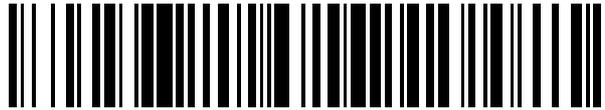


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 692 143**

51 Int. Cl.:

B60T 13/66	(2006.01)
B60T 13/68	(2006.01)
B60T 13/70	(2006.01)
B60T 13/72	(2006.01)
B60T 15/14	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **04.11.2005 PCT/US2005/040067**

87 Fecha y número de publicación internacional: **18.05.2006 WO06052771**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **04.11.2005 E 05817461 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.09.2018 EP 1836077**

54 Título: **Control antiderrape-lógica combinada de control de rueda pareada/individual**

30 Prioridad:

11.11.2004 US 986559

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

30.11.2018

73 Titular/es:

**HYDRO-AIRE INC. SUBSIDIARY OF CRANE CO.
(100.0%)
3000 Winona Avenue
Burbank, CA 91510-7722, US**

72 Inventor/es:

**BUTLER, HARRIS, K., III y
BRITTIAN, SCOTT, A.**

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 692 143 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

Control antiderrape - lógica combinada de control de rueda pareada/individual

5 **Antecedentes de la invención**

1. Campo de la Invención

10 Esta invención se refiere en general a sistemas de frenado antiderrape para vehículos con ruedas. Más en concreto, esta invención se refiere a un sistema y método mejorados para controlar el deslizamiento de rueda en un sistema de frenado de ruedas múltiples. Este sistema mejorado es especialmente útil en vehículos con una base de rueda ancha, tal como los aviones de tipo general. Este sistema mejorado optimiza el rendimiento de frenado de tales vehículos de ruedas múltiples pareadas minimizando al mismo tiempo la desviación direccional.

15 **2. Antecedentes generales y estado de la técnica**

Suelen instalarse sistemas de frenado antiderrape y automáticos en vehículos de ruedas múltiples como aviones de tipo general y aviones comerciales para contribuir a la deceleración del vehículo. Los modernos sistemas antiderrape optimizan típicamente la eficiencia de frenado mediante adaptación a las condiciones de la pista y otros factores que afectan al frenado para maximizar la deceleración, correspondiente al nivel de presión del freno seleccionado por el piloto. En los sistemas antiderrape convencionales, el piloto aplica típicamente los frenos de forma mecánica mediante una válvula dosificadora, y tan pronto como la presión del freno de rueda se aproxima al nivel de derrape, por ejemplo, cuando se detecta un derrape inicial, se usa un valor de presión de freno para inicializar el sistema de control antiderrape.

25 En aplicaciones de aviación, la rápida aplicación de los pedales por parte del piloto de un avión durante el aterrizaje puede crear a menudo fuertes derrapes iniciales antes de que se determine una presión de frenado antiderrape efectiva o par de freno y de que el deslizamiento sea controlado efectivamente por los sistemas antiderrape y de control de frenado convencionales. La reducción de los derrapes iniciales y la maximización de la eficiencia de frenado daría lugar a distancias de parada más cortas del avión, lo que permite que el avión aterrice en pistas más cortas, y puede dar lugar a reducido desgaste de los neumáticos.

35 Los sistemas convencionales de control de derrape incluyen de ordinario indicadores de deslizamiento que tienen un transductor de velocidad de rueda y un sensor de presión de freno para cada freno de rueda del vehículo. Los transductores de velocidad de rueda miden la velocidad de rueda y generan señales de velocidad de rueda que son una función de la velocidad rotacional de la rueda. Las señales de velocidad de rueda son convertidas típicamente a una señal que representa la velocidad de las ruedas, y son comparadas con una velocidad de referencia del avión. Esta comparación puede generar una señal de error de velocidad de rueda indicativa de la diferencia entre las señales de velocidad de rueda de cada rueda frenada y la señal de velocidad de referencia. La salida del comparador de velocidad se denomina "error de velocidad". Las señales de error de velocidad son ajustadas típicamente por un modulador integrador de polarización de presión, una unidad de control proporcional, y una red de compensación. La salida de tales circuitos lógicos se suma para proporcionar una señal de control antiderrape que es recibida por un procesador de orden. El modulador integrador de polarización de presión dicta el nivel de presión de control máximo permisible durante el frenado. Es decir, cuando no se detecta derrape (o deslizamiento), este integrador permite la plena presión del sistema a los frenos y permite menos presión cuando se detecta derrape.

50 Los sistemas de control antiderrape convencionales y de reciente invención son conocidos por los expertos en la técnica. Algunos sistemas de control antiderrape recientemente inventados se describen en las Patentes de Estados Unidos números 4.562.542, 6.655.755 y 6.659.400. Los expertos en la técnica de control de freno antiderrape están familiarizados con las ventajas y las desventajas de los diferentes sistemas de control descritos en estas y otras patentes.

55 Los sistemas antiderrape convencionales procesan la señal de empuje de presión de al menos dos formas diferentes: como señales de control pareado o individual. En los sistemas de control de derrape pareado, la señal de control de derrape de una sola rueda es enviada a la válvula de control de presión de ambas ruedas. En los sistemas de control de derrape individual, cada rueda genera una señal de control de derrape individual que es enviada a su propia válvula de control de presión.

60 Los sistemas de control de derrape pareado toman típicamente la señal de la primera rueda para indicar un deslizamiento o de la rueda que indica el deslizamiento más grande y usan dicha señal para modular la presión del freno a ambas o a todas las ruedas. Tales sistemas evitan que el sistema antiderrape genere desviación direccional. En vehículos con bases de rueda anchas, como los aviones de tipo general, las pequeñas variaciones en la presión del freno entre las ruedas espaciadas pueden inducir desviación direccional. Un inconveniente de estos sistemas es la reducida eficiencia de frenado. Dado que la presión del freno a todas las ruedas se reduce en respuesta a la

65

rueda que experimenta el coeficiente de rozamiento más bajo, se sacrifica la presión de freno disponible para las otras ruedas.

Los sistemas de control de derrape individual toman las señales de cada rueda individual y responden con una señal para modular la presión de freno enviada a la válvula de control de presión de cada rueda individual. Es decir, el sistema de control modula la presión de frenado a cada rueda individual según las condiciones de deslizamiento que experimenta cada rueda. Estos sistemas maximizan la eficiencia de frenado de todo el vehículo permitiendo la presión de frenado máxima permitida para las condiciones que experimenta cada rueda. Un inconveniente de estos sistemas es la desviación direccional producida por el sistema antiderrape. Cuando se aplica mayor presión de frenado a una rueda que experimenta menos deslizamiento, las diferentes fuerzas aplicadas a las diferentes ruedas generan par. El par del vehículo se experimenta como desviación direccional.

En US 5.551.769 se describe un método y sistema para modificar el control de freno antibloqueo a un vehículo que frena en una superficie dividida. Cada una de las velocidades de rueda es detectada y comparada con una referencia de velocidad de rueda. Si la velocidad de solamente una de las ruedas delanteras se aparta de la referencia de velocidad de rueda por encima de un umbral de deslizamiento predeterminado, se activa un control mu dividido. Al detectar una salida de la rueda de mu alto, se aplica un primer perfil de control de presión a la rueda de mu bajo, mientras que se aplica un segundo perfil de control de presión diferente del primer perfil de control de presión a la rueda de mu alto. Una vez que el vehículo ha pasado de frenar en una superficie de mu dividido a frenar en una superficie de mu homogéneo, se aplica presión de control ABS normal a las ruedas.

Por lo tanto, se necesitan un sistema de frenado antiderrape para un vehículo de ruedas múltiples que optimice la eficiencia de frenado del vehículo minimizando al mismo tiempo la desviación direccional.

Resumen de la invención

Según la presente invención se facilita un sistema de frenado antiderrape que tiene los elementos de la reivindicación 1 y un método de reducir el derrape de un vehículo incluyendo los pasos de la reivindicación 8.

Brevemente y en términos generales, la presente invención proporciona un sistema y método mejorados para control de frenado antiderrape en un vehículo de ruedas múltiples. Esta invención puede aplicarse a cualquier vehículo que use un sistema de control de freno accionado para controlar la deceleración del vehículo. Un circuito lógico está provisto del sistema de control de frenado antiderrape para iniciar selectivamente una función pareada o una función individual en las señales enviadas a las válvulas de presión de freno. Como se describe aquí, una "función" es un término general para el proceso realizado por un circuito lógico u otro circuito electrónico. Este circuito lógico evalúa la condición de deslizamiento en cada rueda para evaluar la forma de control apropiada para el vehículo. Cuando el circuito lógico selecciona la función pareada, el sistema antiderrape proporciona la misma señal a cada una de las válvulas de presión de freno. Esta señal es típicamente en respuesta a las condiciones experimentadas por la primera rueda para indicar una condición de deslizamiento (conocida como la "rueda directriz"). Cuando la función individual es seleccionada por el circuito lógico, el sistema antiderrape proporciona diferentes señales a la válvula de presión de freno de cada rueda. Estas señales son en respuesta a las condiciones experimentadas por cada rueda individual.

El circuito lógico pareado/individual opera en unión con un sistema de control antiderrape en un vehículo de ruedas múltiples. Cada rueda incluye un conjunto de frenos controlados por su propia válvula de control de freno. Típicamente, estos frenos son accionados hidráulicamente y la válvula de control de freno regula la presión hidráulica distribuida a los frenos. También se contemplan sistemas de freno eléctricos y neumáticos. Dentro del sistema de control de freno antiderrape, cada rueda también tiene un indicador de deslizamiento. Típicamente, estos indicadores de deslizamiento incluyen un transductor de velocidad de rueda que genera una señal electrónica que indica la velocidad de rueda (V_w). Esta señal es comparada después con una señal de velocidad de referencia (V_{ref}) para el vehículo. Un comparador electrónico indica si la rueda está experimentando deslizamiento o derrape. Cuando la velocidad de rueda y la velocidad de referencia son diferentes, se inicia una señal de error de velocidad. El comparador de velocidad también está configurado para generar una señal indicativa del grado de deslizamiento o la velocidad de deslizamiento (V_s). Un deslizamiento intenso tiene una V_s más grande que un deslizamiento menor.

El deslizamiento (o derrape) inducido por frenado tiene lugar por lo general cuando la fuerza de frenado en una rueda individual excede de la fuerza de rozamiento entre la rueda y la superficie de la carretera (o pista). La cantidad de fuerza de rozamiento viene determinada en gran parte por el coeficiente de rozamiento de rueda/superficie (μ). El coeficiente de rozamiento es una medida de la cantidad de rozamiento disponible entre el material del neumático y el material de la superficie. El coeficiente de rozamiento también varía con un número de factores incluyendo el desgaste del neumático, el estado de la superficie, la temperatura, etc. Así, incluso en un solo vehículo, la fuerza de rozamiento disponible entre el neumático y la superficie puede variar entre ruedas individuales. Esto da lugar a diferentes condiciones de deslizamiento para cada rueda al frenar. Por lo tanto, el uso de indicadores de deslizamiento individuales es necesario en ruedas individuales para supervisar exactamente las condiciones de deslizamiento.

En la presente invención, el sistema de control de freno antiderrape supervisa las señales procedentes del indicador de deslizamiento de cada rueda. Cuando se indica primero una condición de deslizamiento, el sistema designa la primera rueda en indicar el deslizamiento como la "rueda directriz". La rueda siguiente, y cualquier otra rueda posterior, se designa la "rueda seguidora". Después de haberse indicado la primera condición de deslizamiento, el
 5 circuito lógico pareado/individual proporciona la opción de controlar ambos neumáticos (o todos los neumáticos) al unísono o individualmente.

En una realización actualmente preferida, el circuito lógico pareado/individual inicia las señales de control antiderrape como una función pareada. Esto permite que el sistema de control de freno antiderrape calcule la fuerza de frenado necesaria dependiendo de la velocidad de deslizamiento de la rueda directriz. El sistema proporciona esta información a la válvula de control de freno de cada rueda. Estas señales son típicamente muy dinámicas, ajustando la cantidad de fuerza aplicada a los frenos muchas veces por segundo. Mientras la función pareada está activa, el sistema de frenado antiderrape sigue supervisando la velocidad de deslizamiento de todas las ruedas, pero
 10 proporciona señales de frenado según la actividad de la rueda directriz.

Con la función pareada activa, la orden de frenado a cada rueda es ajustada de la misma forma al mismo tiempo. Esto es especialmente ventajoso en vehículos con una base de rueda relativamente ancha, tal como los aviones en general. En tales vehículos, pequeñas variaciones en la fuerza de frenado entre las ruedas espaciadas pueden dar lugar a desviación direccional. La presión uniforme del freno en todas las ruedas minimiza esta condición.
 15

Mientras la función pareada está activa, el sistema también sigue supervisando las señales generadas por cada rueda. En ciertas condiciones, el circuito lógico pareado/individual anulará la función pareada. Una indicación de velocidad de deslizamiento excesiva por una rueda seguidora es una de tales condiciones. La velocidad de deslizamiento puede ser excesiva si es mayor que la velocidad de deslizamiento indicada por la rueda directriz o si
 20 excede de una velocidad de deslizamiento de referencia. La velocidad de deslizamiento de referencia puede ponerse para evitar una operación de frenado inaceptablemente ineficiente.

Con la función individual activa, la orden de frenado a cada rueda es ajustada individualmente en respuesta a la velocidad de deslizamiento indicada por cada rueda. Esto permite tanto máxima eficiencia de frenado en cada rueda como máxima eficiencia de frenado resultante para el vehículo. Es decir, la orden de frenado en cada rueda puede reducirse (o incrementarse) lo suficiente para aliviar la condición de deslizamiento experimentada por cada rueda. Estas señales también son altamente dinámicas, ajustando la orden de frenado a cada rueda muchas veces por segundo.
 25

En una realización actualmente preferida, una vez establecida la función individual, continúa controlando el sistema de control de freno antiderrape hasta que desaparecen las condiciones de deslizamiento o el vehículo se detiene. Alternativamente, la función pareada/individual puede reiniciar la función pareada en respuesta a condiciones resultantes. Por ejemplo, una vez que la condición de deslizamiento de cada rueda cae por debajo de la velocidad de deslizamiento de referencia, o posiblemente si se experimenta una desviación direccional debida a variación de la orden de frenado.
 30

El circuito lógico pareado/individual también puede estar configurado para iniciar la función individual a la primera indicación de una condición de deslizamiento. Por ejemplo, si la indicación inicial de una condición de deslizamiento excede de la velocidad de deslizamiento de referencia, el circuito lógico pareado/individual puede iniciar la función individual sin antes recurrir a la función pareada. Esto puede tener lugar cuando un deslizamiento intenso da lugar a mayores dificultades de control del vehículo que las que experimentaría por la desviación direccional producida por control de rueda individual.
 35

Estos y otros aspectos y ventajas de la invención serán evidentes por la descripción detallada siguiente, y los dibujos acompañantes que ilustran, a modo de ejemplo, las características de la invención.
 40

Breve descripción de los dibujos

La figura 1 es un esquema del sistema de freno antiderrape de la presente invención.
 45

La figura 2 es un esquema de la lógica empleada por el circuito lógico pareado/individual de la presente invención.

La figura 3 es un esquema de las velocidades y fuerzas experimentadas por un avión de tipo general mientras decelera.
 50

Descripción detallada de una realización preferida

Muchos vehículos precisan controles de freno antiderrape para deceleración rápida. Un avión necesita tales sistemas en particular para aterrizar. Los sistemas de freno antiderrape para la aviación en general han sido de ordinario de dos tipos. El primer tipo, un sistema de control de rueda pareada, envía las mismas señales de control de frenado a ambas ruedas de frenado. El segundo tipo, un sistema de control de rueda individual, envía diferentes
 55

señales a cada rueda. Estos dos sistemas tienen características que pueden dar lugar a una operación de frenado indeseable. Una nueva combinación de estos sistemas en circunstancias apropiadas da lugar a la minimización de estas características indeseables.

5 Con referencia a la figura 1, en un sistema de freno antiderrape 20, de un vehículo de ruedas múltiples, el sistema incluye un par de ruedas: rueda 1 y rueda 2. Las ruedas en un avión de tipo general incluyen frenos mecánicos que son activados hidráulicamente. En tal sistema, la presión hidráulica de cada freno es controlada por una válvula de control de freno 22, 24.

10 Cada rueda 1, 2 del control de freno antiderrape 20 está equipada con un indicador electrónico de deslizamiento 26, 28. Cada indicador de deslizamiento está compuesto en general por un transductor de velocidad 27, 29 que genera una señal electrónica indicativa de la velocidad de rueda (V_w). La velocidad de rueda puede medirse en radianes por segundo para indicar la velocidad rotacional. El indicador de deslizamiento tiene un comparador electrónico que compara la velocidad de rueda con una velocidad de referencia del vehículo (V_{ref}). Si el comparador indica que la
 15 velocidad de rueda es inferior a la velocidad de referencia del vehículo, entonces se indica una condición de deslizamiento. El comparador electrónico también mide la cantidad de deslizamiento y calcula la velocidad de deslizamiento (V_s). La velocidad de deslizamiento es calculada como una función de la diferencia entre la velocidad de rueda y la velocidad de referencia del vehículo. $V_s: V_{ref} - V_w$. Por lo tanto, los deslizamientos más grandes tienen una velocidad de deslizamiento más alta que los deslizamientos más pequeños.

20 Los indicadores de deslizamiento 26, 28 también pueden incluir sensores de presión de freno (no representado) que generan señales que son una función de la presión de frenado aplicada al freno de rueda. Estos sensores miden la cantidad de presión resultante de la condición de las válvulas de control de freno 22, 24. Cuando las válvulas de control de freno se abren, la presión entre la porción rotativa de los frenos (rotores) y la porción estacionaria de los
 25 frenos (estatores) aumenta con la presión hidráulica incrementada. La señal de presión de freno puede ser comparada con una presión de freno umbral. Esta comparación, junto con las señales del transductor de velocidad, puede ser usada para asegurar la eficiencia máxima del proceso de frenado.

30 Según la presente invención, la indicación de deslizamiento y la señal de velocidad de deslizamiento procedente de cada rueda son enviadas desde los indicadores de deslizamiento 26, 28 al sistema de control de freno antiderrape 30. El sistema de control de freno antiderrape incluye un circuito de control lógico pareado/individual 32. A la recepción de la indicación inicial de deslizamiento, el circuito lógico pareado/individual designa la rueda que envía la señal inicial como la "rueda directriz". El circuito lógico pareado/individual también determina si controlar el derrape usando una función de control pareado 34 o una función de control individual 36. Así, las funciones del circuito lógico
 35 pareado/individual son a) asignar una rueda directriz y b) conmutar la función del sistema de control de freno antiderrape entre un sistema de control pareado y un sistema de control de rueda individual. Estas funciones son utilizadas por el sistema de control de freno antiderrape para proporcionar control antiderrape a cada válvula de control de freno 22, 24.

40 Las señales procedentes del indicador de deslizamiento de cada rueda 26, 28 también son enviadas a circuitos de control de rueda individual 38, 40. Cada uno de estos circuitos de control calcula la fuerza óptima del freno a aplicar para controlar el deslizamiento experimentado por la rueda individual. Típicamente, estos circuitos de control generan señales para reducir la fuerza de frenado aplicada a una rueda que experimenta deslizamiento. La fuerza de frenado óptima es la fuerza que es suficientemente baja para evitar el deslizamiento experimentado por la rueda,
 45 y suficientemente alta para maximizar la deceleración del vehículo. Los circuitos de control también pueden recibir señales electrónicas de los pedales de freno de cabina. La mayor presión de pedal en los pedales de freno indica un mayor requisito de deceleración. Los circuitos de control calculan continuamente la necesidad de deceleración y control antiderrape y envían señales para modular la presión del freno muchas veces por segundo. Los expertos en la técnica de frenado antiderrape están familiarizados con una variedad de circuitos de control que realizan estas
 50 funciones. Se contempla cualquiera de tales circuitos de control para uso en la presente invención.

Las señales procedentes de los circuitos de control de rueda 38 y 40 pasan a través del sistema de control de freno antiderrape 30. Si la función individual 36 está activa, las señales de cada circuito de control de rueda son enviadas directamente a la válvula de control de freno de la rueda correspondiente. De esta manera, cada circuito de control
 55 de rueda regula de forma continua la fuerza de freno aplicada por la rueda correspondiente en respuesta directa a las señales de deslizamiento generadas por dicha rueda.

Si la función pareada 34 está activa, el sistema de control de freno antiderrape 30 filtra las señales enviadas por los circuitos de control de rueda de todas las ruedas menos la rueda directriz. La señal de control del circuito de control
 60 de rueda directriz es enviada a cada válvula de control de freno de rueda. De esta manera, las señales procedentes de la rueda directriz designada por el circuito lógico pareado/individual 32 regulan de forma continua la presión del freno en todas las ruedas.

Las señales enviadas a las válvulas de control de freno 22, 24 a través de la función pareada 34 o la función individual 36 del sistema de control de freno antiderrape 30 regulan de forma continua la fuerza de frenado en cada
 65 rueda. Típicamente, los frenos son controlados hidráulicamente y, por lo tanto, las válvulas de control de freno son

5 válvulas hidráulicas. Estas válvulas controlan la presión hidráulica enviada a los accionadores de freno. La presión hidráulica incrementada da lugar a una fuerza de frenado incrementada. Los sistemas neumáticos podrían operar de la misma manera usando válvulas neumáticas como el control de freno. Potencialmente un sistema de frenado de accionamiento eléctrico tendría un control eléctrico como una válvula. Conceptualmente cada uno de estos sistemas operaría de la misma manera.

10 Con referencia a la figura 2, el circuito lógico pareado/individual 32 evalúa varias condiciones para determinar cuándo poner activa la función pareada 34 o la función individual 36. Las señales procedentes de los indicadores de deslizamiento 26, 28 de cada rueda, incluyendo la señal de velocidad de deslizamiento, son enviadas al circuito lógico pareado/individual. La primera señal que indica un deslizamiento inicia el proceso. El circuito lógico pareado/individual asigna la primera rueda en indicar una condición de deslizamiento como la "rueda directriz". La otra rueda se considera la "rueda seguidora". En vehículos con más de dos ruedas de frenado, las otras ruedas pueden considerarse ruedas seguidoras.

15 En una realización actualmente preferida, el circuito lógico de control 32 siempre pone activa la función pareada 34 en respuesta a la indicación inicial de derrape. Esto asegura que la función pareada siempre inicie el proceso de frenado antiderrape. Por lo tanto, el vehículo siempre se beneficia del mejor control direccional del control de freno antiderrape pareado mientras el vehículo está a su velocidad máxima y es muy susceptible a la desviación direccional.

20 El circuito lógico individual/pareado 32 también puede considerar la magnitud de un deslizamiento indicado para determinar si poner la función pareada 34 o la función individual 36 como activa. Si la velocidad de deslizamiento indicada es excesiva, el circuito lógico puede anular otras consideraciones y poner la función individual como activa. Una velocidad de deslizamiento excesiva puede determinarse estableciendo una velocidad de deslizamiento Y que se determina que es la velocidad de deslizamiento máxima para uso con la función pareada. Así, si la velocidad de deslizamiento indicada excede de la velocidad de deslizamiento máxima para uso de la función pareada (es decir, si $V_s > Y$), entonces la función individual se pone activa.

30 La velocidad de deslizamiento que se considera excesiva (Y) puede determinarse mediante varios factores. Esta velocidad puede variar dependiendo de las necesidades del vehículo, así como las condiciones meteorológicas y otras condiciones. Esta velocidad también puede determinarse dinámicamente (tal como 1,5 veces la condición de deslizamiento inicial o un cierto porcentaje de la velocidad actual del vehículo). La variación de esta velocidad de deslizamiento puede tener un impacto sustancial en el rendimiento del sistema de la presente invención.

35 Cuando se pone la función pareada 34, las señales posteriores procedentes de la rueda directriz son enviadas a ambas ruedas (o a todas). Las señales posteriores de las ruedas seguidoras también son supervisadas para determinar si la función pareada 34 deberá ponerse inactiva y la función individual 36 deberá ponerse activa. De otro modo, las señales de las ruedas seguidoras son ignoradas a condición de que la función pareada se ponga activa.

40 Hay dos posibles condiciones que pondrían inactiva la función pareada 34 y que pondrían activa la función individual 36 en respuesta a las señales de deslizamiento de la rueda seguidora. Si la velocidad de deslizamiento de la rueda seguidora excede de una velocidad de deslizamiento máxima para uso de la función pareada (si $V_s > Y$), entonces el circuito lógico pareado/individual 32 puede poner inactiva la función pareada y poner activa la función individual. Igualmente, si la velocidad de deslizamiento de la rueda seguidora excede de un error de deslizamiento predeterminado, el circuito lógico pareado/individual 32 puede poner inactiva la función pareada y poner activa la función individual.

50 Además, el circuito lógico pareado/individual 32 puede iniciar la función individual 36 en respuesta a cualquier condición que requiera la mayor eficiencia de control de frenado. Una vez que una rueda seguidora excede de un error de deslizamiento predeterminado o indica una condición de deslizamiento excesivo, la necesidad de máxima eficiencia de frenado excede de la necesidad de eliminar la desviación direccional inducida por el sistema de frenado antibloqueo. De hecho, la desviación direccional inducida por condiciones de deslizamiento excesivo puede exceder de las inducidas por la función individual de sistema de frenado antibloqueo. En tales condiciones, el sistema de frenado antiderrape de la presente invención conmutará de la función pareada a la función individual.

55 Con referencia a la figura 3, un diagrama esquemático de un avión de tipo general ordinario 42 es útil para describir las ventajas de la presente invención. Un avión de tipo general es un tipo de vehículo que puede beneficiarse del uso de la presente invención.

60 La base de rueda 46 de un avión de tipo general 42 es la distancia entre la rueda 1 y la rueda 2 del tren de aterrizaje principal. Estas ruedas proporcionan la fuerza de frenado principal B_1 y B_2 para el vehículo. El frenado adicional lo facilitan las fuerzas aerodinámicas y se representa como vector A .

65 El centro de gravedad 44 de un avión de tipo general está de ordinario a lo largo de la línea central del vehículo y algo hacia delante del tren de aterrizaje principal. La fuerza de frenado del tren de aterrizaje principal (así como otras fuerzas) en el vehículo se conceptualiza como si el vehículo está concentrado en el centro de gravedad. A condición

de que los vectores B_1 y B_2 sean los mismos, cada uno crea un momento equivalente (calculado como la magnitud del vector multiplicada por la distancia del centro de gravedad 44, pero en direcciones opuestas. Estos momentos equivalentes, pero opuestos, se cancelan efectivamente entre sí. Sin embargo, si las fuerzas de frenado B_1 y B_2 son diferentes (por ejemplo, cuando se aplica presión de frenado diferente), los momentos resultantes ya no son equivalentes. Por lo tanto, las diferencias entre las fuerzas de frenado B_1 y B_2 dan lugar a un momento o par neto en el avión, que produce desviación direccional. Cuanto más grande es la base de rueda y más grande es la diferencia entre las fuerzas de frenado, mayor es la desviación direccional.

Esto demuestra las ventajas de un sistema de frenado antiderrape pareado. Cuando la función pareada 34 de la presente invención está activa, las fuerzas de frenado B_1 y B_2 son controladas de modo que sean equivalentes. Por lo tanto, cuando la función pareada está activa, no hay par neto en el vehículo y no hay desviación direccional inducida por frenado. Esto permite un control coherente del avión en particular al iniciar el frenado durante el aterrizaje.

Naturalmente, la fuerza de frenado se reduce en condiciones de deslizamiento. Cuando una rueda experimenta deslizamiento ($V_w < V_{ref}$), se reduce el coeficiente de rozamiento entre la rueda y la superficie. El coeficiente de rozamiento es mayor mientras la rueda rueda suavemente por la superficie. Por esta razón, el sistema de control de freno antiderrape regula la presión de frenado para mantener las ruedas en una condición de rodar. Cuando las ruedas experimentan condiciones de deslizamiento claramente variables, el frenado óptimo se realiza controlando la presión de freno individual según las condiciones que experimenta cada rueda. Por lo tanto, la presente invención también es capaz de cambiar a un sistema de frenado de rueda individual cuando es necesario.

También se describe un nuevo método de control de freno antiderrape. Este método proporciona un medio para maximizar la eficiencia de frenado y minimizar la desviación direccional inducida por frenado dentro de un solo sistema de control. Este método implica la conmutación del sistema de control entre un sistema de control pareado y un sistema de control de rueda individual.

La supervisión continua de las ruedas y de los frenos es parte de este nuevo método. Las ruedas y los frenos de un vehículo de ruedas múltiples, tal como un avión de tipo general, están provistos de un indicador de deslizamiento incluyendo un transductor de velocidad. El transductor de velocidad supervisa de forma continua la velocidad de rueda. Puede facilitarse una función de comparación que compare la señal de velocidad de cada rueda con una velocidad de referencia para el vehículo. Esta función de comparación proporciona una señal que indica la velocidad de deslizamiento al sistema de control de frenado antiderrape.

La primera rueda que indica una condición de deslizamiento inicia la función del circuito de control lógico pareado/individual. Este circuito asigna la primera rueda que indica un deslizamiento condicional como la "rueda directriz". En una realización actualmente preferida de un método de control del frenado antiderrape, las señales de la rueda directriz son enviadas inicialmente a un circuito de control de rueda para controlar cada rueda en una función de control pareado.

El circuito de control de rueda interpreta la señal de indicación de deslizamiento y otras señales para calcular la presión de frenado óptima. Estas otras señales pueden incluir la entrada de los pedales de freno de cabina, la velocidad de referencia del avión y la presión de freno actual. Una señal de presión de frenado óptima es enviada entonces a las válvulas de presión de freno de cada rueda, a las que se ordena que respondan con una presión de freno equivalente a cada rueda.

Mientras la función de control pareado está activa, el sistema sigue supervisando cada rueda del vehículo. Las señales procedentes de la rueda directriz siguen siendo enviadas al circuito de control de rueda para optimizar el control de todas las ruedas. Las señales procedentes de la(s) rueda(s) seguidora(s) son supervisadas para detectar cualquier indicación de condiciones de deslizamiento fuerte. Una indicación de una condición de deslizamiento fuerte dispara el circuito lógico pareado/individual para poner inactiva la función pareada y poner activa la función individual.

Si una condición de indicación de deslizamiento por una rueda seguidora es suficientemente fuerte para cambiar las funciones de control puede determinarse de dos formas al menos. Si una rueda seguidora indica una condición de deslizamiento que supera una velocidad de deslizamiento de referencia, esto puede disparar el cambio. Igualmente, si una rueda seguidora indica una condición de deslizamiento que supera la condición de deslizamiento de la rueda directriz, esto puede disparar el cambio. Una o ambas condiciones pueden utilizarse en el método de la presente invención. Finalmente, cualquier condición que indique frenado inaceptablemente ineficiente puede disparar el cambio.

Mientras la función individual está activa, el circuito lógico pareado/individual envía la indicación de señales de deslizamiento procedentes de cada rueda a un circuito de control de rueda separado. Cada uno de estos circuitos calcula entonces la presión de frenado óptima para cada rueda. Estas señales son enviadas a cada rueda por separado para óptima eficiencia de frenado de dicha rueda.

Mientras la función individual está activa, el sistema sigue supervisando las señales enviadas por cada rueda. Estas señales se emplean para actualizar continuamente el control de frenado individual de cada rueda.

5 En un método actualmente preferido, una vez que se pone la función individual, continúa controlando el frenado antiderrape hasta que el vehículo se detiene o el frenado antiderrape se interrumpe de otro modo. Pueden utilizarse otros métodos para cambiar de nuevo el sistema a una función pareada en base a ciertas condiciones. Igualmente, se pueden emplear métodos que inician el frenado antiderrape usando la función individual. Así, los métodos actualmente descritos pueden modificarse para satisfacer las necesidades de los diferentes vehículos o condiciones diferentes.

10 Será evidente por lo anterior que los sistemas y métodos actualmente descritos son aplicables a varios tipos de vehículos. Los aviones, los automóviles, los camiones y los trenes precisan algún tipo de control de frenado antiderrape. La presente invención puede ser usada fácilmente en cualquiera de tales vehículos.

15

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de frenado antiderrape (20) para un vehículo con ruedas, incluyendo:
- 5 una primera rueda que tiene un primer indicador de deslizamiento (26);
una segunda rueda que tiene un segundo indicador de deslizamiento (28);
10 un circuito de control antiderrape (38, 40) que recibe señales del primer indicador de deslizamiento (26) y el segundo indicador de deslizamiento (28) y configurado para calcular una respuesta de frenado antiderrape óptimo para la primera rueda y una respuesta de frenado antiderrape óptimo para la segunda rueda; y
15 un circuito lógico (32) en comunicación con el circuito de control antiderrape (38, 40) y configurado para determinar la respuesta de frenado óptimo del vehículo filtrando o transmitiendo alternativamente la respuesta de frenado óptimo de las ruedas primera y segunda a las ruedas primera y segunda.
2. El sistema de frenado antiderrape (20) de la reivindicación 1, incluyendo además:
- 20 una primera válvula de control de freno (22) configurada para modular la respuesta de frenado de la primera rueda y para recibir señales del circuito lógico (32); y
una segunda válvula de control de freno (24) configurada para modular la respuesta de frenado de la segunda rueda y para recibir señales del circuito lógico (32).
- 25 3. El sistema de frenado antiderrape (20) de la reivindicación 1, donde:
el primer indicador de deslizamiento (26) incluye un primer transductor de velocidad (27) que mide la velocidad de la primera rueda y genera una señal de velocidad de primera rueda; y
30 el segundo indicador de deslizamiento (28) incluye un segundo transductor de velocidad (29) que mide la velocidad de la segunda rueda y genera una señal de velocidad de segunda rueda.
4. El sistema de frenado antiderrape (20) de la reivindicación 1, donde:
35 el circuito lógico (32) está configurado para recibir señales del primer indicador de deslizamiento (26) y el segundo indicador de deslizamiento (28).
5. El sistema de frenado antiderrape (20) de la reivindicación 1, donde:
40 el circuito lógico (32) está configurado para transmitir la respuesta de frenado óptimo de la primera rueda a la primera y segunda rueda y para filtrar la respuesta de frenado de la segunda rueda.
6. El sistema de frenado antiderrape (20) de la reivindicación 1, donde:
45 el circuito lógico (32) está configurado para transmitir la respuesta de frenado óptimo de la primera rueda a la primera rueda y para transmitir la respuesta de frenado óptimo de la segunda rueda a la segunda rueda.
7. El sistema de frenado antiderrape (20) de la reivindicación 1, donde:
50 el circuito lógico (32) está configurado para cambiar la respuesta de frenado óptimo del vehículo durante el proceso de frenado.
8. Un método de reducir el derrape de un vehículo que tiene una rueda directriz incluyendo un indicador de deslizamiento de dirección (26, 28) que genera señales de condición de deslizamiento y una rueda seguidora
55 incluyendo un indicador de deslizamiento de seguidora (28, 26) que genera señales de condición de deslizamiento, incluyendo los pasos de:
proporcionar un circuito de control pareado (30) configurado para indicar a la rueda directriz y la rueda seguidora que
60 modulen el frenado al unísono;
proporcionar un circuito de control individual (38, 40) configurado para indicar a la rueda directriz y la rueda seguidora que modulen el frenado independientemente; supervisar las señales del indicador de deslizamiento de dirección para detectar signos de un deslizamiento inicial;
65 activar el circuito de control pareado (30) en respuesta a un deslizamiento inicial;

supervisar la rueda seguidora para detectar signos de una condición de deslizamiento más allá de un nivel predeterminado; y

5 desactivar el circuito de control pareado (30) y activar el circuito de control individual (38, 40) en respuesta a una condición de deslizamiento más allá de dicho nivel predeterminado.

9. El método de la reivindicación 8, incluyendo además:

10 supervisar todas las ruedas para detectar una indicación de una condición de deslizamiento;
asignar la primera rueda en indicar una condición de deslizamiento como la rueda directriz; y
asignar todas las otras ruedas como ruedas seguidoras.

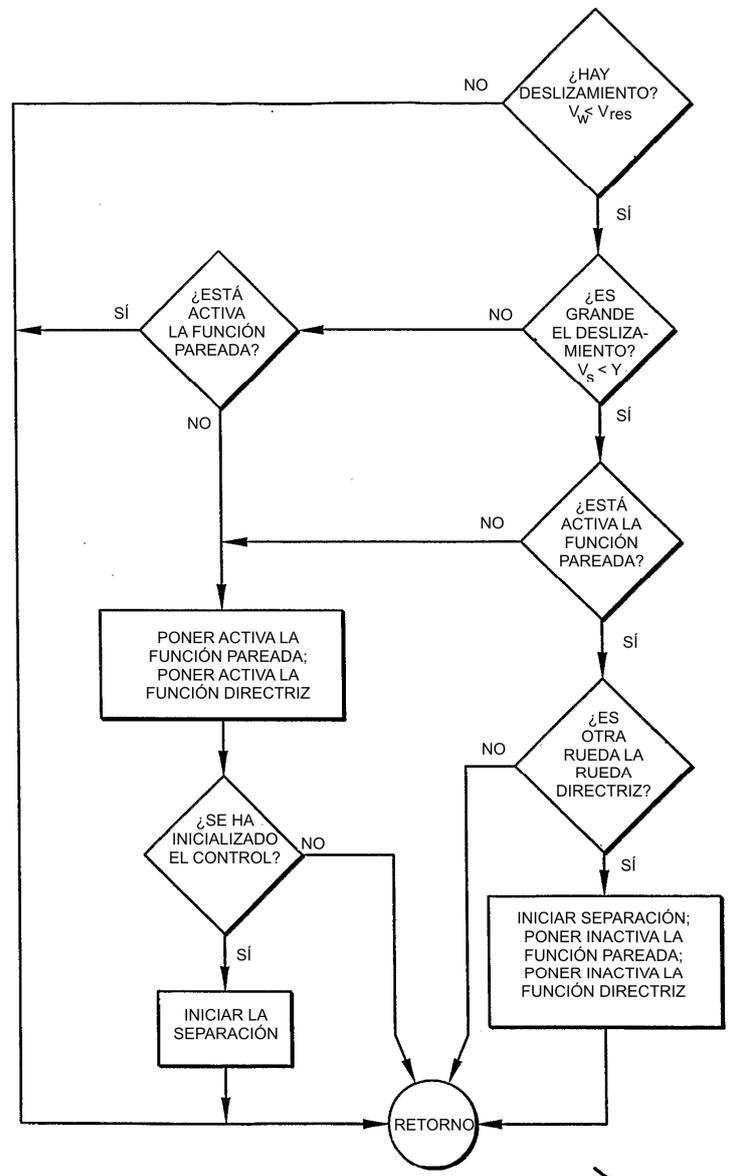


FIG. 2

32

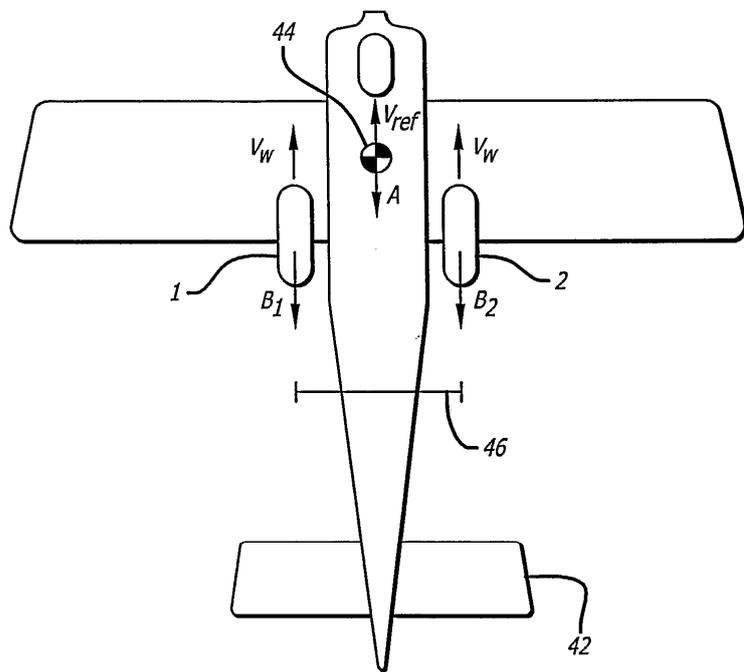


FIG. 3