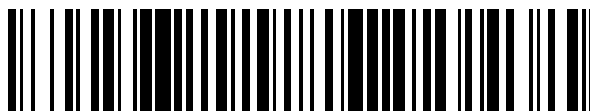


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 424 045**

51 Int. Cl.:

B62D 49/04 (2006.01)

B62D 51/04 (2006.01)

H02P 1/10 (2006.01)

B60K 1/02 (2006.01)

B60K 6/00 (2007.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.08.2000 E 00957922 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.01.2013 EP 1216184**

54 Título: **Vehículo motorizado**

30 Prioridad:

31.08.1999 US 388124

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

26.09.2013

73 Titular/es:

**INDEPENDENCE TECHNOLOGY, L.L.C. (100.0%)
40 Technology Drive
Warren, NJ 07059, US**

72 Inventor/es:

**ULRICH, NATHAN y
YOERGER, DANA R.**

74 Agente/Representante:

ARIAS SANZ, Juan

ES 2 424 045 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

Vehículo motorizado

Campo técnico de la invención

La presente invención se refiere generalmente a una silla de ruedas motorizada.

5 Antecedentes de la invención

En la actualidad se utilizan diversos tipos de vehículos que son capaces de proporcionar una motorización controlada al usuario. Tales vehículos incluyen bicicletas eléctricas, carritos de mano, y diversos dispositivos de izado. Otra aplicación útil de este concepto es en una silla de ruedas motorizada. Ejemplos de tales sillas de ruedas se divulgan en los documentos de Patente de los Estados Unidos N.^{os} 5.818.189; 5.234.066; y 4.050.533. En un montaje típico, un usuario
 10 sentado acciona la silla de ruedas ejerciendo una fuerza sobre un aro de empuje situado a cada lado de la silla de ruedas. Normalmente cada aro de empuje está unido directamente a una rueda motriz externa de algún modo. La rueda motriz externa gira mediante algunos medios de motorización asociados con el movimiento del aro de empuje. Por ejemplo, la Patente de los Estados Unidos N.º 4.050.583 divulga el uso de motores individuales que accionan cada una de dos
 15 ruedas motrices separadas. Los motores están controlados por la cantidad de par aplicado por un operario al aro de empuje de la rueda motriz. En este y en sistemas similares, la fuerza aplicada por el usuario se utiliza principalmente para activar y controlar la salida del motor a las ruedas motrices externas.

Sin embargo, lo que se desea es un sistema de transmisión que proporcione una asistencia mecánica eficiente durante aquellos momentos en los que el sistema eléctrico no está en funcionamiento, minimizando el arrastre del tren de accionamiento desde el motor, y reduciendo los requerimientos energéticos del sistema en su conjunto.

20 El documento JP 10 014982 A muestra una silla de ruedas que está dotada de una rueda motriz, un aro de empuje, una batería y un motor. Un dispositivo de aumento de la velocidad y una pieza de control se disponen en una carcasa. El dispositivo de aumento de velocidad tiene un engranaje interno, un transportador, cuatro engranajes epicíclicos y un engranaje planetario. El engranaje interno está integrado con la rueda motriz. El transportador está conectado integralmente con el aro de empuje mediante un manguito. Una galga extensométrica está ajustada en la cara externa del
 25 manguito. La pieza de control controla el motor en base a la magnitud de la fuerza de accionamiento humano, detectada por medio de la galga extensométrica, para añadir una magnitud especificada de fuerza de accionamiento eléctrico a la rueda motriz.

El documento WO 95/05141 A1 muestra una función de medida de una silla que permitirá medir la fuerza de propulsión aplicada a un anillo de accionamiento por el usuario de la silla, y proporcionar asimismo un servomotor accionado
 30 eléctricamente en sillas de ruedas convencionales, accionadas manualmente. Unos sensores de potencia o fuerza se sitúan contiguamente a una unión respectiva entre el anillo de accionamiento y la rueda y actúan para medir la fuerza de propulsión aplicada por el usuario sobre el anillo de accionamiento. El anillo de accionamiento está sostenido asimismo mediante otros tipos de medios de unión que carecen de sensores de potencia o fuerza y que tan sólo proporcionan un efecto de fuerza en una dirección axial y que tienen el menor efecto posible en la dirección periférica del anillo de
 35 accionamiento. Cada rueda puede sustituir a la rueda convencional de una silla de ruedas e incluye a este fin unos medios de acoplamiento rápido. Además, cada rueda puede estar dotada de un conjunto de accionamiento que incluye un motor que puede ser controlado como respuesta a señales medidas suministradas por los sensores de potencia. Una unidad de ordenador recibe la señal de potencia de cada rueda, la velocidad de la rueda y asimismo los ajustes elegidos por el usuario e introducidos en un panel de instrumentos, y calcula información útil del usuario y es efectiva a la hora de
 40 controlar el motor de acuerdo con un programa variable, en aquellos casos en los que el montaje incluye un motor.

El documento US 5.922.035 A divulga un procedimiento de control de lógica difusa para controlar un vehículo accionado manualmente, asistido por motor eléctrico, que se utiliza para ayudar a un conductor del vehículo. El vehículo comprende una transmisión para accionar el vehículo, un operador alimentado manualmente para recibir una fuerza manual
 45 introducida por el conductor para el accionamiento manual de la transmisión, un servomotor para generar una salida de par, una reductora y un embrague para acoplar la salida de par del motor a la transmisión, un freno para reducir la velocidad del vehículo, un sensor de fuerza para detectar la fuerza manual aplicada por el conductor al operador alimentado manualmente, un sensor de velocidad para detectar la velocidad del vehículo, un sensor de frenado para detectar la activación y la desactivación del freno; y un sensor de motor para detectar la salida del motor. El procedimiento comprende las siguientes etapas: procesar las salidas del sensor de fuerza, sensor de velocidad, sensor de frenada y
 50 sensor de motor para generar una pluralidad de variables difusas; evaluar la satisfacción del conductor en diversas categorías utilizando las variables difusas y generar una salida de tensión correspondiente para cada una de las categorías; evaluar la intención del conductor en cada una de las categorías y generar un factor de peso correspondiente para cada categoría; multiplicar la salida de tensión de cada categoría por su correspondiente factor de peso; y generar una salida de tensión de acuerdo con la suma de todas las salidas de tensión pesadas para controlar el servomotor para

ayudar al conductor.

Sumario de la invención

La presente invención, como se reivindica, proporciona una silla de ruedas que incluye un sistema de tren de accionamiento de peso ligero, compacto y barato. La entrada del usuario puede ser mejorada tanto mecánica como electrónicamente para proporcionar un funcionamiento óptimo del sistema. Se divulga un circuito de control que controla la cantidad de motorización en base a las necesidades del usuario individual. Este circuito puede estar integrado en el alojamiento de engranajes para constituir un módulo sencillo, compacto y fácil de retirar. Asimismo el circuito puede ser modificado de acuerdo con las necesidades del usuario individual, variando el factor de desmultiplicación (grandes reducciones principalmente para su uso en interiores o en colinas/rampas pronunciadas y reducciones menores para uso deportivo o de alta velocidad), u otros parámetros del sistema.

Un par u otra entrada proporcionada por el usuario se detectan mediante el uso de un transductor. Debido a que está detección es integral para el tren de accionamiento, no hay necesidad de anillos colectores u otros medios para comunicar señales de par a través de una conexión giratoria. El usuario puede modificar el sistema durante el funcionamiento seleccionando un mapa de control concreto utilizado por una unidad de procesamiento central (CPU) para determinar las características de rendimiento del vehículo.

El conjunto de rueda motriz/anillo de empuje puede ser diseñado para su retirada rápida. El pequeño tamaño del paquete de tren de accionamiento permite su adaptación a una diversidad de diseños de sillas de ruedas, incluyendo sillas de ruedas plegables. La silla de ruedas puede ser plegada y almacenada, ya sea con o sin las ruedas motrices incorporadas. Como cada conjunto de tren de accionamiento puede pesar menos de 2,25 k (excluyendo las baterías), el paquete añade poco peso a la silla de ruedas. Estas y otras ventajas de la presente invención serán fácilmente aparentes en la siguiente descripción del modo de realización preferente.

Breve descripción de los dibujos

La fig. 1 es una vista en perspectiva de una silla de ruedas con un sistema de transmisión de la presente invención.

La fig. 2 muestra una vista en perspectiva en despiece de una porción del sistema de transmisión de la fig. 1.

La fig. 3 es una vista en perspectiva parcial aumentada del sistema de transmisión de la fig. 2.

La fig. 4 es una vista en planta del sistema de transmisión de la fig. 3.

La fig. 5 es una vista en perspectiva del sistema de transmisión de la fig. 2, incluyendo un motor.

La fig. 6 es una vista sección transversal de un primer conjunto de engranajes.

La fig. 7 es un esquema del sistema de transmisión de la fig. 1

La fig. 8 es un esquema de un concepto global del sistema de control.

La fig. 9 es un esquema de un bucle de enganche de velocidad.

La fig. 10 es un esquema para calcular una velocidad deseada de la rueda.

La fig. 11 es un esquema de una interfaz de usuario.

La fig. 12 es un esquema de un concepto global del sistema de control alternativo.

Descripción de los modos de realización preferentes

La fig. 1 muestra una silla de ruedas 10 de acuerdo con la presente invención. La silla de ruedas 10 comprende una estructura 12, un asiento 14, un respaldo de asiento 16, dos ruedas motrices 18 que se acoplan con el suelo, dos ruedas delanteras 20 que se acoplan con el suelo, dos aros de empuje 22, y un sistema de transmisión 23 (como se muestra en la fig. 2) que conecta cada aro de empuje 22 y motor 24 con cada rueda motriz 18. Las ruedas motrices 18 se sitúan a cada lado de la estructura 12 y están montadas a un cubo de rueda 26. El cubo de rueda 26 está montado de modo giratorio a la estructura 12. Los aros de empuje 22 están unidos a árboles 28 de los aros de empuje por medio de radios 30.

Como se describirá, el sistema de transmisión de la presente invención está alimentado por dos entradas de fuerza. Una entrada está proporcionada por un usuario. La otra está proporcionada por dos motores controlados electrónicamente, alimentando cada uno una rueda. En aquellos casos en los que el usuario sea capaz de proporcionar una fuerza suficiente

para accionar la silla de ruedas, el motor 24 (como se muestra en la fig. 2) ayuda a este esfuerzo. En aquellos casos en los que el usuario no sea capaz de proporcionar suficiente fuerza para accionar la silla de ruedas, el motor actúa en mayor medida como los medios principales para accionar la silla de ruedas.

Como se muestra en la fig. 2, el sistema de transmisión 23 de la presente invención comprende unos conjuntos de engranajes primero y segundo, y un sistema de control (mostrado en la fig. 7). Los conjuntos de engranajes primero y segundo están soportados y protegidos por una cubierta de engranajes 34, un alojamiento de engranajes 36, y un alojamiento de motor 38. Aunque en este modo de realización preferente se discuten múltiples conjuntos de engranajes, este conjunto puede ser combinado fácilmente en una unidad integral sin alejarse del ámbito de la presente invención.

En referencia a las figs. 2-6, el primer conjunto de engranajes es un dispositivo desmultiplicador que está asociado con la entrada de fuerza suministrada por el usuario. Este primer conjunto incluye un subconjunto de aro de empuje y un subconjunto de rueda inversora. El subconjunto de aro de empuje comprende el aro de empuje 22 (fig. 1), un árbol 28 del aro de empuje, y un engranaje 40 del aro de empuje. El subconjunto de rueda inversora (fig. 2) comprende una rueda inversora 42, un árbol 44 de la rueda inversora, y un piñón 46 de la rueda inversora. Un transductor 47 se sitúa en el árbol 44 de la rueda inversora.

Debido a una diferencia entre el par del aro de empuje y el par de la rueda motriz, resultante del dispositivo desmultiplicador, existe un par de reacción 55 (fig. 4) que es asumido por los soportes de engranajes. El transductor 47 mide este par de reacción, lo que ofrece al sistema de control una medida precisa de la fuerza introducida por el usuario.

El conjunto de rueda inversora conecta con un conjunto de engranajes de salida para actuar sobre la rueda motriz 18. El conjunto de engranajes de salida comprende un engranaje de salida 48 soportado en un árbol de salida 50. El árbol de salida 50 pasa a través de la cubierta de engranajes 34 y conecta con el cubo de rueda 26 para girar la rueda motriz 18 (fig. 1).

El conjunto de aro de empuje, el conjunto de rueda inversora, y el conjunto de engranajes de salida cooperan del siguiente modo para transmitir y mejorar la entrada de fuerza del usuario a las ruedas motrices 18. El árbol 28 del aro de empuje gira cuando el usuario ejerce una fuerza sobre cada aro de empuje 22. Esta fuerza se transmite a continuación directamente al engranaje 40 del aro de empuje a través del árbol 28 del aro de empuje, como se muestra en las figs. 2, 3, 5 y 6. En referencia a la fig. 6, el árbol 28 del aro de empuje pasa a través del cubo de rueda 26, el árbol de salida 50, la cubierta de engranajes 34, el engranaje de salida 48, el alojamiento de engranajes 36, y el engranaje 40 del aro de empuje sin una disminución significativa de la fuerza aplicada por el usuario. Esto se puede lograr mediante cualquier medio adecuado, incluyendo, aunque sin limitarse a, el uso de cojinetes o una sustancia viscosa tal como aceites lubricantes. Cualquiera o todos los elementos mencionados anteriormente se pueden utilizar para proporcionar soporte para el árbol 28 del aro de empuje cuando pasa a través de los mismos.

Volviendo a las figs. 2 y 4-6, el árbol 28 del aro de empuje y el árbol de salida 50 son coaxiales, aunque acoplados por medio de un factor de desmultiplicación $N:1$, en donde N vueltas del aro de empuje 22 producen una vuelta de la rueda motriz externa 18. La presente invención funcionará efectivamente con cualquier valor de N distinto de uno, aunque será más efectiva cuando N se encuentra entre 0,5 y 2,0. Un factor superior a uno es el más preferente ya que esto produce una multiplicación del par manual del usuario, lo que permite que el usuario ascienda por colinas o rampas empinadas más allá de la capacidad del motor por sí mismo.

Otras implementaciones, tales como sillas de deporte, pueden tener un valor de N inferior a 1. Esto es adecuado ya que, en tales casos, es deseable que la velocidad del aro de empuje 22 sea menor que la de la rueda motriz externa 18; facilitando así la utilización del aro de empuje 22 a velocidades de la silla de ruedas más elevadas. Así pues, el valor de N puede variar para adaptarse a las necesidades concretas del usuario y al uso pretendido de la silla de ruedas sin alejarse del ámbito de la presente invención.

En referencia a la fig. 3, a medida que el engranaje 40 del aro de empuje gira, esto provoca que la rueda inversora 42 gire igualmente. La rueda inversora 42 está unida a un piñón 46 de la rueda inversora por medio de un árbol 44 de la rueda inversora. El árbol 44 de la rueda inversora pasa a través de, y puede estar soportado por, el alojamiento de engranajes 36 (fig. 2). Con referencia a las figs. 1 y 2, el piñón 46 de la rueda inversora se engrana con el engranaje de salida 48, lo que provoca que la rueda motriz 18 gire por medio del árbol de salida 50, que está conectado al cubo de rueda 26.

Como se mencionó anteriormente, debido a la desmultiplicación asociada con los conjuntos de engranajes entre el aro de empuje 22 y la rueda motriz 18, el par del aro de empuje y el par de la rueda motriz serán diferentes. Esta diferencia da como resultado un par de reacción 55 (fig. 4) que es asumido por los soportes de engranajes. El transductor 47 (mostrado en la fig. 2), que es preferentemente un sensor de par basado en una tecnología de galga extensométrica, está montado en el árbol 44 de la rueda inversora (fig. 2) para medir este par de reacción. Para este sistema, el par del aro de empuje T_h se define por:

$$T_h = T_r / (N - 1)$$

en donde T_h es el par aplicado por el usuario al aro de empuje, T_r es el par de reacción medido de la rueda inversora, y N es el factor de desmultiplicación de la rueda inversora.

5 Volviendo a la fig. 7, el transductor 47 mide el par T_h del aro de empuje y transmite este valor a una unidad de procesamiento central (CPU) 56. El funcionamiento del circuito de control se describe en más detalle en la siguiente sección que describe el segundo conjunto de engranajes.

En referencia a las figs. 2-5, el segundo conjunto de engranajes está asociado con la entrada de fuerza suministrada por el motor e incluye el motor 24, un rotor 58, un piñón 60 del motor, un engranaje intermedio 62, un piñón 66 del engranaje intermedio, y un árbol intermedio 68. El motor 24 proporciona una motorización controlada electrónicamente que aumenta la fuerza aplicada por el usuario. La fuerza proporcionada por el motor 24 se transmite a través de una reductora de dos etapas 41, que tiene preferentemente engranajes rectos. En el modo de realización preferente, el motor 24 es un servomotor de corriente continua sin escobillas. Asimismo, el factor de desmultiplicación es aproximadamente 18:1. Como se muestra en la fig. 2, el motor 24 está encapsulado entre el alojamiento del motor 38 y el alojamiento de engranajes 36. La combinación de un motor de alto rendimiento y baja fricción y de un factor de desmultiplicación pequeño permite un arrastre mínimo del tren de accionamiento cuando el motor 24 no está alimentado, como ocurriría cuando las baterías estuvieran bajas o tuviera lugar un fallo del sistema.

En referencia a las figs. 2 y 5, el motor 24 acciona el piñón del motor 60 a través de un árbol (no mostrado) que pasa a través del alojamiento de engranajes 36. Como se observa mejor en las figs. 2-4, el piñón del motor 60 se engrana con el engranaje intermedio 62 mediante sus dientes de engranajes asociados. El engranaje intermedio 62 se conecta con el piñón 66 del engranaje intermedio por medio del árbol intermedio 68. El piñón intermedio 66 a su vez se engrana con el engranaje de salida 48 para transmitir la salida del motor a la rueda motriz 18 (como se muestra en la fig. 1) mediante el árbol de salida 50, que está conectado con el cubo de rueda 26.

El sistema de control se describirá a continuación con referencia a la fig. 7, que proporciona un esquema funcional del sistema. Específicamente, la fig. 7 muestra componentes de un sistema de control y los datos que pasan entre estos componentes. El sistema de control comprende un componente externo 70 basado en un ordenador personal, una batería 72, un sensor de velocidad 74, el transductor 47, un circuito LED 76, un mapa de control 78 y circuitería asociada, una interfaz de usuario 80, la CPU 56, y el motor 24 que tiene un controlador del motor 82 asociado. El mapa de control 78 puede ser o bien una constante del sistema o seleccionable por el usuario a través de la interfaz 80 con la CPU 56.

El sistema de control funciona mediante la CPU 56, que está implementada preferentemente como un microprocesador programable. El circuito para el sistema de control está alojado en una caja de control (no mostrada) que es, preferentemente, bien integral con la unidad de accionamiento/caja de engranajes o está encapsulada en un recinto separado montado en la estructura. Con referencia a las figs. 1 y 7, el sistema de control funciona de modo que el usuario suministra una fuerza al aro de empuje 22 que se mide por el transductor 47. El transductor 47 transmite este valor a la CPU 56, que utiliza una dinámica deseada o un mapa de control para transformar el valor de par medido en una velocidad de la rueda motriz deseada. La dinámica deseada se puede programar en la CPU y se puede configurar específicamente para satisfacer las necesidades del usuario individual. Un bucle de enganche de velocidad (fig. 9) se utiliza como una medida de error para asegurar la adecuada salida del sistema en base al mapa de control seleccionado. El sensor 74 mide la velocidad real de la rueda motriz 18 y compara este valor frente al valor óptimo o deseado a través del bucle de enganche de velocidad. La salida del motor se aumenta o disminuye por tanto para reducir el componente de error al valor óptimo de cero.

Para poner en funcionamiento este concepto (fig. 10), la CPU 56 acepta una entrada de par del transductor 47, una entrada de comando de la interfaz 80 (cuando se utiliza) y una entrada de velocidad del sensor 74. En respuesta, la CPU 56 emite una señal de control al motor 24 por medio de controlador del motor 82. La CPU 56 es programable preferentemente mediante el uso del ordenador personal 70 que tiene una memoria de almacenamiento asociada. En el ordenador reside una herramienta de diseño para especificar y descargar estos mapas de control a la CPU 56. El enlace infrarrojo (IR) 83 facilita la transferencia de datos entre la CPU 56 y el ordenador externo 70.

La CPU 56 dirige asimismo información descargada del enlace de datos, tal como mapas de control, a una memoria exclusivamente de lectura, programable, borrrable eléctricamente (EEPROM). Y si el enlace de datos está configurado adecuadamente para emitir información, el procesador puede cargar datos de una DRAM o de otra memoria volátil mediante el enlace de datos. Un programa para gobernar el funcionamiento de la CPU 56 puede residir igualmente aquí. Además, la CPU 56 puede, ante un requerimiento del sistema de ordenador personal 70, cargar información que ha sido almacenada. La descarga y la carga se realizan preferentemente mediante un enlace de datos infrarrojo, aunque se pueden utilizar igualmente cables, enlaces de datos inalámbricos, un modem u otros medios de intercambio de datos.

Los diversos mapas de control pueden ser accedidos por el usuario mediante el uso de la interfaz 80 (figs. 7 y 11) entre el

usuario y la CPU. La interfaz 80 está dotada de un conmutador 90 que permite que el usuario seleccione entre los diversos mapas de control pre-programados en la CPU. La interfaz 80 puede tener asimismo un dispositivo de visualización que comprende una serie de LEDs 78 utilizados para indicar qué mapa de control ha sido seleccionado por el usuario. Dispositivos de visualización alternativos (no mostrados), tales como dispositivos de cristal líquido, que muestran esta información junto con otros datos de estado, se pueden utilizar en lugar de, o además de, los LEDs. El puerto (IR) 82 (mostrado en la fig. 7) facilita la comunicación con el componente de ordenador personal 70 para cargar tales datos, y asimismo descargar mapas de control y otros programas. Como se establece anteriormente, se pueden utilizar otros enlaces de datos en lugar del puerto IR.

Una vez que el usuario selecciona el mapa de control deseado, la CPU está lista para calcular la salida deseada del sistema. El cálculo de la velocidad deseada de la rueda motriz ω_d (fig. 8) se basa en los siguientes algoritmos:

$$\dot{\omega}_d = \frac{1}{m} [N_1 T_h - B_1 \omega_d - B_2 \operatorname{sgn}(\omega_d)]$$

$$\omega_d = \min(\omega_d, \omega_{d \max})$$

$$\omega_d = \max(\omega_d, -\omega_{d \max})$$

En las anteriores fórmulas, N_1 es el factor de marcha entre el aro de empuje 22 y la rueda motriz externa 18, m es la masa deseada del sistema, B_1 es el amortiguamiento lineal deseado, B_2 es el amortiguamiento de Coulomb deseado, y $\dot{\omega}_d$ representa la primera derivada con respecto al tiempo (1/s, fig. 10). Debido a las fórmulas anteriores, la presente invención está estructurada y sintonizada para imitar un sistema similar a una silla de ruedas con una inercia específica y un arrastre prescrito (combinación de fricción lineal y de Coulomb).

Alternativamente, se puede suministrar una trayectoria de señal de avance desde el par medido del aro de empuje (fig. 12). La trayectoria de avance aplica un factor de par fijo al motor, en donde el factor se determina por medio de la ganancia, K_F . Cuando el sistema utiliza la trayectoria de avance, la velocidad deseada de la rueda motriz ω_d se calcula en base al mismo algoritmo descrito anteriormente. Con referencia a la fig. 12, K_F es la ganancia de avance, B_{F1} es el término de compensación de fricción lineal y B_{F2} es el término de compensación de fricción de Coulomb. Tanto los términos de compensación de fricción lineal como de Coulomb se utilizan para eliminar la fricción natural del sistema. Estos componentes (B_{F1} y B_{F2}) añaden par en base a la velocidad, ya sea linealmente para B_{F1} o en base al signo de la velocidad para B_{F2} . La presente invención puede utilizar el término de avance tanto en el modo servo como por sí mismo en el modo de avance. En el modo servo, esto contribuye a que el sistema de control responda más rápidamente a la entrada del operador. Por sí mismo, proporciona un aumento de par.

Las variables en las fórmulas anteriores se pueden alterar en un amplio intervalo para ajustar el mapa de control a las necesidades específicas del usuario. Por ejemplo, especificando una baja inercia, el sistema acelerará y desacelerará más fuertemente como respuesta a una entrada de par en los aros de empuje. El efecto neto es que las entradas del operario se amplifican por la recíproca del sistema de masas. Esto se denomina como la "sensibilidad" del sistema.

El modo de realización preferente incluye dos tipos de amortiguación, lineal y de Coulomb. Estos términos de amortiguación se utilizan tanto para adaptar la respuesta del sistema a las necesidades del usuario como para proporcionar estabilidad al sistema. Por ejemplo, los términos de amortiguación contribuyen a que el operario baje la velocidad a cero cuando lo desee, y asimismo mantenga la velocidad comandada en cero a pesar de pequeñas desviaciones en los sensores de par. El término de amortiguación lineal proporciona un par resistivo proporcional a la velocidad deseada, que es similar a desplazarse a través de un fluido viscoso. El término de amortiguación de Coulomb proporciona un par resistivo de magnitud fija que es similar a deslizar un objeto a lo largo de una superficie suave.

Otras formas de amortiguación pueden ser incorporadas igualmente en el sistema, tal como un arrastre cuadrático en el que la fuerza aumenta con el cuadrado de la magnitud de la velocidad. Aumentar cualquier término de amortiguación provoca que la velocidad deseada vuelva a cero más rápidamente en ausencia de una entrada de par aplicado. A velocidad continua, los términos de arrastre establecen la cantidad de par aplicado necesario para mantener esa velocidad. Si los términos de amortiguación disminuyen, la silla mantendrá su velocidad durante más tiempo sin una entrada de par adicional. El límite de velocidad simplemente impide que la velocidad deseada supere una magnitud preestablecida. Desde el punto de vista del usuario, esto se percibe principalmente como una amortiguación fuerte que corta la velocidad límite.

Una característica adicional de la presente invención es su capacidad regenerativa. Por ejemplo, cuando el motor está ralentizando la silla de ruedas (como ocurre en el modo servo yendo cuesta abajo), la potencia se devuelve a la batería.

Similarmente, la silla frena activamente sobre terreno llano cuando los términos B_1 y B_2 (fig. 10) reducen la velocidad deseada, y el controlador de velocidad reduce la velocidad real aplicando el par opuesto apropiado. A continuación, la acción regenerativa transfiere energía de nuevo de la energía cinética de la masa en movimiento a la batería. Cuando quiera que el par aplicado y la velocidad tengan signos opuestos, el sistema devuelve gran parte de la potencia disipada resultante a la batería, con el controlador del motor encaminando la energía eléctrica generada de vuelta a la batería. Esta capacidad es exclusiva del entorno de baja fricción del presente sistema. Este entorno permite que la silla de ruedas se deslice cuando no se aplique corriente.

La dinámica deseada (o mapa de control) se crea variando estos parámetros en asociación con la combinación de sistema de control computarizado, los sensores, y la totalidad del sistema electromagnético (motores, engranajes, etc.). Debido a la linealidad del motor de par, la baja fricción y la baja holgura de los engranajes, y la calidad de los sensores, el sistema de control computarizado puede conformar la respuesta dinámica del sistema en su conjunto en un amplio intervalo. Aunque la presente invención funcionará con engranajes de alta fricción, alta desmultiplicación, esto no es deseable ya que estos componentes pueden limitar la capacidad de especificar un comportamiento deseado del sistema.

En referencia a la fig. 9, una vez que la velocidad deseada de la rueda motriz ω_d ha sido calculada en base al mapa de control seleccionado, el circuito de control calcula la salida deseada del motor mediante el uso de un bucle de enganche de velocidad de un único eje. El bucle de enganche de velocidad altera el par del motor para mantener la velocidad deseada de la rueda motriz ω_d a pesar de cambios en la fricción (externa e interna) o cargas de gravedad impuestas por terrenos en pendiente. El cálculo de la salida deseada de motor se lleva a cabo mediante el siguiente algoritmo, que actúa como un bucle de corrección de errores:

$$\text{Salida del motor} = K_v * [(\omega_d * N_2) - V_m]$$

en el que K_v es la ganancia virtual de velocidad, N_2 es el factor de desmultiplicación entre el motor 24 y la rueda motriz externa 18, y V_m es la velocidad medida del motor. La velocidad medida del motor V_m se obtiene mediante el uso del sensor 74 asociado con el motor 24. Preferentemente, el sensor es un codificador óptico montado en el motor 24 correspondiente.

En referencia a la fig. 7, el controlador utiliza la salida deseada del motor para transmitir una señal de control apropiada al motor 24. Esta señal contiene información de magnitud y polaridad que se presenta al controlador del motor 82 para producir una salida del motor apropiada. El controlador del motor 82 convierte esta señal en una tensión de la magnitud y polaridad apropiadas para ser aplicada al motor 24. Para esto, el controlador del motor comprende un convertidor digital a analógico (DAC), y un circuito de puente en H. El DAC convierte la señal de control en una señal analógica para ser aplicada al circuito de puente en H, y el circuito de puente en H utiliza esta señal, junto con información de polaridad, para accionar el motor 24.

Los sistemas de control y transmisión, descritos anteriormente, están duplicados para cada rueda. Debido a la independencia de cada rueda, los parámetros de control del sistema se pueden variar para adaptarse a las necesidades concretas del usuario. Por ejemplo, si el usuario tiene menos fuerza en un brazo, el lado asociado de la silla de ruedas puede ser hecho más sensible reduciendo los parámetros de masa y arrastre. Alternativamente, ambos sistemas pueden estar acoplados para producir una respuesta uniforme.

REIVINDICACIONES

1. Una silla de ruedas (10) que incluye al menos una rueda motriz (18) conectada de modo giratorio a una estructura (12), que comprende:
 - un aro de empuje (22) para recibir una primera fuerza de entrada de un usuario;
- 5 un conjunto de engranajes (23) que conecta funcionalmente el aro de empuje (22) con la rueda motriz;
 - un motor (24) asociado funcionalmente con el conjunto de engranajes (23) para proporcionar una segunda fuerza para alimentar la silla de ruedas (10);
 - un transductor (47) configurado para emitir al menos una señal indicativa de la primera fuerza de entrada;
 - un sensor (74) configurado para emitir al menos una señal indicativa de un movimiento de la rueda motriz (18); y
- 10 un controlador conectado eléctricamente al sensor (74) y al transductor (47), estando configurado el controlador para
 - recibir la señal de salida del sensor (74) y la señal de salida del transductor (47), caracterizado por que el controlador está configurado para calcular una velocidad deseada de la rueda motriz utilizando un mapa de control que imita un sistema con una inercia específica y un arrastre prescrito mediante una combinación de fricción lineal y de Coulomb,
- 15
 - comparar la velocidad deseada de la rueda motriz calculada con la velocidad real de rueda motriz y
 - generar y emitir una señal de control al motor (24) con el fin de reducir el componente de error entre dicha velocidad deseada de la rueda motriz y dicha velocidad real de la rueda motriz.
2. La silla de ruedas (10) de la reivindicación 1, en la que
- 20 un primer conjunto de engranajes está asociado funcionalmente con el aro de empuje y el transductor, y
 - un segundo conjunto de engranajes está asociado funcionalmente con el motor.
3. La silla de ruedas (10) de las reivindicaciones 1 o 2, en la que el controlador comprende:
 - un dispositivo de computación para determinar la señal de control a partir de la señal del transductor utilizando una de las al menos una función programada; y
- 25 un controlador del motor conectado eléctricamente al dispositivo de computación para transmitir la señal de control al motor, incluyendo la señal de control una tensión y una polaridad para controlar una velocidad y una dirección del motor.
4. La silla de ruedas (10) de la reivindicación 3, en la que el dispositivo de computación es un microprocesador.
5. La silla de ruedas (10) de las reivindicaciones 3 o 4, en la que el controlador del motor comprende:
- 30 un convertidor digital a analógico para producir dicha tensión para controlar la velocidad del motor, y
 - un circuito de puente en H para determinar la polaridad para controlar la dirección del motor.
6. La silla de ruedas (10) de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que el controlador comprende además una memoria para almacenar la al menos una función programada.
7. La silla de ruedas (10) de la reivindicación 6, en la que la memoria es una memoria de sólo lectura, programable, borrrable eléctricamente.
- 35
8. La silla de ruedas (10) de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que el primer conjunto de engranajes comprende un factor de desmultiplicación de entre 0,5 y 2,0.
9. La silla de ruedas (10) de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que el segundo conjunto de engranajes comprende un factor de desmultiplicación de dos etapas de, aproximadamente 18:1.
- 40 10. La silla de ruedas (10) de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que la señal de salida del sensor está asociada funcionalmente con un programa de corrección de errores.

11. La silla de ruedas (10) de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además un ordenador externo que tiene al menos un puerto de entrada/salida, configurado el ordenador externo para recibir una entrada funcional, y para emitir una función programada al controlador.

5 12. La silla de ruedas (10) de la reivindicación 11, en la que el al menos un puerto de entrada/salida incluye un puerto infrarrojo.

13. La silla de ruedas (10) de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que el controlador está asociado funcionalmente con una interfaz de usuario, incluyendo la interfaz:

un conmutador para seleccionar una función programada; y

un dispositivo de visualización para identificar la función seleccionada.

10

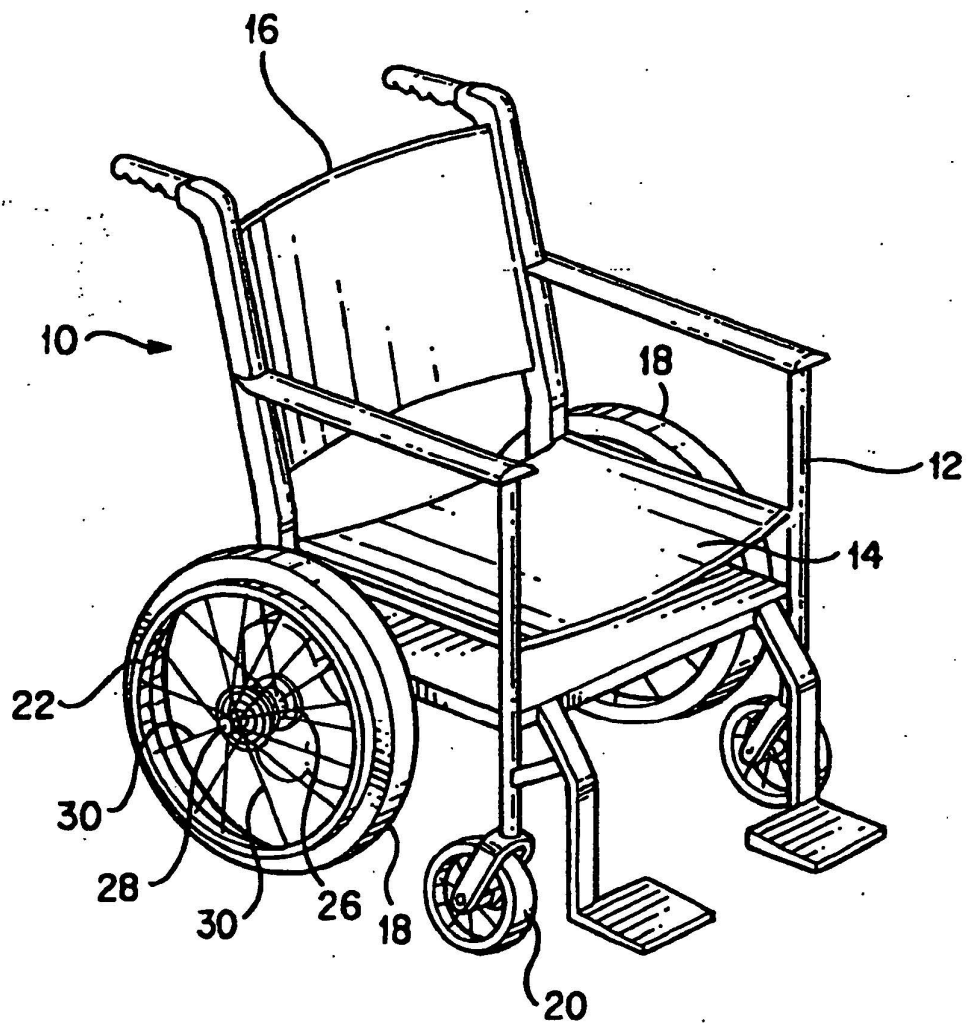


FIG. 1

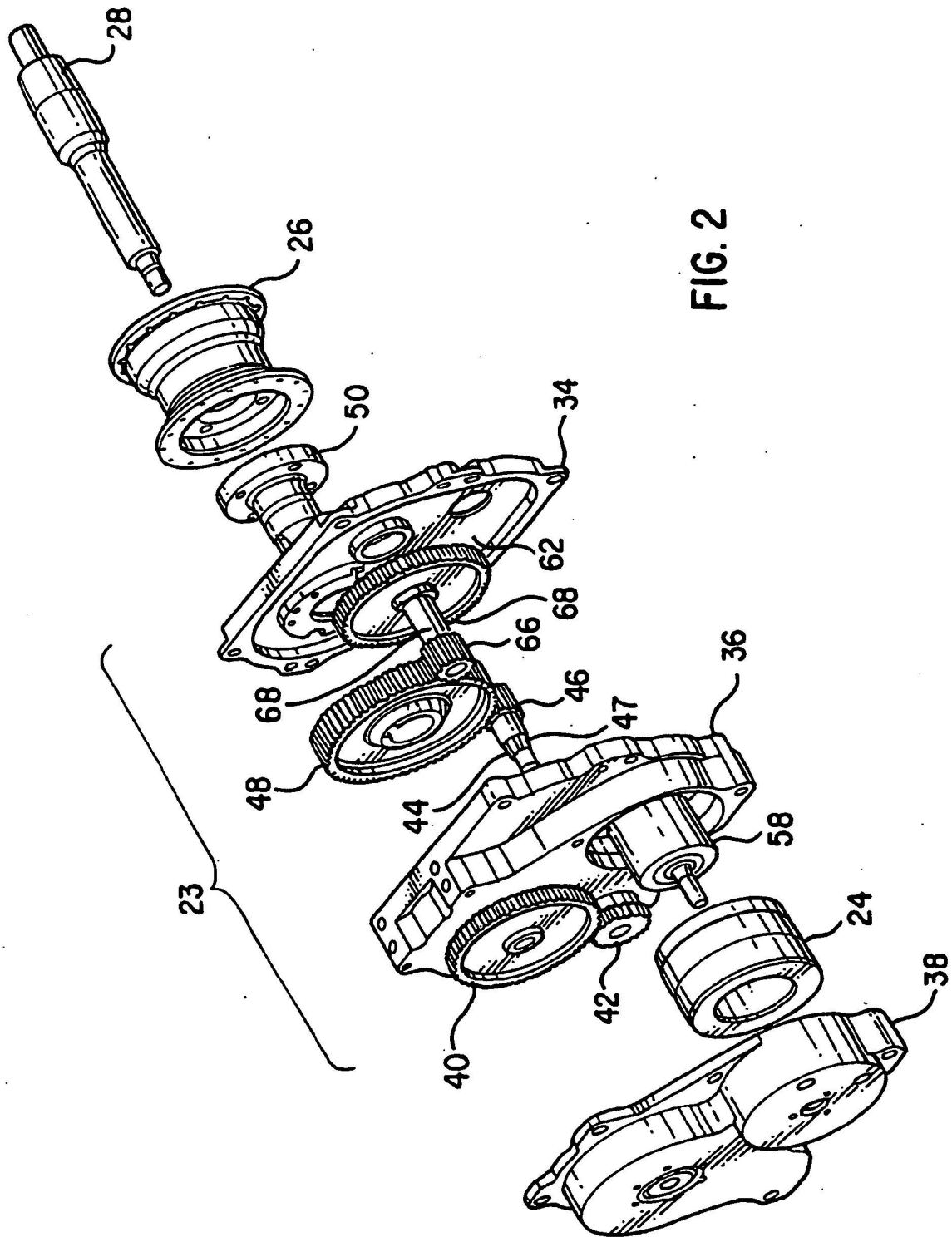
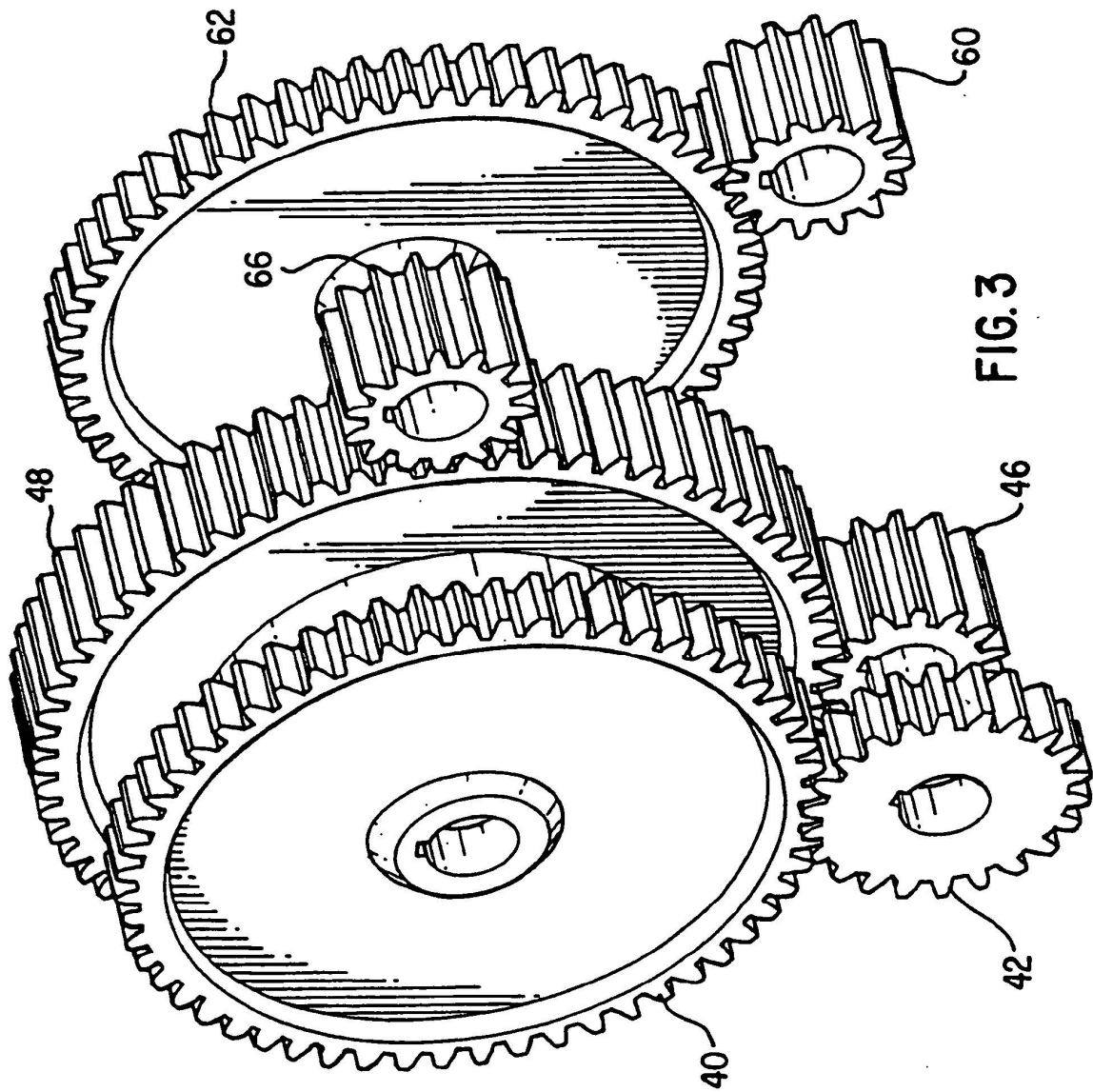
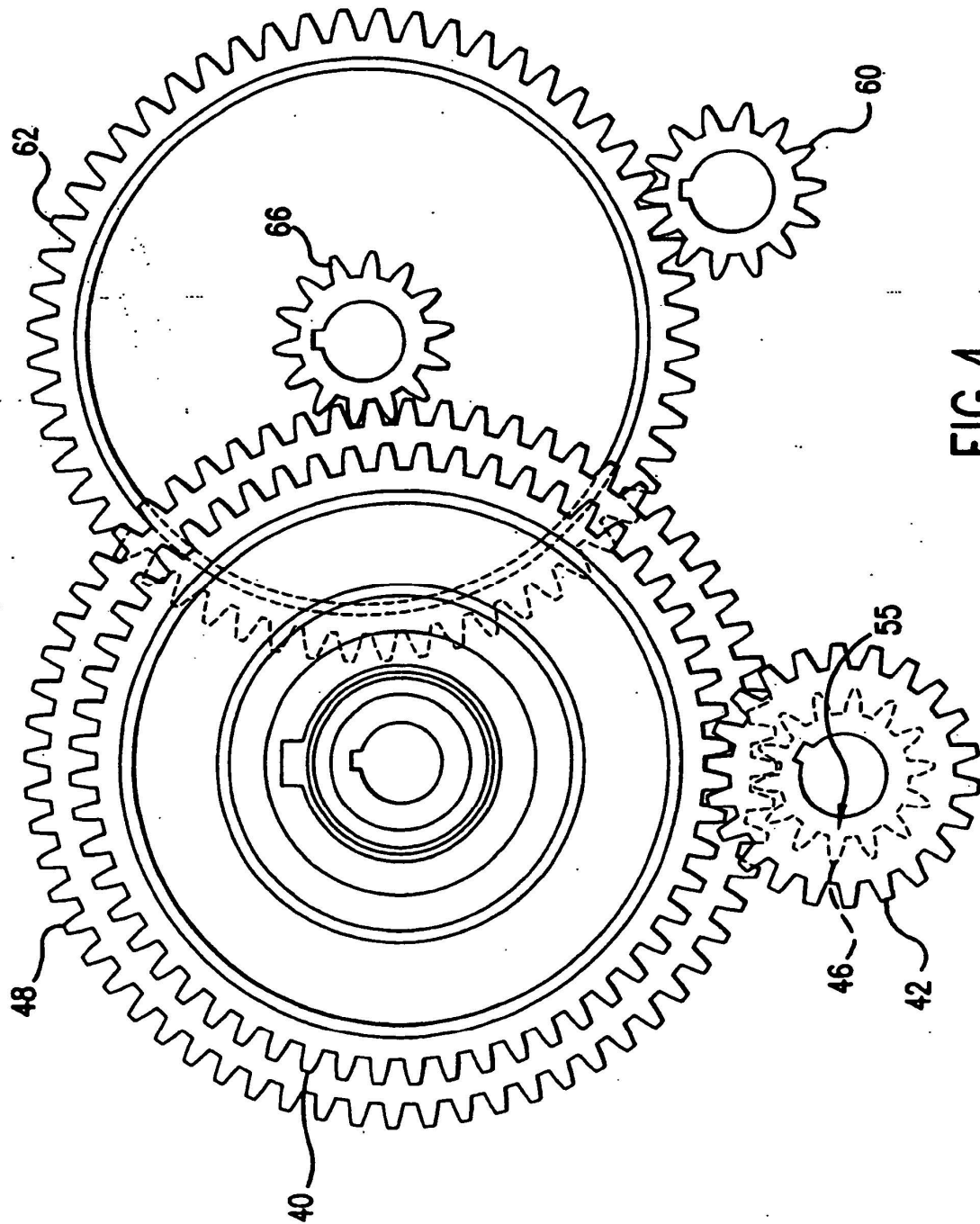


FIG. 2





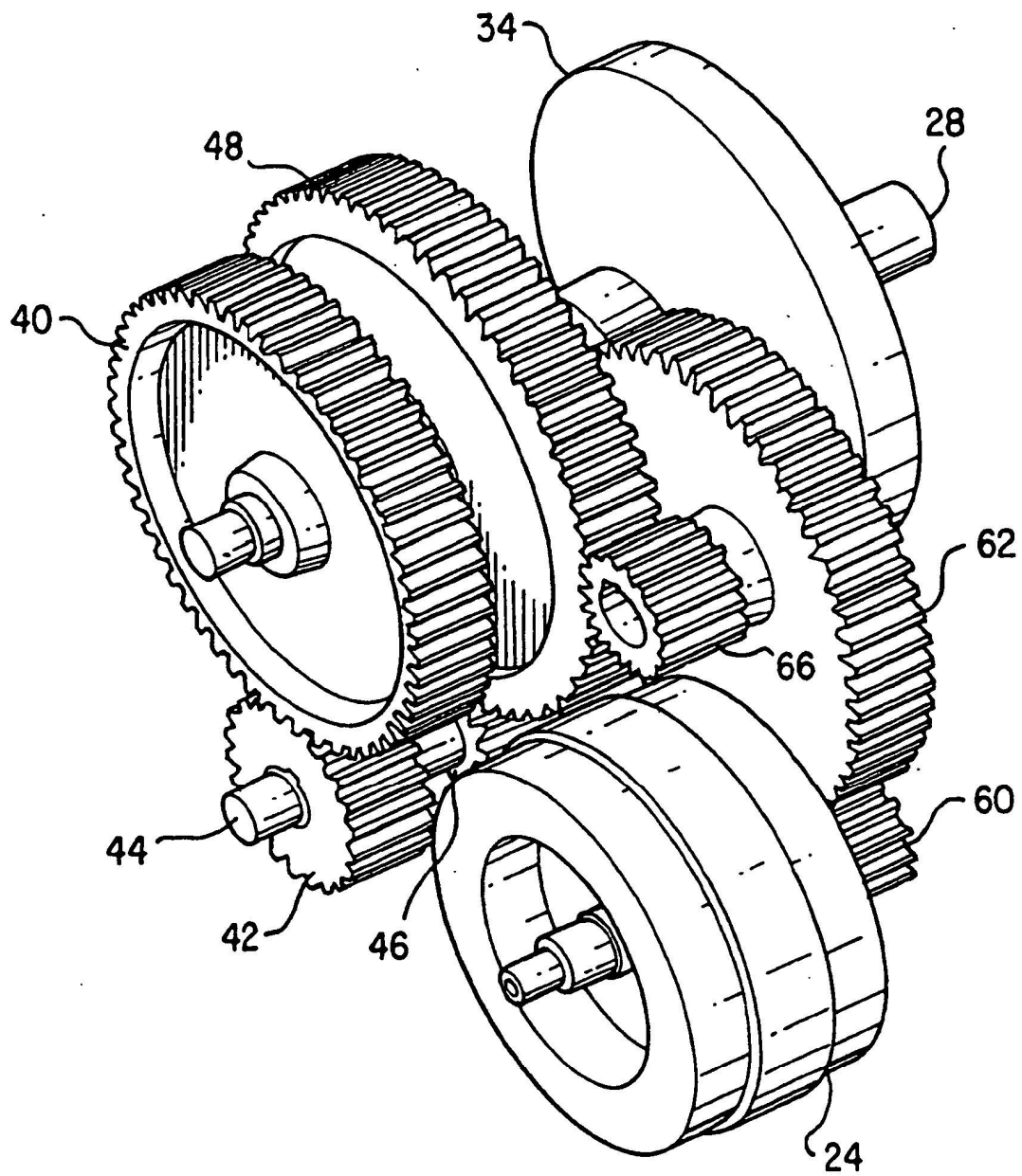


FIG. 5

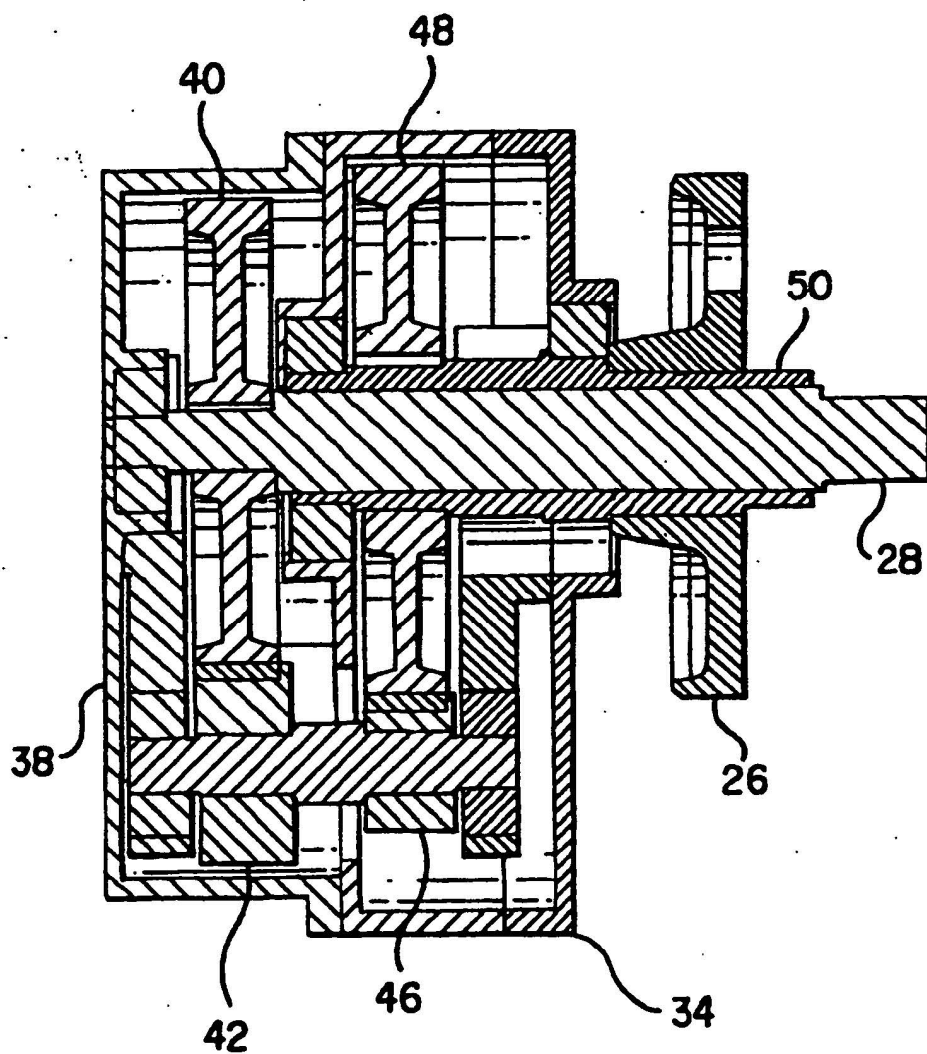


FIG. 6

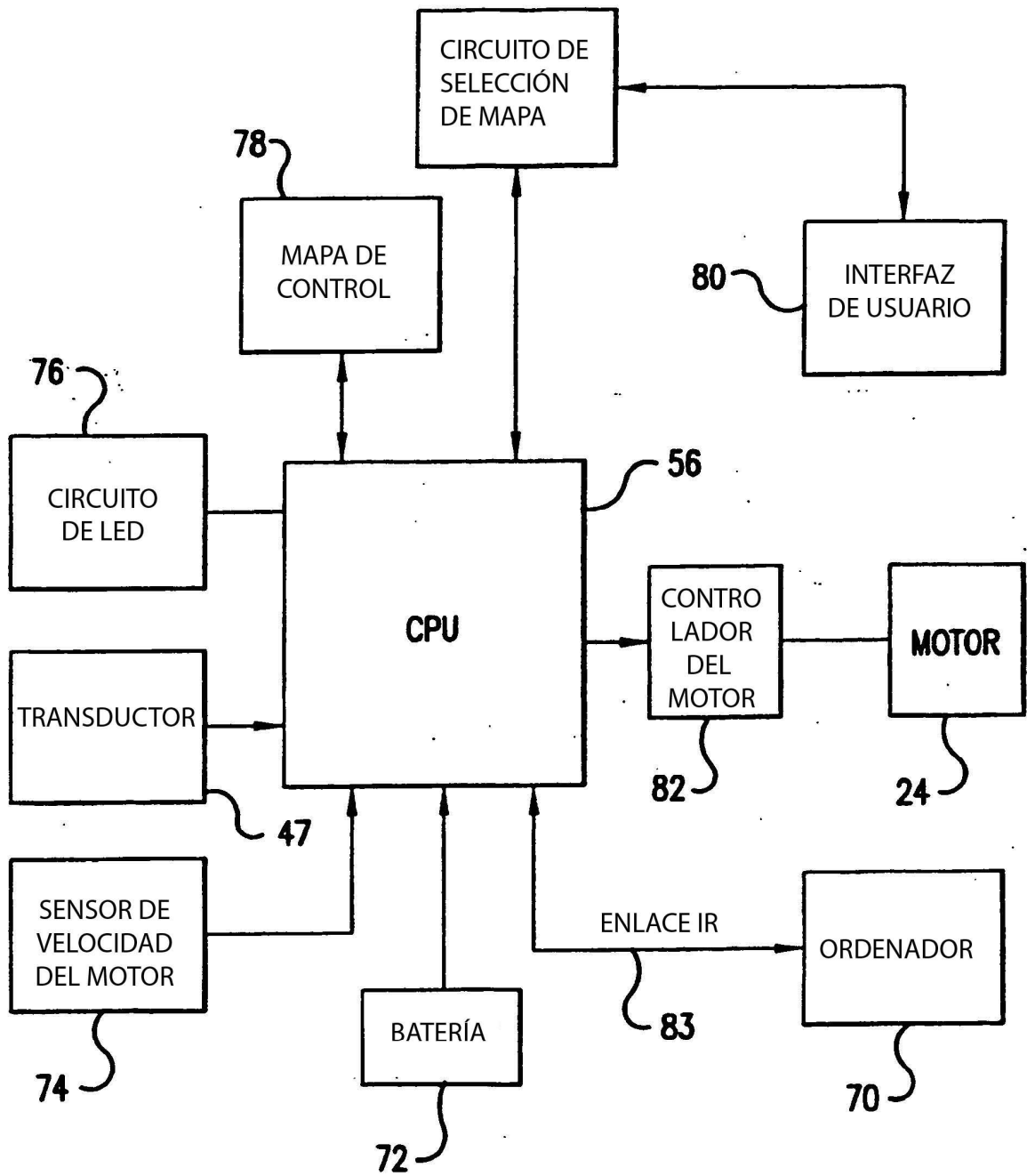


FIG.7

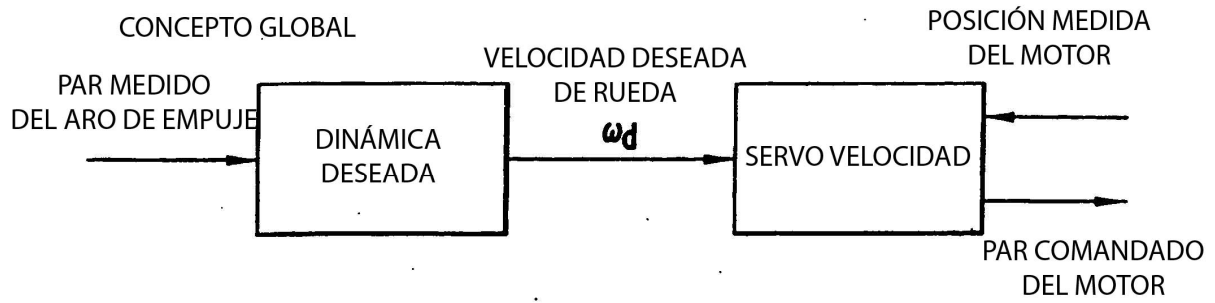


FIG.8

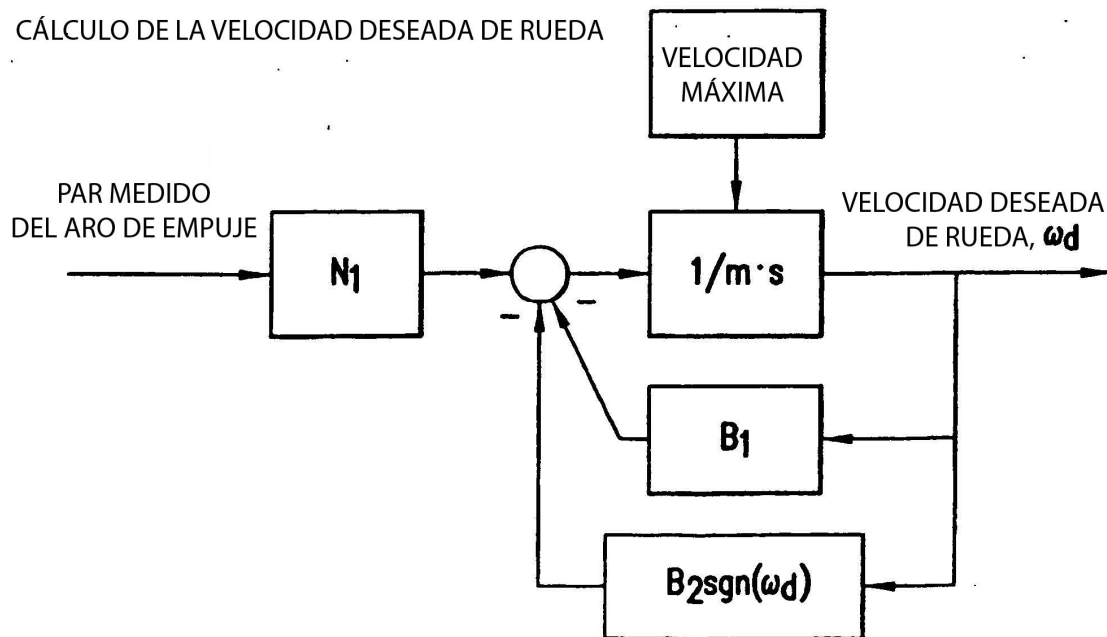


FIG.10

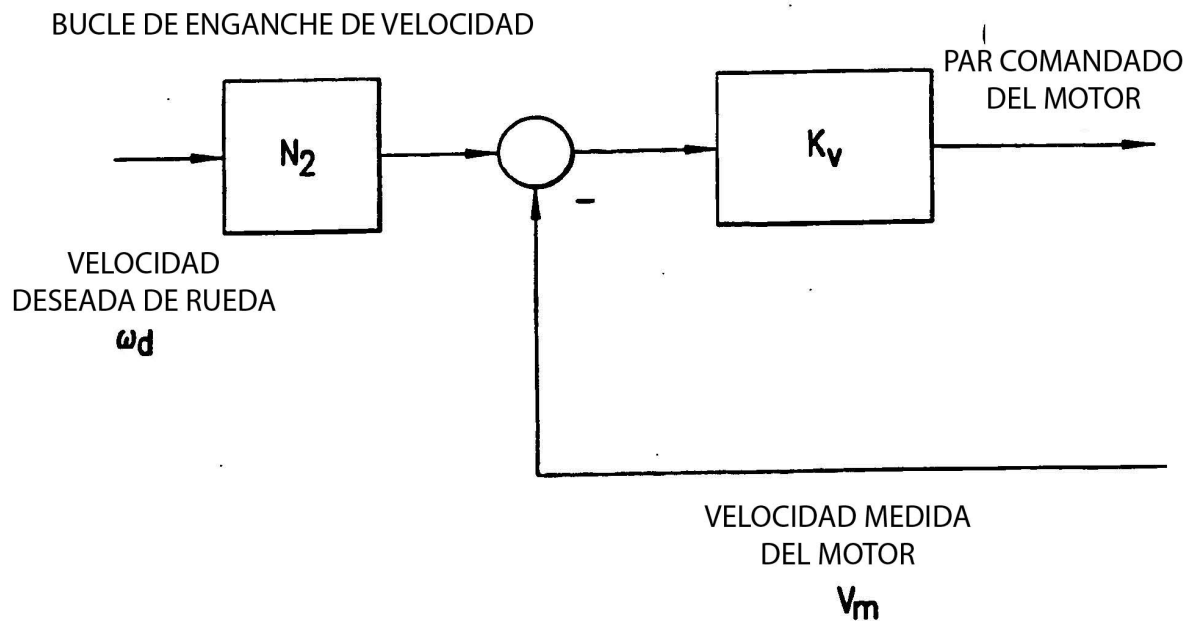


FIG.9

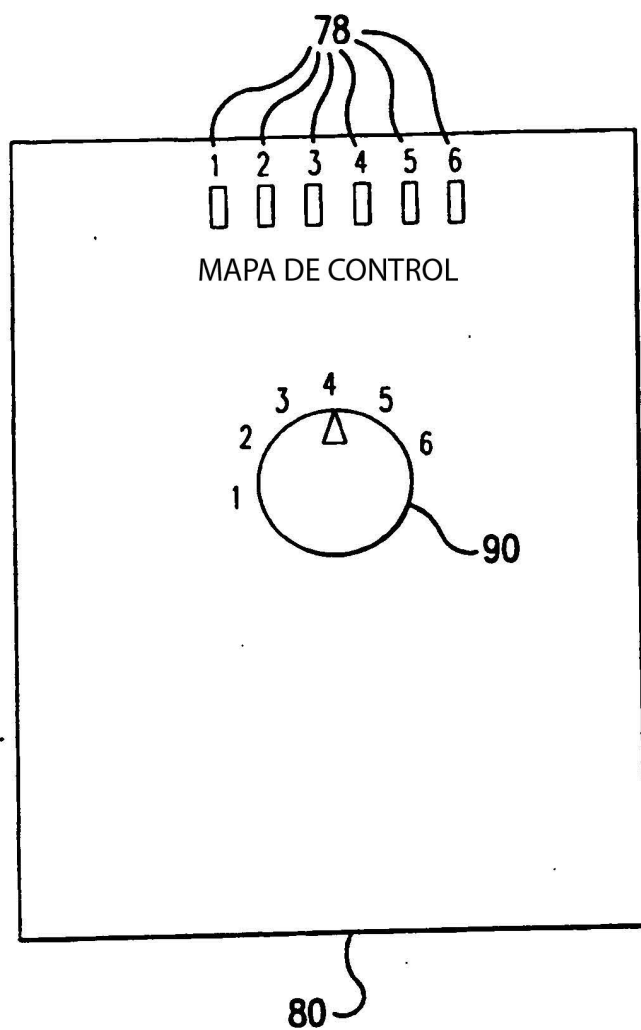


FIG. 11

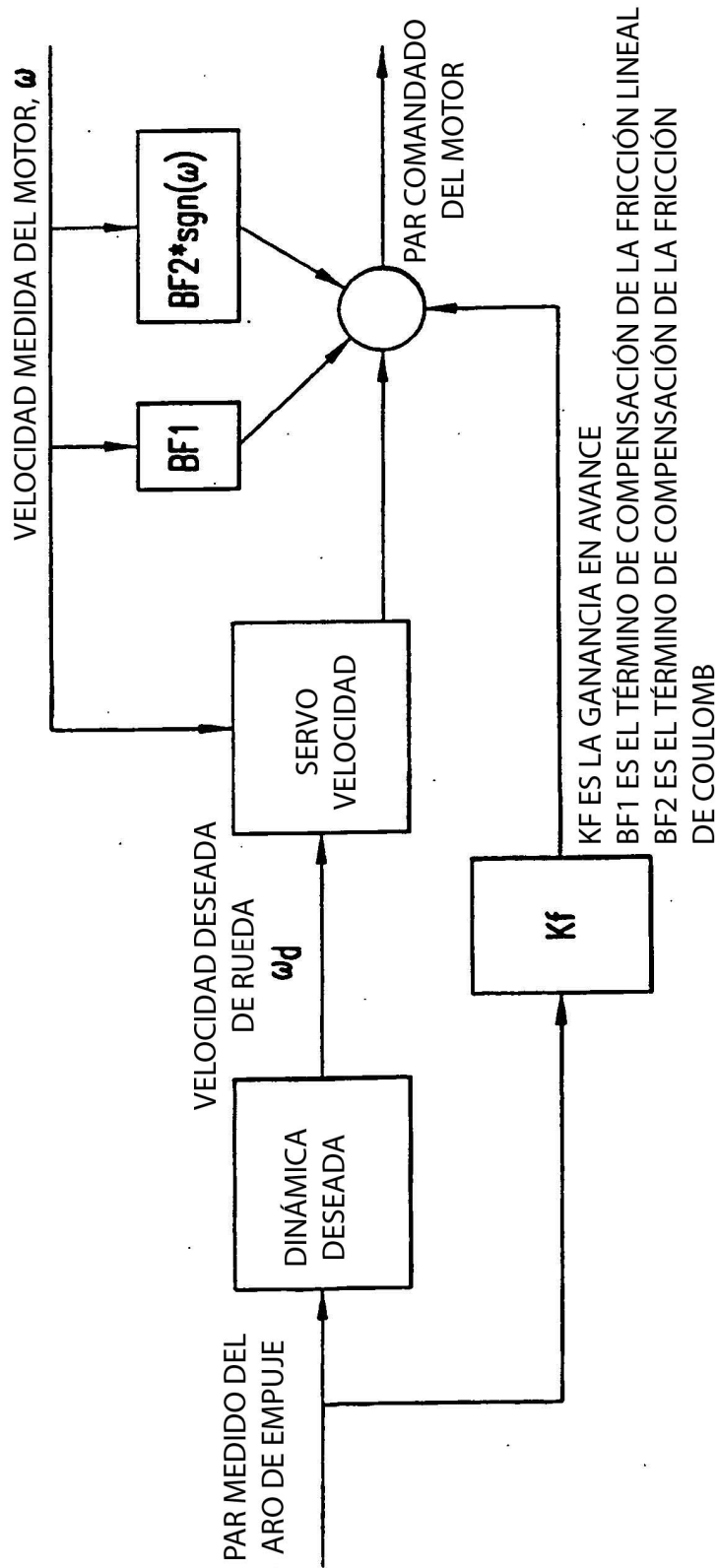


FIG.12