

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 589 179**

51 Int. Cl.:

A63H 17/395 (2006.01)

A63H 18/16 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **19.07.2011 PCT/GB2011/051365**

87 Fecha y número de publicación internacional: **26.01.2012 WO12010890**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.07.2011 E 11749483 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.06.2016 EP 2595713**

54 Título: **Juego de vehículos de carreras**

30 Prioridad:

19.07.2010 GB 201012058

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

10.11.2016

73 Titular/es:

**CHINA INDUSTRIES LIMITED (100.0%)
Creative Industries Centre Wolverhampton
Science Park Mammoth Drive
Wolverhampton WV10 9TG, GB**

72 Inventor/es:

**KEATING, DAVID y
WYATT, JAMES**

74 Agente/Representante:

CURELL AGUILÁ, Mireia

ES 2 589 179 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

Juego de vehículos de carreras.

5 La presente invención se refiere al campo de los juegos de vehículos de carreras. Más específicamente, la presente invención se refiere a métodos para controlar la posición de un vehículo sobre una pista para proporcionar un juego de vehículos de carrera sin ranura.

10 Tradicionalmente, los juegos de vehículos de carreras implican la realización de carreras de coches de ranura de juguete. Cada coche comprende una clavija de guiado (o cuchilla pivotante) que está configurada para localizarse dentro de una ranura de guiado dentro de una pista que actúa para definir un carril para el coche. La potencia para el motor eléctrico de bajo voltaje del coche se transporta por tiras metálicas situadas cerca de la ranura y se coge por contactos localizados en la parte delantera del coche a lo largo de la clavija de guiado. El voltaje utilizado para energizar el coche puede modificarse por un operador cambiando un valor de resistencia dentro de un controlador manual correspondiente.

15 Es conocido también incorporar características opcionales tales como elementos de frenado, dispositivos de control electrónicos y/o imanes de tracción para ayudar al funcionamiento del coche de ranura. Más recientemente, se ha desarrollado una tecnología digital que permite compartir un carril a más de un coche.

20 El reto en los coches de carreras de ranura está en que el tomar curvas y otros obstáculos a la velocidad más alta no provoque que el coche pierda su agarre y vire hacia un lado, o se "desranure", saliéndose totalmente de la pista. Aunque los coches y pistas de juguete reales pueden replicar con precisión los vehículos y circuitos de carreras a escala completa correspondientes, el realismo de los coches de carreras de ranura de juguete está severamente limitado por la inflexibilidad de la clavija de guía y las ranuras. Así, a diferencia de las carreras normales, no pueden adoptarse posiciones variables en toda la anchura de una pista por el operador del coche de juguete con el fin de ganar una ventaja táctica o para proteger una línea de carreras. Además, no hay ninguna facilidad con las pistas de ranuras tradicionales para incorporar peligros de carrera adicionales tales como manchas de aceite, cascales o condiciones meteorológicas variables.

25 Se reconoce en la presente invención que debe obtenerse una considerable ventaja en la provisión de un vehículo de carreras sin ranura. La publicación de patente US número 2010/0035684 revela un ejemplo de tal juego de vehículos de carreras. Otros ejemplos de vehículos de control remoto que comprenden sensores ópticos con el fin de proporcionar unos medios para evitar colisiones con obstáculos se describen en la publicación de patente UK nº 2 419 541 y en la publicación de patente europea número 2 044 990.

30 Por tanto, es un objeto de un aspecto de la presente invención obviar o por lo menos mitigar las desventajas anteriores de los juegos de vehículos de carreras conocidos en la técnica.

40 **Sumario de la invención**

Según un primer aspecto de la presente invención, se proporciona un método para controlar la posición de un vehículo sobre una pista, en el que el método comprende las etapas siguientes:

- 45 - tomar una primera medición de una posición lateral del vehículo sobre la pista;
- comparar la primera posición lateral medida con una posición lateral deseada para el vehículo con el fin de producir una señal de error;
- 50 - generar una primera señal de entrada para una servodirección del vehículo con el fin de minimizar la señal de error;
- medir la velocidad del vehículo;

55 caracterizado por que comprende

- variar la ganancia de un controlador que genera la primera señal de entrada para la servodirección con el recíproco del cuadrado de la velocidad del vehículo cuando la velocidad del vehículo está por encima de una velocidad predeterminada.

60 Preferentemente, la etapa que consiste en tomar la primera medición se lleva a cabo en la parte delantera del vehículo. Esta etapa puede comprender emplear un sensor óptico para medir la luz reflejada desde la pista.

65 La etapa que consiste en medir la velocidad del vehículo puede comprender medir la fuerza contraelectromotriz generada por un motor empleado para accionar el vehículo.

El método para controlar la posición del vehículo sobre la pista puede comprender además la etapa que consiste en medir el ángulo entre la dirección de propagación del vehículo y un eje longitudinal de la pista.

5 El método para controlar la posición del vehículo sobre la pista puede comprender además la etapa que consiste en generar una segunda señal de entrada para la servodirección con el fin de minimizar el ángulo medido.

La etapa que consiste en medir el ángulo entre la dirección de propagación del vehículo y un eje longitudinal de la pista puede comprender tomar una segunda medición de una posición lateral del vehículo sobre la pista.

10 Preferentemente, la etapa que consiste en tomar la segunda medición se lleva a cabo en la parte trasera del vehículo. Esta etapa puede comprender emplear un sensor óptico para medir la luz reflejada desde la pista.

15 La etapa que consiste en medir el ángulo entre la dirección de propagación del vehículo y un eje longitudinal de la pista puede comprender además tomar la segunda medición de la posición lateral del vehículo sobre la pista desde la primera medición de la posición lateral del vehículo sobre la pista.

De acuerdo con un segundo aspecto de la presente invención, se proporciona un circuito de control para controlar la posición de un vehículo sobre una pista, en el que el circuito de control comprende:

- 20 - un sensor de medición para medir una primera posición lateral del vehículo sobre la pista;
- un sustractor empleado para producir una señal de error comparando la primera posición lateral medida con una posición lateral deseada para el vehículo;
- 25 - un controlador para generar una primera señal de entrada para una servodirección del vehículo con el fin de minimizar la señal de error;
- un sensor de velocidad para medir la velocidad del vehículo;

30 caracterizado por que

- una ganancia del controlador es modificada con el recíproco del cuadrado de la velocidad del vehículo cuando la velocidad medida del vehículo está por encima de un valor predeterminado para compensar los cambios dependientes de la velocidad en la respuesta del vehículo a una señal de salida de la servodirección.

35 Preferentemente, el circuito de control además comprende un segundo sensor de medición para medir el ángulo entre la dirección de propagación del vehículo y un eje longitudinal de la pista. En esta forma de realización, el controlador genera también una segunda señal de entrada para la servodirección con el fin de minimizar el ángulo medido.

Las formas de realización del segundo aspecto de la invención pueden comprender características para poner en práctica las características preferidas u opcionales del primer aspecto de la invención, o viceversa.

45 Según un tercer aspecto de la presente invención, se proporciona un vehículo de carreras en el que el vehículo de carreras comprende un circuito de control de acuerdo con el segundo aspecto de la presente invención.

Breve descripción de los dibujos

50 Aspectos y ventajas de la presente invención resultarán evidentes tras la lectura de la siguiente descripción detallada y tras la referencia a los siguientes dibujos, en los que:

55 la figura 1 representa una representación esquemática de un vehículo de acuerdo con una forma de realización de la presente invención;

la figura 2 representa un diagrama de bloques que muestra la respuesta del vehículo de la figura 1 a órdenes de dirección;

60 la figura 3 presenta

- (a) una representación esquemática de un sensor óptico empleado por el vehículo de la figura 1; y
- (b) un circuito electrónico del sensor óptico;

65 la figura 4 presenta una vista en planta de un ejemplo de pista de carreras para el vehículo de la figura 1;

la figura 5 presenta un diagrama de bloques que muestra un método empleado para controlar la posición del vehículo de la figura 1 en toda la anchura de la pista de la figura 4;

5 la figura 6 presenta una representación esquemática de un vehículo de acuerdo con una forma de realización alternativa de la presente invención;

la figura 7 representa un diagrama de bloques que muestra la respuesta del vehículo de la figura 6 a órdenes de dirección;

10 la figura 8 presenta:

- (a) un primer; y
- (b) un segundo

15 diagramas de bloques que muestran un método empleado para controlar la posición del vehículo de la figura 6 en toda la anchura de la pista de la figura 4;

20 la figura 9 muestra un diagrama de bloques simplificado del método empleado para controlar la posición del vehículo de la figura 6 en toda la anchura de la pista de la figura 4;

la figura 10 presenta una representación esquemática de un vehículo de acuerdo con una forma de realización alternativa de la presente invención.

25 la figura 11 presenta un diagrama de bloques que muestra un primer método empleado para controlar la posición del vehículo de la figura 10 en toda la anchura de la pista de la figura 4; y

la figura 12 presenta un diagrama de bloques que muestra un segundo método empleado para controlar la posición del vehículo de la figura 10 en toda la anchura de la pista de la figura 4.

30 **Descripción detallada**

La figura 1 presenta una representación esquemática de un vehículo 1 de acuerdo con una forma de realización de la presente invención. El vehículo 1 se muestra sobre una pista de carreras 2, describiéndose detalles adicionales de la pista 2 a continuación con referencia a la figura 4.

35 Puede verse que el vehículo 1 comprende una carrocería principal 3 en cuya parte delantera está montado un conjunto de ruedas dirigibles 4 y en cuya parte trasera está montado un conjunto de ruedas no dirigibles 5. La potencia para el vehículo se proporciona a través de un motor eléctrico cc 6 configurado para accionar las ruedas no dirigibles 5. Una primera unidad de controlador 7, por ejemplo un controlador proporcional-integral-derivativo (controlador PID), proporciona unos medios para que el operador controle de manera remota el vehículo 1. Un primer sensor óptico 8 está posicionado en la parte delantera del vehículo 1 con el fin de proporcionar unos medios para determinar la posición del vehículo 1 sobre la pista 2. Un sensor de velocidad 9 está localizado en las ruedas no dirigibles 5 y se emplea para proporcionar unos medios para medir la velocidad del vehículo 1. El ángulo de dirección (sa) y así la dirección de desplazamiento del vehículo 1 son controlados por una servodirección o servodirecciones 10 que están localizadas dentro de un bucle cerrado. La servodirección 10 muestra una responsividad denotada por Kss.

50 La manera en la que la posición de la parte delantera del vehículo (fp) en toda la pista 2 se ve afectada por la señal de entrada 11 enviada a la servodirección o servodirecciones 10 está representada por el diagrama de bloques 12 de la figura 2. En particular, la señal de entrada 11 enviada al sistema (entrada) es la señal suministrada a la servodirección o servodirecciones 10, la cual puede adoptar una serie de formas, por ejemplo un voltaje analógico, un impulso de cierta anchura o un número binario dentro de un microcontrolador. La señal de salida 13 procedente de la servodirección o servodirecciones 10 representa el ángulo de dirección (sa) resultante.

55 Cuando una señal de entrada 11 de una cierta amplitud se aplica a la servodirección o servodirecciones 10, esta señal hace que las ruedas dirigibles 4 giren hasta formar un ángulo con relación a la carrocería 3 del vehículo 1. Así, mientras el vehículo 1 se está moviendo hacia delante a una cierta velocidad (velocidad), el ángulo de la carrocería 3 del vehículo 1 con respecto a la pista 2, el ángulo de carrocería (ba), aumentará continuamente. Se apreciará que cuanto más larga sea la batalla (wb) del vehículo 1, menor será el efecto del ángulo de dirección (sa). Además, cuanto mayor sea la velocidad a la cual se desplaza el vehículo 1, más rápidamente cambiará el ángulo de la carrocería para un ángulo de dirección (sa) dado. Estos aspectos están representados por los diversos bloques presentados en la figura 2, como se describe con más detalle a continuación.

65 La salida del primer bloque de seno 14 es el seno de la entrada a ese bloque; en otras palabras, es el seno del ángulo de dirección (sa). El bloque marcado 1/wb 15 muestra que el efecto es inversamente proporcional a la batalla (wb) del vehículo 1. El hecho de que el ángulo de dirección (sa) sea proporcional a la velocidad del vehículo 1 se

muestra por el primer bloque multiplicador 16, proporcionándose la velocidad como una entrada secundaria. Finalmente, el hecho de que un ángulo de dirección fijo (sa) haga que el ángulo de carrocería (ba) aumente continuamente indica la presencia de una acción integral del tiempo que está representada por la presencia del primer bloque integral de tiempo 17.

5 Una vez que la señal de entrada 11 ha vuelto a cero, las ruedas dirigibles 4 se alinearán una vez más con la carrocería 3 y así el ángulo de carrocería (ba) permanecerá en su valor corriente. Este valor no cero del ángulo de carrocería (ba) hará, sin embargo, que la posición de la parte delantera del vehículo (fp) aumente continuamente. La tasa de incremento es proporcional una vez más a la velocidad, y de nuevo es el seno del ángulo de carrocería (ba) el que es significativo. Estos efectos se muestran por los bloques restantes del diagrama de bloques 12 de la figura 2, en particular el segundo bloque de seno 18, el segundo bloque multiplicador 19 y el segundo bloque integral de tiempo 20.

15 Otros detalles del sensor óptico 8 empleado por el vehículo 1 se presentan en la figura 3. En particular, la figura 3(a) presenta una representación esquemática del sensor óptico 8, mientras que la figura 3(b) presenta un circuito eléctrico para este componente. Puede verse que el sensor óptico 8 comprenda una fuente de luz 21 en forma de un LED y un detector 22 en forma de un fototransistor. La luz 23 emitida por la fuente de luz 21 se dirige inicialmente hacia la pista 2. Después de la reflexión desde la pista 2, la luz 23 incide entonces en el detector 22. Como se explica con más detalle a continuación, el nivel de la luz detectada proporciona un diagnóstico para medir la posición del vehículo 1 en toda la anchura de la pista 2.

20 Puede emplearse el siguiente método para que el sensor óptico 8 compense los efectos de la luz de fondo. La fuente de luz 21 puede apagarse para permitir que el detector 22 tome una lectura. Esta lectura puede estar justificada por la presencia de luz ambiente. Restando esta lectura de las registradas durante el curso de una carrera se permite que los efectos de la luz ambiente se eliminen de los sistemas de control del vehículo descritos con más detalle a continuación.

25 El sensor de velocidad 9 proporciona unos medios para medir la velocidad del vehículo 1 empleando una técnica en la que se mide la fuerza contraelectromotriz del motor eléctrico cc 6. Durante el funcionamiento normal, el motor eléctrico cc 6 absorbe energía eléctrica y la convierte en energía mecánica con el fin de accionar el vehículo 1. Cuando se interrumpe la potencia enviada al motor eléctrico cc 6, este motor eléctrico cc 6 actúa como generador eléctrico y se invierte el proceso anterior, es decir, el motor eléctrico cc 6 toma energía mecánica y la convierte en energía eléctrica. El voltaje observado cuando el motor eléctrico cc 6 está funcionando como generador eléctrico es directamente proporcional a la velocidad del motor eléctrico cc 6. Así, interrumpiendo periódicamente el suministro eléctrico al motor eléctrico cc 6 (típicamente durante un periodo de unos pocos milisegundos), el sensor de velocidad 9 puede utilizarse para medir la velocidad del vehículo 1 sin una perturbación significativa del accionamiento del vehículo 1.

30 Una unidad de control remoto 24 provee a un operador de los medios para generar una señal de mando 25 para controlar la velocidad y la posición lateral del vehículo 1 sobre la pista 2. En particular, la unidad de control remoto 24 comprende un acelerador 26 que proporciona unos medios para generar una componente de control de velocidad para la señal de mando 25 y un volante 27, o una palanca de mando, que proporciona unos medios para generar una componente de posición de pista para la señal de control.

45 Pista de carreras

En la figura 4 está representada una vista en planta de un ejemplo de pista de carreras 2 para el vehículo 1. En la forma de realización actualmente escrita puede verse que la pista de carreras 2 forma un bucle cerrado. La referencia al eje longitudinal 28 de la pista se refiere a un eje que se extiende alrededor de la longitud de la pista, como se ilustra por la línea discontinua presentada en la figura 4, mientras que la referencia a un movimiento lateral de un vehículo 1 sobre la pista 2 o a un perfil lateral se refiere a un movimiento o un perfil sustancialmente perpendicular el eje longitudinal 28.

55 La anchura de la pista 2 está conformada de modo que exhiba un perfil lateral ópticamente graduado que se mantiene a lo largo de la longitud de la pista 2. El perfil ópticamente graduado proporciona así unos medios para asignar a cada posición lateral de la pista 2 un nivel singular de reflectividad. En el ejemplo actualmente descrito, el perfil lateral ópticamente graduado comprende un perfil de escala de grises (es decir, de negro a blanco) desde el interior de la pista 2 hasta el exterior para proporcionar regiones correspondientes de reflectividad relativamente baja a reflectividad alta para la fuente de luz 21 del sensor óptico 8. De esta manera, el nivel de la luz 23 reflejada sobre el detector 22 desde la fuente de luz 21 corresponde a una posición lateral singular y proporciona así un diagnóstico para determinar la posición lateral de la parte delantera del vehículo (fp) sobre la pista 2 y a continuación para mantener esta posición lateral a lo largo de toda la longitud de la pista 2.

65 Se apreciará por los expertos en la materia que la pista de carreras 2 no requiere necesariamente comprender un perfil lateral ópticamente graduado de una escala de grises. La pista puede formarse a partir de cualquier color adecuado, siempre que puedan formarse regiones correspondientes de reflectividad relativamente baja a

reflectividad alta para el sensor óptico 8. Además, la pista 2 no necesita en absoluto comprender un color visible, sino que, en su lugar, puede formarse a partir de un material reflectante de infrarrojos, empleándose una fuente de luz infrarroja 21 correspondiente dentro del sensor óptico 8.

5 Es preferible que la pista 2 se forme por un proceso de impresión en el que se aplique una tinta apropiada a un papel delgado. Como resultado, la pista de carreras 2 puede enrollarse o plegarse para fines de almacenamiento o transporte y después puede simplemente desenrollarse o desplegarse como y cuando se requiera.

10 La pista 2 puede imprimirse sobre secciones de papel independientes y tenderse luego de forma apropiada cuando se requiera que tenga lugar una carrera. Tal forma de realización permitiría que se instalaran pistas de carreras 2 de diferentes diseños por un usuario mediante la reconfiguración de las secciones de pista.

15 Se apreciará también por los expertos en la materia que pueden incorporarse marcas adicionales 29 dentro de la pista 2. Estas marcas adicionales 29 pueden diseñarse para que sean leídas por el sensor óptico 8, o para oscurecer el proceso de lectura del sensor óptico 8, con el fin de facilitar información adicional, por ejemplo tiempos por vuelta completa; simular peligros, por ejemplo manchas de aceite, escombros en la pista, cascajales; o simular condiciones de manipulación cambiantes que requieren que un vehículo haga una parada técnica, por ejemplo, un pinchazo del vehículo o condiciones meteorológicas cambiantes.

20 Sistema de control de sensor de velocidad

Se describirá ahora un sistema de control de bucle cerrado 30 para controlar la posición del vehículo 1 sobre la pista 2 con referencia al diagrama de bloques de la figura 5 y para un vehículo configurado para desplazarse en el sentido contrario al de las agujas del reloj alrededor de la pista 2.

25 La unidad de controlador 7 se emplea para recibir la señal de mando 25 procedente de la unidad de control remoto 24. La componente de control de velocidad de la señal de control 25 se utiliza para ajustar la velocidad de funcionamiento del motor eléctrico cc 6 y, por tanto, la velocidad del vehículo 1, mientras que la componente de posición de pista se emplea por la servodirección o servodirecciones para ajustar una posición lateral deseada del primer sensor óptico 8 sobre la pista 2. Por ejemplo, si el volante 27 está en su posición cero, entonces la posición de pista deseada para el vehículo 1 es el centro de la pista 2 y el vehículo 1 sigue el eje lateral 28 a lo largo de toda la longitud de la pista 2. Si el volante 27 se hace girar en el sentido contrario al de las agujas del reloj, entonces se genera una señal negativa que corresponde a una posición de pista lateral más cercana al interior de la pista 2, es decir, un área más oscura de la pista 2 que seguirá entonces el vehículo 1. Análogamente, si el volante 27 se hace girar en el sentido de las agujas del reloj, entonces se genera una señal positiva que corresponde a una posición de pista más próxima al exterior de la pista 2, es decir, un área más clara de la pista 2 para que la siga entonces el vehículo 1. Por tanto, puede considerarse que la pista comprende una pluralidad de ranuras virtuales para el vehículo 1, entre las cuales puede moverse fácilmente el vehículo 1 y la elección de las cuales se determina por la componente de posición de pista de la señal de mando 25.

40 Se apreciará por los expertos en la materia que, invirtiendo la disposición anterior, los vehículos 1 pueden configurarse para que funcionen en una dirección en el sentido de las agujas del reloj alrededor de la pista 2. En otra forma de realización alternativa, la reversión del sombreado graduado lateral de la pista 2 proporcionaría una configuración de carreras en el sentido de las agujas del reloj.

45 Se emplea entonces un primer sustractor 31 en una trayectoria de realimentación primaria 32 para la servodirección o servodirecciones 10. El primer sustractor 31 genera una señal de error 33 que proporciona la entrada para la unidad de controlador 7 restando una señal de realimentación primaria de la componente de posición de pista de la señal de mando 25 y permite así que la unidad de controlador 7 proporcione un diagnóstico de la desviación del primer sensor óptico 8 respecto de la posición de pista lateral deseada. La responsividad de un sensor viene dada por la relación entre su entrada y su salida. En el sistema de control 30 actualmente descrito, la responsividad, denotada por K_s , es la relación entre la posición de la pista medida por el primer sensor óptico 8 y la salida suministrada al primer sustractor 31. Al recibir la señal de error 33, la unidad de controlador 7 intenta entonces accionar la servodirección o servodirecciones 10 para reposicionar la parte delantera del vehículo 1 sobre la pista 2 con el fin de minimizar la señal de error 33. De esta manera el vehículo 1 se desplazará alrededor de la pista 2 mientras intenta mantener la posición de pista lateral ajustada por la componente de posición de pista. Si se cambia después la componente de posición de pista, entonces el vehículo 1 intentará reposicionarse sobre la pista 2 en la nueva posición lateral correspondiente.

60 Como se describe anteriormente, la tasa a la que aumenta el ángulo de carrocería (ba) a un ángulo de dirección dado y la posición de la parte delantera del vehículo (fp) dependen ambas de la velocidad del vehículo 1. Así, la ganancia de bucle del sistema de control 30 depende del cuadrado de la velocidad del vehículo 1. Por tanto, es extremadamente difícil calibrar la unidad de controlador 7 del sistema de control 30 para dar una respuesta rápida y estable para todas las velocidades del vehículo 1. A modo de ejemplo, un vehículo 1 de escala 1:20 que emplee una servodirección o servodirecciones 10 con un ancho de banda de 10 Hz tendría típicamente una velocidad de rango medio de $1,5 \text{ ms}^{-1}$. Aunque puede concebirse que el sistema de control 30 sea estable a esta velocidad de

funcionamiento, su estabilidad se deteriora rápidamente cuando la velocidad del vehículo se mueve por encima o por debajo de este valor de rango medio.

Una solución a este problema es emplear la salida del sensor de velocidad 9 para modificar la entrada enviada a la servodirección o servodirecciones 10 desde la unidad de controlador 7 y compensar así la dependencia de la ganancia de trayectoria de avance del sistema de control 30 respecto de la velocidad. La modificación más simple es hacer que la ganancia de la unidad de controlador 7 varíe con el recíproco del cuadrado de la velocidad del vehículo 1. Esto se consigue empleando una unidad de procesador 34 conectada entre el sensor de velocidad 9 y la unidad de controlador 7. Sin embargo, se hace notar que esta solución da como resultado ganancias de controlador muy altas a bajas velocidades del vehículo.

En una forma de realización alternativa, la unidad de procesador 34 se emplea para modificar la ganancia de la unidad de controlador 7 con el recíproco del cuadrado de la velocidad del vehículo 1 sólo cuando el vehículo 1 se está desplazando por encima de una velocidad mínima predeterminada; por ejemplo, en el ejemplo anteriormente proporcionado una velocidad mínima adecuada sería $0,5 \text{ ms}^{-1}$.

Sistema de control de segundo sensor óptico

En ausencia de un método de control adicional, la dinámica del sistema de control 30 se establece principalmente por la respuesta de la servodirección o servodirecciones 10 y así este sistema es efectivamente un sistema de cuarto orden tipo dos. Como se sabe por los expertos en la materia, tales sistemas no son particularmente estables, y así puede resultar difícil que el sistema de control 30 mantenga el vehículo 1 sobre la pista 2 sin una compensación adicional. Se describirá ahora una forma de realización alternativa, en la que se consigue una compensación de estabilidad adicional mediante el empleo de un segundo sensor óptico localizado dentro del vehículo.

Un vehículo 1b, que incorpora un segundo sensor óptico, se presenta esquemáticamente en la figura 6. Puede verse que el vehículo 1b comprende muchos de los elementos del vehículo 1 presentado en la figura 1, a saber: una carrocería principal 3, un conjunto de ruedas dirigibles 4, un conjunto de ruedas no dirigibles 5, un motor eléctrico cc 6, una unidad de controlador 7, un primer sensor óptico 8 posicionado en la parte delantera del vehículo 1b y una servodirección o servodirecciones 10. Sin embargo, en la forma de realización actualmente descrita un segundo sensor óptico 8b está localizado en la parte trasera del vehículo 1b. En la forma de realización actualmente descrita no se requiere tampoco el sensor de velocidad 9.

La figura 7 presenta un diagrama de bloques 35 que muestra la respuesta del vehículo 1b de la figura 6 a la señal de mando 25 generada por la unidad de control remoto 24. El diagrama de bloques de respuesta de la figura 7 es similar al discutido anteriormente en conexión con la respuesta del vehículo 1 y, como se presenta en la figura 2, con la excepción de que está ahora presente un brazo 36 que representa la posición de la parte trasera del vehículo (rp).

Un sistema de control de bucle cerrado 37 para controlar la posición del vehículo 1b sobre la pista 2 es presentado por el diagrama de bloques de la figura 8(a) y el diagrama de bloques equivalente de la figura 8(b). La unidad de controlador 7 se emplea de nuevo para recibir la señal de mando 25 procedente de la unidad de control remoto 24 con el fin de ajustar la velocidad y posición deseadas de la parte delantera del vehículo 1b sobre la pista 2. El primer sustractor 31 se emplea de nuevo en una trayectoria de realimentación primaria 32 para la servodirección o servodirecciones 10 con el fin de generar una señal de error 33 que proporciona un diagnóstico de la desviación de la parte delantera del vehículo 1 respecto de la posición deseada. La responsividad de la trayectoria de realimentación primaria 32 se denota de nuevo por K_s .

Además, el sistema de control 37 emplea una trayectoria de realimentación secundaria o local 38 para la servodirección o servodirecciones 10. La trayectoria de realimentación secundaria 38 proporciona a un segundo sustractor 39 localizado en ella la posición medida de la parte trasera del vehículo (rp). El segundo sustractor 39 está configurado para proporcionar entonces una señal de realimentación secundaria a la servodirección o servodirecciones 10 que sea igual a la diferencia entre las posiciones delantera y trasera del vehículo, a saber $(fp) - (rp)$.

Con referencia a la figura 6, la trigonometría básica nos muestra que la diferencia entre las posiciones delantera (fp) y trasera (rp) del vehículo 1b sobre la pista 2 viene dada por la base de sensor (sb) multiplicada por el seno del ángulo de carrocería, o expresado de otra manera:

$$((fp)-(rp))=(sb).\sin(ba) \quad (1)$$

Por tanto, midiendo las posiciones delantera (fp) y trasera (rp) del vehículo 1b sobre la pista 2, y calculando la diferencia entre estos valores, se permite que se envíe a la servodirección o servodirecciones 10 una señal de realimentación secundaria que depende del ángulo de carrocería (ba) en vez de depender solamente del ángulo de dirección (sa). El bucle de realimentación secundario actúa así para minimizar el ángulo de carrocería medido con el fin de mantener el vehículo 1b desplazándose en paralelo al eje longitudinal 28 de la pista 2.

Además, puesto que el primer bloque integral de tiempo 17 está contenido ahora dentro del bucle de realimentación secundario, esto tiene el efecto de convertir este bloque para que actúe como un retraso exponencial en vez de una integración de tiempo. Por tanto, el sistema de control 37 puede considerarse un sistema de cuarto orden, tipo uno que, como se aprecia por los expertos en la materia, es significativamente más estable que un sistema de cuarto orden tipo dos. Además, el sistema de control 37 reduce también los efectos de la velocidad en la estabilidad del sistema 37, puesto que la parte del sistema que tiene una ganancia que cambia con la velocidad está ahora contenida dentro del bucle de realimentación local.

Se apreciará también por los expertos en la materia que tanto el ángulo de dirección (sa) como el ángulo de carrocería (ba) serán típicamente de 30° o menos. Como resultado, puede hacerse una simplificación adicional del sistema de control 37 explotando el hecho de que, para ángulos pequeños θ , $\sin(\theta)$ es aproximadamente igual a θ . Por tanto, se presenta un sistema de control efectivo simplificado 37a por el diagrama de bloques de la figura 9, en el que se omiten los bloques de seno primero 14 y segundo 18.

En la práctica, se encuentra que es preferible para la estabilidad de los sistemas de control 37 y 37a que la responsividad en la trayectoria de realimentación secundaria 38, K_{lf2} , se haga igual al recíproco de la responsividad (K_{ss}) de la servodirección o servodirecciones 10. Junto con la negación en el segundo sustractor 39, esto da como resultado que el ángulo de dirección (sa) se ajuste igual y opuesto al ángulo de carrocería (ba). El bucle de realimentación secundario 38 hace así que las ruedas dirigibles 4 apunten en la dirección en la que deberá desplazarse el vehículo 1b.

En ausencia del bucle de realimentación secundario, si la posición delantera del vehículo (fp) estuviera en la posición correcta, pero el vehículo estuviera en ángulo con respecto a la pista 2, entonces tan pronto como el vehículo 1b se moviera hacia delante, la posición delantera del vehículo (fp) se desviaría de la posición deseada antes de que la realimentación total la devolviera finalmente a la posición en línea. Con la adición del segundo sensor 8b a la parte trasera del vehículo 1b y la trayectoria de realimentación secundaria 38, las ruedas dirigibles 4 se apuntan automáticamente a lo largo de la pista 2, y cuando el vehículo 1b se mueve hacia delante, la posición trasera (rp) simplemente sigue a la posición delantera (fp) hasta la posición correcta en toda la pista 2. Así, puede considerarse que los sistemas de control 37 y 37b anticipan el error posicional inminente del vehículo 1b y realizan entonces la acción necesaria para corregir este error posicional antes de que ocurra.

Sistema de control de sensor de velocidad y segundo sensor óptico

En una forma de realización alternativa preferible, el sistema de control para el vehículo emplea una combinación de los dos sistemas de control anteriormente descritos 30 y 37. A modo de ejemplo, la figura 10 presenta un vehículo 1c que incorpora tanto el sensor de velocidad 9 como el segundo sensor óptico 8b. Los elementos restantes del vehículo 1c corresponden a los presentados en la figura 1 y la figura 6 en conexión con los vehículos previamente descritos 1 y 1b y se marcan así con números de referencia correspondientes.

Un primer sistema de control de bucle cerrado 40 para controlar la posición del vehículo 1c sobre la pista 2 es presentado por el diagrama de bloques de la figura 11. Como sucede con los sistemas previamente descritos 30 y 37, la unidad de controlador 7 se emplea para recibir la señal de mando 25 procedente de la unidad de control remoto 24 con el fin de ajustar la velocidad y posición deseadas de la parte delantera del vehículo 1c sobre la pista 2. El primer sustractor 31 se emplea entonces en una trayectoria de realimentación primaria 32 para la servodirección o servodirecciones 10 con el fin de generar una señal de error 33 que proporciona un diagnóstico de la desviación de la parte delantera del vehículo 1 con respecto a la posición deseada. La responsividad de la trayectoria de realimentación primaria 32 se denota de nuevo por K_s .

La trayectoria de realimentación secundaria o local 38 proporciona de nuevo detalles de la posición de la parte trasera del vehículo (rp) con respecto al segundo sustractor 39 localizado entre la primera unidad de controlador 7 y la servodirección o servodirecciones 10. El segundo sustractor 39 se configura de nuevo de tal manera que el bucle de realimentación secundario actúe para minimizar el ángulo de carrocería medido del vehículo 1c sobre la pista 2. La responsividad de la trayectoria de realimentación secundaria 38, K_{lf2} , se hace de nuevo preferentemente igual al recíproco de la responsividad (K_{ss}) de la servodirección o servodirecciones 10. Con el fin de proporcionar unos medios para implementar la compensación de velocidad dentro del bucle de realimentación secundario, deberá hacerse notar que una segunda unidad de controlador 7b está localizada entre el segundo sustractor 39 y la servodirección o servodirecciones 10.

En la forma de realización actualmente descrita, las ganancias del bucle de realimentación primaria y el bucle de realimentación secundario se modifican por las unidades de controlador 7 y 7b para que varíen con el recíproco de la velocidad del vehículo 1c en vez de hacerlo con el recíproco de la velocidad elevada al cuadrado, tal como se requería dentro del sistema de control 30. Sin embargo, esto se consigue de una manera similar, a saber, empleando unidades de procesador 34 y 34b conectadas entre el sensor de velocidad 9 y las unidades de controlador primera y segunda 7 y 7b, respectivamente.

En una forma de realización alternativa, las unidades de procesador 34 y 34b pueden emplearse para modificar la ganancia de los bucles de realimentación primario y secundario a través de las unidades de controlador 7 y 7b, respectivamente, con el recíproco de la velocidad del vehículo 1c, solamente cuando el vehículo 1c se está desplazando por encima de una velocidad mínima predeterminada.

5 Con el diagrama de bloques de la figura 12 se presenta un segundo sistema de control 41 para controlar la posición del vehículo 1c sobre la pista 2. Esta forma de realización es similar en muchos aspectos al sistema de control 40 presentado en la figura 11 y discutido en detalle anteriormente. La única diferencia significativa es que se omite la segunda unidad de controlador 7b de tal manera que la variación de la ganancia del bucle secundario sea llevada
10 dentro de la propia trayectoria de realimentación 38. Esta es una solución menos preferible, puesto que requieren un procesamiento diferente para el controlador de trayectoria de avance 7 cuando el cambio de la ganancia de trayectoria de realimentación secundaria 38 cambia la respuesta de bucle cerrado del bucle secundario y cambia así la ganancia del bucle primario.

15 Se apreciará por los expertos en la materia que en todas las formas de realización descritas de los vehículos puede adaptarse la servodirección de tal manera que, en lugar de modificar el ángulo de las ruedas dirigibles, se consiga un cambio en la dirección del vehículo modificando la rotación relativa de las ruedas.

20 Además, se apreciará que, aunque las unidades de controlador 7 y 7b, los sustractores 31 y 39 y las unidades de procesador 34 y 34b se han presentado todos ellos como unidades independientes, su funcionalidad puede implementarse directamente con una única unidad de controlador.

25 El juego de vehículos de carreras anteriormente descrito ofrece muchas ventajas con respecto a los juegos conocidos en la técnica. En primer lugar, se proporciona una combinación de vehículo y pista sin ranura con la que puede modificarse la posición lateral de un vehículo de tal manera que éste pueda moverse a través de todo el ancho de la pista. Esto proporciona un juego de vehículos de carreras más realista, puesto que el operador del vehículo puede maniobrarlo con el fin de obtener una ventaja táctica (por ejemplo, adelantar o arrimarse a un oponente o proteger una línea de carrera), pero sin tener que dirigir el coche alrededor de la pista.

30 En segundo lugar, si vehículo se sale de la pista, puede simplemente ser hecho regresar a ella y se reanuda el funcionamiento del sistema de control para el vehículo sobre la pista. Así, a diferencia de los coches de ranura, no hay necesidad de que un operador reposicione físicamente su vehículo sobre la pista con el fin de reanudar la carrera.

35 La propia pista ofrece también una pluralidad de ventajas significativas. En primer lugar, no hay ningún límite al número de vehículos que pueden correr en la carrera, puesto que no hay ranuras predeterminadas requeridas para el funcionamiento del vehículo. La pista es altamente flexible, permitiendo un simple almacenamiento, transporte y despliegue. La pista es simple de producir y así es significativamente más barata que las pistas ranuradas tradicionales conocidas en la técnica. Finalmente, la pista permite la incorporación de peligros de carrera
40 adicionales, tales como manchas de aceite, escombros en la pista, cascajales o condiciones meteorológicas variables.

45 Se describen un método y un aparato para controlar la posición de un vehículo sobre una pista para proporcionar un juego de vehículos de carreras sin ranura. El método implica medir la posición lateral del vehículo sobre la pista para minimizar la distancia con una posición lateral definida por el usuario. Una velocidad medida del vehículo se realimenta entonces a una servodirección con el fin de estabilizar la posición del vehículo en la posición lateral deseada. En particular, la ganancia de un controlador que genera la señal de entrada para la servodirección se modifica con el recíproco del cuadrado de la velocidad del vehículo.

50 La descripción anterior de la invención se ha presentado para fines de ilustración y descripción y no está destinada a ser exhaustiva ni a limitar la invención a la forma precisa descrita. Las formas de realización descritas se seleccionaron y se describieron con la finalidad de explicar del mejor modo los principios de la invención y su aplicación práctica para permitir así que otros expertos en la materia utilicen óptimamente la invención en diversas formas de realización y con diversas modificaciones que sean adecuadas para el uso particular contemplado. Por
55 tanto, pueden incorporarse otras modificaciones o mejoras sin apartarse del alcance de la invención tal como éste se define por las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Método para controlar la posición de un vehículo controlado de manera remota (1) sobre una pista (2), en el que el método comprende las etapas siguientes:
- 5
- tomar una primera medición de una posición lateral del vehículo (1) sobre la pista (2);
 - comparar la primera posición lateral medida con una posición lateral deseada para el vehículo (1) con el fin de producir una señal de error (33);
- 10
- generar una primera señal de entrada (11) para una servodirección (10) del vehículo (1) con el fin de minimizar la señal de error (33);
 - medir la velocidad del vehículo (1);
- 15
- caracterizado por que comprende
- modificar la ganancia de un controlador (7) que genera la primera señal de entrada para la servodirección (10) con el recíproco del cuadrado de la velocidad del vehículo (1) cuando la velocidad del vehículo (1) está por encima de un valor predeterminado.
- 20
2. Método para controlar la posición de un vehículo controlado de manera remota (1) según la reivindicación 1, en el que la etapa que consiste en tomar la primera medición se lleva a cabo en la parte delantera del vehículo (1).
- 25
3. Método para controlar la posición de un vehículo controlado de manera remota (1) según cualquiera de las reivindicaciones 1 o 2, en el que la etapa que consiste en tomar la primera medición comprende emplear un sensor óptico (8) para medir una luz (23) reflejada desde la pista (2).
- 30
4. Método para controlar la posición de un vehículo controlado de manera remota (1) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la etapa que consiste en medir la velocidad del vehículo (1) comprende medir la fuerza contraelectromotriz generada por un motor (6) empleado para accionar el vehículo (1).
- 35
5. Método para controlar la posición de un vehículo controlado de manera remota (1) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el método además comprende la etapa que consiste en medir el ángulo entre la dirección de propagación del vehículo (1) y un eje longitudinal (28) de la pista (2).
- 40
6. Método para controlar la posición de un vehículo controlado de manera remota (1) según la reivindicación 5, en el que el método además comprende la etapa que consiste en generar una segunda señal de entrada para la servodirección (10) con el fin de minimizar el ángulo medido.
- 45
7. Método para controlar la posición de un vehículo controlado de manera remota (1) según cualquiera de las reivindicaciones 5 o 6, en el que la etapa que consiste en medir el ángulo entre la dirección de propagación del vehículo (1) y un eje longitudinal (28) de la pista (2) comprende tomar una segunda medición de una posición lateral del vehículo (1) sobre la pista (2).
- 50
8. Método para controlar la posición de un vehículo controlado de manera remota (1) según la reivindicación 7, en el que la etapa que consiste en tomar la segunda medición se lleva a cabo en la parte trasera del vehículo (1).
- 55
9. Método para controlar la posición de un vehículo controlado de manera remota (1) según cualquiera de las reivindicaciones 7 u 8, en el que la etapa que consiste en medir el ángulo entre la dirección de propagación del vehículo (1) y un eje longitudinal (28) de la pista (2) además comprende tomar la segunda medición de la posición lateral del vehículo (1) sobre la pista (2) desde la primera medición de la posición lateral del vehículo (1) sobre la pista (2).
- 60
10. Circuito de control (30) para controlar la posición de un vehículo controlado de manera remota (1) sobre una pista (2), en el que el circuito de control (30) comprende:
- un primer sensor de medición (8) para medir una primera posición lateral del vehículo (1) sobre la pista (2);
 - un sustractor (31) empleado para producir una señal de error (33) comparando la primera posición lateral medida con una posición lateral deseada para el vehículo (1);
 - un controlador (7) para generar una primera señal de entrada (11) para una servodirección (10) del vehículo (1) con el fin de minimizar la señal de error (33);
 - un sensor de velocidad (9) para medir la velocidad del vehículo (1);
- 65

caracterizado por que

- 5 - una ganancia del controlador (7) es modificada con el recíproco del cuadrado de la velocidad del vehículo (1) cuando la velocidad medida del vehículo (1) está por encima de un valor predeterminado para compensar los cambios dependientes de la velocidad en la respuesta del vehículo (1) a una señal de salida (13) de la servodirección (10).
- 10 11. Circuito de control (30) según la reivindicación 10, en el que el circuito de control (30) además comprende un segundo sensor de medición (8b) para medir el ángulo entre la dirección de propagación del vehículo (1) y un eje longitudinal (28) de la pista (2).
- 15 12. Circuito de control (30) según la reivindicación 10, en el que el controlador (7) genera una segunda señal de entrada para la servodirección (10) con el fin de minimizar el ángulo medido.
- 20 13. Circuito de control (30) según cualquiera de las reivindicaciones 10 a 12, en el que el primer sensor de medición (8) comprende un sensor óptico que presenta una fuente de luz (21) y un detector (22).
- 25 14. Circuito de control (30) según cualquiera de las reivindicaciones 10 a 13, en el que el sensor de velocidad (9) comprende unos medios para medir la fuerza contraelectromotriz de un motor (6) empleado para accionar el vehículo (1).
- 15. Vehículo de carreras controlado de manera remota (1), que comprende un circuito de control (30) según cualquiera de las reivindicaciones 10 a 14.

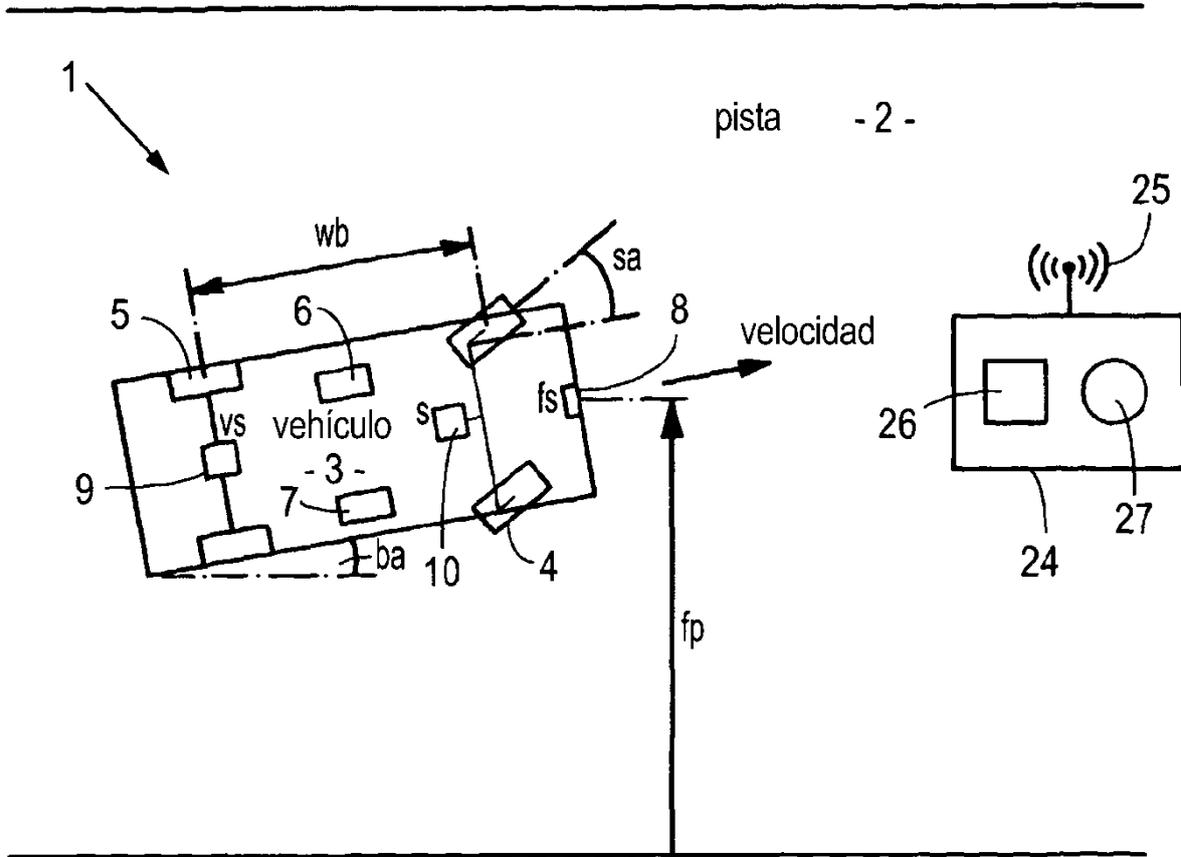


Fig. 1

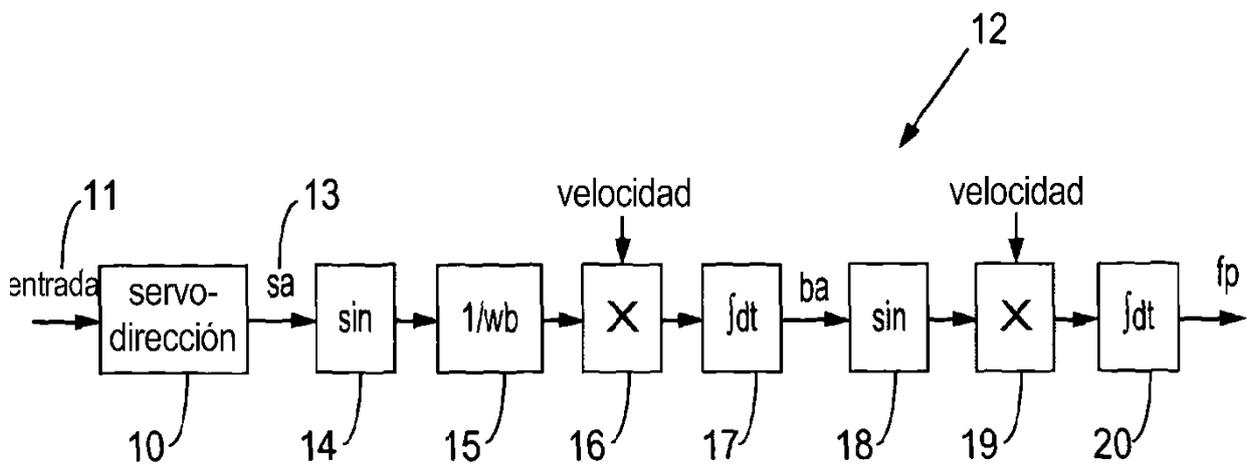


Fig. 2

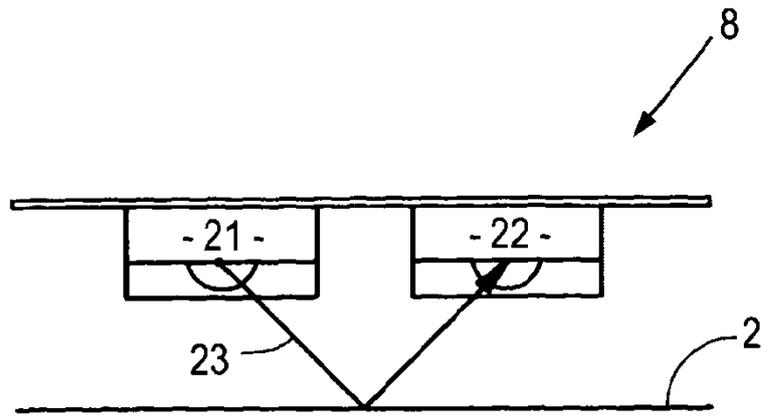


Fig. 3(a)

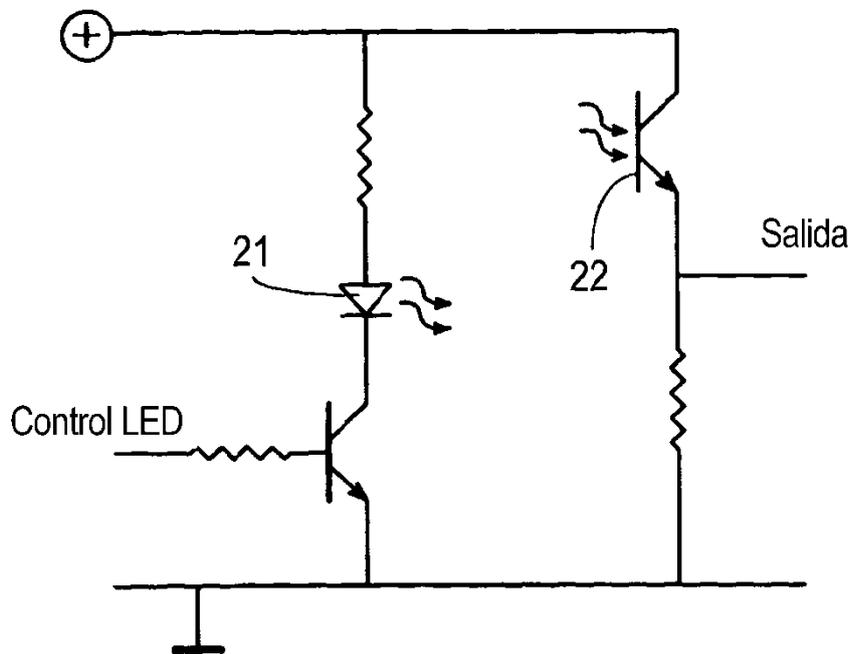


Fig. 3(b)

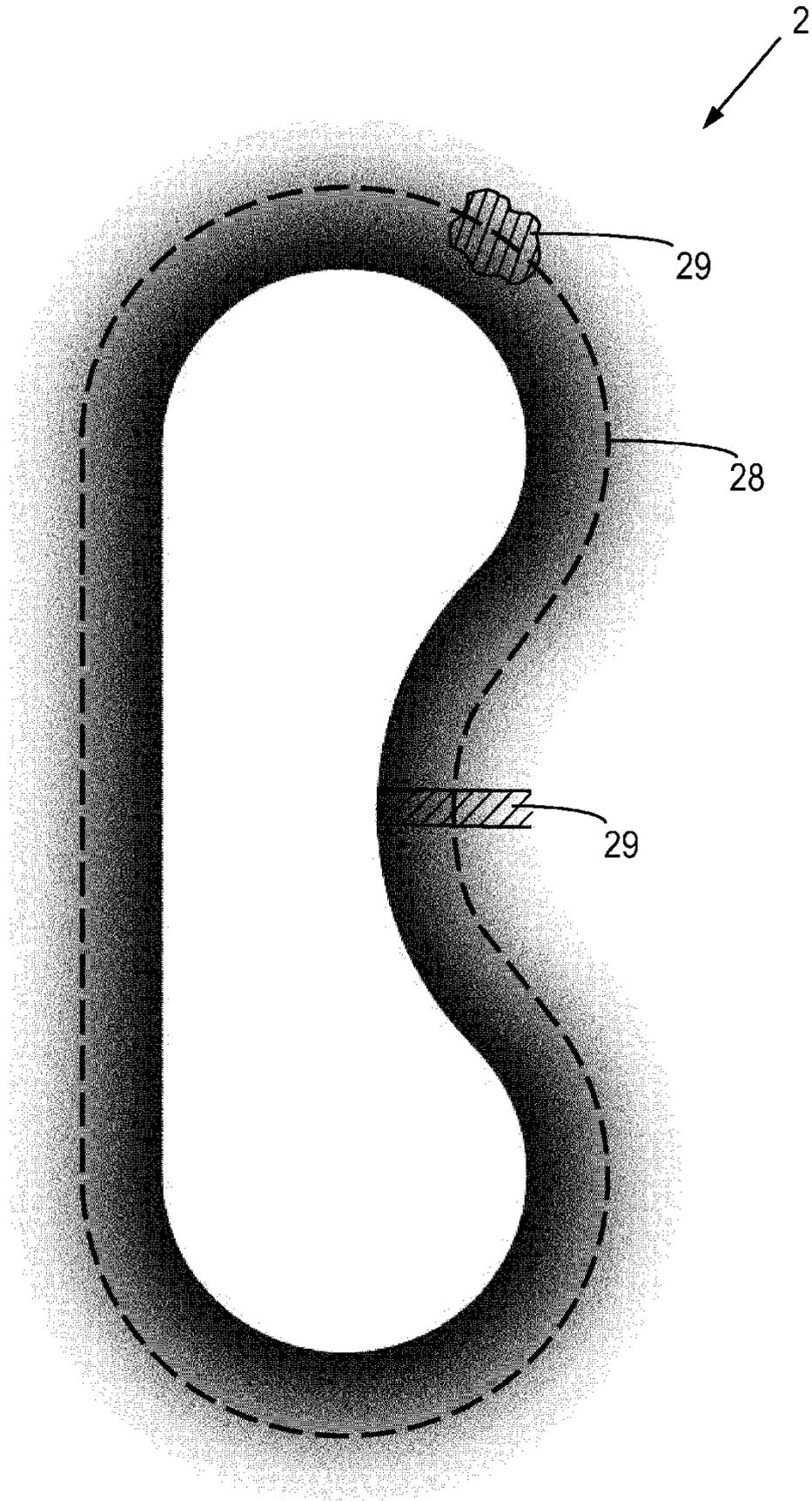


Fig. 4

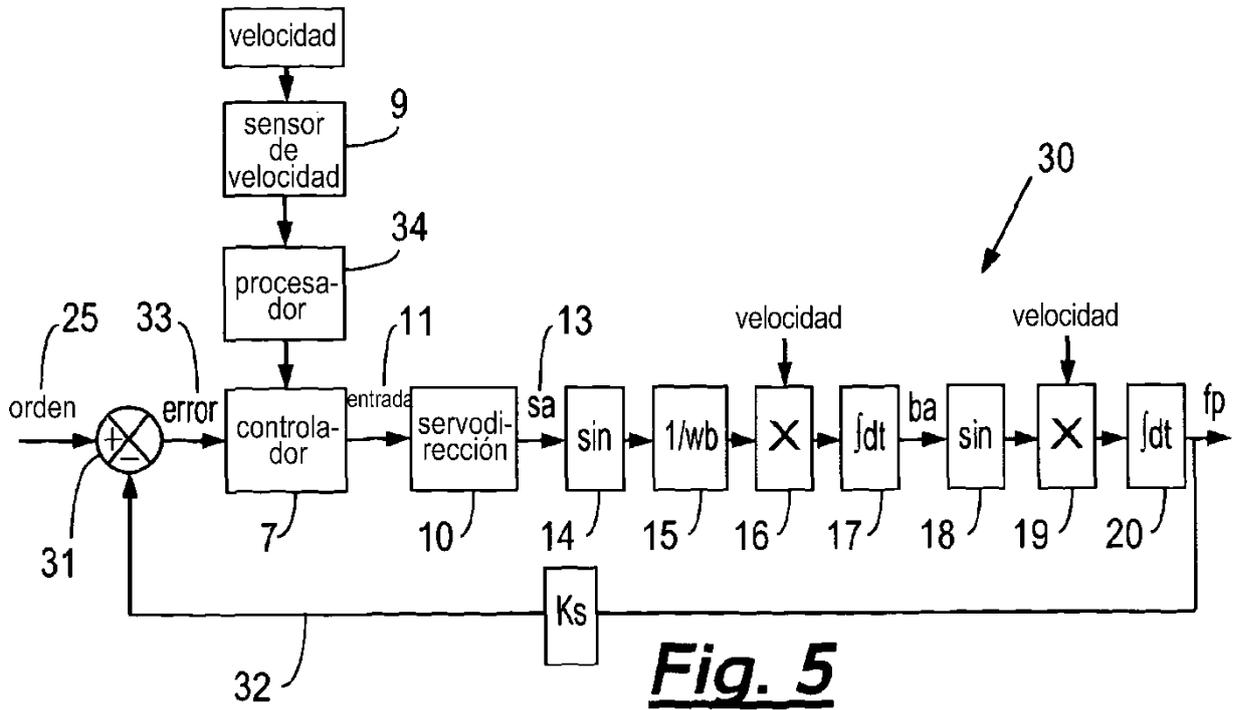


Fig. 5

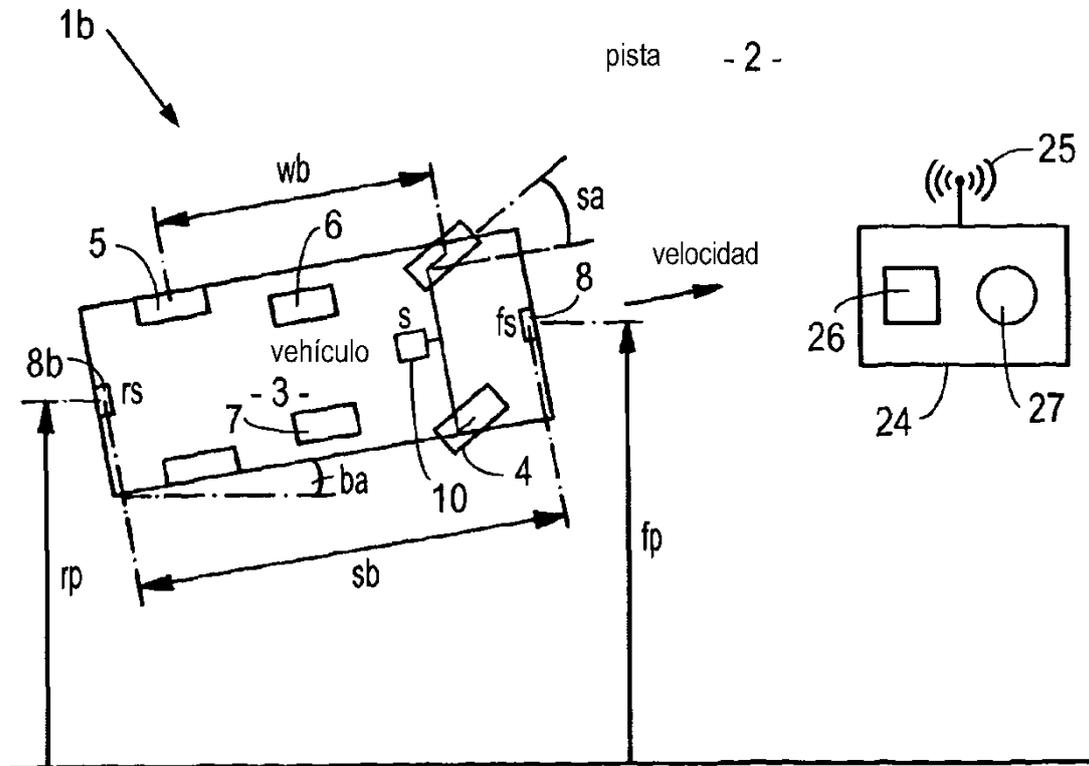


Fig. 6

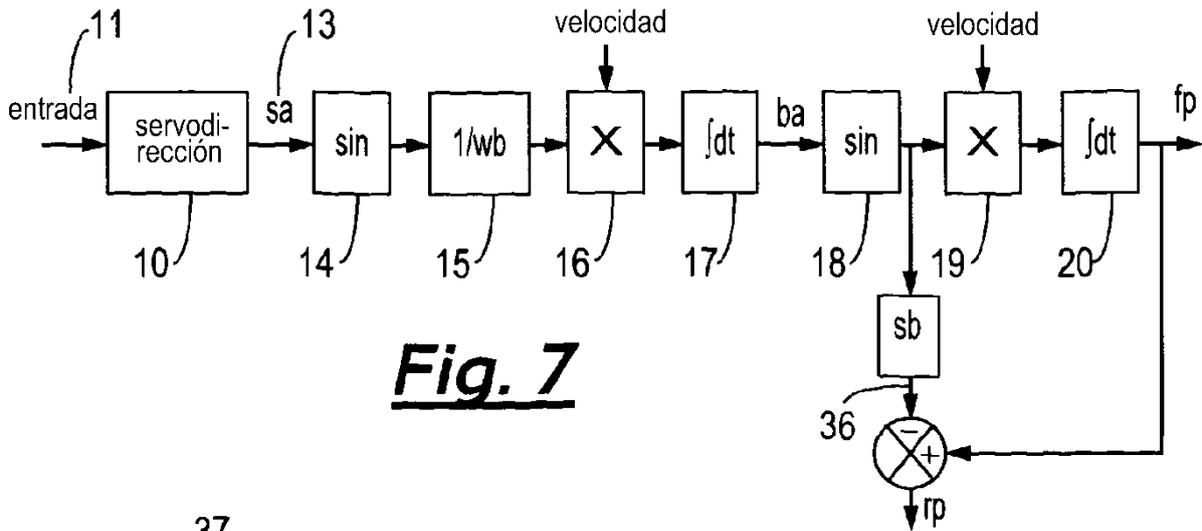


Fig. 7

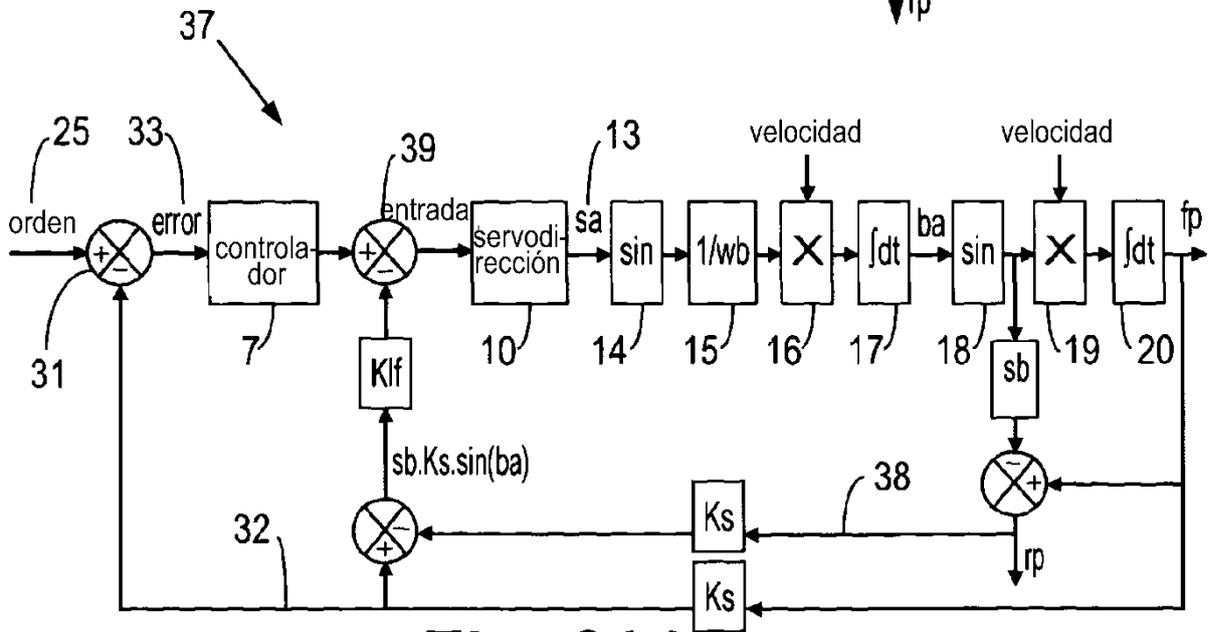


Fig. 8(a)

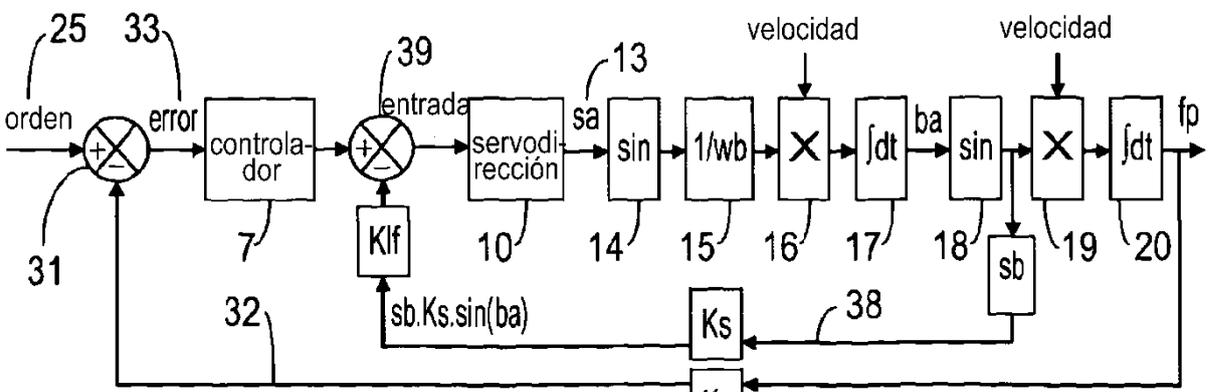


Fig. 8(b)

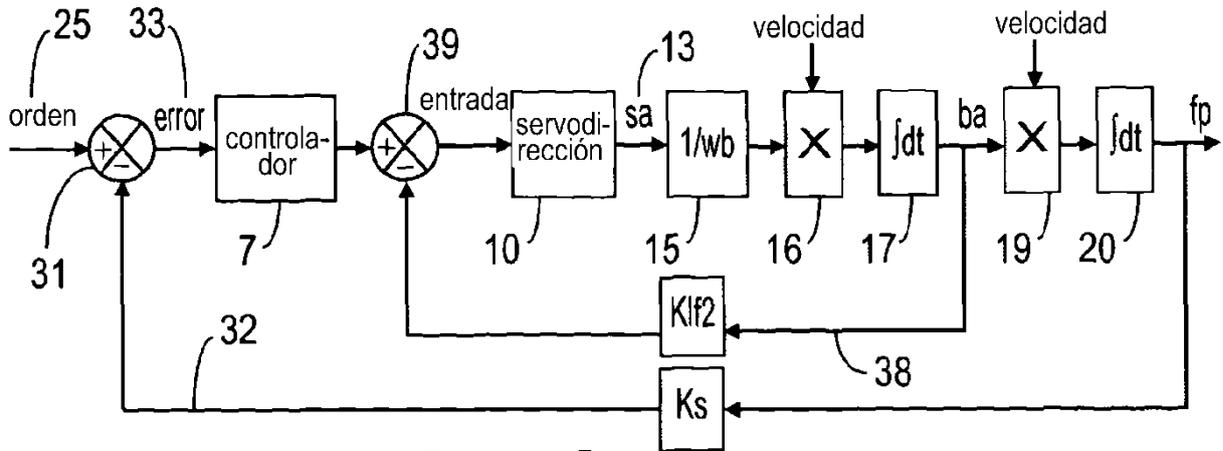


Fig. 9

pista - 2 -

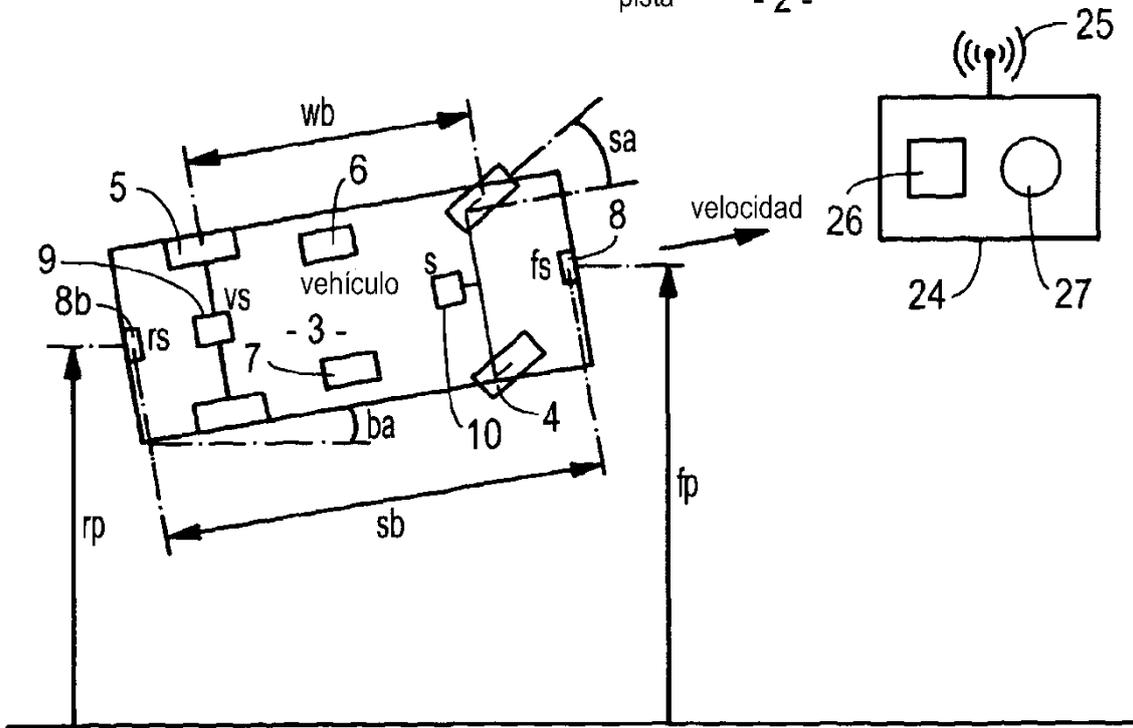


Fig. 10

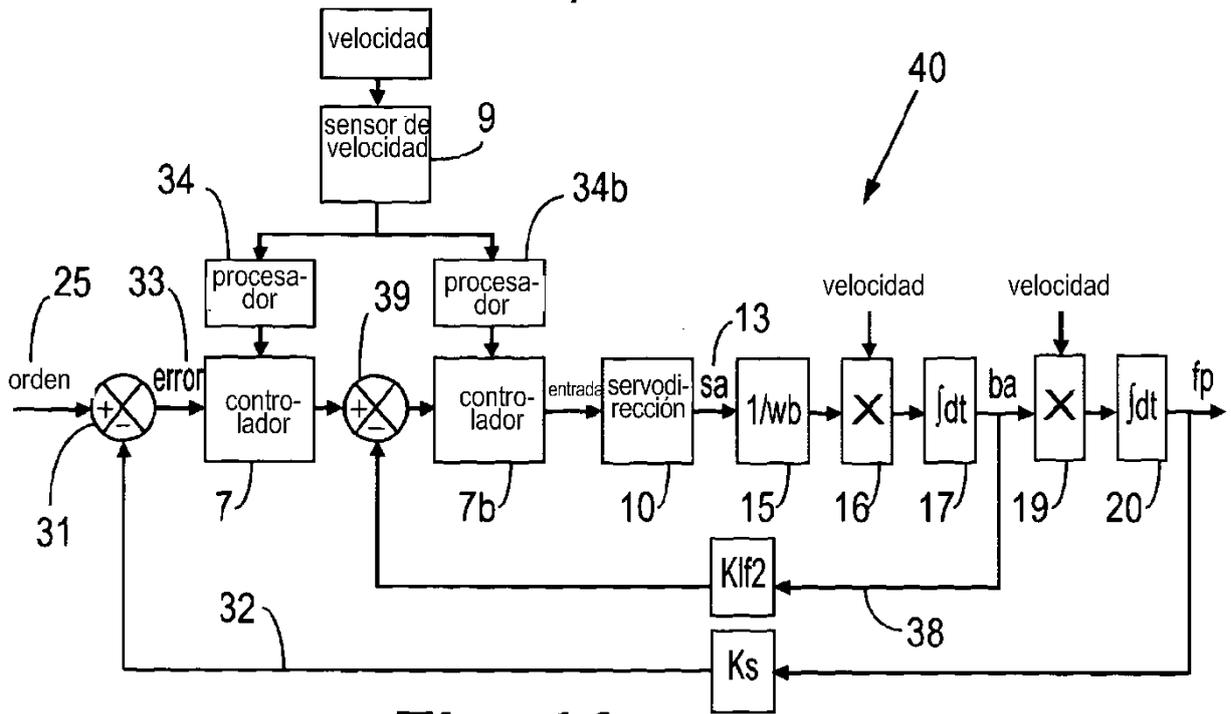


Fig. 11

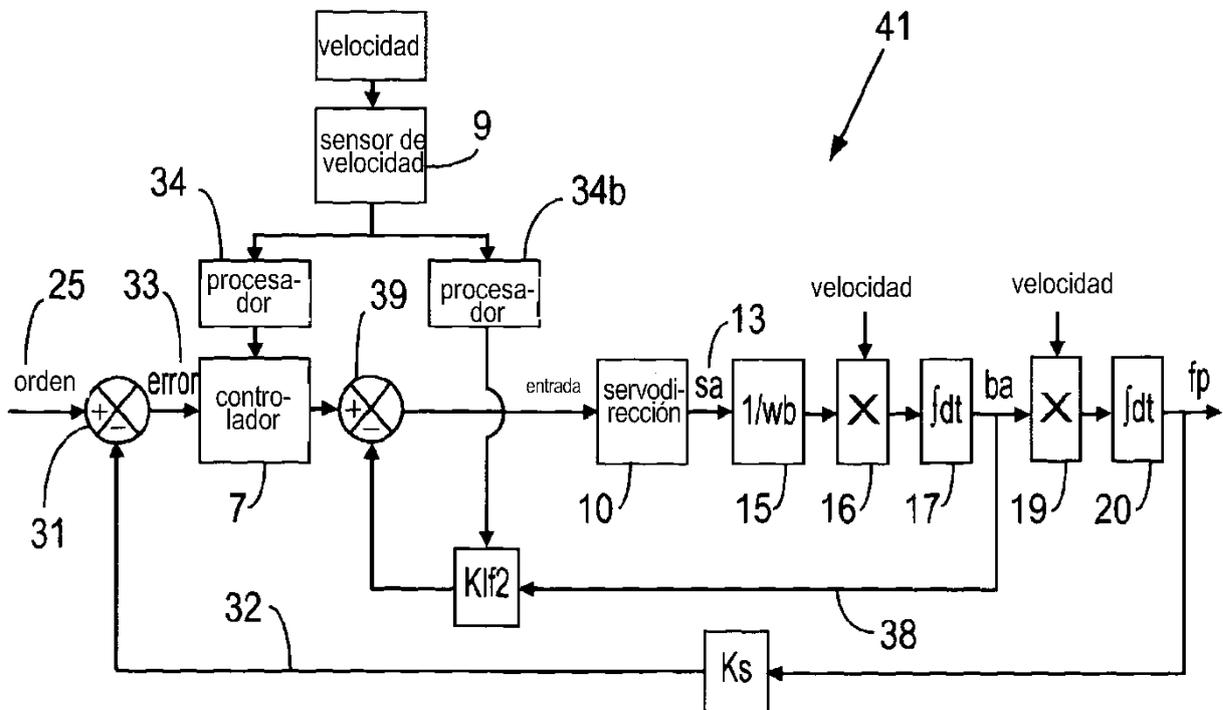


Fig. 12