

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 382 340**

51 Int. Cl.:  
**G01M 1/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **05857273 .6**  
96 Fecha de presentación: **14.12.2005**  
97 Número de publicación de la solicitud: **1828737**  
97 Fecha de publicación de la solicitud: **05.09.2007**

54 Título: **Método de detección de combustión anormal para motores de combustión interna**

30 Prioridad:  
**17.12.2004 FR 0413542**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**07.06.2012**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**07.06.2012**

73 Titular/es:  
**INSTITUT FRANCAIS DU PÉTROLE  
1 ET 4, AVENUE DE BOIS PRÉAU  
92852 RUEIL MALMAISON CEDEX, FR**

72 Inventor/es:  
**GAUTROT, Xavier;  
MONNIER, Gaëtan y  
SIMONET, Laurent**

74 Agente/Representante:  
**Ungría López, Javier**

ES 2 382 340 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

Método de detección de combustión anormal para motores de combustión interna

5 La presente invención se relaciona con un método para detectar una combustión anormal en una cámara de combustión de un motor de combustión interna.

Se relaciona más particularmente, pero no de forma exclusiva, con tal método aplicado a un motor sobrealimentado de encendido controlado y preferiblemente de tipo gasolina.

10 En tal motor, la cámara de combustión delimitada por la parte alta del pistón y la culata contiene una mezcla carburada que está en condiciones de sufrir una combustión bajo el efecto de un encendido controlado, como una bujía.

15 Se ha podido constatar que esta combustión es la fuente de diferentes ruidos de combustión, algunos de los cuales pueden dañar gravemente el motor.

Un primer ruido es el ruido de fondo, cuya frecuencia vibratoria es de muy baja amplitud y casi constante. Este ruido es el resultado de la propagación de la combustión, que se propaga normalmente según un frente de llama a partir de la bujía. Este tipo de ruido es lo suficientemente bajo como para no producir riesgo de deterioro del motor.

20 Un segundo ruido, que es un ruido parásito, es el resultado de una combustión no deseable y denominado choque en la cámara de combustión. Este choque es una autoinflamación brutal y localizada de una parte de la mezcla carburada antes de que llegue el frente de llama procedente del encendido de la mezcla carburada por la bujía. Como se conoce en general, este choque produce vibraciones de mayores amplitudes que el ruido de fondo y a frecuencias dadas. Este choque conduce a un aumento local de la presión y puede generar, en caso de repeticiones, efectos destructivos sobre el motor y principalmente a nivel del pistón.

30 Finalmente, un tercer ruido que se genera por una combustión anormal. Esta combustión anormal afecta principalmente a los motores cuyo tamaño y/o cilindrada se han reducido conservando la misma potencia y/o el mismo par que motores convencionales, más conocido bajo el término inglés de "downsizing". Este tipo de motores, principalmente de tipo gasolina, están fuertemente sobrealimentados y esta combustión anormal se produce generalmente a bajos regímenes de funcionamiento. En efecto, en tal zona de funcionamiento, el calado de la combustión de la mezcla carburada está lejos de ser óptimo. Más concretamente, el encendido se produce después de que el pistón haya sobrepasado su punto muerto alto (PMA). Esto permite tener una curva de presión llamada "de dobles jorobas" para la cual la primera joroba es el resultado de la compresión y del descenso del pistón después del PMA, que va seguido de otra joroba resultante del encendido por la bujía de la mezcla carburada y de su combustión a lo largo de la fase de expansión en la cámara de combustión. Sin embargo, y ello teniendo en cuenta las fuertes presiones y las elevadas temperaturas alcanzadas en la cámara de combustión por la sobrealimentación, se produce una combustión anormal mucho antes del momento en que se realiza el encendido de la mezcla carburada por la bujía. Esta combustión es el resultado de un autoencendido con un frente de llama de una gran parte de la mezcla carburada en proximidad al PMA del pistón y se produce muy por encima del encendido de la mezcla carburada por la bujía. Esta combustión anormal produce un ruido sordo de rugido y los especialistas la denominan por esta razón una combustión de tipo "rumble".

45 Para ilustrar lo anterior, se hará referencia a la figura 1, que es un gráfico con una curva  $N_p$  que muestra la evolución de la presión (en bares) en la cámara de combustión en función del ángulo de cigüeñal (en °v) durante una combustión normal y una curva  $R_p$  que muestra la evolución de esta presión en función del mismo ángulo de cigüeñal durante una combustión anormal con ruido sordo de rugido o combustión de tipo "rumble". Esta evolución es considerada durante una fase del curso del pistón que va desde el punto muerto bajo de compresión (PMBcomp a 180°v) hasta el punto muerto bajo de expansión (PMBexp a 540°v).

50 Así, para una combustión normal (curva  $N_p$ ), es decir, sin choque ni ruido sordo de rugido o "rumble", la mezcla carburada es comprimida en la cámara de combustión hasta aproximadamente 50 bares durante el movimiento del pistón que va desde el punto muerto bajo de compresión (PMBcomp) hasta la proximidad del punto muerto alto (PMA a aproximadamente 360° de ángulo de cigüeñal). A partir de este PMA, el pistón tiene un curso en sentido inverso y la presión decrece hasta aproximadamente 40 bares a un ángulo de cigüeñal  $V_a$  del orden de 380°v. A este ángulo  $V_a$ , se realiza el encendido de la mezcla carburada comprimida por la bujía. Esto procura, por lo tanto, una combustión de esta mezcla carburada y un aumento de presión a las proximidades de 60 bares a aproximadamente 405° de ángulo de cigüeñal. El pistón continúa su movimiento de descenso hasta el PMBexp y la presión decrece para quedar próxima a la presión atmosférica.

65 Para una combustión de tipo "rumble" (curva  $R_p$ ), teniendo en cuenta las condiciones de presiones y de temperatura de la mezcla carburada en la cámara de combustión, se produce un autoencendido de esta mezcla antes de que el pistón alcance el PMA. Este autoencendido genera un aumento muy fuerte y brutal de presión en la cámara de combustión, presión que sobrepasa los 140 bares, y ello mucho antes de que el encendido de la mezcla carburada

sea realizado por la bujía. Esta presión decrece después por el curso del pistón de su PMA hacia su PMBexp hasta el nivel de la presión atmosférica en la proximidad del PMBexp.

5 Esta combustión de tipo "rumble" conlleva, pues, niveles de presiones muy elevados en el interior de la cámara de combustión, que pueden producir una destrucción parcial o total del equipo móvil del motor, como el pistón o la biela, y por consiguiente dejar el motor fuera de servicio. El documento US 3.393.557 A muestra un ejemplo de detección de tal combustión.

10 La presente invención se propone, por lo tanto, poder identificar una combustión anormal de tipo "rumble" con los dispositivos y sistemas habitualmente utilizados en los motores para luego tomar las medidas que permitan evitarla en la continuación del funcionamiento del motor.

15 Con este fin, la presente invención se relaciona con un método de combustión anormal en la cámara de combustión de al menos un cilindro de un motor de combustión interna sobrealimentado de encendido controlado, caracterizado por:

- medir una magnitud ligada a la combustión de la mezcla carburada en la cámara;
- producir una señal cuya amplitud depende de la amplitud de la magnitud medida;
- 20 - comparar la amplitud de la señal producida con la amplitud de una señal umbral correspondiente a la amplitud de una señal durante una combustión con choque;
- determinar la presencia de una combustión anormal de tipo ruido sordo de rugido o "rumble" en la cámara de combustión cuando la amplitud de la señal producida sobrepasa en un valor significativo la amplitud de dicha señal umbral.

25 La magnitud puede corresponder a las vibraciones generadas en la cámara de combustión.

La magnitud puede también corresponder a la presión generada en la cámara de combustión.

30 La magnitud puede igualmente corresponder a la corriente de ionización durante la combustión de la mezcla carburada en la cámara de la combustión.

Se pueden utilizar los medios de detección de choque para captar las vibraciones generadas por la combustión.

35 Tras la determinación de la presencia de una combustión anormal de tipo "rumble", se puede actuar sobre los parámetros de inyección de carburante para impedir que se reproduzca el fenómeno.

Se puede actuar sobre el fasaje de inyección de carburante en al menos un ciclo tras dicha determinación.

40 También se puede actuar sobre la cantidad de carburante inyectado en al menos un ciclo tras dicha determinación.

Las otras características y ventajas de la invención aparecerán a la lectura de la descripción que se da a continuación haciendo referencia a los gráficos adjuntos, donde:

- 45 - la figura 1 muestra curvas de presiones para una combustión clásica y para una combustión anormal;
- la figura 2 muestra un motor que utiliza el método de detección según la invención, y
- la figura 3 muestra curvas de niveles de señal resultantes de una combustión clásica, de una combustión con choque y de una combustión anormal de tipo "rumble".

50 En la figura 2, un motor de combustión interna 10 sobrealimentado de encendido controlado, en particular de tipo gasolina, comprende al menos un cilindro 12 con una cámara de combustión 14 en el interior de la cual se produce la combustión de una mezcla de aire sobrealimentado y de carburante.

55 El cilindro comprende al menos un medio de alimentación de carburante bajo presión 16, por ejemplo en forma de un inyector de carburante 18 controlado por una compuerta 20, que desemboca en la cámara de combustión, al menos un medio de admisión de aire 22 con una válvula 24 asociada a una tubería de admisión 26, al menos un medio de escape de los gases quemados 28 con una válvula 30 y una tubería de escape 32 y al menos un medio de encendido 34, como una bujía, que permite generar una o más chispas que permiten encender la mezcla carburada presente en la cámara de combustión.

60 Las tuberías 32 de los medios de escape 28 de este motor se conectan a un colector de escape 36, a su vez conectado a una línea de escape 38. Un dispositivo de sobrealimentación 40, por ejemplo un turbocompresor o un compresor volumétrico, está situado en esta línea de escape y comprende una fase de arrastre 42 con una turbina barrida por los gases de escape que circulan en la línea de escape y una fase de compresión 44 que permite hacer admitir un aire de admisión bajo presión en las cámaras de combustión 14 por las tuberías de admisión 26.

65 El motor comprende habitualmente medios de detección de choque 46 dispuestos sobre el cárter cilindro del motor.

Estos medios de detección están generalmente constituidos por un acelerómetro que permite generar una señal representativa de la aparición de choque en la cámara de combustión en forma de ondas de vibración.

5 El motor incluye igualmente una unidad de cálculo y de control 48, denominado ordenador-motor, que se une por conductores (para algunos bidireccionales) a los diferentes órganos y sensores del motor, para poder recibir las diferentes señales emitidas por estos sensores, como la temperatura del agua o la temperatura del aceite, para tratarlas mediante cálculo y luego controlar los órganos de este motor para asegurar su buen funcionamiento.

10 Así, en el caso del ejemplo mostrado en la figura 2, las bujías 34 se unen por conductores 50 al ordenador-motor 48 para controlar el momento del encendido de la mezcla carburada, el acelerómetro 46 se conecta por una línea 52 a este mismo ordenador-motor para enviarle las señales representativas de vibraciones en las cámaras de combustión y las compuertas 20 de control de los inyectores 18 se unen por conductores 54 al ordenador 48 para controlar la inyección de carburante en las cámaras de combustión.

15 Se hace ahora referencia a la figura 3, que ilustra curvas de nivel de señal procedente del acelerómetro para una combustión normal (Nb), para una combustión con choque (Cb) y para una combustión anormal de tipo "rumble" (Rb). Estas curvas son curvas con integración del nivel de ruido captado en el curso del tiempo (en segundos).

20 Puede observarse en esta figura que la curva integrada Nb del nivel de señal para una combustión normal (representado con trazo de puntos en esta figura) es casi constante y sensiblemente próxima a 0. La curva de nivel de señal t Cb para una combustión de choque oscila entre un nivel de aproximadamente 2 y un nivel de aproximadamente 6, mientras que la curva de nivel de señal Rb para una combustión de tipo "rumble" sobrepasa con mucho en nivel de 40.

25 A la lectura de esta figura, puede evaluarse que la amplitud de las vibraciones de la combustión de tipo "rumble" produce un nivel de señal que sobrepasa significativamente el nivel de señal resultante de la amplitud de las vibraciones de una combustión normal y de una combustión con choque.

30 En efecto, la combustión de tipo "rumble" produce un nivel de señal aproximadamente 40 veces superior al nivel de señal de una combustión normal y aproximadamente 7 veces superior al nivel de señal máximo de una combustión con choque.

35 En el caso de una combustión con choque, puede ocurrir que el nivel de señal esté próximo a 10, y, en este caso, la combustión anormal de tipo "rumble" estará a un nivel de señal aproximadamente 4 veces superior al nivel de señal de esta combustión con choque.

40 Así, durante el funcionamiento del motor descrito en relación a la figura 1, los medios de detección de choque 46 captan las vibraciones generadas por la combustión en las cámaras de combustión 14 de los cilindros 12. Estas informaciones son enviadas en forma de señal por la línea 52 al ordenador-motor 48. Este ordenador produce una señal cuya amplitud corresponde a la amplitud de las vibraciones captadas y luego se compara esta señal con señales umbral de nivel de ruido representativas de una combustión normal y de una combustión con choque. La comparación de la señal recibida del acelerómetro con las de valores umbral permite al ordenador-motor determinar la presencia de una combustión anormal de tipo "rumble" en la cámara de combustión. A modo de ejemplo, y como se ilustra en la figura 3, la combustión anormal de tipo "rumble" será detectada para una señal producida superior a 45 aproximadamente 40 veces el valor umbral de la combustión normal o superior a 4 veces el valor umbral de la combustión con choque. Este ordenador-motor enviará entonces instrucciones de control al medio de alimentación de carburante bajo presión 16 por los conductores 54 para modificar los parámetros de inyección de manera que esta combustión anormal de tipo "rumble" no se reproduzca durante los ciclos siguientes. Preferiblemente, el ordenador-motor actuará, o bien sobre el fasaje de inyección de carburante, o bien sobre la cantidad de carburante que se ha de inyectar, o bien sobre ambos, siendo realizadas estas acciones sobre al menos un ciclo tras la 50 detección de la combustión anormal.

55 Por supuesto, y ello sin salirse del marco de la invención, se pueden utilizar cualesquiera otras magnitudes ligadas al desarrollo de la combustión en la cámara 14 para descubrir una combustión de tipo "rumble". Así, se ha descrito hasta ahora un nivel de señal representativo de las vibraciones generadas por la combustión, pero también se puede utilizar la magnitud ligada a la presión interna en la cámara de combustión gracias a sensores de presión de cilindro. En el caso ilustrado en la figura 1, dada únicamente a modo de ejemplo, esta presión es superior en aproximadamente 4 veces a la presión del valor umbral representativo de la presión interna liberada por la combustión en el momento del encendido de la bujía. De igual modo, se puede utilizar una señal representativa de la corriente de ionización de la mezcla carburada en curso de combustión, corriente que puede ser captada a nivel de 60 los electrodos de la bujía.

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Método de detección de combustión anormal en la cámara de combustión (14) de al menos un cilindro (12) de un motor de combustión interna sobrealimentado de encendido controlado, **caracterizado por**:
- medir una magnitud ligada a la combustión de la mezcla carburada en la cámara (14);
  - producir una señal cuya amplitud depende de la amplitud de la magnitud medida;
  - comparar la amplitud de la señal producida con la amplitud de una señal umbral correspondiente a la amplitud de una señal durante una combustión con choque;
  - 10 - determinar la presencia de una combustión anormal de tipo ruido sordo de rugido o "rumble" en la cámara de combustión cuando la amplitud de la señal producida sobrepasa en un valor significativo la amplitud de dicha señal umbral.
- 15 2. Método de detección de combustión anormal según la reivindicación 1, **caracterizado por** corresponder la magnitud a las vibraciones generadas en la cámara de combustión.
3. Método de detección de combustión anormal según la reivindicación 1, **caracterizado por** corresponder la magnitud a la presión generada en la cámara de combustión.
- 20 4. Método de detección de combustión anormal según la reivindicación 1, **caracterizado por** corresponder la magnitud a la corriente de ionización durante la combustión de la mezcla carburada en la cámara de combustión.
- 25 5. Método de detección de combustión anormal según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado por** utilizar los medios de detección de choque (46) para captar las vibraciones generadas por la combustión.
6. Método de detección de combustión anormal según la reivindicación 1, **caracterizado por** actuar, tras la determinación de la presencia de una combustión anormal de tipo "rumble", sobre los parámetros de inyección de carburante para impedir que se reproduzca el fenómeno.
- 30 7. Método de detección de combustión anormal según la reivindicación 6, **caracterizado por** actuar sobre el fasaje de inyección de carburante en al menos un ciclo tras dicha determinación.
- 35 8. Método de detección de combustión anormal según la reivindicación 6, **caracterizado por** actuar sobre la cantidad de carburante inyectado en al menos un ciclo tras dicha determinación.

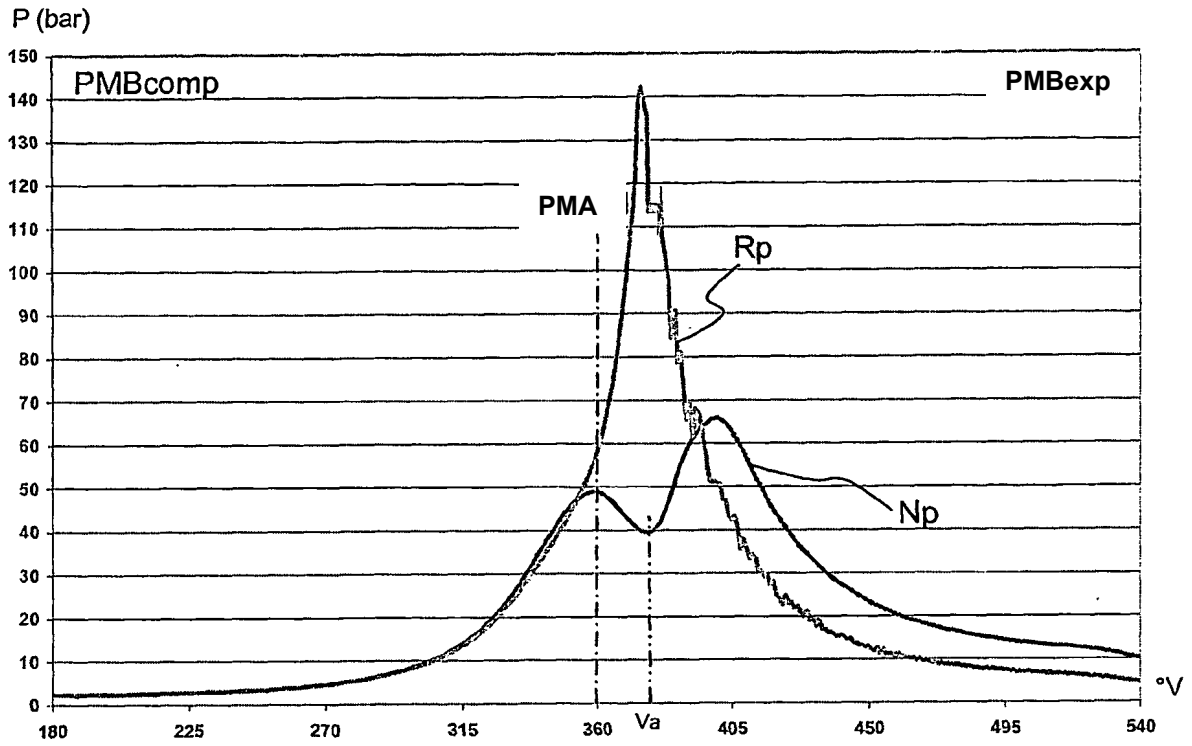


Figura 1

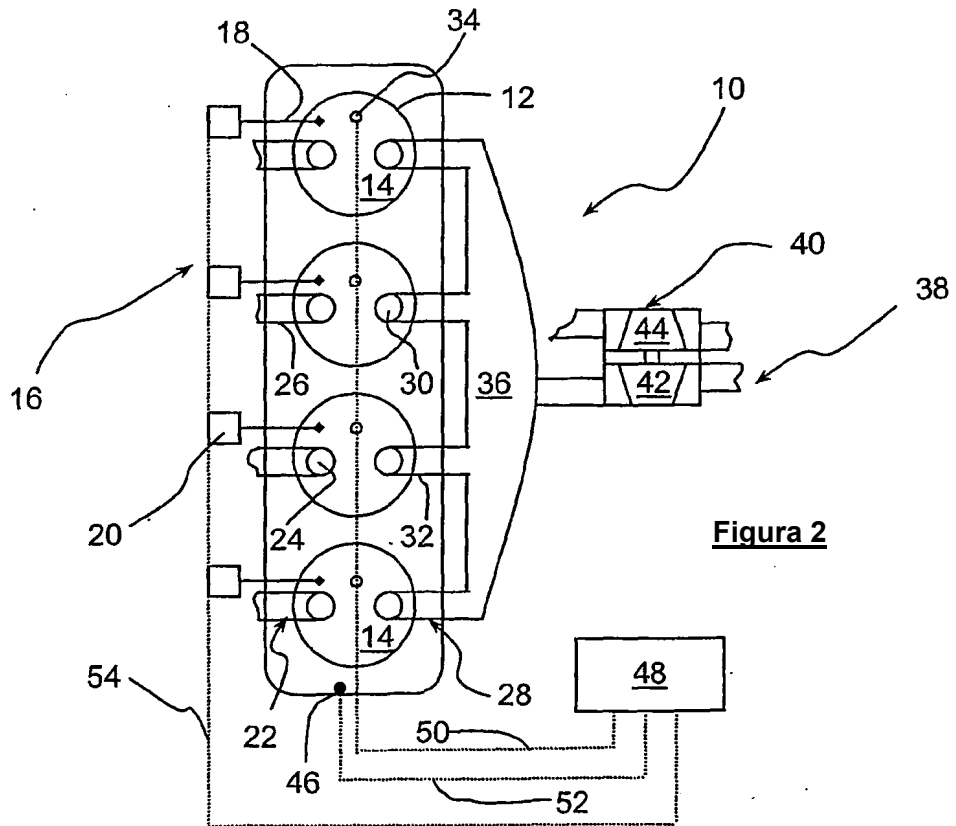
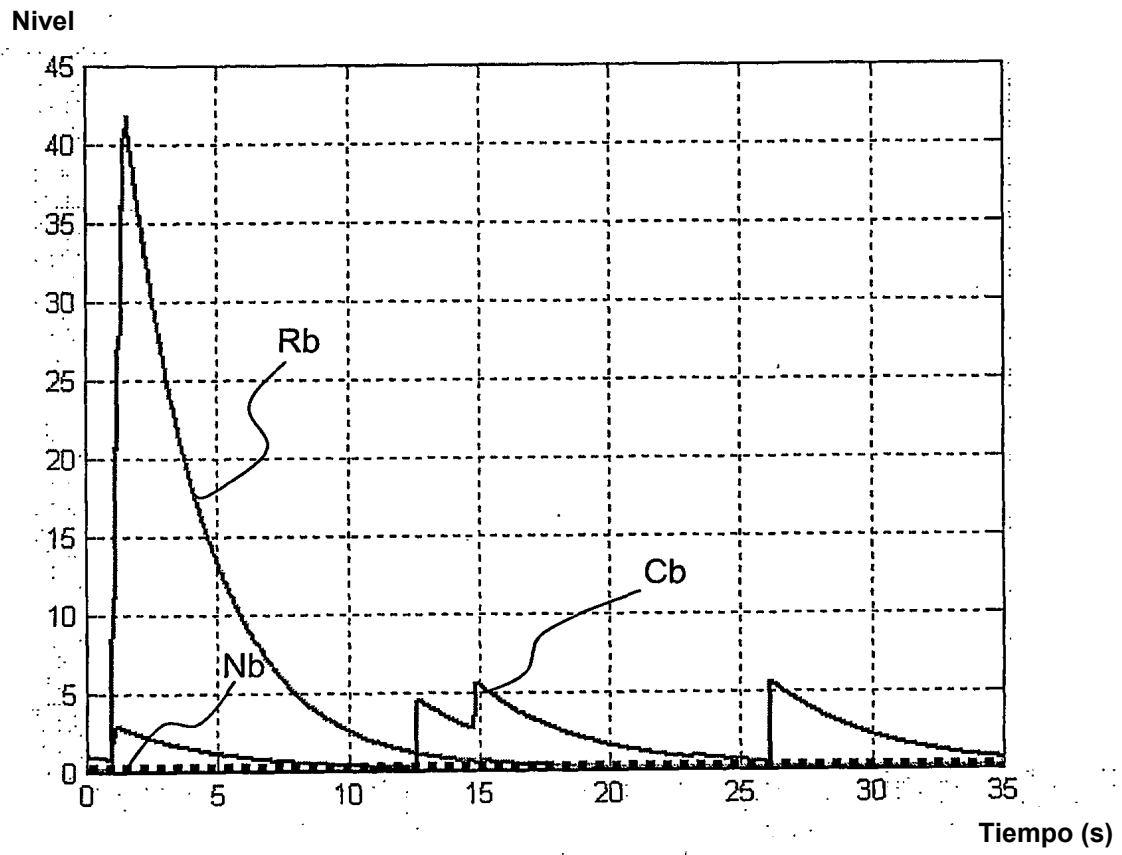


Figura 2



**Figura 3**