



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 278 124**

51 Int. Cl.:  
**F02D 41/14** (2006.01)  
**F02B 37/12** (2006.01)  
**F02D 23/02** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Número de solicitud europea: **03291238 .8**  
86 Fecha de presentación : **23.05.2003**  
87 Número de publicación de la solicitud: **1365132**  
87 Fecha de publicación de la solicitud: **26.11.2003**

54 Título: **Dispositivo de control de un motor sobrealimentado que comprende la utilización de un elemento de lógica difusa.**

30 Prioridad: **24.05.2002 FR 02 06353**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**01.08.2007**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**01.08.2007**

73 Titular/es: **Renault S.A.S.**  
**13-15 quai Alphonse Le Gallo**  
**92100 Boulogne Billancourt, FR**

72 Inventor/es: **Fontvieille, Laurent**

74 Agente: **Elzaburu Márquez, Alberto**

**ES 2 278 124 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).

# ES 2 278 124 T3

## DESCRIPCIÓN

Dispositivo de control de un motor sobrealimentado que comprende la utilización de un elemento de lógica difusa.

5 El ámbito técnico de esta invención es el automóvil y, de modo más preciso, el mando de motores diesel o de gasolina sobrealimentados.

10 El mando del motor es la técnica de regulación de las características de un motor de combustión interna por medio del conjunto de sus captadores y accionadores. El conjunto de las leyes de mando-control (estrategia de software) y los parámetros de caracterización (calibración) del motor están contenidos en un calculador denominado UCE o unidad de mando electrónica. Además, los motores sobrealimentados comprenden un turbocompresor compuesto de una turbina y de un compresor que sirve para aumentar la cantidad de aire admitido en los cilindros. La turbina está colocada a la salida del colector de escape y es arrastrada por los gases de escape. La potencia facilitada por los gases de escape a la turbina puede ser regulada instalando una válvula de descarga o aletas que influyen sobre el caudal de gas que atraviesa la turbina o la sección de paso ofrecida a estos gases. El compresor está montado en el mismo eje que la turbina. Éste comprime el aire que entra en el colector de admisión. Entre el compresor y el colector de admisión puede estar colocado un intercambiador de calor para enfriar el aire a la salida del compresor. Para gobernar la apertura y el cierre de la válvula o de las aletas se utiliza un accionador. La señal de mando del accionador es facilitada por la UCE y permite controlar la presión de sobrealimentación presente en el colector de admisión. La UCE calcula una consigna de presión en el colector. Un captador de presión mide la presión real en el colector.

20 La UCE recalcula continuamente la consigna de presión de sobrealimentación, en función, por ejemplo, del régimen del motor y del caudal de carburante (o bien a partir de una consigna del caudal de aire y de riqueza), y ésta ayuda a regular continuamente el turbocompresor por intermedio de reguladores para hacer coincidir la consigna de presión con la consigna real que reina en el colector de admisión.

30 Con el aumento de las características de los motores sobrealimentados, el nivel de presión de sobrealimentación aumenta, y también los turbocompresores están cada vez más solicitados. Por tanto, es importante gobernar lo más finamente posible los turbocompresores para evitar el deterioro del turbocompresor y para mejorar la calidad de conducción del vehículo en las aceleraciones.

35 La regulación del turbocompresor se efectúa, clásicamente, por medio de señales que provienen de reguladores PID (proporcional, integral, diferencial) de acuerdo con la evolución de la diferencia entre la consigna de presión y la presión real medida. Además, para dar un primer valor estimado de regulación del turbocompresor en función del régimen del motor y del caudal, y facilitar, así, la regulación, se añade, generalmente, a la UCE una cartografía de preposicionamiento.

40 Sin embargo, se observa que el control de la presión de sobrealimentación es difícil con los medios de control conocidos hasta ahora. La consigna de presión de sobrealimentación se presenta, típicamente, en forma de un escalón de presión que aparece cuando se ha pisado el acelerador, y la presión real solo llega a la altura del escalón después de un retardo. En algunos sistemas, este retardo es importante; en otros, lo es mucho menos, pero aparece enseguida un fenómeno oscilatorio de la presión real por encima y por debajo del valor de consigna (lo que se denominan overshoots y undershoots), y esta inestabilidad de regulación perjudica la calidad de la conducción y puede provocar daños. El objeto de la invención es facilitar una convergencia más rápida y más estable de la presión de sobrealimentación hacia su valor de consigna durante un régimen transitorio.

50 Se verá que un medio importante es la utilización de un regulador de lógica difusa (o floja) en la UCE. Se conocen algunos ejemplos de mando de motores sobrealimentados que explotan la lógica difusa. La patente francesa 2 738 287 comprende un elemento de este tipo, pero que se aplica más bien para regular la diferencia de presión entre el colector de admisión y el colector de escape, lo que impone colocar aquí otro captador que enriquezca el sistema e implique una modificación bastante importante en el modo de control del motor. En este caso, las dos variables explotadas por el elemento de lógica difusa son la diferencia entre la consigna de presión y la presión real, es decir, la variable misma que hay que reducir, y la derivada con respecto al tiempo de esta variable. Así pues, se puede suponer que el resultado exigido anteriormente se conseguirá mejor.

55 Los documentos DE - 42 04 047 - A y WO - 95/02121-A describen medios de control que utilizan el error entre un valor de consigna y un valor real, así como la derivada con respecto al tiempo de este valor, pero en condiciones que no convienen en el ámbito de la invención.

60 Para resumir, la invención, en su forma más general, se refiere a un dispositivo de mando de un motor de automóvil sobrealimentado, de acuerdo con la reivindicación 1.

Se pasa ahora a los comentarios de las figuras siguientes:

- 65 - la figura 1 ilustra un sistema de motor sobrealimentado y UCE;  
- la figura 2 representa una UCE de acuerdo con la invención;

## ES 2 278 124 T3

- la figura 3 representa un módulo completo de cálculo de una consigna de caudal de carburante;
- la figura 4 ilustra una variante de UCE;
- 5 - la figura 5 representa un elemento completo de regulación de lógica difusa de acuerdo con la invención;
- y la figura 6 ilustra los resultados obtenidos.

La figura 1 representa, en primer lugar, un motor 1 de explosión alimentado de aire fresco por una entrada 2 y que  
10 expulsa los gases quemados a través de un escape 3. El aire fresco recorre un colector de admisión 8 y pasa sucesivamente por un filtro 4 y un caudalímetro 5 y después por un compresor 6 de un turbocompresor 7 que hay que regular. Después de haber sido comprimido, éste pasa por un enfriador 9 y una válvula 10 de recirculación de los gases de escape. Los gases de escape fluyen a través de un colector de escape 11 y atraviesan una turbina 12 del turbocompresor 7 y un filtro de partículas 13 antes de llegar al escape 3. Una unidad de cálculo electrónica (UCE) está designada por  
15 14, una electroválvula por 16, una bomba de vacío por 17, y un vástago de regulación del turbocompresor 7 por 18. Un regulador forma parte de la UCE 14 y facilita una señal de mando a la electroválvula 16 que abre o cierra un conducto 20 de aspiración entre una cámara 21 situada detrás del vástago 18 y la bomba de vacío 17; la electroválvula es de apertura progresiva y, por tanto, puede hacer variar a voluntad la presión en la cámara 21 de acuerdo con el hundimiento del vástago 18. La UCE 14 explota una presión del colector de admisión 8 que le facilita un captador 19  
20 y una consigna de presión que ésta calcula. Se pasa ahora al comentario de la figura 2, que ilustra más en detalle la constitución de la UCE 14.

Valores de caudal de carburante inyectado y de régimen del motor 1 son facilitados a una tarjeta lógica 31 que  
facilita una consigna de presión de sobrealimentación a un borne positivo de un substractor 36. El régimen del motor  
25 es facilitado por un taquímetro 25 u otro captador que mida la velocidad de rotación del árbol del motor. La consigna de caudal de carburante es deducida de a salida de un captador 24 que mide el hundimiento del pedal de aceleración. Se sabe que, en realidad, una consigna de caudal de carburante se calcula por medio de una tarjeta lógica 28 (en la figura 3), informada por los captadores 24 y 25, y que esta consigna puede ser limitada, normalmente durante los regímenes de gran aceleración, por las salidas de otras dos tarjetas lógicas 29 y 30 informadas cada una por el  
30 captador 25 y, respectivamente, por captadores 26 y 5 que indican la relación de la caja de cambio que está engranada y el caudal de aire fresco. Las tarjetas 29 y 30 dan límites de caudal de carburante aceptables en función del par del motor admisible y de la necesidad de no producir humos negros. La señal procedente de la tarjeta 28 es, por tanto, comparada sucesivamente con las señales procedentes de las tarjetas 29 y 30 en puertas 27 que eligen cada vez la señal mínima que le es aplicada; y el caudal de carburante puede ser modificado también actuando sobre la señal por una  
35 tarjeta 32 suplementaria que define una estrategia de conducción confortable.

Volviendo a la figura 2, el captador de presión 19 facilita una señal al borne negativo del substractor 36, cuya señal de salida es, por tanto, la diferencia entre la consigna de presión de sobrealimentación y la presión de sobrealimentación efectivamente medida en el colector de admisión 8. Esta diferencia se aplica, habitualmente, a reguladores de  
40 cálculo de términos proporcional, derivado e integral; en la invención, se utiliza ante todo un regulador de lógica difusa 37 informado por la diferencia de presión y su derivada con respecto al tiempo calculada por un diferenciador 38. Si la función de control buscada tiene un término proporcional dominante, se añade un regulador 39 de cálculo de término integral para completar el control; si la función tiene un término integral dominante, éste se calculará directamente por el regulador de lógica difusa 37 y podrá omitirse regulador 39, como esquematiza la figura 4. Se observa que la  
45 invención, además de un buen mando del motor, permite una simplificación del regulador de la UCE 14. En todos los casos, es ventajoso utilizar una tarjeta lógica de preposicionamiento 33, informada ésta, también, por los captadores 24 y 25, que da un valor inicial de regulación del turbocompresor 7 válido durante regímenes estables y que, por tanto, permite abordar los regímenes transitorios con una buena regulación de partida. Las señales de salida de la tarjeta 33, del regulador de lógica difusa 37 y, eventualmente, del regulador 39, se aplican a un adicionador 40, y su suma se  
50 aplica a un regulador de salida 15 que manda directamente la válvula 16.

La constitución del regulador 37 de lógica difusa es la que a continuación se indica. Las señales que provienen del substractor 36 y del diferenciador 38 llegan, después de haber pasado por divisores 41 y 42 que las ponen en la escala  
55 correcta, a un elemento 43 de reparto de tareas (fusificación) que las transforma en variables  $x_{s1}$  y  $x_{s2}$ . Mientras que las variables  $x_{e1}$  y  $x_{e2}$  de entrada en el elemento 43 son simples, las variables  $x_{s1}$  y  $x_{s2}$  son múltiples y resultan de la aplicación de las variables de entrada  $x_{e1}$  y  $x_{e2}$  a una pluralidad de funciones de pertenencia contenidas en el elemento 43. En el ejemplo propuesto, estas funciones son en número de tres y están indicadas por NG (Negativo Grande), EZ (Environ Zero, aproximadamente cero) y PG (Positivo Grande). La primera función NG tiene un valor máximo para  $x_e$  inferior o igual a -1, nulo para  $x_e$  superior o igual a 0 y lineal entre estos dos valores. La función EZ es nula para  
60  $x_{e1}$  inferior o igual a -0,5 o  $x_{e2}$  igual a -1, máxima para  $x_{e1}$  o  $x_{e2}$  igual a 0 y de nuevo nula para  $x_{e1}$  superior o igual a +0,5 y  $x_{e2}$  superior o igual a +1; ésta es lineal entre -0,5 y 0, y entre 0 y +0,5 o, según el caso, entre -1 y 0, entre 0 y +1. Finalmente, la función PG es simétrica de NG, es decir, nula para  $x_e$  inferior o igual a 0, máxima para  $x_e$  superior o igual a +1 y lineal entre 0 y +1. Para resumir, cada variable  $x_1$  tiene tres componentes NG ( $x_e$ ), FZ ( $x_e$ ) y PG ( $x_e$ ).

65 El elemento siguiente del regulador 37 es un elemento de inferencia 44 que combina las variables  $x_{s1}$  y  $x_{s2}$  entre sí de acuerdo con una tabla. De éste sale una señal  $x_r$  que es también múltiple y se expresa por valores tomados en tres nuevas funciones de pertenencia, indicadas aquí también por NG, EZ y PG. La tabla ilustrada en el elemento de inferencia 44 ilustra que la combinación de dos componentes NG de  $x_{e1}$  y  $x_{e2}$  es una componente NG, igual que la

## ES 2 278 124 T3

combinación de componentes NG y EZ; la combinación de componentes PG y EZ es una componente PG, igual que la combinación de dos componentes PG; finalmente, la combinación de componentes PG y NG es una componente EZ, igual que la combinación de dos componentes EZ.

5 Así pues, esta sección lógica del regulador 37 tiene por efecto reforzar, para la variable de salida  $x_r$ , las componentes que representarán lo mejor posible la diferencia entre la consigna de presión y la presión real en el futuro próximo, de acuerdo con la derivada de esta diferencia: las componentes NG y PG de  $x_{s1}$  la llevan, en las combinaciones con las componentes EZ de  $x_{s2}$ , a éstas; pero las componentes extremas NG y PG de  $x_{s2}$  afectan siempre a las componentes diferentes de  $x_{s1}$  cuando son combinadas entre sí. Se obtiene, por tanto, un efecto de anticipación de la evaluación de la diferencia entre la consigna de presión y la presión real.

15 La variable  $x_r$  difusa de tres componentes es facilitada a un elemento de agrupación de tareas (desfusificación) 45 que la transforma en una variable simple u por medio de nuevas funciones NG, EZ y PG. Aquí, NG es máxima para  $x_r$  inferior o igual a -1, nula para  $x_r$  superior o igual a 0 y lineal entre -1 y 0; EZ es igual a 0 para  $x_r$  inferior o igual a -1, máxima para  $x_r = 0$ , nula para  $x_r$  superior o igual a +1, y lineal entre -1 y 0, y 0 y +1. Finalmente, la función PG es nula para  $x_r$  inferior o igual a 0, máxima para  $x_r$  superior o igual a +1 y lineal entre 0 y +1. El valor u es igual a

$$20 \quad + 1 \int x_r \cdot f_{x_r} \cdot dx_r$$

$$25 \quad \frac{-1}{+ 1 \int f_{x_r} \cdot dx_r}, \text{ donde } f_{x_r} \text{ es el valor tomado por la función de pertenencia resultante compuesta por NG, EZ y } -1$$

PG; ésta es también igual a la abscisa del baricentro de la función de pertenencia resultante  $f_{x_r}$  ponderada por  $x_r$  entre -1 y +1. Ésta pasa por un multiplicador 46 que corrige el cambio de escala aportado por los divisores 41 y 42 y facilita la señal procedente del regulador 37 a la electroválvula de mando 16.

30 La figura 6 permite comparar la respuesta que la invención aporta a un mando de aceleración con la de un dispositivo anterior. Se trata de un diagrama graduado en tiempo y en presión, y la curva 50 es la consigna de presión, que tiene una forma en escalón seguida de una meseta. La curva de respuesta de acuerdo con la invención tiene la referencia 51 y se caracteriza por una subida bastante rápida hasta el valor de la meseta y después una estabilidad bastante grande alrededor de ésta. Con un regulador ordinario que comprende términos proporcional e integral, podría obtenerse la curva 52 después de una regulación de la UCE que da una subida en presión tan rápida como con la invención: los rebasamientos de consigna (overshoot) son importantes, aproximadamente el 20% de la altura de la meseta, y las oscilaciones de presión se mantienen después mucho mayores y son sensibles durante más de un segundo.

40 Así pues, el modo de control de la invención está caracterizado, a la vez, por una inercia pequeña en la subida y una inercia grande en la meseta.

45 Debe añadirse todavía que la invención permite saturar fácilmente la señal de mando, es decir, mandar fácilmente un estado extremo de la electroválvula 16 y del turbocompresor 7, lo que, evidentemente, es ventajoso para la rapidez del régimen transitorio, pero que era difícil de obtener con los medios de control anteriores, hasta el punto de que la solicitante había propuesto suprimir completamente el control durante los regímenes transitorios y reemplazarlo por un estado extremo de mando de turbocompresor en una solicitud de patente francesa reciente. Esta solución se hace aquí inútil.

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

5 1. Dispositivo de mando de un motor sobrealimentado de automóvil, que comprende: un colector de admisión de  
aire (8) que llega al motor (1); un colector de escape de gases (11) que abandonan el motor; un turbocompresor (7)  
compuesto por un compresor (6) en el colector de admisión de aire y por una turbina (12) en el colector de escape  
de gases, siendo el turbocompresor de regulación variable; una unidad de mando electrónica (14) para actuar sobre  
una presión de sobrealimentación obtenida en el colector de admisión, entre el compresor y el motor, regulando el  
turbocompresor; comprendiendo la unidad de mando electrónica un módulo de cálculo de una consigna de presión de  
10 sobrealimentación (31), un módulo de cálculo de una diferencia de presión (36) entre la citada consigna de presión de  
sobrealimentación y la presión de sobrealimentación obtenida efectivamente, un módulo de regulación (37, 15) que  
actúa sobre el turbocompresor calculando un estado de regulación de éste, que comprende un elemento informado por  
la diferencia de presión y que facilita una salida explotada para actuar sobre el turbocompresor, **caracterizado** porque  
15 el elemento del módulo de regulación es un elemento de lógica difusa (37) informado también por una derivada de la  
diferencia de presión con respecto al tiempo, y porque el dispositivo comprende un diferenciador (38) que calcula la  
derivada de la diferencia de presión.

20 2. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado** porque el módulo de regulación comprende,  
también, un elemento integrador (39) de la diferencia de la presión en función del tiempo, que facilita una salida que  
se añade a la salida del elemento de lógica difusa para actuar sobre el turbocompresor.

25 3. Dispositivo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 ó 2, **caracterizado** porque el módulo de  
regulación comprende, también, una tarjeta de preposicionamiento (33) que facilita una parte que se añade a la salida  
del elemento de lógica difusa para actuar sobre el turbocompresor, y que es informada por indicadores de régimen de  
motor y de caudal de carburante inyectado.

30 4. Dispositivo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado** porque el elemento de  
lógica difusa comprende una sección lógica de inferencia (44) que tiene por efecto anticipar estados futuros de la  
diferencia de presión de acuerdo con los estados presentes de la derivada.

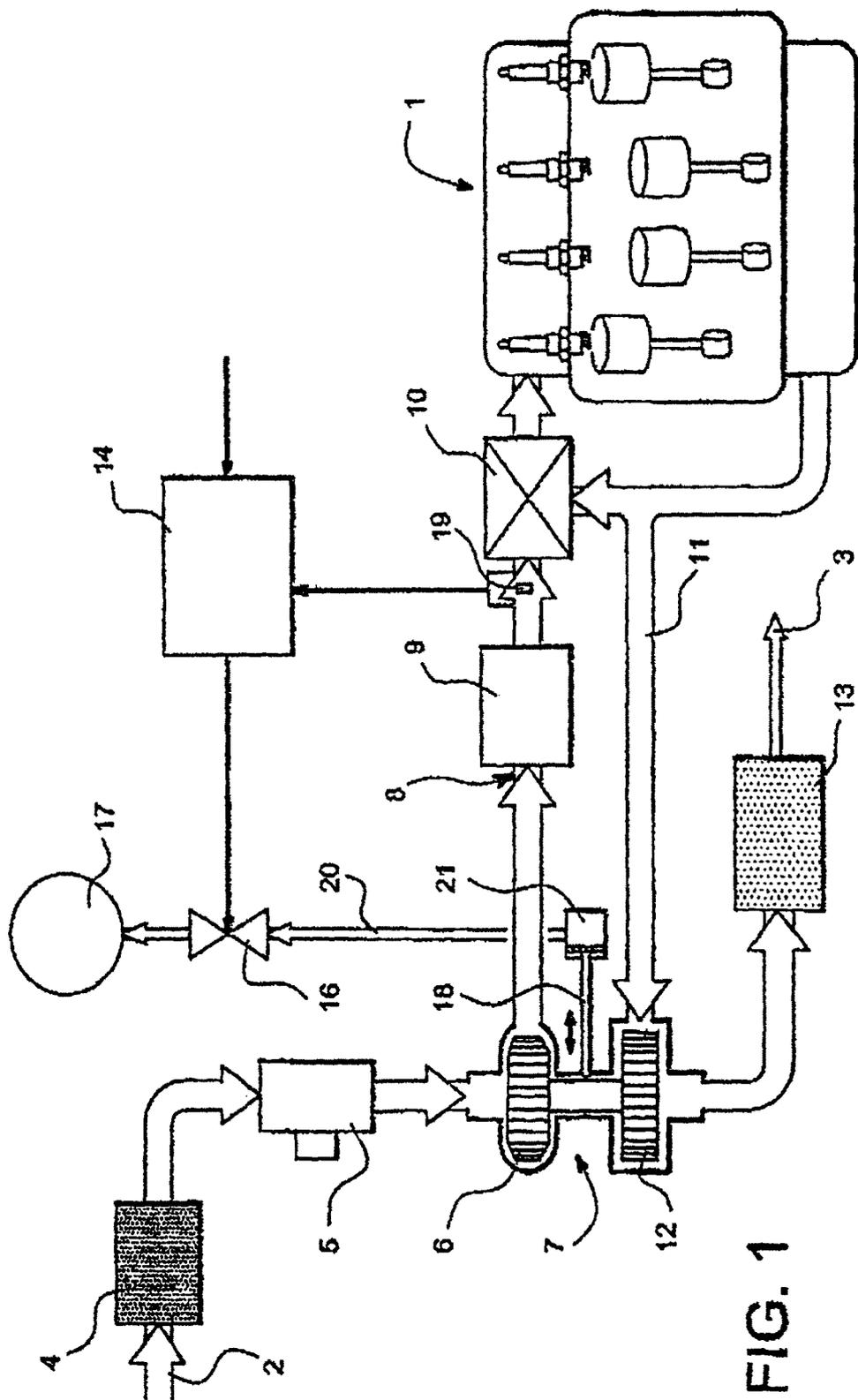


FIG. 1

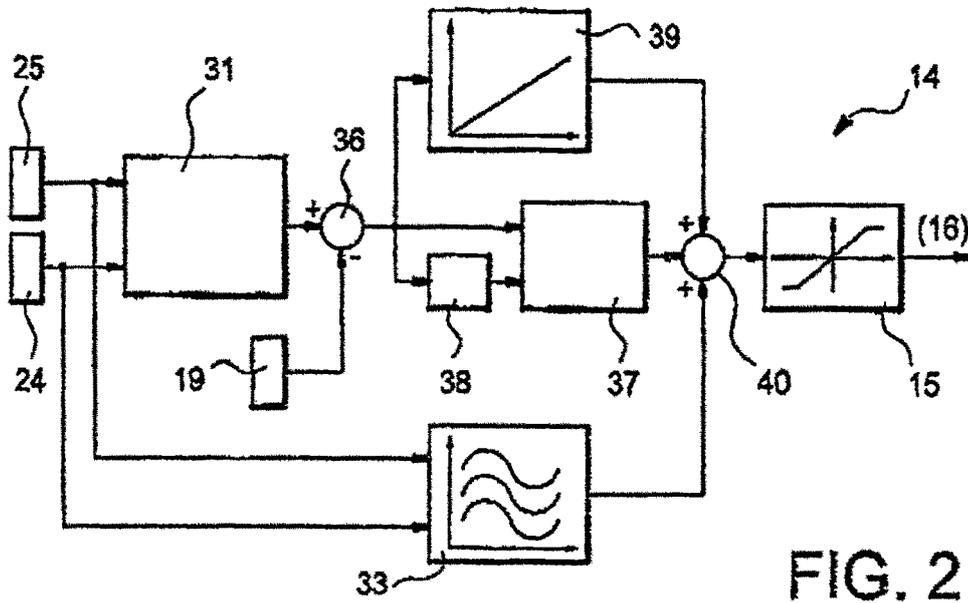


FIG. 2

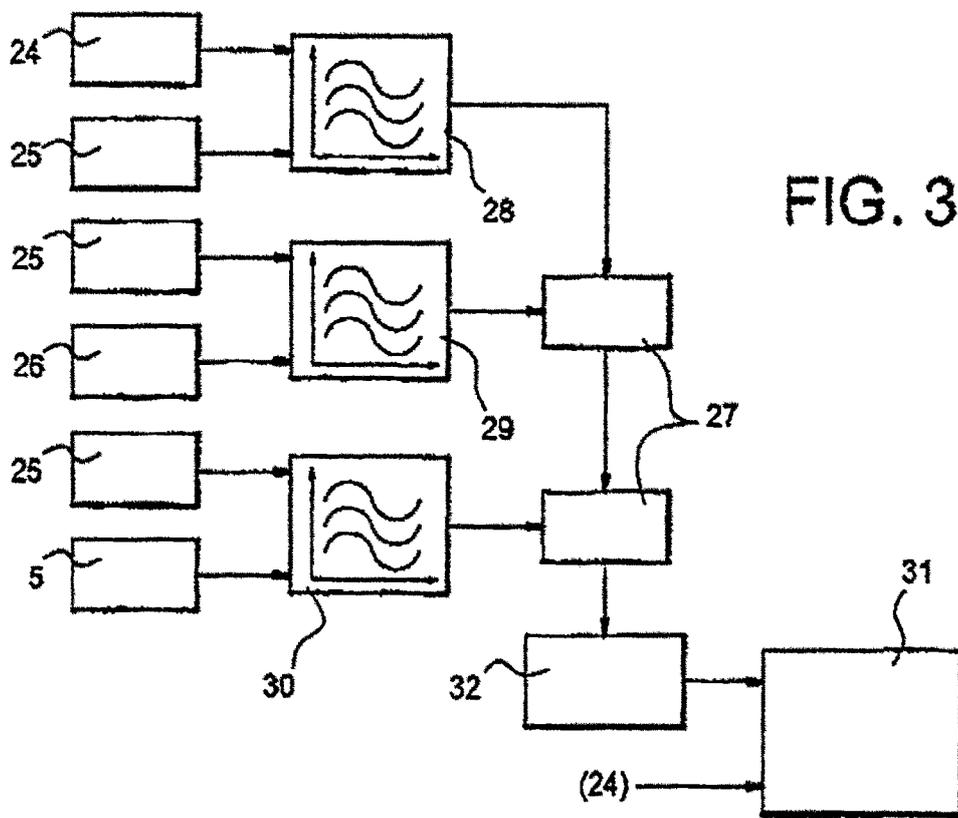


FIG. 3

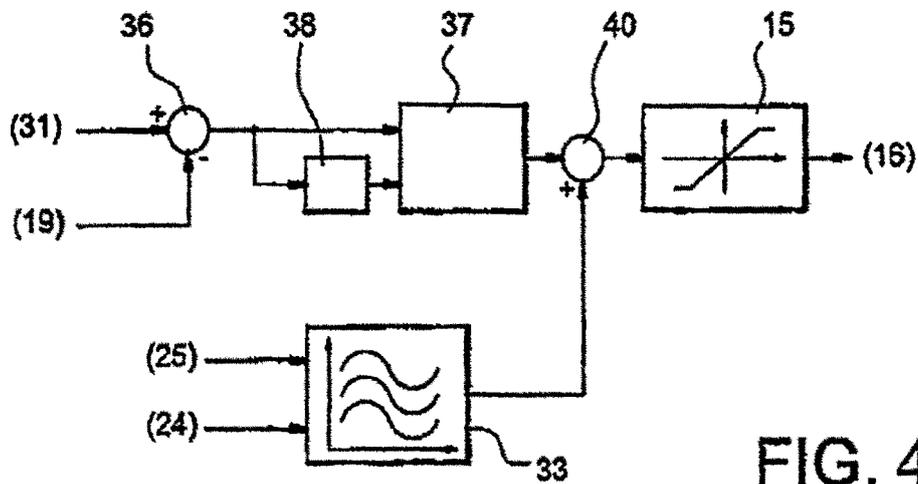


FIG. 4

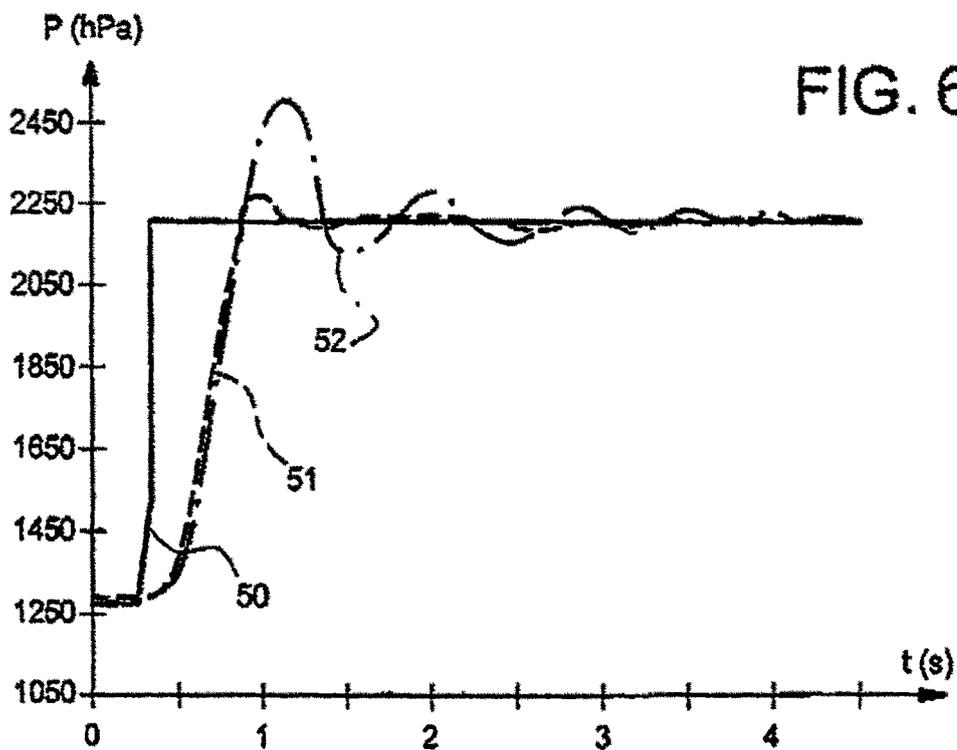


FIG. 6

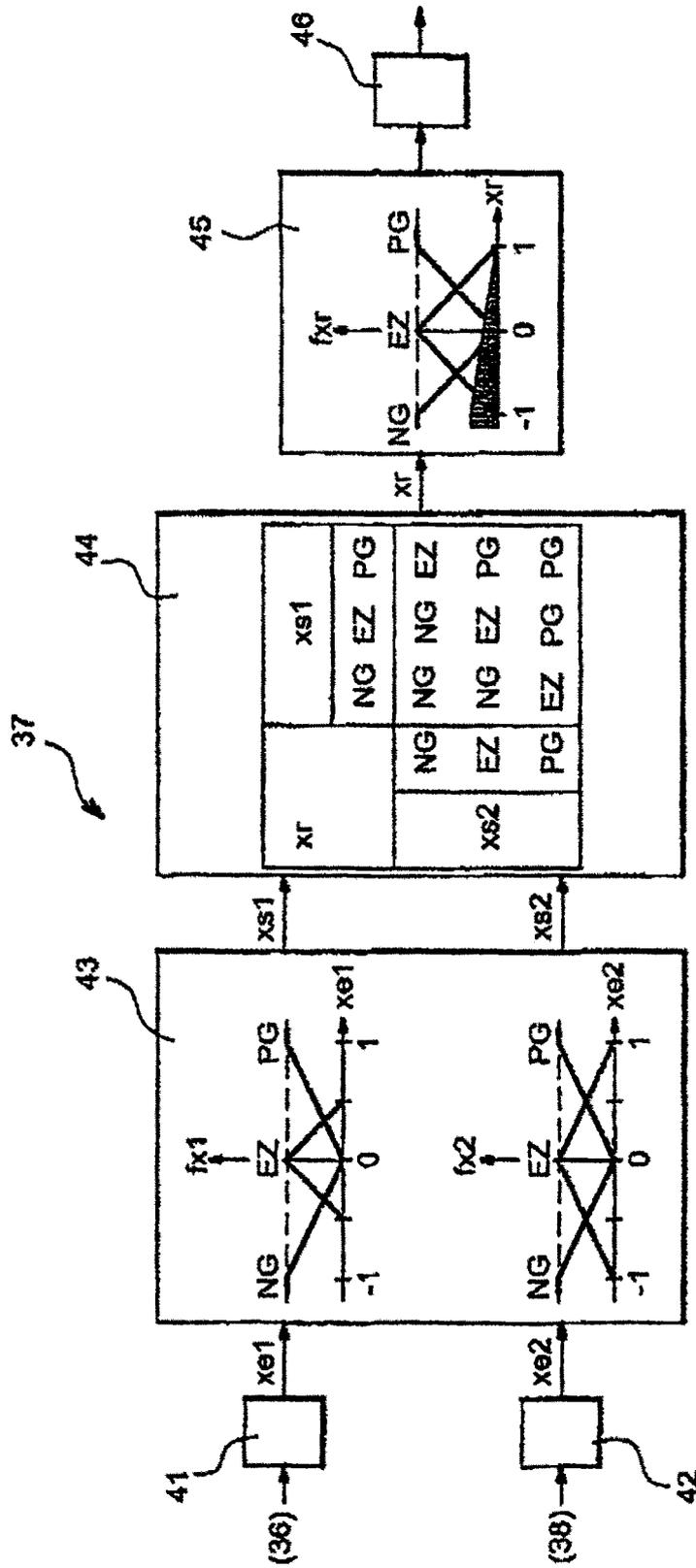


FIG. 5