

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 405 272**

51 Int. Cl.:

F02M 27/04 (2006.01)

H01T 23/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.12.2009 E 09807463 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.03.2013 EP 2513464**

54 Título: **Procedimiento de tratamiento de un flujo de aire de combustión en un proceso de combustión**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
30.05.2013

73 Titular/es:

**PERISO SA (100.0%)
Strada Cantonale
6810 Isonne, CH**

72 Inventor/es:

**TONEATTO, DOMENICO;
VOLO, CATALDO y
MALCOTTI, GIANMARCO**

74 Agente/Representante:

PONS ARIÑO, Ángel

ES 2 405 272 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Procedimiento de tratamiento de un flujo de aire de combustión en un proceso de combustión

5 Campo de la invención

La invención se refiere al campo de la combustión. En particular, la invención se refiere a un procedimiento para reducir la emisión y, por lo tanto, el impacto ambiental de un proceso de combustión. En más detalle, la invención se refiere a un procedimiento para el tratamiento de un flujo de aire de combustión en un proceso de combustión.

10 Los documentos JP 2004 028070, US 3.878.469, JP 2006 161 760 y JP 01232 (56 desvelan diversos procedimientos para tratar un flujo de aire de combustión.

Técnica anterior

15 Se sabe bien que la combustión de un combustible fósil produce una serie de contaminantes, incluyendo óxidos de nitrógeno NO_x, óxidos de azufre SO_x, monóxido de carbono, compuestos orgánicos volátiles (COV), hidrocarburos residuales (HC) y partículas. Estos contaminantes tienen una serie de efectos negativos tanto sobre el medio ambiente como directamente sobre el hombre. La combustión también produce dióxido de carbono (CO₂), que no es un contaminante como tal, ya que se obtiene a partir de la oxidación total del carbono, pero se ha demostrado que es el responsable del ya conocido efecto "invernadero" con fuertes repercusiones medioambientales.

20 La formación de los contaminantes que se han mencionado anteriormente se obtiene tanto a partir de impurezas en el combustible, por ejemplo, en el caso de la formación de óxido de azufre a partir del azufre contenido en el gas o el carbón, como a partir de las reacciones implicadas en el proceso de combustión, que es muy complejo. Por ejemplo, los hidrocarburos residuales y las partículas proceden de la combustión incompleta del carbono, mientras que los óxidos de nitrógeno se forman a través de complejas reacciones químicas que implican nitrógeno, inevitablemente presente en el aire de combustión.

30 Existen una serie de remedios y disposiciones para intentar reducir el impacto ambiental de un proceso de combustión, que generalmente se basan en el principio del tratamiento de los gases con el fin de eliminar un contaminante determinado, o bien de modificar los parámetros de la combustión, por ejemplo, reduciendo la temperatura con el reciclaje de los gases de escape, con el fin de impedir su formación. Sin embargo, algunas de estas disposiciones, por ejemplo la desulfurización y la desnitrificación de los gases, son costosas y complicadas y sólo se pueden aplicar a grandes instalaciones. Sin embargo, se sabe que muchos de los contaminantes provienen de calderas de incluso mediano o pequeño tamaño (por ejemplo para calefacción), así como de los motores de los vehículos.

40 El tratamiento previo del combustible (por ejemplo, la eliminación de azufre, impurezas, etc.) puede aplicarse exclusivamente a los sistemas de de gran tamaño, y aún no resuelve completamente los problemas que se han indicado anteriormente. El tratamiento del aire de combustión, en la técnica anterior, comprende el precalentamiento del aire, que se hace para mejorar el rendimiento, y/o la posible dilución con una parte de los gases de escape, lo que puede reducir los picos de temperatura y reducir la formación de algunos contaminantes, en particular NO_x.

45 Haciendo referencia en más detalle a motores de combustión interna para vehículos (tanto ligeros como pesados), en los últimos años se ha intentado abordar su impacto ambiental, adoptando el tratamiento catalítico de los gases, que se hace necesario por las regulaciones cada vez más estrictas. Además, los motores diesel son responsables de las emisiones sustanciales de partículas, lo que se intenta reducir con una combustión posterior de los gases en los denominados filtros de partículas. Sin embargo, estos filtros son costosos y no siempre pueden emplearse en los vehículos existentes.

50 Las partículas contenidas en los gases de escape de un motor guardan relación con el coeficiente de opacidad (k) que se correlaciona con la relación entre la intensidad de una luz incidente y la intensidad que pasa a través de los gases, para una trayectoria lineal definida. Por ejemplo, se describe un procedimiento para medir el coeficiente de opacidad en la Norma Internacional ISO 11614:1999.

55 En general, la adopción de normas de emisiones cada vez más duras trae una serie de problemas económicos, incluyendo: el aumento del coste de los nuevos automóviles, pérdida de valor de los automóviles de segunda mano, y la imposibilidad de acceder a centros históricos con vehículos que no cumplan con las normas más recientes.

60 Se encuentran problemas similares en el campo de la generación de calor. Por ejemplo, se sabe que una contribución igualmente notable a la contaminación atmosférica proviene de calderas y de sistemas de calefacción.

Resumen de la invención

5 El problema que forma la base de la invención es proporcionar un sistema simple, eficaz y de bajo coste para reducir el impacto ambiental de los procesos de combustión. En particular, la invención propone proporcionar un sistema que puede aplicarse tanto en instalaciones fijas, por ejemplo, calderas, como en motores de automóviles.

10 La idea que forma la base de la presente invención consiste en un tratamiento de ionización anticipado del aire de combustión, o al menos de una parte del aire de combustión. Por lo tanto, un primer aspecto de la invención consiste en un procedimiento para el tratamiento de un flujo de aire de combustión en un proceso de combustión, caracterizado porque al menos una parte de dicho flujo de aire de combustión está sometido a ionización, obteniendo un flujo de aire ionizado, y dicho flujo de aire ionizado se proporciona a dicho proceso de combustión.

15 Por el término aire de combustión, para los fines de la presente invención, se incluye aire atmosférico o bien aire enriquecido con oxígeno y/o posiblemente mezclado con otros gases, por ejemplo, mezclado con gases de escape reciclados. El término "someter dicho flujo de aire de combustión a ionización", tiene como objeto que el flujo de aire de combustión, o al menos una parte del mismo, se someta a un proceso de ionización antes de mezclarse y/o entrar en contacto con el combustible y, preferiblemente, antes de entrar en la cámara de combustión.

20 Dicho proceso de ionización se obtiene haciendo que al menos una parte del flujo de aire de combustión pase a través de un campo eléctrico de la intensidad adecuada. Por ejemplo, el flujo de aire se extiende al menos a un ionizador que produce un campo eléctrico y provoca la ionización del aire. El proceso de ionización y, en particular la ionización del aire, se conoce y, por lo tanto, no se describe aquí en detalle. Las moléculas eléctricamente neutras (principalmente O₂, N₂) de aire se separan en dos o más partes (iones) con cargas eléctricas positivas o negativas. La disociación tiene lugar mediante la adición de energía. Preferiblemente, de acuerdo con la invención, la ionización es causada a través de la generación de un campo eléctrico adecuado.

25 En algunas realizaciones de la invención, el flujo de aire de combustión, o al menos una parte del mismo, cruza un campo eléctrico alternante que tiene una tensión alta continua o alterna, con un valor nominal de algunos miles de voltios, preferiblemente entre 2 y 5 kV, y más preferiblemente entre 2 y 3 kV. Sin embargo, en otras realizaciones es posible adoptar valores mayores, por ejemplo 9 kV. Si la tensión de ionización es alternante, la frecuencia de oscilación es preferiblemente aproximadamente 50 kHz; por ejemplo, está entre 40 y 60 kHz, y más preferiblemente entre 45 y 50 kHz. En particular, en la aplicación a motores de combustión interna de ciclo diesel, para su uso en automóviles, se han obtenido resultados óptimos con un ionizador de tubo, que funciona con una tensión nominal de aproximadamente 2500 V y una frecuencia de aproximadamente 50 kHz. El ionizador se dispone para interceptar el flujo de aire tomado por el motor, preferiblemente corriente arriba del anemómetro (detector de velocidad del flujo de aire).

30 Un aspecto de la invención consiste en un control del proceso de ionización del aire con el efecto de limitar la generación de iones positivos, para obtener iones positivos y negativos en una proporción adecuada para la aplicación específica, como por ejemplo una caldera o un motor. Un aspecto particular de la invención consiste en controlar la ionización del aire para obtener un flujo de aire de combustión ionizado que contiene iones positivos y negativos en una proporción predeterminada. El Solicitante ha descubierto que en los procesos de ionización conocidos, la producción de iones positivos es sustancialmente superior que la producción de iones negativos, también debido al hecho de que la vida media de los iones positivos es mayor y puede alcanzar unos pocos minutos, frente a una vida media de unos pocos segundos para los iones negativos. Por lo tanto, un ionizador alimentado, por ejemplo, con una tensión alterna simétrica, tiende a generar un flujo de aire ionizado en el que la producción de iones positivos supera un valor óptimo. La producción excesiva de iones positivos puede ser perjudicial para el hombre y, además, en aplicación para la combustión, se ha descubierto que el ozono no promueve la combustión, ya que es un gas inerte.

35 40 45 50 Un aspecto de la invención consiste en limitar la generación de iones positivos, obteniendo una proporción predeterminada entre los iones positivos y los negativos. El control del proceso de ionización se obtiene sustancialmente con una atenuación o reducción del componente positivo de la tensión de ionización, representado, por ejemplo, por la tensión de alimentación a un dispositivo ionizador, a través de un transformador de rejilla de alta tensión. Preferiblemente, la proporción es aproximadamente 1:4, es decir, 2/10 de iones positivos y 8/10 de iones negativos.

Las siguientes son realizaciones preferidas.

60 En una primera realización, el dispositivo de ionización se alimenta por un transformador de rejilla de alta tensión, y dicho transformador comprende un arrollamiento primario conectado a un circuito de alimentación del tipo impulso, y un arrollamiento secundario conectado al menos a un electrodo de dicho dispositivo de ionización. Preferiblemente, el arrollamiento primario del transformador está conectado a tierra por medio de al menos un conmutador

electrónico, por ejemplo MOS-FET. De esta manera, el cierre de dicho conmutador induce corriente en el arrollamiento primario del transformador, y la apertura de dicho conmutador provoca un impulso de corriente en el arrollamiento secundario y una transferencia de energía al dispositivo de ionización. El conmutador puede controlarse con una señal de onda cuadrada proporcionada por un oscilador.

5 La apertura del conmutador en mayor detalle es el equivalente a la transferencia de un impulso de corriente y, por lo tanto, de energía, al arrollamiento secundario del transformador y después al dispositivo de ionización. El proceso de ionización tiene lugar sustancialmente durante el frente creciente de dicho impulso. De acuerdo con uno de los aspectos de la invención, la frecuencia de apertura y cierre del conmutador es tal que el periodo de tiempo entre dos
10 impulsos es sustancialmente el equivalente al tiempo necesario para transferir al arrollamiento secundario la energía obtenida del paso de la corriente en el primario durante el tiempo de cierre del conmutador. El Solicitante ha descubierto que, de esta manera, la producción de iones es principalmente negativa y se obtiene el efecto de ionización bipolar controlada.

15 En una versión de construcción posible, el dispositivo de ionización básicamente comprende dos electrodos separados por un cuerpo de material dieléctrico; uno de dichos dos electrodos está conectado a tierra y el otro electrodo se alimenta por dicho circuito de impulsos.

20 De acuerdo con otra realización, el dispositivo de ionización, por ejemplo uno de los electrodos de un ionizador de tubo, se alimenta con una tensión $V(t)$ que tiene tendencia alterna con el tiempo (t) con respecto a un cero de referencia. Dicha tensión $V(t)$ representa la señal que induce la ionización del aire. De acuerdo con algunos de los aspectos de la invención, el valor RMS (Raíz Media Cuadrática) asociado a las semi-ondas negativas de dicha tensión $V(t)$ es mayor que el valor RMS asociado a las semi-ondas positivas. Por consiguiente, la energía transferida de la parte positiva de la tensión $V(t)$ es menor que la energía transferida por la parte negativa de la misma función.
25 Dicha tensión $V(t)$ puede ser simétrica o no con respecto al cero, y tiene diferente formas de onda; preferiblemente, dicha tensión $V(t)$ es sustancialmente sinusoidal.

30 La atenuación descrita del valor RMS de las semi-ondas positivas puede obtenerse, por ejemplo, de una de las siguientes maneras. En primer lugar, la función $V(t)$ es asimétrica con respecto a cero, es decir, los valores pico de las semi-ondas positivas son menores (en valor absoluto) que los valores pico de las semi-ondas negativas. Por ejemplo, la función $V(t)$ es sustancialmente una forma sinusoidal desplazada con respecto a la línea del cero y hacia los valores negativos. En segundo lugar, una tensión $V(t)$ simétrica con respecto a cero experimenta una atenuación de las semi-ondas positivas, con una nivelación de los valores pico positivos. Es posible reducir el valor RMS de las tensiones positivas a través de la atenuación de las semi-ondas positivas de la señal de tensión. Dicha atenuación
35 puede obtenerse, por ejemplo, con una serie de componentes pasivos que comprenden una o más resistencias y al menos un diodo.

40 Una segunda realización prevé un dispositivo de ionización que comprende al menos un electrodo para la generación de iones positivos, alimentado con una tensión continua positiva, y al menos un electrodo para la generación de iones negativos, alimentado con una tensión continua negativa, teniendo dicha tensión negativa un valor absoluto mayor que dicha tensión positiva. Por ejemplo, el dispositivo de ionización es del tipo aguja con uno o más electrodos (agujas) que reciben la tensión de valor positivo y como muchos electrodos que reciben la tensión negativa.

45 De acuerdo con la invención, por lo tanto, un circuito para controlar un ionizador comprende al menos un transformador de rejilla de alta tensión, conectado a electrodos de ionización respectivos a través de una serie de diodos y condensadores adecuados para amplificar la señal que sale de dicho transformador, y medios de control adecuados para atenuar o reducir la componente positiva de la tensión suministrada por dicho transformador. Los electrodos que se han mencionado anteriormente pueden representarse, en las diversas realizaciones, por agujas
50 alimentadas en tensión continua, o por electrodos o inducidos de un ionizador de tubo.

55 Con los procedimientos que se han descrito anteriormente, y los circuitos relativos, la ionización del aire se induce a través de la generación de un campo eléctrico en el que la transferencia de energía asociada a la tensión positiva (en corriente continua o semi-onda positiva de una señal sinusoidal) es menor que la transferencia de energía asociada a la tensión negativa. La producción de iones positivos se controla, y se obtiene el efecto de equilibrio que se ha mencionado anteriormente entre los iones positivos y negativos.

60 El Solicitante ha notado una sorprendente disminución de los contaminantes, siguiendo el tratamiento de ionización anticipado del aire de combustión. Sin querer que esto se tome en sentido limitante, se cree que esto se debe a la formación de radicales libres, inducida por el proceso de ionización, que entran en la cámara de combustión e impiden la formación de contaminantes. Se ha de observar que la ionización es un proceso conocido *per se*, pero hasta ahora sólo se ha propuesto para el tratamiento ambiental en espacios cerrados, oficinas, etc. con el fin de mejorar la calidad del aire. Por otro lado, en los procesos de combustión, la técnica anterior muestra generalmente el

tratamiento de los gases de combustión, o bien el tratamiento del combustible por adelantado (desulfurización, etc.). Por el contrario, el Solicitante ha descubierto que puede obtenerse una ventaja significativa con el tratamiento de ionización anticipado del aire de combustión. En la técnica anterior, el aire de combustión generalmente no se trata, o a lo sumo se calienta para aumentar el rendimiento.

5 La ionización bipolar controlada, es decir, el control de la proporción entre iones positivos y negativos, representa la realización preferida de la invención y tiene la ventaja adicional de reducir la formación de ozono en la cámara de combustión, así como limitar la emisión de iones positivos, que se ha descubierto que tienen un efecto perjudicial en la salud. Sin embargo, esto no descarta la posibilidad de promover la generación de ozono con el fin de obtener una mayor producción de radicales libres.

10 Una aplicación preferida consiste en la ionización del aire tomado por un motor de combustión interna, incluso más preferiblemente un motor de ciclo diesel. De acuerdo con un aspecto preferido de la invención, un motor de combustión interna comprende al menos un ionizador que se localiza para actuar sobre el flujo de aire tomado por el motor, preferiblemente corriente arriba del anemómetro (si se proporciona) que mide el caudal del aire de entrada. La invención pueden aplicarse ventajosamente en motores de automóviles, tanto de dos como de cuatro tiempos, de ciclo Otto, Diesel u otro. Las aplicaciones posibles de la invención se refieren tanto a motocicletas como a vehículos ligeros y vehículos pesados. La invención puede aplicarse a nuevos vehículos o como un accesorio en el mercado para modificar los vehículos existentes. Se ha identificado una aplicación particularmente ventajosa en los motores de ciclo diesel para automóviles y, particularmente, para reducir las emisiones de partículas y la opacidad de los gases.

15 Por lo tanto, un aspecto particular de la invención consiste en un procedimiento para modificar el sistema de alimentación de un motor de combustión interna, caracterizado porque: se dispone al menos un ionizador en la trayectoria del aire para alimentar dicho motor, de manera que dicho ionizador es alcanzado por al menos una parte del aire tomado por el motor, y se proporciona un circuito de control de dicho ionizador, adaptado para controlar dicho ionizador con el fin de poner en marcha un proceso de ionización de al menos una parte del aire tomado por el motor, como se ha descrito anteriormente.

20 Uno de los aspectos de la invención se representa por un kit para modificar un motor de combustión interna de un automóvil, que comprende al menos un ionizador adaptado para su instalación en la trayectoria del aire para alimentar dicho motor, y el circuito de control adecuado de dicho ionizador.

25 Las ventajas de la invención son un bajo coste y una fácil aplicación. Con referencia al campo de los automóviles, por ejemplo, la invención requiere sólo que la admisión de motor de combustión interna convencional se modifique, con un bajo coste de mano de obra. También puede aplicarse ventajosamente a la gama existente de vehículos con un coste mucho menor que los sistemas de "retroalimentación" conocidos que generalmente implican modificaciones sustanciales en el sistema de escape. Además, el sistema de control descrito que usa impulsos de tensión permite conseguir una ionización denominada bipolar, en la que la relación entre los iones positivos y los iones negativos se mantiene dentro de un intervalo predeterminado evitando una producción excesiva de ozono, que como se sabe es un factor contaminante adicional.

30 Otro aspecto de la invención consiste en una caldera, un motor u otro dispositivo que realiza un proceso de combustión, para generar calor y/o energía mecánica o eléctrica, con un tratamiento del aire de combustión como se ha descrito anteriormente.

35 Las características y ventajas de la invención serán más evidentes a partir de la siguiente descripción detallada y con la ayuda de las figuras adjuntas.

40 Breve descripción de las figuras

50 La figura 1 muestra un diagrama general de una aplicación de la invención;
la figura 2 muestra una caja de ionización de aire hecha de acuerdo con uno de los aspectos de la invención, que puede emplearse, por ejemplo, en un motor de automóvil;
la figura 3 representa un diagrama de circuitos posible del ionizador de tubo de la figura 1 y 2, de acuerdo con una realización preferida de la invención;
55 la figura 3A representa las señales de tensión en la entrada al circuito de control de la figura 3 y la figura 3B proporciona un ejemplo del principio operativo del circuito de alimentación de impulsos de la figura 3;
la figura 4 representa un diagrama de circuitos de acuerdo con otra realización de la invención;
las figuras 4A y 4B representan las señales de tensión respectivamente a la entrada a y a la salida del
60 circuito de control de la figura 4;
la figura 5 representa un diagrama de circuitos de acuerdo con una realización adicional de la invención;
las figuras 5A y 5B representan las señales de tensión respectivamente en la entrada a y en la salida del circuito de control de la figura 5;

Descripción detallada de las realizaciones preferidas

- 5 La figura 1 muestra esquemáticamente una cámara de combustión (C) que recibe un flujo de combustible (F) y un flujo de aire de combustión (A*) ionizado por adelantado en un dispositivo indicado como (10). La cámara de combustión (C) puede representarse, por ejemplo, por la cámara de combustión de una caldera, por ejemplo para la producción de agua caliente, calefacción, etc., o bien por la cámara de combustión de un motor de combustión interna. Saliendo de la cámara de combustión (C) hay un flujo de gases de escape (G).
- 10 El dispositivo (10), en el ejemplo de la figura 1, está esquematizado como una caja (11) en cuyo interior se proporciona un ionizador de tubo (12). Dicho ionizador (12) actúa sobre el flujo de entrada de aire (A) produciendo el flujo de aire ionizado (A*). Dicho flujo (A), que va al dispositivo (10), puede tomarse del exterior posiblemente filtrado o mezclado con gases quemados reciclados.
- 15 En la figura 2 se muestra en más detalle una aplicación preferida. Dicha figura 2 muestra una caja de ionización de aire (20) que puede emplearse, por ejemplo, en un motor de automóvil. Dicha caja tiene un cuerpo (21) con una toma de aire (22), y lleva un ionizador de tubo indicado, como en el caso anterior, con (12). La caja (20) puede montarse en el compartimento del motor, con el fin de interceptar el flujo de aire tomado por el propio motor.
- 20 Dicho ionizador (12) tiene unas dimensiones en proporción a la potencia del motor. Se ha descubierto que un ionizador de tubo con un diámetro de aproximadamente 10 mm y una longitud de 45 mm es adecuado para motores de baja potencia, hasta aproximadamente 90 HP; un ionizador de 120 mm de largo y que tiene un diámetro de aproximadamente 50 mm es adecuado para motores de potencia media, hasta 150 HP, y un ionizador de 195 mm de largo es adecuado para un motor por encima de 150 HP. Dichos valores numéricos se proporcionan como una
- 25 guía y no con fines de limitación.

En lo sucesivo en este documento, se describen en detalle algunas realizaciones preferidas de la invención.

Primera realización

- 30 El ionizador (12) comprende un tubo sustancialmente cilíndrico (100), hecho de cuarzo u otro material dieléctrico aislante. El tubo está equipado con un placa interna (101) y con una malla externa (102), ambas hechas de material eléctricamente conductor, por ejemplo, metálicas. Dicha placa (101) y malla (102) forman básicamente los inducidos de un condensador y se extienden sustancialmente por toda la longitud del tubo (100). La malla (102) está
- 35 conectada a tierra, mientras que el otro inducido, es decir, la placa (101), está conectada a un extremo de un arrollamiento secundario (103) (a alta tensión) de un transformador de rejilla de alta tensión (T). Dicho arrollamiento (103), en el extremo opuesto, está conectado a tierra.
- 40 Dicho transformador (T) está conectado a un circuito de alimentación de impulsos (106), que se basa sustancialmente en el uso de un conmutador electrónico (109). Cuando dicho conmutador (109) se cierra, el arrollamiento primario del transformador se cruza por una corriente eléctrica; cuando el conmutador está abierto, hay transferencia de energía al arrollamiento secundario y al dispositivo ionizador conectado a éste. En más detalle, el arrollamiento primario (104) de dicho transformador (T) está conectado a una línea de alimentación (105) en tensión
- 45 continua baja (12 V) y a un circuito de control (106) que comprende básicamente un oscilador de onda cuadrada 107, una etapa excitadora 108 y un conmutador electrónico en MOS (109). Dicho conmutador (109) tiene un tiempo de cierre determinado por el impulso positivo de la onda cuadrada generada por el oscilador. La señal de entrada ($V_{3, \text{entrada}}$) a 12 VDC se muestra en la figura 3A.
- 50 La figura 3B muestra la onda cuadrada (200) del oscilador que hace que el conmutador (109) se cierre (gráfica a), y la curva (201) que representa la corriente en el arrollamiento secundario del transformador (T) (gráfica b). El tiempo de cierre (conducción) del conmutador (109) corresponde en la figura 3B al periodo de tiempo entre los tiempos t_A y t_B . En el tiempo t_B la alimentación al transformador se interrumpe y se genera un frente creciente (202) de la curva (201), que corresponde al paso de energía al dispositivo ionizador (12) y, por lo tanto, al proceso de ionización real. La frecuencia de apertura y de cierre del conmutador es preferiblemente de tal forma que el periodo de tiempo entre
- 55 dos impulsos, es decir, entre dos aperturas sucesivas del conmutador que genera los frentes crecientes (202), es sustancialmente igual al periodo de tiempo necesario para la transferencia de energía completa del arrollamiento primario al secundario.
- 60 Preferiblemente, el dispositivo integrado en el diagrama de circuitos de la figura 3 es el modelo HEF40106BP producido por Philips; el conmutador MOS-FET es un IRFZ44NL producido por International Rectifier. En el diagrama de la figura 3 se usan los símbolos conocidos por el experto en la técnica y, por lo tanto, no se considera necesaria ninguna descripción adicional.

El circuito de control comprende ventajosamente un control de la tensión en el caso de que haya sobretensiones que puedan dañar el sistema (por ejemplo, hasta 16 VDC con una tensión nominal de 12 VDC), y también comprende un condensador de ajuste para ajustar la frecuencia de oscilación.

5 Segunda realización

Con referencia a la figura 4, el ionizador (12) es estructuralmente similar al del ejemplo de la figura 3, que comprende un tubo (100) hecho de material aislante, una placa interna (101) y una malla externa (102). La tensión se suministra por un transformador de rejilla de alta tensión, en el que el primario (120) recibe una tensión sinusoidal alterna ($V_{4, \text{entrada}}$) como en la figura 4A, y el secundario (121) suministra una tensión ($V_{4, \text{salida}}$) con nivelación de los picos positivos (figura 4B) obtenidos a través de las resistencias (122, 123, 124) y el diodo (125). Por medio de dichos componentes pasivos (122-125), la semi-onda positiva se nivela a un valor máximo (V^*) que está por debajo del valor de tensión pico (V_p) de la forma S. El área pico indicada con una línea discontinua en la figura 4B está "cortada" por la señal y, por consiguiente, el valor RMS de la tensión de la semi-onda positiva es menor que el valor RMS de la tensión de la semi-onda negativa, de forma análoga a la señal de la figura 3B. Por ejemplo, la señal de entrada de la figura 4A está a 220 VAC, y la señal de la figura 4B alcanza 2,7 kVAC.

Se ha de apreciar que tanto en la realización de la figura 3 como en la de la figura 4, la energía transferida de la semi-onda positiva es menor que la transferida de la semi-onda negativa.

20 Tercera realización

Un ionizador con agujas (figura 5) comprende un electrodo o aguja, o bien una pluralidad de agujas respectivas, conectada a un polo positivo (130) y, de forma correspondiente, una o más agujas conectadas a un polo negativo (131). Una tensión de alimentación de 220 VAC, o bien una tensión continua de 12 VDC, se eleva en un primer transformador regulador (132) y después se eleva adicionalmente en un transformador (133) y se rectifica con series de condensadores y diodos (134, 135), obteniendo una señal de salida continua (CC). Estos detalles se conocen *per se* y, por lo tanto, no se describen en detalle. Por medio de los condensadores de ajuste adecuados (136, 137 y 138), la señal de salida disponible en los polos (130 y 131) se ajusta atenuando el nivel de la tensión positiva en el polo (130). Por ejemplo, una señal de entrada de acuerdo con la figura 5A a 220 VAC proporciona una señal de salida de 4,5 kV CC de tensión positiva ($V5+$), y 5 kV CC de tensión negativa ($V5-$).

Con referencia a las realizaciones que se han mencionado anteriormente, el campo eléctrico que se establece, durante el funcionamiento, entre los electrodos, tales como la placa (101) y la malla (102) (figura 3, 4), o bien las agujas conectadas a los polos (130 y 131) (figura 5), ioniza el flujo de aire que se extiende al tubo (100), liberando una cantidad sustancial de iones. El aire ionizado de este modo, que va a la cámara de combustión del motor, permite un encendido más fácil del agente de combustión y la presencia de radicales libres generados por el aire ionizado predispone a las moléculas (aire mezclado con el agente de combustión) a crear agregados con menos residuo particulado fijo (NO_x , SO_x , CO). Los beneficios se observan en un menor consumo del vehículo y una mejor respuesta del motor al arrancar.

EJEMPLO

Un automóvil modelo Opel Astra GTC de 150 HP se sometió a pruebas de opacidad de los gases de escape. Después, el vehículo se modificó con la adición de un ionizador de tubo de 120 mm, una tensión nominal entre los inducidos de 2500 V (pico de 3500 V) y una frecuencia de oscilación equivalente a 47,2 kHz. El ionizador se insertó en la trayectoria del aire de alimentación corriente arriba del anemómetro, con el fin de interceptar sustancialmente todo el flujo de aire tomado por el motor. El ionizador se alojó en una caja del tipo representado en la figura 2, y la caja se dispuso en el compartimento del motor. El ionizador genera aproximadamente 50.000 ION⁻/cm³ (iones negativos por cm³) y aproximadamente 10.000 ION⁺/cm³.

El coeficiente de opacidad (k) se midió con un opacímetro BOSCH RTM 430 obteniendo los siguientes resultados.

Sin dispositivo de ionización: una prueba de opacidad de los gases en el momento de la inspección de mantenimiento regular, mostró valores de la constante (k) de entre 0,77 y 0,91. Una segunda prueba, sin el dispositivo de ionización, realizada aproximadamente 40 días después mostró valores de la constante (k) de entre 1,11 y 1,57. Después, se montó un dispositivo de ionización del tipo descrito en la presente solicitud. Aproximadamente dos meses después, la prueba de opacidad, realizada de nuevo con el mismo instrumento, mostró los siguientes valores:

- con el dispositivo de ionización: coeficiente de opacidad (k) entre 0,04 y 0,07;
- sin el dispositivo de ionización: coeficiente de opacidad (k) entre 0,17 y 0,23.

Considerando estos datos, puede observarse que el uso del vehículo durante un tiempo determinado con el sistema de ionización del aire de acuerdo con la invención proporciona una reducción drástica de la opacidad de los gases de escape y, por lo tanto, de la emisión de partículas. Se ha descubierto que la ionización del aire de combustión proporciona un efecto de "limpieza" de las cámaras de combustión y, por lo tanto, menos partículas en los gases, que se manifiesta con el tiempo y que permanece durante un cierto tiempo incluso retirando el dispositivo. También se ha descubierto que existe una mejora en el rendimiento del vehículo, debido al hecho de que el motor debido a que el motor logra entregar el máximo par motor a menores revoluciones de las que se indica por el fabricante y, por lo tanto, el vehículo acelera más rápido. Una prueba de consumo también ha mostrado un descenso del consumo. En un recorrido de aproximadamente 600 km, se registraron los siguientes valores de consumo:

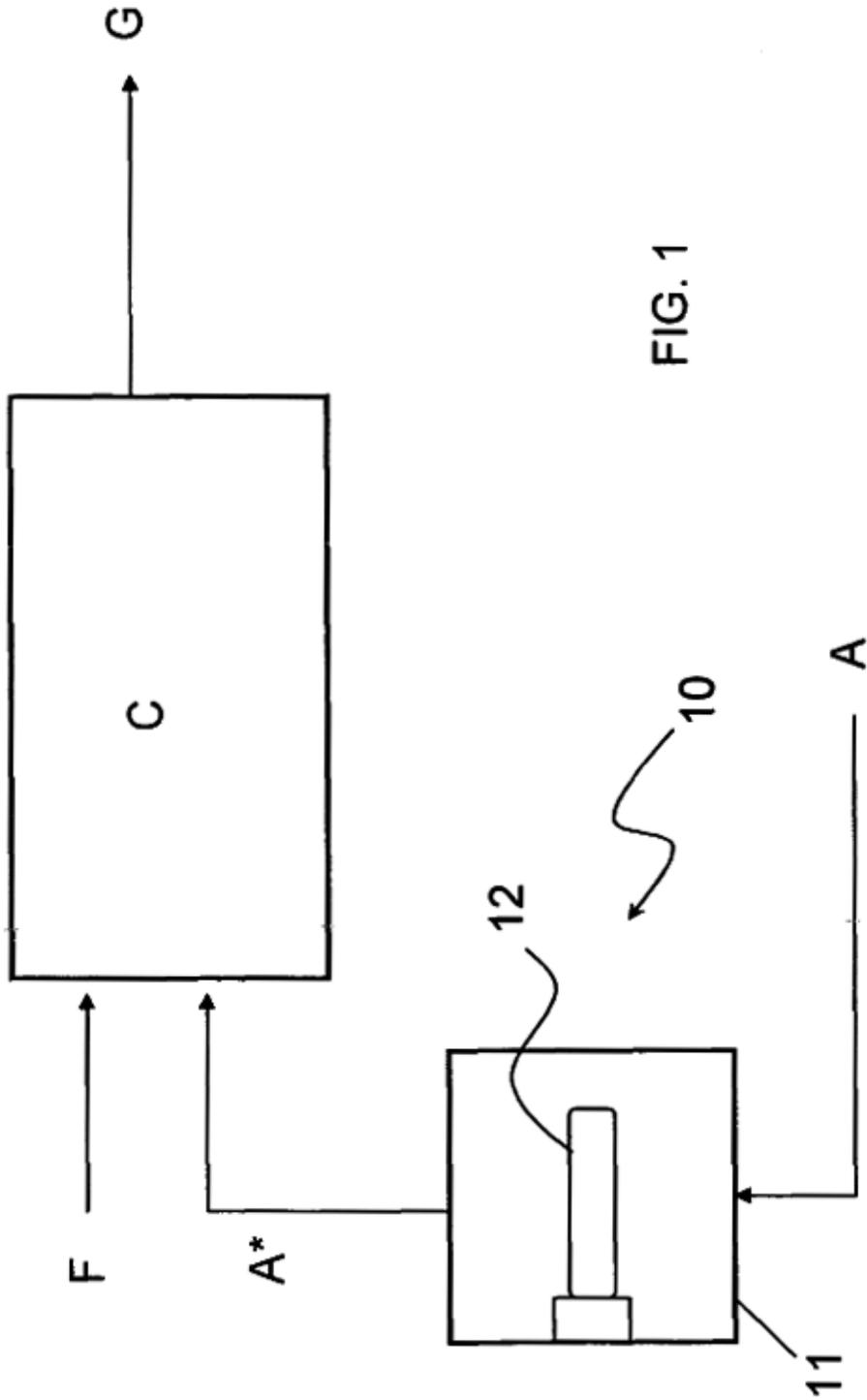
5

10

- con el dispositivo de ionización: aproximadamente 5,2-5,7 litros/100 km
- sin el dispositivo de ionización: aproximadamente 6,7-6,8 litros/100 km.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un procedimiento para el tratamiento de un flujo de aire de combustión (A) en un proceso de combustión, en el que al menos una parte de dicho flujo de aire de combustión (A) está sometido a ionización, obteniendo un flujo de aire ionizado (A*), y dicho flujo de aire ionizado se proporciona a dicho proceso de combustión; estando la ionización del aire controlada para limitar la generación de iones positivos, obteniendo una proporción predeterminada entre los iones positivos y los negativos; comprendiendo el procedimiento una atenuación o reducción del componente positivo de la tensión de ionización, para obtener dicha limitación de la generación de iones positivos, **caracterizado porque** dicho aire se ioniza con al menos un dispositivo de ionización que comprende dos electrodos (101, 102) separados por un cuerpo de material dieléctrico (100), estando uno de dichos dos electrodos (102) conectado a tierra y estando el otro electrodo (101) alimentado con una tensión V(t) que tiene un valor alternante en el tiempo con respecto a una tensión nula, en el que el valor RMS ($V_{ef, -}$) asociado con las semi-ondas negativas de dicha tensión V(t) es superior al valor RMS ($V_{ef, +}$) asociado con las semi-ondas positivas, estando dicho electrodo bajo tensión (101) conectado al arrollamiento secundario (121) de un transformador de rejilla de alta tensión, y estando las semi-ondas positivas de la señal de tensión proporcionadas a dicho electrodo atenuadas por medio de una o más resistencias (122-124) y al menos un diodo (125), obteniendo una nivelación de los valores de pico de las semi-ondas positivas.
- 10 2. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, siendo dicha proporción entre iones positivos y negativos preferiblemente aproximadamente 1:4, es decir, 2/10 de iones positivos y 8/10 de iones negativos.
- 15 3. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1 ó 2, teniendo la tensión del campo eléctrico que provoca la ionización del aire un valor nominal entre 2 y 5 kV, y más preferiblemente entre 2 y 3 kV.
- 20 4. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 3, teniendo dicho campo eléctrico una frecuencia de oscilación entre 20 y 60 kHz, y más preferiblemente entre 45 y 50 kHz.
- 25 5. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, estando sometida dicha al menos una parte del flujo de aire de combustión (A) a ionización corriente arriba de la entrada a una cámara de combustión (C), obteniendo dicho flujo de aire ionizado (A*).
- 30 6. Un procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, siendo dicho dispositivo de ionización del tipo tubo, que comprende un tubo dieléctrico y dos electrodos respectivamente dentro y fuera de dicho tubo.
- 35 7. Un procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que:
- dicho proceso de combustión es el proceso de combustión en un motor de combustión interna de ciclo diesel;
 - la ionización del aire de combustión tiene lugar con un ionizador de tubo (12), que funciona con una tensión nominal de aproximadamente 2500 V y una frecuencia de aproximadamente 50 kHz.
- 40 8. Un procedimiento para modificar un motor de combustión interna de un automóvil, **caracterizado porque**:
- se proporciona al menos un ionizador (12) en la trayectoria del aire (A) para alimentar dicho motor, de manera que dicho ionizador sea alcanzado por al menos una parte del aire tomado por el motor,
 - se proporciona un circuito de control (106) de dicho ionizador, adaptado para controlar dicho ionizador a fin de poner en marcha un tratamiento de ionización de al menos una parte del aire tomado por el motor, de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores.
- 45 9. Un kit para modificar el sistema de alimentación de un motor de combustión interna de un automóvil, que comprende al menos un ionizador adaptado para su instalación en la trayectoria del aire de alimentación de dicho motor, y un circuito de control de dicho ionizador, para poner en marcha un tratamiento de ionización de al menos una parte del aire tomado por el motor, siendo dicho tratamiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7.
- 50 10. Un automóvil que comprende un motor de combustión interna y al menos un ionizador instalado en la trayectoria del aire de alimentación de dicho motor, y un circuito de control de dicho ionizador, para poner en marcha un tratamiento de ionización de al menos una parte del aire tomado por el motor, siendo dicho tratamiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7.
- 55 60



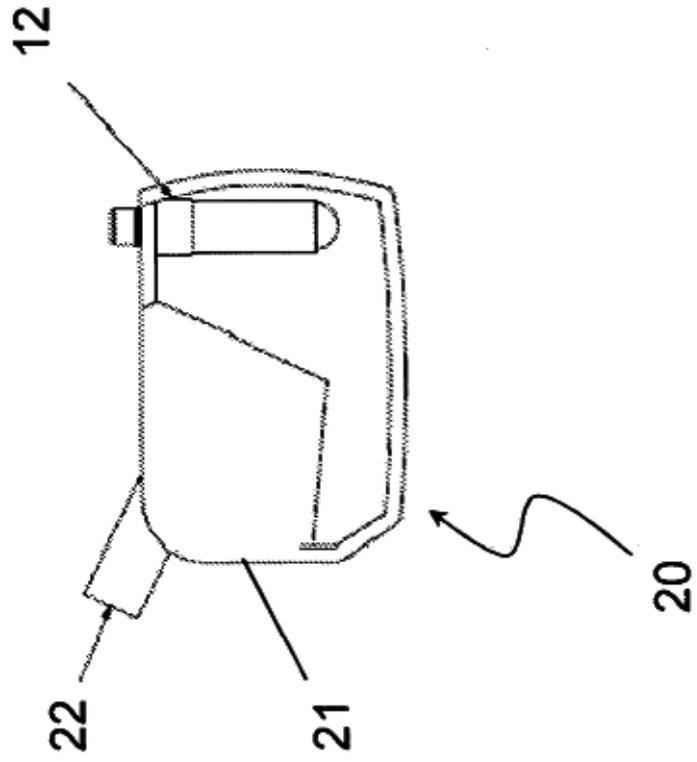
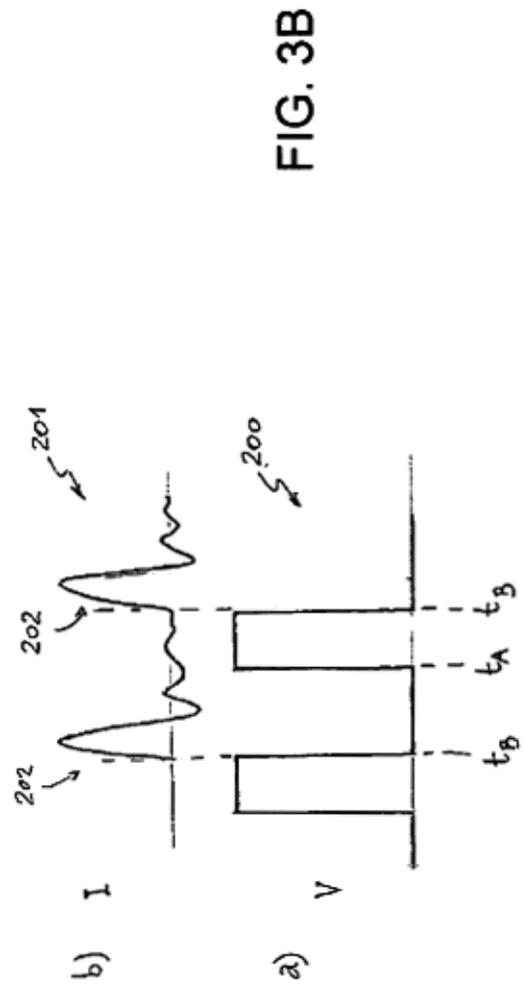
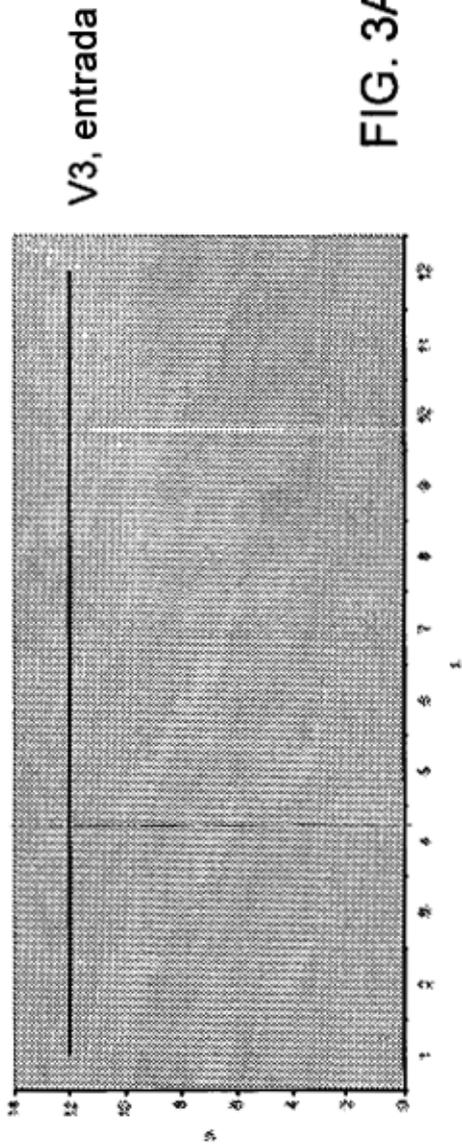


FIG. 2



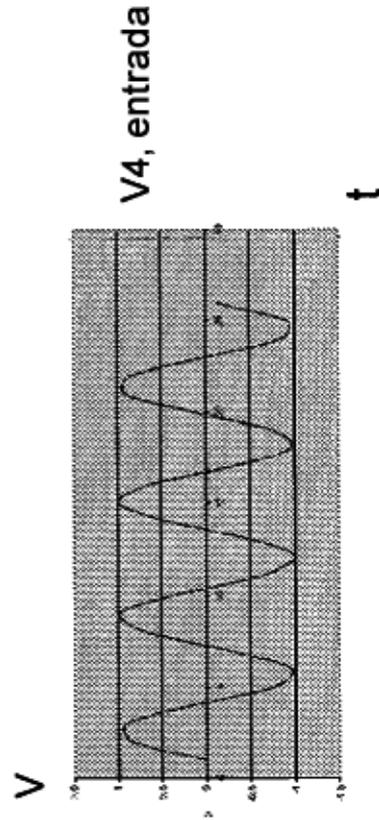
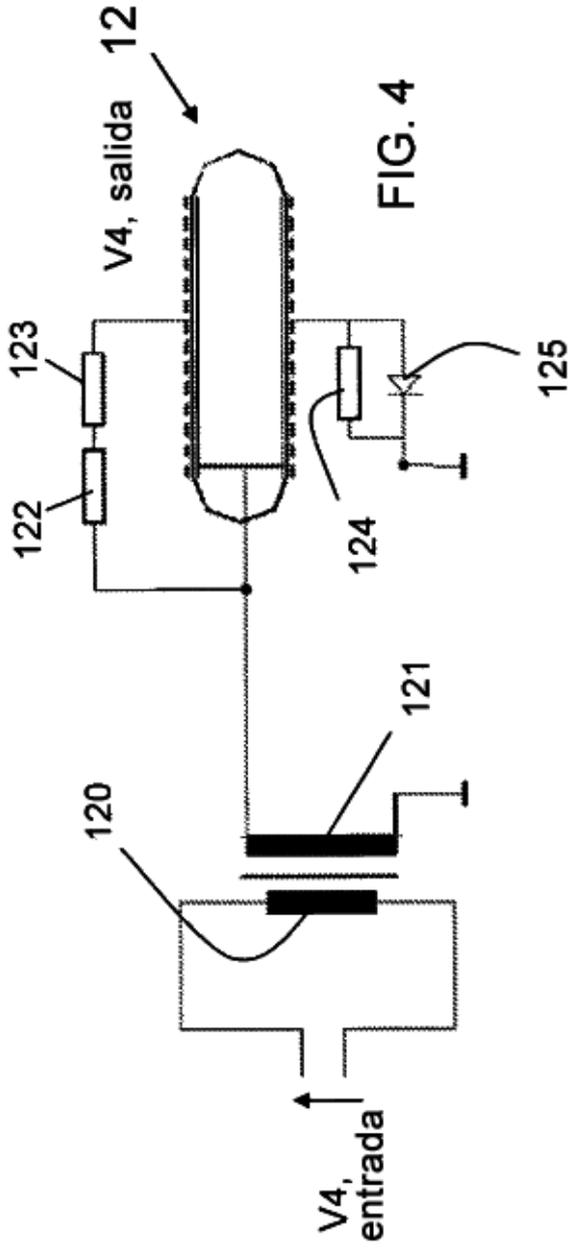


FIG. 4A

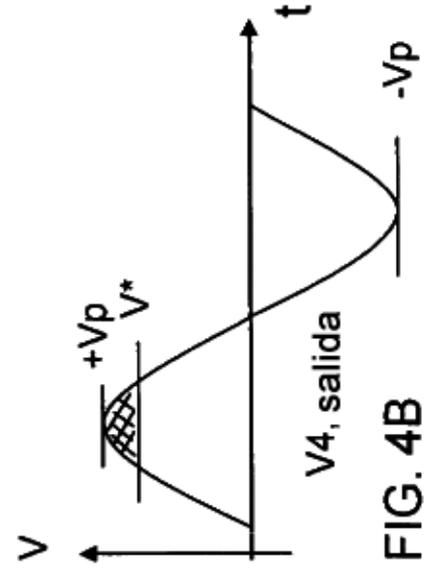


FIG. 4B

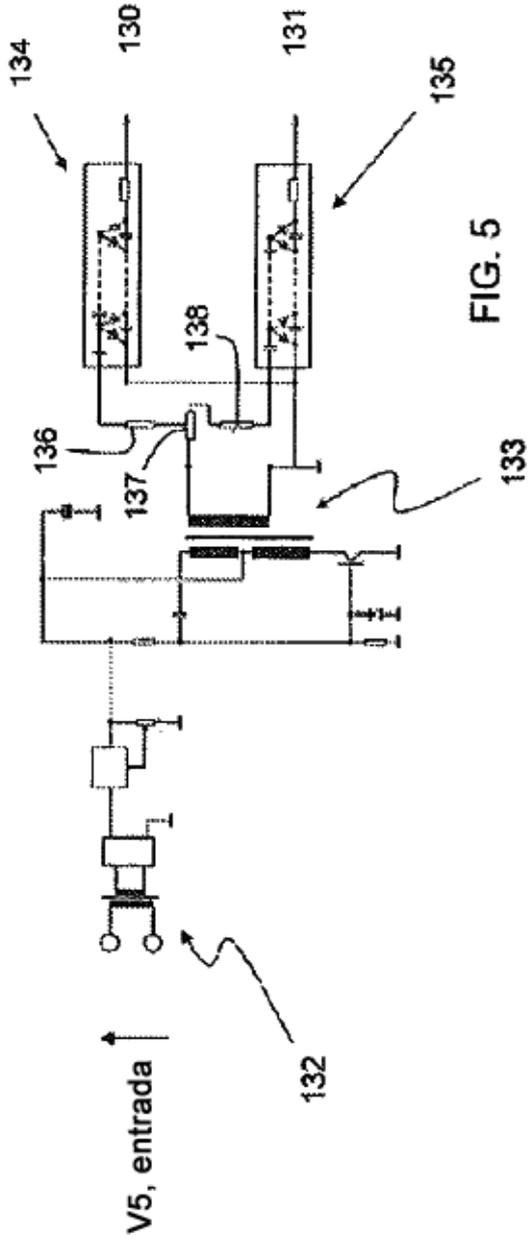


FIG. 5

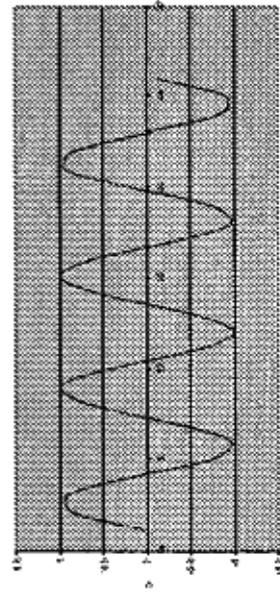


FIG. 5A

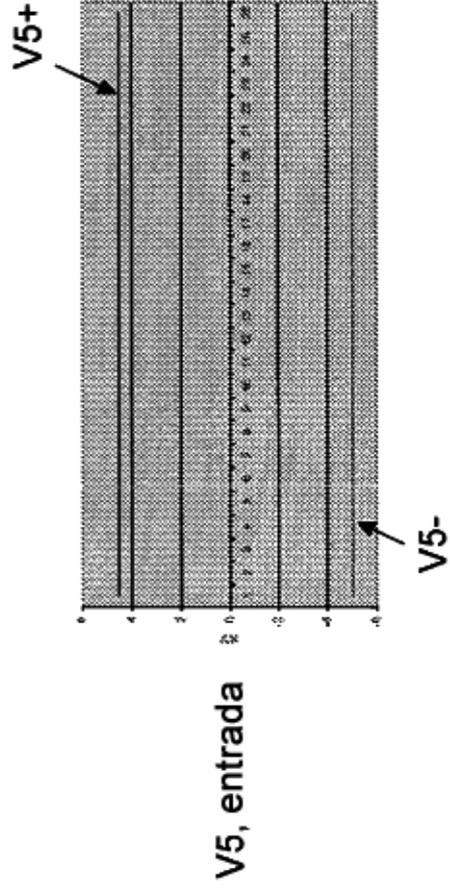


FIG. 5B