

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 540 582**

51 Int. Cl.:

**B60S 1/08** (2006.01)

**G05B 17/02** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **04.10.2002** **E 02022176 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.06.2015** **EP 1300304**

54 Título: **Procedimiento para la reducción de vibraciones de traqueteo en instalaciones de limpiaparabrisas reguladas electrónicamente**

30 Prioridad:

**04.10.2001 DE 10149170**

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

**10.07.2015**

73 Titular/es:

**ROBERT BOSCH GMBH (100.0%)  
POSTFACH 30 02 20  
70442 STUTTGART, DE**

72 Inventor/es:

**MOENCH, JOCHEN;  
MOOSMANN, JOHANNES y  
KRUEGER, HARTMUT**

74 Agente/Representante:

**CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel**

**ES 2 540 582 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 la reducción de vibraciones de traqueteo en instalaciones de limpiaparabrisas reguladas electrónicamente.

5 La invención se refiere a un procedimiento para la reducción de vibraciones en instalaciones de limpiaparabrisas reguladas electrónicamente.

10 Las instalaciones de limpiaparabrisas, en particular para automóviles, se pueden activar con la ayuda de un motor eléctrico regulado electrónicamente. La regulación del motor eléctrico puede comprender una regulación de la posición y/o una regulación del número de revoluciones. En condiciones marginales desfavorables entre un cristal a limpiar y una hoja de limpiaparabrisas de un brazo de limpiaparabrisas, como pueden aparecer, por ejemplo, en un cristal seco, se puede producir las llamadas vibraciones de traqueteo del brazo de limpiaparabrisas. Éstas se manifiestan en oscilaciones de la velocidad angular del brazo de limpiaparabrisas y bien de la velocidad angular de limpieza, pudiendo manifestarse las oscilaciones con diferente intensidad de acuerdo con la condición marginal.

15 Las vibraciones de traqueteo aparecidas pueden manifestarse de tal manera que la hoja de limpiaparabrisas se adhiere repetidas veces durante corto espacio de tiempo sobre el cristal y se desprende a continuación (Stick-Slip), con lo que no se garantiza un contacto óptimo entre el cristal y la goma de limpieza. Además, en las vibraciones se puede tratar se oscilaciones de la velocidad de la hoja del limpiaparabrisas y de la velocidad del brazo de limpiaparabrisas, respectivamente, de manera que la hoja del limpiaparabrisas no se adhiere sobre el cristal.

20 De esta manera se perjudica considerablemente la calidad de la limpieza. Adicionalmente, a través de las vibraciones de traqueteo se puede provocar un desgaste elevado de la goma de limpieza incorporada en el brazo de limpiaparabrisas. Además, se pueden comprobar pérdidas de comodidad a través del desarrollo inestable del brazo de limpiaparabrisas así como un desarrollo de ruido perturbador. Por lo tanto, se pueden reducir en una medida considerable una capacidad de potencia y una utilidad de la instalación de limpiaparabrisas a través de la aparición de las vibraciones de traqueteo.

El documento DE19751375A publica un procedimiento del tipo indicado al principio.

25 El cometido de la invención es preparar un procedimiento, que reduce las vibraciones de instalaciones de limpiaparabrisas reguladas electrónicamente.

De acuerdo con la invención, el cometido se soluciona a través de un procedimiento con las características de acuerdo con la reivindicación 1.

30 Otras configuraciones ventajosas del procedimiento de acuerdo con la invención se indican en las reivindicaciones dependientes.

35 De acuerdo con la invención se conducen a una instalación de reconocimiento de un dispositivo de limpiaparabrisas una variable de entrada y una variable de salida medida del dispositivo de limpiaparabrisas. Un modelo matemático depositado en la instalación de reconocimiento, que describe propiedades del dispositivo e limpiaparabrisas, presenta al menos una variable del proceso. Una de las variables del proceso del modelo está asociada a la variable de salida medida. A menos una de las variables del proceso del modelo matemático se optimiza por medio de una comparación con la variable de salida medida y se utiliza a través de factores de ponderación para la generación de una variable de corrección. La variable de corrección se conduce en último término a la variable de entrada del dispositivo de limpiaparabrisas.

40 Por lo tanto, el dispositivo de limpiaparabrisas, a diferencia de los dispositivos de limpiaparabrisas regulados convencionalmente, no es regulado exclusivamente con la ayuda de variables medidas del dispositivo de limpiaparabrisas, sino que incorpora al mismo tiempo variables optimizadas del proceso del modelo matemático en la regulación.

45 De manera más ventajosa, el procedimiento de acuerdo con la invención no necesita ninguna instalación sensora adicional. Otra ventaja del procedimiento de acuerdo con la invención consiste en que el modelo matemático se puede adaptar con exactitud casi discrecional a particularidades físicas reales del dispositivo de limpiaparabrisas. La optimización de la regulación se puede adaptar, por lo tanto, de una manera flexible en gran medida a una potencia de cálculo disponible de un aparato de control del dispositivo de limpiaparabrisas.

De manera ventajosa, el modelo matemático depositado en la instalación de reconocimiento reproduce propiedades mecánicas y/o eléctricas del dispositivo de limpiaparabrisas.

50 De manera ventajosa, en el modelo matemático se trata de un modelo de recorrido, en el que están formuladas propiedades dinámicas esenciales del dispositivo de limpiaparabrisas. Éstas pueden ser, por ejemplo, características el motor eléctrico, como por ejemplo inductividades o constantes el motor. Además, en el modelo de recorrido pueden estar formuladas elasticidades, inercias y rigideces de un engranaje multiplicador para el brazo de

limpiaparabrisas o el brazo de limpiaparabrisas.

De manera especial, el procedimiento de acuerdo con la invención es adecuado para instalaciones de limpiaparabrisas, en las que el brazo de limpiaparabrisas está colocado directamente sobre el accionamiento de arrastre del engranaje que acciona el brazo de limpiaparabrisas, normalmente de un engranaje helicoidal. Esto implica linealidades simplificadoras en la formulación del modelo matemático.

Un momento de carga que actúa sobre el brazo de limpiaparabrisas durante la limpieza se puede introducir con preferencia como variable de interferencia de un modelo matemático de interferencia, que actúa sobre el modelo de recorrido. De esta manera es posible definir el momento de carga no medido normalmente, que se compone sobre todo de porciones de fricción, porciones de carga del viento y porciones de aceleración, como variable de interferencia modelada, con lo que se puede conseguir de una manera sencilla una compensación de las variables de interferencia para el momento de carga.

En otra forma de realización preferida de la invención, un observador de estado está introducido en el modelo de recorrido matemático, con cuya ayuda es posible calcular y optimizar a partir de una variable de salida medida del dispositivo de limpiaparabrisas, alimentada al observador de estado, otras variables típicas del proceso del modelo de recorrido del dispositivo de limpiaparabrisas.

Las formas de realización preferidas de la invención se describen a continuación con la ayuda de los dibujos adjuntos. En este caso:

La figura 1 muestra un dispositivo de limpiaparabrisas con una regulación convencional.

La figura 2 muestra una representación de principio de un modelo matemático del dispositivo de limpiaparabrisas.

La figura 3 muestra una primera forma de realización del dispositivo de limpiaparabrisas, en el que se emplea el procedimiento de acuerdo con la invención.

La figura 4 muestra una segunda forma de realización del dispositivo de limpiaparabrisas, en el que se emplea el procedimiento de acuerdo con la invención.

La figura 5 muestra una tercera forma de realización del dispositivo de de limpiaparabrisas, en el que se emplea el procedimiento de acuerdo con la invención.

La figura 6 muestra en dos diagramas a) 7 b) curvas de tiempo de principio del ángulo de limpieza sin y con la compensación de traqueteo de acuerdo con la invención.

La figura 7 muestra en dos diagramas a) y b) curvas de tiempo de principio de la velocidad angular de limpieza sin y con la compensación de traqueteo de acuerdo con la invención.

La figura 8 muestra un diagrama, que representa una dependencia de principio de una carga el viento sobre el brazo de limpiaparabrisas del ángulo de limpieza del brazo de de limpiaparabrisas; y

La figura 9 muestra una posibilidad para el cálculo mejorado del momento de carga que actúa sobre el brazo de limpiaparabrisas.

La figura 1 muestra un dispositivo de limpiaparabrisas 1, que está regulado con una estructura de regulación convencional. El dispositivo de limpiaparabrisas 1 comprende en este caso un regulador 2, un motor eléctrico 3, un engranaje 4 y un brazo de limpiaparabrisas 5. El regulador está conectado con el motor eléctrico, el motor eléctrico está conectado, además, con el engranaje. El engranaje está conectado, además, con el brazo de limpiaparabrisas.

Al regulador se alimenta un valor teórico TEÓRICO de una variable de entrada  $u$  que controla el motor eléctrico así como una variable de salida medida y del motor eléctrico. En este caso se aplica como variable de salida medida se puede utilizar un ángulo de arrastre de un árbol de inducido del motor eléctrico. En lugar del ángulo de arrastre se puede calcular como variable de salida también el número de revoluciones del motor eléctrico a partir del ángulo de arrastre y se puede alimentar al regulador. Un ángulo de arrastre se puede medir también después del engranaje y se puede alimentar al regulador.

En virtud de las elasticidades del engranaje y del brazo de limpiaparabrisas, una posición real del brazo de limpiaparabrisas se puede desviar de una posición medida. Lo mismo se aplica para una velocidad real del brazo de limpiaparabrisas en comparación con una velocidad calculada a partir de la medición. A la regulación convencional se alimenta solamente una variable medida. Las informaciones sobre estados del sistema en el brazo de limpiaparabrisas no son registradas y consideradas en la estructura de regulación convencional, de manera que las vibraciones de traqueteo del brazo de limpiaparabrisas solamente se pueden amortiguar con condiciones.

Existen mejores posibilidades de intervención cuando se miden informaciones de interés sobre el estado del sistema

en el brazo de limpiaparabrisas, como por ejemplo una posición, una velocidad u otras variables (aceleraciones, momento). Esto requiere, sin embargo, el empleo de uno o varios sensores adicionales, lo que eleva el gasto del circuito y los costes para el dispositivo de limpiaparabrisas de manera desfavorable.

5 De acuerdo con la invención, para la determinación de variables del sistema de interés, que predominan en el brazo de limpiaparabrisas, se utiliza un modelo matemático.

El principio básico es un modelo de recorrido matemático de todo el dispositivo de limpiaparabrisas, que se puede describir de la siguiente forma:

Ecuación diferencial de estado:

$$\dot{\underline{x}}_M = \underline{A}_M \underline{x}_M + \underline{B}_M \underline{u} + \underline{E} \underline{z}$$

10 Ecuación para la variable de medición:

$$\underline{y} = \underline{C}_M \underline{x}_M$$

El modelo de recorrido se puede ampliar con el modelo de interferencia para una variable de interferencia  $\underline{z}$ , pudiendo representarse el modelo de interferencia de la siguiente manera:

$$\begin{aligned} \dot{\underline{x}}_s &= \underline{A}_s \underline{x}_s \\ \underline{z} &= \underline{C}_s \underline{x}_s \end{aligned}$$

15 Las variables y parámetros individuales del modelo de recorrido y del modelo de interferencia tienen en este caso el siguiente significado:

- $\underline{x}_M$  Variable de estado del modelo de recorrido
- $\underline{x}_0$  Valor inicial de la variable de estado del modelo de recorrido
- 20  $\underline{x}_s$  Variable de estado del modelo de interferencia
- $\underline{x}_{s0}$  Valor inicial de la variable de estado del modelo de interferencia
- $\underline{u}$  Variable de ajuste
- $\underline{y}$  Variable de salida
- $\underline{z}$  Variable de interferencia
- 25  $\underline{A}_M$  Matriz dinámica del modelo de recorrido
- $\underline{B}_M$  Matriz de entrada del modelo de recorrido
- $\underline{C}_M$  Matriz de salida del modelo de recorrido
- $\underline{A}_s$  Matriz dinámica del modelo de interferencia
- $\underline{E}$  Matriz, sobre la que actúa la variable de interferencia  $\underline{z}$  sobre el modelo de recorrido.

30 En el modelo de recorrido están formuladas matemáticamente propiedades dinámicas esenciales del dispositivo de limpiaparabrisas. Esto se puede realizar en forma de variables, que están derivadas de parámetros físicos. Por ejemplo, esto puede comprender una característica eléctrica y/o mecánica del motor eléctrico, elasticidades del engranaje y del brazo de limpiaparabrisas así como sus momentos de inercia. El momento de carga normalmente no medible sobre el brazo de limpiaparabrisas, que se compone de porciones de fricción, porciones de carga del viento así como porciones de aceleración, se define de manera más ventajosa como una variable de interferencia.

35

La figura 2 muestra una representación de principio del modelo de recorrido. Un modelo de recorrido 40 ampliado comprende en este caso un modelo de recorrido 32, un modelo de interferencia 30 y una matriz de salida del modelo de interferencia 31. La variable de ajuste  $\underline{u}$  o bien un estado inicial  $\underline{x}_0$  sirven para la descripción definida del estado del modelo de recorrido dinámico. Un estado inicial  $\underline{x}_{s0}$  del modelo de interferencia sirve para una descripción

definida del estado del modelo de interferencia. Sobre la matriz de salida del modelo de recorrido 33 está disponible una variable de salida  $\underline{y}$  del modelo de recorrido ampliado.

El modelo de recorrido ampliado se puede describir a través de la siguientes relaciones:

$$\begin{bmatrix} \dot{\underline{x}}_M \\ \dot{\underline{x}}_S \end{bmatrix} = \underbrace{\begin{bmatrix} \underline{A}_M & \underline{E} \underline{C}_S \\ 0 & \underline{A}_S \end{bmatrix}}_A \underbrace{\begin{bmatrix} \underline{x}_M \\ \underline{x}_S \end{bmatrix}}_A + \underbrace{\begin{bmatrix} \underline{B}_M \\ 0 \end{bmatrix}}_B \underline{u}$$

$$\underline{y} = \underbrace{\begin{bmatrix} \underline{C}_M & 0 \\ \underline{C}_S \end{bmatrix}}_C \begin{bmatrix} \underline{x}_M \\ \underline{x}_S \end{bmatrix}$$

- 5 Con la ayuda de un observador de estado a partir del estado de la técnica (por ejemplo, observador-Luenberger o filtro-Kalman) se pueden calcular variables de estado del modelo de recorrido por medio de un proceso de estimación. El observador de estado se puede representar en este caso en la siguiente fórmula:

$$\begin{aligned} \dot{\hat{\underline{x}}} &= (\underline{A} - \underline{L} \underline{C}) \hat{\underline{x}} + \underline{B} \underline{u} + \underline{L} \underline{y} \\ \hat{\underline{y}}_B &= \underline{C}_B \hat{\underline{x}} + \underline{D}_B \underline{u} \end{aligned}$$

- 10 En la que,  $\underline{L}$  es una variable a definir en el proceso de proyecto del observador de estado. Con una formulación adecuada de la matrices del observador CR y CH está disponible entre otras cosas un momento de carga M estimado que actúa sobre el brazo de limpiaparabrisas como variable de salida  $\hat{\underline{y}}_B$  del observador de estado y se puede utilizar para una regulación optimizada del dispositivo de limpiaparabrisas.

- 15 Las explicaciones para la estimación de estado por medio del observador de estado s encuentran en el Manual de Gerd Schult "Regelungstechnik" (Oldenburg Verlag, Munich, Viena, ISBN 3-486-25858-3) en las páginas 121 y siguientes.

- 20 La figura 3 muestra una primera forma de realización de un dispositivo de limpiaparabrisas, en el que se aplica el procedimiento de acuerdo con la invención. En este caso, se muestra claramente que la estructura de regulación convencional según la figura 1 está ampliada con una instalación de reconocimiento 20. La instalación de reconocimiento comprende un observador de estado 6 y una primera instalación de corrección 7. A la instalación de reconocimiento 20 se alimenta una variable de entrada u del motor eléctrico así como una variable de salida medida y del motor eléctrico, que se convierte de analógica a digital por una primera instalación de procesamiento de la señal 50. La variable de entrada u es en este caso con preferencia una tensión eléctrica, la variable de salida medida y es con preferencia un ángulo de giro o bien ángulo de limpieza del motor eléctrico.

- 25 A partir de las variables alimentadas a la instalación de reconocimiento 20, la instalación de reconocimiento 20 calcula valores para variables del proceso del modelo de recorrido matemático, estando asociada una de las variables del proceso a la variable de salida y. En este caso, los valores de las variables del proceso son estimados por medio de un observador de estado 6. A través de la reducción al mínimo de una diferencia entre la variable de salida y, y la variable del proceso estimada asociada a la variable de salida y, se pueden optimizar todas las variables del proceso.

- 30 El observador de estado 6 realiza con las variables u e y alimentadas, por ejemplo, una estimación de una velocidad del brazo de limpiaparabrisas. La velocidad estimada del brazo de limpiaparabrisas  $\hat{\omega}_{WA}$  está disponible en la salida del observador de estado y se alimenta a la primera instalación de corrección 7, que utiliza la velocidad estimada del brazo de limpiaparabrisas  $\hat{\omega}_{WA}$  está ponderada para la formación de una variable de corrección k. La variable de corrección k es conducida con un signo negativo junto con una variable de salida del regulador 2 a un primer punto de suma S1. Desde el primer punto de suma S1 se alimenta al motor eléctrico 3 la variable de entrada u a través de una segunda instalación de procesamiento de señales 51 y una electrónica de activación 52 convertida de digital a analógica y amplificada.

- 40 El regulador 2 para la regulación del dispositivo de limpiaparabrisas 1 es apoyado por la variable de corrección k, por lo tanto, de manera ventajosa, de tal forma que se utilizan estados del sistema en el brazo de limpiaparabrisas para la regulación. De esta manera se puede mejorar una calidad de la regulación en una medida considerable.

La figura 4 muestra una segunda forma de realización del dispositivo de limpiaparabrisas, en la que se emplea el procedimiento de acuerdo con la invención. A la instalación de reconocimiento se alimenta la variable de entrada u así como la variable de salida medida y del motor eléctrico, que se convierte de analógica a digital por la primera

instalación de procesamiento de señales 50.

La forma de realización de la figura 4 muestra la instalación de la figura 3, en la que la instalación de reconocimiento 20 presenta otras funciones. La instalación de reconocimiento 20 presenta una tercera instalación 22, que está configurada como filtro. El filtro realiza una formación del número de revoluciones, calculando un número de revoluciones  $\omega$  a partir de la variable de salida  $y$ , que está configurada en la forma de realización como ángulo de giro. A través de una segunda instalación de corrección 8 se alimenta la variable del proceso velocidad del ángulo de limpieza  $\omega_{WA}$ , calculada por la instalación de reconocimiento 20, ponderada a un segundo punto de suma S2 para la formación de la variable de corrección k. Además, a través de una tercera instalación de corrección 9 se alimenta la variable de salida y ponderada a un tercer punto de suma S3 para la formación de la variable de corrección k. El ángulo de giro  $\omega$  se alimenta a través de una cuarta instalación de corrección 10 ponderado de la misma manera al tercer punto de suma S3 para la formación de la variable de corrección k.

Una variable de salida del tercer punto de suma S3 se alimenta al segundo punto de suma S2. La variable de corrección k derivada desde el segundo punto de suma S2 se alimenta al primer punto de suma S1 con signo negativo. Desde el primer punto de suma S1 se alimenta al motor eléctrico la variable de entrada u a través de la segunda instalación de procesamiento de señales 51 y a través de la electrónica de activación 52 convertida de digital a analógica y amplificada. La variable de corrección k regula, por lo tanto, de manera ventajosa junto con una segunda instalación 21, que puede estar configurada como una matriz de control previo H, la variable de entrada u del motor eléctrico.

La figura 5 muestra una tercera forma de realización de dispositivo de limpiaparabrisas, en la que se aplica el procedimiento de acuerdo con la invención. La instalación de reconocimiento 20 presenta adicionalmente a la forma de realización mostrada en la figura 4 una quinta instalación de corrección 13, que alimenta un momento de carga M calculado por el observador de estado y que actúa sobre el brazo de limpiaparabrisas ponderado a un cuarto punto de suma S4 para la formación de la variable de corrección k. De manera aproximada se puede conseguir de este modo una compensación de las variables de interferencia para el momento de carga. De esta manera se puede conseguir otra optimización de la regulación.

A través de una configuración adecuada de las matrices del observador de estado  $C_R$  y  $D_B$  se pueden proporcionar como variable de salida del observador también otras variables de estado mencionadas en las figuras 3, 4 y 5. En particular, se pueden utilizar o bien una selección de ellas o también todas ponderadas a través de instalaciones de corrección para la formación de la variable de corrección k. La instalación de reconocimiento 20 se puede ampliar en este caso con aquellas variables, que deben utilizarse adicionalmente para la formación de la variable de corrección. A los procesos de estado de interés a este respecto pertenecen, por ejemplo, una aceleración del brazo de limpiaparabrisas, una diferencia de la velocidad del brazo de limpiaparabrisas y una velocidad de un árbol de engranaje del motor eléctrico, un par motor transmitido por el motor eléctrico sobre el brazo de limpiaparabrisas así como el ángulo de giro del brazo de limpiaparabrisas.

Como variable de entrada para el observador de estado se pueden utilizar, además de la variable de entrada u y de la variable de salida medida y también otras señales. Por ejemplo, adicionalmente o en lugar del ángulo de limpieza medido se puede utilizar también el número de revoluciones, que se obtiene con la ayuda de un filtro diferencial y, se provee dado el caso, todavía con un factor de ponderación.

La figura 6 muestra en dos diagramas a) y b) curvas de tiempo de principio del ángulo de limpieza  $\Phi_{WA}$  del brazo de limpiaparabrisas con una carga de viento alta y un coeficiente de fricción alto entre el brazo de limpiaparabrisas y el cristal. En este caso, el diagrama a) muestra una curva del ángulo de limpieza sin compensación de traqueteo de acuerdo con la invención, en cambio el diagrama b) muestra una curva del ángulo de limpieza con compensación del traqueteo de acuerdo con la invención. A partir de la comparación de los dos diagramas a) y b) se deduce claramente que a través de la compensación del traqueteo de acuerdo con la invención se puede conseguir una coincidencia mejorada de una curva teórica del ángulo de limpieza con una curva real del ángulo de limpieza o bien una filtración de la curva real del ángulo de limpieza.

La figura 7 muestra en dos diagramas a) y b) curvas de tiempo de principio de la velocidad del ángulo de limpieza  $\omega_{WA}$  con una carga del viento alta y un coeficiente de fricción alto entre el brazo de  $\Phi_{WA}$  del y el cristal. En este caso, el diagrama a) muestra una curva de la velocidad angular del limpiaparabrisas sin compensación del traqueteo y el diagrama b) muestra una curva de la velocidad angular del limpiaparabrisas con compensación del traqueteo de acuerdo con la invención. A partir de una comparación de los dos diagramas a) y b) se deduce claramente que a través de la compensación del traqueteo de acuerdo con la invención se puede conseguir una reducción amplia de modificaciones bruscas de la velocidad angular del limpiaparabrisas. Además, a partir del diagrama b) se deduce claramente que la curva real de la velocidad angular del limpiaparabrisas coincide en gran medida con una curva calculada por el observador de estado.

Se pueden conseguir mejoras con respecto a la estimación del momento de carga que actúa sobre el brazo de limpiaparabrisas cuando se tienen en cuenta al mismo tiempo otras informaciones disponibles sobre el medio

ambiente. Esto se refiere, por ejemplo, a informaciones del sensor de lluvia y/o informaciones sobre una velocidad del vehículo. Se conocen las dependencias de los coeficientes de fricción entre las gomas de limpieza de los brazos de limpiaparabrisas y del cristal de la velocidad de limpieza y de un estado de humedad del cristal. Estas dependencias están depositadas en campos característicos en una memoria de un aparato de control del dispositivo de limpiaparabrisas. Además, a partir de mediciones se conocen curvas características de la carga del viento en función de una velocidad de ataque de la corriente sobre el brazo de limpiaparabrisas y el ángulo de limpieza.

En la figura 8 se representan cualitativamente curvas de este tipo. La figura 1 muestra curvas de la carga de viento, que actúa sobre el brazo de limpiaparabrisas, en función del ángulo de limpieza, con la velocidad de ataque de la corriente del viento que actúa sobre el brazo de limpiaparabrisas como parámetro. De manera más ventajosa, a partir de tales curvas se pueden derivar y utilizar otras variables del proceso para el procedimiento de acuerdo con la invención.

La figura 9 muestra esquemáticamente cómo se puede optimizar el momento de carga  $M$  calculado por el observador de estado sobre el brazo de limpiaparabrisas teniendo en cuenta variables adicionales del proceso. Una cuarta instalación 23 acondiciona un campo característico para un coeficiente de fricción entre el brazo de limpiaparabrisas y el cristal, de manera que los datos del campo característico proceden de informaciones de un sensor de lluvia sobre el estado de humedad del cristal o bien a partir de la velocidad del brazo de limpiaparabrisas. La cuarta instalación 23 realiza a partir de los datos del campo característico depositados otro cálculo del momento de carga sobre el brazo de limpiaparabrisas.

Una quinta instalación 24 acondiciona un campo característico para la carga del viento sobre el brazo de limpiaparabrisas, de manera que los datos del campo característico se obtienen a partir de la velocidad del vehículo y del ángulo de limpieza del brazo de limpiaparabrisas. La quinta instalación realiza a partir de los datos del campo característico depositados en la instalación otro cálculo del momento de carga sobre el brazo de limpiaparabrisas.

La sexta instalación 25 procesa finalmente el momento de carga  $M$  calculado por el observador de estado y los valores del momento de carga calculados por la cuarta y la quinta instalación. De manera más ventajosa, esto da como resultado una determinación de un momento de carga optimizado  $M_{opt}$ , que actúa sobre el brazo de limpiaparabrisas. El procesamiento, que realiza la sexta instalación 25, puede ser una filtración, pudiendo estar configurada la filtración, por ejemplo, como una formación del valor medio ponderado o como una filtración de paso bajo.

El procedimiento de acuerdo con la invención se puede realizar tanto para una supervisión y regulación de un brazo de limpiaparabrisas individual como también por otros brazos de limpiaparabrisas del dispositivo de limpiaparabrisas.

Además, es posible regular con el procedimiento de acuerdo con la invención también varios dispositivos de limpiaparabrisas.

Además, es posible utilizar el procedimiento de acuerdo con la invención durante ciclos de limpieza determinados de forma discrecional durante la limpieza.

### Lista de signos de referencia

- 1 Dispositivo de limpiaparabrisas
- 2 Regulador
- 3 Motor eléctrico
- 4 Engranaje
- 5 Brazo de limpiaparabrisas
- 6 Observador de estado
- 7 Primera instalación de corrección
- 8 Segunda instalación de corrección
- 9 Tercera instalación de corrección
- 10 Cuarta instalación de corrección
- 13 Quinta instalación de corrección
- 20 Instalación de reconocimiento

	21	Segunda instalación de reconocimiento
	22	Tercera instalación de reconocimiento
	23	Cuarta instalación de reconocimiento
	24	Quinta instalación de reconocimiento
5	25	Sexta instalación de reconocimiento
	30	Modelo de interferencia
	31	Matriz de salida el modelo de interferencia
	32	Modelo de recorrido
	33	Matriz de salida del modelo de recorrido
10	40	Modelo de recorrido ampliado
	50	Primera instalación de procesamiento de señales
	51	Segunda instalación de procesamiento de señales
	52	Electrónica de activación
	S1	Primer punto de suma
15	S2	Segundo punto de suma
	S3	Tercer punto de suma
	S4	Cuarto punto de suma

**REIVINDICACIONES**

1.- Procedimiento para la observación y regulación de un proceso para el desplazamiento de partes móviles, en particular de partes de un dispositivo de limpiaparabrisas (1) de un automóvil, en el que el procedimiento comprende las siguientes etapas:

5 a) alimentación de una variable de entrada (u) que caracteriza el proceso y de una variable medida de salida (y) que caracteriza el proceso a una instalación de reconocimiento (20);

b) utilización de un modelo matemático, que describe el proceso, con al menos una variable del proceso, en el que el molde matemático está depositado en la instalación de reconocimiento (20) y en el que la variable del proceso está asociada a la variable medida de salida (y);

10 c) optimización de la variable del proceso a través de la comparación de la variable del proceso con la variable medida del proceso (y);

d) calculo de una variable de corrección (k) con la ayuda de la variable optimizada del proceso; y

e) alimentación de la variable de corrección (k) a la variable de entrada (u) del proceso,

15 en el que para el cálculo de la variable de corrección (k) se utiliza adicionalmente a la variable optimizada del proceso como primera otra variable la variable medida de salida ponderada (y), y como otra segunda variable se utiliza la variable medida de salida (y) filtrada y ponderada, caracterizado porque

para el cálculo de la variable de corrección (k) se optimiza adicionalmente otra variable del proceso que describe el proceso y que está depositada en la instalación de reconocimiento (20) en el modelo matemático, por medio de la etapa c) y se utiliza optimizada y ponderada.

20 2.- Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque el modelo matemático depositado en la instalación de reconocimiento (20) reproduce propiedades mecánicas y/o eléctricas del proceso.

3.- Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 2, caracterizado porque como variable del proceso del modelo matemático se utiliza una velocidad angular ( $\omega_{WA}$ ) de un brazo de limpiaparabrisas el dispositivo de limpiaparabrisas (1) o una velocidad angular ( $\omega_M$ ) de un motor eléctrico (3) del dispositivo de limpiaparabrisas (1) o un ángulo de giro ( $\Phi_{WA}$ ) del brazo de limpiaparabrisas o un momento de carga  $M_L$  que actúa sobre el brazo de limpiaparabrisas o una diferencia entre la velocidad angular ( $\omega_{WA}$ ) del brazo de limpiaparabrisas y una velocidad de un árbol de transmisión del dispositivo de limpiaparabrisas (1) o un par de torsión transmitido por el motor eléctrico (3).

30 4.- Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado porque para la optimización de al menos una de las variables del proceso utilizadas se emplean datos de campos característicos, que están depositados en la instalación de reconocimiento (20).

5.- Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 4, caracterizado porque como datos de campos característicos se utilizan coeficientes de fricción y/o una carga del viento que actúa sobre el brazo de limpiaparabrisas, en el que los coeficientes de fricción resultan a partir de datos sobre un estado de humedad de un cristal o a partir de datos sobre una velocidad de limpieza, y la carga del viento resulta a partir de datos sobre una velocidad del vehículo y un ángulo de limpieza.

35 6.- Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque como modelo matemático está previsto un modelo de recorrido, que se puede describir de la siguiente manera:

$$\dot{x}_M = A_M x_M + B_M u + E z$$

40 en el que  $A_M$  representa una matriz dinámica,  $B_M$  representa una matriz de entrada del modelo de recorrido y  $E$  representa una matriz, a través de la cual actúa una variable de interferencia  $z$  sobre el modelo de recorrido, y  $x_M$  representa una variable de estado del modelo de recorrido.

7.- Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el modelo matemático comprende un modelo de interferencia, que se puede describir de la siguiente manera:

$$\dot{\underline{x}}_s = \underline{A}_s \underline{x}_s$$

en la que  $\underline{A}_s$  representa una matriz dinámica del modelo de interferencia y  $\underline{x}_s$  representa una variable de estado del modelo de interferencia.

- 5 8.- Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 6 ó 7, caracterizado porque el modelo de recorrido está depositado en una forma ampliada en la instalación de reconocimiento (20), en el que el modelo de recorrido ampliado se puede describir a través de la siguiente relación:

$$\begin{bmatrix} \dot{\underline{x}}_M \\ \dot{\underline{x}}_s \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \underline{A}_M & \underline{E}\underline{C}_s \\ 0 & \underline{A}_s \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \underline{x}_M \\ \underline{x}_s \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \underline{B}_M \\ 0 \end{bmatrix} \underline{u}$$

$$\underline{y} = \begin{bmatrix} \underline{C}_M & 0 \\ \underline{C}_s \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \underline{x}_M \\ \underline{x}_s \end{bmatrix}$$

en la que  $\underline{C}_M$  representa una matriz de salida del modelo de recorrido y  $\underline{C}_s$  representa una matriz de salida del modelo de interferencia.

- 10 9.- Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque las variables del proceso son calculadas con la ayuda de un observador de estado, en el que el observador de estado se puede describir a través de la siguiente relación:

$$\dot{\underline{\hat{x}}} = (\underline{A} - \underline{L}\underline{C}) \underline{\hat{x}} + \underline{B}\underline{u} + \underline{L}\underline{y}$$

$$\underline{\hat{y}}_B = \underline{C}_B \underline{\hat{x}} + \underline{D}_B \underline{u}$$

- 15 en la que  $\underline{L}$  representa una variable que se define en un proceso de proyecto del observador de estado,  $\underline{C}_B$  y  $\underline{D}_B$  representan matrices del observador y  $\underline{\hat{y}}_B$  representa una variable de salida del observador de estado.

Fig. 1

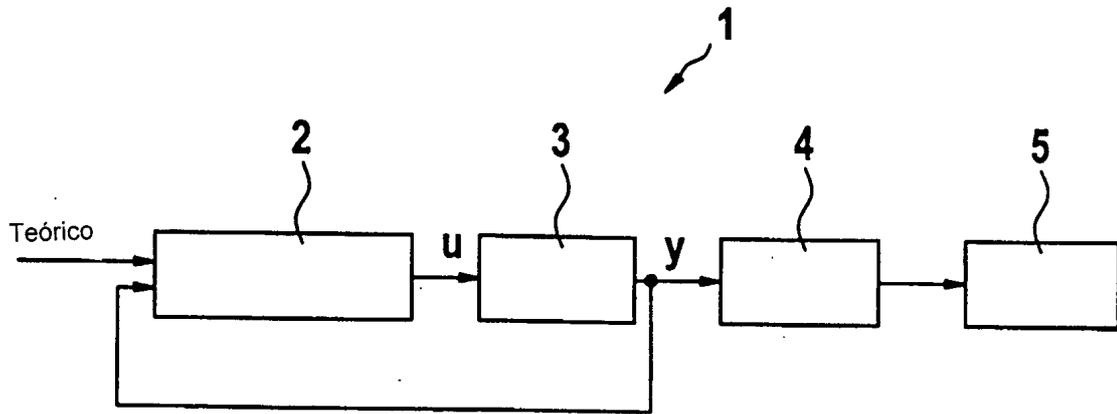
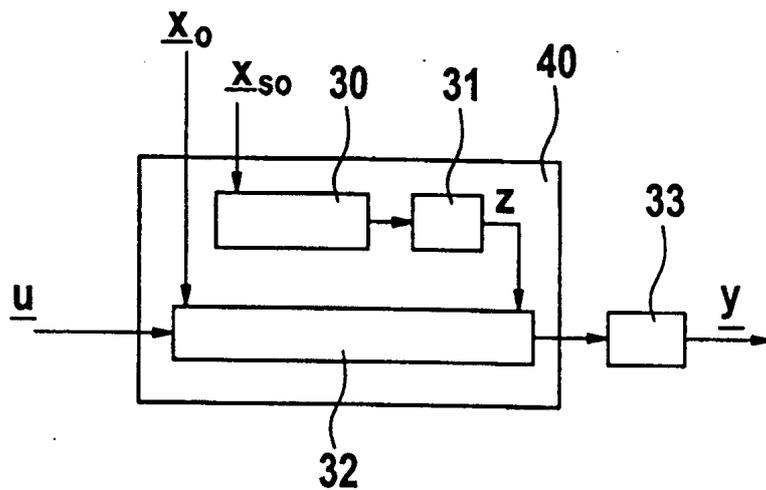


Fig. 2



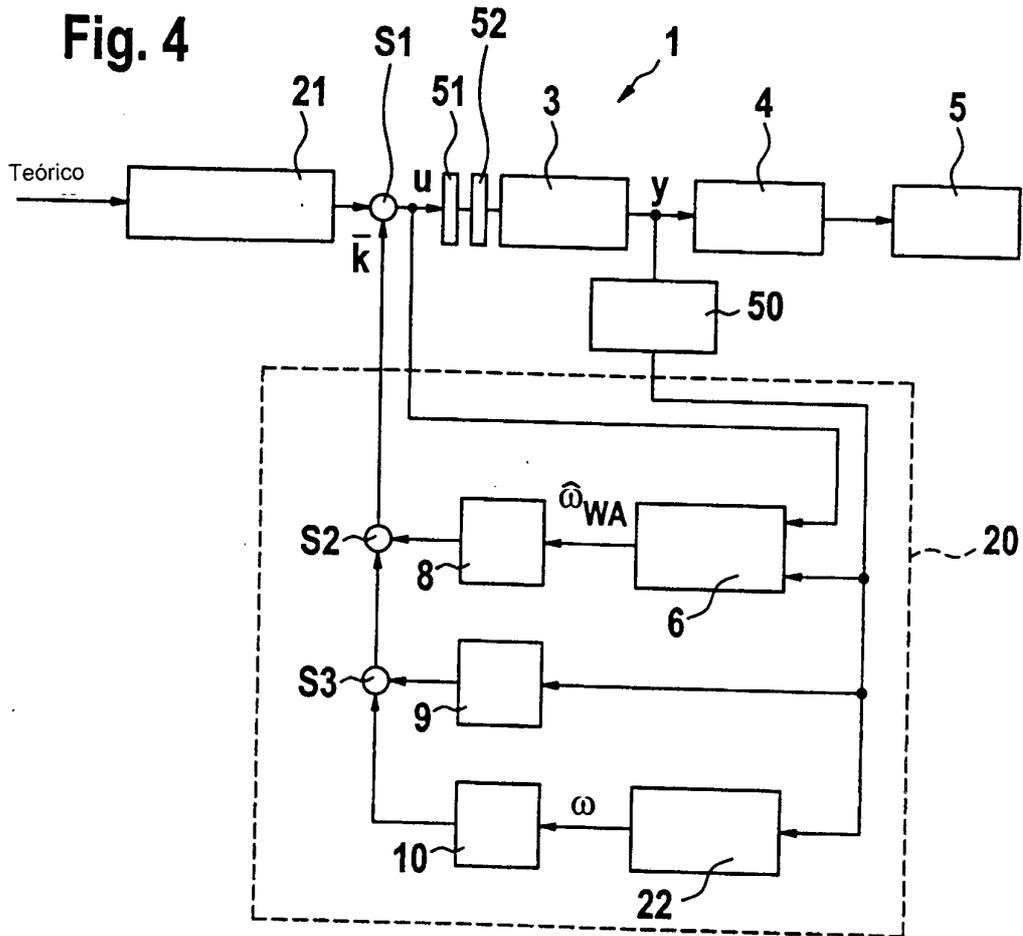
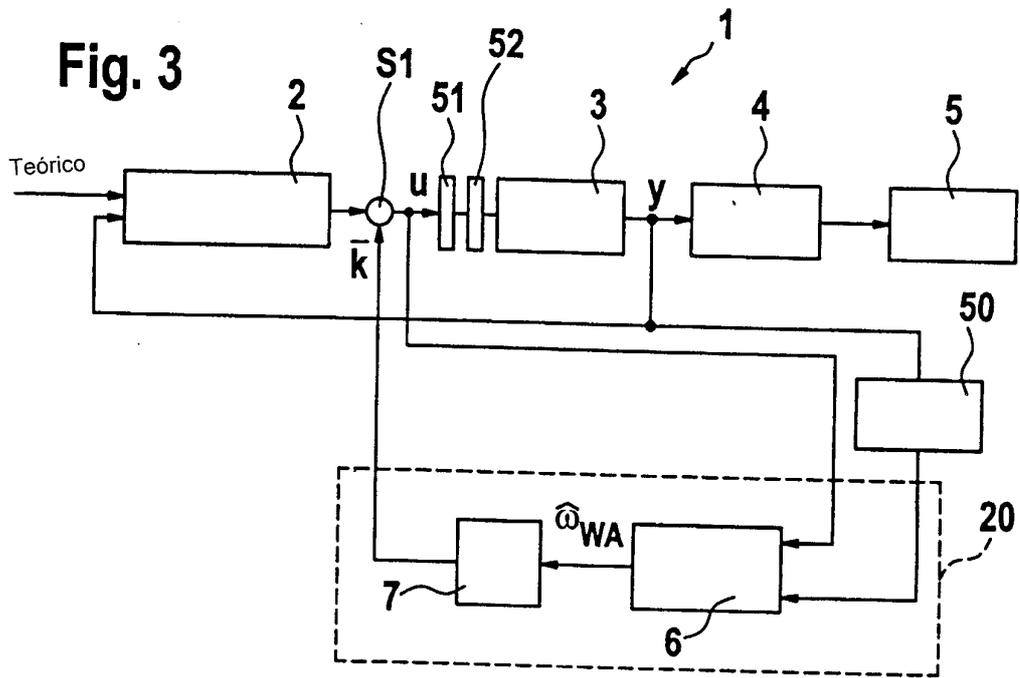


Fig. 5

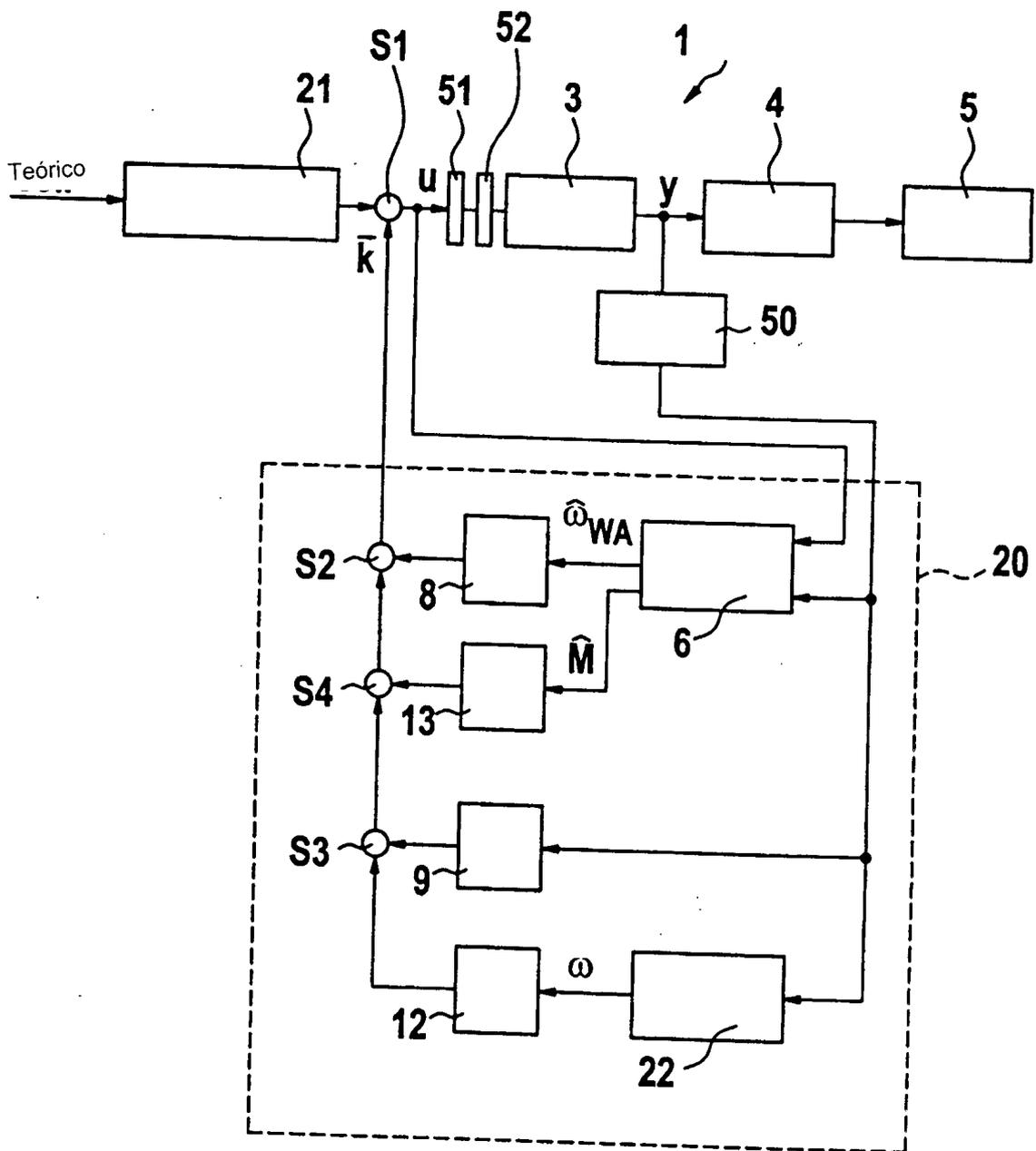


Fig. 6a

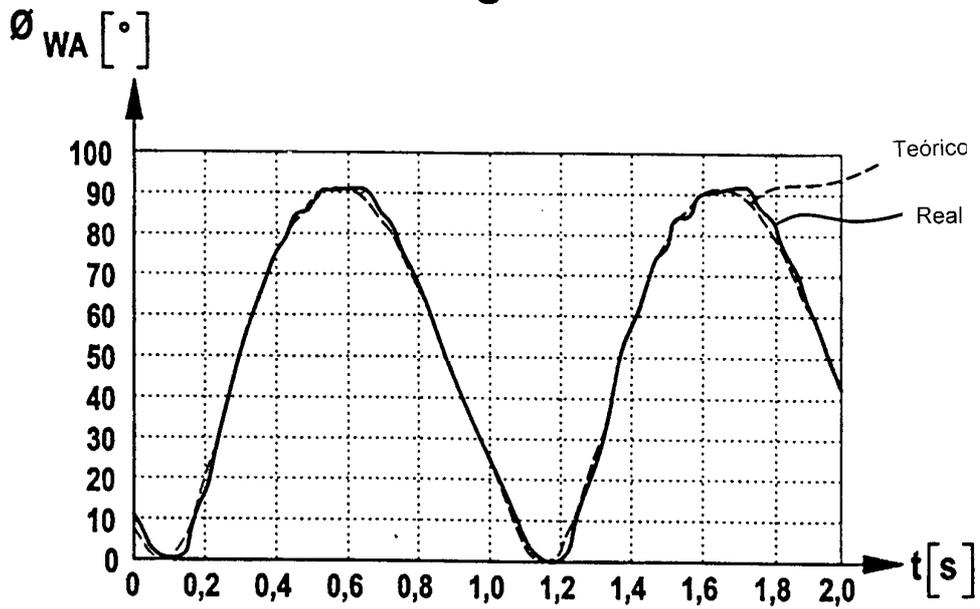
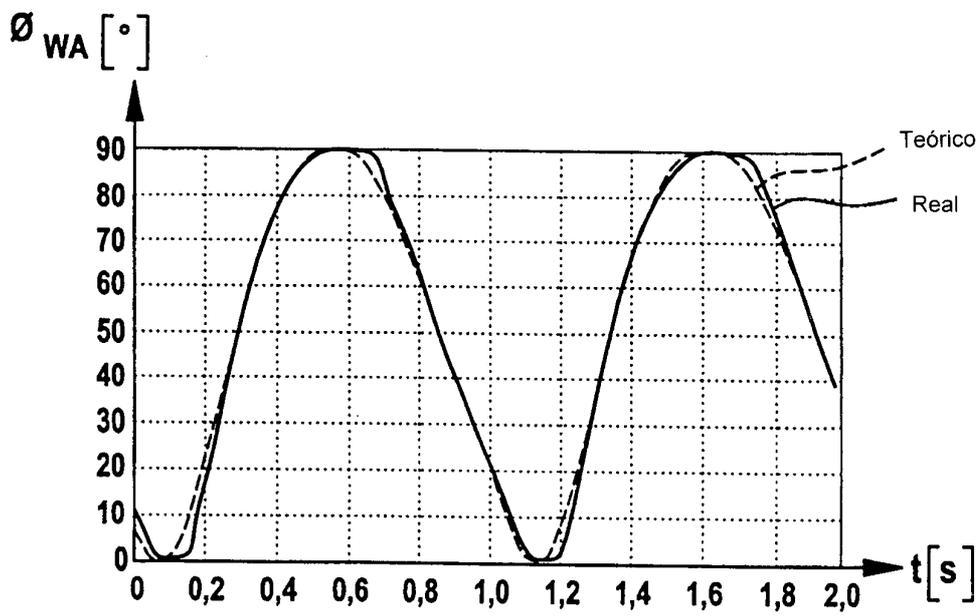
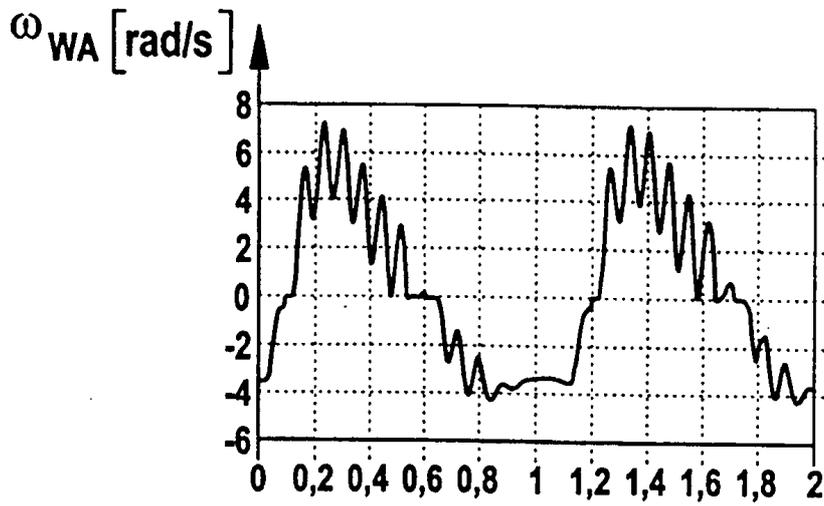


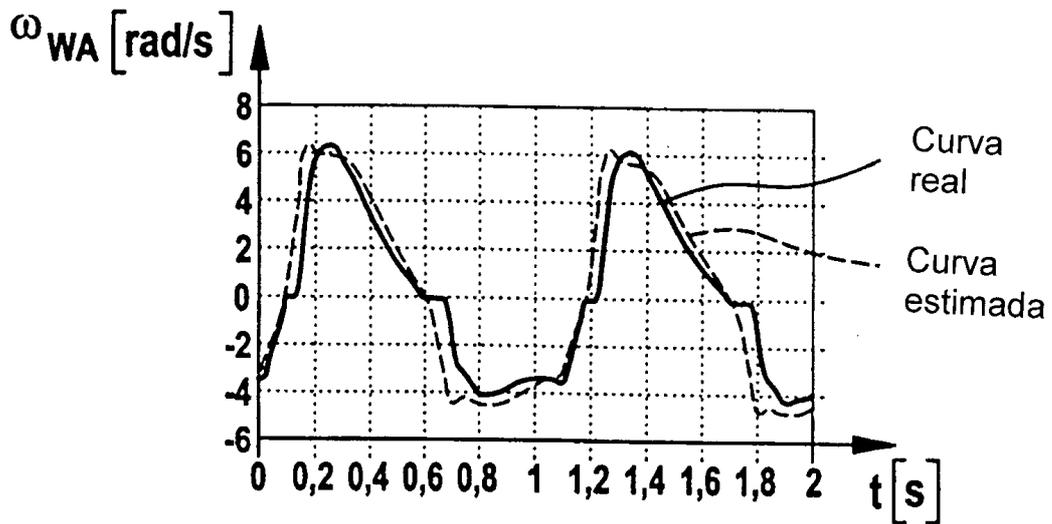
Fig. 6b



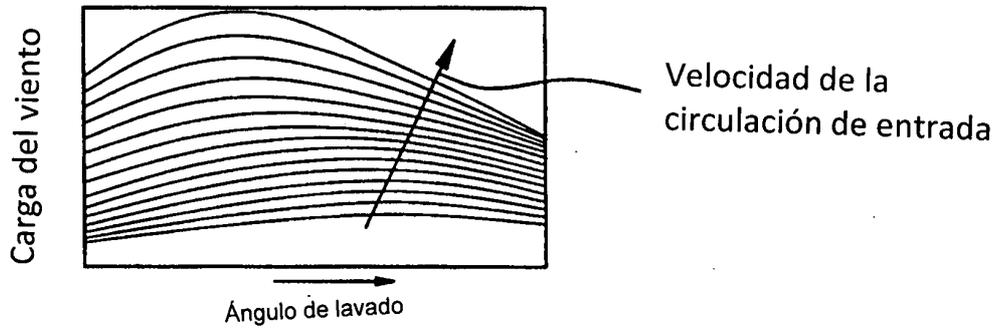
**Fig. 7a**



**Fig. 7b**



**Fig. 8**



**Fig. 9**

