

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 393 251**

51 Int. Cl.:

F16H 15/28 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **08798823 .4**

96 Fecha de presentación: **27.08.2008**

97 Número de publicación de la solicitud: **2329168**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **08.06.2011**

54 Título: **Transmisión continuamente variable**

30 Prioridad:

26.08.2008 US 198402

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:

19.12.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:

19.12.2012

73 Titular/es:

**FALLBROOK INTELLECTUAL PROPERTY
COMPANY LLC (100.0%)
9444 Waples Street, Suite 410
San Diego, CA 92121, US**

72 Inventor/es:

THOMASSY, FERNAND A.

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 393 251 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

Transmisión continuamente variable

Antecedentes de la invención

Campo de la invención

5 El campo de la invención se refiere, en general, a transmisiones y, más particularmente a métodos, conjuntos y componentes de transmisiones continuamente variables (CVTs).

Descripción de la técnica relacionada

10 Se conocen bien varias maneras para conseguir relaciones continuamente variables entre velocidad de entrada y velocidad de salida. Típicamente, un mecanismo para ajustar la relación entre una velocidad de salida y una velocidad de entrada en una CVT se conoce como variador. En un variador del tipo de correa, el variador consta de dos poleas ajustables acopladas por una correa. El variador en una CVT de tipo toroidal de cavidad individual tiene normalmente dos discos de transmisión toroidal que giran alrededor de un árbol y dos o más rodillos de potencia configurados en forma de disco que giran sobre ejes respectivos que están perpendiculares al árbol y que están retenidos entre los discos de transmisión de entrada y de salida. Normalmente, se utiliza un sistema de control para el variador, de manera que se puede conseguir en funcionamiento la relación deseada de la velocidad.

15 Las formas de realización del variador descritas aquí del variador del tipo esférico que utiliza ajustadores esféricos de velocidad (conocidos también como ajustadores de potencia, bolas, planetas, engranajes esféricos o rodillos), cada uno de los cuales tiene un eje de rotación inclinable adaptado para ser ajustado para conseguir una relación deseada entre la velocidad de salida y la velocidad de entrada durante el funcionamiento. Los ajustadores de la velocidad están distribuidos angularmente en un plano perpendicular a un eje longitudinal de una CVT. Los ajustadores de la velocidad son contactados en un lado por un disco de entrada y en el otro lado por un disco de salida, uno o ambos de los cuales aplican una fuerza de contacto de sujeción a los rodillos para transmisión de par. El disco de entrada aplica par de entrada a una velocidad de rotación de entrada a los ajustadores de velocidad. A medida que los ajustadores de velocidad giran alrededor de sus ejes propios, los ajustadores de velocidad transmiten el par al disco de salida. La relación entre la velocidad de salida y la velocidad de entrada es una función de los radios de los puntos de contacto de los discos de entrada y de salida con respecto a los ejes de los ajustadores de la velocidad. La inclinación de los ejes de los ajustadores de velocidad con respecto al eje del variador ajusta la relación de la velocidad.

20 Existe una necesidad continua en la industria de variadores y de sistemas de control para ellos que proporcionen un rendimiento y un control operativo mejorados. Las formas de realización de los sistemas y métodos descritos aquí satisfacen esta necesidad.

El documento US-A-3464281 describe un medio automático de velocidad variable del tipo de fricción, que tiene las características de la porción de pre-caracterización de la reivindicación 1.

Sumario de la invención

35 Los sistemas y métodos descritos aquí tienen varias características, ninguna de las cuales en particular es solamente responsable de sus atributos deseables. Sin limitar el alcance como se expresa por las reivindicaciones que siguen, a continuación se describirán brevemente sus características más significativas. Después de considerar esta descripción y, en particular, después de leer la sección titulada "Descripción detallada de ciertas formas de realización de la invención", se comprenderá cómo las características y métodos proporcionan varias ventajas sobre los sistemas y métodos tradicionales.

40 Un aspecto de la invención se refiere a una transmisión continuamente variable que tiene una pluralidad de planetas de tracción dispuestos angularmente alrededor de un eje de accionamiento principal, teniendo cada planeta de tracción un eje de rotación inclinable, comprendiendo la transmisión continuamente variable: una primera placa del estator coaxial con el eje de accionamiento principal teniendo la primera placa del estator una pluralidad de ranuras; una segunda placa del estator coaxial con el eje de accionamiento principal, teniendo la segunda placa del estator una pluralidad de ranuras radiales; y en la que las ranuras guían los ejes de rotación inclinables de los planetas de tracción; y en la que la primera placa del estator está configurada para girar con relación a la segunda placa del estator, caracterizada porque las ranuras de la primera placa del estator son ranuras desviadas radialmente.

45 La CVT puede tener un actuador acoplado operativamente con al menos una de la primera y la segunda placas de estator. El actuador se puede estar configurado para impartir una rotación relativa entre la primera y la segunda placas de estator.

Otro aspecto de la invención se refiere a un método de fabricación de una transmisión variable continuamente, que tiene una pluralidad de planetas de tracción dispuestos angularmente alrededor de un eje de accionamiento

principal, teniendo cada planeta de tracción un eje de rotación inclinable, comprendiendo el método las etapas de: proporcionar una primera guía alineada radialmente con una línea perpendicular a un eje de accionamiento principal; proporcionar una segunda guía desviada radialmente con relación a una línea perpendicular al eje de accionamiento principal; en el que, sobre un plano de proyección, líneas de proyección respectivas de la primera y de la segunda guías se intersectan, formando de esta manera una localización de intersección; acoplar operativamente el eje de rotación inclinable de la pluralidad de planetas de tracción a la primera y a la segunda guías; y configurar la primera y la segunda guías de tal manera que son capaces de girar una con relación a la otra alrededor del eje de accionamiento principal.

Breve descripción de las figuras

10 La figura 1A es un diagrama esquemático de ciertos componentes de una transmisión planetaria de bolas continuamente variable (CVT) y ciertos sistemas de coordenadas relevantes.

La figura 1B es un diagrama de ciertos sistemas de coordenadas relativos relacionados con un sistema de coordenadas mostrado en la figura 1A.

15 La figura 1C es un diagrama esquemático de ciertas relaciones cinemáticas entre ciertos componentes de contacto de la CVT de la figura 1A.

La figura 1D es un diagrama representativo del coeficiente de tracción con relación a la velocidad relativa para un contacto de fluido de tracción y de rodadura típico entre componentes de tracción CVT.

La figura 1E es un diagrama de cuerpo libre de un planeta de tracción de la CVT de la figura 1A.

20 La figura 1F es un diagrama esquemático de un planeta de tracción de la CVT de la figura 1A que muestra un ángulo de inclinación.

La figura 2 es un diagrama de bloques de una forma de realización de un aparato de accionamiento configurado para usar ciertas formas de realización de la invención de CVTs y sistemas de control de inclinación y métodos a este respecto descritos aquí.

25 La figura 3 es un diagrama esquemático de ciertos componentes de una CVT planetaria de bolas y ciertos sistemas de coordenadas relevantes.

La figura 4 es un diagrama esquemático de ciertos componentes de la CVT de la figura 3 y ciertos sistemas de coordenadas relevantes.

La figura 5A es un diagrama esquemático de ciertos componentes de la CVT de la figura 3.

La figura 5B es un diagrama esquemático de ciertos componentes de la CVT de la figura 3.

30 La figura 5C es un diagrama esquemático de ciertos componentes que se pueden utilizar con la CVT de la figura 3.

La figura 6A es un diagrama de flujo de un proceso de control basado en inclinación que se puede utilizar con la CVT de la figura 3.

La figura 6B es un diagrama que representa una tabla de consulta que se puede utilizar en un subproceso del proceso de control basado en inclinación de la figura 6A.

35 La figura 6C es un diagrama de flujo de un subproceso de actuador que se puede utilizar con el proceso de control basado en inclinación de la figura 6A.

La figura 7 es una vista de la sección transversal de una forma de realización de la invención de una CVT que tiene un sistema de control de la inclinación.

40 La figura 8 es una vista de la sección transversal de otra forma de realización de la invención de una CVT que tiene un sistema de control de la inclinación.

La figura 9 es una vista de la sección transversal, parcialmente en perspectiva de la CVT de la figura 7.

La figura 10 es una vista en planta que ilustra ciertos componentes de la CVT de la figura 7.

La figura 11A es una vista en planta de una forma de realización de la invención de una placa del estator que se puede utilizar con la CVT de la figura 7.

45 La figura 11B es una vista en perspectiva de la placa del estator de la figura 11A.

La figura 12 es una vista de la sección transversal A-A de la placa del estator de la figura 11.

La figura 13 es una vista de la sección trasversal B-B de la placa del estator de la figura 11.

La figura 14 es una vista en planta de otra forma de realización de una placa del estator que se puede utilizar con la CVT de la figura 6.

5 La figura 15 es una vista de la sección transversal de la placa del estator de la figura 14.

La figura 16 es una vista en perspectiva despiezada ordenada de un subconjunto de planeta de tracción que se puede utilizar con la CVT de la figura 6.

La figura 17 es una vista en perspectiva despiezada ordenada de otra forma de realización de un subconjunto de planeta de tracción que se puede utilizar con la CVT de la figura 6.

10 Descripción detallada de ciertas formas de realización de la invención

A continuación se describirán las formas de realización preferidas con referencia a las figuras que se acompañan, en las que los mismos números se refiere a elementos similares a través de toda la descripción. La tecnología utilizada en las descripciones siguientes no debe interpretarse de ninguna manera limitada o restrictiva, simplemente debido a que se utiliza en combinación con descripciones detalladas de ciertas formas de realización específicas de la invención. Además, las formas de realización de la invención pueden incluir varias características inventivas, ninguna de las cuales en particular es solamente responsable de sus atributos deseables. Ciertas formas de realización descritas aquí se refieren, en general, al tipo descrito en las Patentes de los Estados Unidos U. S. Nos. 6.241.636; 6.419.608; 6.689.012; 7.011.600; 7.166.052; solicitudes de patente de los Estados Unidos U. S. Nos. 11/243.484 y 11/543.311; y las solicitudes de patentes del Tratado de Cooperación de Patentes PCT/TB2006/054911 y PCT/US2007/023315.

15 Cuando se utilizan aquí, los términos “conectado funcionalmente”, “acoplado funcionalmente”, “enlazado funcionalmente”, “conectado operativamente”, “acoplado operativamente”, “enlazado operativamente” y términos similares, se refieren a una relación (mecánica, de enlace, de acoplamiento, etc.) entre elementos, de manera que el funcionamiento de un elemento da como resultado una operación o actuación correspondiente, siguiente o simultánea de un segundo elemento. Hay que indicar que cuando se utilizan dichos términos para describir formas de realización de la invención, se describen típicamente estructuras o mecanismos específicos que enlazan o acoplan los elementos. No obstante, si no se establece específicamente otra cosa, cuando se utiliza uno de dichos términos, el término indica que el enlace o acoplamiento real puede tener lugar en una variedad de formas, que en ciertos casos serán fácilmente evidentes para un técnico ordinario en la tecnología relevante.

25 Para fines de la descripción, el término “radial” se utiliza aquí para indicar una dirección o posición que está perpendicular con relación a un eje longitudinal de una transmisión o variador. El término “axial” cuando se utiliza aquí se refiere a una dirección oposición a lo largo de un eje que está paralelo a un eje principal o longitudinal de una transmisión o variador. Para claridad y concisión, a veces componentes similares designados de forma similar (por ejemplo, el cojinete 1011A y el cojinete 1011B) serán referidos de forma colectiva por una sola referencia (por ejemplo, el cojinete 1011).

40 Debería indicarse que aquí la referencia a “tracción” no excluye aplicaciones en las que el modo dominante o exclusivo de transmisión de potencia es a través de “fricción”. Sin tratar de establecer una diferencia categórica aquí entre accionamientos por tracción y accionamientos por fricción, en general, éstos se pueden entender como regímenes diferentes de transmisión de potencia. Los accionamientos por tracción implican normalmente la transferencia de potencia entre dos elementos por fuerzas de cizallamiento en una capa fina de fluido atrapada entre los elementos. Los fluidos utilizados en estas aplicaciones pueden mostrar coeficientes de tracción mayores que los aceites minerales convencionales. El coeficiente de tracción (μ) representa las fuerzas de tracción máximas disponibles que estarían disponibles en las interfaces de los componentes de contacto y es una medida del par de accionamiento máximo disponible. Típicamente, los accionamientos por fricción se refieren, en general, a la transmisión de potencia entre dos elementos por fuerzas de fricción entre los elementos. Para los fines de esta descripción, debería entenderse que las CVTs descritas aquí pueden funcionar tanto en aplicaciones de tracción como en aplicaciones de fricción. Por ejemplo, en la forma de realización en la que se utiliza una CVT por una bicicleta, la CVT puede funcionar a veces como un accionamiento por fricción y otras veces como un accionamiento por tracción, en función del par motor y de las condiciones de la velocidad presentes durante el funcionamiento.

55 Las formas de realización de la invención descritas aquí se refieren al control de un variador y/o de una CVT que utilizan planetas generalmente esféricos, cada uno de los cuales tiene un eje de rotación inclinable (en adelante “eje de rotación de planeta” que se puede ajustar para conseguir una relación deseada entre la velocidad de entrada y la velocidad de salida durante el funcionamiento. En algunas formas de realización, el ajuste de dicho eje de rotación implica desalineación angular del eje del planeta en un plano con el fin de conseguir un ajusta angular del eje de

rotación del planeta en un segundo plano, ajustando de esta manera la relación de velocidad del variador. La desalineación angular en el primer plano se refiere aquí como “inclinación” o “ángulo de inclinación”. En una forma de realización, un sistema de control coordina el uso de un ángulo de inclinación para generar fuerzas entre ciertos componentes de contacto en el variador, que inclinará el eje de rotación del planeta. La inclinación del eje de rotación del planeta ajusta la relación de la velocidad del variador. En la descripción que sigue, se establece un sistema de coordenadas con respecto a un planeta de tracción esférico, seguido por una descripción de ciertas relaciones cinemáticas entre componentes de contacto para generar fuerzas que tienden a provocar que el eje de rotación del planeta se incline en la presencia de un ángulo de inclinación. Se describirán formas de realización de sistemas de control de la inclinación para alcanzar una relación deseada de velocidades de un variador.

Volviendo ahora a las figuras 1A y 1B, se definirán sistemas de coordenadas con referencia a formas de realización de ciertos componentes de una transmisión continuamente variable (CVT). Los sistemas de coordenadas se muestran aquí para fines ilustrativos y no deberían interpretarse como el único marco de referencia aplicable a las formas de realización descritas aquí. Una forma de realización de una CVT 100 incluye planetas de tracción 108 generalmente esféricos en contacto con un sol de tracción 110 (que se muestra de forma esquemática como una línea). Los planetas de tracción 108 están también en contacto con un primer anillo de tracción 102 y un segundo anillo de tracción 104, respectivamente, en una primera posición angular 112 y en una segunda posición angular 114. Un sistema global de coordenadas 150 (es decir, x_g, y_g, z_g) y un sistema de coordenadas 160 centrado en el planeta (es decir, x, y, z) se definen en la figura 1A. El sistema global de coordenadas 150 está orientado generalmente con respecto a un eje longitudinal o eje de accionamiento principal 152 de la CVT 100, por ejemplo con el eje z_g coincidiendo con un eje de accionamiento principal 152 alrededor del cual están dispuestos los planetas de tracción 108. El sistema de coordenadas 160 centrado en el planeta tiene su origen en el centro geométrico del planeta de tracción 108, con el eje-y generalmente perpendicular al eje de accionamiento principal 152, y el eje-z generalmente paralelo al eje de accionamiento principal 152. Cada uno de los planetas de tracción 108 tiene un eje de rotación del planeta, es decir, un eje del planeta 106, que puede estar configurado para girar alrededor del eje-x para formar de esta manera un ángulo de ladeo 118 proyectado sobre el plano y-z (referido a veces aquí como γ). El ángulo de ladeo 118 determina la relación cinemática de las velocidades entre los anillos de tracción 102, 104. Cada uno de los planetas 108 tiene una velocidad de rotación alrededor del eje del planeta 106 y se muestra en la figura 1A como velocidad del planeta 122, a veces referida aquí como ω . Típicamente, el eje del planeta 106 corresponde estructuralmente a un eje del planeta, que puede estar acoplado funcionalmente a un soporte o a una jaula (no mostrados) que pueden ser estacionarios, mientras que en otras formas de realización, el eje del planeta está acoplado a un soporte (no mostrado) que es giratorio alrededor del eje de accionamiento principal 152. En el sistema de coordenadas 160 centrado en el planeta, el eje-x está dirigido en el plano de la página (aunque no se muestra con precisión como tal en la figura 1A), y el eje-z está generalmente paralelo al eje de accionamiento principal 152. Para fines de ilustración, el ángulo de ladeo 118 se define generalmente en el plano $y_g - z_g$.

Volviendo ahora a la figura 1B, el sistema de coordenadas 160 centrado en el planeta se resuelve, además, para ilustrar los ajustes angulares del eje de planeta 106 que se utilizan en las formas de realización de los sistemas de control de la inclinación descritos aquí. Como se muestra en la figura 1B, un ángulo de ladeo 118 se puede derivar haciendo girar el sistema de coordenadas 160 con el eje del planeta 106 en el plano y-z alrededor del eje-x para conseguir un primer sistema relativo de coordenadas 170 (x', y', z'). En el sistema relativo de coordenadas 170, el eje del planeta 106 coincide con el eje $-z'$. Haciendo girar el sistema de coordenadas 170 con el eje del planeta 106 alrededor del eje-y, se puede obtener un ángulo de inclinación 120 (a veces referido aquí como ζ) en un plano x-z, que se ilustra por un segundo sistema relativo de coordenadas 180 (x'', y'', z''). El ángulo de inclinación 120 se puede considerar aproximadamente es la proyección en el plano x-z de la alineación angular del eje del planeta 106. No obstante, más específicamente, el ángulo de inclinación 120 es la posición angular del eje del planeta 106 en el plano $x'-z'$ como se define por los sistemas relativos de coordenadas 170 y 180. En una forma de realización de la CVT 100, el ángulo de inclinación 118 está controlado, al menos en parte, a través de un ajuste del ángulo de inclinación 120.

Con referencia ahora a la figura 1C, se describirán ciertas relaciones cinemáticas entre componentes de contacto de la CVT 100 para explicar cómo la inducción de una condición de inclinación genera fuerzas que tienden a ajustar el ángulo de inclinación 118. Cuando se utiliza aquí, la frase “condición de inclinación” se refiere a una disposición del eje del planeta 106 con relación al eje de accionamiento principal 152, de tal manera que existe un ángulo de inclinación no-cero 120. Por lo tanto, la referencia a “inducción de una condición de inclinación” implica una inducción del eje del planeta 106 para alinearlo en un ángulo de inclinación no-cero 120. Debería indicarse que en ciertas formas de realización de la CVT 100, ciertas fuerzas inducidas por rotación actúan sobre el planeta de tracción 108. La rotación es un fenómeno de contactos de tracción bien conocido por los técnicos ordinarios en la tecnología relevante. Para nuestra descripción inmediata, se ignorarán los efectos de las fuerzas inducidas por rotación. En la CVT 100, los componentes contactan con el planeta de tracción 108 en tres localizaciones para formar áreas de contacto de tracción o de fricción. Con referencia a la figura 1, el primer anillo 102 acciona el planeta 108 en un contacto 1, y el planeta 108 transmite potencia al segundo anillo 104 en un contacto 2. El sol de tracción 110 soporta el planeta de tracción 108 en un contacto 3. Para fines de descripción, los tres contactos 1, 2, 3 están dispuestos en la figura 1C para reflejar una vista del plano $x''-z''$, como se ve desde una referencia por encima de la

CVT 100, o vista A en la figura 1A. Puesto que las áreas de contacto 1, 2, 3 no están coplanares, se utilizan sistemas de coordenadas centradas en el contacto en la figura 1C para que las áreas de contacto 1, 2, 3 se puedan ilustrar con el plano $x''-z''$. Los sufijos 1, 2 y 3 se utilizan para designar el área de contacto específica para sistemas de coordenadas centradas en el contacto. El eje $z_{1,2,3}$ se dirige al centro del planeta de tracción 108.

Con referencia ahora a la zona de contacto 1 en la figura 1C, la velocidad superficial del primer anillo de tracción 102 se designa en la dirección negativa x_1 por un vector V_{r1} y la velocidad superficial de planeta 108 se representa por un vector V_{p1} ; el ángulo formado entre los vectores V_{r1} y V_{p1} es aproximadamente el ángulo de inclinación 120. La velocidad superficial relativa resultante entre el anillo de tracción 102 y el planeta de tracción 108 se representa por un vector $V_{r1/p}$. En el área de contacto 3 entre el planeta de tracción 108 y el sol de tracción 110, la velocidad superficial del sol de tracción 110 se representa por un vector V_{sv} y la velocidad superficial del planeta de tracción 108 se representa por un vector V_{ps} ; el ángulo formado entre V_{sv} y V_{ps} es el ángulo de inclinación 120. La velocidad superficial relativa entre el planeta de tracción 108 y el sol de tracción 110 se representa por un vector $V_{sv/p}$. De manera similar, para el contacto 2, la velocidad superficial del planeta de tracción 108 en la zona de contacto 2 se muestra como un vector V_{ps} y la velocidad superficial del segundo anillo de tracción 104 se representa por un vector V_{r2} ; el ángulo formado entre V_{p2} y V_{re} es aproximadamente el ángulo de inclinación 120; la velocidad superficial relativa entre el planeta de tracción 108 y el segundo anillo de tracción 104 es el vector resultante $V_{r2/p}$.

Las relaciones cinemáticas descritas anteriormente tienden a generar fuerzas en los componentes de contacto. La figura 1D muestra una curva de tracción representativa generalizada que se puede aplicar en cada una de las áreas de contacto 1, 2, 3. El grafo ilustra la relación entre el coeficiente de tracción μ y la velocidad relativa entre componentes de contacto. El coeficiente de tracción μ es indicativo de la capacidad del fluido para transmitir una fuerza. La velocidad relativa, tal como $V_{r1/p}$, puede ser una función del ángulo de inclinación 120. El coeficiente de tracción μ es la suma de vectores del coeficiente de tracción en la dirección-x μ_x y el coeficiente de tracción en la dirección-y μ_y en un área de contacto 1, 2 ó 3. Como una regla general, el coeficiente de tracción μ es una función de las propiedades del fluido de tracción, la fuerza normal en la zona de contacto, y la velocidad del fluido de tracción en el área de contacto, entre otras cosas. Para un fluido de tracción dado, el coeficiente de tracción μ se incrementa a medida que se incrementan las velocidades relativas de los componentes, hasta que el coeficiente de tracción μ alcanza una capacidad máxima, después de lo cual el coeficiente de tracción μ decae. Por consiguiente, en la presencia de un ángulo de inclinación 120 (es decir, bajo una condición de inclinación), se generan fuerzas en las áreas de contacto 1, 2, 3 alrededor del planeta de tracción 108 debido a las condiciones cinemáticas. Con referencia a las figuras 1C y 1E, $V_{r1/p}$ genera una fuerza de tracción paralelamente a la $V_{r1/p}$. Con un componente de fuerza lateral F_{s1} . Incrementando el ángulo de inclinación 120, se incrementa la $V_{r1/p}$, por lo tanto, se incrementa la fuerza F_{s1} de acuerdo con la relación general mostrada en la figura 1D. La $V_{sv/p}$ genera una fuerza F_{ss} y de una manera similar $V_{r2/p}$ genera una fuerza F_{s2} . Las fuerzas F_{s1} , F_{ss} y F_{s2} se combinan para crear un momento neto alrededor del planeta de tracción 108 en el plano y-z. Más específicamente, la suma de momentos alrededor del rodillo de tracción 108 es $\Sigma M=R*(F_{s1}+F_{s2}+F_{ss})$, en la que R es el radio del rodillo de tracción 108, y las fuerzas F_{s1} , F_{s2} y F_{ss} son los componentes resultantes de las fuerzas de contacto en el plano y-z. Las fuerzas de contacto, referidas a veces aquí como fuerzas inducidas por inclinación son en la caución anterior como se indica a continuación: $F_{s1}=\mu_y1N_1$, $F_{s2}=\mu_y2N_2$, $F_{ss}=\mu_{ys}N_3$, en la que $N_{1,2,3}$ es la fuerza normal en el área de contacto 1, 2, 3 respectiva. Puesto que el coeficiente de tracción μ es una función de la velocidad relativa entre componentes de contacto, los coeficientes de tracción μ_{y1} , μ_{y2} y μ_{ys} son, por consiguiente, una función del ángulo de inclinación 120, como se indica por la relación cinemática. Por definición, un momento es la aceleración de inercia; por lo tanto, en la forma de realización ilustrada aquí, el momento generará una aceleración de ángulo inclinado. Por consiguiente, la tasa de cambio del ángulo de inclinación 118 es una función del ángulo de inclinación 120.

Volviendo ahora a la figura 1F, se ilustra un planeta de tracción 108 que tiene un ángulo de inclinación 118 igual a cero, lo que da como resultado un eje de rotación del planeta 106 que está generalmente paralelo (en el plano yg-zg) con respecto al eje de accionamiento principal 152 de la CVT 100 y la velocidad de rotación 122 del planeta de tracción 108 está coaxial con el eje-z. Se puede formar un ángulo de inclinación 120 en el plano x-z para generar fuerzas para motivar un cambio en el ángulo de inclinación 118. En la presencia del ángulo de inclinación 120, el planeta de tracción 108 tendría una velocidad de rotación 122 alrededor de un eje", y el ángulo de inclinación 118 estaría formado en el plano y-z'.

Pasando ahora a las figuras 2 a 17, ahora se describirán formas de realización de ciertos sistemas de control para una CVT que se basan en inducir una condición de inclinación para motivar un cambio en el ángulo de inclinación 118. La figura 2 muestra un accionamiento 25 que incluye una CVT 300 acoplada operativamente entre un motor principal 50 y una carga 75. El accionamiento 25 puede incluir también un sistema de control 200 basado en inclinación. Típicamente, el motor principal 50 suministra potencia a la CVT 400, y la CVT 300 suministra potencia a una carga 75. El motor principal 50 puede ser uno o más de varios dispositivos de generación de potencia, y la carga 75 puede ser uno o más de varios dispositivos o componentes accionados. Ejemplos del motor principal 50 incluyen, pero no están limitados a potencia humana, motores de combustión interna, motores eléctricos y similares. Ejemplos de cargas incluyen, pero sin limitarse a conjuntos diferenciales de tren de accionamiento, conjuntos de despliegue de potencia, conjuntos generadores, conjuntos de bombas, y similares. En algunas formas de realización,

el sistema de control de la inclinación 200 puede coordinar el funcionamiento de la CVT 300 así como el motor principal 50 o puede coordinar el funcionamiento de la CVT 300 y la carga 75, o puede coordinar el funcionamiento de todos los elementos en el accionamiento 25. En la forma de realización ilustrada en la figura 2, el sistema de control de la inclinación 200 puede estar configurado para usar un ajuste de un ángulo de inclinación 120 para controlar las condiciones operativas de la CVT 300 y, por consiguiente, para coordinar el control del accionamiento 25.

Con referencia ahora a las figuras 3-5B, en una forma de realización, una CVT 500 incluye un número de planetas de tracción 508 sustancialmente esféricos, configurados para contactar con un sol de tracción 510. Los planetas de tracción 508 pueden contactar también con un primer anillo de tracción 502 y con un segundo anillo de tracción 504. Los anillos de tracción 502, 504 pueden estar dispuestos de una manera sustancialmente similar al primer anillo de tracción 102 y el segundo anillo de tracción 104 ilustrados en la figura 1A. Las áreas de contacto entre el planeta de tracción 508, el primer anillo de tracción 502, el segundo anillo de tracción 504, y el sol de tracción 510 son sustancialmente similares a los contactos 1, 2 y 3, respectivamente, ilustrados en las figuras 1A-1F. De la misma manera, los sistemas de coordenadas centradas en el contacto y las relaciones cinemáticas descritas con referencia a las figuras 1A-1F se pueden aplicar a la CVT 500 para fines de la descripción.

En una forma de realización, un sistema global de coordenadas 550 (es decir, x_g , y_g , z_g) se define con referencia a la figura 3. El sistema global de coordenadas 550 es sustancialmente similar al sistema global de coordenadas 150. El sistema global de coordenadas 550 está orientado generalmente con respecto a un eje longitudinal o a un eje de accionamiento principal 552 de la CVT 500, por ejemplo con el eje z_g coincidiendo con el eje de accionamiento principal 552 alrededor del cual están dispuestos los planetas de tracción 508. El eje y_g está perpendicular al eje de accionamiento principal 552. El eje x_g está perpendicular al eje de accionamiento principal 552. Cada uno de los planetas de tracción 508 tiene un eje de rotación, es decir, un eje de planeta 506, que puede estar configurado para inclinación en el plano $y_g - z_g$ para formar de esta manera un ángulo de ladeo 511 (γ) que es sustancialmente similar al ángulo de inclinación 118 (figura 1A). El eje del planeta 506 puede estar configurado para seguir una primera guía 512 (ilustrada como una línea en la figura 3) en un extremo del eje del planeta 506. El eje del planeta 506 puede estar configurado para seguir una segunda guía 514 (ilustrada como una línea en la figura 3) sobre un segundo extremo del eje del planeta 506.

Con referencia ahora específicamente a la figura 4, en una forma de realización, la primera guía 512 y la segunda guía 514 pueden estar formadas sobre una primera placa del estator 516 y sobre una segunda placa del estator 518, respectivamente. Típicamente, el eje del planeta 506 corresponde estructuralmente a un eje del planeta, que puede estar acoplado operativamente a la primera y a la segunda guías 512, 514, respectivamente. En algunas formas de realización, la primera y la segunda placas 516, 518 son cuerpos configurados sustancialmente como discos para acoplarse operativamente y facilitar el soporte del eje del planeta 506 durante el funcionamiento de la CVT 500. Como un ejemplo ilustrativo para fines de descripción, la vista ilustrada en la figura 4 es una proyección de la placa del estator 516 sobre la placa del estator 518 en el plano $x_g - y_g$. Un desplazamiento angular 520 de la placa del estator 516 con respecto a la placa del estator 518 se puede definir en el plano $x_g - y_g$ (el eje z_g que coincide con el eje de accionamiento principal 552 está perpendicular al plano de la página de la figura 4; y el eje x_g y el eje y_g están cada uno de ellos perpendicularmente al eje de accionamiento principal 552). El desplazamiento angular 520 se refiere algunas veces aquí como "ángulo β " o más sucintamente como " β ". Un ángulo de inclinación, tal como el ángulo de inclinación 120, se puede definir para la CVT 500 de una manera sustancialmente similar con respecto a sistemas de coordenadas sustancialmente similares como los utilizados con referencia a la CVT 100. Por lo tanto, el ángulo de inclinación 120 (ζ) se utilizará aquí con referencia a la CVT 500. Una "condición de ángulo de inclinación cero" se define como esa condición del eje planetario 506 cuando el ángulo de inclinación 120 es cero ($\zeta = 0$).

Volviendo a la figura 5A, la primera y la segunda guías 512, 514 se ilustran de nuevo como proyecciones en el plano $x_g - y_g$. En algunas formas de realización, la primera guía 512 puede estar alineada radialmente con el origen del plano $x_g - y_g$; por ejemplo, la primera guía 512 puede coincidir, en general, con el eje y_g . En una forma de realización, la segunda guía 514 puede tener una desviación 522 desde el origen del plano $x_g - y_g$. En un caso, la desviación 522 se puede definir, en general, como una desviación lineal con respecto a una línea de construcción 519, cuya línea de construcción 519 está paralela a la segunda guía 514 y pasa a través del origen del plano $x_g - y_g$, cuando el estator 516 está localizado en un desplazamiento angular nominalmente cero 520 (β). En un segundo caso, la segunda guía 514 puede tener una posición de referencia angular de base 523 (ψ_0) con respecto a la primera guía 512.

Con referencia a las figuras 5A y 5B, las guías 512 y 514 se ilustran de nuevo de forma esquemática. En una forma de realización, el estator 518 puede ser girado a un desplazamiento angular no cero 320 (β , que mueve la guía 514 con relación a la guía 512 (figura 5B). La desviación 522 se puede ilustrar como una desviación radial 525 alrededor del centro del estator 518 (es decir, el origen del plano $x_g - y_g$). La guía 514 está tangente a la desviación radial 525. Con referencia a la figura 5A específicamente, la posición de referencia angular de base 523 (ψ_0) con respecto a la guía 512 se define en un desplazamiento angular cero 520 ($\beta = 0$) y un ángulo de ladeo cero 511 ($\gamma = 0$). La condición del ángulo de inclinación cero correspondiente para el eje planetario 506 se ilustra en una localización

524, que se encuentra en la intersección de la primera y de la segunda guías 512 y 514, cuando se ven como proyecciones en el plano $x_g - y_g$. Con referencia ahora específicamente a la figura 5B, para un desplazamiento angular no-cero 520 (β), la guía 514 tiene una posición angular 526 (ψ) con respecto a la guía 512. La condición de ángulo de inclinación cero correspondiente para el eje del planeta 506 se ilustra en una localización 527, que está localizada en la intersección entre la guía 512 y la guía 514 cuando se ven como proyecciones en el plano $x_g - y_g$. La localización 527 es un ejemplo de una condición del ángulo de inclinación cero para un desplazamiento angular no-cero 520 (β) y un ángulo de ladeo no-cero 511 (γ). Debería indicarse que las guías 512, 514 ilustradas aquí de forma esquemática se pueden prever, como se ilustrará a continuación con relación a ciertas formas de realización, como ranuras formadas sobre estatores 516, 518. En tales casos, las guías 512, 514 pueden ser representativas de líneas centrales que pasan a través de un centro de ranuras radiales y desviadas respectivas. De forma esquemática, como se muestra en las figuras 5A-5C, un punto de contacto entre una ranura de un estator y un eje planetario (o rodillo sobre tal eje planetario) de la bola 508 ha sido reducido a un punto que se encuentra sobre una de las guías 512, 514 esquemáticas. No obstante, en ciertas formas de realización físicas del estator 516, 518, dicho punto de contacto no se encuentra sobre una línea radial.

Un ángulo de inclinación no cero 120 (ζ) puede ser inducido sobre el eje planetario 506 por dos eventos, que se producen por separado o en combinación. Un evento es un cambio en el desplazamiento 520 (β) y el otro evento es un cambio en el ángulo de ladeo 511 (γ). En una forma de realización, la relación entre el desplazamiento angular 520 (β) y el ángulo de inclinación 120 (ζ) para un ángulo de ladeo constante 511 (γ) depende de la geometría de la CVT 500, tales como la longitud del eje planetario 506, y/o el radio de los estatores 516, 518, entre otros factores. En una forma de realización, la relación entre el desplazamiento angular 520 (β) y el ángulo de inclinación 120 (ζ) para un ángulo de ladeo constante 511 (γ) se expresa aproximadamente por la ecuación $\beta = \zeta$, para ángulos pequeños. La relación entre el desplazamiento angular 520 (β) y la posición angular 526 (ψ) puede depender de la geometría de la CVT 500 y de la posición de referencia angular de la base 523 (ψ_0), por ejemplo. En una forma de realización, la posición angular 526 (ψ) puede ser proporcional al desplazamiento angular 520 (β), de manera que la relación se puede aproximar por la relación $\psi = \beta + \psi_0$, para ángulos pequeños. Para un desplazamiento angular constante 520 (β), el ángulo de inclinación 120 (ζ) puede estar relacionado también con el ángulo de ladeo 511 (γ). Por ejemplo, el ángulo de inclinación 120 (ζ) puede estar relacionado con la posición angular 526 (ψ) y un cambio en el ángulo de ladeo 511 (delta γ) por la relación $\tan(\zeta) = \frac{1}{2} \sin(\text{delta } \gamma) \tan(\psi)$. La aplicación de la aproximación del ángulo pequeño bien conocida a dicha expresión da lugar a la ecuación $\zeta = \frac{1}{2} (\text{delta } \gamma) * \psi$.

Durante el funcionamiento de la CVT 500, la primera y/o la segunda placas del estator 516, 518 pueden ser giradas para el desplazamiento angular 520 a través de una entrada de control adecuada (no mostrada en las figuras 3-5C, pero ver en la figura 7 una entrada de control ejemplar). En algunas formas de realización, la primera placa del estator 516 puede estar configurada sustancialmente no giratoria con respecto al eje de accionamiento principal 552. El desplazamiento angular 520 induce inicialmente un ángulo de inclinación 120 sobre el eje planetario 506. Como se ha descrito anteriormente, el ángulo de inclinación 120 motiva un cambio en el ángulo de ladeo 511 (γ) del eje planetario 506. A medida que el eje planetario 506 se inclina, los extremos del eje planetario 506 siguen la primera y la segunda guías 512, 514. Las guías 512, 514 están configuradas de manera que el ángulo de inclinación 120 se reduce en magnitud a medida que el eje planetario 506 se inclina hacia una condición de equilibrio que, en un caso, corresponde a una condición de ángulo de inclinación cero. Una vez que el eje planetario 506 alcanza el ángulo de ladeo 511 (γ), que coincide generalmente con una condición del ángulo de inclinación-cero, la inclinación del eje planetario 506 se detiene. En una forma de realización, el ángulo de ladeo 511 (γ) del eje planetario 506 depende, al menos en parte, del desplazamiento angular 520 (β). En algunas formas de realización, la relación del ángulo de ladeo 511 (γ) y el desplazamiento angular 520 (β) es única, de manera que cada valor del desplazamiento angular 520 (β) corresponde a un valor del ángulo de inclinación 511 (γ), en el que la CVT 500 puede funcionar en una condición de relación de velocidad de equilibrio.

Después de alcanzar la condición de equilibrio, cada uno de los ejes planetarios 506 está sustancialmente en una condición de ángulo de inclinación cero. Puesto que los ejes planetarios 506 y, por consiguiente, los planetas de tracción 508, de la CVT 500 están acoplados de forma independiente a los estatores 516, 518, cada uno de los planetas de tracción 508 y los ejes planetarios 506 se pueden auto estabilizar de forma independiente en la condición de la relación de velocidades de equilibrio. Para aclarar, además, cuándo el ángulo de ladeo 511 (γ) de uno de los ejes planetarios 506 se mueve fuera de la condición de equilibrio (por ejemplo, debido a una influencia externa o una perturbación en la condición operativa), los extremos del eje planetario 506 siguen las guías 512, 514. Como se ha descrito anteriormente, se induce una condición de inclinación sobre el eje planetario 506 y, por lo tanto, el eje planetario 506 tiende a inclinarse hacia el ángulo de ladeo 511 (γ) que corresponde generalmente a la condición de equilibrio para un desplazamiento angular dado 520 (β). Las guías 512, 514 guían de una manera independiente el movimiento o inclinación de los ejes planetarios 506. Por lo tanto, el movimiento o inclinación de uno de los ejes planetarios 506 puede ocurrir sustancialmente de una manera independiente de los otros ejes planetarios de la CVT 500.

La configuración de las guías 512, 514 afecta a la capacidad de la CVT 500 para estabilizarse en una condición de

equilibrio. Para una dirección dada de rotación del primer anillo de tracción 504, la disposición de las guías 512, 514 ilustrada en la figura 5A da como resultado una operación estable de la CVT 500. Por ejemplo, se puede mantener una relación deseada de las velocidades para la CVT 500 que corresponde al desplazamiento angular 520 (β). Adhiriéndose a la convención de los signos definida, en general, con referencia a las figuras 1A-1F, se puede mostrar que, para un desplazamiento angular dado 520 (β), un cambio positivo en el ángulo de ladeo 511 (γ) induce un cambio positivo en el ángulo de inclinación y viceversa. Por lo tanto, caja eje planetario 506 puede funcionar de una manera estable cuando está provisto con la disposición relativa de las guías 512, 514 ilustrada en la figura 5A.

Con referencia ahora a la figura 5C, en una forma de realización, una guía 5121 y una guía 5141 pueden ser sustancialmente similares en la función a las guías 512, 514; sin embargo, las guías 5121, 5141 están dispuestas con una posición de referencia angular de base 5231 que está sustancialmente opuesta en dirección (es decir, el signo opuesto) a la posición de referencia angular de base 523 (ψ_0) con respecto al plano $x_g - y_g$. Adoptando la dirección equivalente de rotación del primer anillo 504 y, por consiguiente, la dirección de rotación del planeta de tracción 508, la disposición de las guías 5121, 5141 podría dar como resultado, al menos en algunos casos, un funcionamiento inestable de la CVT 500. Por ejemplo, una relación deseada de las velocidades, que corresponde al desplazamiento angular 520 (β) no se puede mantener para la CVT 500 debido a que un cambio positivo en el ángulo de ladeo 511 (γ) induce un ángulo de inclinación negativo y viceversa. Por lo tanto, una perturbación en el funcionamiento que inclina uno de los ejes del planeta 506 provocará que el eje del planeta 506 se ladee hasta que es limitado, por ejemplo, por un tope mecánico (no mostrado).

Con referencia ahora a la figura 6A, en una forma de realización, se puede implementar un proceso de control 600 basado en la inclinación, por ejemplo, en un microprocesador en comunicación con hardware electrónico de potencia acoplado a la CVT 500. El proceso de control 600 basado en la inclinación comienza en un estado 602. El proceso de control 600 basado en la inclinación avanza entonces hasta un estado 604, en el que se recibe un punto de referencia de la relación deseada de las velocidades (SR) de la CVT 500. El proceso de control 600 basado en la inclinación continúa hasta un estado 606, en el que se determina el desplazamiento angular 520, por ejemplo, del primer estator 516. A continuación, el proceso de control 600 basado en la inclinación se mueve hasta un subproceso del actuador 608, en el que el desplazamiento angular 520 se aplica al estator 516, por ejemplo. Después de la terminación del subproceso del actuador 608, el proceso de control 600 basado en la inclinación avanza hasta un estado 609, en el que se mide la SR real de la CVT 500. En una forma de realización, la SR real de la CVT 500 se puede determinar midiendo, por ejemplo, la velocidad de los anillos de tracción 502 y 504 o cualquier otro componente indicativo de la velocidad de entrada y de la velocidad de salida de la CVT 500. En algunas formas de realización, la SR real se puede calcular, al menos en parte, sobre la base de una condición objetiva de la velocidad de salida o, al menos en parte, sobre la base de una condición objetiva de la velocidad de entrada. En otras formas de realización, la SR real de la CVT 500 se puede determinar midiendo el ángulo de inclinación del eje del planeta 506. Todavía en otras formas de realización, la SR real de la CVT 500 se puede determinar midiendo una relación de par real de la CVT 500. La relación de par real de la CVT 500 se puede determinar midiendo, por ejemplo, el par de los anillos de tracción 502 y 504 o cualquier otro componente indicativo del par de entrada y del par de salida a la CVT 500. A continuación, el proceso de control 600 basado en la inclinación avanza hasta un estado de decisión 610, en el que se compara la relación de la velocidad medida con el punto de referencia de la relación de la velocidad deseada para formar de esta manera un valor de comparación. Si la relación de la velocidad medida no es igual al punto de referencia de la relación de la velocidad deseada, el proceso de control 600 basado en la inclinación retorna al estado 606. Si la relación de la velocidad medida es igual al punto de referencia de la relación de la velocidad deseada, el proceso de control 600 basado en la inclinación avanza hasta un estado final 612. En algunas formas de realización, el proceso de control 600 basado en la inclinación está configurado para operar de una manera en circuito abierto; en tal caso, los estados 609 y 610 no se incluyen en el subproceso 608.

Con referencia a la figura 6B, en una forma de realización, el estado 606 puede utilizar una tabla de consulta que se puede representar por una curva 607. La curva 607 ilustra una relación ejemplar entre el desplazamiento angular 520 (β) y la relación de la velocidad, por ejemplo, de la CVT 500. La curva 607 se puede expresar por la ecuación $y = Ax^2 - Bx + C$, en la que y es el desplazamiento angular 520 (β) y x es la relación de la velocidad. En una forma de realización, los valores de A, B, y C son 0,5962, -4,1645 y 3,536, respectivamente. En algunas formas de realización, los valores de A, B y C son 0,5304, -4,0838 y 3,507, respectivamente. En otras formas de realización, los valores de A, B y C están relacionados con las dimensiones y la geometría de la CVT 500, por ejemplo la posición de las guías 512 y 514 sobre los estatores 516 y 518, la longitud del eje del planeta 506, y las dimensiones de los anillos de tracción 502 y 504, entre otras cosas. En algunas formas de realización, ese subproceso del actuador 608 está configurado para operar de una manera en circuito abierto; en tales casos, los estados 619 y 620 no se incluyen en el subproceso 608.

Con referencia a la figura 6C, en una forma de realización, el subproceso del actuador 608 puede comenzar en un estado 614 y pasar a un estado 615, en el que se recibe un punto de referencia para el desplazamiento angular 520 (β). El subproceso del actuador 608 pasa a un estado 616, en el que se determina una señal de mando del actuador, al menos en parte, sobre el desplazamiento angular 520 (β). En una forma de realización, la tabla de consulta se

puede utilizar para convertir el punto de referencia del desplazamiento angular 520 (β) a una señal de mando del actuador. En algunas formas de realización, la señal de mando del actuador puede ser una tensión o una corriente. En otras formas de realización, la señal de mando del actuador puede ser un cambio en la posición de un cable o un enlace. En algunas formas de realización, se puede utilizar un algoritmo para derivar la señal de mando de actuador desde un punto de referencia del desplazamiento angular 520 (β). A continuación, el subproceso del actuador 608 avanza a un estado 617, en el que se emite la señal de mando del actuador a un actuador y al hardware asociado. En una forma de realización, se puede utilizar un protocolo de comunicación en serie estándar para emitir la señal de mando al hardware del actuador. En algunas formas de realización, se puede utilizar un cable o un enlace para transmitir la señal de mando al hardware del actuador. El subproceso del actuador 608 pasa entonces a un estado 618, en el que se gira el estator, por ejemplo el estator 516. A continuación, el subproceso del actuador 608 pasa a un estado 619 en el que se mide el desplazamiento angular 520 (β). El subproceso del actuador 608 pasa entonces a un estado de decisión 620, en el que se compara el desplazamiento angular medido 520 (β) con el punto de referencia para el desplazamiento angular 520 (β). Si el desplazamiento angular medido 520 (β) no es igual al punto de referencia del desplazamiento angular 520 (β), el subproceso del actuador 608 retorna al estado 616. Si el desplazamiento angular medido 520 (β) es igual al desplazamiento angular 520 (β), el subproceso del actuador 608 termina entonces en un estado 622, en el que el proceso de control 600 basado en la inclinación puede continuar en el estado 609, como se ha descrito anteriormente con referencia a la figura 6A. En algunas formas de realización, el subproceso del actuador 608 está configurado para operar en una manera de circuito abierto; en tal caso, los estados 619 y 620 no están incluidos en el subproceso 608.

Pasando ahora a la figura 7, en una forma de realización, una CVT 1000 puede incluir un sistema de control 1002 basado en la inclinación, acoplado operativamente a un conjunto de variador 1004. En una forma de realización, el conjunto de variador 1004 incluye un sol de tracción 1006 localizado radialmente dentro y en contacto con un número de planetas de tracción 1008 sustancialmente esféricos. El sol de tracción 1006 puede estar configurado para girar alrededor de un eje principal 1010 proporcionando cojinetes 1011. En una forma de realización, el sol de tracción 1006 está fijado axialmente con respecto al eje principal 1010 con clips 1012 que están acoplados al eje principal 1010 y a los cojinetes 1011.

En una forma de realización, cada planeta de tracción 1008 está provisto con un conjunto de ejes de planetas 1009A y 1009B que están configurados para proporcionar un eje de rotación inclinable para su planeta de tracción 1008 respectivo. Los ejes de los planetas 1009A y 1009B se pueden configurar para girar el planeta de tracción 1008. Los ejes de los planetas 1009A y 1009B están sustancialmente alineados con un eje central del planeta de tracción 1008. En otras formas de realización, el planeta de tracción 1008 puede estar configurado para tener un taladro central, y el planeta de tracción 1008 puede estar acoplado operativamente a un eje del planeta (no mostrado) por medio de cojinetes, de manera que el eje del planeta está configurado para ser sustancialmente no-giratorio. Cada uno de los planetas de tracción 1008 está acoplado operativamente a un primer estator 1014 y a un segundo estator 1016. El primero y el segundo estatores 1014, 1016 pueden estar dispuestos coaxialmente al eje principal 1010.

En una forma de realización de la CVT 1000, un controlador de entrada 1018 puede estar dispuesto coaxialmente con respecto al eje principal 1010. El controlador de entrada 1018 puede estar configurado para recibir una potencia de entrada, por ejemplo, desde una rueda dentada, una polea, u otro acoplamiento adecuado. En una forma de realización, el controlador de entrada 1018 está acoplado a una placa de torsión 1019 que está acoplada a un primer conjunto generador de fuerza axial 1020. El conjunto generador de fuerza axial 1020 está acoplado operativamente a un primer anillo de tracción 1022 que puede ser sustancialmente similar al anillo de tracción 102 (figura 1A). El primer anillo de tracción 1022 está configurado para contactar con cada uno de los planetas de tracción 1008. Un segundo anillo de tracción 1024 está configurado para contactar con cada uno de los planetas de tracción 1008. El segundo anillo de tracción 1024 puede ser sustancialmente similar en función al anillo de tracción 104 (figura 1A). En una forma de realización, el segundo anillo de tracción 1024 está acoplado a un segundo conjunto generador de fuerza axial 1026. El segundo conjunto generador de fuerza axial 1026 puede ser sustancialmente similar al primer conjunto generador de fuerza axial 1020. En ciertas formas de realización, los conjuntos generadores de fuerza axial 1020 y 1026 pueden ser sustancialmente similares a los mecanismos generadores de fuerza de sujeción descritos, en general, en la patente del Tratado de Cooperación de Patentes PCT/US2007/023315.

Durante el funcionamiento de la CVT 1000, se puede transferir una potencia de entrada hasta el controlador de entrada 1018, por ejemplo, a través de una rueda dentada. El controlador de entrada 1018 puede transferir potencia hasta el primer generador de fuerza axial 1020 a través de la placa de torsión 1019. El primer generador de fuerza axial 1020 puede transferir potencia a los planetas de tracción 1008 a través de una interfaz de tracción o de fricción entre el primer anillo de tracción 1022 y cada uno de los planetas de tracción 1008. Los planetas de tracción 1008 suministran la potencia hasta una carcasa de carrera 1028 a través del segundo anillo de tracción 1024 y el segundo generador de fuerza axial 1026. Una desviación en la relación de la velocidad de entrada con respecto a la velocidad de salida y, por consiguiente, una desviación en la relación del parte de entrada con respecto al par de salida, se realiza inclinando el eje de rotación de los planetas de tracción 1008. En una forma de realización, la inclinación del eje de rotación de los planetas de tracción 1008 se realiza haciendo girar el primer estator 1014, que puede ser sustancialmente similar al primer estator 516 (figuras 4-5C).

Volviendo ahora a la figura 8, en una forma de realización, una CVT 2000 puede ser sustancialmente similar a la CVT 1000. Para fines de la descripción, solamente se describirán las diferencias entre la CVT 1000 y la CVT 2000. En una forma de realización, la CVT 2000 incluye un sol de tracción 2007 localizado radialmente dentro y en contacto con cada uno de los planetas de tracción 1008. El sol de tracción 2007 es un cuerpo sustancialmente cilíndrico que se puede formar con un perfil en forma de V alrededor de la periferia exterior del cuando se ve en la sección transversal en el plano de la página de la figura 8. El sol de tracción 2007 puede estar configurado para contactar con cada uno de los planetas de tracción 1008 en una primera y una segunda localización 2008 y 2009, respectivamente. Los sistemas de coordenadas centrados en el contacto y las relaciones cinemáticas descritas con referencia al contacto 3 (figuras 1A-1F) se pueden aplicar de manera similar a las localizaciones de contacto 2008 y 2009. Durante el funcionamiento de la CVT 2000, el sol de tracción 2007 está fijado sustancialmente axial por fuerzas axiales de compensación en las localizaciones de contacto 2008 y 2009. Además, en algunas formas de realización, el primero y el segundo anillos 1022, 1024 están configurados para proporcionar constricción cinemática radial suficiente a los planetas 1008; en tales formas de realización el sol de tracción 2007 y los cojinetes 1011 e pueden retirar de varias formas de realización de las CVTs descritas anteriormente.

Con referencia a la figura 9, en una forma de realización, el sistema de control 1002 basado en la inclinación puede incluir un brazo de palanca 1030 que puede estar configurado para acoplarse a un controlador de estator 1032. El controlador de estator 1032 puede estar acoplado a la primera placa del estator 1014, por ejemplo, a través de un número de tacos u otros sujetadores o acoplamientos adecuados (no mostrados). En una forma de realización, el controlador de estator 1032 puede ser un cuerpo cilíndrico generalmente hueco. El controlador de estator 1032 puede estar provisto sobre un extremo con una pestaña 1031 que está configurada para facilitar el acoplamiento del controlador del estator 1032 a la primera placa del estator 1014. El controlador del estator 1032 puede estar provisto con una muesca que puede estar configurada para recibir un clip 1035 para remeter un cojinete, por ejemplo.

En una forma de realización, la primera placa del estator 1014 puede estar configurada para girar con respecto al eje principal 1010. Por ejemplo, un casquillo 1033 puede acoplarse con la primera placa del estator 1014 y con el controlador de estator 1032. El casquillo 1033 puede estar dispuesto coaxialmente alrededor del eje principal 1010. En una forma de realización, una ranura 1034 puede estar configurada para cooperar con el eje principal 1010 para retener axialmente el casquillo 1033. En algunas formas de realización, la segunda placa del estator 1016 puede estar acoplada al eje principal 1010 a través de una ranura 1035 u otro acoplamiento de transferencia de par adecuado, de manera que la segunda placa del estator 1016 es sustancialmente no giratoria con respecto al eje principal 1010.

Durante el funcionamiento de la CVT 1000, el brazo de palanca 1030 puede ser girado alrededor del eje principal 1010 para generar de esta manera una rotación angular del controlador del estator 1032 alrededor del eje principal 1010. El brazo de palanca 1030 puede ser girado manualmente por medio de una articulación o un cable (no mostrado). En algunas formas de realización, el brazo de palanca 1030 puede estar acoplado de forma operativa a un actuador electrónico (no mostrado), tal como un motor DC o un servo actuador. En algunas formas de realización, el brazo de palanca 1030 puede estar acoplado operativamente por un actuador hidráulico (no mostrado). En otras formas de realización, el controlador del estator 1032 puede estar acoplado directamente a un actuador, tal como uno cualquiera de los mencionados anteriormente. La rotación angular del controlador del estator 1032 imparte un desplazamiento angular (β) a la primera placa del estator 1014 con respecto a la segunda placa del estator 1016. Como se ha descrito anteriormente con referencia a la CVT 500, la rotación angular de la primera placa del estator 1014 con respecto a la segunda placa del estator 1016 puede facilitar la inclinación del eje de rotación de los planetas de tracción 1008.

Volviendo ahora a las figuras 10-13, en una forma de realización, la primera placa del estator 1014 puede estar configurada sustancialmente como un cuerpo en forma de disco con un taladro central. En algunas formas de realización, la primera placa del estator 1014 puede estar provista con un cubo 1036 formado alrededor del taladro central. El cubo 1036 puede estar provisto con un número de taladros 1038 que pueden facilitar el acoplamiento de la primera placa del estator 1014 al controlador del estator 1032. Un número de ranuras de desviación radiales 1040 pueden estar formadas sobre una cara de la primera placa del estator 1014. Las ranuras de desviación radial 1040 pueden estar configuradas para facilitar el soporte de los planetas de tracción 1008 a través de contacto, por ejemplo, con un número de rodillos 1042 (ver la figura 9) que están acoplados operativamente a cada uno de los ejes de las bolas 1009. La segunda placa del estator 1016 puede estar provista con un número de ranuras radiales 1044. Las ranuras radiales 1044 pueden estar configuradas para acoplarse con los rodillos 1042. La figura 10 ilustra una disposición ejemplar de las ranuras de desviación radial 1040 con respecto a las ranuras radiales 1044. Para fines de la descripción, las coordenadas globales 1047 (figura 9) se aplican a la CVT 1000. Por consiguiente, las ranuras radiales 1044 se pueden considerar como proyecciones sobre la primera placa del estator 1014 en el plano $x_g - y_g$. Las ranuras radiales 1044 se muestran con líneas de trazos en la figura 10.

Con referencia a las figuras 11A y 11B específicamente, en una forma de realización, las ranuras de desviación radial 1040 y las ranuras radiales 1044 tienen una anchura 1046. La anchura 1046 se puede dimensionar para alojar

el diámetro exterior del rodillo 1042. En la forma de realización ilustrada en la figura 10, las ranuras radiales 1044 están dispuestas alrededor de la segunda placa del estator 1016, de manera que las ranuras desviadas radialmente 1040 no están alineadas (es decir, están desviadas) con respecto a las ranuras radiales 1044, como se ve en la proyección de las ranuras desviadas radialmente 1040 y las ranuras radiales 1044 en el plano $x_g - y_g$. La cantidad de desviación lineal 1048 se ilustra en la figura 11 con referencia a las líneas de las secciones A-A y B-B. La línea de la sección A-A biseca sustancialmente una de las ranuras desviadas radialmente 1040, en la que la bisección es sustancialmente la mitad de la anchura 1046. La línea de la sección B-B está alineada sustancialmente con la línea central de la primera placa del estator 1014. La línea de la sección B-B es una línea que está perpendicular al eje de accionamiento principal y_g (figura 9). La línea de la sección A-A es una línea que está paralela a la línea de la sección B-B. De manera alternativa, las ranuras desviadas radialmente 1040 se pueden mostrar con una desviación angular 1049 definiendo una línea de construcción 1050 y una línea central 1051. La línea central 1051 puede estar construida con respecto a un diámetro de la primera placa del estator 1014. La línea de construcción 1050 se muestra por conveniencia situada en una localización radial que coincide con el centro del eje del planeta 1009 cuando el eje del planeta 1009 está en un ángulo de inclinación sustancialmente igual a cero. La desviación angular 1049 se puede definir como el desplazamiento angular entre la línea central 1051 y el centro de las ranuras desviadas radialmente 1040 que está a lo largo de la línea de construcción 1050, donde el centro de la ranura desviada radicalmente 1040 es sustancialmente la mitad de la anchura 1046. En una forma de realización, la desviación angular 1049 está en el rango de aproximadamente 0 grados a 45 grados. En algunas formas de realización, la desviación angular 1049 puede estar entre 5 y 20 grados y con preferencia puede tener 8, 9, 10, 11 ó 12 grados.

Con referencia ahora a las figuras 12 y 13, en una forma de realización, la primera placa del estator 1014 puede estar provista con una extensión de tope de la desviación 1052 dispuesta alrededor del taladro central. La primera placa del estator 1014 puede estar provista con un corte de holgura generalmente toroidal 1054. El corte de holgura 1054 se puede formar sobre la cara de la primera placa del estator 1014. El corte de holgura 1054 puede tener un perfil generalmente curvado cuando se ve en el plano de la figura 13. De la misma manera, un valle 1041 y/o una pared 1043 de la ranura desviada radialmente 1040 puede estar provisto con un perfil generalmente curvado cuando se ve en el plano de la figura 12. Durante el funcionamiento de la CVT 1000, las ranuras desviadas radialmente 1040 guían los rodillos 1042. La extensión de tope de la desviación 1052 puede proporcionar un límite mecánico a la trayectoria de los rodillos 1042 en las ranuras desviadas radialmente 1040. En algunas formas de realización, la extensión de tope de la desviación 1052 se puede formar sobre una periferia radialmente exterior de la primera placa del estator 1014.

Volviendo ahora a las figuras 14 y 15, en una forma de realización, la segunda placa del estator 1016 puede ser un cuerpo configurado generalmente en forma de disco que tiene un taladro central 1056. El taladro central 1056 puede estar configurado para facilitar el acoplamiento de la segunda placa del estator 1016 al eje principal 1010, por ejemplo, con una ranura, moleteado o soldadura. Las ranuras radiales 1044 pueden estar dispuestas angularmente alrededor del taladro central 1056. En algunas formas de realización, las ranuras radiales 1044 se pueden extender sobre la segunda placa del estator 1016 desde cerca o en la proximidad de la periferia de la placa del estator 1016 hacia el taladro central 1056. La ranura radial 1044 puede estar provista con un perfil curvado cuando se ve en el plano de la figura 15. En otra forma de realización, la segunda placa del estator 1016 puede estar provista con una extensión de tope de la desviación 1057. La extensión de tope de la desviación 1057 puede estar formada radialmente alrededor del taladro central 1056 y extendiéndose axialmente desde el mismo. La extensión de tope de la desviación 1057 puede estar configurada sustancialmente similar a la extensión de tope de la desviación 1052.

Volviendo ahora a las figuras 16 y 17, en una forma de realización, el eje del planeta 1009 se puede proveer con una muesca 1070 configurada para recibir un clip 1072. El clip 1072 puede facilitar el acoplamiento del rodillo 1042 al eje del planeta 1009. En una forma de realización, una superficie 1074 puede estar prevista sobre el eje del planeta 1009 para proporcionar soporte para un cojinete 1076. El cojinete 1076 puede estar configurado para acoplarse a un diámetro interior del rodillo 1042. En algunas formas de realización, el rodillo 1042 puede estar configurado para recibir un cojinete de bolas 1077. Una superficie de cojinete 1078 puede estar prevista sobre el eje del planeta 1009 para facilitar el acoplamiento del cojinete 1077 al eje del planeta 1009.

Con referencia todavía a las figuras 16 y 17, en una forma de realización, el rodillo 1042 es un cuerpo generalmente cilíndrico que tiene un taladro central. El taladro central puede estar configurado para recibir el cojinete 1076 o el cojinete 1077. El rodillo 1042 puede estar provisto con una circunferencia exterior coronada del cuerpo cilíndrico. La circunferencia exterior coronada está configurada para facilitar el acoplamiento del eje del planeta 1009 a la primera y a la segunda placas del estator 1014 y 1016.

Debería indicarse que la descripción anterior ha proporcionado dimensiones para ciertos componentes o subconjuntos. Las dimensiones o rangos de dimensiones proporcionados son proporcionados para cumplir de la mejor manera posible con ciertos requerimientos legales, tal como el mejor modo. Sin embargo, el alcance de las invenciones descritas aquí solamente deberá determinarse por el lenguaje de las reivindicaciones y, por

consiguiente, ninguna de las dimensiones mencionadas deberá considerarse como limitación de las formas de realización de la invención, salvo que alguna reivindicación considere una dimensión específica o rango de la misma como una característica de la reivindicación.

- 5 La descripción anterior detalla ciertas formas de realización de la invención. No obstante, se apreciará que cualquiera que sea el detalle que aparece en el texto anterior, la invención se puede practicar de muchas maneras. También como se ha indicado anteriormente, debería observarse que el uso de terminología particular cuando se describen ciertas características o aspectos de la invención, no debería implicar que la terminología que se re-define aquí sea restringida a incluir características específicas de los rasgos o aspectos de la invención con los que la
- 10 terminología está asociada.

REIVINDICACIONES

- 1.- Transmisión continuamente variable (1000) que tiene una pluralidad de planetas de tracción (1008) dispuestos angularmente alrededor de un eje de accionamiento principal (1010), teniendo cada planeta de tracción (1008) un eje de rotación (1009A, 1009B) inclinable, comprendiendo la transmisión continuamente variable:
- 5 una primera placa del estator (1014) coaxial con el eje de accionamiento principal (1010), teniendo la primera placa del estator (1014) una pluralidad de ranuras;
- una segunda placa del estator (1016) coaxial con el eje de accionamiento principal (1010), teniendo la segunda placa del estator (1016) una pluralidad de ranuras radiales (1044 – figura 10); y
- 10 en la que las ranuras (1040, 1044) guían los ejes de rotación (1009A, 1009B) inclinables de los planetas de tracción (1008); y
- en la que la primera placa del estator (1014) está configurada para girar con relación a la segunda placa del estator (1016),
- caracterizada porque las ranuras de la primera placa del estator (1014) son ranuras (1040 – figura 10) desviadas radialmente.
- 15 2.- La transmisión continuamente variable de la reivindicación 1, que comprende un sol de tracción (1006) acoplado a cada planeta de tracción (1008), estando localizado el sol de tracción (1006) radialmente dentro de cada planeta de tracción (1008), estando configurado el sol de tracción (1006) para estar fijado sustancialmente axial.
- 3.- La transmisión continuamente variable de la reivindicación 1, caracterizada, además, por un actuador acoplado operativamente al menos a una de la primera y de la segunda placas de estator (1014, 1016), estando configurado el actuador para impartir una rotación relativa entre la primera y la segunda placas de estator (1014, 1016).
- 20 4.- La transmisión continuamente variable de la reivindicación 3, que comprende, además, un accionador de estator (1032) acoplado a la primera placa del estator (1014), estando configurado el accionador de estator (1032) para acoplarse operativamente al actuador.
- 5.- La transmisión continuamente variable de la reivindicación 3, que comprende, además, un sol de tracción (1006) acoplado a cada planeta de tracción (1008), estando localizado el sol de tracción (1006) radialmente dentro de cada planeta de tracción (1008), estando configurado el sol de tracción (1006) para estar fijado sustancialmente axial.
- 25 6.- Un método de fabricación de una transmisión continuamente variable (1000), que tiene una pluralidad de planetas de tracción (1008) dispuestos angularmente alrededor de un eje de accionamiento principal (1010), teniendo cada planeta de tracción (1008) un eje de rotación (1009A, 1009B) inclinable, comprendiendo el método las etapas de:
- 30 proporcionar una primera guía (1044 – figura 10) alineada radialmente con una línea perpendicular a un eje de accionamiento principal (1010);
- proporcionar una segunda guía (1040 – figura 10) desviada radialmente con relación a una línea perpendicular al eje de accionamiento principal (1010);
- 35 en el que, sobre un plano de proyección, líneas de proyección respectivas de la primera y de la segunda guías (1044, 1040) se intersectan, formando de esta manera una localización de intersección;
- acoplar operativamente el eje de rotación inclinable de la pluralidad de planetas de tracción (1008) a la primera y a la segunda guías (1044, 1040); y
- 40 configurar la primera y la segunda guías (1044, 1040) de tal manera que son capaces de girar una con relación a la otra alrededor del eje de accionamiento principal (1010).

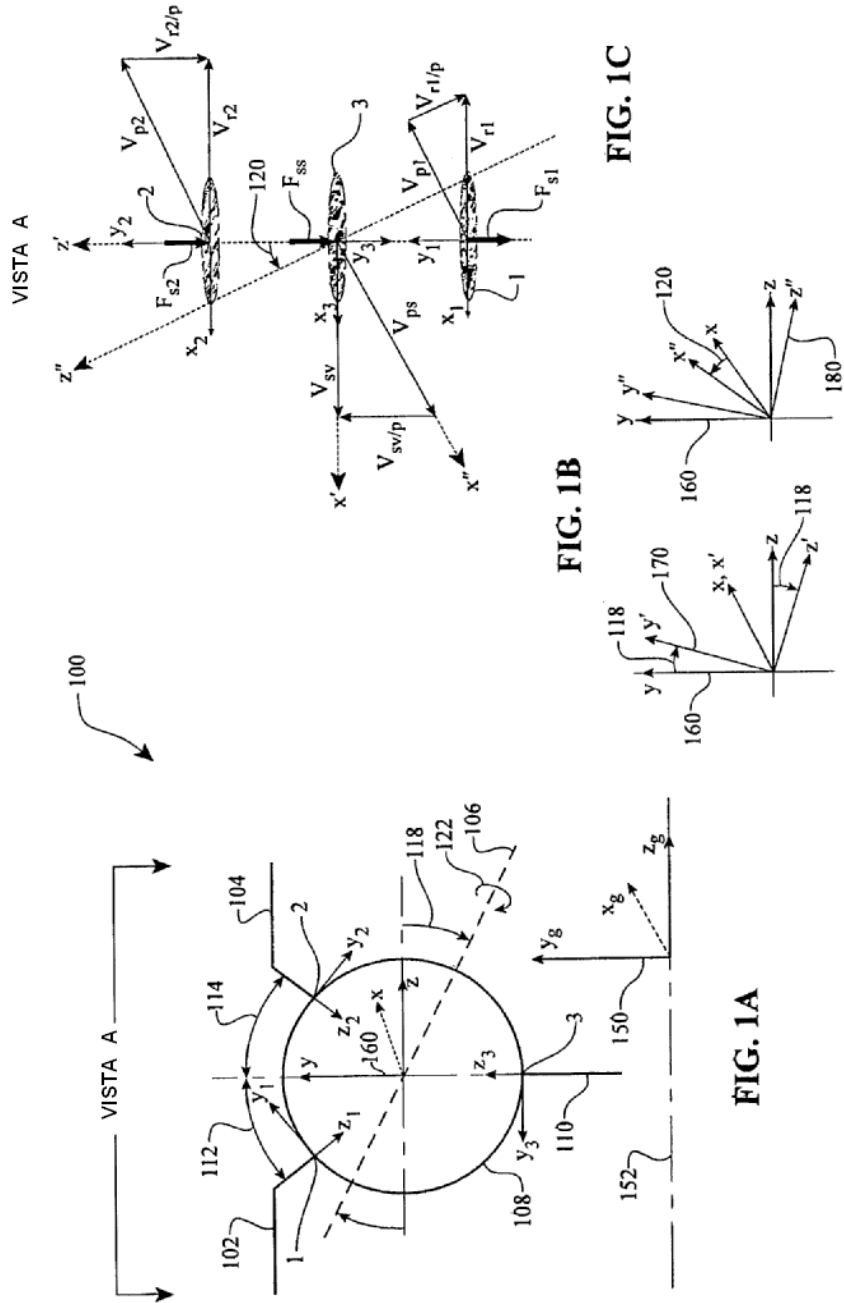


FIG. 1A

FIG. 1B

FIG. 1C

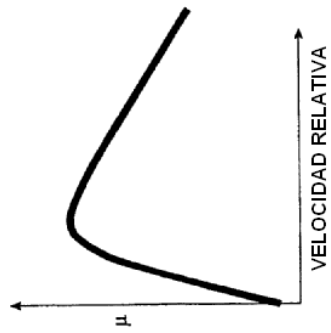


FIG. 1D
(TÉCNICA ANTERIOR)

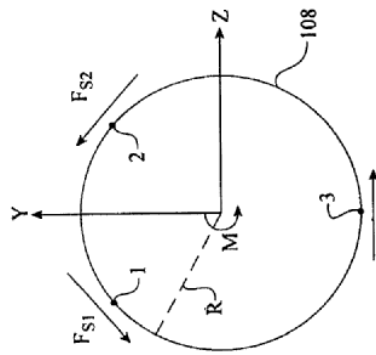


FIG. 1E

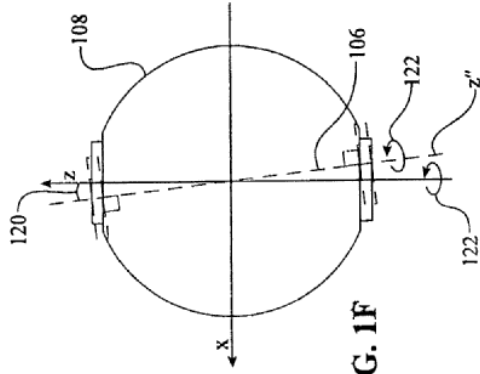


FIG. 1F

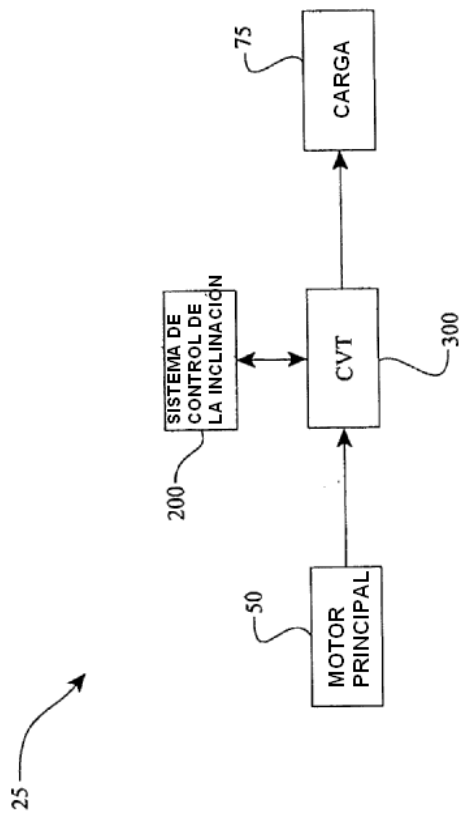


FIG. 2

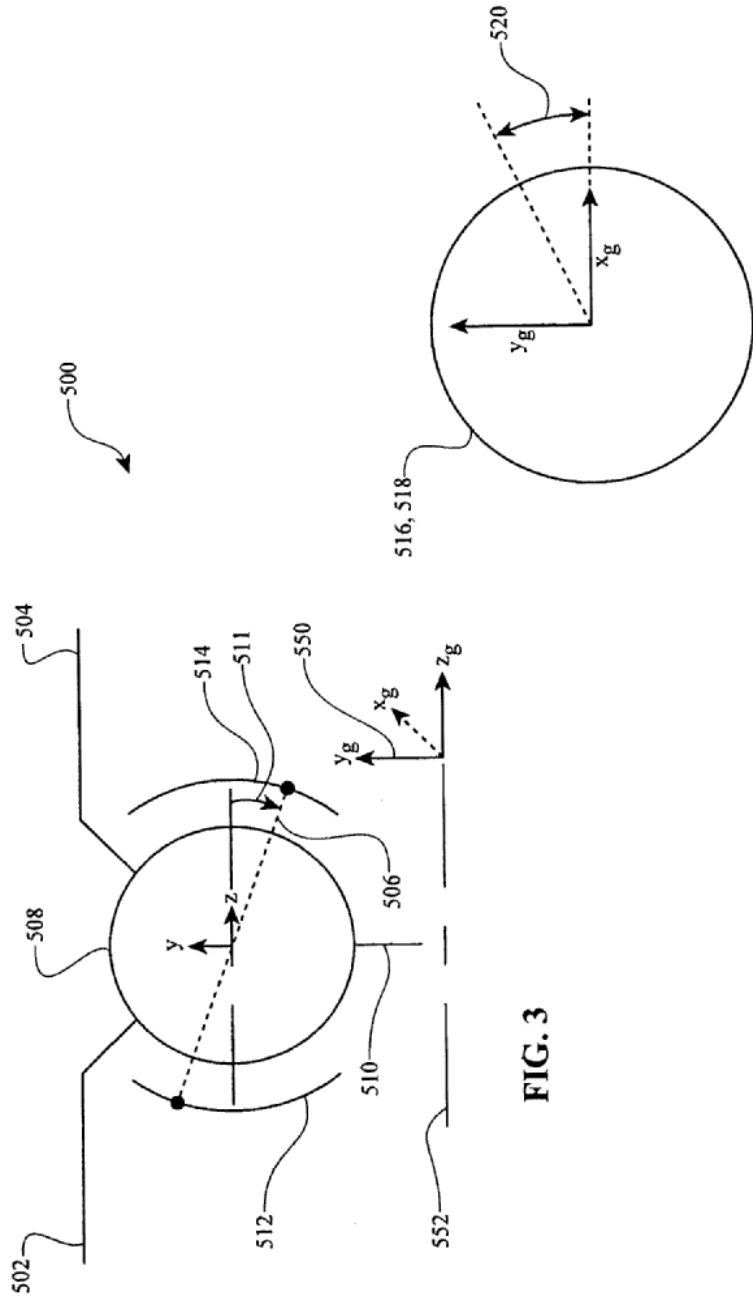


FIG. 3

FIG. 4

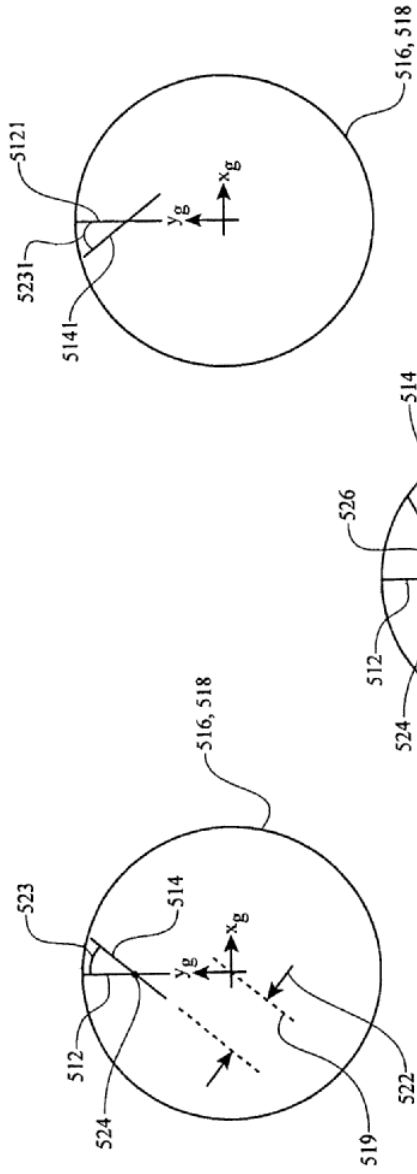


FIG. 5A
 $\beta = 0$

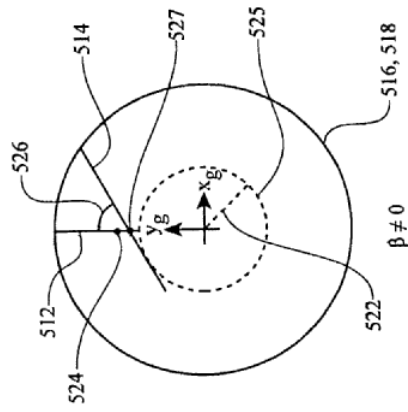


FIG. 5B
 $\beta \neq 0$

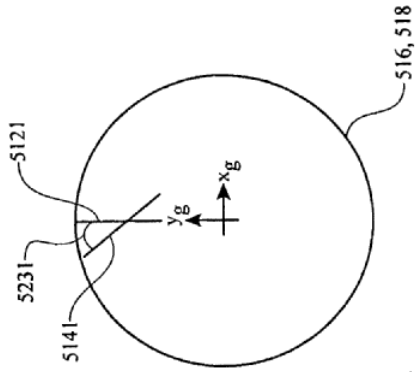


FIG. 5C

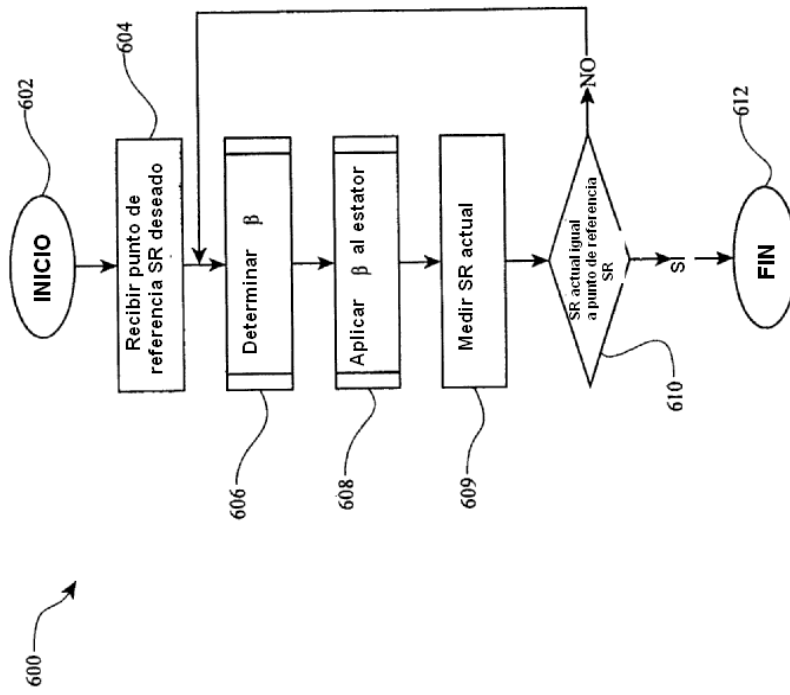
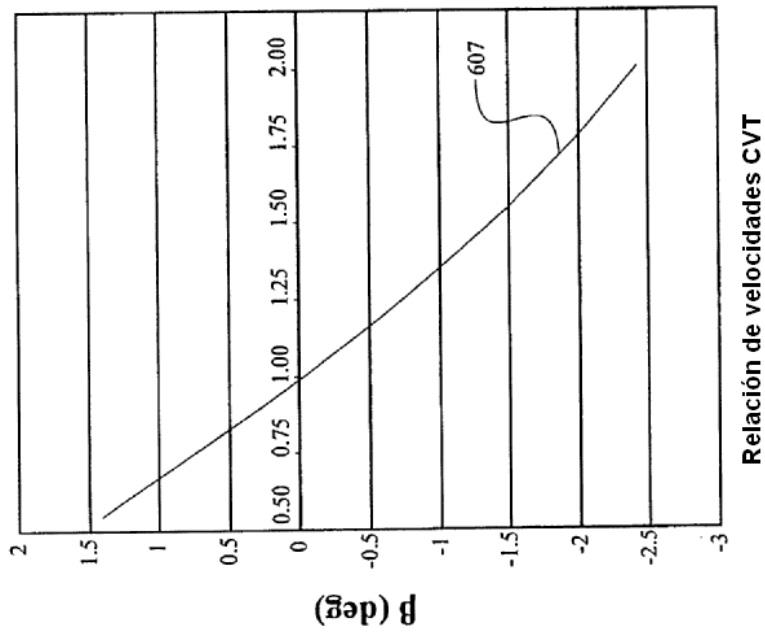


FIG. 6A

FIG. 6B



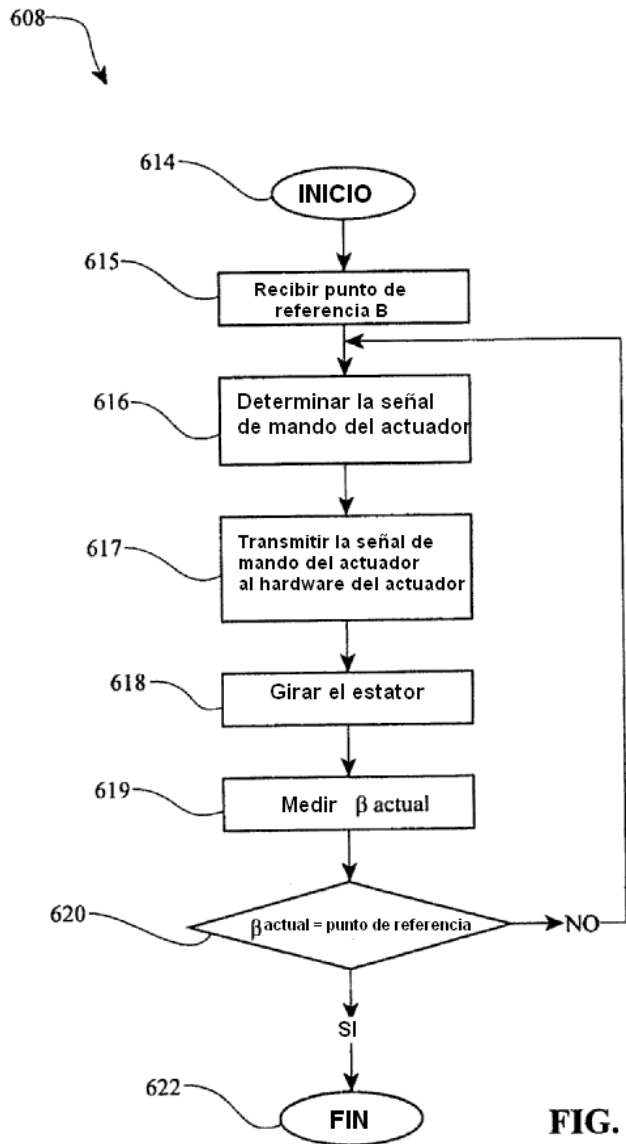
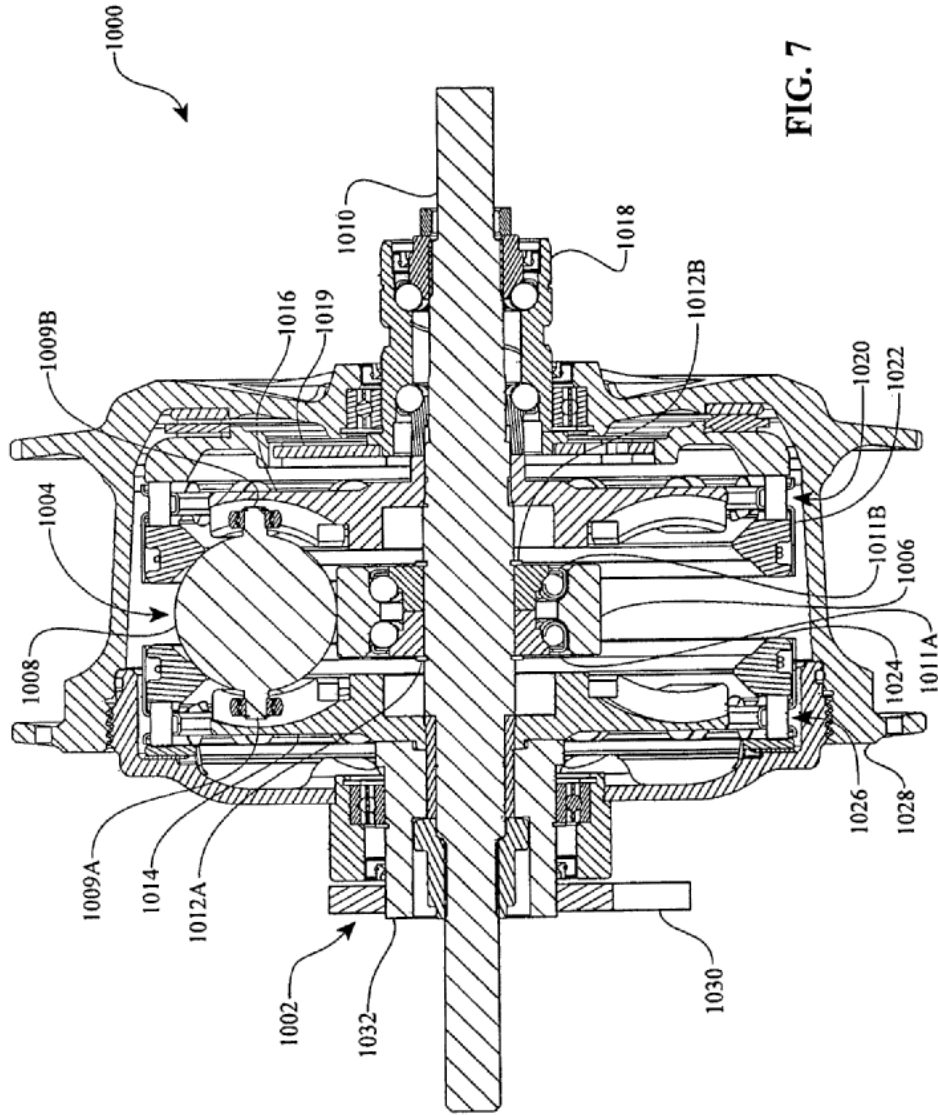
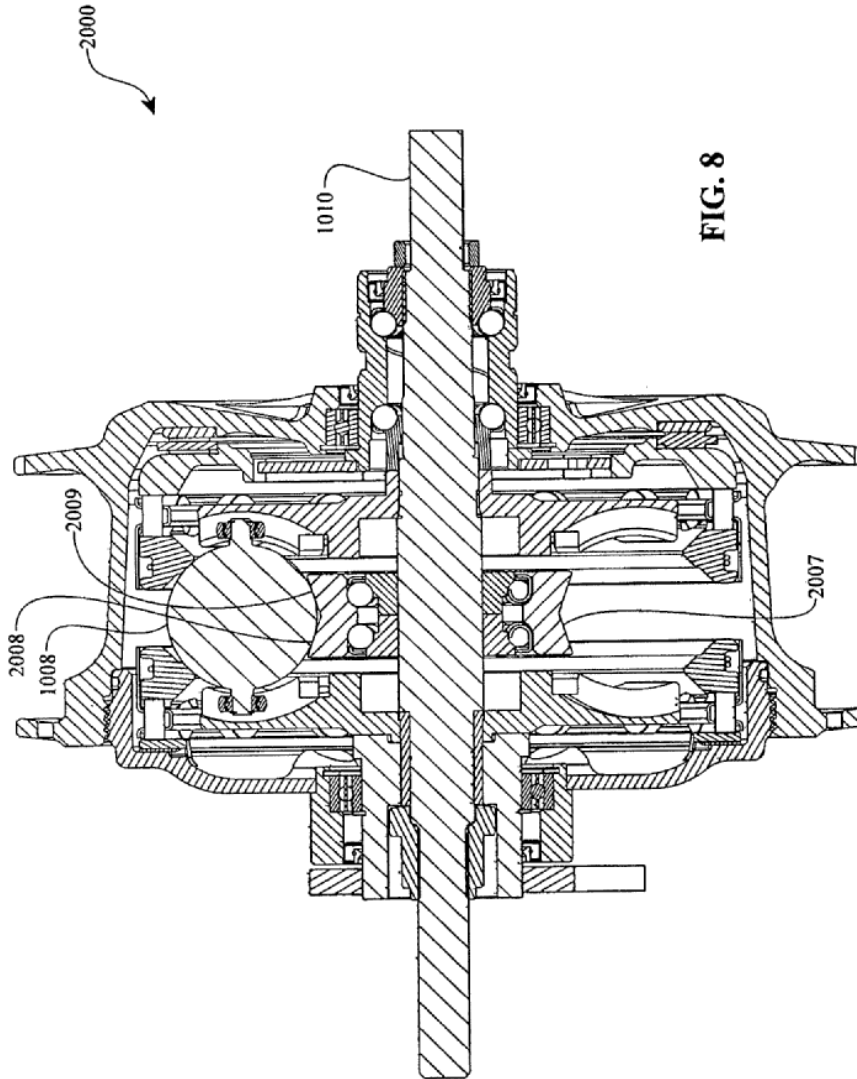
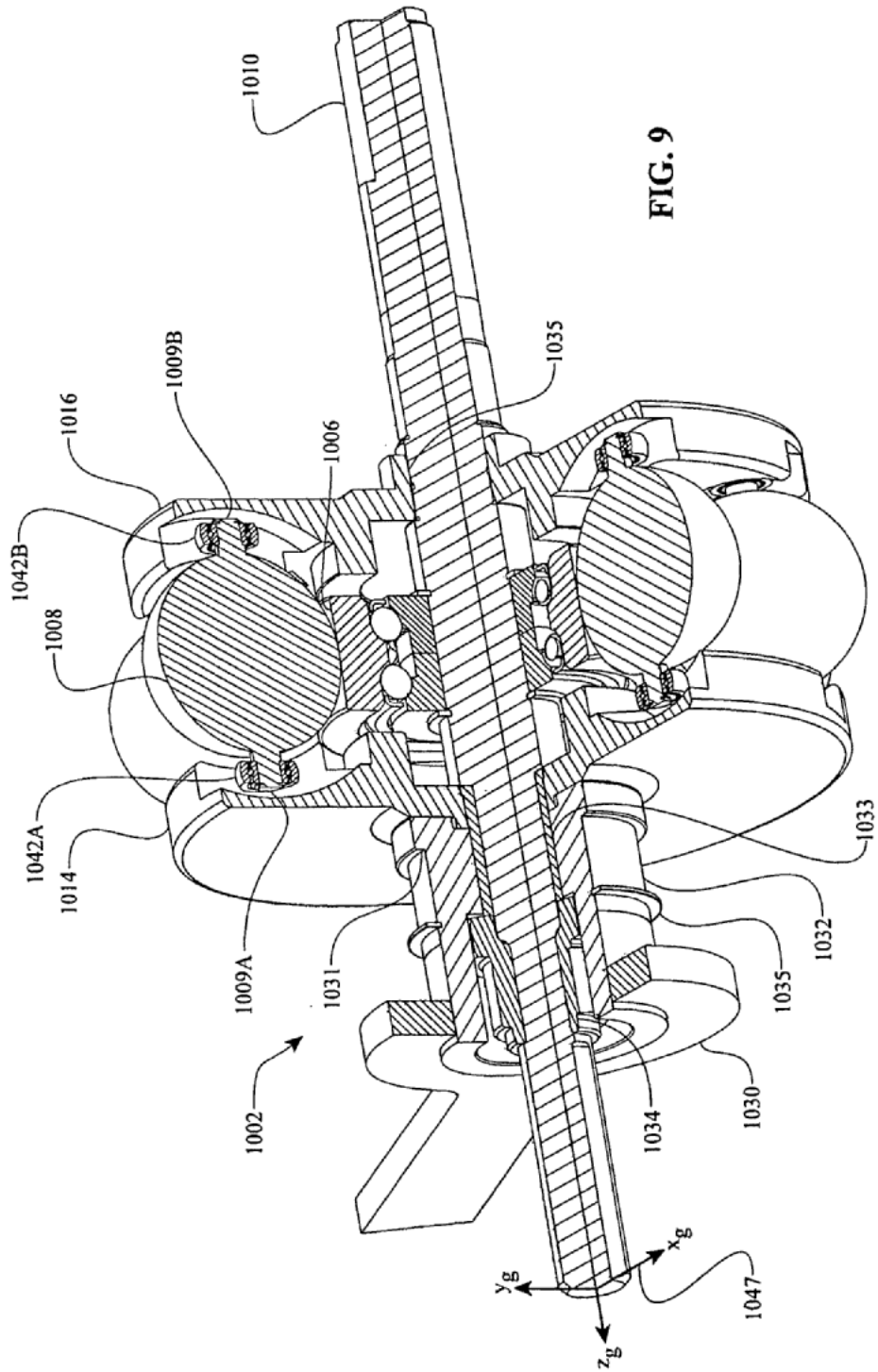


FIG. 6C







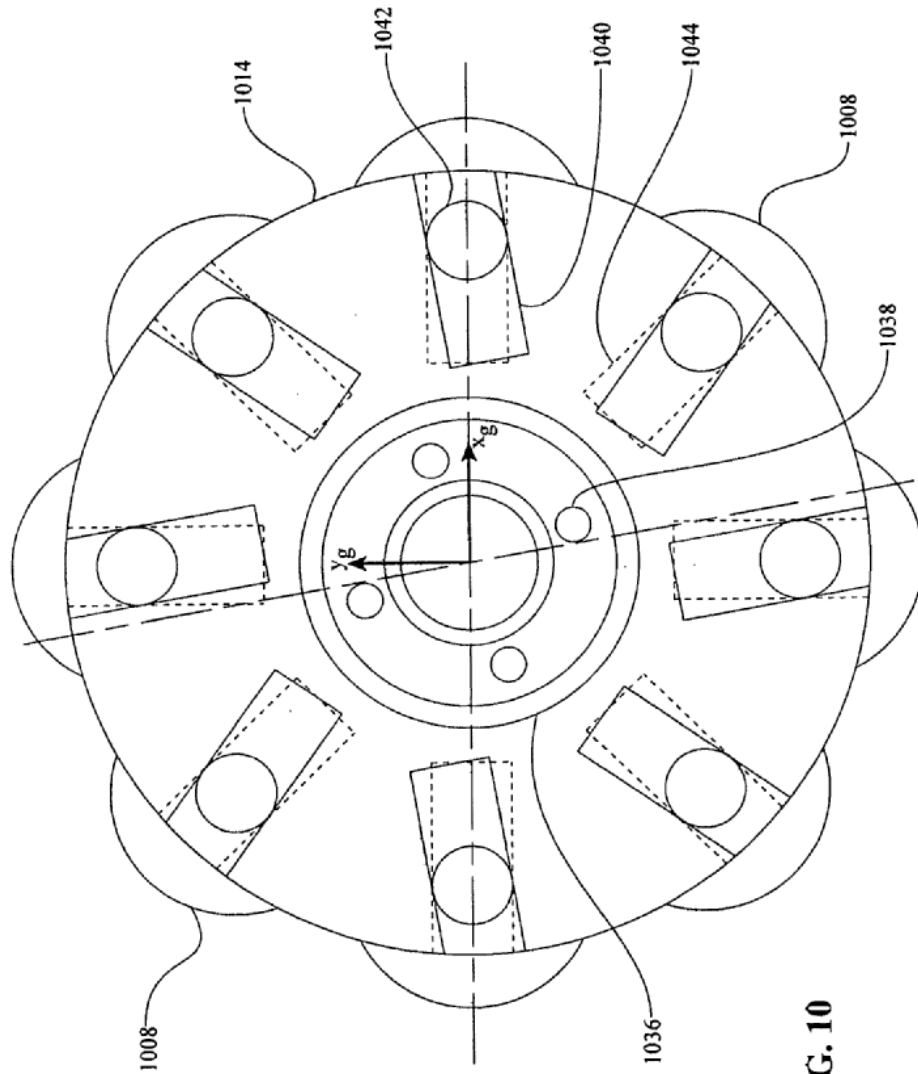


FIG. 10

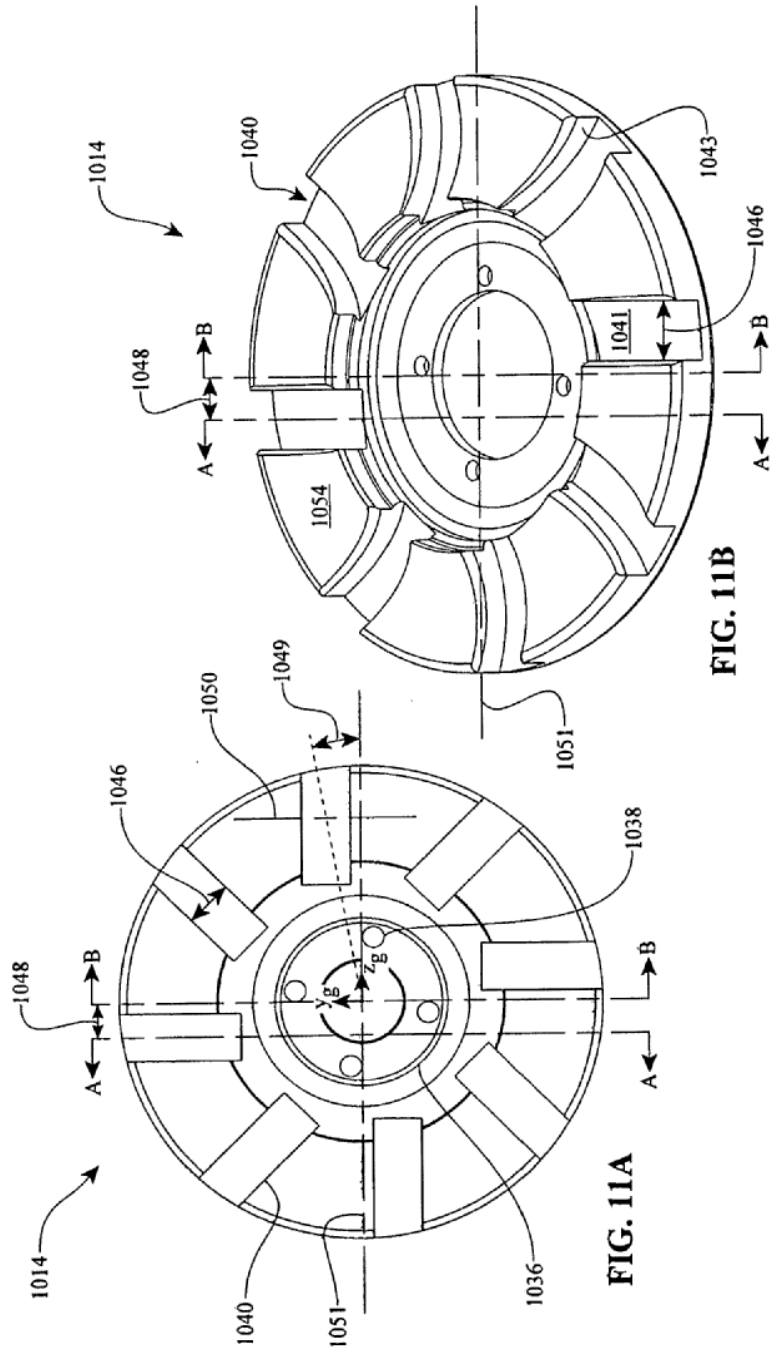


FIG. 11A

FIG. 11B

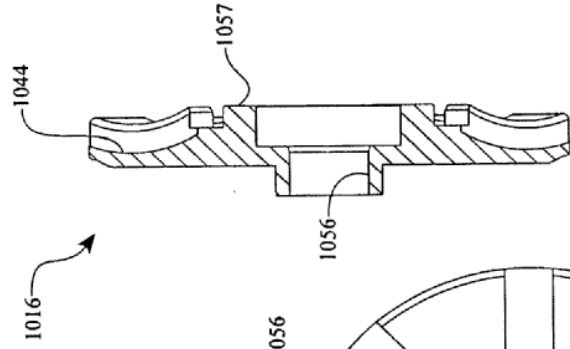


FIG. 15

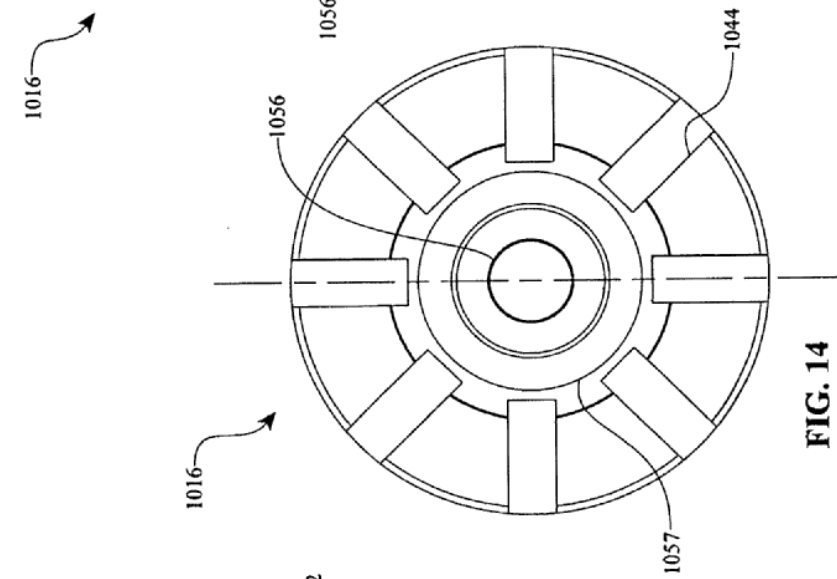


FIG. 14

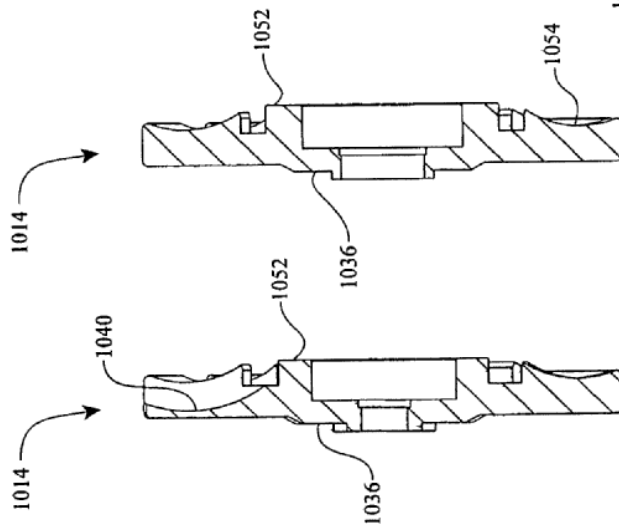


FIG. 13

DETALLE B-B

FIG. 12

DETALLE A-A

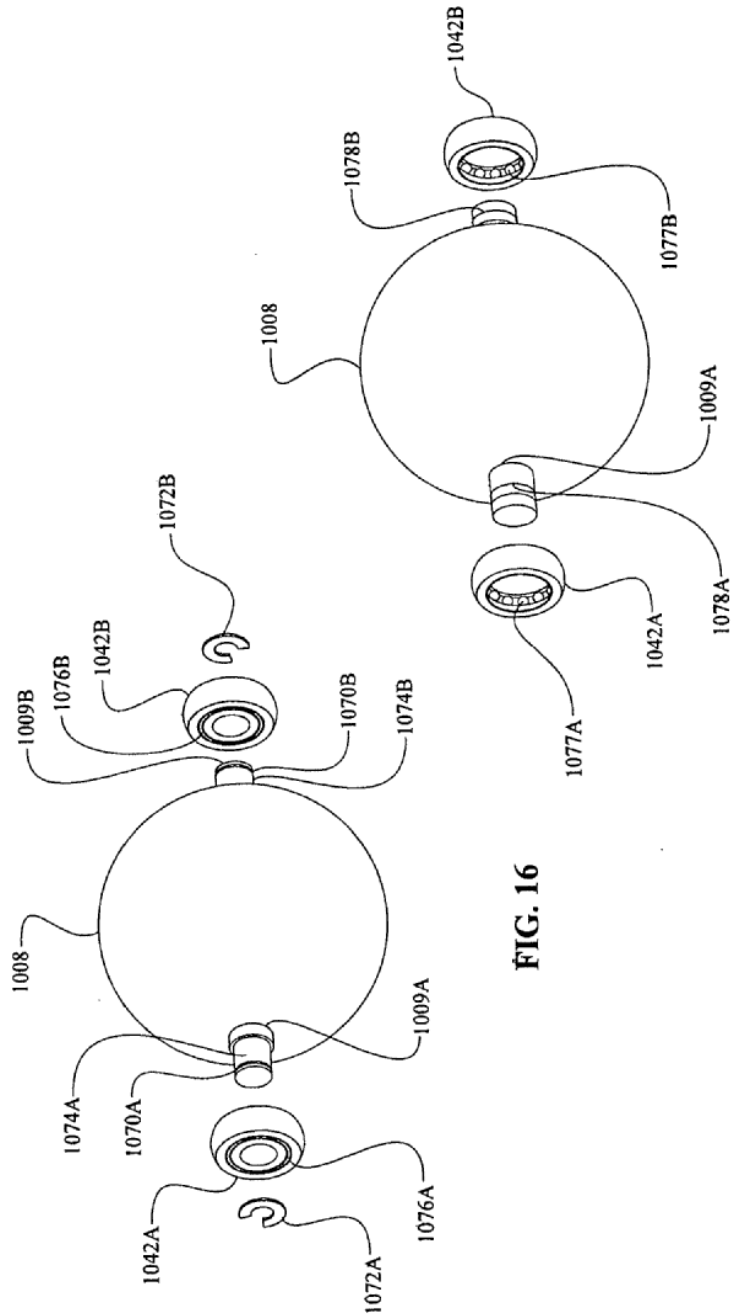


FIG. 16

FIG. 17