



ESPAÑA

14 MAR 1977

**PATENTE DE INVENCION**

ES (11) (21) (22)

NUMERO	447.264
FECHA DE PRESENTACION	23 Abril 1.976.

(10) A1

(30) PRIORIDADES:	(32) FECHA	(33) PAIS
(31) NUMERO		
17848/75	29 Abril 1.975.	GRAN BRETAÑA

(47) FECHA DE PUBLICIDAD	(51) CLASIFICACION INTERNACIONAL	(62) PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
	G01N	

(64) TITULO DE LA INVENCION

**"UN APARATO PARA LA MEDICION DE LA DENSIDAD DE HUMOS".**

(71) SOLICITANTE (S)

**LESLIE HARTRIDGE LIMITED.**

DOMICILIO DEL SOLICITANTE

**Mingewick Road, Buckingham, Buckinghamshire (Inglaterra).**

(72) INVENTOR (ES)

**Don Reginald Stanley Emerson.**

(73) TITULAR (ES)

(74) REPRESENTANTE

**JULIO DE PABLOS ARRIBAS. (P. 3.639, LM-P).**

Este invento se refiere a aparatos para medir la densidad de humos. Encuentra uso particular en el campo de la automoción para medir la densidad de la emisión de humos de escapes de vehículos, pero es igualmente capaz de medir la densidad del humo de cualquier tubo de escape o de cualquier otro orificio desde el cual salga un gas parcialmente opaco.

Los instrumentos para medir la densidad del humo son bien conocidos y funcionan basándose en varios principios diferentes. El aparato del presente invento cae dentro de un grupo genérico al que a veces se le denomina "opacímetros de escape". Se usan, principalmente, para medir la emisión de humos de motores diesel. Funcionan haciendo que un haz de luz atraviese el gas e incida sobre una célula fotosensible. La salida de la célula es expresada a continuación sobre un dispositivo de presentación adecuado, dando una lectura de la opacidad o densidad. El haz de luz usado puede estar en el campo de los infra-rojos usando un diodo fotoemisor (LED) en vez de una lámpara con filamento de tungsteno. Esto permite que el haz de luz sea intermitente (es decir, que esté "cortado"), lo que proporciona determinadas ventajas en la circuitería electrónica.

La totalidad del volumen de gas puede pasar a través de una cámara de observación (medidor de pleno caudal) o sólo una proporción del mismo puede ser conducida a la cámara (medidor de muestreo). Los medidores de pleno caudal pueden

- prescindir de la cámara de observación en absoluto y hacer pasar el haz de luz directa y transversalmente a través del penacho de gas que sale del tubo de escape. Los medidores pueden estar diseñados para instalación permanente en el tubo o conducto de escape a través del cual pasa el gas, por ejemplo, en una celda de ensayo de motores. Los medidores de muestreo pueden proveerse de una sonda de menor diámetro para su inserción en el extremo de salida del tubo de escape. En las celdas de prueba de motores, pueden utilizar una conexión en T dentro del tubo de escape. Análogamente, los medidores de pleno caudal pueden usar una sonda de diámetro similar al del tubo de escape y destinada a unirse a él de modo hermético.

- Existen diversos sistemas diferentes de unidades en uso general para comprobar la densidad de humos. Entre ellos figuran los siguientes:

- Las expresiones "porcentaje de opacidad" y "porcentaje de oscurecimiento" significan que, cuando no hay humo, el porcentaje es cero mientras que, cuando el humo es infinitamente denso (de modo que la luz queda completamente "cortada"), el porcentaje es de cien. La escala es entonces una relación lineal entre la salida de la fotocélula y la desviación de la aguja del medidor entre los extremos.

- Con el fin de que la citada unidad pueda tener un significado consistente, debe definirse la longitud de muestreo del haz de luz que atraviesa el humo. Y, como el humo se expande con la temperatura y se contrae con la presión, también deben definirse éstas. La "Hartridge Smoke Unit" (HSU), que es de amplio uso general, es una escala de porcentaje de opacidad en la cual la longitud de muestreo ha sido definida

en 430 mm, la temperatura en 100° y la presión como la atmosférica ambiente.

- Los medidores que operan directamente a través del penacho de humo que sale del tubo de escape sólo pueden definir la longitud de muestreo en función del diámetro del tubo de escape y, por tanto, con fines de comparación, se necesitan fórmulas, tablas o nomogramas de correlación. Además, la temperatura no puede ser gobernada y, o bien debe medirse, o debe suponerse que está dentro de ciertos límites aceptables. Para proporcionar una base común, se ha establecido una "unidad absoluta" ( $K \text{ metros}^{-1}$ ) en la cual K es un coeficiente de absorción de la luz de acuerdo con la fórmula:

$$K = \frac{-1}{L} \log_e \left\{ 1 - \frac{N}{100} \right\}$$

- donde L = longitud de muestreo, en m y N = porcentaje de la desviación a plena escala, basándose K en una temperatura de 100° y presión atmosférica ambiente. Por consiguiente, existe una relación directa entre K y HSU, siendo lineal la escala HSU de 0 a 100, y siendo no lineal la escala K de 0 a 00.

- Hay dos mediciones de humo básicas, a saber, la "medición en estado estable" en la que el motor funciona bajo carga constante y la densidad del humo puede presentarse como lectura continua, y la "medición dinámica" (o "medición bajo aceleración") en la que el motor está instalado en un vehículo y no puede aplicarse convenientemente carga constante. En este último caso, se aplica la plena carga temporalmente usando la inercia inherente del propio motor durante una aceleración libre con el pedal de accele-

rador hasta el suelo hasta velocidad plenamente gobernada. El humo del escape, por tanto, ocurre sólo durante un corto período, mientras el motor acelera. Por consiguiente, el medidor debe responder con rapidez suficiente para facilitar la lectura de la densidad de humo máxima verdadera del impulso de humo de corta duración (aproximadamente 2 segundos).

5.-

Las mediciones en estado estable se usan en el trabajo de desarrollo de motores y comprobaciones para la homologación de vehículos. Pero este tipo de prueba, al depender de la aplicación de una carga estable conocida, no es satisfactoria para el ensayo cuando el vehículo está en uso en la carretera y no se dispone de un dinamómetro de chasis.

10.-

15.- Existe cierto número de críticas acerca del método de medición bajo aceleración pero es el único método actualmente disponible para usarlo en carretera y puede ser rápido y, en general, satisfactorio, con tal de que el instrumento para la medición del humo se conforme a las apropiadas exigencias que son necesarias en este tipo de prueba.

20.-

Entre los inconvenientes de algunos de los equipos normalmente usados (desde el punto de vista de la medición del humo bajo aceleración) figuran los siguientes:

- 25.-
- 1) Necesita ser montado de manera permanente en el sistema de escape.
  - 2) Se necesitan tubos-sonda largos que causan un retraso físico y el "aplanamiento" del impulso de humo.
  - 3) Se requiere una cámara de observación voluminosa y esto causa un retraso físico.
- 30.-

- 4) La dificultad de observar la máxima lectura de un medidor "vivo".
- 5) Dependencia de un medidor "vivo" para indicar la lectura máxima real sin rebasamiento por abajo ni por arriba.
- 5.- 6) Dependencia del diámetro del tubo de escape para establecer la longitud de muestreo.
- 7) Dependencia de un solo estrecho haz de luz con la consiguiente posibilidad de observar únicamente una pequeña proporción de la muestra.
- 10.- 8) Dependencia de una fuente exterior de corriente para el funcionamiento.
- 9) Necesidad de aire comprimido u otro servicio secundario.
- 15.- 10) Incapacidad de barrer con aire limpio para establecer y verificar el cero.
- 11) Incapacidad de proporcionar corrección automática de la temperatura del humo.
- 12) Multiplicidad de ajustes y controles.
- 20.- 13) Falta de medios de verificación incorporados de centro de escala.
- 14) Ausencia de filtro eléctrico con característica definida para eliminar el "ruido" sin modificar la forma del impulso de humo principal.
- 25.- 15) Incapacidad de "mantener" la lectura máxima.
- 16) Incapacidad de definir con precisión la longitud física de muestreo.
- 17) La densidad de la muestra de humo resulta afectada por el movimiento del aire ambiente (es decir, por el viento).
- 30.-

Todo el equipo actualmente disponible adolece de uno o más de estos inconvenientes. Los medidores disponibles para ensayo bajo aceleración proporcionan en general un solo haz de luz, estando el manantial de luz y la fotocélula situados en un bastidor destinado a montarse en el extremo del tubo de escape, de modo que el haz de luz atraviese el penacho de gas de escape cuando éste sale del tubo .

El presente invento se refiere primordialmente, pero sin excluir la prueba en estado estable, a mejoras introducidas en opacímetros para medir la opacidad de emisiones de escape de motores diesel medida por el método de aceleración libre y, de acuerdo con el invento, los aparatos para medir la densidad del humo comprenden un paso de venturi a través del cual puede circular el humo, y un manantial de luz y, al menos, una superficie reflectora de la luz, situados en las proximidades del paso para dejar pasar y reflejar un haz de luz transversalmente a través de la garganta del venturi para formar un haz en V o un haz en V múltiple.

En los dibujos adjuntos se muestra un ejemplo de aparato de acuerdo con el invento. En los dibujos muestran:

La figura 1, una vista del aparato completo.

La figura 2, una sección a través de la cabeza de humos, tomada por la línea II-II de la figura 3.

La figura 3, una sección a través de la cabeza de humos, dada por la línea III-III de la figura 2.

La figura 4, el aparato en uso.

La figura 5, un diagrama de bloques del circuito electrónico dentro de la caja de presentación, ilustrando también la forma de la señal en cada una de las diversas etapas.

La figura 6, cinco vistas, A, B, C, D y E, de la disposición

de conmutación.

La figura 7, el aparato destinado a usarse en una nave de pruebas.

La figura 8, una vista a mayor escala de la empuñadura mostrada en la figura 1.

La figura 9, una sección a través de una construcción alternativa del camino de la luz que se ha mostrado en la figura 3.

Como se ha indicado antes, la figura 1 muestra el aparato completo con su sonda 9 insertada en un tubo de escape 50 de un motor (no mostrado), estando la sonda conectada a una cabeza de humos 49 por un codo 10 y dos tuercas de giro 11 y 12, de modo que se obtenga una articulación completa entre la sonda y la cabeza de humos. Una muestra del humo sube por la sonda y atraviesa la cabeza de humos 49, saliendo de nuevo al aire libre en 63. Una empuñadura 200 en el extremo de una prolongación 201 sirve a) para insertar la sonda a mano en el tubo de escape cuando está en posición inaccesible, y b) para obtener acceso al aire limpio que entra en la empuñadura 200 por agujeros 202.

La señal procedente de una fotocélula 27 (véase la figura 3) atraviesa un cable 36 de varios conductores y va a un instrumento manual de presentación 53. Al deprimir un botón 54, la aguja 60 muestra en un medidor 56 la densidad del humo 62 que sale del tubo de escape.

La figura 4 muestra un operador 203 usando el aparato en un vehículo 204 que se halla bajo el control de un conductor 205. El operador 203 da instrucciones al conductor 205 mediante señales manuales adecuadas cuando desea que el conductor pise por completo o suelte el acelerador

del vehículo 204.

- Las figuras 2 y 3 muestran la cabeza de humos 49 del aparato. Comprende un alojamiento 1 que encierra un espacio 2 cerrado por una cubierta 3 retenida por tornillos
- 5.- (que no se muestran). El espacio 2 está cerrado también por un segundo alojamiento 206 que, a su vez, contiene otros dos alojamientos 28 y 33. El alojamiento 28 sitúa un manantial de luz 25 en un soporte 29, y el alojamiento 28 está
- 10.- situado de modo ajustable mediante un tornillo prisionero 31. El alojamiento 33 sitúa una fotocélula 27 y una termis-
- 15.- tencia 35 junto con una placa de circuitos 34 que contiene un equipo amplificador electrónico adecuado para estabilizar la salida de señal de la fotocélula contra la temperatura. El cable 36 de múltiples conductores con su conexión
- 20.- 37 contiene conductores suficientes para suministrar corriente al manantial luminoso y al amplificador y también para transmitir las señales necesarias de nuevo al instru-
- 25.- mento 53. El alojamiento 33 es situado de manera ajustable por un tornillo prisionero 32.
- 30.- Dentro del espacio 2, pasa un tubo de humo 7 situado por una pestaña 15 y una tuerca 13. Unos anillos tóricos 16 aíslan térmicamente el alojamiento 1 del tubo de humo caliente 7. El tubo de humo tiene una parte entallada 210 que actúa conjuntamente con dos tapones internos 213 y 214
- 30.- situados concéntricamente dentro del tubo de humo por cierto número de apoyos radiales 211 para formar un venturi anular que tiene su garganta en 18. Hay cierto número de agujeros radiales 22 en la parte entallada 210 del tubo de humo para el paso de luz desde el manantial luminoso 25. Dos espejos 20 y 21 están dispuestos para reflejar la luz del manantial 25 a través de los agujeros 22 de modo que

se forme un haz en W de luz 26 que, después de pasar cuatro veces transversalmente a través del tubo de humo y del espacio 212 entre los tapones, incide finalmente sobre la fotocélula 27. El haz de luz puede pasar cualquier número de veces a través del tubo, pero se ha visto que cuatro veces es el número preferible.

5.- Si se desea, el espacio entre los tapones, a través del cual pasa el haz de luz, puede ser sustituido ventajosamente por cuatro agujeros taladrados a lo largo de los cuatro ejes del haz de luz (véase la figura 9). En este caso, se suprime el agujero 216 de alimentación del humo. Esta disposición tiene la ventaja de que los dos tapones 213 y 214 pueden hacerse de una pieza y también, lo que es más importante, que la luz del manantial 25 no puede reflejarse interiormente de partícula a partícula y hacer así que algo de la luz llegue a la célula sin recorrer toda la longitud del camino luminoso. Esto es importante cuando el humo contiene vapor de agua o niebla de combustible líquido sin quemar.

10.- El agujero 216 de la construcción de la figura 2 sirve para llenar el espacio 212 con humo y el venturi anular, por tener un área relativamente pequeña, produce una depresión, en los extremos interiores de los agujeros 22 para la luz, considerablemente mayor que la que sería posible sin los tapones 214 y 215, mientras que, al mismo tiempo, proporciona un trayecto relativamente largo para la luz que atraviesa la muestra de humo.

15.- Las placas 217 y 218 (véase la figura 3) están dotadas de agujeros de bordes vivos o "diafragmas" para orientar el haz de luz e impedir reflexiones internas. Las pla-

30.-

cas proporcionan asimismo situación exacta de los espejos que son mantenidos contra las superficies exteriores de las placas por almohadillas flexibles 220.

- 5.- Cuando el humo atraviesa la garganta 18 del venturi, produce una reducción de presión en los agujeros 22 para la luz, lo que hace que sea aspirado aire limpio a través del paso 19 y de la prolongación 201 de la empuñadura desde los agujeros 202 de la empuñadura 200. Este aire limpio forma una cara de contacto con el humo en los extremos interiores de los agujeros 22 para la luz y define así la longitud total de la muestra de humo a través de la cual pasa el haz de luz. El aire limpio impide también que se ensucien las superficies del espejo y del manantial luminoso y la fotocélula.
- 10.-
- 15.- Un componente 39 de termopar unido a una delgada placa 40 (véase figura 2) está insertado a través de la pared del tubo de humo, y sus conductores están incorporados dentro del cable 36 de conductores múltiples. Esto evita el uso indeseable de cualquier forma de tapón eléctrico u otra especie de conector.
- 20.- La pestaña 221 del tapón 214 sirve para ocluir la entrada de luz ambiente que, de otro modo, podría llegar a la fotocélula y protege también al venturi del efecto directo del viento fuerte impidiendo un estancamiento local del venturi.
- 25.-
- 30.- Un eje 44 que está libre para girar en la placa 218 lleva un rodillo moleteado 45 y un disco u obturador 46 provisto de cierto número de salientes 47. El obturador 46 está situado de modo que, cuando es girado pasando el pulgar a través del rodillo 45, los salientes pasan cada uno

por turno a través del haz de luz 26 de modo que "corten" el haz. El ángulo subtendido en el centro del eje 44 por los dos bordes de cada saliente multiplicado por el número de salientes debe ser una fracción predeterminada de 360° de modo que, cuando gira, el obturador reduzca el flujo lumínico medio que incide sobre la fotocélula en un factor similar. Un imán 48 unido al alojamiento 206 está muy cerca del obturador 46 de modo que, cuando no se use, el imán atraiga a uno de los salientes 47 y mantenga así al obturador en una posición angular en la que no obstruye el haz de luz.

El instrumento manual de presentación 53 incluye una batería como fuente de corriente, interruptores eléctricos y circuitería electrónica, así como el medidor de presentación 56. El pulsador 54 hace funcionar los interruptores o conmutadores eléctricos en dos modos: a) primera presión - deprimido a medias y b) segunda presión - completamente deprimido. El medidor 56 tiene dos escalas, a saber, una escala lineal 57 graduada de 100 a 0 en HSU y una escala no lineal 58 graduada de 00 a 0 en unidades de coeficiente de absorción de luz ( $K \text{ metros}^{-1}$ ). Un diodo emisor de luz (LED) 59 se enciende cuando el voltaje de la batería cae por debajo de un valor que podría provocar lecturas incorrectas. La aguja 60, cuando el instrumento no está funcionando, se halla en la extremidad de la izquierda de la escala (en 100 HSU). Un botón 55 sirve para ajustar la aguja a cero antes del uso del instrumento. Una cubierta 52 sitúa las baterías (no visibles) dentro de la caja 53.

La figura 5 ilustra un ejemplo de la circuitería electrónica preferida del aparato. La parte de la circuitería

- que está en el alojamiento 1 de la cabeza de humo se muestra encerrada dentro de la línea de trazos 88, mientras que la parte que se halla en el instrumento de presentación 53 se muestra encerrada por la línea de trazos 89. El cable 36
- 5.- de múltiples conductores y sus conectadores macho y hembra 36a (figura 1) que conectan entre sí las dos unidades, se muestra en 87. La propia circuitería se muestra en forma de diagrama de bloques en gracia a la sencillez, ya que las diversas funciones son bien conocidas en la práctica electrónica. El funcionamiento es como sigue:
- 10.- Los reguladores 80 y 84 proporcionan unas líneas estables positiva y negativa con respecto a la línea de cero voltios de la toma central, para hacer funcionar el sistema. Un tercer regulador 79 proporciona un voltaje estable
- 15.- para hacer funcionar el manantial de luz 25. Dicha primera presión en el pulsador 54 del instrumento manual 53 cierra los interruptores 81 y 85 y deja cerrado al interruptor 78. Al deprimir el pulsador 54, estos circuitos regulados son excitados y se enciende el manantial de luz 25.
- 20.- La luz procedente del manantial 25 pasa a la fotocélula 27 después de seguir el camino 26 a través del tubo de humo 7 de la figura 2. La señal producida por ello pasa al amplificador de cabeza 67 que da una señal de baja impedancia de fuente para evitar la interferencia captada
- 25.- por el cable y la conexión 87 desde fuentes externas parásitas tales como transmisores de radio. La termistancia 35 mantiene esta señal constante para cualquier intensidad de flujo luminoso si la temperatura de la fotocélula se modificara en el uso. La señal inicialmente amplificada es
- 30.- amplificada todavía a proporciones más convenientes por el

pre-amplificador 70. Un filtro 71 de pasa-bajos deja pasar las frecuencias de señal por debajo de aproximadamente 2Hz pero atenúa sustancialmente las de más de aproximadamente 20 Hz.

- 5.- La señal alisada pasa ahora al amplificador logaritmico 72 donde es modificada a un valor igual a su logaritmo. El amplificador 73 multiplica ahora el valor de la señal por un multiplicador predeterminado igual a la relación: 430 (la longitud de la muestra de humo que especifica la HSU) dividido por, verbigracia, 100 (que, por ejemplo, podría ser la longitud combinada de la parte del camino de la luz 26 de la figura 2 que atraviesa el tubo de humo 7; es decir, la longitud de la muestra de humo). Después de la multiplicación, el amplificador antilogaritmico 74 toma el antilogaritmo de modo que, en efecto, la intensidad de la señal ha sido elevada a la potencia de 4,3. Como ya se ha explicado, las unidades de porcentaje de opacidad dictan que la lectura sea 100 cuando la luz no penetra el humo en absoluto y la señal es cero, siendo la lectura cero cuando no hay humo y la señal es positiva. El medidor 56, al que hace funcionar la señal en definitiva, tiene, por tanto, una escala con la extremidad "en reposo" marcada con 100 y la extremidad de desviación a plena escala marcada con cero, siendo lineales las divisiones y subdivisiones.
- 10.-
- 15.-
- 20.-
- 25.-

- El amplificador de máximo y seguimiento 76 detecta y mantiene la intensidad máxima de señal alcanzada y deja pasar el valor "retenido" al medidor 56. Pero el interruptor 77 (abierto por la segunda presión del botón 54) cuando se cierra repone - o cancela - la capacidad de retención
- 30.-

del amplificador 76 de modo que, con el interruptor 78 cerrado, la señal al medidor 56 sigue continuamente las variaciones de la intensidad de la señal al amplificador 76. Es necesario, sin embargo, mantener la lectura máxima en el medidor que, de hecho, es la intensidad de señal mínima alimentada al medidor. Por consiguiente, es conveniente introducir el amplificador de "por menos uno" 75 que invierte la señal al sentido negativo en lugar de al positivo antes de que entre en el amplificador de máximo y seguimiento 76. La intensidad de la señal sin humo estará en su valor máximo pero, a causa de las tolerancias de los componentes y de la eficacia del trayecto lumínico, el valor no puede ser específico. El control 55 de ajuste a cero compensa estas variaciones y permite que el medidor sea puesto a cero cuando no hay humo presente.

Se ha explicado ya en lo que antecede cómo los componentes 72, 73 y 74 elevan el nivel de la señal entrante a una potencia representada por la longitud de muestreo del humo especificada para HSU dividida por la longitud de muestreo del humo para este invento. Esta función tiene tres fines, como sigue:

1) Consigue una desviación lineal en la escala HSU a fin de concordar con la escala lineal del medidor de humo Hartridge (descrito en nuestra patente británica anterior Nº. 918.525) que dió origen a la Unidad de Humo Hartridge.

2) La omisión de la función de escala daría como resultado que la parte central de la escala fuera deprimida hacia cero, de modo que la mayoría de las lecturas to-

madas de un motor darían como resultado una pequeñísima desviación de la aguja debido a la longitud de muestreo del humo, más corta y más conveniente, adoptada. Esto daría como resultado una peor posibilidad de lectura, debida, primero, a la menor desviación de la aguja y, segundo, a la falta de linealidad de la escala misma.

5.-

3) La temperatura de escape del motor en el tubo trasero alcanza un valor que a veces supera los 300°. Además, como el invento está primordialmente destinado a funcionar en un modo de ensayo de corta duración, la temperatura real en el punto de medición de la densidad del humo en el tubo de humo 7 varía considerablemente y rápidamente. La corrección de la temperatura puede conseguirse variando apropiadamente la ganancia del amplificador de in-

10.-

dicación 73. Las partículas de humo distribuidas por el gas de escape siguen las leyes reconocidas de expansión de los gases de modo muy aproximado y, por tanto, para obtener la misma salida de señal de la fotocélula a una temperatura de x°C por encima de la especificada para HSU (es decir, 100°), se podría aumentar la longitud de muestreo del humo en la relación  $\frac{373 + x}{373}$ . Esto no es práctico, pero puede lograrse el mismo efecto si la potencia a la cual es elevada la señal se aumenta en la misma proporción. Es decir:

15.-

20.-

$$25.- \text{Potencia} = \frac{430}{y \times \frac{373}{373 + x}} = \frac{430 \times (373 + x)}{y \times 373}$$

donde x = temperatura del humo por encima de 100°C e  
y = longitud de muestreo del humo del presente invento  
30.- en mm.

El medidor 56 llevaría también normalmente la escala en Unidades de Absorción de Luz (K).

Las gráficas de la figura 5 muestran la forma de la señal en cada etapa. La gráfica final en el lado de la derecha de la figura 5 muestra cómo la lectura del medidor se relaciona con el flujo luminoso que incide sobre la fotocélula 27. Muestra también la función del control 55 de ajuste del cero y el termopar 39. Cuando la caída de voltaje a través del regulador 79 desciende por debajo de un mínimo predeterminado, el diodo fotoemisor 59 conectado para indicar que la salida de una o de ambas baterías ha descendido a un valor inaceptable o que la luz 25 no está encendida. El diodo 65 deriva el regulador 79 y el interruptor 81 en la dirección inversa para permitir que un cargador de baterías sea enchufado en el instrumento 53 en la conexión 37 para cargar las baterías 82 y 83.

La figura 6 muestra la disposición de conmutación por medio de la cual unas presiones primera y segunda sobre el botón 54 del instrumento manual 53 operan el equipo para presentar "modos de lectura continua" y "de máximo y retención". El mecanismo conmutador hace uso de tres micro-interruptores 78, 81 y 85 de diseño normal, teniendo el mecanismo un cuerpo 100 y hojas 101 pivotadas en 103 que, cuando son deprimidas, ejercen presión sobre uno o más empujadores 102 y hacen funcionar el mecanismo conmutador. La relajación de la hoja permite que los interruptores vuelvan a sus posiciones originales. Los micro-interruptores 78, 81 y 85 tienen tres contactos 104 (común), 105 (normalmente abierto) y 106 (normalmente cerrado). Por consiguiente, sólo se necesita operar el botón 54 y seleccionar los contac-

tos apropiados para conseguir la deseada función de conmutación.

El botón 54 está soportado en una cavidad del instrumento 53 y tiene una plaquita 107 en su extremidad interior.

- 5.- La placa de circuitos 108, situada en la caja de presentación 53, lleva el cuerpo 100 del interruptor. Los micro-interruptores 78, 81 y 85 tienen dos agujeros 109 para finalidad situadora. Están dispuestos en formación en V, de modo que sólo uno de estos agujeros de cada interruptor esté en
- 10.- coincidencia. Un miembro separador plegado 110, mostrado en línea de trazos en la vista en planta D, ajusta entre los interruptores y es situado por tornillos (no mostrados) que atraviesan agujeros 109. Las hojas 101 de los interruptores exteriores 81 y 85 están acopladas juntas por una pieza de
- 15.- puente 111. La hoja 112 del interruptor central 78 lleva una prolongación 113 de sección parcialmente cilíndrica (véase la vista E) y hecha de acero elástico. Esta prolongación hace tope contra el separador 110 en el punto 114.

- 20.- Cuando es deprimido el botón 54, se apoya sobre la pieza de puente 111 y empuja a las hojas gemelas 101 hacia abajo para operar los interruptores 81 y 85. Luego, el puente 111 hace contacto con la hoja 112. La prolongación 113, por ser de sección semi-cilíndrica, ofrece resistencia considerable y detiene al botón 54 hasta que una mayor presión
- 25.- hace que la prolongación 113 se aplaste bruscamente en el punto 115 (véase la vista C de la figura 6) donde termina la hoja 112. Bajo resistencia reducida, el botón 54 se mueve hasta el final de su recorrido y, al hacerlo, opera al
- 30.- botón 54 permite que la prolongación 113 devuelva el botón

a su posición central y el interruptor central 78 a su estado original. La relajación ulterior permite que unos muelles de carga (no mostrados), situados dentro de los interruptores 81 y 85, vuelvan el botón 54 a su posición más superior y estos interruptores vuelven también a su estado original.

La figura 7 muestra cómo la cabeza de humo 49 puede adaptarse para uso en una nave de ensayo de motores para medir la densidad del humo "en estado estable o constante" o "bajo aceleración", con el motor bajo carga constante. Una sonda 120 es fijada al tubo de escape 121 del motor (no mostrado) de modo que mire aguas arriba del flujo de gases de escape. Una válvula de cierre 122, operada por una empuñadura 123, permite o impide el paso de gas de escape a la cabeza de humos 1. Aire comprimido, normalmente disponible en una nave de ensayos, es conectado a un tubo 124 y, con la válvula 122 cerrada, una válvula 125, operada por una empuñadura 126, puede usarse para admitir aire comprimido que limpia de gases de escape la cabeza de humo 1 y facilita la verificación y el ajuste a cero del medidor del instrumento 53 (no mostrado en la figura 7) que puede estar situado en una posición conveniente para el técnico que ensaya el motor. La disposición de la cabeza de humo 1 cerca de un extractor de aire (no mostrado) impedirá la contaminación de la nave de ensayo con los gases de escape durante los períodos relativamente cortos en los que la válvula 122 está abierta para la medición del humo. Para este fin, un tubo de conexión 127 puede ser de longitud considerable cuando se lea la densidad del humo en condiciones de estado estable. Pero, si el humo ha de medirse en condiciones

de aceleración, el tubo 127 debe mantenerse corto para evitar la anulación de las ventajas de este invento para probar bajo aceleración la densidad del humo.

La figura 8 muestra un detalle seccionado de la empuñadura 200. Una válvula interna 223 cierra la comunicación entre un ánima 222 de la empuñadura y los agujeros 202 a través de los cuales puede entrar aire limpio cuando la empuñadura es mantenida en posición sustancialmente vertical con la cabeza de humo en el suelo, siendo ésta la posición natural en la cual debe mantenerse el aparato después de la retirada del tubo de escape. La finalidad de la válvula 223 se explica a continuación.

Después de retirar la sonda 9 del tubo de escape, es necesario volver a comprobar el ajuste a cero. Las corrientes de aire ambiente limpian pronto el tubo de humo y la sonda eliminando el humo residual, pero después de que ha ocurrido esto, la empuñadura actuaría como una chimenea, con el tubo de humo caliente abajo y, por tanto, las corrientes de aire de convección pasarían hacia arriba de la empuñadura. El aire caliente que atraviesa los agujeros para la luz, al mezclarse con el aire frío del espacio 2 de la cabeza de humo, provocaría una multiplicidad de caras de contacto frío/calor que refractarían el haz de luz y harían que la aguja 60 fluctuara de manera impredecible. La válvula 223, sin embargo, impide que esto suceda al evitar en absoluto que el aire fluya tan pronto como la empuñadura es mantenida en una posición vertical.

Con el fin de satisfacer la mencionada misión, la válvula 223 está dotada de dos anillos tóricos de politetrafluoretileno 224 y 225, que ajustan libremente dentro del

- ánima de la empuñadura, de modo que la válvula 223 corra con mucha libertad. El asiento 226 está situado dentro del ánima de la empuñadura, de modo que una cara extrema esté situada junto a los bordes de los cuatro agujeros 202. El
- 5.- muelle 227 tiene un extremo situado junto a la válvula 223 y el otro extremo unido a un apoyo 228 ajustable axialmente dentro del ánima de la empuñadura y situado por un tornillo en 229. El muelle 227 tiene una fuerza pequeña, de modo que el peso de la válvula lo estire considerablemente.
- 10.- Con la empuñadura ajustada a aproximadamente 30° de la vertical, el apoyo 228 se ajusta de modo que la válvula 223 toque justamente la cara del asiento 226. Cuando el aparato está en uso, la empuñadura 200 estará inclinada más de 30° respecto de la vertical y el muelle 227 tirará de la
- 15.- válvula para abrirla. Pero cuando se desea el ajuste de cero, la empuñadura será mantenida nominalmente vertical, de modo que el peso de la válvula 223 haga que se cierre.
- Antes de usar el aparato, el cable 36 de la cabeza de humo 49 es enchufado en la hembra en 36a en el instrumen-
- 20.- to de presentación 53 y el botón 54 es oprimido a primera presión. Esto enciende el manantial de luz 25 lo que hace que el medidor 56 dé una lectura. En esta fase, el tubo de humo 7 contendrá sólo aire limpio y la lectura indicada debe ser cero. Si no lo es, se gira el control 55 de ajuste
- 25.- a cero para obtener la lectura cero. Mientras se mantiene el botón 54 en la primera presión, se hace girar el obturador 46 rodando el pulgar a través del rodillo 45 para reducir el flujo luminoso que incide sobre la fotocélula, y se verifica que la lectura en el medidor 56 es co-
- 30.- rrecta. La relación "marca/espacio" del obturador puede

disponerse para que simule cualquier opacidad deseada del humo a cualquier temperatura y, por ejemplo, puede tener cinco salientes 47, subtendiendo cada uno un ángulo de 13°22' en el centro.

5.- Esta configuración da una reducción en el flujo medio de luz de 18,56 que, con una longitud de muestreo del humo de, por ejemplo, 100 mm, y una temperatura, verbigracia, de 20°, sería equivalente a 50 HSU, como sigue:

50 HSU = 50% de oscuridad = 0,5 de factor de transmisión.

10.- Longitud de muestreo del humo para HSU = 430 mm y para el presente aparato = 100 mm.

Temperatura del humo de HSU = 100° y para esta comprobación, por ejemplo = 20°.

15.- Por consiguiente, el necesario factor de transmisión del obturador se obtiene de  $\sqrt[3]{0,5}$

$$\text{donde } y = \frac{430}{100 \times \frac{(273 + 100)}{(273 + 20)}} = \frac{430 \times 293}{100 \times 373} = 3,3778$$

de donde el factor de transmisión = 0,8144

20.- Y, ángulo de saliente para 5 salientes =  $\frac{(1-0,8144) \times 360}{5}$  = 13°22'.

25.- Este filtro de "obturador", trabajando como lo hace sobre principios fundamentales, tiene ventajas considerables sobre un filtro transparente a causa de la dificultad de asegurar la limpieza absoluta que es esencial en vista del altísimo factor de transmisión necesario y también de la dificultad de definir la longitud de onda precisa del manantial luminoso a la cual son sensibles los filtros transparentes.

30.- Las tuercas 11 y 12 son alojadas a continuación para permitir que la sonda 9 ( y el codo 10 ) sean girados

a una relación conveniente con la cabeza de humo 49. Con la sonda 9 insertada en el tubo de escape de un motor en marcha, un impulso del gas induce un flujo de una proporción del gas a través de la sonda, el codo 10, la tuerca 13 y el tubo de humo 7 a la atmósfera. El gas, al atravesar la garganta 18 del tubo de humo 7, causa una depresión local en los agujeros 22 que hace que pase aire limpio por el agujero 19 de la empuñadura 200 al espacio encerrado 2 desde donde atraviesa los agujeros 22 y va a la atmósfera con el gas de escape. Este aire limpio impide sustancialmente la contaminación de las superficies de vidrio 20, 21. Contribuye asimismo a que se evacue el calor del alojamiento 1 y del circuito electrónico 34.

El humo, al pasar por la garganta 18 del venturi, atraviesa los cuatro haces de luz espaciados y, al hacerlo, reduce el flujo que incide sobre la fotocélula. Como el plano de los haces luminosos está en ángulo recto con la dirección de paso del humo y, también, como hay una multiplicidad de haces de luz, la muestra de humo "vista" por el camino total de la luz, 26, representa una proporción sustancial del humo. El tiempo de respuesta física es, por tanto, muy corto y la proporción de humo observada es considerablemente mayor que lo que ocurriría con los medidores existentes, en los cuales el haz de luz realiza sólo una pasada por la muestra de humo. (El tiempo de respuesta física es definido como el tiempo de tránsito del humo a través del trayecto de la luz). Estos dos factores son criterios importantes porque, cuando se hacen mediciones del humo por el método en aceleración, la densidad del humo asciende rápidamente a un va-

lor máximo y desciende de nuevo inmediatamente, y también la distribución de las partículas de humo tiende a no ser por completo homogénea.

5.- Como el humo atraviesa un venturi, el diseño de flujo es laminar y, por tanto, la longitud de la muestra de humo en la garganta 18 está bien definida y también lo está la longitud de cada uno de los cuatro haces de luz que lo atraviesan. Esto facilita una mejora en la exactitud de la medición de la opacidad. El flujo de aire limpio a través de los agujeros 22 es pequeño y no penetra en la muestra de humo hasta que pasa pasado aguas abajo de los haces de luz.

10.- Cuando el tubo de humo 7 contiene aire limpio, la intensidad de la señal de la fotocélula está en un máximo y se ajusta manualmente a lectura cero en el medidor 56 por ajuste del botón de control 55. Cuando se introduce humo, la señal de la fotocélula baja en proporción a la opacidad de una muestra de ese humo igual en longitud a la longitud agregada de todas aquellas partes del haz de luz 26 que caen dentro de los confines de la garganta 18 del venturi (es decir, la longitud de muestreo). Como ya hemos explicado, el circuito electrónico reorganiza la señal de la fotocélula y hace que el medidor exprese la opacidad linealmente como porcentaje en función de lo que sería el porcentaje si la longitud de muestreo fuera de 430 mm, que es la base del medidor de humo Hartridge.

20.- El termopar 39, que está montado sobre una delgada lámina, tiene una inercia térmica muy baja y registra sustancialmente la temperatura transitoria del humo y además modifica la señal de la fotocélula (Como se ha expli-

cado) de modo que se corrija la lectura de la opacidad, medida a su temperatura transitoria, a la que sería a 1002, que es la temperatura de base de la Hartridge Smoke Unit.

5.- Después de un período de uso, el tubo de humo 7 puede quitarse para tener acceso a las superficies especulares 20 y 21 para su limpieza. Esto es necesario sólo cuando la ganancia de un preamplificador 70 no puede elevarse suficientemente por el ajuste del control de cero 55 para conseguir la puesta a cero.

10.- En resumen, las fases de trabajo o instrucciones a seguir por el técnico que use el aparato serían como sigue:

1) Oriéntese la sonda 9 para su insercción en el tubo de escape.

15.- 2) Enchúfese el cable 36 en el instrumento de presentación.53, oprímase el pulsador 54 a primera presión, y ajústese el botón 55 para conseguir la puesta a cero.

20.- 3) Tómesese la cabeza de humo 49 en la otra mano y, con el pulsador 54 todavía deprimido a primera presión, pásese el pulgar sobre el rodillo 45 y verifíquese que el medidor da el valor de media escala predeterminada.

25.- 4) Con el motor en estado caliente y con el pulsador 54 soltado, insértese la sonda 9 en el tubo de escape y dense instrucciones al conductor para que apriete a fondo el acelerador y con rapidez, hasta que el motor alcance su plena velocidad, y para que suelte luego el acelerador hasta que el motor funcione a ralenti.

5) Repítase la operación 4) tres veces más para limpiar el motor de humo del aceite lubricante y calentar la cabeza de humo 49.

30.- 6) Inmediatamente después de la operación 5), oprímase

el pulsador 54 a segunda presión y dígase al conductor que acelere el motor como en la operación 4). El medidor 53 mostrará ahora, y retendrá, la opacidad máxima del humo alcanzada durante el modo de aceleración.

5.- 7) Recuérdese el resultado de la lectura en la operación 6) y anúlese luego soltando el botón 54 a primera presión (o soltándolo por completo).

8) Repítanse las operaciones 6) y 7) dos veces más. El promedio de estas tres lecturas es el resultado. (Se necesitan tres lecturas para tener la seguridad de que el motor ha alcanzado un estado estable que puede repetirse. Si no, pueden ser necesarias más lecturas).

10.- 9) Sáquese la sonda 9 del tubo de escape y manténgase la empuñadura 200 en posición vertical. Oprímase el pulsador 54 a primera presión y el medidor debe señalar de nuevo cero. Verifíquese también que el indicador 59 del estado de la batería no se enciende.

15.- Si no se dispone de conductor, puede usarse una prolongación del cable 36 para permitir que el operador se siente en el asiento del conductor y oprima él mismo el pedal del acelerador. La sonda 9 debe mantenerse entonces en el tubo de escape con el auxilio de un ayudante.

20.- Se verá que el aparato descrito en lo que antecede evita todas las características indeseables de los aparatos e instrumentos usados hasta ahora. Es de uso rápido y sencillo e incluye cierto número de características nuevas a las que se tiende primordialmente para satisfacer los requisitos particulares del ensayo de la opacidad del humo bajo aceleración. Muchas de estas ca-

25.-

30.-

racterísticas son igualmente valiosas cuando el aparato se usa, por ejemplo, en una nave de ensayo de motores como se ilustra en la figura 7. De importancia particular son las siguientes características específicas, todas las

5.- cuales están contenidas en el aparato mostrado en los dibujos adjuntos:

a) El uso de haces de luz múltiples sobre un eje lateral.

10.- b) La previsión de una longitud definida del camino del humo (en oposición al uso del propio tubo de escape) en conjunción con el aparato manual.

c) El uso de un paso venturi.

d) El uso del circuito de escala (72,73,74).

e) El uso de un termopar.

15.- f) La disposición del sistema de aire limpio.

g) La disposición del obturador operado a mano.

h) El uso de un solo botón 54 de control de la manobra con dos etapas de presión.

i) La disposición de la luz de aviso de la batería.

N O T A.-  
=====

Los puntos de invención propia y nueva que se presentan para que sean objeto de esta Patente de Invención en España, por veinte años, son los siguientes:

- 5.- 1ª.- Un aparato para la medición de la densidad de humos, que comprende un paso de venturi a través del cual puede pasar el humo y un manantial de luz y, por lo menos, una superficie reflectora de la luz dispuesta en la proximidad del paso para dejar pasar y reflejar un haz de luz transversalmente a través de la garganta del venturi para formar un haz de forma de V o de V múltiple.
- 10.- 2ª.- Un aparato según el punto 1ª, que comprende una sonda para su inserción en un tubo de escape y una cabeza para humo conectada a la sonda, conteniendo la cabeza para humo el paso venturi, el manantial de luz y la superficie o superficies reflectoras de la luz.
- 15.- 3ª.- Un aparato según el punto 1ª o el 2ª, que tiene superficies reflectoras de la luz formadas por dos superficies especulares planas sustancialmente paralelas enfrentadas mutuamente pero espaciadas a lados opuestos del paso de venturi.
- 20.- 4ª.- Un aparato según el punto 3ª, caracterizado porque la fuente de luz y las superficies especulares están dispuestas de modo que un haz de luz procedente del manantial de luz pase cuatro o más veces a través de la garganta del venturi.
- 25.- 5ª.- Un aparato según cualquiera de los puntos precedentes, en el cual el paso de venturi está formado en un tubo que tiene agujeros en la garganta del venturi para el paso del haz de luz a través de ellos.
- 30.-

6<sup>a</sup>.- Un aparato según cualquiera de los puntos precedentes, en el cual una fotocélula está dispuesta para recibir el haz de luz reflejado desde la superficie o las superficies reflectoras de la luz.

5.- 7<sup>a</sup>.- Un aparato según cualquiera de los puntos precedentes, que tiene un obturador girado a mano situado para interceptar y "cortar" el haz de luz.

10.- 8<sup>a</sup>.- Un aparato según el punto 2<sup>a</sup> o cualquiera subordinado a él, en el cual la cabeza para humo tiene un mango largo para facilitar su inserción de la sonda en un tubo de escape.

9<sup>a</sup>.- Un aparato según cualquiera de los puntos precedentes, en el cual están previstos medios para arrastrar aire limpio a través del paso de venturi.

15.- 10<sup>a</sup>.- Un aparato según el punto 9<sup>a</sup> cuando esté subordinado al 8<sup>a</sup>, en el cual dichos medios para arrastrar aire limpio son gobernados por una válvula situada en o junto al mango.

20.- 11<sup>a</sup>.- Un aparato según el punto 10<sup>a</sup>, en el cual están previstos medios para cerrar la válvula automáticamente cuando el mango es mantenido en posición vertical.

25.- 12<sup>a</sup>.- Un aparato según cualquiera de los puntos precedentes, en el cual el paso de venturi es de forma anular para reducir su área de circulación y aumentar la velocidad del humo que lo atraviesa.

13<sup>a</sup>.- Un aparato según cualquiera de los puntos precedentes, que tiene un ocluser anular de la luz ambiente y del viento junto al manantial de luz y la superficie o superficies reflectoras de la luz.

30.- 14<sup>a</sup>.- Un aparato según el punto 6<sup>a</sup> o cualquiera subor-

dinado a él, en el cual la fotocélula está conectada a un circuito electrónico para amplificar y estabilizar la salida eléctrica de la célula.

5.- 15<sup>a</sup>.- Un aparato según el punto 6<sup>a</sup> o cualquiera subordinado a él, en el cual unos medios sensibles a la temperatura están dispuestos cerca de la fotocélula con el fin de estabilizar la salida eléctrica de la célula frente a los cambios de temperatura.

10.- 16<sup>a</sup>.- Un aparato según el punto 6<sup>a</sup> o cualquiera subordinado a él, en el cual el circuito electrónico para amplificar y estabilizar la salida eléctrica de la célula está conectado a o forma parte de un equipo electrónico y eléctrico que comprende un amplificador logarítmico que amplifica el extremo inferior de la escala de humo de modo que se cubra en una escala todo el margen de densidades de humo que se puedan encontrar en motores diesel.

20.- 17<sup>a</sup>.- Un aparato según el punto 6<sup>a</sup> o cualquiera subordinado a él, en el cual la salida eléctrica de la fotocélula es hecha pasar a unos medios de presentación visible.

25.- 18<sup>a</sup>.- Un aparato según el punto 17<sup>a</sup>, en el cual los medios de presentación visible están incorporados en un instrumento que contiene una batería u otro manantial de corriente eléctrica, medios interruptores para poner en funcionamiento el aparato, y otros medios interruptores para presentar o mantener la lectura máxima de los medios de presentación visible.

30.- 19<sup>a</sup>.- Un aparato según el punto 18<sup>a</sup>, en el cual los medios interruptores y los segundos/<sup>medios</sup> interruptores están

ambos bajo el gobierno de un solo pulsador.

20<sup>a</sup>.- Un aparato según el punto 16<sup>a</sup> o cualquiera subordinado a él, en el cual el paso de venturi tiene un receptor de la temperatura del humo dispuesto para funcionar conjuntamente con el amplificador logarítmico para corregir la salida eléctrica del equipo electrónico y eléctrico en cuanto a la temperatura del humo.

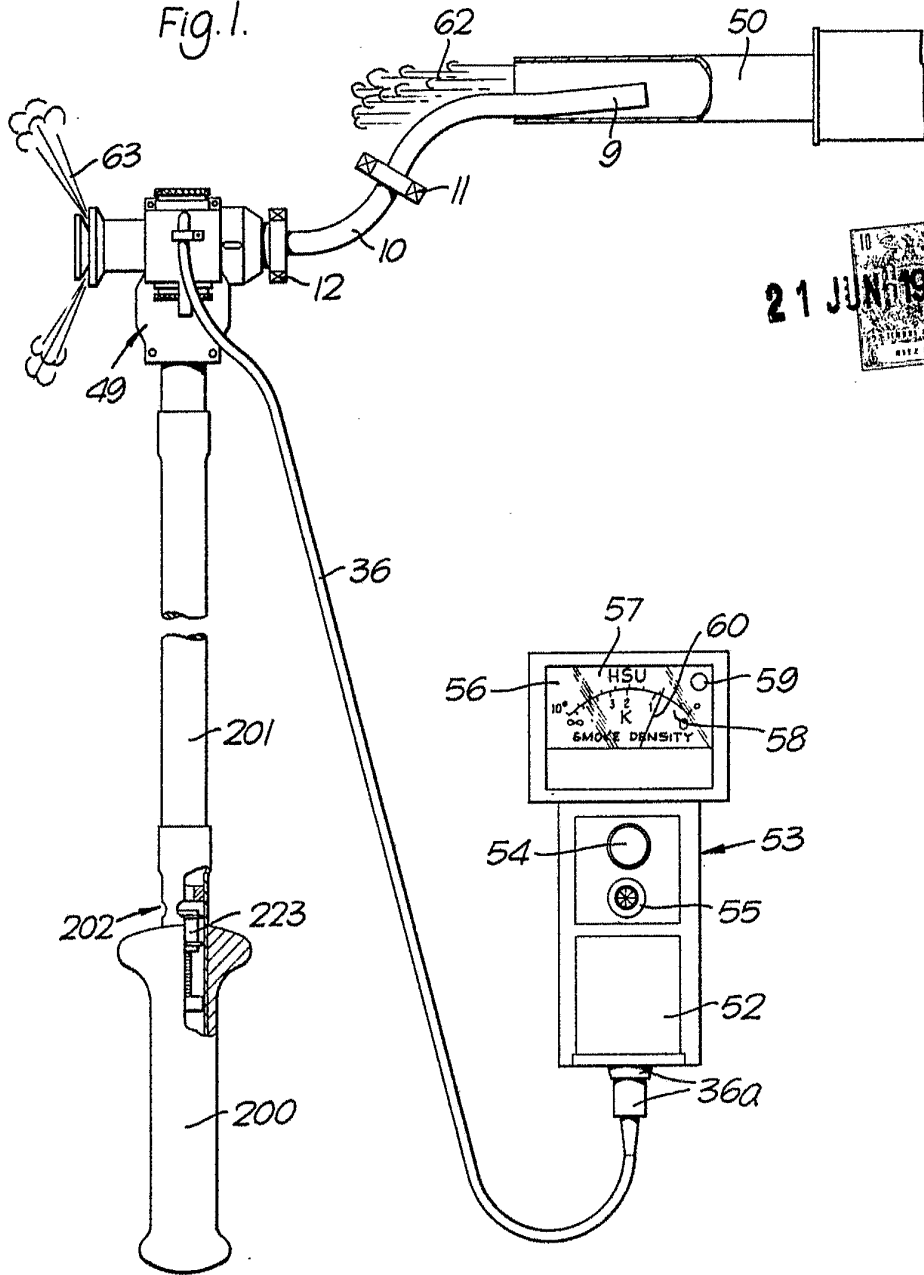
21<sup>a</sup>.- "UN APARATO PARA LA MEDICION DE LA DENSIDAD DE HUMOS", todo tal y conforme se describe en la presente memoria, la cual consta de 31 hojas mecanografiadas por una sola cara.

Madrid, 21 JUN. 1976



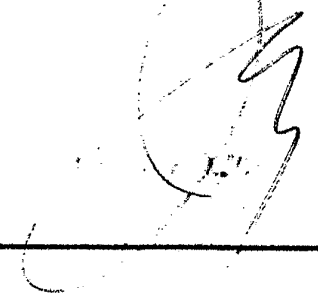
ESCALA VARIABLE

Fig. 1.



21 JUN 1976

Madrid, 21 JUN. 1976



ESCALA VARIABLE

Fig. 2.

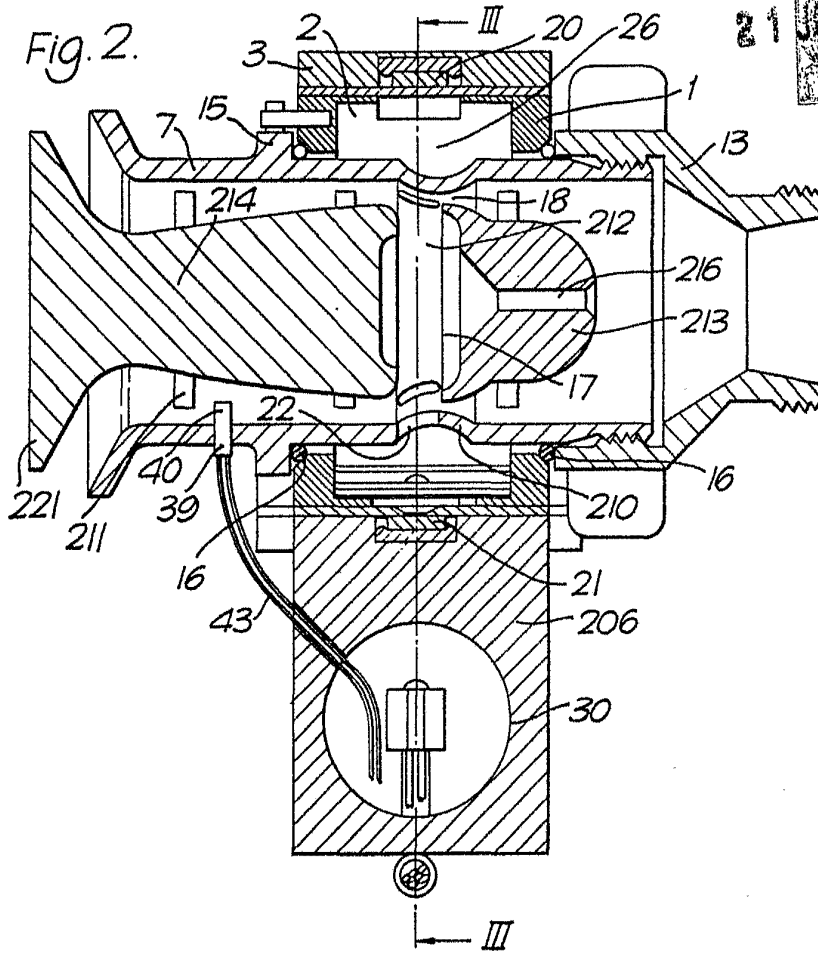
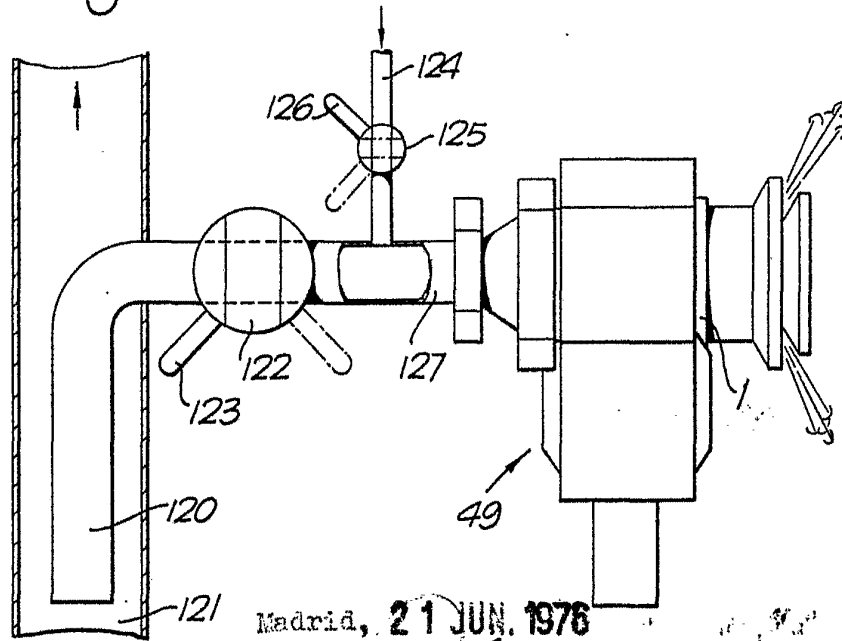
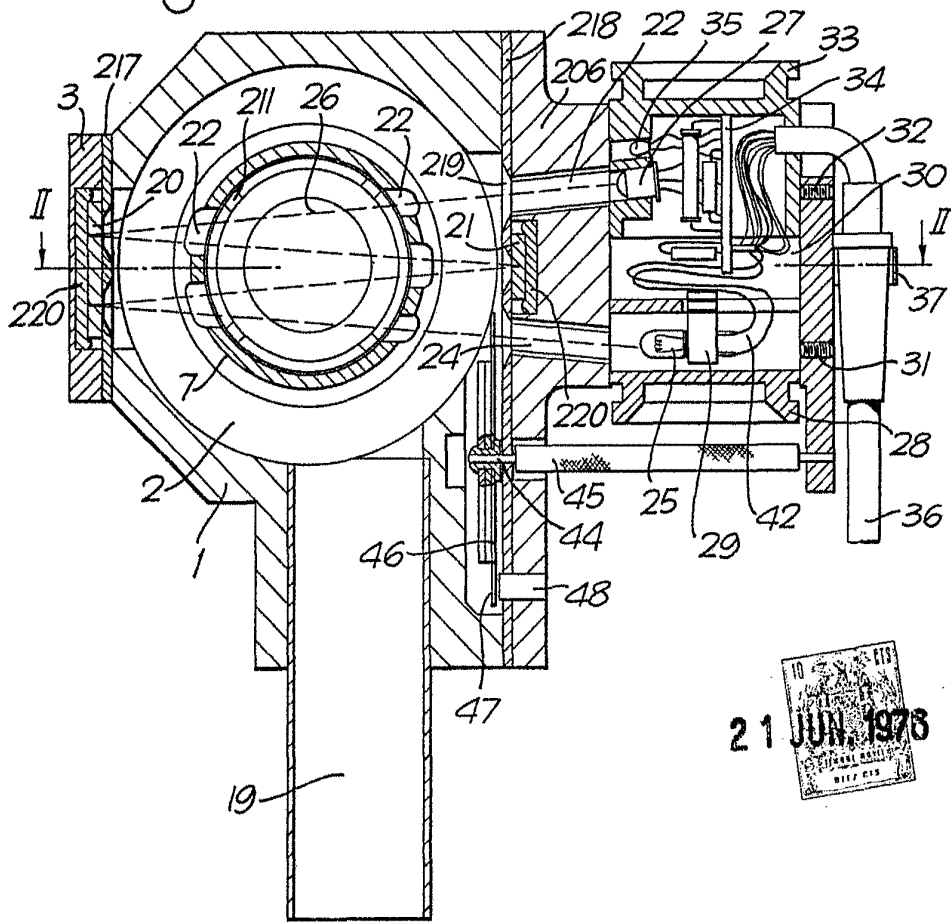


Fig. 7.



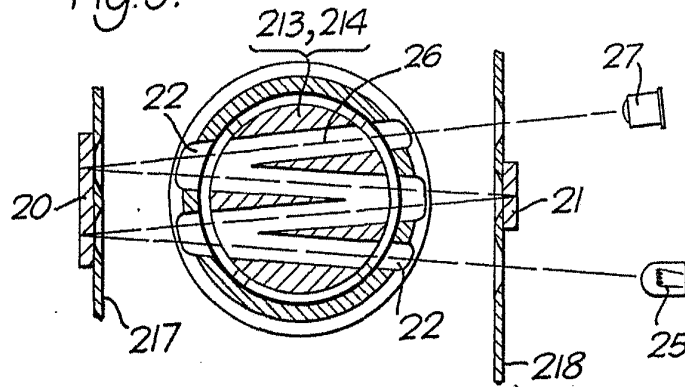
ESCALA VARIABLE

Fig. 3.



21 JUN 1976

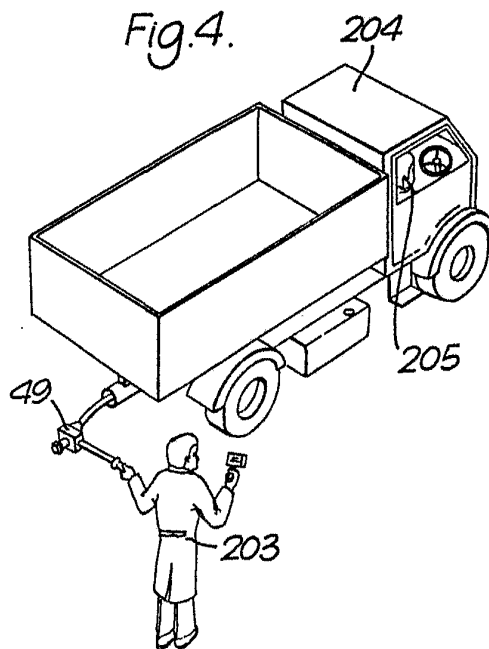
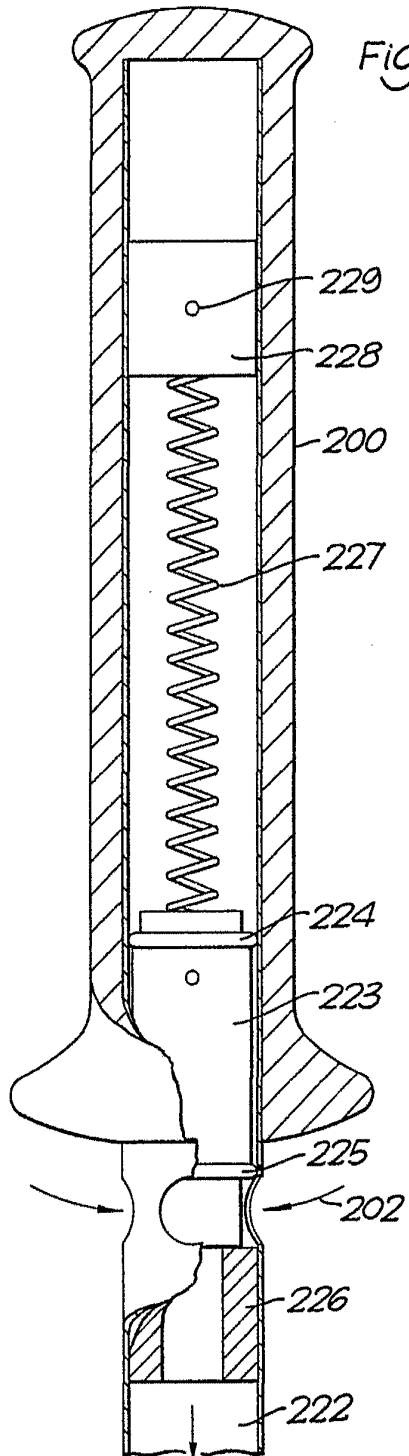
Fig. 9.



Madrid, 21 JUN. 1976

ESCALA VARIABLE

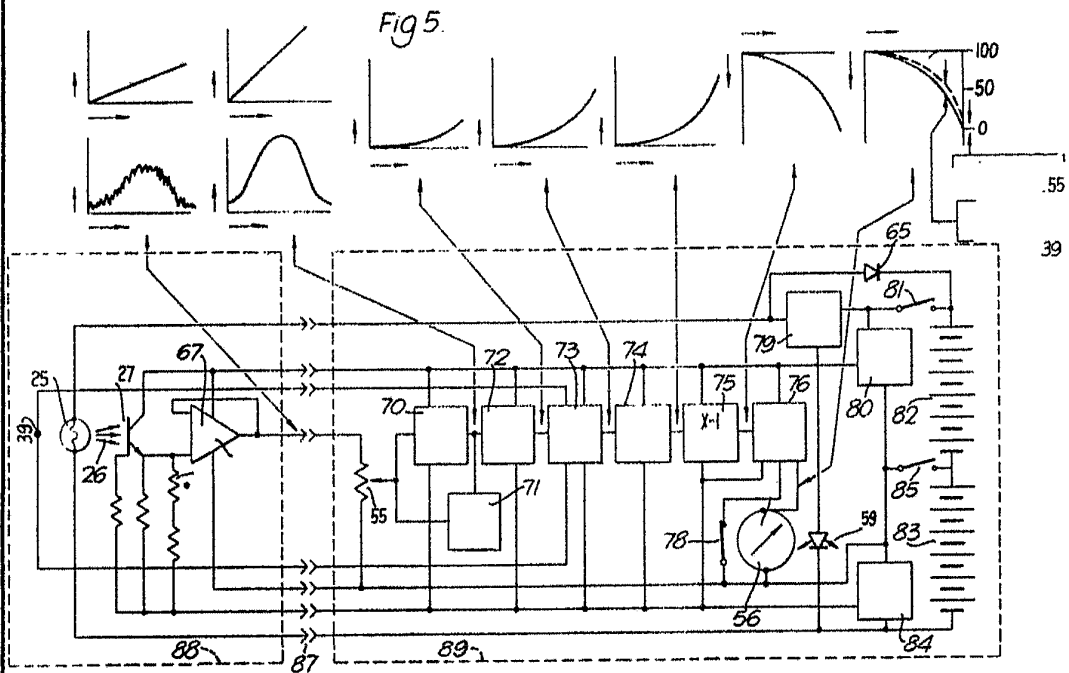
21 JUN 1976



Madrid, 21 JUN. 1976

ESCALA VARIABLE

21 JUN 1976

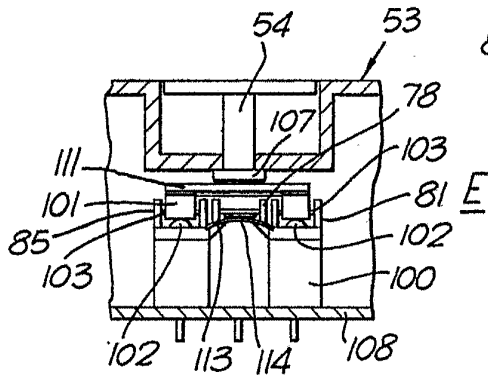
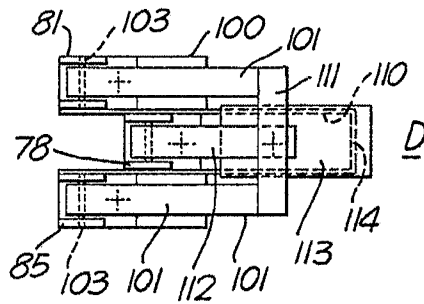
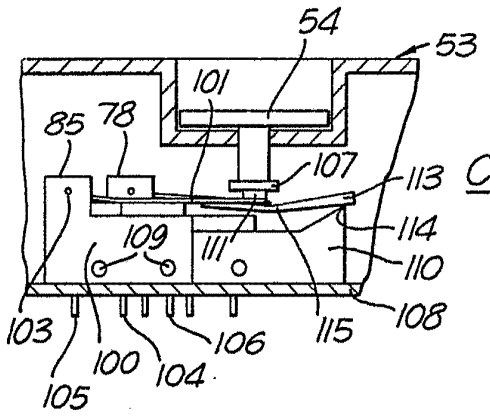
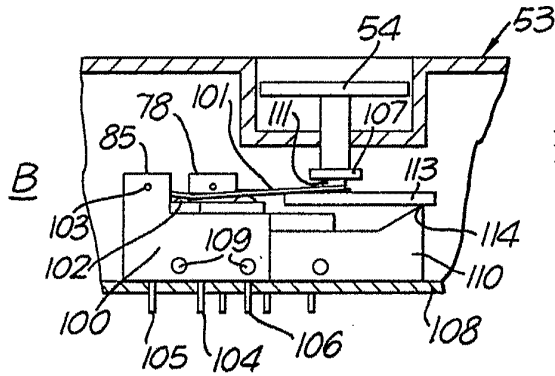
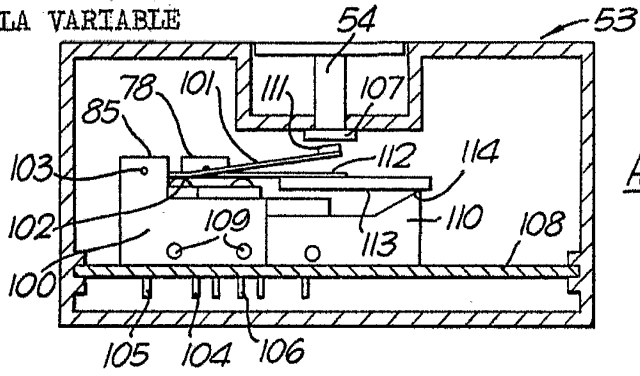


Madrid, 21 JUN. 1976

ESCALA VARIABLE

Fig. 6.

21 JUN 1978



Madrid, 21 JUN. 1978