



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 356 615**

51 Int. Cl.:
G06F 3/00 (2006.01)
G06F 3/033 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **03370002 .2**
96 Fecha de presentación : **07.01.2003**
97 Número de publicación de la solicitud: **1437641**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **14.07.2004**

54 Título: **Interfaz háptica de tipo ground-based y que consta al menos de dos efectores digitales rotativos separados.**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
11.04.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
11.04.2011

73 Titular/es:
**Université des Sciences et Technologies de Lille
Cité Scientifique
59655 Villeneuve-d'Ascq Cédex, FR
Centre National de la Recherche Scientifique
(CNRS)**

72 Inventor/es: **Casiez, Géry;
Chaillou, Christophe;
Senail Née Lenair, Betty y
Plenacoste, Patricia**

74 Agente: **Izquierdo Faces, José**

ES 2 356 615 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

Interfaz háptica de tipo ground-based y que consta al menos de dos efectores digitales rotativos separados.

Campo de la Invención

5 Esta invención se refiere a una nueva interfaz háptica de tipo «ground-based» y que consta de al menos dos efectores digitales, es decir, unos efectores que se pueden manejar con la punta de los dedos de una sola mano. Esta interfaz puede utilizarse como periférico informático de un ordenador o equivalente, y permite interactuar en ese caso a un usuario con un entorno virtual y en particular manipular o controlar objetos virtuales. La invención encuentra también su aplicación en el control o manipulación de objetos reales, pudiendo conectarse la interfaz de la Invención a cualquier tipo de máquina como, por ejemplo y de manera no excluyente, un robot, un brazo manipulador, la interfaz de la invención también puede utilizarse en el ámbito de la tele-manipulación.

10 Se designa por lo común como interfaz «háptica» a cualquier interfaz hombre-máquina que permite un retorno de esfuerzo y/o un retorno táctil para el usuario.

15 Las interfaces hápticas que se pueden manejar con una sola mano pueden clasificarse en dos categorías fundamentalmente diferentes. La primera categoría agrupa a las interfaces hápticas de tipo «ground-based». En este texto se designa como interfaz háptica de tipo «ground-based» a toda interfaz háptica que, de una manera general, incluye una estructura apoyada sobre una superficie (suelo, escritorio, mesa, ...) y que está diseñada para manejarse con una sola mano. La segunda categoría agrupa a las interfaces denominadas «man-based», que se componen de unos dispositivos portátiles y diseñados para fijarse sobre el usuario. Los ejemplos más extendidos de interfaz «man-based» los constituyen los dispositivos hápticos que se fijan en una mano, como los guantes de retorno de esfuerzo o los dispositivos hápticos descritos por ejemplo en las publicaciones WO-A-0207143 y WO-A-9851451.

20 La invención se sitúa en el ámbito de las interfaces hápticas de la primera categoría que acabamos de ver, es decir, de tipo «ground-based».

25 En este ámbito, un primer ejemplo conocido de interfaz háptica de tipo «ground-based» se describe en la patente US-B-6417638. Esta interfaz es un dispositivo háptico de seis grados de libertad (de los cuales solo tres están motorizados) y consta esencialmente de un brazo articulado en relación a una base fija y manejable con una sola mano. Por una parte, este tipo de dispositivo háptico es un diseño muy sofisticado y es por ello muy caro de fabricar; por otra parte, este dispositivo háptico es voluminoso y por lo general se utiliza con el antebrazo en el aire, lo que hace que la utilización de este dispositivo resulte fatigosa desde un punto de vista muscular.

30 Un segundo ejemplo conocido de interfaz háptica de tipo «ground-based» se describe en particular en la solicitud de patente internacional WO-A-9628777. La interfaz que se describe en esta publicación se utiliza como periférico informático 3D y consta de un único efector de retorno táctil y manejable con la punta de los dedos. De forma más particular este efector único se presenta con la forma de una bola manejable por un usuario. La rotación sobre sí misma de la bola permite un control según dos ejes X e Y, mientras que el control según un tercer eje Z transversal al plano (X, Y) se consigue mediante un desplazamiento vertical en movimiento de la bola. De manera ventajosa, este tipo de interfaz «ground-based» con un efector único manejable con la punta de los dedos es poco voluminoso y puede utilizarse teniendo la mano, al menos en parte, apoyada sobre una superficie, lo que hace su utilización menos fatigosa desde un punto de vista muscular, en comparación por ejemplo con las interfaces «ground-based» del tipo de las que se describen en la patente US-B-6417638 citada anteriormente.

40 Se conoce también, del documento US-B-6128006, una interfaz háptica de tipo «ground-based» que consta de una caja que incluye unos efectores digitales rotativos separados que se extienden a través de luces formadas en la caja, de tal modo que estos efectores se puedan manejar con la punta de los dedos de una sola mano.

La interfaz háptica que se describe en este documento consta, para cada efector, de un medio de medición de la posición angular del efector y de los medios de aplicación sobre el eje de rotación del efector de un par de acuerdo con esta posición angular medida.

45 Una interfaz de este tipo no permite, por lo tanto, un retorno de esfuerzo de acuerdo con la posición angular del efector, con independencia en particular de la fuerza o de la velocidad con la que el usuario actúa sobre el efector.

La invención tiene de este modo por objeto una nueva interfaz háptica, del tipo «ground-based», manejable con una sola mano y con la punta de los dedos, que permite resolver los problemas citados con anterioridad entre otros problemas.

50 La interfaz háptica del tipo «ground-based» de la invención está equipada con al menos dos efectores digitales rotativos separados y manejables con la punta de los dedos de una sola mano.

55 En comparación con la interfaz háptica que se describe en la publicación WO-A-9628777, la interfaz háptica de la invención es poco voluminosa y puede utilizarse teniendo la mano apoyada al menos en parte sobre una superficie, lo que hace de manera ventajosa que la utilización de la interfaz sea menos fatigosa desde un punto de vista muscular. La separación de los efectores digitales de la interfaz de la invención permite de manera ventajosa una separación de cada

grado de libertad, y por esto mismo una mejor manipulación de los objetos virtuales o reales asociados a la interfaz, en comparación con la interfaz háptica de tipo ground-based con un efector único descrita en la publicación WO-A-9628777. Del mismo modo, esta separación permite de manera ventajosa simplificar la arquitectura mecánica de la interfaz en comparación con las arquitecturas mecánicas de las interfaces con efector único, en particular cuando la interfaz está equipada con motores o elementos equivalentes para simular un retorno de esfuerzo y/o un retorno táctil en cada grado de libertad. Por último, resulta ventajoso que la interfaz háptica de la invención esté concebida para manejarse con la punta de los dedos de la mano, porque se trata de la parte de la mano más sensible al tacto, y por esto mismo la parte de la mano más adecuada para captar la recuperación táctil y/o de esfuerzo.

5 La interfaz consta, para cada efector digital rotativo, de un medio de medición del par aplicado en el eje de rotación del efector, y de los medios de mando que incluyen un motor que permite poner en rotación al eje de rotación de dicho efector de acuerdo con el par aplicado en el eje de rotación de este efector y medido por el medio de medición.

Otras características y ventajas de la invención se mostrarán con más claridad a continuación a la vista de la siguiente descripción detallada de un ejemplo preferente de realización de una interfaz háptica de la invención, dándose esta descripción a modo de ejemplo no excluyente y en referencia a los dibujos anexos en los que:

- 15 - la figura 1 es una representación en perspectiva de una interfaz ground-based de la invención que consta de tres palancas con efector rotativo y que se pueden manejar simultáneamente usando el pulgar, el índice y el anular de una mano;
- las figuras 2 y 3 ilustran dos ejemplos de realización de un efector digital;
- la figura 4 representa en perspectiva una palanca montada;
- 20 - la figura 5 representa en perspectiva la palanca de la figura 4, sin su sensor de posición angular;
- la figura 6 es una vista despiezada de la palanca de la figura 4;
- la figura 7 representa la interfaz de la figura 1 sin su carcasa, y permite ilustrar mejor la ubicación y el montaje de las palancas;
- 25 - y la figura 8 representa un ejemplo de bucle de control del motor asociado a cada efector, y que permite poner en rotación al eje de rotación del efector de acuerdo con el par medido aplicado en el eje de rotación del efector.

En la figura 1 se ha representado una variante preferente de realización de una interfaz háptica de la invención. Esta interfaz 1 consta de una estructura fija (2a, 2b) que está diseñada para apoyarse sobre una superficie como por ejemplo un escritorio o una mesa, y sobre la que se adaptan tres palancas digitales de retorno de esfuerzo 4, 5 y 6, y que incluyen cada una respectivamente un efector rotativo digital 4a, 5a y 6a.

30 Los tres efectores digitales 4a, 5a y 6a son piezas móviles en rotación y separadas las unas de las otras. Cada efector digital rotativo 4a, 5a o 6a está diseñado para accionarse con un dedo de la mano. A cada efector rotativo de una palanca 4, 5 y 6 le corresponde un grado de libertad.

En las figuras 2 y 3 se han representado dos ejemplos no exhaustivos de efector digital, que se diferencian entre sí por el perfil de su superficie de contacto SC con el dedo. Este perfil de la superficie de contacto SC de cada efector está diseñado de manera ergonómica con el fin de evitar que el efector se salga del dedo.

En el ejemplo ilustrado en la figura 1, y de forma no excluyente, de la invención la estructura fija (2a, 2b) citada anteriormente forma una caja compuesta por una base 2a coronada por una carcasa añadida 2b. De forma preferente, la superficie externa 2d de la carcasa 2b, que está diseñada para estar en contacto con la palma de la mano, está dispuesta de tal modo que tenga una ergonomía adaptada a la mano. La carcasa 2b consta además de tres luces 2c, pasando en parte los efectores rotativos digitales 4a, 5a, 6a respectivamente a través de las luces 2c de la carcasa, y la parte restante de la estructura de cada palanca introduciéndose en el interior de la caja formada por la base 2a y la carcasa 2b.

En las figuras 4, 5 y 6 se ha representado un ejemplo concreto de estructura de una palanca. En este ejemplo, la palanca consta de:

- 45 - una base S sobre la que se montan dos soportes paralelos S1 y S2;
- un motor M, por ejemplo de corriente continua, que se fija sobre el soporte S2 y cuyo árbol de salida AM pasa a través del soporte S2 y lleva una polea P;
- una varilla hueca rotativa T montada libre sobre los dos soportes S1 y S2 por medio de cojinetes P1 y P2, extendiéndose la varilla por encima de y en paralelo al árbol de salida AM del motor M;
- 50 - el efector digital 4a (5a; 6a) que está ensartado en la varilla T, y que se fija sobre esta varilla (T) mediante un tornillo o elemento equivalente (no representado) que pasa a través de un agujero que atraviesa la T1 del efector; el conjunto efector 4a y varilla T es de este modo giratorio, según el eje de la varilla T, con respecto a los soportes S1

y S2;

- un cable de transmisión (CT) enrollado alrededor de la polea P y que pasa a través del efector 4a (figura 5/ agujero que atraviesa T2);
- un medio de medición C del par aplicado en el eje de rotación del efector que está montado en el extremo de la varilla T.

De forma preferente, la tensión inicial del cable CT es regulable mediante un tornillo de sujeción (no representado) o cualquier otro medio equivalente, que pasa a través del agujero atravesando T3 (figura 5).

En funcionamiento, el medio de medición C libera una información característica del par aplicado en el eje de rotación del efector 4a (5a o 6a). El medio de medición C puede realizarse usando cualquier dispositivo que permita medir un par.

El motor M permite poner en rotación al eje de rotación del efector digital, y por eso mismo devolver un retorno de esfuerzo sobre el efector tal y como se mostrará de forma más clara posteriormente.

En la figura 7 se ha representado la interfaz 1 sin la carcasa 2b, permitiendo dicha figura 7 visualizar mejor el montaje y la ubicación de las diferentes palancas. En la realización de las figuras anexas, los efectores 4a y 6a de las palancas 4 y 6 son idénticos al efector de la figura 2, mientras que el efector 5a de la palanca 5 es idéntico al efector de la figura 3. Esto no es exclusivo de la invención. En otra realización, los efectores podrían ser todos iguales o, por el contrario, todos diferentes.

La utilización de la interfaz se hace colocando la muñeca en contacto con la superficie sobre la que se apoya la interfaz, poniendo la palma de la mano en contacto con la cara externa 2d de la tapa 2b, y manejando al girar con la punta de los dedos cada efector 4a, 5a, 6a, manejándose cada efector digital con un solo dedo de la mano. En otra variante de realización de la invención (no ilustrada), se plantea diseñar una interfaz cuya estructura y los efectores se diseñan de tal modo que la utilización de la interfaz se realiza con la mano ya no claramente orientada en horizontal como en la variante de la figura 1, sino con la mano orientada por ejemplo claramente en vertical y apoyada en el canto.

De acuerdo con una característica preferente de la invención, los efectores digitales 4a, 5a y 6a están dispuestos los unos respecto de los otros de tal modo que pueden manejarse de forma simultánea mediante el pulgar, el índice y el anular respectivamente de la misma mano. En la variante de la figura 1, la interfaz está adaptada de este modo para un diestro, sabiendo que el experto en la materia puede invertir de forma inmediata las posiciones de los efectores 4a, 5a y 6a, para diseñar una interfaz para un zurdo.

De forma más particular, los ejes de rotación de los efectores 4a, 5a, 6a tiene cada uno una orientación adaptada al movimiento de los dedos que los manejan. De este modo, si se considera que la interfaz consta de un eje A denominado eje principal (ver figura 7) que, durante la utilización de la interfaz, es claramente paralelo al eje del antebrazo del usuario, el eje de rotación 4b del efector 4a que está diseñado para manejarse con el pulgar forma con dicho eje principal A un ángulo β del orden de 45° de tal modo que se respete la orientación angular natural del pulgar de la mano con respecto a los otros dedos; los ejes de rotación 5b y 6b de los otros dos efectores 5a y 6a están claramente orientados perpendicularmente a dicho eje principal A. De este modo, el eje de rotación 4b del efector 4a está orientado transversalmente a los ejes de rotación 5b y 6b de los otros dos efectores 5a y 6a; de forma preferente, el eje 4b y el eje 5b (o respectivamente 6b) forman entre ellos un ángulo α (figura 7) que es ligeramente superior a 90° . En funcionamiento, la interfaz háptica 1 que acaba de describirse se conecta, por ejemplo, a un sistema en tiempo real mediante una tarjeta de entradas-salidas, estando conectado dicho sistema en tiempo real a un ordenador que gestiona un entorno virtual 3D, representado gráficamente en la pantalla del ordenador. El sistema en tiempo real permite principalmente gestionar el retorno de esfuerzo en cada efector digital tal y como se explicará posteriormente en referencia a la figura 8. El sistema en tiempo real también suministra al ordenador las informaciones de posición angular de cada efector, programándose a este ordenador para transformar las informaciones de posición angular en acciones gráficas en el entorno gráfico 3D.

Por ejemplo, y de manera no exhaustiva, la interfaz 1 puede utilizarse para manipular objetos virtuales en un entorno gráfico 3D, asociándose a cada efector un grado de libertad de un movimiento visible en la pantalla. De forma general, pero de manera no exhaustiva, a cada efector se le asocia por ejemplo un movimiento de translación o de rotación que se puede visualizar en la pantalla.

Por ejemplo, en modo translación y con el fin de que el uso de la interfaz resulte intuitivo, el movimiento de rotación del efector 4a asociado al pulgar se corresponde con un desplazamiento del objeto manipulado en la dirección de la anchura de la pantalla; el movimiento de rotación del efector 5a asociado al índice se corresponde con un desplazamiento del objeto manipulado en la dirección de la profundidad de la pantalla; el movimiento de rotación del efector 6a asociado al anular se corresponde con un desplazamiento del objeto manipulado en la dirección de la altura de la pantalla.

En modo rotación, los efectores digitales se utilizan por ejemplo para girar los objetos virtuales alrededor de ejes ortogonales.

También pueden asociarse a cada efector digital movimientos más complejos que la simple translación o rotación de un objeto.

5 Sea cual sea el modo de funcionamiento ya nombrado (translación, rotación, ...), la interfaz 1 puede utilizarse de manera ventajosa en modo isotónico o en modo isométrico. El modo isotónico corresponde a un control de la posición de los objetos a manipular; a una posición angular de cada efector digital le corresponde una posición del objeto manipulado en la pantalla. El modo isométrico corresponde a un control de la velocidad de los objetos a manipular; cada efector está al inicio en una posición neutra y, cuando el usuario desplaza el efector digital, se ejerce sobre su dedo una fuerza proporcional al desplazamiento mediante un par adaptado aplicado por el motor M de la palanca; a cada fuerza se le asocia una velocidad.

10 En una variante de realización perfeccionada, la interfaz 1 puede equiparse para cada efector con un selector manual de modo de funcionamiento (translación/ rotación/ ...) así como con un selector manual de modo isotónico / isométrico de tal manera que permita al usuario configurar el modo de funcionamiento de cada efector adaptado a la aplicación dirigida mediante la interfaz hombre-máquina.

15 En la figura 8 se ha representado el bucle de control de una palanca que permite simular un retorno de esfuerzo en el efector de la palanca. Hay que subrayar que la interfaz 1 consta de tres palancas separadas. En consecuencia, el control de la interfaz consta en realidad de tres bucles de control en paralelo del tipo de los de la figura 8 (un bucle de control por palanca).

En referencia a la figura 8, cada bucle de control es un bucle de control en admitancia:

20 - con, a la entrada del sistema en tiempo-real 9, las medidas (p_i) del par aplicado en el eje de rotación del efector digital, obteniéndose dichas medidas (p_i) del medio de medición C de la palanca, bajo la forma de una señal eléctrica analógica 7 que se ha convertido mediante un convertidor analógico / numérico 8;

- y con, a la salida del sistema en tiempo-real 9, una consigna numérica (Cons) (señal 10/ figura 8) que se convierte en una señal analógica mediante un convertidor numérico / analógico 11, y luego se transforma en una señal de control 13 para el motor M mediante una etapa de amplificación 12.

25 La consigna (Cons) calculada por el sistema en tiempo-real 9 de acuerdo con los valores de par (p_i) medidos en el efector de la palanca permite simular para el usuario un retorno de esfuerzo en el efector que es conforme al modelo de control ($Cons = f(p_i)$) programado. De este modo, el sistema de control de cada palanca permite, mediante el motor M, poner en rotación al eje de rotación del efector conforme al par aplicado en el eje de rotación del efector, dependiendo el valor de la posición angular del modelo de control programado.

30 Por ejemplo, cuando un efector digital se utiliza en modo isotónico el sistema de control de la palanca permite simular en el efector el peso de los objetos manipulados, su frotamiento, la presencia de obstáculos,... También es posible simular un efecto dentado en el giro del efector.

35 La invención no se limita a la variante concreta de realización que se acaba de describir en referencia a las figuras anexas. En particular, y de manera no exhaustiva, se plantea realizar una interfaz háptica de tipo groun-based simplificada que conste únicamente de dos efectores digitales rotativos separados, o por el contrario una interfaz más sofisticada que conste de tres efectores digitales rotativos separados.

La interfaz 1 de las figuras anexas también puede utilizarse para manipular objetos reales como un robot, un brazo manipulador,...

REIVINDICACIONES

- 5 1ª.- Interfaz háptica (1) que consta de una caja (2a, 2b) diseñada para apoyarse sobre una superficie, incluyendo dicha caja (2a, 2b) al menos dos efectores digitales rotativos separados (4a, 5a, 6a) y al menos dos luces (2c) a través de las que se extienden, al menos en parte, dichos efectores (4a, 5a, 6a) de tal modo que se pueden manejar con la punta de los dedos de una sola mano, caracterizada porque consta también, para cada efector (4a, 5a, 6a), de un medio de medición del par aplicado en el eje de rotación del efector, y de unos medios de mando que incluyen un motor (M) que permite poner en rotación al eje de rotación de dicho efector (4a, 5a, 6a) conforme al par aplicado en el eje de rotación de dicho efector (4a, 5a, 6a) y medido por dicho medio de medición.
- 10 2ª.- Interfaz de acuerdo con la reivindicación 1 caracterizada porque un primer efector (4a) se maneja con el pulgar, y un segundo efector (5a) se maneja con el índice.
- 3ª.- Interfaz de acuerdo con la reivindicación 2 caracterizada porque el eje de rotación (4b) del efector (4a) asociado al pulgar está orientado transversalmente al eje de rotación (5b) del efector (5a) que se maneja con el índice.
- 4ª.- Interfaz de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 3 caracterizada porque esta consta de al menos tres efectores digitales rotativos separados.
- 15 5ª.- Interfaz de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 4 caracterizada porque el eje de rotación de cada efector está motorizado.

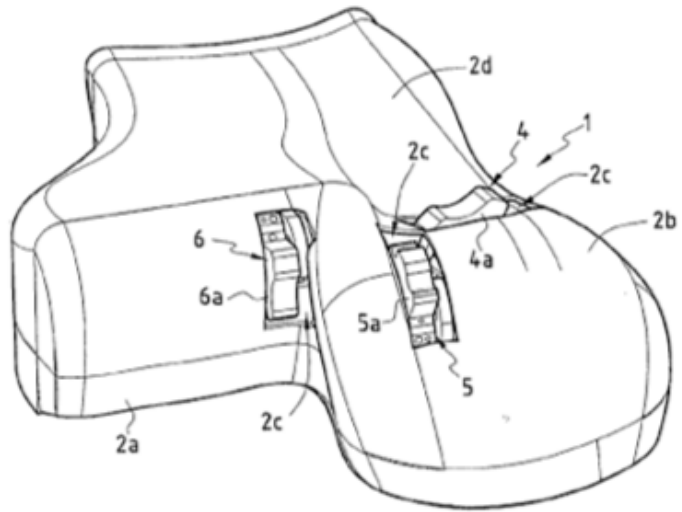


FIG.1

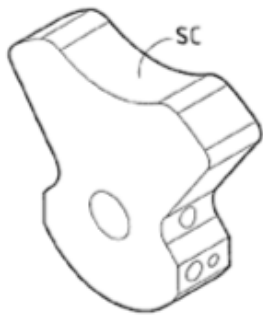


FIG.2



FIG.3

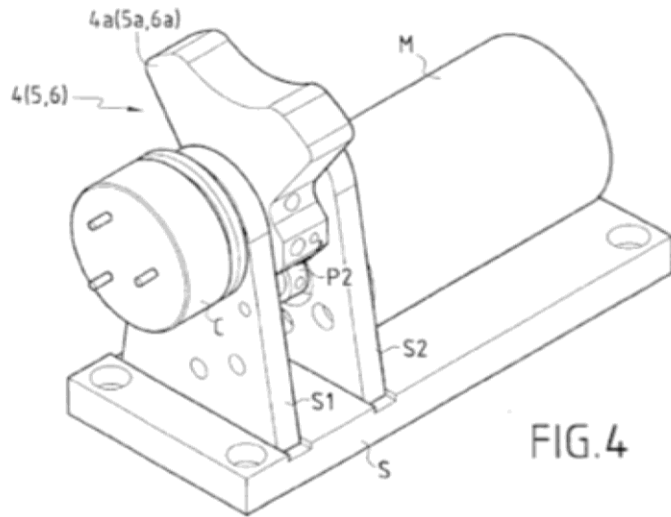


FIG. 4

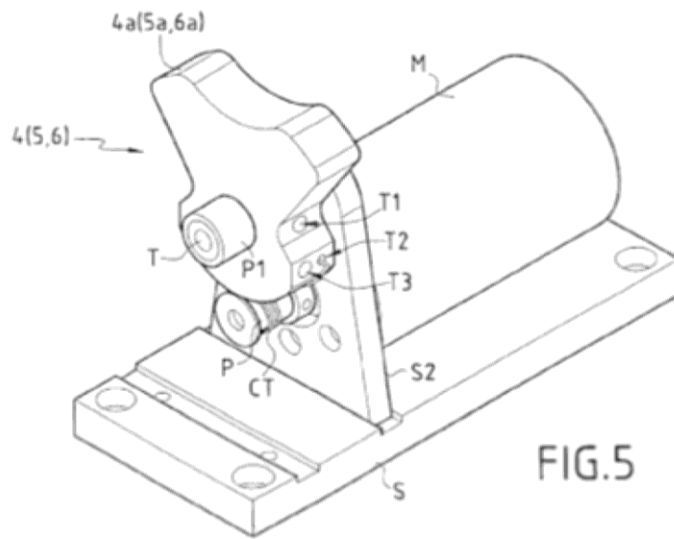


FIG. 5

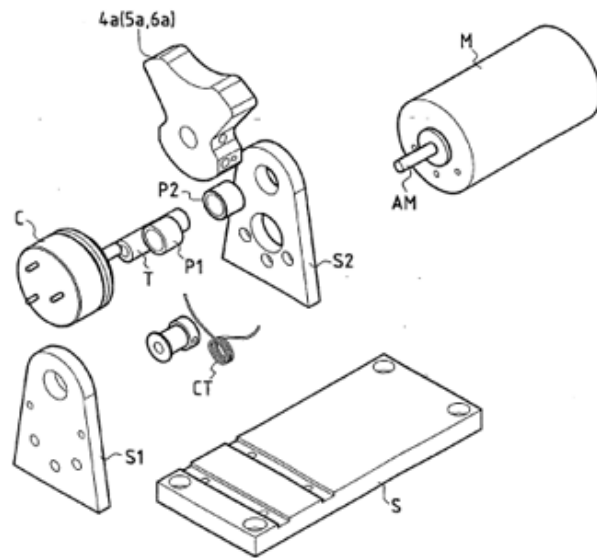


FIG.6

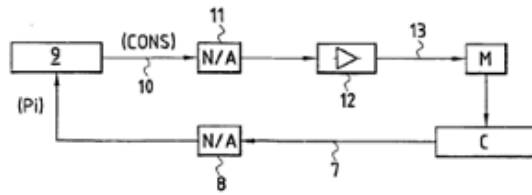


FIG.8

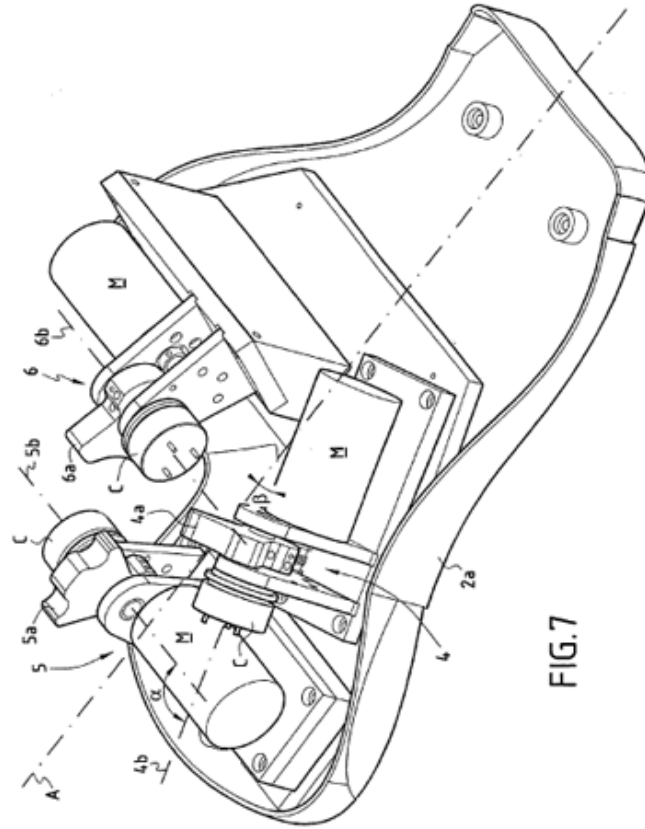


FIG. 7