

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 393 140**

51 Int. Cl.:

B60G 17/018 (2006.01)

B62K 25/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **08159430 .1**

96 Fecha de presentación: **01.07.2008**

97 Número de publicación de la solicitud: **2017099**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **21.01.2009**

54 Título: **Procedimiento para estimar la carrera de la suspensión de un vehículo y aparato para la puesta en práctica de dicho procedimiento**

30 Prioridad:

16.07.2007 IT MI20071417

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:

18.12.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:

18.12.2012

73 Titular/es:

**PIAGGIO & C. S.P.A. (100.0%)
VIALE RINALDO PIAGGIO 25
56025 PONTEDERA (PISA), IT**

72 Inventor/es:

**SAVARESI, SERGIO MATTEO;
SPELTA, CRISTIANO;
MONETA, ANDREA;
TOSI, FILIPPO y
FABBRI, LUCA**

74 Agente/Representante:

CURELL AGUILÁ, Mireia

ES 2 393 140 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 para estimar la carrera de la suspensión de un vehículo y aparato para la puesta en práctica de dicho procedimiento.

5 La presente invención se refiere a un procedimiento para estimar la carrera de la suspensión de un vehículo y a un aparato para la puesta en práctica de dicho procedimiento.

La carrera es una cantidad necesaria para el control electrónico de una suspensión.

10 Típicamente, la carrera se mide con un potenciómetro lineal el cual, como un sensor, tiene el defecto de que es frágil y costoso y por lo tanto es difícil de aplicar a escala industrial.

15 La carrera, además, incluso no es fácilmente derivable a partir de una medición de la fuerza producida por la suspensión.

La fuerza producida por una suspensión como una función de la compresión de la misma de hecho puede descomponerse en tres contribuciones fundamentales: una fuerza de tipo de disipación debido al amortiguador y proporcional a la velocidad de alargamiento de la suspensión; una fuerza elástica debida al resorte helicoidal y proporcional al alargamiento de la suspensión; y, en el caso de la presencia de un resorte de gas colocado en paralelo con el resorte helicoidal, una fuerza elástica debida al mismo y una función no lineal del alargamiento.

20 Las contribuciones de este tipo no son útiles para una posible estimación de la carrera de la suspensión. La primera únicamente proporciona indicaciones de la velocidad de alargamiento: la posición por lo tanto se puede obtener de la misma a través de la integración más o menos una desviación.

La contribución elástica del resorte helicoidal, siendo proporcional a la posición, podría proporcionar una medición inmediata de la misma: pero tampoco es ésta una solución práctica, ya que la medición del componente de la fuerza relacionada no se realiza fácilmente.

30 El documento DE-A-41 12 004 expone un procedimiento para estimar la suspensión de la carrera de un vehículo sobre la base de señales a partir de sensores de presión del amortiguador.

35 El objetivo de la presente invención es superar una desventaja de este tipo, encontrando soluciones para la determinación de la carrera que sean más firmes y menos costosas con respecto a la utilización de un potenciómetro.

Otro objetivo de la presente invención es proporcionar un procedimiento para la estimación de la carrera de la suspensión que sea altamente preciso y asegure por lo tanto errores de estimación despreciables con respecto a la carrera disponible total.

40 Un objetivo adicional de la presente invención es conseguir un procedimiento para estimar la carrera de la suspensión apto para adaptarse dinámicamente a las condiciones de trabajo del vehículo.

45 No es el último objetivo de la presente invención realizar un aparato de estimación de la carrera de la suspensión, apto para poner en práctica el procedimiento anteriormente mencionado.

Éstos y otros objetivos según la presente invención se alcanzan mediante un procedimiento para estimar la carrera como se establece en la reivindicación 1, así como un aparato según la reivindicación 11.

50 Características adicionales del procedimiento y el aparato son el objeto de las reivindicaciones subordinadas.

Características y ventajas adicionales de un procedimiento de estimación de la carrera de la suspensión según la presente invención y el aparato relacionado se pondrán de manifiesto a partir de la siguiente descripción a título de ejemplo, referida a los diagramas esquemáticos adjuntos, en los cuales:

- la figura 1 muestra gráficamente los datos experimentales con respecto a la variación en el tiempo de la carrera y la presión en el interior del amortiguador que sigue a la tensión;
- 60 - la figura 2 es un gráfico que asocia la variación de la carrera con la variación de la presión;
- la figura 3 es un diagrama de bloques de la modelización de la relación entre la carrera y la presión;
- la figura 4 ilustra gráficamente la ley de variabilidad determinada con respecto a los datos experimentales;
- 65 - la figura 5 muestra gráficamente la comparación entre la carrera real y la estimada en ausencia del bloque

dinámico;

- la figura 6 muestra gráficamente la comparación entre la carrera real y la estimada en presencia del bloque dinámico;
- la figura 7 es un diagrama de bloques de la calibración de las condiciones nominales;
- la figura 8 muestra gráficamente la comparación entre la carrera real y la estimada en ausencia de la etapa de recalibración;
- la figura 9 muestra gráficamente la comparación entre la carrera real y la estimada en presencia de la etapa de recalibración.

Con referencia a las figuras, se ilustra el procedimiento de estimación de la carrera de la suspensión de un vehículo, de una manera enteramente a título de ejemplo, a través de una aplicación del mismo a la suspensión de la rueda delantera de una motocicleta.

El solicitante ha identificado que, explotando la conexión que existe entre la presión presente en el interior de un amortiguador de una suspensión y la carrera del mismo, es posible estimar el nivel de compresión de la suspensión sobre la base de un procesamiento adecuado de los datos de la presión detectados/obtenidos.

Con este propósito, se puede emplear un sensor de la presión que sea mucho más resistente y menos costoso que el potenciómetro utilizado hasta ahora en la medición directa de la carrera. El solicitante por lo tanto ha identificado un modelo 10 que asocia la presión en el interior de un amortiguador de una suspensión y la carrera del mismo.

A fin de eliminar el error sistemático que se deriva a partir de una modelación adiabática del fluido presente en el amortiguador, el solicitante empieza a partir de un modelo de caja negra. Un enfoque de este tipo permite, conociendo la entrada (presión) y la salida (alargamiento) por adelantado, obteniendo una relación entre ellos, ignorando las leyes físicas que los gobiernan.

La validez de un modelo obtenido de ese modo es fuertemente dependiente del tipo de excitación al cual está sometido el sistema que se va a identificar; por lo tanto, el solicitante consideró necesario introducir una prueba repetible, capaz de cubrir el intervalo completo de los valores adoptados por las variables de interés.

Una prueba realizada en la carretera, a partir de la cual no es posible obtener una señal de prueba repetible de tamaño suficiente, por lo tanto se descartó.

En particular, la prueba repetible se llevó a cabo de una manera a título de ejemplo uniendo la rueda delantera de la motocicleta a una pared y aplicando una fuerza periódica sobre los dos semi-manillares de tal modo que se comprimiera totalmente la horquilla de la misma.

En la figura 1, se representa la progresión del alargamiento y la presión obtenida de ese modo.

Puesto que la vinculación entre la presión medida y el alargamiento correspondiente se contempla después, el solicitante ha elegido representar las dos cantidades como una función una de la otra, empezando a partir de los datos adquiridos (como se representa en la figura 2).

A partir de una representación de este tipo, el solicitante ha mostrado la presencia de un comportamiento histerético entre la etapa de compresión y la de extensión.

El solicitante por lo tanto consideró preferible identificar también un filtro dinámico 20 que modelada la contribución histerética y colocar los dos modelos 10, 20 en tándem, como se ilustra en la figura 3.

Con respecto a la identificación de un modelo 10 que asocie la presión en el interior de un amortiguador de una suspensión y la carrera del mismo, el solicitante utilizó un polinomio de orden apropiado, preferentemente un polinomio de tercer orden, cuyos coeficientes se determinaron por medio del método de los mínimos cuadrados aplicados a los n datos experimentales disponibles.

De lo contrario, la relación se puede construir empezando a partir de los n datos experimentales disponibles a través de cualquier otro procedimiento para la identificación de los parámetros de una ley de variabilidad, tal como por ejemplo interpolación, redes neurales de formación o wavelets, etcétera.

La modelación de la relación entre la presión en el interior de un amortiguador de una suspensión y la carrera del mismo a través de un polinomio algebraico de tercer orden produce los resultados representados en las figuras 4 y 5, a partir de los cuales se deduce un error de estimación debido a la histéresis presente en el sistema real.

Un error de estimación de este tipo se redujo por medio del bloque dinámico 20 mediante la modelización del comportamiento histerético.

5 Con ese propósito, el solicitante ha identificado un sistema digital causal adecuado, por ejemplo un sistema lineal invariable en el tiempo de primer orden caracterizado por una ganancia unitaria, polo y cero según la siguiente función de transferencia:

$$H(s) = \frac{1 + s\tau_2}{2a1 + s\tau_p}$$

10 Los parámetros relacionados se identificaron a través de un procedimiento de identificación, tal como el método de los mínimos cuadrados.

La cascada de los bloques introducida permitió la obtención de resultados óptimos, asegurando una reducción neta del error de estimación, como se ilustra en la figura 6.

15 La conexión entre la presión de la cámara del amortiguador y la temperatura del medio del entorno introduce una posible variabilidad de la estimación como una función de las condiciones de trabajo; una variabilidad de este tipo se elimina por medio de una recalibración dinámica de la estimación como una función de la velocidad del vehículo y el estado de frenado.

20 Además del sensor de presión, por lo tanto, también se requiere un sensor para la dinámica longitudinal del vehículo. Por dinámica longitudinal del vehículo se piensa en el estado de velocidad y el frenado del vehículo.

25 La recalibración 30 empieza a partir de la definición de por lo menos un punto en el plano $(x_{carrera}, p)$: en particular, las coordenadas $(\bar{x}_{carrera}, \bar{p})$ se pueden obtener a partir de una operación media llevada a cabo sobre la presión y el alargamiento en las mismas condiciones de posición neutra. Por posición neutra se piensa en una ausencia casi completa de aceleración, ya sea positiva o negativa (frenado) y una velocidad baja o cero.

30 De las dos cantidades $\bar{x}_{carrera}$ se fija arbitrariamente en 31, mientras la otra, \bar{p} , se calcula 32 en tiempo real en la unidad de control a partir de la medición de la presión p disponible 33.

Después de la obtención de un punto de este tipo es posible entonces establecer la superposición de las curvas características por medio del proceso descrito más adelante que, repetido a intervalos previamente establecidos, asegura una recalibración continua del procedimiento de estimación.

35 Empezando a partir del valor de la carrera arbitrariamente fijado $\bar{x}_{carrera}$, se obtiene el correspondiente valor de presión nominal, \bar{p}_{nom} , 35 invirtiendo la característica identificada durante la etapa de modelación de la relación entre la presión en el interior de un amortiguador de una suspensión y la carrera:

$$\bar{x}_{carrera} = a_3 \cdot \bar{p}_{nom}^3 + a_2 \cdot \bar{p}_{nom}^2 + a_1 \cdot \bar{p}_{nom} + a_0$$

40 A continuación, tienen lugar en la unidad de control el cálculo 32 del valor de la presión promedio \bar{p} que corresponde al valor del alargamiento de referencia $\bar{x}_{carrera}$ en la posición neutra.

Se obtiene entonces 36, en el punto escogido, la distancia de desviación entre las dos curvas:

$$desplazamiento = \bar{p} - \bar{p}_{nom}$$

45 Entonces, la desviación calculada se sustrae de los valores instantáneos de la presión p de modo que vuelvan a la condición nominal a través de la siguiente relación:

$$x_{carrera} = a_3 \cdot (p - desplazamiento)^3 + a_2 \cdot (p - desplazamiento)^2 + a_1 \cdot (p - desplazamiento) + a_0$$

50 En la práctica, la curva se traslada a lo largo del eje de la presión en un valor igual a la desviación calculada.

De esta manera, es posible proceder con la estimación correcta de la carrera.

55 Preferentemente, a fin de obtener los mejores resultados y evitar saltos repentinos en la estimación del error, el valor de desviación se puede correlacionar con los valores anteriores a través de un filtrado digital causal, por ejemplo un filtrado de paso bajo.

60 El algoritmo de estimación se puso en práctica en la unidad de control y se verificó en las pruebas llevadas a cabo, a fin de validar su funcionamiento eficaz también en condiciones reales.

La figura 8 muestra la estimación llevada a cabo utilizando la característica determinada referida a las condiciones nominales y el error sistemático cometido consiguiente.

5 El error sistemático generalmente es debido al calentamiento de los casquillos de la horquilla cerca del grupo térmico.

Como se ilustra en la figura 9, el sistema de recalibración es capaz de compensar dinámicamente una variación de este tipo, asegurando una reducción significativa del error cometido.

10 La misma figura 9 ilustra también la naturaleza dinámica del proceso de recalibración, que presenta la progresión en el tiempo de desviación estimado el cual, siendo modificado en cada intervalo previamente establecido, asegura la superposición correcta de las características real y nominal para cada intervalo.

15 Los resultados presentados confirman la precisión de la estimación, capaz de proveer un error de estimación despreciable con respecto a la carrera total disponible.

De forma análoga, el mismo procedimiento de estimación también se puede aplicar a la estimación de la carrera de cualquier otro tipo de suspensión.

20 A partir de la descripción anterior, las características del dispositivo, objeto de la presente invención, se ponen de manifiesto, como lo son las ventajas relacionadas.

25 El procedimiento de estimación de la carrera de la suspensión según la invención sustancialmente comprende una primera etapa de la determinación de una ley de variabilidad apropiada 10 la cual asocia la carrera de la suspensión con la presión en el interior del amortiguador de la misma, sobre la base de datos experimentales; una segunda etapa de la estimación del valor de la carrera con relación a un valor de la presión medido sobre la base de la ley de variabilidad identificada; y una etapa de lectura repetitiva de la dinámica longitudinal del vehículo, a través de la cual se determina una recalibración 30 de la ley de la variabilidad para la estimación de la carrera, teniendo en cuenta las condiciones de funcionamiento del vehículo.

30 Preferentemente, el procedimiento de estimación de la carrera de la suspensión según la invención también comprende una etapa de corrección del error de estimación de las una etapa, a través de un filtro dinámico 20.

35 Para la puesta en práctica del procedimiento de estimación de la carrera de la suspensión según la invención, es suficiente por lo tanto un aparato el cual comprende unos medios de procesamiento, tales como, por ejemplo, la propia unidad de control del vehículo, conectada a un sensor de presión para ser montada en el amortiguador, así como a un sensor de la dinámica longitudinal del vehículo de modo que se determina si el vehículo está en fase de aceleración o de frenado.

40 Una posible solución para realizar un sensor de la dinámica longitudinal del vehículo es, por ejemplo, la utilización de un codificador de las ruedas, generalmente ya presente en la motocicleta para la lectura de la velocidad. Otras soluciones, en cualquier caso, son igualmente válidas.

45 Como un mero ejemplo, el diagrama de bloques de la figura 7 se refiere a la utilización de un codificador para la velocidad del vehículo y de ese modo la aceleración, y un sensor del umbral del freno para el estado de frenado.

Además, como ya se ha establecido antes, el procedimiento según la presente invención puede ser puesta en práctica a través de equipo electrónico normalmente ya presente en el vehículo, tal como la unidad de control del vehículo.

50 Finalmente, es evidente que el procedimiento concebido de este modo es susceptible de numerosas modificaciones y variantes, siendo todas ellas parte de la invención; además, todos los detalles pueden ser sustituidos por elementos técnicamente equivalentes.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Procedimiento para estimar la carrera de la suspensión de un vehículo, que comprende las etapas que consisten en:
- 10 a) determinar una ley de variabilidad (10) que asocia la carrera de la suspensión con la presión en el interior de un amortiguador de la misma, sobre la base de datos experimentales;
- 15 b) estimar el valor de la carrera de la suspensión relacionado con un valor de presión medida, sobre la base de la ley de variabilidad (10) identificada en la etapa a);
- c) detectar/obtener la dinámica longitudinal del vehículo;
- d) recalibrar (30) la ley de variabilidad (10) identificada en la etapa a), sobre la base de la dinámica longitudinal del vehículo detectada/obtenida en la etapa c).
- 20 2. Procedimiento para estimar la carrera de la suspensión según la reivindicación 1, que comprende además la etapa que consiste en corregir un posible error de estimación de la etapa b) mediante un filtro dinámico (20).
- 25 3. Procedimiento para estimar la carrera de la suspensión según la reivindicación 1 o 2 en el que dicha etapa (a) de determinación de la ley de variabilidad consiste en la determinación de los coeficientes de un polinomio por medio de un procedimiento de identificación aplicado a los datos experimentales disponibles.
4. Procedimiento para estimar la carrera de la suspensión según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3 en el que dicha etapa c) de detección/obtención de la dinámica longitudinal del vehículo consiste en determinar si el vehículo está en una etapa de aceleración o de frenado.
- 30 5. Procedimiento para estimar la carrera de la suspensión según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que dicha etapa d) de recalibración de la ley de la variabilidad consiste en:
- 35 - determinar (35) un valor de presión nominal \bar{p}_{nom} sobre la base de un valor de la carrera de la suspensión $\bar{x}_{carrera}$ (31) relacionado con las condiciones de la posición neutra;
- determinar un valor de la presión promedio \bar{p} (32) sobre la base de un valor de presión medida p (33) y la dinámica longitudinal del vehículo (34) detectada/obtenida en la etapa c);
- 40 - calcular (36) un valor de desviación como una diferencia entre dicha presión promedio \bar{p} y dicha presión nominal \bar{p}_{nom} ;
- trasladar dicha ley de la variabilidad determinada en la etapa a) a lo largo del eje de presión en un valor igual a dicha desviación calculada.
- 45 6. Procedimiento para estimar la carrera de la suspensión según la reivindicación 5, en el que dicho valor de desviación está correlacionado con los valores de desviación anteriores mediante un filtrado digital causal.
- 50 7. Procedimiento para estimar la carrera de la suspensión según cualquiera de las reivindicaciones 2 a 6, en el que dicha etapa de corrección de un posible error de estimación de la etapa b) consiste en el filtrado de los resultados de la estimación de dicha etapa b) por medio de un bloque (20) de modelización de un comportamiento histerético.
- 55 8. Procedimiento para estimar la carrera de la suspensión según cualquiera de las reivindicaciones 2 a 7, en el que dicho filtro dinámico (20) es un sistema digital causal.
9. Procedimiento para estimar la carrera de la suspensión según cualquiera de las reivindicaciones 2 a 8, en el que los parámetros de dicho filtro dinámico (20) son determinados por medio de un procedimiento de identificación.
- 60 10. Aparato para la puesta en práctica del procedimiento de estimación de la carrera de la suspensión de un vehículo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende unos medios de procesamiento y caracterizado porque dichos medios de procesamiento están conectados a un sensor de presión y a un sensor para la dinámica longitudinal.
11. Aparato según la reivindicación 10 en el que dichos medios de procesamiento son una unidad de control de dicho vehículo.

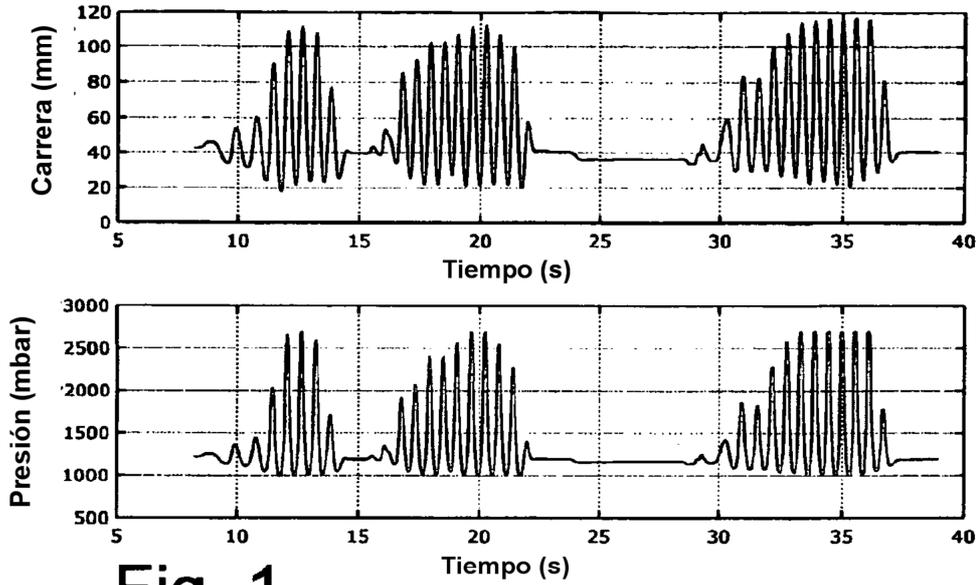


Fig. 1

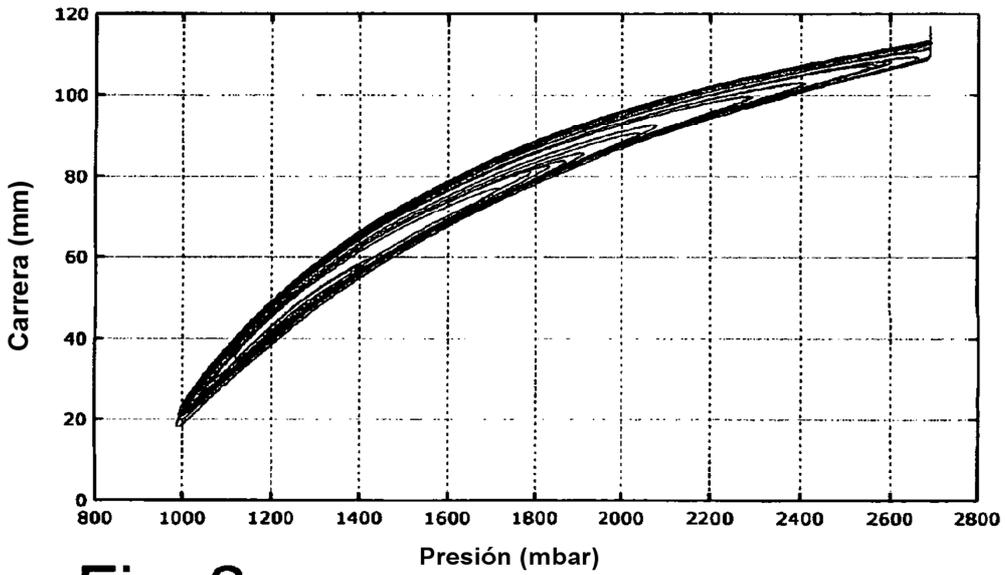


Fig. 2

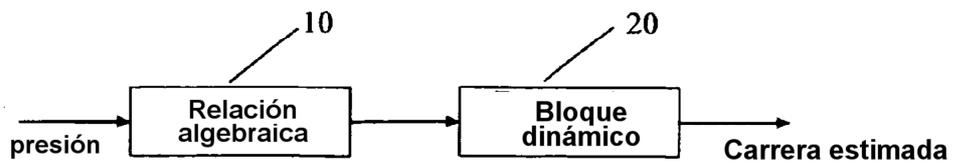


Fig. 3

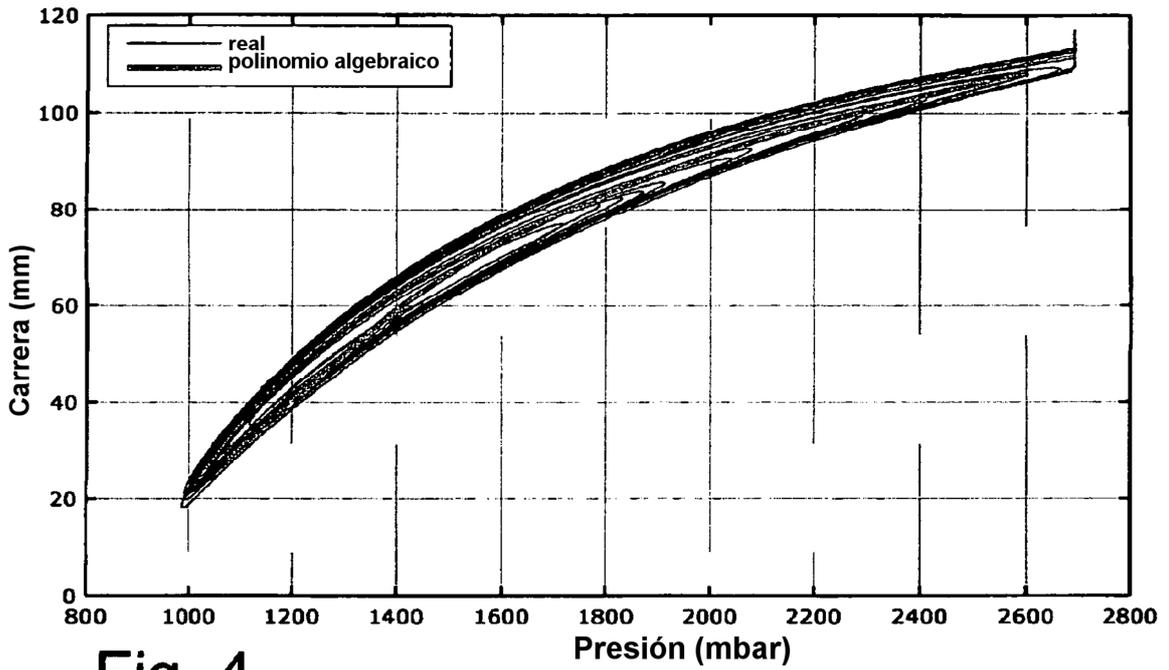


Fig. 4

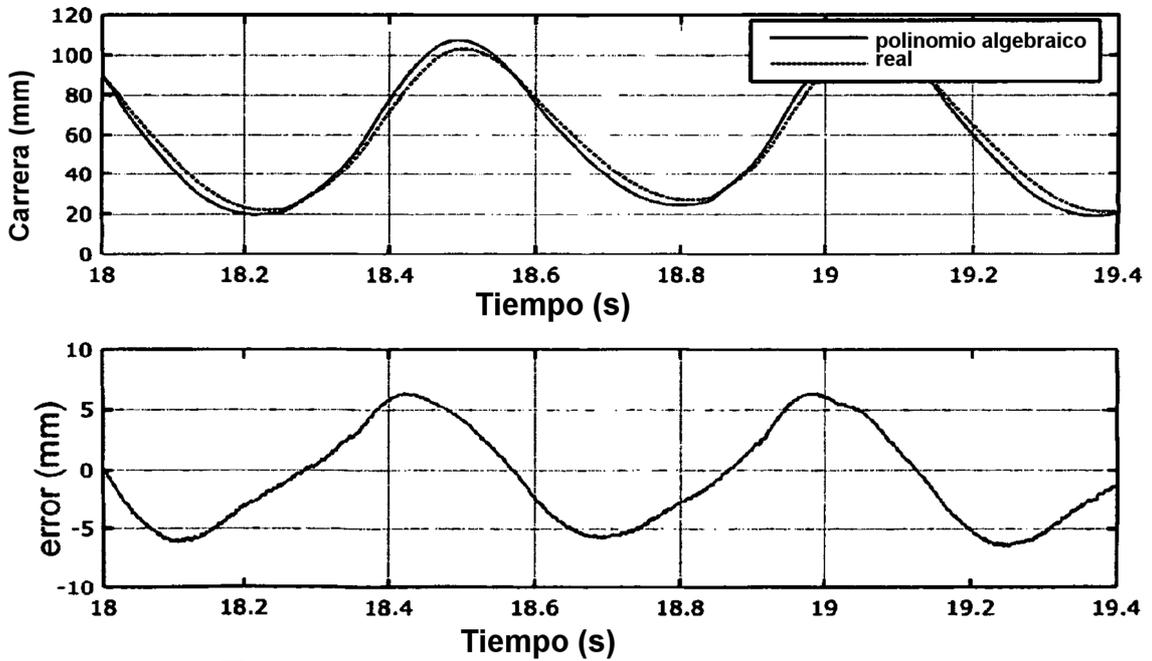


Fig. 5

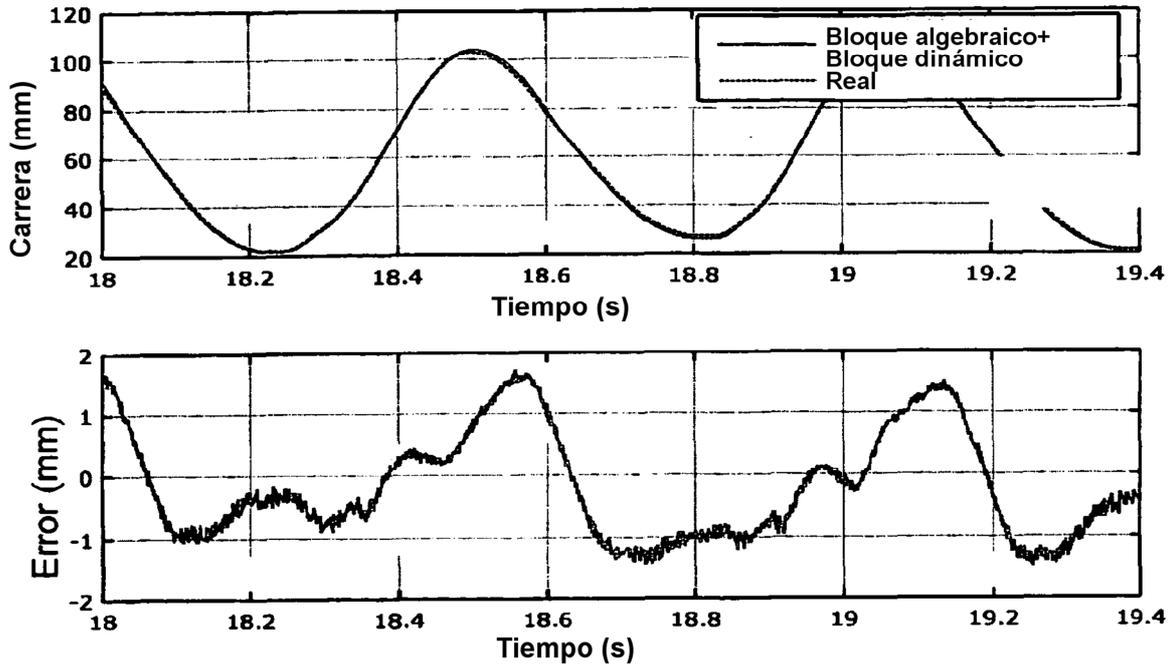


Fig. 6

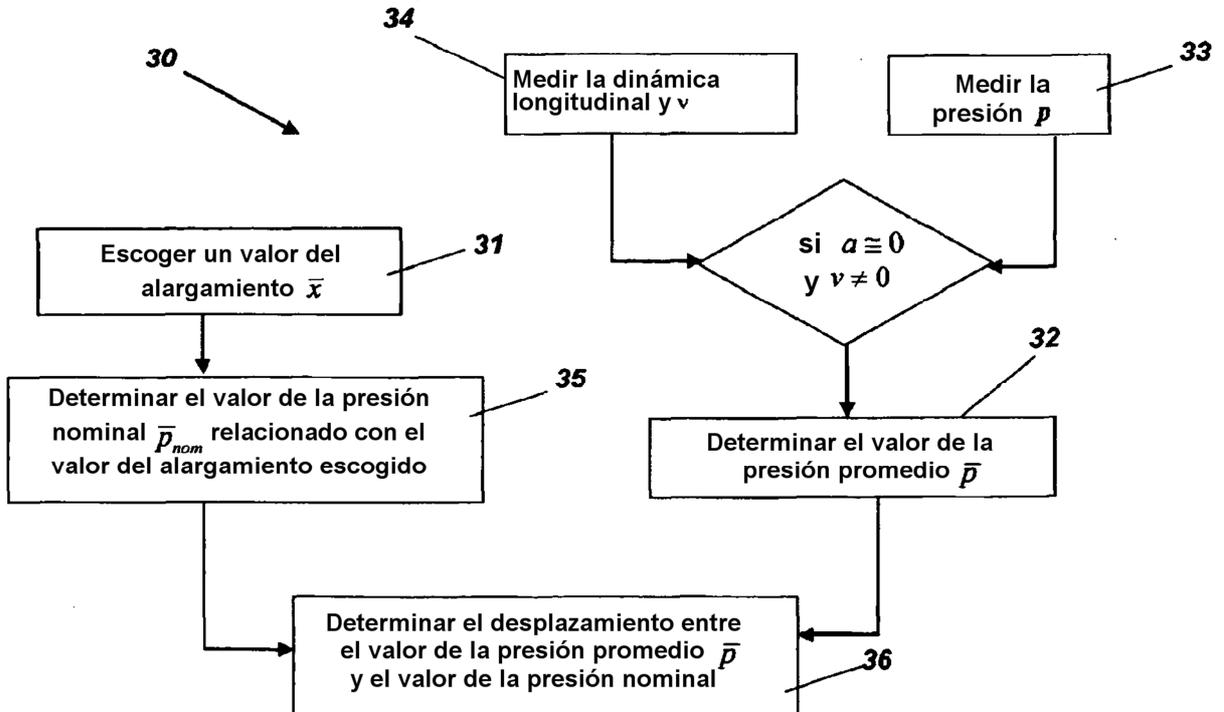


Fig. 7

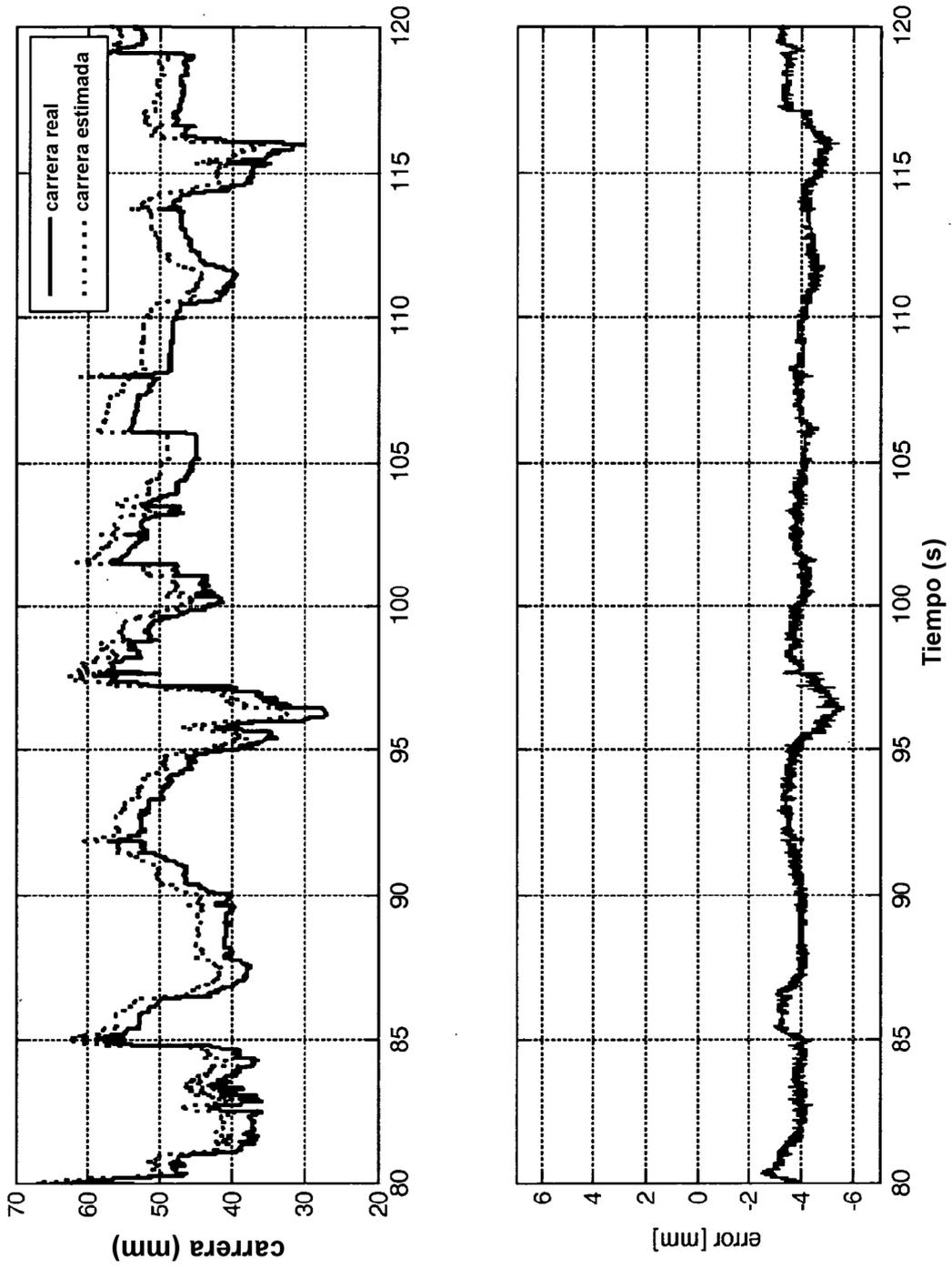


Fig.8

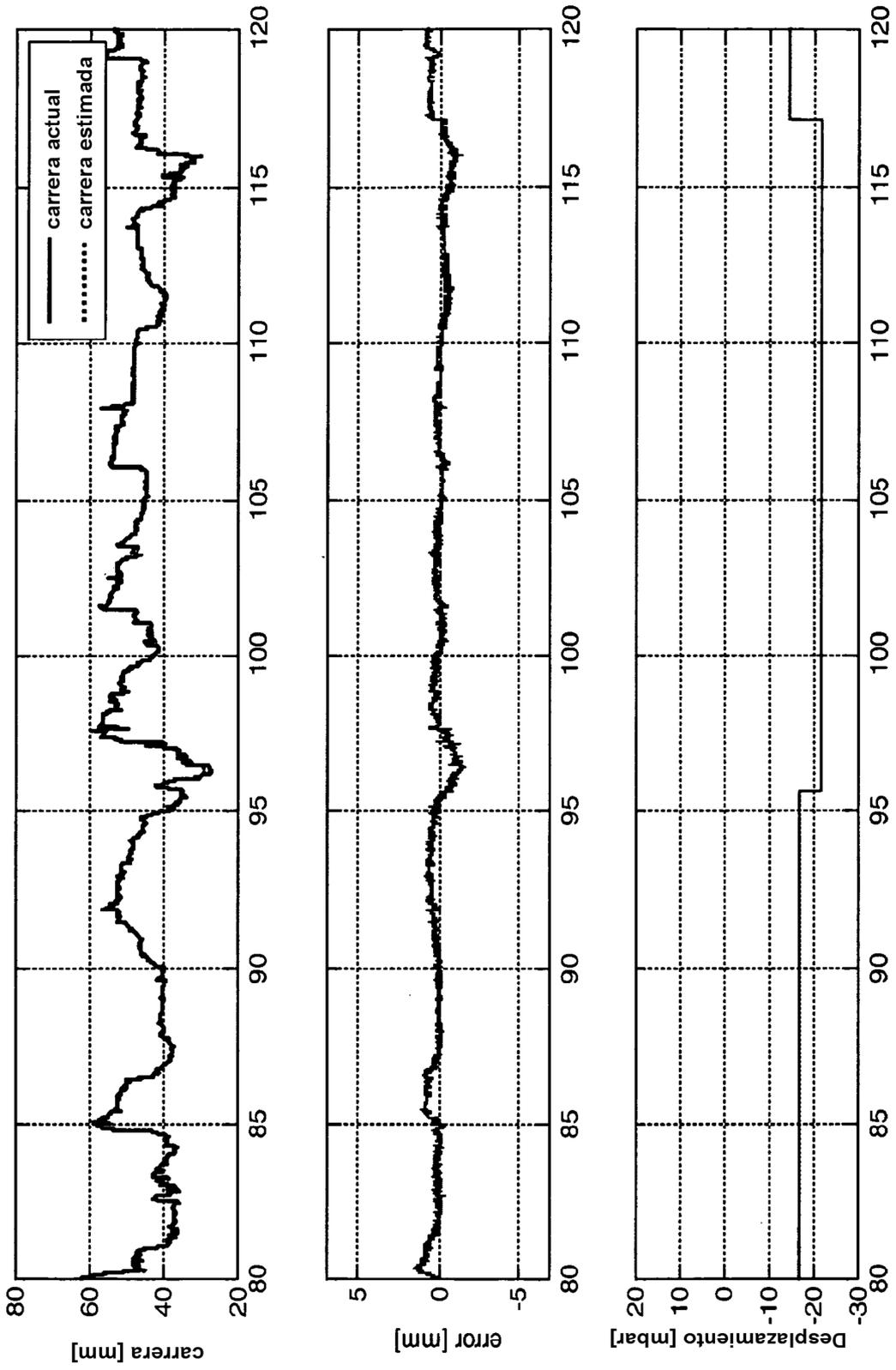


Fig. 9