



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 314 278**

51 Int. Cl.:
B60T 8/00 (2006.01)
B60T 8/52 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **03792967 .6**
96 Fecha de presentación : **14.07.2003**
97 Número de publicación de la solicitud: **1545949**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **29.06.2005**

54 Título: **Sistema y método para la aplicación adaptativa de frenos y la detección inicial de derrape.**

30 Prioridad: **21.08.2002 US 225092**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
16.03.2009

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
16.03.2009

73 Titular/es: **HYDRO-AIRE, Inc.**
3000 Winona Avenue
Burbank, California 91510-7722, US

72 Inventor/es: **Salamat, Bijan y**
Cook, Robert, D.

74 Agente: **Ungría López, Javier**

ES 2 314 278 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

Sistema y método para la aplicación adaptativa de frenos y la detección inicial de derrape.

5 Antecedentes de la invención

Campo de la invención

10 Esta invención se refiere generalmente a los sistemas de control de deceleración para vehículos y más particularmente concierne a la aplicación adaptativa de frenos y el sistema de detección de derrape inicial para el frenado de una o más ruedas de una aeronave durante el aterrizaje que impide los derrapes iniciales intensos, y de este modo permite una aplicación rápida de frenos de un modo controlado.

Descripción de la técnica relacionada

15 Se han proporcionado sistemas de frenado automáticos y anti-derrape sobre aeronaves comerciales y de grandes turbinas para ayudar a la deceleración de la aeronave en el aterrizaje. Los sistemas anti-derrape modernos típicamente optimizan la eficacia del frenado adaptándose a las condiciones de la pista de aterrizaje y otros factores que afectan al frenado para maximizar la deceleración, correspondiente al nivel de presión de los frenos seleccionado por el piloto. En los sistemas anti-derrape convencionales, los frenos se aplican típicamente mecánicamente a través de una válvula dosificadora por el piloto, y tan pronto como la presión de los frenos de la rueda se aproxima al nivel de derrape, tal como cuando se detecta un derrape inicial, se usa el valor de la presión de los frenos para iniciar el sistema de control anti-derrape. Sin embargo, se ha encontrado que el éxito de este método se puede ver afectado por factores tales como el modo de operación de la aeronave, el peso de la aeronave, las interfaces neumático/pista de aterrizaje, y similares. Por lo tanto sería deseable proporcionar un sistema de aplicación de los frenos adaptativo que pueda ajustar la presión de los frenos o la aplicación del momento de la fuerza para tener en cuenta tales factores.

Además, la aplicación rápida del pedal por un piloto de aeronave también puede crear a menudo derrapes iniciales intensos antes de que se determina una presión de los frenos o un momento de la fuerza de frenado eficaz anti-derrape y el derrape se controle eficazmente por los sistemas de control de frenos y anti-derrape convencionales. Eliminar o reducir los derrapes iniciales daría como resultado distancias de parada de la aeronave más cortas, lo que permitiría a la aeronave aterrizar en pistas de aterrizaje más cortas, y puede dar como resultado un desgaste reducido de los neumáticos. Sería por lo tanto deseable proporcionar un sistema de detección de derrape inicial para anticipar y ajustar automáticamente las condiciones iniciales de derrape para impedir los derrapes iniciales intensos, para permitir que el piloto presione los pedales de freno a cualquier tasa, mientras que se proporciona la aplicación rápida de frenos de una forma controlada. La presente invención proporciona una aplicación de frenos adaptativa y el sistema de detección de derrape inicial que satisface estas necesidades.

El documento US-A-5700072 describe un sistema para mantener en equilibrio la energía de los frenos para controlar los frenos de las ruedas, de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1.

Sumario de la invención

Brevemente, y en términos generales, la presente invención proporciona una aplicación de frenos adaptativa y un sistema de detección de derrape inicial que permite la aplicación rápida de frenos, mientras que se impiden los derrapes iniciales intensos, por la implementación de un sistema de anticipación de derrapes que se inicializa tan pronto como las ruedas se acercan al nivel de derrape para reducir la presión de aplicación de los frenos o el momento de la fuerza y para aplicar los frenos de una forma controlada.

Por consiguiente, la invención proporciona una aplicación de frenos “inteligente” y un sistema de detección de derrape inicial para el frenado de una rueda de una aeronave durante el aterrizaje. El sistema es aplicable a una o más ruedas que tiene frenos de rueda para aplicar un momento de la fuerza de frenado a la rueda. Un sensor del momento de la fuerza de frenado genera las señales del momento de la fuerza de frenado que son una función del momento de la fuerza de frenado aplicado al freno de la rueda, y las señales del momento de la fuerza de frenado se comparan con un momento de la fuerza de frenado umbral predeterminado. Un transductor de la velocidad de la rueda produce señales de velocidad de la rueda que son una función de la velocidad de rotación de la rueda, y se genera una señal de velocidad de la rueda en base a las señales de velocidad de la rueda. La velocidad de la rueda se compara con una señal de velocidad de referencia para generar las señales de error de velocidad de la rueda indicativa de la diferencia entre las señales de velocidad de la rueda de la aeronave y la señal de velocidad de referencia. También se proporciona un integrador modulador de la desviación del momento de la fuerza que es sensible a las señales del momento de la fuerza de frenado para ajustar las señales de error de la velocidad de las ruedas para proporcionar una señal de control anti-derrape, y en una realización preferida actualmente se inicializa el integrador modulador de la desviación del momento de la fuerza con el momento de la fuerza de frenado umbral predeterminado más un valor del momento de la fuerza constante predeterminado. Un procesador de comandos genera una señal del comando del momento de la fuerza de frenado en respuesta a un comando de deceleración, y se proporciona un medio de comparación del momento de la fuerza de frenado para comparar las señales del momento de la fuerza de frenado con la señal del momento de la fuerza de frenado del comando para generar las señales de diferencia del momento de la fuerza de frenado indicativas de la diferencia entre las señales del momento de la fuerza de frenado y la señal del momento de la fuerza de frenado

del comando. El medio de control proporciona una señal del momento de la fuerza de frenado ajustado al freno de la rueda para controlar el freno de la rueda independientemente de la aplicación de frenos del operario en respuesta a las señales de diferencia del momento de la fuerza de frenado. En otra realización preferida actualmente, se inicializa el integrador modulador de la desviación del momento de la fuerza al valor del momento de la fuerza de frenado medido cuando la señal de error de velocidad de la rueda indica el comienzo de un derrape.

En una realización preferida actualmente, también se proporciona un medio para ajustar las señales de error del momento de la fuerza de frenado por una ganancia del momento de la fuerza proporcional, una ganancia del momento de la fuerza integral y una ganancia del momento de la fuerza diferencial. En otra realización preferida actualmente, también se proporcionan el medio de control transitorio para proporcionar una señal de control proporcional y un medio de red de compensación, ambos sensibles a la señal de error de velocidad, y se suman las salidas del medio de control transitorio y el medio de red de compensación con la salida del integrador modulador de la desviación del momento de la fuerza.

A partir de lo anterior puede verse que la presente invención proporciona un sistema y un método para iniciar el control de frenos después de la aplicación rápida del pedal de freno, pero antes de que se produzca la aparición del derrape. Estos y otros aspectos y ventajas de la invención se harán evidentes a partir de la siguiente descripción detallada y los dibujos adjuntos, que ilustran a modo de ejemplo las características de la invención.

Breve descripción de los dibujos

La Fig. 1 es un diagrama esquemático una aplicación de frenos “inteligente” y el sistema de detección de derrape inicial para una aeronave, de acuerdo con los principios de la invención;

la Fig. 2 muestra dos gráficos que relacionan la presión de los frenos, la velocidad de la rueda y el momento de la fuerza de frenado con el tiempo para la aplicación de frenos “inteligente” y el sistema de detección de derrape inicial de la invención; y

la Fig. 3 es un gráfico que ilustra la curva de la fuerza de los frenos respecto al deslizamiento de los frenos para la aplicación de frenos “inteligente” y el sistema de detección de derrape inicial de la invención.

Descripción detallada de las realizaciones preferidas

La efectividad de los sistemas anti-derrape convencionales puede verse afectada por el modo de operación de la aeronave, el peso de la aeronave, las interfaces neumático/pista de aterrizaje, y factores similares. La aplicación rápida del pedal de freno de la aeronave, especialmente la aplicación por pánico, puede crear también derrapes iniciales intensos antes de que se inicie el control anti-derrape, dando como resultado un alargamiento de las distancias de parada de la aeronave y un incremento del desgaste de los neumáticos.

La presente invención proporciona un sistema y un método para dirigir las condiciones de la aparición de derrape, y la inicialización del control de frenos para impedir los derrapes intensos antes de una deceleración controlada. Con referencia a la Fig. 1, la invención se realiza un una aplicación de frenos adaptativa, o “inteligente” y el sistema de detección de derrape inicial 10 que puede usarse en sistemas de frenado de la aeronave, y cuando se instala para una aeronave preferiblemente incluye un transductor de la velocidad de las ruedas 12 para cada freno de rueda 14 de una rueda 15 de la aeronave, para medir la velocidad de la rueda y generar señales de velocidad de la rueda que son una función de la velocidad de rotación de la rueda del freno. La señal de velocidad de la rueda se convierte típicamente a una señal que representa la velocidad de la aeronave por un convertidor de velocidad 16, y comparado con una velocidad de referencia deseada en el comparador de velocidad 18, para generar señales de error de velocidad de la rueda indicativas de la diferencia entre las señales de velocidad de la rueda desde cada rueda frenada y la señal de velocidad de referencia. La salida del comparador de velocidad se denomina como velocidad de deslizamiento (Vs) o error de velocidad. Las señales de error de velocidad se ajustan por medio del integrador modulador de la desviación del momento de la fuerza de control (TBM) 20, el medio de control transitorio 22, y la red de compensación 24, cuyas salidas se suman en la unión de suma 26 para proporcionar una señal de control anti-derrape 28 recibida por el procesador de comandos 30, típicamente un microprocesador. El integrador TBM en el bucle anti-derrape determina el nivel del momento de la fuerza de control máximo permisible durante el frenado. El integrador TBM es típicamente más lento en respuesta a otros parámetros de control necesarios para detectar y controlar el deslizamiento inicial. Cuando no se detecta ningún derrape, este integrador permite el momento de la fuerza total del sistema a los frenos.

La posición del pedal de los frenos de la aeronave 32, accionado por el piloto típicamente se lee por un micro-controlador 33 que genera la señal de comando del pedal de frenos 34, a partir de la cual se determina el perfil de aplicación del momento de la fuerza. El procesador de comandos 30 recibe la señal del comando del pedal de frenos, la señal de control anti-derrape 28 a través de la línea de retroalimentación 36, y preferiblemente también recibe una señal de protección de la rueda bloqueada 38 que indica si se ha bloqueado una rueda, y una señal de protección de toma de tierra/deslizamiento sobre el agua 40, para protegerse frente al deslizamiento sobre el agua de una rueda en una toma de tierra a altas velocidades. En una realización preferida actualmente, el procesador de comandos opera sobre la entrada más baja de la señal de protección de rueda bloqueada, la señal de protección de la toma de tierra, la señal del pedal y la señal anti-derrape. La salida de señal del momento de la fuerza de frenado comandada 42 del procesador de comandos se compara con la señal de retroalimentación del momento de la fuerza de frenado 44 a partir

del sensor del momento de la fuerza de frenado 46 por el comparador 48, que genera una señal de error del momento de la fuerza de salida 50.

En una realización preferida actualmente, las señales de error del momento de la fuerza de frenado también se ajustan por una ganancia proporcional por el circuito de ganancia proporcional 52, y una ganancia integral por el circuito de ganancia integral 54, y una ganancia diferencial por el circuito de ganancia diferencial 55 que juntos forman un bucle de control PID, y cuyas salidas se suman en la confluencia de suma 56 para proporcionar una señal ajustada del momento de la fuerza de frenado 57. La señal ajustada del momento de la fuerza de frenado típicamente también se amplifica por el amplificador de válvula 58 para proporcionar una señal de control de frenos amplificada aplicada a la válvula de control de frenos 60 que controla la aplicación del fluido de frenos presurizado desde el momento de fuerza del sistema 62 al freno de la rueda.

En una realización preferida actualmente, las funciones de los elementos en el bloque 63 se realizan por uno o más microprocesadores bajo el control de software apropiado, aunque como alternativa estas funciones u otras análogas pueden realizarse por componentes hardware adecuados. Se apreciará por los especialistas en la técnica que los parámetros de componentes y las configuraciones pueden variar de una aeronave a otra y que de este modo hay una amplia variabilidad de cómo puede usarse el sistema.

Aplicación de Frenos “Inteligente”

Refiriéndonos a la Fig. 2, se permite la aplicación de los frenos sin ninguna limitación de tasa hasta que se detecta el momento de la fuerza de frenado en la válvula de fijación 64, típicamente próxima al momento de la fuerza de contacto de frenado 66, en cuyo punto comienza a aumentar el momento de la fuerza de frenado. A continuación se inicializa el integrador TBM al valor del momento de la fuerza de frenado prefijado más un incremento constante predeterminado del momento de la fuerza, en 68, que corresponde con el pico de la curva del momento de la fuerza de frenado - deslizamiento 70 mostrado en las Fig. 2 y 3. La salida del integrador TBM se muestra como una línea de puntos 72, y la salida del momento de la fuerza de frenado comandado se muestra como la línea 74. La velocidad de la rueda se muestra como la línea 76, y el momento de la fuerza de frenado se muestra como la línea 78. Como se ilustra en la Fig. 2, la inicialización del integrador TBM fuerza la integrador TBM a seguir el comienzo del perfil de aplicación de los frenos en 69, impidiendo de este modo cualquier exceso sustancial.

Detección de Derrape “Inteligente”

Cuando una rueda se acerca al nivel de derrape, tal como cuando se detecta que V_s es mayor que el límite de velocidad de la rueda prefijado, entonces el integrador TBM se inicializa al valor de la retroalimentación del momento de la fuerza de frenado en el instante en el que V_s es mayor que el límite prefijado. Este método asegura la correcta inicialización del integrador TBM. El momento de la fuerza de frenado en el instante de un derrape inicial es el que el integrador TBM necesita que sea para el control inmediato sin derrapes iniciales múltiples. Por lo tanto se asegura una respuesta rápida del integrador TBM a una función de control de lo contrario de movimiento lento.

Debería resultar evidente que esta invención no está limitada a los sistemas tipo de error de velocidad, y que la invención es también aplicable a otros conceptos de detección de derrape del control de frenos, tales como la detección/control de tasa, así como cualquier sistema que monitorice la aplicación de los frenos y la presión o momento de la fuerza.

A partir de lo anterior, se reconocerá por los especialistas en la técnica que la presente invención proporciona un método y un aparato nuevos y novedosos para indicar el control de frenos antes del inicio de derrapes y para impedir el exceso y la inestabilidad después de que comienza el control de frenado.

REIVINDICACIONES

1. Una aplicación de frenos adaptativa y un sistema de detección de derrape inicial (10) para el frenado de una rueda (15) de una aeronave, que comprende:

un freno de rueda (14) para frenar la rueda (15);

un sensor del momento de la fuerza de frenado (46) para generar señales del momento de la fuerza de frenado (44) que son una función del momento de la fuerza de frenado aplicado a la rueda (15);

un medio para comparar (21) dichas señales del momento de la fuerza de frenado (44) con un momento de la fuerza de frenado umbral predeterminado;

un medio para generar la señal de la velocidad de la rueda (12) para producir las señales de velocidad de la rueda que son una función de la velocidad de rotación de la rueda (15);

un convertidor de velocidad de la rueda (16) para generar una señal de velocidad de la rueda (V_{WHL}) en base a dichas señales de velocidad de la rueda;

un medio de generación de la velocidad de referencia para generar la señal de velocidad de referencia (V_{REF});

un medio de comparación de la velocidad de la rueda (18) para comparar dicha señal de velocidad de la rueda (V_{WHL}) con dicha señal de velocidad de referencia (V_{REF}) para generar las señales de error de la velocidad de la rueda (V_s) indicativa de la diferencia entre dichas señales de velocidad de la rueda de la aeronave y dicha señal de velocidad de referencia;

un medio para generar la señal del comando del momento de la fuerza de frenado (30) para generar una señal del comando del momento de la fuerza de frenado (42) en respuesta al comando de deceleración; y

un medio para la comparación del momento de la fuerza de frenado (48) para comparar dichas señales del momento de la fuerza de frenado (44) con dicha señal del comando del momento de la fuerza de frenado (42) para generar las señales diferencia del momento de la fuerza de frenado (50) indicativas de la diferencia entre dichas señales del momento de la fuerza de frenado (44) y dicha señal del comando del momento de la fuerza de frenado (42);

caracterizado porque comprende;

un integrador modulador de la desviación del momento de la fuerza (20) sensible a dichas señales del momento de la fuerza de frenado (44) para ajustar dichas señales de error de velocidad de la rueda (V_s) para proporcionar una señal de control anti-derrape (28), en el que dicho medio de generación de señal del comando del momento de la fuerza de frenado (30) se dispone para generar dicha señal del momento de la fuerza del comando (42) en respuesta a dicha señal de control anti-derrape (28); y

un medio de control (56) para proporcionar una señal ajustada del momento de la fuerza de frenado (57) para dicho freno de rueda (14) para controlar dicho freno de rueda independientemente de la aplicación del freno de operario, en respuesta a dichas señales de diferencia del momento de la fuerza de frenado (50).

2. La aplicación de frenos adaptativa y el sistema de detección de derrape inicial (10) de la Reivindicación 1, que comprende además:

un medio para inicializar (21) el integrador modulador de la desviación del momento de la fuerza (20) con un momento de la fuerza de frenado umbral predeterminado más un valor del momento de la fuerza constante predeterminado, para minimizar por lo tanto el retardo de dicho integrador modulador de la desviación del momento de la fuerza (20) al controlar el momento de la fuerza de frenado máximo permisible.

3. La aplicación de frenos adaptativa y el sistema de detección de derrape inicial (10) de la Reivindicación 2, que comprende además un medio para inicializar (21) el integrador modulador de la desviación del momento de la fuerza (20) al valor del momento de la fuerza de frenado medido cuando la señal de error de velocidad de la rueda (V_s) se hace mayor que un umbral de error de velocidad.

4. La aplicación de frenos adaptativa y el sistema de detección de derrape inicial (10) de la Reivindicación 1, en el que dicho integrador modulador de la desviación del momento de la fuerza (20) es sensible a las señales del momento de la fuerza de frenado (44), y comprende además:

un medio para inicializar (21) el integrador modulador de la desviación del momento de la fuerza (20) con un momento de la fuerza de frenado umbral predeterminado más un valor del momento de la fuerza constante predeterminado, para minimizar por lo tanto el retardo de dicho integrador modulador de la desviación del momento de la fuerza (20) al controlar el momento de la fuerza de frenado máximo permisible.

ES 2 314 278 T3

5. La aplicación de frenos adaptativa y el sistema de detección de derrape inicial (10) de la Reivindicación 4, que comprende además un medio para inicializar (21) el integrador modulador de la desviación del momento de la fuerza (20) al valor del momento de la fuerza de frenado medido cuando la señal del error de velocidad de la rueda (V_s) se hace mayor que un umbral de error de velocidad.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

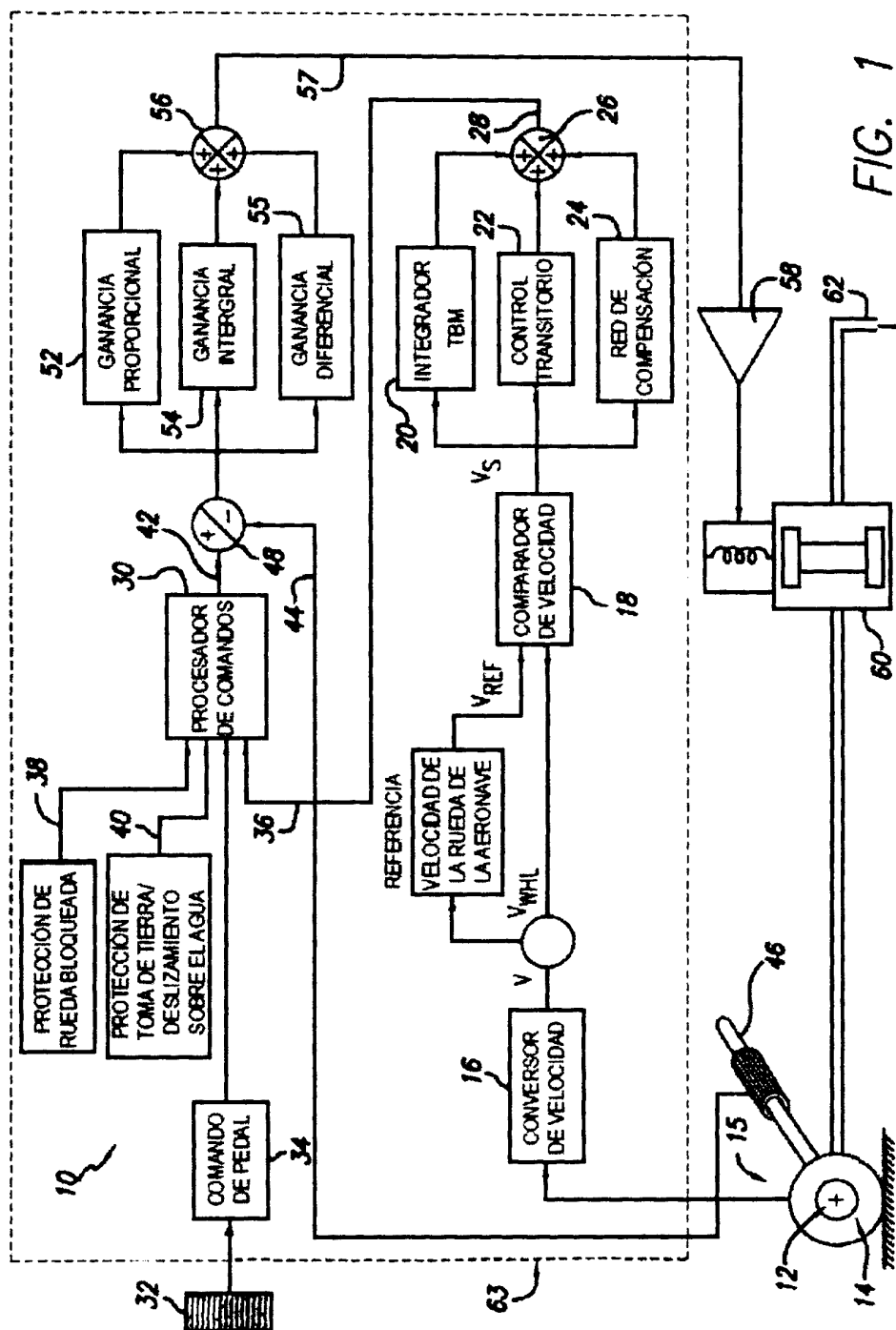


FIG. 1

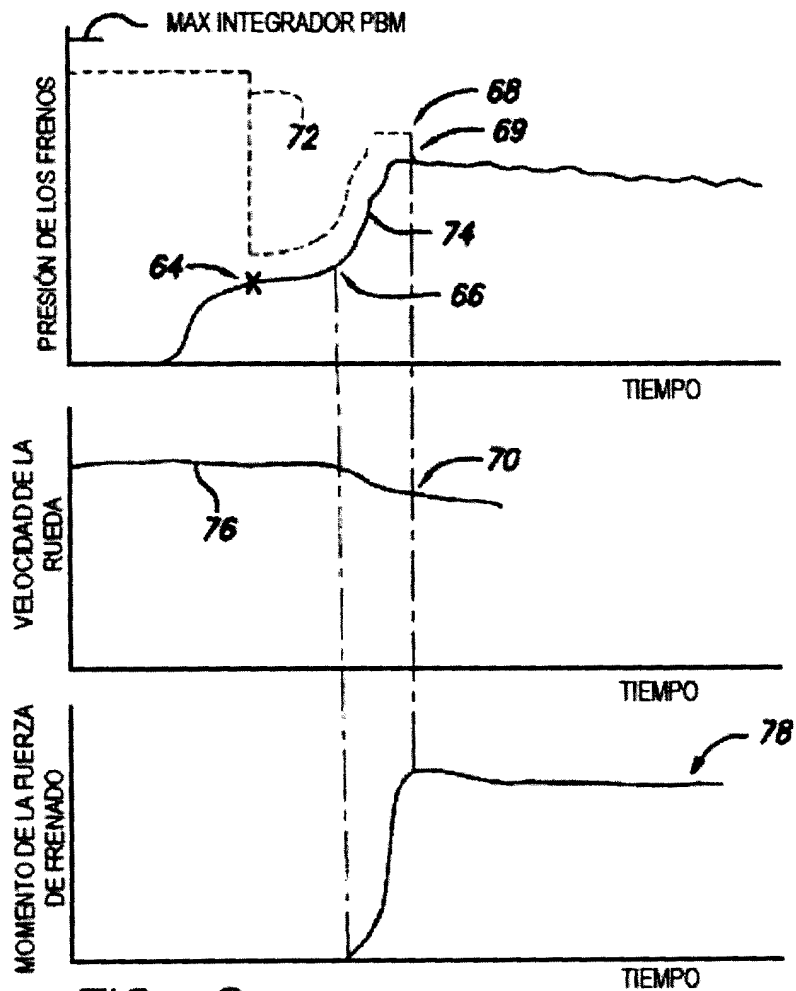


FIG. 2

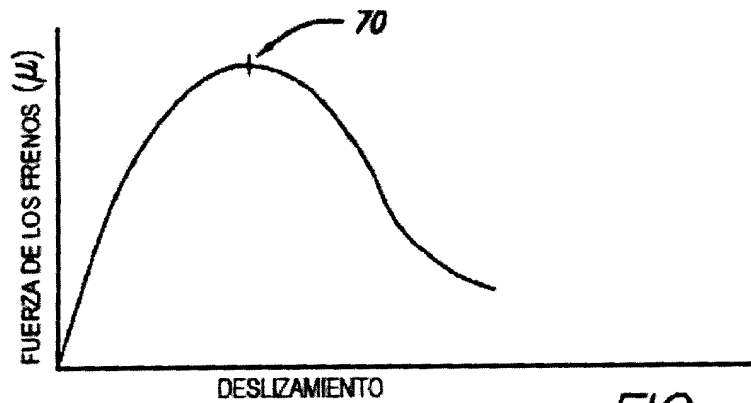


FIG. 3