utilizados por el operario.

- La unidad indicadora 52 recibe los datos del sistema de análisis de datos 24 a través de las líneas 53. La unidad indicadora 52 puede ser un aparato de control asido con la mano que se utiliza por el operario durante la prueba de las emisiones, siendo el aparato de control del tipo descrito y reivindicado en la solicitud de patente estadounidense Nº 534.335, depositada el 19 de diciembre de 1974 y titulada "APARATO DE CONTROL MANUAL PARA EL DIAGNOSTICO DE VEHICULOS". La unidad indicadora 52 puede, ya sea automáticamente o bajo el control del operario, indicar cualquiera de la información que pueda ser útil para llevar a cabo la prueba de análisis de las emisiones. Por ejemplo, la unidad indicadora puede indicar la velocidad del motor deseada 52b para la prueba de las emisiones. En este momento el operario hace que el vehículo 10 alcance la velocidad del motor deseada oprimiendo el pedal de acelerador del vehículo. Al vehículo 10 puede conectarse un tacómetro 54 de forma conocida para producir una señal indicativa de la velocidad del motor 52a que se alimenta a través de una línea 56 al sistema de análisis de datos 24 y que también puede ser mostrada por la unidad indicadora 52. Si bien no se representa, puede utilizarse un dinamómetro para proporcionar la carga apropiada a las ruedas motrices del vehículo, alimentándose también una señal indicativa de la carga del vehículo al sistema de análisis.

- sis de datos 24. Siendo mostrado al operario por la unidad indicadora 52 la velocidad del motor deseada 52b y la velocidad del motor actual 52a, dicho operario tiene una indicación positiva cuando la velocidad del motor alcanza la velocidad de prueba del motor deseada. Una vez que el vehículo ha alcanzado la velocidad de prueba deseada durante un tiempo suficiente para que la célula de muestras 28 contenga una muestra del gas de escape representativa, pueden llevarse a cabo los análisis de las emisiones y pueden ser mostrados por la unidad indicadora 52 los valores de CO y HC medidos 52c. La unidad indicadora 52 puede indicar también, ya sea automáticamente o a petición del operario, los límites de CO y HC 52d, de modo que éste puede determinar fácilmente si el vehículo reúne o no las normas. La unidad indicadora 52 puede contener también una o más luces indicadoras que indiquen automáticamente un fallo en el sistema, 52f tal como un bloqueo en el sistema de transporte de gas 16 o una alteración de la velocidad deseada del motor.
5. Siendo mostrado al operario por la unidad indicadora 52 la velocidad del motor deseada 52b y la velocidad del motor actual 52a, dicho operario tiene una indicación positiva cuando la velocidad del motor alcanza la velocidad de prueba del motor deseada. Una vez que el vehículo ha alcanzado la velocidad de prueba deseada durante un tiempo suficiente para que la célula de muestras 28 contenga una muestra del gas de escape representativa, pueden llevarse a cabo los análisis de las emisiones y pueden ser mostrados por la unidad indicadora 52 los valores de CO y HC medidos 52c. La unidad indicadora 52 puede indicar también, ya sea automáticamente o a petición del operario, los límites de CO y HC 52d, de modo que éste puede determinar fácilmente si el vehículo reúne o no las normas. La unidad indicadora 52 puede contener también una o más luces indicadoras que indiquen automáticamente un fallo en el sistema, 52f tal como un bloqueo en el sistema de transporte de gas 16 o una alteración de la velocidad deseada del motor.
10. Siendo mostrado al operario por la unidad indicadora 52 la velocidad del motor deseada 52b y la velocidad del motor actual 52a, dicho operario tiene una indicación positiva cuando la velocidad del motor alcanza la velocidad de prueba del motor deseada. Una vez que el vehículo ha alcanzado la velocidad de prueba deseada durante un tiempo suficiente para que la célula de muestras 28 contenga una muestra del gas de escape representativa, pueden llevarse a cabo los análisis de las emisiones y pueden ser mostrados por la unidad indicadora 52 los valores de CO y HC medidos 52c. La unidad indicadora 52 puede indicar también, ya sea automáticamente o a petición del operario, los límites de CO y HC 52d, de modo que éste puede determinar fácilmente si el vehículo reúne o no las normas. La unidad indicadora 52 puede contener también una o más luces indicadoras que indiquen automáticamente un fallo en el sistema, 52f tal como un bloqueo en el sistema de transporte de gas 16 o una alteración de la velocidad deseada del motor.
15. Siendo mostrado al operario por la unidad indicadora 52 la velocidad del motor deseada 52b y la velocidad del motor actual 52a, dicho operario tiene una indicación positiva cuando la velocidad del motor alcanza la velocidad de prueba del motor deseada. Una vez que el vehículo ha alcanzado la velocidad de prueba deseada durante un tiempo suficiente para que la célula de muestras 28 contenga una muestra del gas de escape representativa, pueden llevarse a cabo los análisis de las emisiones y pueden ser mostrados por la unidad indicadora 52 los valores de CO y HC medidos 52c. La unidad indicadora 52 puede indicar también, ya sea automáticamente o a petición del operario, los límites de CO y HC 52d, de modo que éste puede determinar fácilmente si el vehículo reúne o no las normas. La unidad indicadora 52 puede contener también una o más luces indicadoras que indiquen automáticamente un fallo en el sistema, 52f tal como un bloqueo en el sistema de transporte de gas 16 o una alteración de la velocidad deseada del motor.
20. El sistema de análisis de datos 24 puede ser un procesador analógico, pero de preferencia es una computadora digital de fines múltiples apropiadamente programada del tipo bien conocido por los expertos en el arte. La función del sistema de análisis de datos 24 es la de computar los valores de CO y HC en forma que se describirá a partir de los diversos datos de entrada, para controlar el funcionamiento y cronometrar el sistema de transporte de gas 16 por medio de señales sincronizadoras del transporte de gas alimentadas
25. El sistema de análisis de datos 24 puede ser un procesador analógico, pero de preferencia es una computadora digital de fines múltiples apropiadamente programada del tipo bien conocido por los expertos en el arte. La función del sistema de análisis de datos 24 es la de computar los valores de CO y HC en forma que se describirá a partir de los diversos datos de entrada, para controlar el funcionamiento y cronometrar el sistema de transporte de gas 16 por medio de señales sincronizadoras del transporte de gas alimentadas

- a través de las líneas 58a, b y para alimentar los datos deseados a la unidad indicadora 52 a través de la línea 53. A continuación se describirán ejemplos de unidades analógicas y digitales para llevar a cabo las funciones deseadas, representándose la unidad digital en la figura 10 y la unidad analógica en la figura 15.

- La figura 2 muestra en detalle el sistema de transporte de gas 16 de la figura 1. El gas de escape procedente del vehículo bajo prueba se alimenta a través del probador del tubo de cola 12 y la manguera 14 a un sistema de filtración que comprende un filtro basto y un separador de agua 60. El filtro 60 es típicamente un filtro micrónico 25. Cualquier agua existente en el gas de escape es separada y alimentada a través del filtro 60 a un conducto de drenaje 62 que contiene una bomba 64, siendo extraída el agua separada últimamente del sistema a través de una salida 18. Después de la filtración basta, el gas de escape vá del filtro 60 a un filtro fino 66 que es típicamente un filtro de 0,6 micras. El gas de escape filtrado, después de salir del filtro fino 66, pasa a través de una válvula solenoide de purga 68 y luego a través de una bomba 70 de donde el gas pasa del sistema de transporte de gas de escape 16, a través del conducto 26, a la célula de muestras 28, que está contenida en el analizador de gas de infrarrojos no dispersivo 30.

Conectado en la línea entre el filtro fino 66 y la válvula de solenoide de purga 68 se encuentra un conmutador sensible a la presión 74 que mide el ado-

- cuando flujo de gas a través de los filtros 60 y 66 detectando la caída de presión a través de los filtros por medio de la línea 72. El conmutador de presión toma como referencia al aire ambiente y se regula, típicamente, para cerrar y producir una señal de bloqueo de filtro a través de la línea 22 cuando la caída de presión a través de los filtros se aumenta entre 6 y 8 pulgadas de mercurio. Típicamente, una presión reducida en la línea 72 es indicativa de un bloqueo en los filtros, pero puede originarse también por el retorcimiento del probador 12 o manguera 14 del conducto de cola o una obstrucción en éstos. En cualquier caso, la generación de una señal de bloqueo de filtro en la línea 22 y su indicación por una luz indicadora en la unidad indicadora 52 de la figura 1 señala algún mal funcionamiento en el sistema de transporte de gas que requiere la intervención del operario. La limpieza o sustitución de los filtros 60 y 66 es una solución típica a una caída excesiva de la presión.
5. La válvula de solenoide de purga 68 es una válvula de dos pasos que proporciona una entrada de gas a través de la bomba 70 a la célula de muestras 28. En una posición de válvula de solenoide permite el paso del gas de escape procedente del vehículo bajo prueba.
10. En la otra posición la válvula de solenoide de purga 68 bloquea el conducto de gas de escape y hace que el aire ambiente procedente del conducto de gas de entrada 20 pase a través de una válvula 72 normalmente abierta, a través de la válvula de solenoide de purga 68 y que
- 15.
- 20.
- 25.

- penetre en la célula de muestras 28 a través de la bomba 70. La posición de la válvula de solenoide de purga 68 se determina por la señal sincronizadora del transporte de gas en la línea 58a, que es proporcionada por el sistema de análisis de datos 24 de la figura 1. Según se describe aquí mas adelante, el funcionamiento del sistema de análisis de gas requiere que se purgue inicialmente la célula de muestras y que contengan aire del ambiente, en cuyo momento se toma una medición, mediante técnicas de infrarrojos, de la magnitud de los contaminantes seleccionados en el aire ambiente del interior de la célula de muestras. Después de tomarse la lectura del aire del ambiente, se acciona la válvula de solenoide de purga 68 por medio de una señal en la línea 58a para bloquear la entrada del aire del ambiente y permitir que el gas de escape procedente del vehículo en prueba llene la célula de muestra 28, en cuyo momento se toma otra lectura de los contaminantes contenidos en el gas de la célula de muestras. Después de esta lectura, se acciona de nuevo la válvula de solenoide de purga 68 para expulsar el gas de escape y admitir aire ambiente para purgar la célula de muestras 28. El gas de escape se admite en la célula de muestras 28 solo durante el tiempo necesario para obtener los datos deseados y luego se purga inmediatamente, con el fin de evitar la contaminación de la célula de muestras 28 con las impurezas del gas de escape.
- 5.
- 10.
- 15.
- 20.
- 25.

La bomba 64 que purga el agua a partir del filtro basto 60, y la bomba 70, que bombea el gas de

escape o el aire ambiente hacia la célula de muestras 28, son controladas por un motor de bomba simple 74 que responde a las señales de sincronización del transporte de gas en la línea 58b. El motor de bomba 74 puede desconectarse para ahorrar energía entre pruebas.

5.

La velocidad de flujo de la bomba 64 debe ser suficiente para asegurar que el agua extraída de las emisiones de escape durante la prueba de un vehículo no se acumularán en el filtro 60, pero debe ser suficientemente menor que la de flujo de la bomba 70 para asegurar que fluirá gas de escape adecuado del probador

10.

de gas de salida 12 a la célula de muestras 28. Para el funcionamiento mas eficaz la velocidad de flujo de la bomba 70 deberá ser tal que asegure una muestra adecuada de gas de escape procedente del vehículo de

15.

prueba para que llene la célula de muestras en unos pocos segundos. La fuente de aire ambiente 20 deberá disponerse de modo que asegure que el aire ambiente admitido en el sistema no se contamina con las emisiones de escape.

20.

Para el calibrado inicial del sistema de análisis de emisiones de escape y para el calibrado a intervalos seleccionados durante el funcionamiento, una muestra de gas, tal como nitrógeno puro o un gas conteniendo cantidades conocidas de contaminantes seleccionados proporcionados por un contenedor 76, se conecta al solenoide de purga 68 a través de la válvula 78 normalmente cerrada. Cuando se desea calibrar el sistema, se cierra la válvula 72 y se abre la válvula 78 y el

25.

gas de calibración en el contenedor 76 se bombea a la célula de muestras 28. La calibración se lleva a cabo ajustando los componentes electrónicos de acondicionamiento de señales 33, tal como se describe mas adelante.

5. El motor del sistema de análisis de las emisiones de escape es el analizador de gas de infrarrojos no dispersivo 30 y sus componentes asociados mostrados de forma esquemática en las figuras 3-6. En resumen, se hace pasar una fuente de radiación de infrarrojos de la longitud de onda deseada alternativamente a través de la célula de referencia cerrada 34 que contiene un gas de referencia, tal como aire limpio, y luego a través de la célula de muestras de gas 28 que contiene aire ambiente o el gas de escape procedente del vehículo.
10. La radiación de infrarrojos, después de pasar a través de la célula de referencia o de la célula de muestras de gas, se hace pasar, a través de un filtro de infrarrojos apropiado, a un detector que produce señales eléctricas que variarán en función de la absorción de luz en la longitud de onda deseada por el componente gaseoso seleccionado contenido en cada una de las células.
15. Después del acondicionamiento mediante componente electrónicos apropiados, tal como se describe en conexión con la figura 8, las señales de salida del detector se utilizan para calcular la concentración del componente gaseoso deseado. Disponiendo dos o mas detectores con filtros apropiados en la misma trayectoria de radiación de infrarrojos puede medirse la concentración de dos o mas componentes simultáneamente con un analizador de
- 20.
- 25.

gas único.

- Haciendo referencia particular a la figura 3, se representa el analizador de gas de infrarrojos no dispersivo 30 que incluye un conjunto de montura óptica apropiadamente incluida en una carcasa rígida 102 libre de impactos. Una fuente de radiación de infrarrojos 104 se monta apropiadamente en el centro del conjunto de modo que su salida se enfoque en un haz paralelo mediante un espejo cóncavo 106 montado en el conjunto de montura óptica. Una ventana de infrarrojos 108 que tiene una elevada transmisividad en la longitud de onda de tres a cinco micras puede disponerse enfrente de la fuente de infrarrojos 104 para protegerla de corrientes de aire disperso. La fuente de infrarrojos 104 se monta de preferencia, en un soporte y de forma que queda completamente protegida de la montura óptica y área circundante a excepción del área de la ventana. Los detalles de la fuente de infrarrojos 104 y ventana 108 se describen en conexión con la figura 6.
- Entre la fuente de infrarrojos 104 y el espejo 106 se dispone un disco selector 110 opaco, no reflejante, girando el disco selector 110 en frente del espejo 106 por medio de un motor 112 a una velocidad regulable para proporcionar una frecuencia selectora para los detectores entre 32 y 55 Hz. El disco selector 110, que se representa con mayor detalle en la figura 4, contiene una ranura 114 a través de la cual puede pasar la radiación de infrarrojos reflejada por el espejo 106, extendiéndose la ranura 114 circunferen-

- cialmente entorno del disco en unos 90°. Como resultado del giro del disco selector 110 en la dirección respresentada por la flecha 157 en la figura 4, se genera un haz de radiación giratorio (la trayectoria del haz describe un cilindro) que pasa alternativamente a través de la célula de referencia de muestras de gas 34 y la célula de muestras de gas 28. Las células 28 y 34 son tubos idénticos e incluyen ventanas de infrarrojos 120 montadas en cada uno de sus extremos para sellar completamente los extremos de los tubos. Las ventanas de infrarrojos 120 son transparentes a la banda de onda de infrarrojos que interesa, generalmente entre 3 y 5 micras. La célula de referencia 34 está total o parcialmente sellada y contiene un gas de referencia que puede ser aire limpio, mientras que la célula de muestras 28 tiene aire ambiente o gas de escape A del vehículo alimentado a ésta a través de la línea 26, expulsándose el gas de la célula de muestras mediante un conducto 127 a través de la lumbrera 38 (figura 1), cuya salida de gas hacia la lumbrera 38 se indica con la flecha B en la figura 3.
5. A medida que el haz de infrarrojos giratorio pasa a través de las células de referencia y de muestras, es enfocado por un segundo espejo cóncavo 126 sobre una organización detectora 128, representada esquemáticamente en la figura 3 y descrita con mayor detalle con respecto a la figura 5. La organización detectora 128 contiene dos detectores de infrarrojos 130, 132 montados en la imagen de la fuente de infrarrojos formada por los espejos 106, 126. Los detectores 130, 132 son, de preferencia,
- 10.
- 15.
- 20.
- 25.

- de seleniuro de plomo (PbSe) y están firmemente unidos a un soporte de montaje 134 que protege de forma efectiva los detectores de la radiación dispersa. La posición del soporte de montaje puede ser regulable para coadyuvar en la alineación del sistema óptico. También montado en el soporte 134, enfrente de cada detector 130, 132, respectivamente, se encuentran filtros de infrarrojos 136, 138 que protegen, de forma efectiva, la superficie detectora de los detectores. A los detectores 130 y 132, respectivamente, se conectan conductores eléctricos 32a y 32b para proporcionar las señales de salida del detector a los componentes electrónicos de acondicionamiento de señales 33.

- Para fines ilustrativos se considera que el filtro 136 se elige para que pase una estrecha banda de radiación centrada a 4,74 micras en donde se produce la máxima concentración de CO, de modo que el detector generará alternativamente en la línea de señales 32a dos señales eléctricas respectivamente proporcionales al contenido de CO en la célula de muestras y la célula de referencia, y se considera que el filtro 138 se elige para que pase una estrecha banda de luz centrada en 3,41 micras, en cuya longitud de onda se produce la máxima concentración del hexano hidrocarbúrico, de modo que el detector 132 generará alternativamente en la línea de señales 32b dos señales eléctricas respectivamente proporcionales al contenido de HC en la célula de muestras y la célula de referencia. Debido a que la fuente de radiación de infrarrojos resulta giratoria

- en virtud de la rotación del disco 110, la radiación de infrarrojos pasa alternativamente a través de la célula de muestras de gas 28 y la célula de referencia 34, y ambos detectores 130 y 132 se iluminaron simultáneamente con la radiación que ha pasado a través de la muestra de gas 28 y luego con la radiación que ha pasado a través de la célula de referencia 34. De este modo cada uno de los dos detectores produce dos señales de salida a distinto tiempo, designándose las señales de detector V_R para la salida de detector cuando el detector se ha iluminado con la radiación de infrarrojos que ha pasado a través de la célula de referencia 34, y con V_S para la señal de salida que se produce por el detector como resultado de la radiación de infrarrojos que ha pasado a través de la célula de muestras de gas. Las señales de detector para cada detector se representan con la forma de onda A de la figura 7. La línea de señales 32a del detector 130 produce las señales V_S y V_R que a continuación se denominarán como V_{SCO} y V_{RCO} , mientras que la línea de señales 32b del detector 132 produce señales similares V_S y V_R a las que se hará referencia a continuación como V_{SHC} y V_{RHC} . Las señales de detector de las líneas 32a y 32b se alimentan luego a los componentes electrónicos de acondicionamiento 33 de la figura 1 que se describen en conexión con la figura 8.

Los detectores 130 y 132 únicamente son sensibles a la radiación procedente de la fuente de infrarrojos 104 que ha pasado a través de la célula de

muestras 28 o de la célula de referencia 34 y no responderá a la radiación de la fuente de infrarrojos 104 en otros tiempos debido a una serie de pantallas, no representadas, que impiden la iluminación de los detectores en otros momentos que no sea cuando el haz de infrarrojos para a través de las células.

5. Con el fin de que los componentes electrónicos de acondicionamiento de señales 33 y el sistema de análisis de datos 24 establezca distinción entre las señales de la célula de muestras y de la célula de referencia V_S y V_R producidos por ambos detectores 130 y 132 y que aparecen en las líneas de señales 32a y 32b, se proporciona la sincronización mediante tres diodos emisores de luz, presentado cada uno asociado un fototransistor, estando sincronizada la actuación de cada fototransistor por su diodo emisor de luz asociado frente a la rotación del disco selector 110 (figura 4) mediante una muesca 144 en el perímetro externo del disco selector 110. En un lateral del disco selector giratorio 110 se disponen tres diodos emisores de luz, representados en las figuras 3 y 4 con 146, 148 y 150, y fototransistores 152, 154 y 156 correspondientes se disponen en el lateral opuesto del disco selector. Los diodos emisores de luz y fototransistores correspondientes se disponen directamente enfrentados entre sí de modo que cuando la muesca 144 del disco selector pase entre el diodo emisor de luz y su fototransistor correspondiente se genere una señal por el fototransistor. Estas señales se alimentan a los componentes electrónicos de tratamiento de

10.

15.

20.

25.

señales 33 sobre las líneas de señales 36a, 36b y 36c.

5. En la figura 4 se representa el posicionado de los diodos emisores de luz con respecto al disco selector 110 y las células de muestras y de referencia 28 y 34. El diodo emisor de luz de muestras 146 se aparta 180° con respecto a la célula de muestras 28 de modo que cuando la ranura 114 se dispone alineada con la célula de muestras 28, la muesca 144 se dispondrá entre el diodo de muestras 146 y su fototransistor asociado 152. En este momento se genera por el fototransistor 152 la señal sincrónica de muestras representada en forma de onda B en la figura 7.

10. Cuando el disco selector 110 gira, tal como se representa por la flecha 157 de la figura 4, la ranura 114 pasará enfrente de la célula de referencia 34 y la muesca 144 pasará entre el diodo emisor de luz de referencia 150 y el fototransistor 156, lo que producirá la señal sincrónica de referencia representada según la forma de onda C en la figura 7.

15. Cuando la ranura 114 del disco selector 110 se encuentra entre la célula de referencia y la célula de muestras (la posición del disco selector representada en la figura 4), la muesca 144 descubrirá el espacio del diodo emisor de luz 148. En este momento el fototransistor correspondiente 154 responderá a la radiación del diodo emisor de luz 148 y producirá la señal sincrónica de espacio representada según la forma de onda D en la figura 7. El período de completa revolución del disco selector está comprendido entre 18 y 31 milisegundos.

- La célula de muestra y de referencia 28 y 34 se disponen en relación con los tres pares de diodos emisores de luz y fototransistores de modo que cuando el par de diodo emisor de luz y fototransistor 146 y 152 o 150-156 se encuentre en el punto medio de la muesca 144, la célula de muestras respectiva 28 y la célula de referencia 34 se encontrará el punto medio de la ranura 114. El diodo sincrónico de espacio 148 y su fototransistor 154 se separan 90° de los pares de diodo-fototransistor de muestras y de referencia. Los diodos emisores de luz se disponen de modo que ninguna señal procedente de los diodos afecte significativamente la salida de los detectores 130 y 132.

- Haciendo particular referencia a la figura 4, la ranura 144 se extiende de preferencia en sentido circular según un ángulo X que es de un máximo de 21° y tiene un ángulo mínimo igual al tiempo de respuesta de los componentes electrónicos de acondicionamiento de señales 33 para la velocidad de giro del disco selector. La muesca 114 cubre, de preferencia, un ángulo Y que tiene un mínimo de 89° con un ángulo máximo tal que las células de señal y de referencia 28 y 34 queden cubiertas, o sea que no se transmita luz a su través cuando la señal de sincronismo de espacio esté presente a partir del diodo emisor de luz 148 y el fototransistor 154 a través de la muesca 144 y en la posición representada en la figura 4. El ángulo Z representado en la figura 4 se elige de modo que las señales eléctricas procedentes de los detectores y los componentes electrónicos de acondicionamiento

de señales se encuentran en su máximo cuando la muesca 144 produce las señales sincrónicas de referencia y de muestras descubriendo los diodos emisores de luz de muestras y de referencia 146 y 150.

5. Asimismo, tal como se representa en la figura 4, el radio R_2 es de preferencia mayor que el radio R_3 según una medida suficiente para impedir que la iluminación de los diodos emisores de luz alcance a los detectores mediante transmisión o reflexión. La magnitud de los radios R_3 menos R_4 es igual o mayor que el diámetro interno de las células de muestra y de referencia 28 y 34. La célula de muestras y la célula de referencia se disponen por tanto de modo que cuando el punto central de la célula se encuentra en el centro de la ranura 114, el diámetro total de la célula recibirá y será traspasado por la radiación de infrarrojos. El radio R_1 es tan grande como resulta posible para permitir que la ranura 114 sea lo mas grande posible con el fin de estabilizar las lecturas procedentes de los detectores antes de dar paso a las señales de sincronización por medio de la muesca 144, tal como se explica en conexión con la figura 8. Los pares de diodos emisores de luz y fototransistores se disponen, de preferencia, en un radio común a partir del centro del disco selector 110.

25. La fuente de infrarrojos 104 de la figura 3 y su ventana 108 se representan con mayor detalle en la figura 6. La fuente 104 está constituida por un elemento calefactor de cartucho 101 como es una unidad Calrod que se inserta en un bloque cerámico 103, estando

fijamente montado el bloque 103 en la montura óptica.

- El bloque cerámico puede ser del tipo conocido como Alsimag que forma una cavidad en la que se dispone el elemento calefactor 101. El elemento calefactor 101 puede insertarse en la cavidad del bloque cerámico 103 practicando un orificio de tamaño apropiado, tal como se representa con 105, a través del bloque cerámico 103, y deslizando el elemento calefactor 101 a través de la cavidad. El elemento calefactor 101 puede fijarse en el interior del bloque cerámico 103 por medio de cemento aplicado a los extremos del elemento 101 en donde coincide con el bloque cerámico 103. Con la construcción descrita el único contacto entre el elemento 101 y el bloque cerámico 103 se halla en los extremos del elemento 101. Debido a que el bloque cerámico 103 tiene una baja conductividad térmica, el elemento 101 se ve relativamente inafectado por los cambios de temperatura que tiene lugar en el área que circunda el elemento.

- El elemento 101 actúa como una fuente de energía radiante cuando se le aplica corriente alterna por ejemplo a través de los conductores 109. Para asegurar que el elemento 101 tenga una larga duración antes de precisar su reemplazamiento se reduce ligeramente la energía a éste aplicada. Sin embargo, debido a que el elemento produce una diferente temperatura y, por tanto, una diferente distribución de energía sobre su espectro de radiación como función de la energía suministrada, debe aplicarse suficiente energía para asegurar la producción de suficiente energía radiante en la

banda que interesa, o sea, entre 3 y 5 micras.

5. La altura de la abertura en el bloque cerámico 103 por la que puede pasar la energía radiante procedente del elemento 101 viene determinada por la altura vertical de la abertura en el soporte de montaje 134 de la figura 5, a través de la cual quedan expuestos los detectores 130 y 132 a la energía radiante. Se prefiere mantener una relación 1:1 entre la altura del elemento 101 que irradia la energía de infrarrojos y la altura de la abertura del detector por la que se recibe la energía radiante.

10. El funcionamiento del elemento 101 en el analizador de infrarrojos no dispersivo de la figura 3 sin protección frontal puede producir una inestabilidad de las señales de salida procedentes de los detectores. Se ha descubierto que la temperatura del elemento 101 y, por consiguiente, su nivel de energía puede resultar inestable, presumiblemente por las corrientes de aire producidas por el giro del disco selector 110 solo entorno de unas pocas pulgadas. Para resolver este problema se dispone una ventana de zafiro 108 enfrente de la ventana del bloque cerámico, pudiendo transmitir la luz la ventana 108 en la zona de 3-5 micras. Con la instalación de la ventana 108 resulta muy estable la señal procedente de los detectores.

15. Las ventanas de germanio o de silicona no resultarán apropiadas para la ventana 108 debido a su variación de temperatura. El zafiro no se ve afectado en su transmisión de las radiaciones por los cambios de tem-

peratura y además tiene la propiedad de resistir físicamente temperaturas extremas.

5. La ventana de zafiro 108 se monta en un soporte de acero inoxidable 107, siendo el soporte en forma de L y extendiéndose a lo largo de la parte superior del bloque cerámico 103 en donde se fija al bloque cerámico por medio de medios convencionales como un tornillo 107a. Alternativamente, el soporte 107 puede fijarse al conjunto de montura óptica a la que se fija también el bloque cerámico 103. El soporte 107 no se afecta sustancialmente por el calor y mantiene la ventana de zafiro 108 en contacto con el bloque cerámico 103
10. entorno del perímetro de la abertura. La totalidad del conjunto 104 es sustancialmente inmune a los cambios de temperatura y proporciona una fuente de energía de infrarrojos muy estable.
- 15.

- Otra ventaja del empleo del zafiro para la ventana 108 es que el zafiro transmite luz visible, permitiendo por tanto la fácil alineación del conjunto de montura óptica. Otros materiales de ventana transmisivos en la zona de 3-5 micras, como el germanio y la silicón, no transmiten luz visible.
- 20.

- Los componentes electrónicos de acondicionamiento de señales 33 para el sistema de análisis de gas de escape del vehículo se representan esquemáticamente en la figura 8. Se requieren dos juegos de componentes electrónicos de acondicionamiento de señales, uno para las señales de salida procedentes de cada uno de los detectores 130 y 132 que aparecen en las líneas 32a
- 25.

5. y 32b respectivamente. Solo se representan con detalle en la figura 8, los componentes electrónicos de acondicionamiento de señales para el detector 130, entendiéndose que se requieren componentes electrónicos de acondicionamiento de señales idénticos 33' para las señales procedentes del detector 132.

10. En la figura 8 la señal de salida electrónica procedente del detector 130 se alimenta a través de la línea de señales 32a a un preamplificador 153, cuya ganancia puede regularse mediante una entrada de regulación de ganancia 155 que puede llevarse a cabo por medio de un potenciómetro o similar. La salida procedente del detector que aparece sobre la línea de señales 32a es una señal electrónica del tipo que se representa con la forma de onda A de la figura 7 que tiene crestas V_R y V_S que corresponden a la duración del tiempo que el haz de infrarrojos giratorios pasa a través de la célula de referencia y la célula de muestras, respectivamente. La amplitud de las señales de detector en una modalidá puede estar comprendida, por lo general, entre 20. 7 y 25 milivoltios, de cresta a cresta.

25. Después de la preamplificación en el amplificador 153 y la filtración del ruido (no representado) las señales de detector pasan a través de un circuito de control de ganancia automático (AGC) 159, regulándose la ganancia del circuito AGC 159 tal como se explica más adelante. Sin embargo, debe hacerse constar que la ganancia del circuito AGC 159 permanece constante durante cada giro del disco selector 110, o sea, cada combina-

ción de señales V_S y V_R durante un giro del disco 110 tendrá una ganancia constante aplicada a ésta por el circuito 159, por motivos que se describirán mas adelante.

- Las señales V_S y V_R dejan el circuito AGC 159
5. con amplitudes iguales sobre y por debajo de tierra, tal como se ilustra con la línea de trazos 161 en la forma de onda A de la figura 7, Con el fin de referenciar el borde inferior de estas señales a masa (tal como se ilustra de forma general con la forma de onda A), las
 10. señales de detector amplificadas se alimentan a un circuito de restauración de corriente continua 158 en donde el nivel de corriente continua de las señales de detector de referencia a masa. Otro motivo para el circuito de restauración de corriente continua 158 estriba en
 15. que los detectores de infrarrojos, aun cuando están protegidos, reciben continuas radiaciones de bajo nivel procedentes de la fuente de infrarrojos y de los diodos emisores de luz el conjunto de montura óptica y, por consiguiente, esta luz de fondo continua aplica un
 20. componente indeterminante de corriente continua de estado regular a las señales de salida de detector, produciendo una desviación de la referencia a tierra. El circuito de restauración de corriente continua 158 se sincroniza con la señal de sincronismo de espacio de la línea 36b (tal
 25. como se representa con la forma de onda D de la figura 7) para proporcionar la referencia de masa fija durante el tiempo de la señal sincrónica de espacio, con el fin de eliminar el componente de polarización de corriente continua constante producida por la luz de fondo y para re-

ferenciar el lateral inferior absolutamente a masa sobre una base periódica.

5. Después de la restauración, las señales de detector se pasan a un circuito demodulador sincrónico de muestras 160 y a un circuito demodulador sincrónico de referencia 162. El demodulador sincrónico de muestras 160 se sincroniza por medio de la señal sincrónica de muestras que aparece en la línea 36a (representada en la forma de onda B de la figura 7) para proporcionar una señal de corriente continua proporcional a la radiación detectada y, por consiguiente, proporcional a la concentración de gas en la célula de muestras que absorbe la radiación en la banda del filtro. Por consiguiente, solo la radiación que ha pasado a través de la célula de muestras 28 (representada en la forma de onda A de la figura 7, según V_S) pasa luego a través de un ajuste defasado 164 y una etapa conductora de salida de muestra 166 para proporcionar la señal de salida V_{SCO} en una línea 180.
- 10.
- 15.

20. La salida del circuito restaurador de corriente continua 158 se alimenta también el demodulador sincrónico de referencia 162 que se sincroniza con la señal sincrónica de referencia que aparece en la línea 36c (representada con la forma de onda C de la figura 7). Debido a la sincronización, solo la porción de la señal de detector representada como V_R en la forma de onda A de la figura 7 se demodula en el demodulador 162. La salida del demodulador sincrónico de referencia 162 es una señal de corriente continua proporcional a la concentración de CO (y otra radiación absorbadora de gas) que está contenido en la
- 25.

célula de referencia y que absorbe la radiación de la banda del filtro. La señal V_R demodulada se alimenta al impulsor de salida de referencia 168. La salida del impulsor de salida de referencia 168 es la señal de salida V_{RCO} de una línea de señales 182.

5.

Para mantener la señal de salida de referencia V_{RCO} en la línea 182 a un nivel de tensión fijo de modo que ambas señales de salida V_{RCO} y V_{SCO} sean compatibles con el sistema de análisis de datos digital y analógico

10.

24a o 24b que se describirá mas adelante, se aplica una realimentación de control de ganancia automática a la señal de referencia V_{RCO} . La señal de referencia V_{RCO} se realimenta a través de la línea 170 a un comparador 172 al que se aplica también una señal de referencia

15.

constante V_{REF} a través de la línea 174. Cualquier diferencia entre la señal de referencia V_{RCO} y la señal de referencia constante V_{REF} aparecerá como una señal de error que pasa a través del amplificador de realimentación 176 y luego a través de la línea 178 al circuito AGC 159.

20.

La ganancia del circuito AGC 159 se modifica como resultado del circuito de realimentación para mantener la señal de referencia V_{RCO} a un valor constante, ligeramente superior a 8 voltios. Resultará evidente con referencia a las formas de onda representadas en la figura 7 que de

25.

vido a que la ganancia del circuito AGC 159 se modifica solo cuando aparece una señal de referencia V_{RCO} y no puede cambiarse de nuevo hasta la siguiente aparición de una señal de referencia V_{RCO} , la ganancia del circuito AGC 159 permanecerá constante para la señal de muestra

subsiguiente V_{SCO} que pasa a través del circuito AGC 159. Dicho de otro modo, permanecerá constante para cada par de señales de detector de referencia y de muestra.

5. Los componentes electrónicos de acondicionamiento de señales duplicados 33' para las señales de salida de detector HC en la línea 32b proporcionan señal de salida V_{SHC} sobre una línea 180' y señal de salida V_{RHC} sobre una línea 18'.

10. La figura 9 es un diagrama de bloque simplificado que es equivalente a los componentes electrónicos de acondicionamientos de señales 32 representados con detalle en la figura 8. En la figura 9 las ganancias aplicadas por los diversos amplificadores de los componentes electrónicos de acondicionamiento de señales 33 a las señales de salida de detector se representan en los bloques con el fin de facilitar la comprensión de las computaciones llevadas a cabo en las diversas señales mediante el sistema de análisis de datos 24 de la figura 1.

15.

20.

Haciendo referencia a la figura 9, la salida de uno de los detectores se representa en la línea de señales 32a o 32b en forma de señales I_R y I_S que aparecen alternadamente y son, respectivamente, la salida de detector equivalente de la intensidad de célula de referencia y la salida de detector equivalente de la intensidad de tubo de muestras. Las señales en las líneas 32a o 32b se alimentan al bloque 184 que contiene una ganancia K_p que es equivalente a la ganancia del preamplifi-

25.

- caador 153 de la figura 8, ajustado por el ajuste de ganancia en la línea 155. La salida del bloque 184 se alimenta al bloque 186 que contiene una ganancia K_V que es equivalente a la ganancia del control de ganancia automática representado en 159 de la figura 8 y que es directamente proporcional a $K_F \times E$. La salida del bloque 186 se alimenta luego al conmutador 188 que representa los demoduladores sincronicos 160 y 162 de la figura 7. A las señales no se aplica ganancia por el conmutador 188. La salida V_S del conmutador 188 se alimenta luego al bloque 190 que produce una ganancia igual a K_S que es la ganancia de amplificador de salida de señal de muestra variada por el ajuste de desfase 164 de la figura 7. A la salida V_R del conmutador 188 se aplica una ganancia de unidad. La tensión de salida de referencia V_R se alimenta luego de nuevo al comparador 192 en donde se compara con la tensión de referencia V_{REF} , generando el comparador una señal de error E que es equivalente a la diferencia entre V_R y V_{REF} . La señal de error E se alimenta al bloque 194 en donde la ganancia K_F del amplificador de realimentación (176, figura 7) se aplica a éste y la salida del bloque 194 se alimenta al bloque 186 para variar la ganancia K_V de conformidad con la salida del bloque 194 y que es proporcional a $K_V \times E$.

25. Cuando la célula de muestras de gas se llena inicialmente con aire ambiente y el haz de radiación de infrarrojos gira y pasa a través de la célula de muestras 28 y la célula de referencia 34, mientras que el aire ambiente está contenido en la célula de muestras de

- gas, la tensión de salida de referencia V_R y la tensión de salida de muestras V_S en dicho momento pueden representarse como $V_{R \text{ AIRE}}$. Luego cuando se acciona el solenoide de purga 68 de la figura 2 para bloquear la entrada de aire ambiente y admitir omisiones de escape del vehículo bajo ensayo en la célula de muestras 28, y cuando el haz de radiación de infrarrojos giratorio pasa luego a través de las células de referencia y de muestras mientras que se encuentra llena la célula de muestras con el gas de escape, la tensión de salida de referencia y la tensión de salida de muestras en dicho momento pueden representarse como $V_{R \text{ GAS}}$ y $V_{S \text{ GAS}}$. Se expondrá que utilizando el sistema de análisis de datos 24 (figura 1) para llevar a cabo el cálculo:

15. Ecuación 1:
$$\frac{V_{R \text{ AIRE}}}{V_{R \text{ GAS}}} \times \frac{V_{S \text{ GAS}}}{V_{S \text{ AIRE}}} = \text{RELACION}$$

- se produce una relación que es equivalente a la cantidad de un contaminante particular, CO o HC, en el gas de emisión con respecto a la cantidad del contaminante particular en la atmósfera circundante y contenida en el aire ambiente inicialmente admitido en el tubo de muestras 28. Cuando, en lugar de aire ambiente el tubo de muestras se llena inicialmente con un gas de referencia que contiene una concentración nula del gas contaminante particular, la relación mostrada por la ecuación 1 será una relación absoluta de la cantidad del contaminante particular frente a una muestra que tiene un contenido nulo de contaminante.

- Llevando a cabo la computación representada en la ecuación 1, por ejemplo mediante una computadora digital programada de conformidad con técnicas conocidas por los expertos en el arte o llevando a cabo el cálculo de forma analógica, se mide únicamente la cantidad del contaminante particular. La relación calculada con la ecuación 1 se compensa luego con respecto a no linealidades en el sistema de muestreo y medición de gas y se corrige luego adicionalmente con respecto a cambios en la presión ambiente y temperatura del gas. La relación compensada se alimenta luego a la unidad indicadora 52 de la figura 1 y es equivalente al porcentaje de CO en el gas de escape o a las partes por millón de HC en el gas de escape.
5. La figura 10 muestra una modalidad preferida del sistema de análisis de emisiones en donde las computaciones y las correcciones se llevan a cabo por medio de un sistema de análisis de datos digital 24a que incluye una unidad de computación de datos digitales 208.
10. La unidad de computación digital 208 puede ser una computadora digital para fines generales. En la figura 11 se describe una gráfica que ilustra las etapas del programa representativo que se llevan a cabo con la unidad computadora de datos digital 208.
15. La figura 10 contiene una unidad multiplexora de señales 206. En la unidad multiplexora de señales 206 se alimentan las señales de salida V_{SCO} , V_{RCO} , V_{SHC} y V_{RHC} procedentes de los componentes electrónicos de acondicionamiento de señales 133 y 133' de la figura 8 en las
- 20.
- 25.

5. líneas 180, 182, 180' y 182', respectivamente. En la unidad multiplexora de señales 206 se alimenta también la señal de bloqueo de filtro en la línea de señal 22, la señal de temperatura del gas en la línea de señales 42 y la señal de presión ambiente en la línea de señales 46.

10. La unidad multiplexora 206 recibe cada una de las señales de entrada analógicas y alimenta la señal seleccionada al propio tiempo a la unidad computadora de datos 208 a través de un conversor analógico a digital 210 bajo el control de las señales de control directrices que aparecen en la línea 212.

15. Asimismo, en la unidad de computación de datos 208 se alimentan directamente las señales de datos de las características del vehículo en las líneas 50a, b y la señal de velocidad del motor en la línea de señales 56. La señal de velocidad del motor puede generarse tal como se representa en la figura 1, por medio de un teodolito, o puede utilizarse un contador 213, tal como se representa en la figura 10 para general una señal en la línea 56 que es proporcional a la velocidad del motor. La alimentación al contador 213 son impulsos de reloj procedentes de una fuente, no representada en la unidad de computación de datos 208, y una serie de impulsos de tiempo procedentes de la bobina de baja del vehículo bajo ensayo en una línea 215. El contador 213 se adapta para ser accionado por un impulso de bobina de baja seleccionado y detenerse por el siguiente impulso de bobina de baja, siendo el número de impulsos de reloj con-

20.

25.

tados entre los impulsos de bobina proporcional a la velocidad del motor. Por ejemplo, cuando el vehículo en ensayo tiene un motor de 8 cilindros, el tiempo entre los dos impulsos de bobina de baja es igual a $1/4$ de

5. revolución del motor, o 90°. La unidad computadora de datos 208 recibe la cuenta a partir de un contador 213 en la línea 56 y computa la velocidad del motor de ésta, siendo la computación una función del número de cilindros del motor, cuyos datos se han alimentado a la unidad
10. computadora de datos a través de las líneas 50a, b con los datos de características del vehículo.

- La unidad computadora de datos 208, tal como se ha indicado previamente, puede ser una computadora digital para fines generales. Las instrucciones generales y los datos adicionales necesarios tales como las
15. constantes se almacenan en una sola memoria de lectura 214 que controla el funcionamiento de la unidad computadora de datos 208. El almacenamiento temporal durante la computación se proporciona mediante una memoria de acceso
20. al azar 216 que está en comunicación con la unidad computadora de datos 208. Las salidas de la unidad computadora de datos 208 incluye una entrada a la unidad indicadora 52 a través de la línea 53e y la generación de señales sincronizadoras de transporte de gas en las líneas
25. de señales 58a, b, alimentándose estas últimas señales al sistema de transporte de gas de escape 16 descrito con detalle en la figura 2 y cuyas señales controlan la actuación de la válvula de solenoide de purga 68 y la actuación del motor de bomba 74 para que el aire ambiente o el gas

de escape llene el tubo de muestras 28 en los tiempos apropiados.

5. La unidad computadora de datos 208 de la figura 10 acepta las señales procedentes de la unidad multiplexora de señales 206, lleva a cabo la computación representada en la ecuación 1 en una forma como la expuesta en el gráfico de la figura 11 y corrige la relación calculada para no alinealidades y para la presión ambiente y temperatura del gas.

10. La ecuación se deriva como sigue. Según la ley de Beer-Lambert:

Ecuación 2: $I = I_0 e^{-\epsilon c l}$ ()

en donde I = intensidad de luz a frecuencia después de la transmisión a través del gas

15. I_0 = intensidad de luz inicial

ϵ = coeficiente de absorción del gas a frecuencia

c = concentración del gas por volumen

20. l = longitud de trayectoria a través del gas de absorción.

es una función de la presión y temperatura así como de la frecuencia.

25. Si bien los filtros 136 y 138 que protegen los detectores 130 y 132 tienen una dispersión de banda definida y no absorben por completo en una longitud de onda, la ecuación 2 es suficientemente precisa cuando se utiliza un filtro de elevada calidad para determinar un coeficiente de absorción media. Debido a que el

- aire está compuesto casi por completo por gases diatómicos, oxígeno y nitrógeno, que no absorben la radiación de infrarrojos, cuando se mide un haz de radiación de intensidad fija en las bandas de 4,74 micras (CO) y 3,41 micras (HC) después de haber pasado a través de un tubo de muestras conteniendo primero aire ambiente y luego un gas de emisión de vehículo, la concentración de CO y HC en el gas puede computarse a partir de cambio en las señales. Los términos I_R y I_S en la ecuación 2 pueden determinarse mediante la calibración con el tubo de muestra lleno con un gas de calibración que tenga una concentración conocida de gases.

- Con el fin de derivar la ecuación 1 y mostrar su relación frente a la ecuación 2 puede apreciarse a partir de la figura 9 que

15. Ecuación 3: $V_R = I_R \times K_p \times K_V$
y

$$V_S = I_S \times K_p \times K_V \times K_S$$

- Debido a que una de las características únicas del presente invento consiste en evitar la necesidad de corregir manualmente los cambios en ajustes de espacio (gama de magnitud de señal de entrada en bruto) y a cero, se llevan a cabo cuatro mediciones. Las tensiones de referencia y de muestras V_R y V_S se establecen con el aire ambiente en el tubo de muestras y posteriormente las tensiones de referencia y de muestras V_R y V_S se establecen con el gas de escape en el tubo de muestras. Por consiguiente, las ecuaciones 1 y 3 pueden combinarse en la ecuación 4, tal como se expone a continuación:
- 20.
- 25.

$$\text{Ecuación 4: } \frac{V_{R \text{ AIRE}}}{V_{R \text{ GAS}}} \times \frac{V_{S \text{ GAS}}}{V_{S \text{ AIRE}}} = \frac{(I_R \cdot K_p \cdot K_v)_{\text{AIRE}}}{(I_R \cdot K_p \cdot K_v)_{\text{GAS}}} \times \frac{(I_S \cdot K_p \cdot K_v \cdot K_S)_{\text{GAS}}}{(I_S \cdot K_p \cdot K_v \cdot K_S)_{\text{AIRE}}}$$

5. K_p y K_v son independientes de si se encuentra en el tubo de muestras gas de emisión o aire ambiente y solo se modificarán con el tiempo. Debido a que las mediciones de muestras y de referencia se efectúan casi simultáneamente, pueden suprimirse términos tal como se representa a continuación en la ecuación 5:

$$\text{Ecuación 5: } \frac{V_{R \text{ AIRE}}}{V_{G \text{ GAS}}} \times \frac{V_{S \text{ GAS}}}{V_{S \text{ AIRE}}} = \frac{I_{R \text{ AIRE}}}{I_{R \text{ GAS}}} \times \frac{I_{S \text{ GAS}}}{I_{S \text{ AIRE}}} \times \frac{K_{S \text{ GAS}}}{K_{S \text{ AIRE}}}$$

15. Cuando la ganancia K_S representada en el bloque 110 de la figura 9 es un circuito electrónico simple con una derivación próxima a cero y cuando las mediciones con el aire ambiente y el gas de escape en el tubo de muestras se toman en un tiempo relativamente próximo, K_S puede suprimirse también, quedando la ecuación 6:

$$\text{Ecuación 6: } \frac{V_{R \text{ AIRE}}}{V_{R \text{ GAS}}} \times \frac{V_{S \text{ GAS}}}{V_{S \text{ AIRE}}} = \frac{I_{R \text{ AIRE}}}{I_{R \text{ GAS}}} \times \frac{I_{S \text{ GAS}}}{I_{S \text{ AIRE}}}$$

20. Ahora puede utilizarse la ley de Beer-Lambert de la ecuación 2 para confeccionar de nuevo la ecuación 6 en términos de la intensidad de la fuente inicial tal como se expone a continuación en la ecuación 7:

$$\text{Ecuación 7: } \frac{V_{R \text{ AIRE}}}{V_{R \text{ GAS}}} \times \frac{V_{S \text{ GAS}}}{V_{S \text{ AIRE}}} = \frac{I_R}{I_R} \frac{(AIRE)}{(GAS)} \frac{I_S}{I_S} \frac{(GAS)}{(AIRE)}$$

25.

Debido a que un gas de referencia, tal como aire limpio, está siempre contenido en la célula de referencia 34, la ecuación 7 se convierte en la ecuación 8, tal como se representa a continuación:

5. Ecuación 8:
$$\frac{V_{R \text{ AIRE}}}{V_{R \text{ GAS}}} \times \frac{V_{S \text{ GAS}}}{V_{S \text{ AIRE}}} = \frac{I_{R \text{ (AIRE)}}}{I_{R \text{ (GAS)}}} \times \frac{I_{S \text{ (GAS)}}}{I_{S \text{ (AIRE)}}$$

la cual se simplifica según

10. Ecuación 9:
$$\frac{V_{R \text{ AIRE}}}{V_{R \text{ GAS}}} \times \frac{V_{S \text{ GAS}}}{V_{S \text{ AIRE}}} = \frac{(C_{\text{GAS}} - C_{\text{AIRE}})}{(C_{\text{GAS}} - C_{\text{AIRE}})}$$

15. En el lado izquierdo de la ecuación 9 se miden solo los parámetros y en el lado de la derecha se miden solo las constantes, e, y y las cantidades deseadas $(C_{\text{GAS}} - C_{\text{AIRE}})$. No quedan variables que requieran ajustes de espacio o a cero.

La ecuación 9 puede formularse según la ecuación 10 que se expone a continuación:

20. Ecuación 10:
$$\frac{V_{R \text{ AIRE}}}{V_{R \text{ GAS}}} \times \frac{V_{S \text{ GAS}}}{V_{S \text{ AIRE}}} \text{ VS. } (C_{\text{GAS}} - C_{\text{AIRE}})$$

25. La ecuación 10 se representa a partir de datos empíricos utilizando concentraciones de gas conocidas para CO en la figura 12 y para HC en la figura 13, cuyas representaciones proporcionan la curva de calibrado básica del analizador de emisiones. Las curvas son para una temperatura de 30,0°C y una presión de 29,75 pulgadas de

- mercurio. Todos los sistemas individuales producidos de conformidad con el invento se ajustan a la misma curva que se almacenan en la memoria de procesado, bloque 214 de la figura 10. Dicho de otro modo, computando la ecuación 10 para producir una señal de relación indicativa de la relación de CO o HC tal como se representa inicialmente en la ecuación 1 y calibrando la relación computada en conformidad con la curva apropiada representada en la figura 12 (CO) o figura 3 (HC), la señal de relación calibrada para CO se proporciona en concentración porcentual de CO y la señal de relación calibrada para HC se proporciona en partes por millón de HC.
- 5.
- 10.

- En la figura 12 la escala de la ordenada representa la relación de CO, mientras que la escala de la abscisa representa CO % y en la figura 13 la escala de la ordenada representa la relación de HC, mientras que la escala de la abscisa representa los valores de HC (ppm).
- 15.

- Debido a que el valor de se ve actualmente afectado por la presión ambiente y la temperatura del gas, se miden estos dos parámetros y se proporciona la compensación, utilizando el programa de computador almacenado en la memoria de acceso al azar 214 de la figura 10. Las correcciones de presión y temperatura para CO y HC se representan en la ecuación 11:
- 20.

- CO = relación calibrada de CO (sin corregir) x
- 25.

$$[1,8256 + 0,0058 T_G - 0,0336 P_A]$$

HC = relación calibrada de HC (sin corregir) x

$$[1,9336 + 0,0022 T_G - 0,0336 P_A]$$

en donde

T_G = temperatura ($^{\circ}\text{C}$) del gas de escape procedente del termistor 40 de la figura 1, y

P_A = presión ambiente (mm de Hg) procedente del sensor 44 de la figura 1.

5. Una vez calibrada la relación computada según las curvas de las figuras 12 o 13 y corregida por lo que respecta a presión y temperatura de conformidad con la ecuación 11, las computaciones resultantes de los valores de CO y HC procedentes de la unidad de computación de datos 208 de la figura 9 se envían a la unidad indicadora 52 en donde el porcentaje de CO y/o la cantidad de HC en partes por millón se indica en formato digital o numérico para el operario. Si se desea, los valores de CO y OH pueden compararse con los límites para CO y HC contenidos como parte de los datos de las características del vehículo y con una luz indicadora iluminada para indicar si el vehículo bajo prueba se encuentra fuera de las características para cantidades de CO, HC o ambos.
- 10.
- 15.

20. Es importante que las mediciones de V_R y V_S utilizando aire ambiente en la célula de muestras y que las mediciones de V_R y V_S utilizando gas de escape en la célula de muestras puedan establecerse en un tiempo razonablemente próximo para evitar que cambios en la radiación procedentes de la fuente de infrarrojos modifiquen la salida del detector.
- 25.

La figura 11 es una gráfica simplificada que muestra etapas de programa representativas que pueden contenerse en las instrucciones del programa almacenadas en la memoria de acceso al azar 214 de la figura 10 y

- que controlan las computaciones en la unidad computadora de datos 208 y la transmisión de las señales de entrada procedentes de la unidad multiplexora de señales 206 al conversor analógico a digital 210 y luego a la unidad computadora de datos 208. Las salidas de la unidad computadora de datos 208 a la unidad indicadora 52 a través de la línea 53a y la iniciación de las señales de sincronización del transporte de gas en las líneas 58a, b se controlan también mediante las etapas del programa expuestas en la figura 11. Resultará evidente para un experto en el arte de programación de computadoras digitales que pueden llevarse a cabo otras etapas de programa del invento según sea la construcción específica y el funcionamiento de la unidad computadora de datos 208.
- 5.
- 10.
- 15.

- En la figura 11a con la etapa "a" se indica la prueba requerida; b = determinar e indicar la velocidad del motor deseada y la velocidad del motor actual; c = leer y almacenar VR AIRE y VS AIRE, poner en funcionamiento las bombas, conmutar el sistema de transporte de gas al sistema de muestra de gas de escape; d = no; e = se encuentra el vehículo en la gama deseada; f = si; g = esperar 5 segundos; h = se encuentra presente la señal de bloqueo del filtro; j = si; k = no; l = leer y almacenar VR GAS y VS GAS; m = calcular $NI = VR \text{ GAS} \times VS \text{ AIRE}$; n = leer la presión ambiente PA, calcular y almacenar $0,0336$ y p = leer la temperatura del gas TG, calcular y almacenar $K_1 + K_2 \text{ TG} - 0,0336 \text{ PA}$ y siguen a continuación las etapas de la figura 11b en donde q =
- 20.
- 25.

- calcular y almacenar $N_2 = VR \text{ AIRE} \times VS \text{ GAS}$; r = calcular la relación N_2/N_1 ; s = obtener el valor de CO o HC de la relación VS (C GAS - C AIRE) fig. 12 o 13; t = corregir el valor de CO o HC = valor X $[k_1+k_2 \text{ TG} - 0,0336 \text{ PA}]$;
5. v = exhibir el valor correcto de CO o OR; x = es correcto el valor dentro del límite; y = no; z = si; a' = encender la luz indicadora; b' = conmutar el sistema de transporte de gas a la purga de aire ambiente; c' = esperar 6 segundos; d' = parar las bombas; e' = final de programa y f' = encender la luz indicadora de filtro bloqueado.
- 10.

- Si bien no se representa en el gráfico de la figura 11, la velocidad del motor puede controlarse continuamente, por ejemplo, comparándose con la velocidad del motor del vehículo deseada ilustrada como la señal de referencia de velocidad del motor en conexión con los datos de las características del vehículo en las líneas 50a, b de la figura 1. Cuando la velocidad del motor actual se encuentra fuera de la gama deseada, por ejemplo una gama centrada entorno de la velocidad deseada del motor los valores de HC y CO no se indican en la unidad indicadora 52 y puede apagarse una luz indicadora en la unidad indicadora 52, indicando que debe ajustarse la velocidad del motor. La señal de bloqueo de filtro en la línea 22 puede controlarse también de forma continua y de estar presentes pueden terminarse las computaciones y purgarse el sistema con el aire ambiente. La forma de llevar a cabo estas etapas de programa puede ajustarse a las técnicas de programación que
- 15.
- 20.
- 25.

son bien conocidas por los expertos en el arte y, por consiguiente, no se describen con detalle.

5. Si se desea, las señales de $V_{R\text{ GAS}}$ y $V_{S\text{ GAS}}$ pueden controlarse continuamente durante el tiempo en que se llevan a cabo estas lecturas, tomándose nuevas señales de $V_{R\text{ GAS}}$ y $V_{S\text{ GAS}}$ aproximadamente dos veces por segundo. Las computaciones de los valores de HC y OH pueden también revisarse continuamente de forma análoga, y establecerse el promedio sobre una base continua de modo que los valores mostrados en la unidad indicadora 52 sean valores medios de HC y CO. Otros cambios en las etapas de programa resultarán evidentes para los expertos en el arte.

15. La figura 14 muestra una gráfica de tiempo típica para los análisis de emisiones del gas de escape procedente de un automóvil, tal como se lleva a cabo con el sistema de la figura 1 y el sistema de análisis de datos 24a de la figura 10. Una vez que el vehículo se encuentra en posición apropiada para la prueba,
20. el operario acciona el sistema de análisis de gas y las señales sincronizadoras del transporte de gas se alimentan a partir del sistema de análisis de datos 24a, a través de las líneas 58a, b, para asegurar que la célula de muestras es purgada con el aire ambiente.
25. Cuando el sistema no se ha purgado con el aire ambiente en un ciclo inmediato, emte precedente, se espera un tiempo suficiente para asegurarse de que la célula de muestra se llene primero con el aire ambiente. Al propio tiempo el operario instala el probador 12 en el

tubo de cola del vehículo e introduce los datos de las características del vehículo en el sistema de análisis de datos 24a a través de las líneas 50a, b. La unidad indicadora 52 muestra la velocidad deseada del motor en forma de datos digitales que son leídos por el operador y luego el operador produce la aceleración del vehículo hasta la velocidad del motor deseada, en este ejemplo a gran velocidad. La velocidad del motor actual se alimenta al sistema de análisis de datos a través de la línea 56. Una vez que el motor alcanza la velocidad deseada y con la célula de muestras llena con aire ambiente, se toman las lecturas $V_{R \text{ AIRE}}$ y $V_{S \text{ AIRE}}$ y se envían al sistema de análisis de datos para el almacenado.

Una vez que se han efectuado las lecturas $V_{R \text{ AIRE}}$ y $V_{S \text{ AIRE}}$ se alimentan las señales de sincronización de transporte de gas desde el sistema de análisis de datos 24a a la válvula de solenoide de purga 68 de la figura 2 para que la válvula de solenoide bloquee la entrada de aire ambiente a la célula de muestras y bombee gas de escape procedente del probador 12 y manguera 14 a la célula de muestras. Después de un tiempo suficiente para asegurar que se ha llenado la célula de muestras con gas de escape se toman las lecturas $V_{R \text{ GAS}}$ y $V_{S \text{ GAS}}$.

Debe hacerse constar que durante la aceleración se alimenta combustible bruto en el motor y cualquier medición de contenido de HC o CO efectuadas sobre el gas de escape procedente del vehículo en este momento

5. resultará muy alta e imprecisa. El operario debe esperar hasta que se consuma el exceso de combustible y que se estabilicen las emisiones de gas antes de que puedan efectuarse mediciones válidas de CO y HC. Un transcurso de tiempo de siete segundos se considera adecuado después de la aceleración para efectuar mediciones dignas de crédito.

10. Una vez se han tomado las lecturas deseadas, se purga de nuevo la célula de muestras con el aire ambiente para separar el gas de escape, pero no se requieren lecturas adicionales de $V_{R \text{ AIRE}}$ o $V_{S \text{ AIRE}}$. Durante el tiempo de purga el operario decelera el vehículo hasta una condición de baja velocidad, habiéndose exhibido la velocidad deseada del motor en la unidad indicadora 52 después de tomadas las lecturas iniciales de $V_{R \text{ GAS}}$ y $V_{S \text{ GAS}}$. Se repite el ciclo de purga de aire ambiente y de muestra de gas de escape para la velocidad de relenti del motor y se toman lecturas de $V_{S \text{ GAS}}$ y $V_{R \text{ GAS}}$ para la condición de relenti. Luego se purga por último el sistema con aire ambiente y se dispone en posición de espera, por ejemplo puede pararse el motor de bomba 74 de la figura 2, hasta que el próximo vehículo se encuentra en posición y se repite el ciclo.

25. Los cálculos de relación pueden efectuarse en la unidad computadora de datos 208 y exhibirse durante cada ciclo de purga de muestras o cuando ha terminado el ciclo. En el ejemplo dado se efectúan tres cálculos de relación de HC y CO, uno para cada velocidad del motor. Obviamente puede variarse el número de velocidades

con las que se efectúan las mediciones de contaminantes de escape.

5. Es importante que la muestra de gas de escape se alimente a la célula de muestras solo para el tiempo requerido para obtener lecturas, purgándose la célula de muestras con aire ambiente todas las demás veces para impedir la contaminación de la célula por los contaminantes del gas de escape.

10. En la gráfica de la figura 14 A representa: RPM del motor; B representa: datos de las características del vehículo alimentados al sistema de análisis de datos y probador instalado; C representa: acelerado; D representa gran velocidad; E representa: decelerado; F representa: velocidad reducida; G representa: decelerado; H representa: relenti; I representa: probador separado; J representa: tiempo en segundos; K representa: purga con aire ambiente; L representa: muestra de escape; M representa: purga; N representa: espera; O representa: lecturas de VR AIRE y VS AIRE y P representa: lecturas de VR GAS y VS GAS.
- 15.
- 20.

25. Una organización analógica del sistema de este invento se representa en la figura 15. Las diversas señales de entrada de la figura 1 se alimentan a un sistema de análisis de datos analógicos 24b, que es equivalente al sistema de análisis de datos 24a de la figura 10. Con referencia a la figura 15, las señales V_{SCO} y V_{RCO} que aparecen en las líneas de señales 180 y 182 se alimentan, respectivamente, a través de conmutadores normalmente cerrados 294 y 296, cuyo funcionamiento se describirá a con-

- tinuación, y luego a través de los conmutadores 300 y 302, respectivamente, alimentándose la señal V_S a las líneas 304 y 306 denominadas $V_{S \text{ AIRE}}$ y $V_{S \text{ GAS}}$ respectivamente, dependiendo de la posición del conmutador 300, y alimentándose la señal V_R a las líneas 308 o 310 que se denominan $V_{R \text{ AIRE}}$ y $V_{R \text{ GAS}}$, respectivamente, dependiendo de la posición del conmutador 302. La posición de los conmutadores 300 y 302 se determina por la posición del conmutador 312 que se acciona manualmente por el operario del sistema. El conmutador 312 tiene dos posiciones, PURGA y MUESTRA, y es influenciado de modo que, a menos que se mantenga por el operario en la posición MUESTRA, volverá a la posición PURGA. El conmutador 312 puede ser un conmutador de retardo de tiempo que vuelva a la posición de PURGA después de un tiempo seleccionado, como por ejemplo de ocho segundos, después de haberse movido a la posición de MUESTRA. Mientras se encuentra en la posición de PURGA, se alimenta una señal, a través de la línea 58a', el solenoide de purga 68 para que el solenoide de purga admita aire ambiente en la célula de muestras. Mientras que el conmutador 312 se encuentra en posición de PURGA los conmutadores 300 y 302 son normalmente influenciados, tal como se representa en la figura 15, por ejemplo, en contacto con las líneas 304 y 308, respectivamente.
5. Considerando que el conmutador 312 se encuentre en la posición de PURGA, la señal $V_{S \text{ AIRE}}$ en la línea 304 se alimenta a un circuito de muestra y retención 314 en donde se almacena la señal $V_{S \text{ AIRE}}$. Asimismo, la señal $V_{R \text{ AIRE}}$ en la línea 308 se alimenta a un circuito de mues-
- 10.
- 15.
- 20.
- 25.

tras y retención 316 en donde se almacena.

5. Cuando un vehículo está listo para ser probado y ha alcanzado la velocidad de prueba deseada, tal como muestra una indicación en la unidad indicadora 52, el operario mueve el conmutador 312 a la posición MUESTRA. En este momento se alimenta una señal a través de la línea 58a" a la válvula de solenoide de purga 68 para que se bloquee la entrada de aire ambiente y se admita gas de escape en la célula de muestras 28. Se acciona también un temporizador 318 y después de un tiempo apropiado, tal como de siete segundos para asegurar que el tubo de muestras se ha llenado con gas de escape, se dispara el temporizador 318 motivando la actuación de los relés 320 y 322. La actuación del relé 320 cierra los conmutadores 324 y 326 normalmente abiertos cuyo funcionamiento se describirá a continuación, y la actuación del relé 322 mueve los conmutadores 300 y 302 para alimentar las señales V_{SCO} y V_{RCO} , en las líneas 180 y 182, a las líneas 306 y 310 respectivamente.
- 10.
- 15.
20. Conectado a la salida del circuito de muestra y retención 314 y recibiendo también la señal en la línea 308 se encuentra un multiplicador 328 que genera el producto $N_1 = V_{S \text{ AIRE}} \times V_{R \text{ GAS}}$. Conectado a la salida del circuito de muestra y retención 316 y recibiendo también la señal en la línea 306 se encuentra un multiplicador 330 que genera el producto $N_2 = V_{S \text{ GAS}} \times V_{R \text{ AIRE}}$. Las salidas N_1 y N_2 de los multiplicadores 328 y 330 se alimentan a un divisor 332 en donde se efectúa la división N_2/N_1 . Esta división resulta en la RELACION de ecuación 1.
- 25.

- La señal de RELACION procedente del divisor 332 se alimenta a un generador de función no lineal 334 en donde se lleva a cabo la compensación a la señal de RELACION de conformidad con la curva de la figura 12. El generador de función 334 puede ser una red de diodo simple. Luego se alimenta la salida del generador de función no lineal 334 al compensador de presión y temperatura 336 en donde el valor computado de CO se compensa por lo que respecta a presión y temperatura. Para llevar a cabo esta compensación se alimentan la señal de temperatura de gas en la línea 42 y la señal de presión ambiente en la línea 46, respectivamente, a través de amplificadores desmultiplicadores 338 y 340 al compensador 336, que proporciona las constantes para T_G y P_A en la ecuación 11, que luego se suman en una conexión sumadora (en el compensador 336) con una señal fija que representa la constante (1,8256) en la ecuación 11. La salida de la conexión sumadora se multiplica con la salida del generador de función 334 en un multiplicador analógico (en el compensador 336).
- 5.
- 10.
- 15.
- 20.

- La salida del compensador 336 es la resultante de la señal de medición de CO que se alimenta luego a través del conmutador 324, ahora cerrado por la actuación del relé 320, y a través de la línea 53a a la unidad indicadora 52. Una vez establecida la medición de CO y exhibida en la unidad indicadora 52, el operario mueve de nuevo el conmutador 312 a PURGA, o el conmutador 312 se moverá de nuevo a PURGA después de una demora de tiempo seleccionada, con lo que se abrirá el conmutador 324
- 25.

de modo que a continuación no podrá pasar ninguna señal a su través.

- Las mediciones de HC se establecen con aparatos analógicos 342 que son idénticos a los recién descritos (experto la función no lineal, que es la de la figura 13) y que recibe las entradas V_{SHC} a través de la línea 180' y V_{RHC} a través de la línea 182', y también 5 recibe las señales de entrada de presión y temperatura a través de los amplificadores demultiplicadores 338' y 340'.
5. La señal computada HC se alimenta a través del conmutador 326 y la línea 53b a la unidad indicadora 52 al mismo tiempo que la señal de CO se alimenta a la unidad indicadora.
- 10.

- En caso de que, durante las mediciones, se desvie la velocidad del motor en la línea 56 de la señal de referencia de velocidad del motor en la línea 50a según una cantidad determinada en un comparador 344, o en caso de que aparezca la señal de bloqueo de filtro en la línea 22, se acciona la puerta OR 346 y se activa el relé 348 para abrir los conmutadores 294 y 296 de modo que se produzca una señal de salida cero en las líneas 53a y 53b y se cierra el conmutador 298 para que una señal de fallo del sistema pase a la unidad indicadora 52 a través de la línea 53c.
- 15.
- 20.

- Los datos de las características del vehículo en esta modalidad que aparecen en la línea 50b pueden alimentarse directamente a la unidad indicadora 52 a través de la línea 53d.
- 25.

Las figuras 16 y 17 muestran respectivamente

5. Las características de los filtros 138 y 136 de la figura 5 que pueden utilizarse para que pasen a su través las longitudes de onda especificadas para la medición de HC y CO. Las longitudes de onda particulares elegidas y descritas aquí se eligen mediante una agencia gubernamental para pruebas de análisis de emisiones. Debido a que los componentes en las emisiones de escape de automóvil de hexano y monóxido de carbono se producen en otras longitudes de onda que las descritas, es obvio que pueden elegirse otras longitudes de onda para probar los componentes de HC o CO en el gas de escape.
- 10.

15. Resultará también evidente para los expertos en el arte que pueden utilizarse más de dos detectores en el sistema y que pueden llevarse a cabo pruebas para otros contaminantes tales como dióxido de carbono, acetileno, metano o bien óxido nitroso, (NO), con la simple sustitución de los filtros por otros filtros por los que pase la radiación en las longitudes de onda deseadas.

20. Si bien el invento se ha descrito con respecto a sus modalidades preferidas, resultará evidente para los expertos en el arte que podrán llevarse a cabo cambios y modificaciones en la construcción y disposición de partes y en su funcionamiento sin por ello apartarse del alcance del invento tal como a continuación se reivindica.
- 25.

= . =

REIVINDICACIONES

Descrito el objeto del presente invento, se declaran nuevas y de propia invención las siguientes rei-

vindicaciones con prioridad de la solicitud de patente U.S.A. serial nº 534.493 del 19 de Diciembre de 1974.

1. Un método con su sistema correspondiente, para analizar gases y medir la cantidad de un contaminante seleccionado en una muestra de gas caracterizado por-
5. que comprende llenar una celula de muestras con un gas de muestra,
generar un haz giratorio de radiación de infrarrojos, hacer pasar dicho haz de radiación alternadamente a-
10. través de dicha célula de muestras y una célula de referencia que contiene un gas de referencia,
medir la absorción de dicho haz de infrarrojos mediante un contaminante seleccionado en los gases contenidos en dichas células de muestras y de referencia y producir
15. señales eléctricas indicativas de éstos,
computar a partir de dichas señales eléctricas una señal de salida indicativa de la cantidad de dicho conta-
minante en el gas de muestra,
y compensar dicha señal de salida como función de la
20. temperatura de dicho gas de muestra y como función de la presión ambiente.

2. Un método, de conformidad con la rei-
vindicación 1, caracterizado porque dicho contaminante
seleccionado es monóxido de carbono y porque la etapa de
25. compensar dicha señal de salida incluye las etapas de medir la temperatura de dicho gas de muestra y producir una señal de temperatura de gas T_G .. indicativa de ésta,

mE

medir la presión ambiente y producir una señal de presión T_A indicativa de ésta, computar una señal de corrección según la relación $[K_1 + K_2 T_G - K_3 P_A]$ en donde K_1 , K_2 y K_3 son constantes, y multiplicar dicha señal de salida por dicha señal de corrección.

10. 3. Un método, de conformidad con la reivindicación 1, caracterizado porque dicho contaminante seleccionado es un hidrocarburo y porque la etapa de compensar dicha señal de salida incluye las etapas de medir la temperatura de dicho gas de muestra y producir una señal de temperatura de gas T_G indicativa de ésta, medir la presión ambiente y producir una señal de presión T_A indicativa de ésta,

15. computar una señal de corrección según la relación $[K_1 + K_2 T_G - K_3 P_A]$ en donde K_1 , K_2 y K_3 son constantes, y multiplicar dicha señal de salida por dicha señal de corrección.

20. 4. Un método según las reivindicaciones precedentes caracterizado porque el sistema de análisis de gas, para medir la cantidad de un contaminante seleccionado en un gas de muestra, se caracteriza porque comprende medios para generar un haz de radiación de infrarrojos, una célula de muestras apta para contener un gas, medios para el paso de un gas de muestra a través de dicha célula de muestras,

25. una célula de referencia que contiene un gas de referencia, medios para el paso de dicho haz alternativamente a través

ME

- de dicha célula de muestras y dicha célula de referencia, medios detectores sensibles a dicho haz y que producen respectivamente primera y segunda señales eléctricas indicativas, respectivamente, de la absorción de dicho haz por el contaminante seleccionado en dichas células,
5. medios sensibles a dicha primera y segunda señales para computar una señal de salida indicativa de la cantidad de dicho contaminante de gas seleccionado en dicho gas de muestra,
10. medios para medir la temperatura de dicho gas de muestra y producir una señal de temperatura de gas indicativa de ésta,
- medios para producir una señal de presión indicativa de la presión ambiente,
15. y medios de compensación sensibles a dicha señal de temperatura de gas y dicha señal de presión para corregir dicha señal de salida.

20. 5. Un método de conformidad con la reivindicación 4, caracterizado porque dicha célula de muestras tiene una lumbrera de entrada y una lumbrera de salida, incluyendo dicho medios para medir la temperatura de dicho gas de muestra un termistor dispuesto en la lumbrera de salida de dicha célula de muestras.

25. 6. Un método, de conformidad con la reivindicación 4 caracterizado porque dichos medios para producir una señal de presión comprenden un detector de presión sensible a la presión ambiente.

7. Un método de conformidad con la reivindicación

mfe

- ción 4 caracterizado porque dicho contaminante seleccionado es monóxido de carbono y dichos medios de compensación incluyen medios para multiplicar dicha señal de salida según la relación $[K_1 + K_2 T_G - K_3 P_A]$ en donde T_G es dicha señal de temperatura del gas y es indicativa de la temperatura de dicho gas en grados centígrados, P_A es dicha señal de presión y es indicativa de la presión ambiente en milímetros de mercurio y K_1 , K_2 y K_3 son constantes.
- 5.
10. 8. Un método de conformidad con la reivindicación 4, caracterizado porque dicho contaminante seleccionado es un hidrocarburo, y dichos medios de compensación incluyen medios para multiplicar dicha señal de salida según la relación $[K_1 + K_2 T_G - K_3 P_A]$ en donde T_G es dicha señal de temperatura del gas y es indicativa de la temperatura de dicho gas en grados centígrados, P_A es dicha señal de presión y es indicativa de la presión ambiente en milímetros de mercurio y K_1 , K_2 y K_3 son constantes.
- 15.
20. 9. Un método de conformidad con la reivindicación 4, caracterizado porque incluye medios para el muestreo del gas de escape de un vehículo a motor para obtener dicho gas de muestra.
25. 10. Un método, de conformidad con la reivindicación 4, caracterizado porque dichos medios de compensación incluyen una computadora digital.
11. Un método, de conformidad con la reivindicación 4, caracterizado porque dichos medios de compensación

m/e

ción incluyen medios de amplificador : desmultiplicador sensibles a dichas señales de temperatura de gas y de presión.

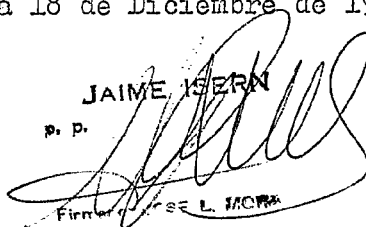
12. Un método con su sistema correspondiente,
5. para analizar gases.

Según se describe y reivindica en la presente memoria descriptiva que consta de 61 hojas foliadas y escritas a máquina por una sola cara.

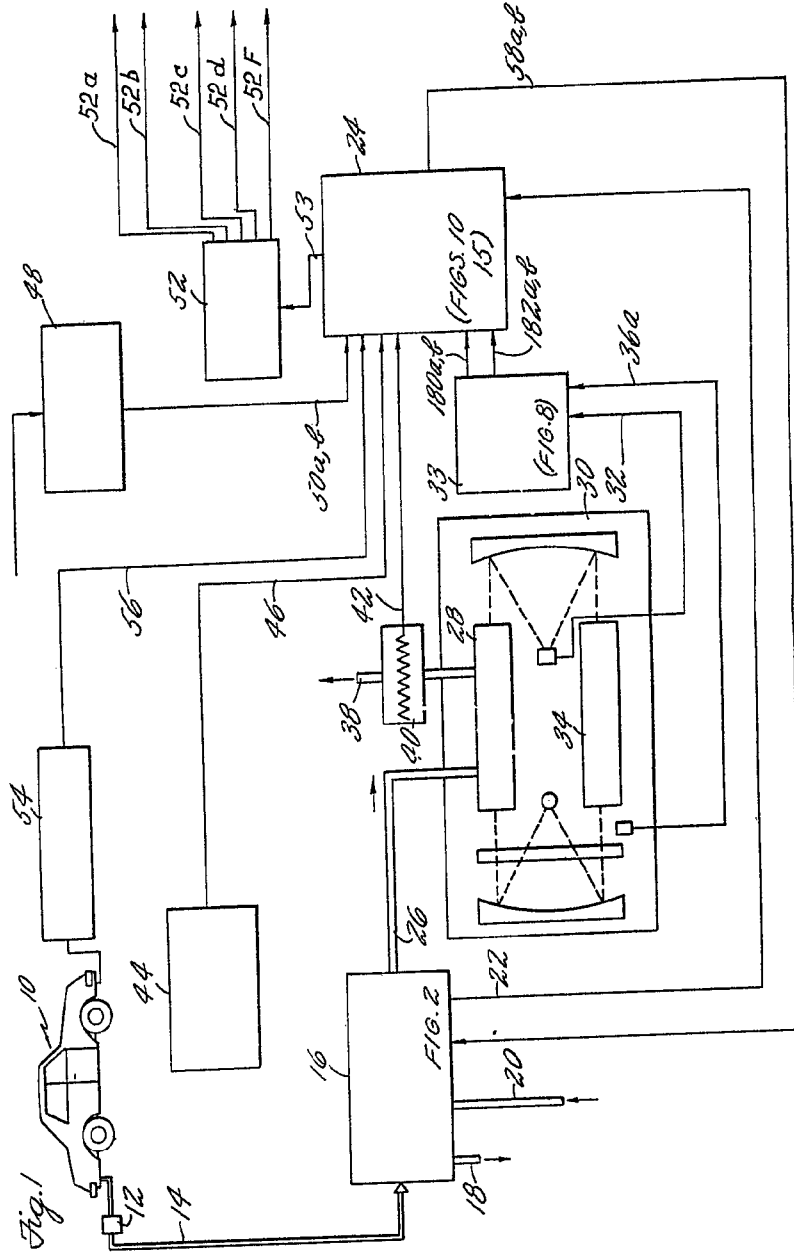
Madrid, a 18 de Diciembre de 1975

p.a.

JAIME ISERN
p. p.
Firma: JOSE L. MORAN

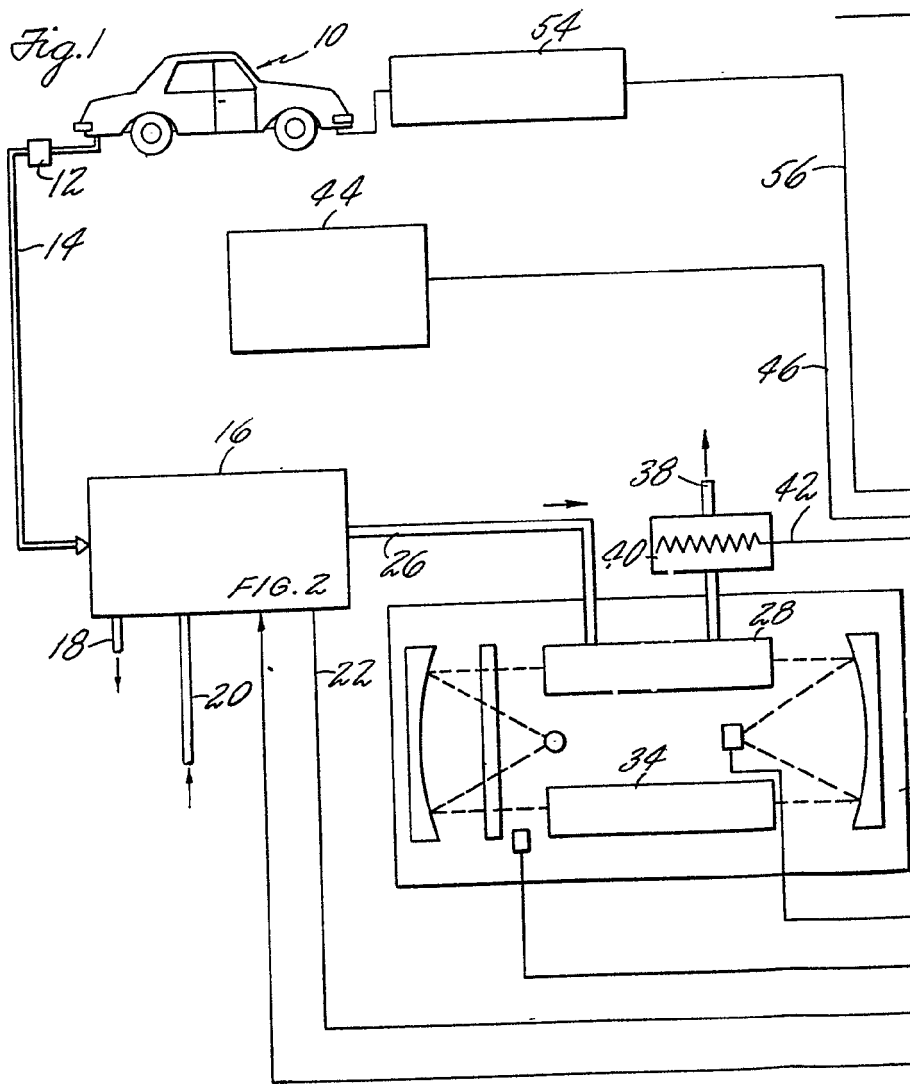


me

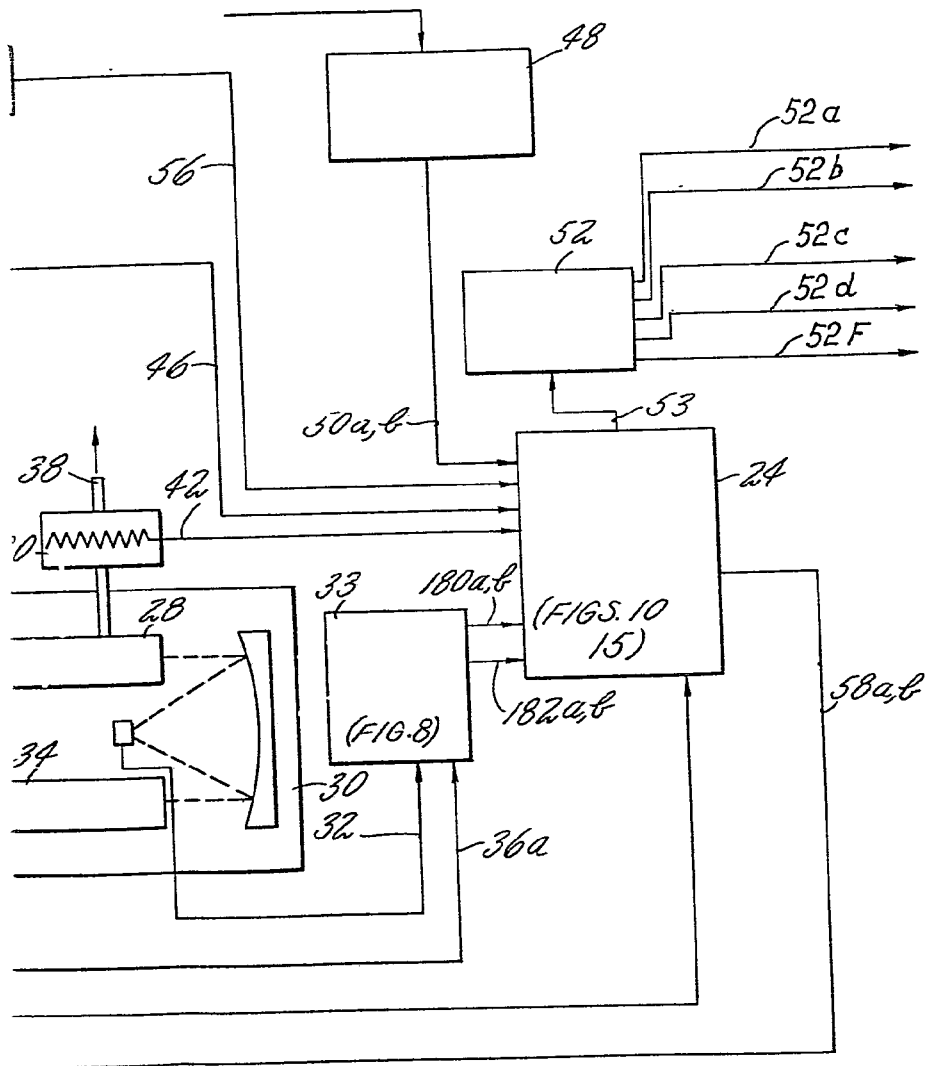


Madrid, a 18 DIC. 1975
P. a.

JAMÉS SÉN
FIRMADO: JOSE L. MONN



100-100-1



Madrid, a
p. a.

18 DIC. 1975

JAIMÉ USERN
D. S.

Firmado: JOSE L. MORAN

F-3387/JW

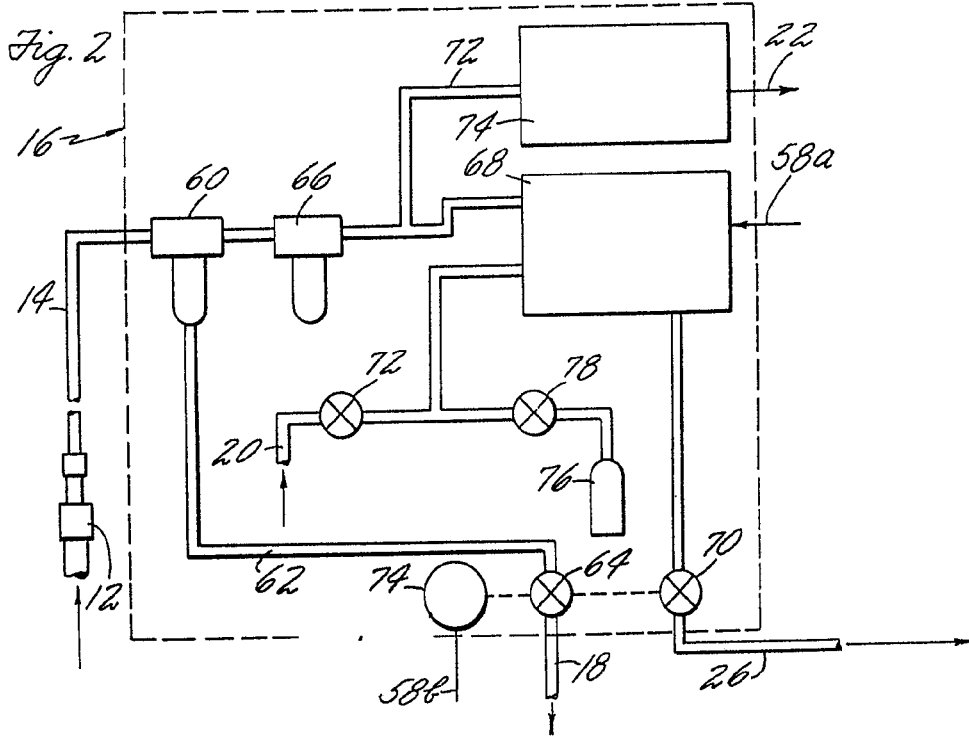


Fig. 16

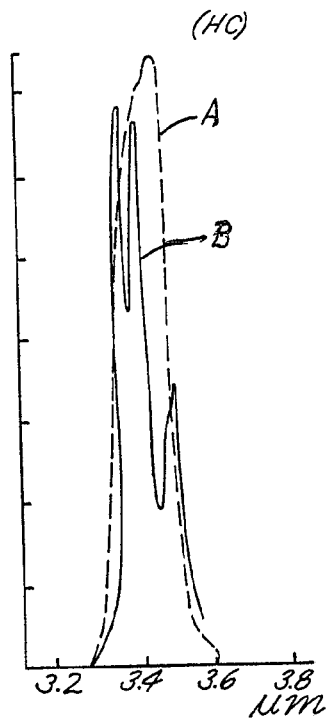
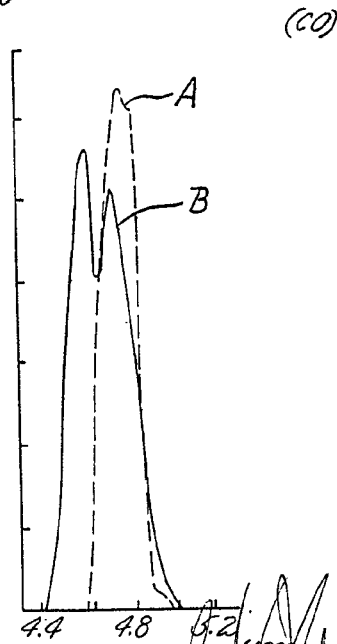
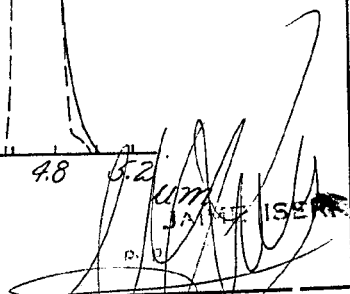


Fig. 17




 JAMES ISEK
 p. 2

Madrid, a 13 DIC. 1975
 p. a. Firmador: CGSE L. M.

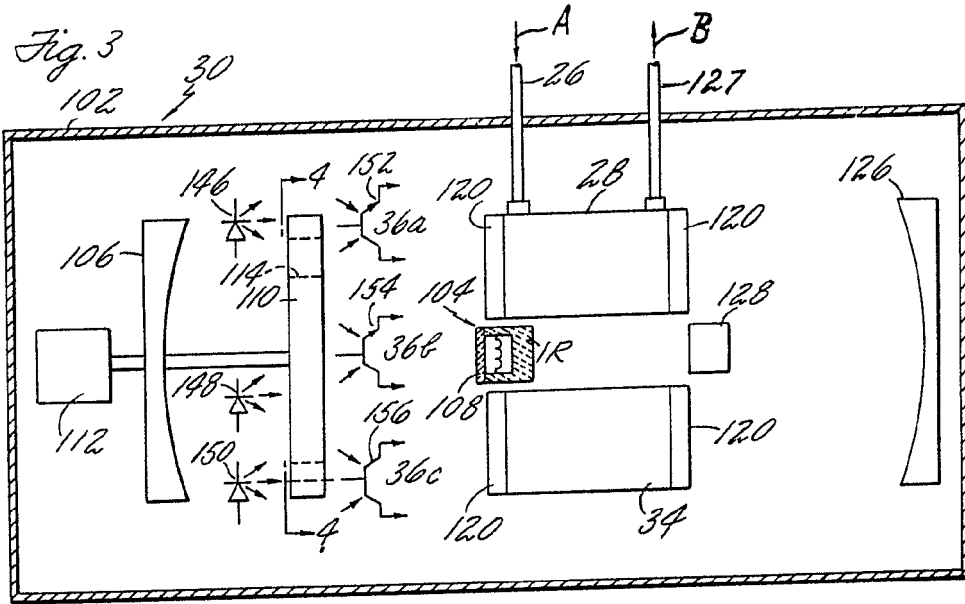


Fig. 5

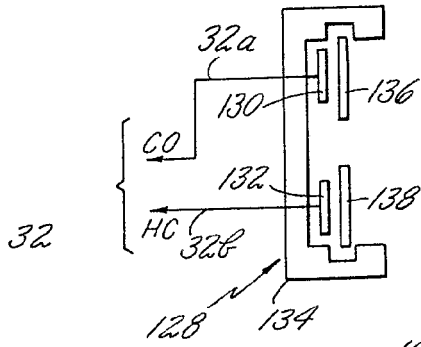
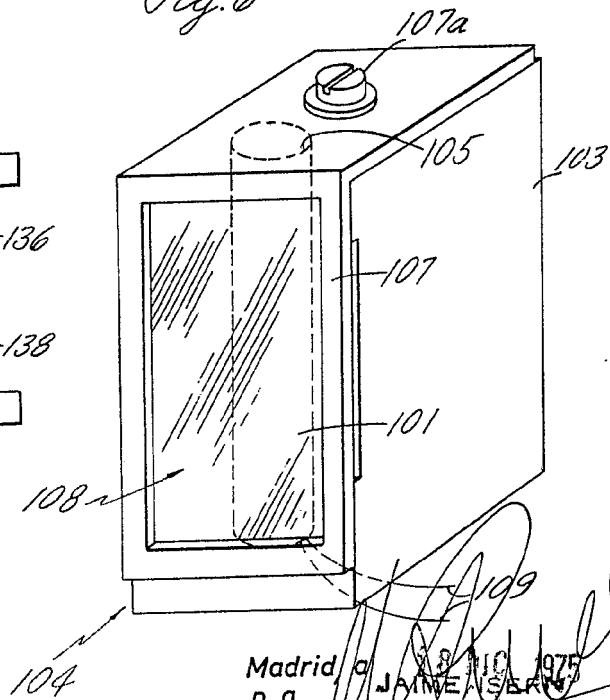


Fig. 6



Madrid, p. a.

18 JUN 1975
J. A. SERRA

Firmado: JOSE L. MONTE

Fig. 8

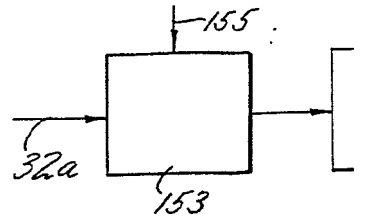


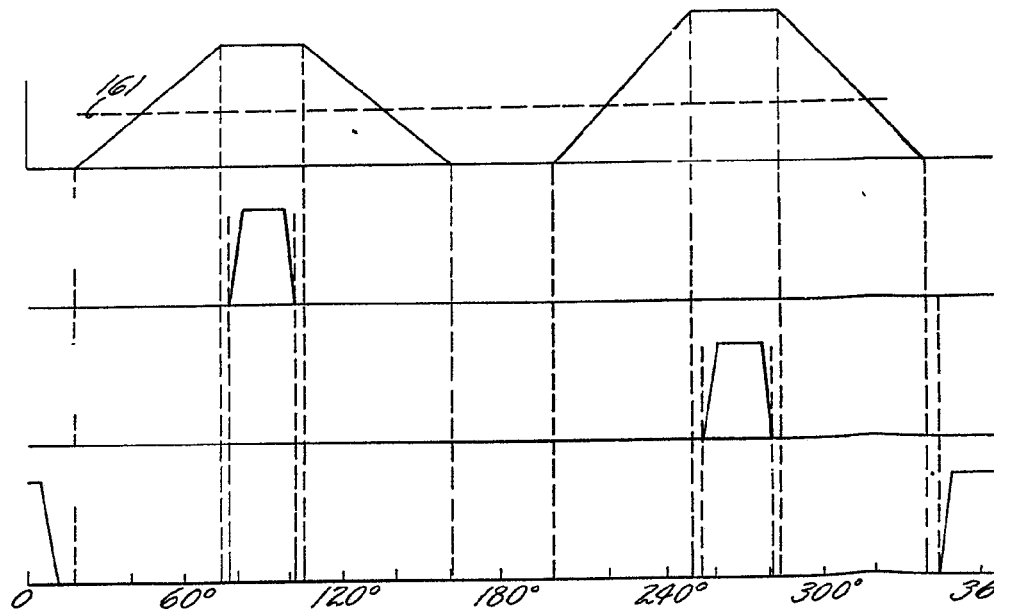
Fig. 7

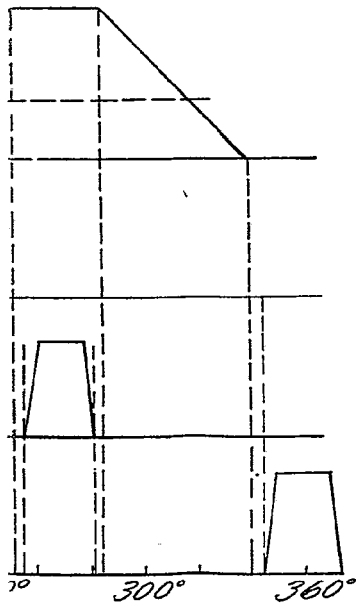
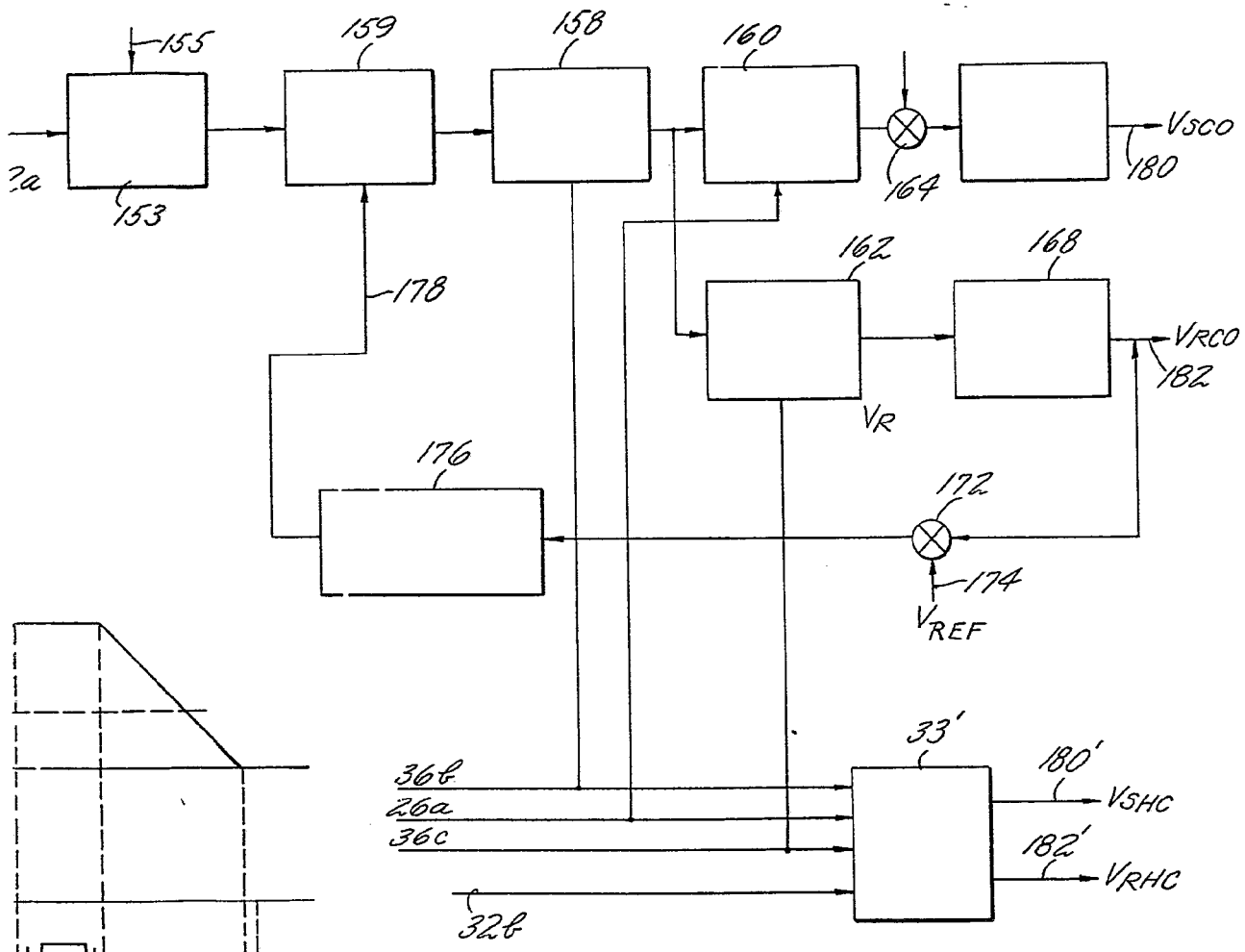
A

B

C

D



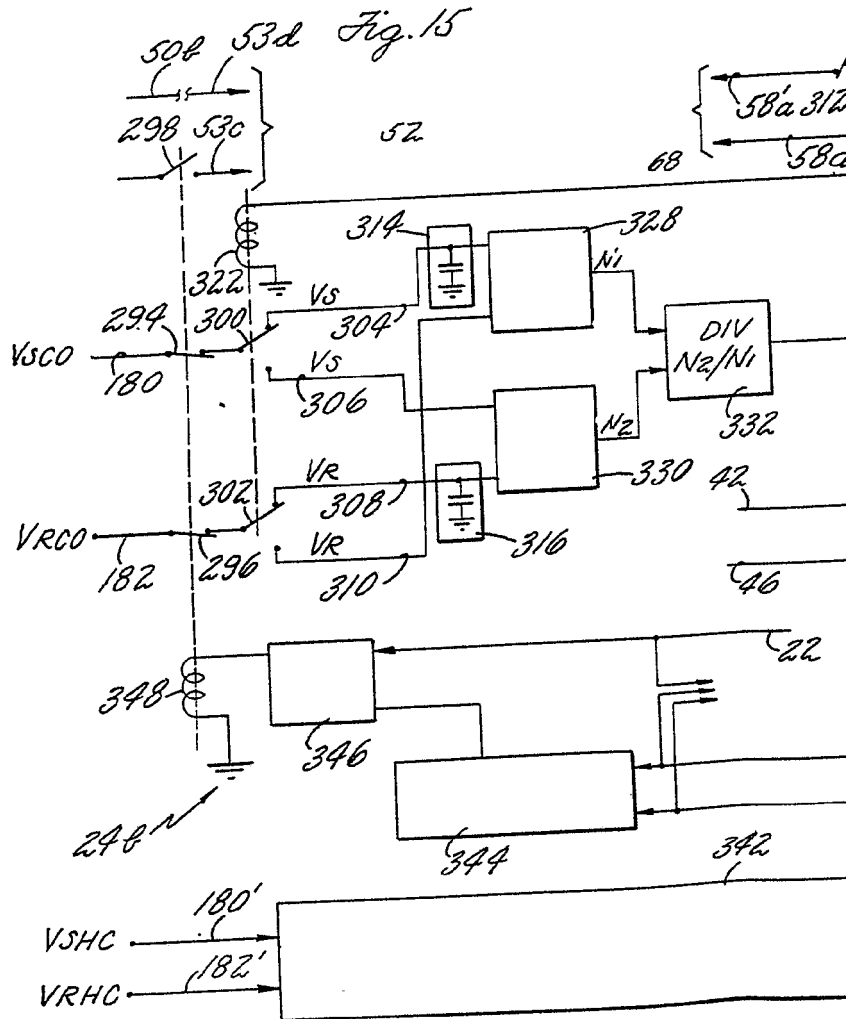
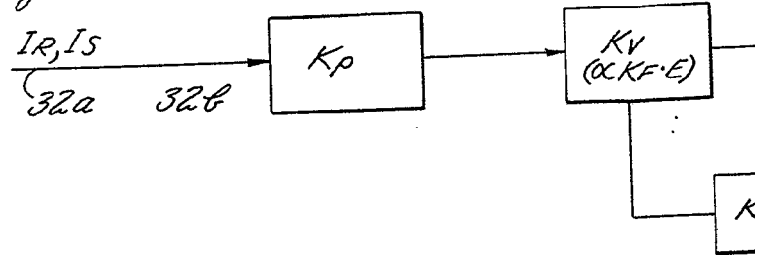


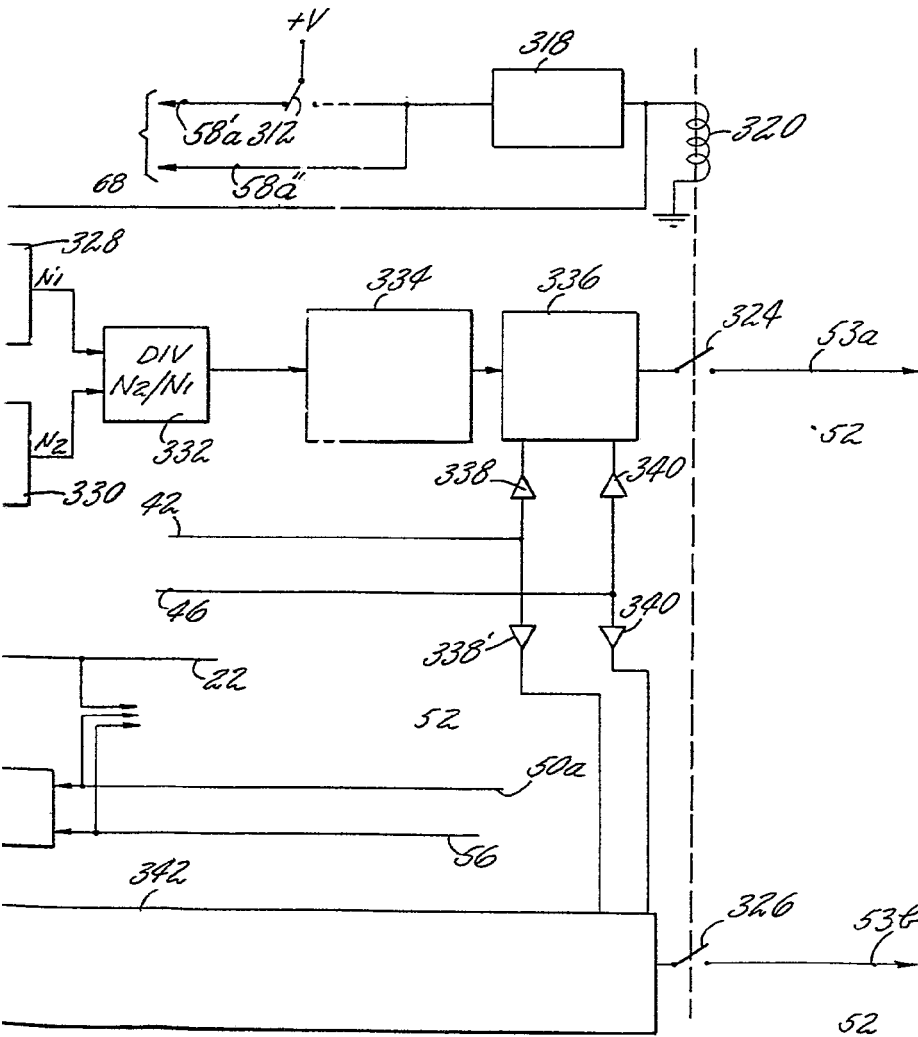
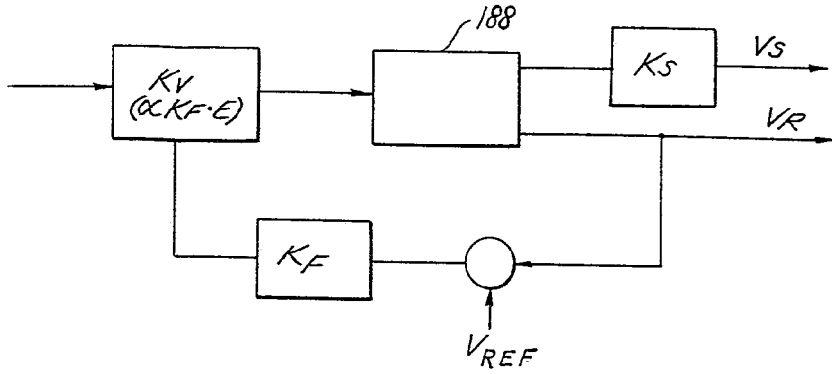
Madrid, a 1955
p. a.

1955
JAIME ISERRE
p. d.
[Signature]
Firma: JOSE L. MORE

F-3351JW

Fig. 9





Madrid, a
p.d.

p. p.

JAIMÉ ISERN

Firmado: JOSÉ L. MORÁ

1-3357/JW

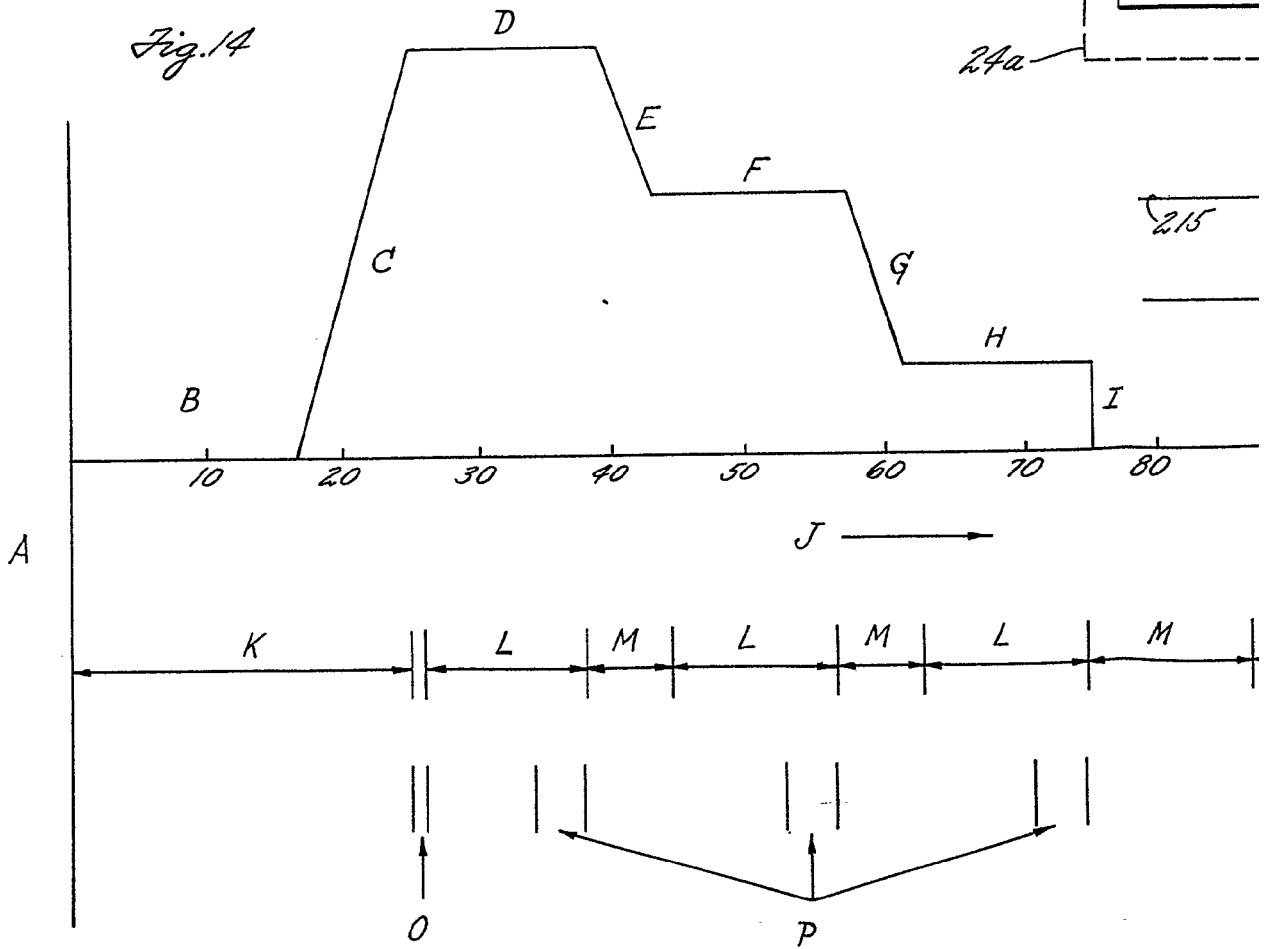
Fig. 10

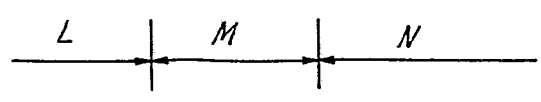
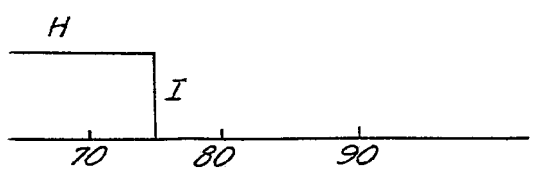
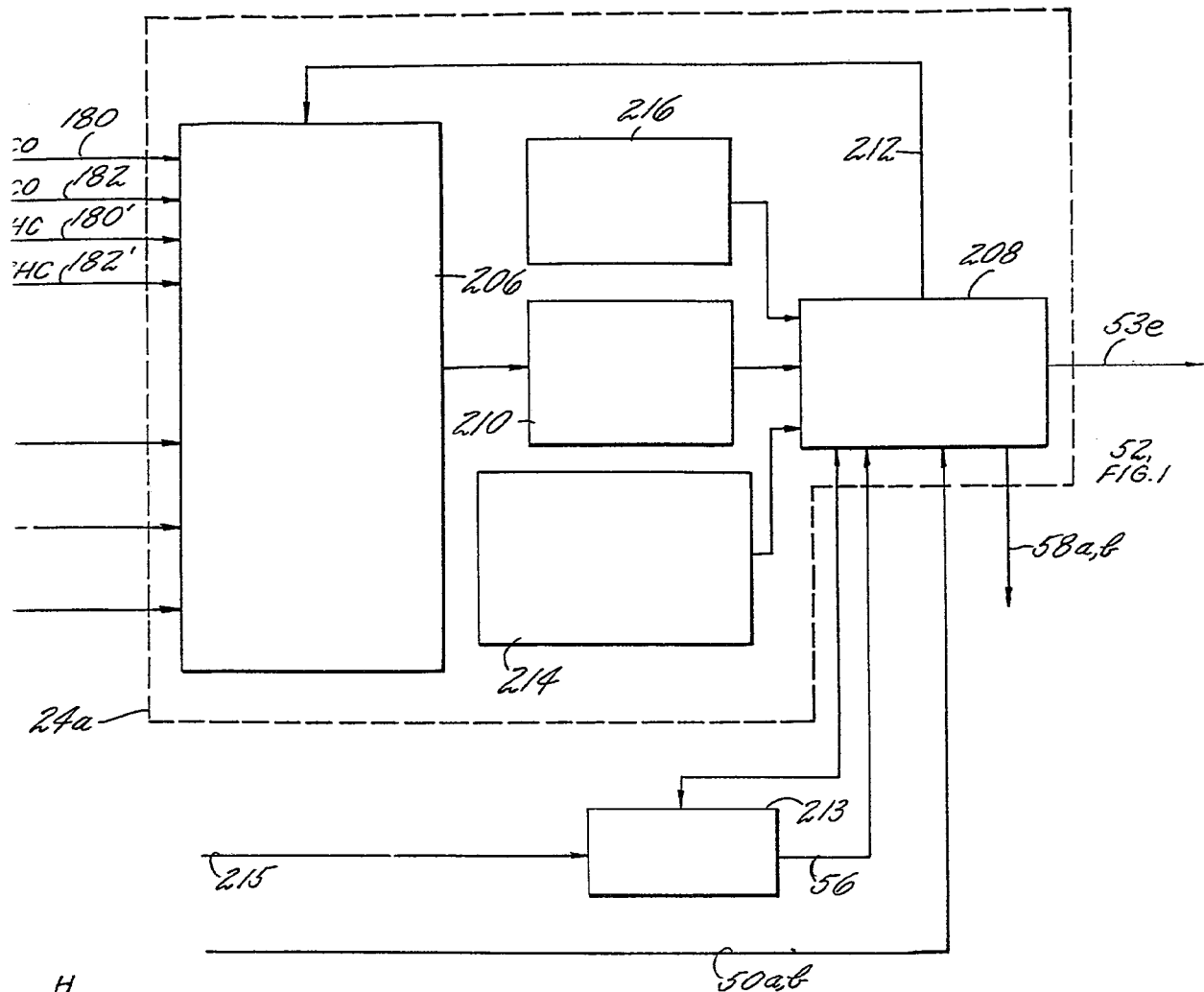
VSCO 180
VRCO 182
VSHC 180
VRHC 182

46'
42'
22'

24a

Fig. 14





Madrid, a
p. a.

JAYME IERN
P. D.
Firma de JOSE L. MCRA

F-3387/JW

Fig. 11a

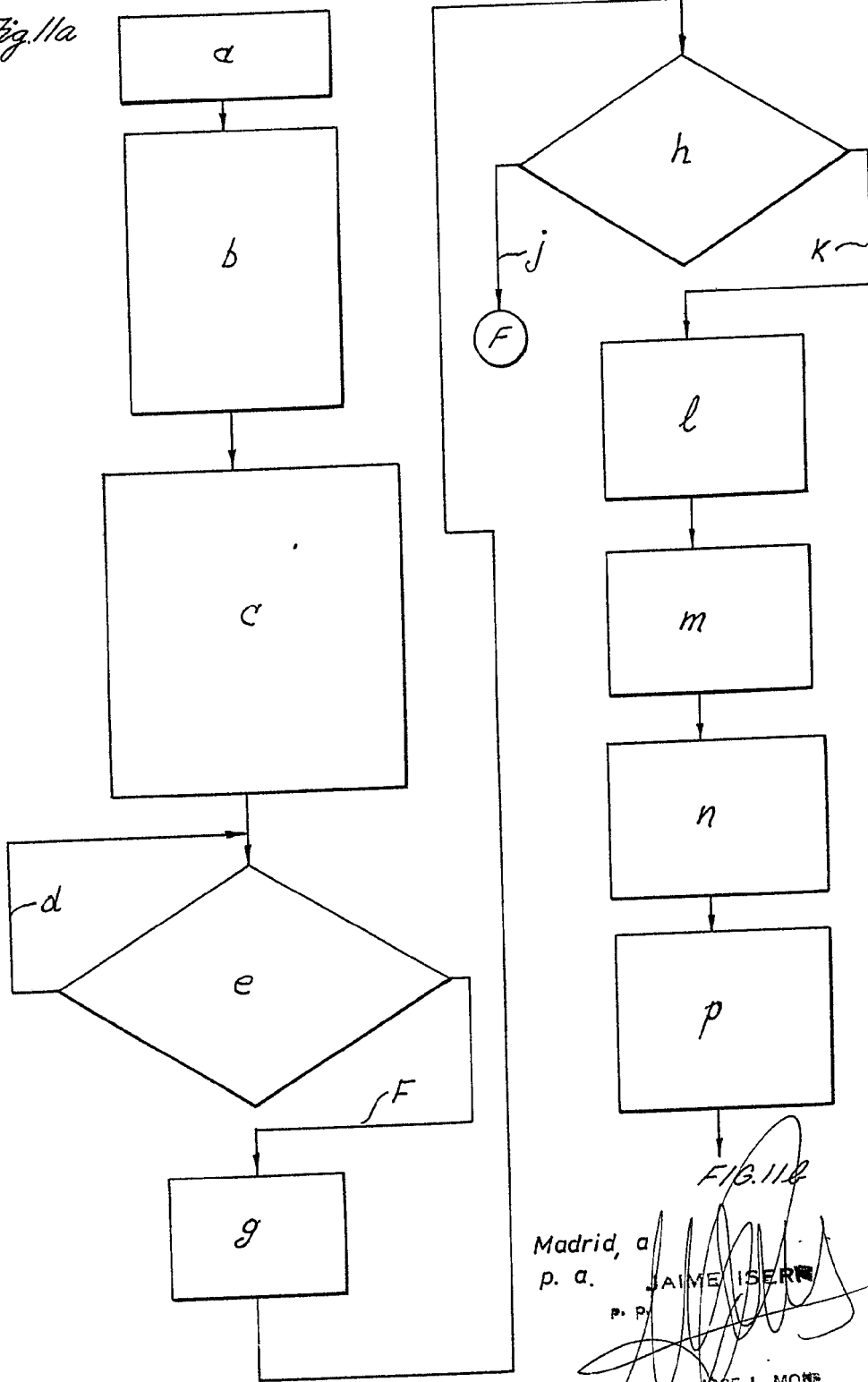


FIG. 11b

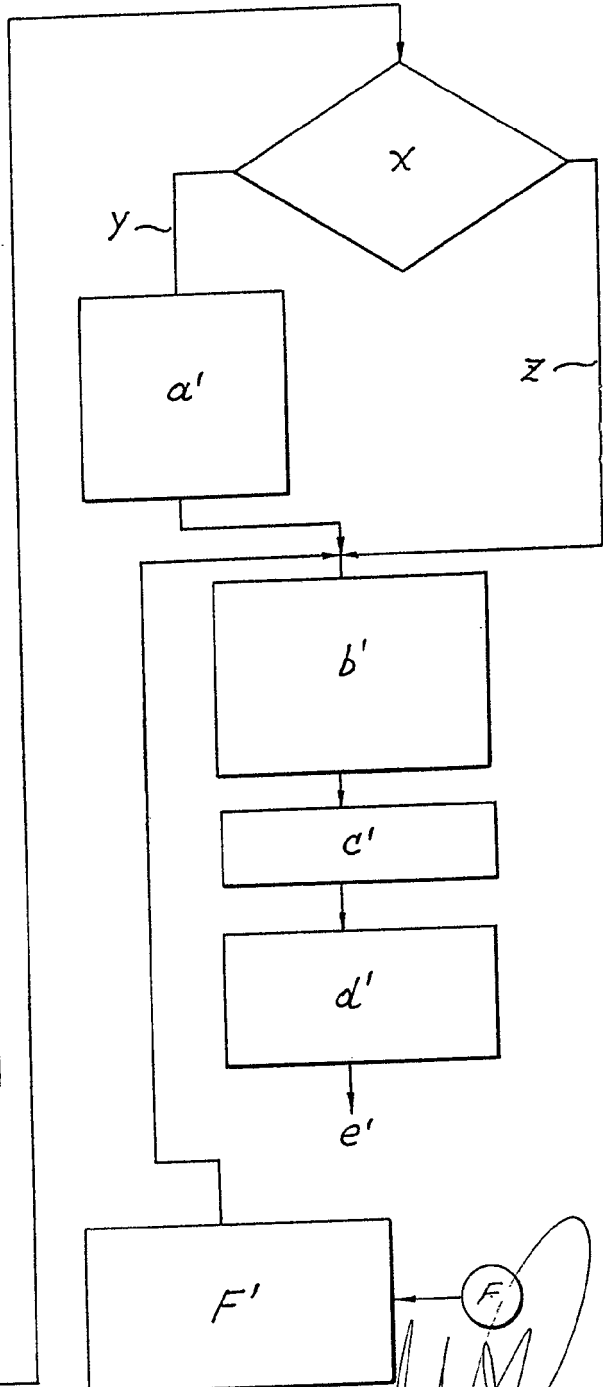
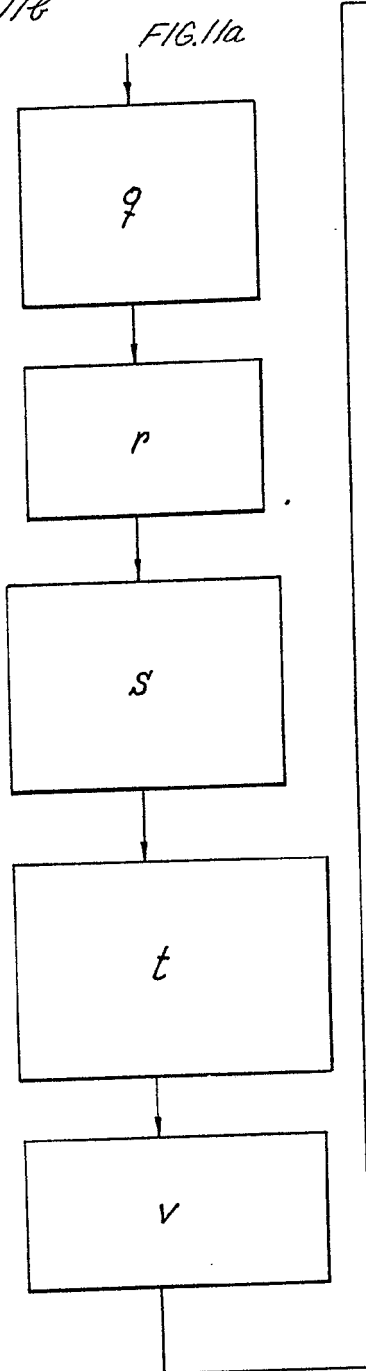
Madrid, a
p. a.

JAIME ISERIN

P. P.

Firmado: JOSE L. MONS

Fig. 11b



Madrid, a JAIME USERN
p. a. p. p.

Firmado: JOSE L. MORAN

Fig. 12

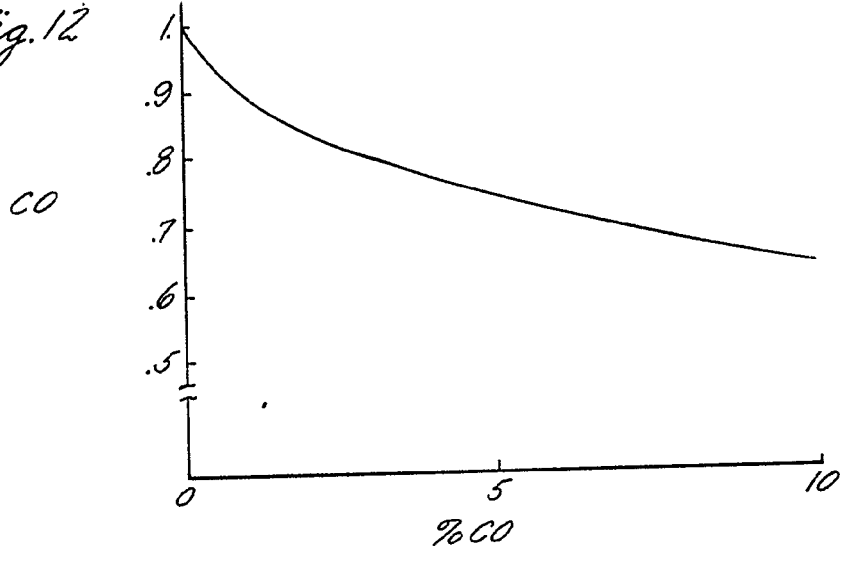
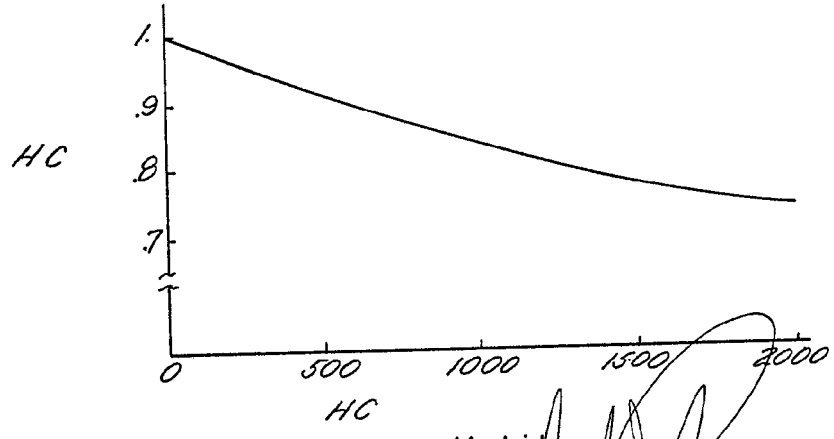


Fig. 13



Madrid, a
p. a.

[Handwritten Signature]
P. D. JAIME ISERN
Firmado: JOSE L. MORR