

16 JUN 1964

P.- 26.590



298683

MEMORIA DESCRIPTIVA

que se presenta para unir a la solicitud

de

P A T E N T E D E I N V E N C I O N

formulada el 14 de Abril de 1964, con el Núm. 298.683

en

E S P A Ñ A

por VEINTE años

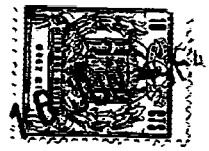
a nombre de GUSTAV RUDOLF LINDBERG, de nacionalidad sueca,
residente en Valla, Suecia, por:

"UNA BOMBA DE TORNILLO SIN FIN"

=====

Este invento se refiere a bombas de tornillo sin fin del tipo que incorpora un rotor simple que actúa en conjunción con un estator fijo.

Una bomba conocida de este tipo es la conocida como bomba Moineau (véase, por ejemplo, La Memoria Descriptiva de la Patente para los EE.UU. Número 1.892.217), que comprende un rotor con una rosca helicoidal simple exterior, o sea, una rosca con un solo punto de arranque, girando dicho rotor mientras simultáneamente se mueve excéntricamente en un miembro de estator fijo que tiene una rosca helicoidal doble interior,



o sea una rosca con dos puntos de arranque situados a 180° uno del otro, actuando la rosca interior en conjunción con el tornillo sin fin del rotor y siendo su paso doble que el de la rosca del rotor. La rosca del miembro del estator está ejecutada sobre algún material elástico, generalmente caucho, resultando la forma de los dos miembros de bomba en la formación de huecos o bolsas cerrados, que son hechos avanzar axialmente a través de la bomba por movimiento continuo sin pulsaciones.

10 Las bombas conocidas de este tipo tienen el inconveniente de ser costosas y de difícil fabricación debido a la forma intrincada de los miembros helicoidales. Una sección cortada en ángulo recto con el eje, a través del estator de una bomba Moineau, revelará en cada punto un perfil de la cavidad de bomba de forma ovalada basada en dos semicircunferencias en los extremos de una sección rectangular. La superficie envolvente interior de la cavidad de bomba está pues generada por un cuerpo de forma ovalada, como el descrito, que se mueve progresivamente a lo largo de un eje al mismo tiempo que es hecho girar. No obstante, la forma de una estructura ovalada como esa es inmanejable en un sentido matemático, y es difícil fabricar una cavidad de bomba de la citada forma de rosca, la cual, además, tendrá crestas de rosca comparativamente agudas y delgadas que resultarán sometidas a un desgaste considerable. Una sección similar cortada a través del rotor, por otra parte, revelará una figura muy simple, a saber, un círculo, pero tomando en consideración que el objeto es un tornillo sin fin que en cada punto habría de presentar el mismo perfil seccional, nada usual para cuerpos de forma de tornillo sin fin, como éste habría de ser, es evidente que para fabri-

15

20

25

30



car el rotor sería necesario adoptar procedimientos y maquinaria especiales diseñados para esa finalidad particular (véase, por ejemplo, la Memoria Descriptiva de la Patente Francesa Número 846.489).

5 El presente invento persigue producir una bomba de dicho diseño general cuya forma geométrica pueda ser trazada o generada, en su totalidad, por medio de la línea recta, la elipse y la hélice cilíndrica. La característica básica del presente invento ha de buscarse en la sustitución del perfil
10 del estator de la bomba de Moineau convencional, o sea de las dos semicircunferencias unidas por dos líneas rectas paralelas, por la elipse, de fácil definición matemática, sustitución que ha conducido a resultados de gran alcance en lo que concierne a métodos de fabricación simplificados, funcionamiento más fiable, y vida incrementada.
15

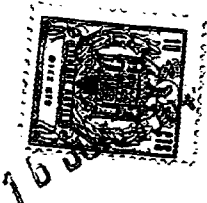
Se obtienen dichas ventajas y se eliminan los inconvenientes anteriormente mencionados por medio de la bomba de tornillo sin fin de acuerdo con el presente invento, que posee las características a que se hace referencia en las reivindicaciones anexas.
20

A continuación se describirá el invento haciéndose referencia a los dibujos que se acompañan, en los que:

La Fig. 1 es una sección vertical longitudinal a través de una bomba de tornillo sin fin de acuerdo con el invento, en que se muestran las características básicas de la bomba;
25

La Fig. 2 es una sección longitudinal a través de parte del estator de la bomba mostrando la superficie interior de la misma;

La Fig. 3 es una vista lateral de parte del rotor de la bomba, mostrando su superficie exterior;
30



La Fig. 4 es una sección longitudinal, similar a la de la Fig. 2, a través del estator y que incluye asimismo el área correspondiente del rotor;

La Fig. 5 ilustra uno de los huecos cerrados formados entre el estator y el rotor y que se mueve progresivamente en una dirección axial durante el giro del rotor;

La Fig. 6 muestra como puede generarse la superficie interior del estator por una línea helicoidal simple que ejecuta un cierto movimiento planetario;

La Fig. 7 muestra parte del rotor incluyendo un sistema de coordenadas para determinar la superficie envolvente exterior del rotor;

La Fig. 8 es una sección por la línea VIII-VIII de la Fig. 7;

La Fig. 9 ilustra un método de producir el rotor, y

La Fig. 10 ilustra otra forma de producir el rotor.

La bomba de tornillo sin fin representada en la Fig. 1 comprende un rotor 10 dispuesto para girar en un estator 12. El estator es generalmente de goma 14 u otro material elástico soportado por una camisa exterior que lo rodea 16. El rotor se mueve en una trayectoria excéntrica dentro del estator y está conectado a un eje de accionamiento 18, el cual está soportado para giro en cojinetes fijos. El rotor es hueco y contiene un eje 20 conectado por un extremo mediante una unión universal 22 al eje accionador 18, y por su otro extremo al rotor por medio de otra unión universal 24, siendo esta última conexión, por razones obvias, hermética con respecto a la cámara que la rodea.

El estator 12 está encerrado en un cuerpo de bomba exterior 26 que lleva una entrada 30 y una salida 28. Teóricamen-



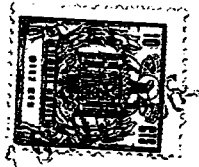
te, el flujo a través de la bomba puede ser en uno u otro sentido, dependiendo del sentido de giro del rotor, pero en la práctica se aplica presión generalmente en el extremo del prensaestopas de la bomba para evitar que se forme un vacío en ese punto. El eje de accionamiento 18 está montado de un modo convencional en un cojinete dispuesto en una extensión 32 del cuerpo de bomba 26, soportando asimismo dicha extensión un prensaestopas 34 y otros dispositivos obturadores.

Hasta aquí la bomba de tornillo sin fin descrita es convencional, y debe entenderse que su diseño exterior y su construcción no forman parte del presente invento.

A continuación se explicará la acción de bombeo de la bomba de acuerdo con el presente invento, haciéndose referencia particular a las Figs. 2-5. La Fig. 2 ilustra parte del estator 12 y la Fig. 3 la parte correspondiente del rotor 10, siendo hecho girar este último de modo que su perfil se corresponde con el perfil del estator. Si s representa el paso del estator, el paso del rotor será, por consiguiente, $s/2$. Las Figuras muestran tres espiras de la rosca del rotor y $1\ 1/2$ espiras de la del estator. Para fines de descripción, las superficies envolventes del rotor y del estator está divididas en seis porciones separadas por siete estaciones 1-7, como se ha indicado en las Figuras. La Fig. 4 ilustra la combinación del rotor y del estator.

En un sentido estrictamente geométrico, se cumplen por tanto las siguientes condiciones:-

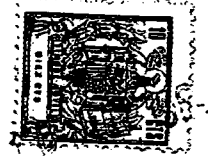
- (1) La cresta de la rosca del rotor, es decir, la línea helicoidal $r-r$ debe estar en contacto en cada punto con la superficie interior del estator independientemente de la posición del rotor.



(2) Las crestas de las roscas g-g y h-h del estator deben establecer contacto en cada punto con el rotor. Es de hacer notar aquí que el contacto con la superficie del rotor no tiene lugar en las crestas g-g y h-h sino que la línea real de contacto discurre junto a la línea de cresta, cortándose con esta. Para fines de descripción y para simplificar las cosas, las líneas de cresta de la superficie del estator, es decir las dos líneas helicoidales g-g y h-h que conectan los puntos de las superficies del estator próximos al eje, se considerarán como líneas de contacto.

Evidentemente, dado que el paso del rotor es solamente la mitad del paso del estator, la línea de contacto r-r debe cortarse necesariamente con las otras dos líneas de contacto g-g y h-h, y entre las líneas se forman bolsas o huecos cerrados, avanzando dichas bolsas de un modo continuo en dirección axial durante el giro del rotor.

Estas condiciones se han ilustrado en la Fig. 5, que representa el modo de extenderse de un hueco de la naturaleza descrita a lo largo de tres espiras de la rosca del rotor y de 1 1/2 espiras de la del estator. El hueco, que comienza en la estación 1 en que se cortan la cresta de la rosca del rotor r-r y una cresta de la rosca del estator g-g (línea de puntos y rayas), se ensancha entre las citadas líneas de contacto entre las estaciones 3 y 5. Aquí tiene lugar una nueva intersección entre las crestas de las roscas del rotor y del estator y, en su posterior evolución, el hueco queda encerrado entre la otra cresta de rosca del estator h-h (línea de puntos) y la cresta de la rosca del rotor r-r, en el otro lado de esta última, para hacerse finalmente más estrecho cuando se aproxima a la estación 7. Se han ilustrado tres huecos desplazados axial-

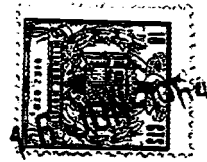


mente como se ha descrito, y de lo expuesto es evidente que la longitud axial del sistema de rotor y estator debe ser superior a $1,5 \underline{s}$.

De dichas líneas de obturación, $\underline{g-g}$ y $\underline{h-h}$ por una parte, y $\underline{r-r}$ por la otra, esta última es de especial interés. La obturación continua a lo largo de la cresta de las dos caras del rotor de acuerdo con la condición (1) anteriormente expresada, se logra mediante el presente invento del siguiente modo:-

10 La superficie envolvente interior, o helicoidal, del estator está generada por una elipse de ejes $2\underline{a}$ y $2\underline{b}$ que se mueven a lo largo de un eje perpendicular al plano de la elipse, pasando dichos ejes a través del centro de la misma, y ejecutando la citada elipse simultáneamente un movimiento de
15 giro continuo alrededor del citado eje, siendo el movimiento axial directamente proporcional al giro alrededor del eje. Por consiguiente, el paso anteriormente mencionado \underline{s} de la superficie helicoidal corresponde al desplazamiento axial de la elipse después de haber girado 360° . La forma geométrica
20 del estator está por tanto determinada con seguridad absoluta por las medidas \underline{a} , \underline{b} y \underline{s} como se ha indicado en las Figs. 2 y 4.

Si el rotor es situado en el estator de acuerdo con la Fig. 4 y se supone que la cresta de su rosca es una hélice
25 cilíndrica simple con un paso constante de $\underline{s}/2$ y que la citada cresta de rosca está siempre en contacto con el estator, puede verse entonces fácilmente de la Fig. 4 que el diámetro de la línea helicoidal debe ser $a + b$ (véanse por ejemplo las indicaciones en las estaciones 5 y 6). Además,
30 el rotor será excéntrico con relación al estator y es fácil



comprobar que la excentricidad e debe ser igual a $\frac{a - b}{2}$
(véase, por ejemplo, la estación 3 en la Fig. 4 en que el ra-
dio del tornillo sin fin $\frac{a + b}{2}$ menos el semieje menor b es
igual a la distancia entre los ejes del estator y el rotor
5 $\frac{a - b}{2}$).

Si se pone en movimiento el rotor en una dirección,
siendo el accionamiento como el sugerido en la Fig. 1, el
centro del rotor se moverá en una trayectoria circular en el
sentido opuesto dentro del estator, es decir, básicamente
10 un movimiento planetario ordinario durante el cual el rotor
completa una revolución alrededor de su propio eje mientras
que dicho eje se mueve en una trayectoria circular de ra-
dio e .

De acuerdo con el presente invento será aparente que
15 independientemente de la posición del rotor dentro del es-
tator la cresta de la rosca del primero estará siempre en
contacto, o tocará con la superficie interior del estator.
Esto se cumple exactamente, y no solo aproximadamente.

Para demostrar esto tenemos en primer lugar la expre-
20 sión general de la superficie envolvente del estator como
generada por una elipse de ejes $2a$ y $2b$ de la manera ya
descrita. Para facilitar el tratamiento matemático se han tra-
zado ejes coordenados, por ejemplo con los ejes x e y coin-
cidiendo en la fase inicial con los ejes mayor y menor, res-
25 pectivamente, de la elipse y con el eje z perpendicular a
este plano, es decir, coincidiendo con el eje del estator.
Véase la Fig. 4 en que el sistema de coordenadas se encuen-
tra en la estación 2. En la fase inicial la ecuación de la
elipse será, (en forma paramétrica).



$$\left. \begin{aligned} x &= a \cos t \\ y &= b \sin t \\ z &= 0 \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (I)$$

5

Después de haber girado la elipse un ángulo v , un punto arbitrario (x, y, z) tendrá las coordenadas

$$\left. \begin{aligned} x &= a \cos t \cos v - b \sin t \sin v \\ y &= a \cos t \sin v + b \sin t \cos v \\ z &= \frac{s}{2\pi} v \end{aligned} \right\} \dots (II)$$

10

Este sistema de ecuaciones define la superficie generada por la elipse, es decir la superficie helicoidal del miembro de estator.

15

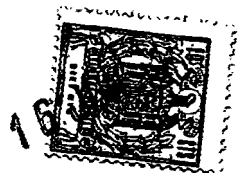
Veremos a continuación como se genera una superficie idéntica por una hélice cilíndrica de diámetro $a + b$ y de paso $s/2$ (una línea helicoidal que corresponde a la cresta de la rosca del rotor) que gira alrededor de su propio eje el cual, al mismo tiempo, se desplaza en dirección opuesta según una trayectoria circular de diámetro $2e = a - b$. Aquí, el giro está limitado, es decir, si el rotor gira un cierto ángulo alrededor de su propio eje, este se desplazará el mismo ángulo a lo largo del círculo excéntrico (es decir el eje del rotor)(una consecuencia natural de la rigidez de la unión universal entre el eje accionador y el rotor).

20

25

La línea helicoidal queda ahora acoplada en el mismo sistema coordenado que el miembro del estator, de manera que su eje cortará al plano $x - y$ (estación 2, Fig. 4) en el punto A_0 con sus coordenadas $(\frac{a-b}{2}, 0, 0)$. En esta posición inicial la ecuación de la línea helicoidal será (en forma paramétrica)

30



5

$$\left. \begin{aligned} x &= \frac{a-b}{2} + \frac{a+b}{2} \cos u \\ y &= \frac{a+b}{2} \sin u \\ z &= \frac{s}{4\pi} u \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (III)$$

Después de girar el ángulo \bar{v} tenemos

10

$$\left. \begin{aligned} x &= \frac{a-b}{2} \cos \bar{v} + \frac{a+b}{2} \cos (u + \bar{v}) \\ y &= -\frac{a-b}{2} \sin \bar{v} + \frac{a+b}{2} \sin (u + \bar{v}) \\ z &= \frac{s}{4\pi} u \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (IV)$$

15 Este sistema de ecuaciones define la superficie generada por la línea helicoidal.

A fin de comparar los sistemas de ecuaciones II y IV, se hacen las siguientes sustituciones en el sistema IV:

20

$$\left. \begin{aligned} u &= 2v \\ \bar{v} &= t - v \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (V)$$

Como puede verse, la relación entre los parámetros es tal que la anterior transformación no puede cambiar en modo alguno el aspecto de la superficie. Obtenemos

25

$$\begin{aligned} x &= \frac{a-b}{2} \cos (t - v) + \frac{a+b}{2} \cos (t + v) = \\ &= a \cos t \cos v - b \sin t \sin v \\ y &= \frac{a-b}{2} \sin (t - v) + \frac{a+b}{2} \sin (t + v) = \dots\dots (VI) \end{aligned}$$

30



$$= a \cos t \sin v + b \sin t \cos v$$

$$z = \frac{s}{2\pi} v$$

Por consiguiente, los sistemas VI y II muestran completa coincidencia, lo que significa que las dos superficies son idénticas y, además, que durante su giro dentro del estator el rotor cerrará siempre herméticamente contra el miembro a lo largo de la cresta r-r de la rosca del rotor.

La Fig. 6 ilustra la superficie envolvente anteriormente mencionada generada por la línea helicoidal r-r. La línea se ha trazado para indicar la posición después de cada giro de 40°, e ilustra la superficie envolvente generada la cual, como se acaba de demostrar, es idéntica a la generada por una elipse que se mueve de una manera similar.

Por lo que concierne a las otras dos líneas de obturación g-g y h-h entre el estator y el rotor, estas son más complicadas, como se ha indicado anteriormente, y no se hará tentativa alguna de analizar su trayectoria exacta. Es necesario, no obstante, determinar la envolvente del rotor en el área entre las crestas de las roscas del rotor. De la Fig. 4 se verá que el radio mínimo de esta superficie (véase, por ejemplo, la estación 3) debe ser

$$2b - \frac{a + b}{2} = \frac{3b - a}{2} \dots\dots\dots (VII)$$

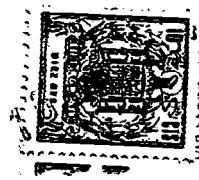
pues la cresta de la rosca del estator ha de tocar al rotor en su fondo de rosca donde el eje del rotor está próximo a la cresta de la rosca del estator como se ha ilustrado claramente en la Fig. 4. Se ha comprobado que la superficie envolvente del tornillo sin fin giratorio puede diseñarse de diversas formas sin perder su plena capacidad de cierre her-



mético, con tal que se cumplan las condiciones básicas expresadas (es decir, que la cresta de la rosca debe tener un diámetro de $a + b$ y un paso de $s/2$ mientras que el fondo de la rosca deberá tener un radio de $\frac{3b - a}{2}$). Las Figs. 7 y 8 ilustran las características básicas de una forma de generación de la envolvente del rotor, un método que puede ser adaptado fácil y económicamente a la producción de rotores en cantidad.

Partiendo de la cresta anteriormente definida de la rosca del rotor $r-r$, es decir, una hélice cilíndrica de paso $s/2$ y diámetro $a + b$, dos puntos n, n situados en espiras adyacentes de la línea helicoidal están conectados entre sí eligiéndose las posiciones relativas de los citados puntos de modo que la línea $n-n$ toque a un cilindro coaxial con la citada línea helicoidal y que tiene un diámetro de $3b - a$ (Fig. 8), representando por tanto el punto de tangencia un punto en el fondo de la rosca del rotor. Ahora bien, si se permite que esta línea deslice con sus extremos a lo largo de la línea helicoidal, y por tanto tocando continuamente al citado cilindro, ésta generará una superficie helicoidal que en sí misma se presta muy bien a la finalidad del presente invento, es decir, como una superficie envolvente para el rotor de la bomba. La condición prescrita la cumple asimismo una línea $m-m$ (Fig. 7) que genera una superficie similar que puede ser también utilizada para el citado fin.

Para establecer la ecuación de la superficie helicoidal se elige como antes un sistema de coordenadas x, y, z , haciendo en este caso que el eje z coincida con el eje de la línea helicoidal. La ecuación de la citada línea es entonces (en forma paramétrica, véase la ecuación III).



$$\left. \begin{aligned} x &= \frac{a+b}{2} \cos u \\ y &= \frac{a+b}{2} \operatorname{sen} u \\ z &= \frac{s}{4\pi} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (VIII)$$

5

en donde u es un parámetro que representa el ángulo a lo largo del cual gira el radio de la línea helicoidal alrededor del eje z desde una posición inicial.

Supongamos un valor del parámetro $u = v$ que dá el punto T en la fig. 8, o sea, un punto en la línea helicoidal directamente detrás y opuesto al punto de intersección entre $n-n$ y $m-m$ en la Fig. 7. Para obtener puntos $\underline{n}, \underline{n}$ y $\underline{m}, \underline{m}$ se dá al parámetro el valor $v \pm \alpha$ en que α representa un ángulo en el segundo cuadrante (puntos $\underline{m}, \underline{m}$) o en el tercer cuadrante (puntos $\underline{n}, \underline{n}$), estando comprendida la distancia angular entre T y cualquiera de los puntos $\underline{m}, \underline{m}$ en el margen $90-180^\circ$, y estando comprendida la distancia angular entre T y cualquiera de los puntos $\underline{n}, \underline{n}$ en el margen de $180-270^\circ$. Si los puntos $\underline{m}, \underline{m}$ y $\underline{n}, \underline{n}$, respectivamente, están conectados y si $(\underline{x}, \underline{y}, \underline{z})$ es un punto sobre una de las líneas situado de modo que divide a dicha línea en la proporción $\lambda : (1 - \lambda)$ en que $0 \leq \lambda \leq 1$ (esta condición excluye una continuación de las líneas más allá de los puntos \underline{m} y \underline{n} , respectivamente), obtenemos entonces

15

20

25

$$\left. \begin{aligned} x &= \frac{a+b}{2} \left[\lambda \cos(v - \alpha) + (1 - \lambda) \cos(v + \alpha) \right] \\ y &= \frac{a+b}{2} \left[\lambda \operatorname{sen}(v - \alpha) + (1 - \lambda) \operatorname{sen}(v + \alpha) \right] \\ z &= \frac{s}{4\pi} \left[\lambda (v - \alpha) + (1 - \lambda)(v + \alpha) \right] \end{aligned} \right\} \dots (IX)$$



Es esta la ecuación de la superficie helicoidal con v y λ como parámetros (quedando todavía α por determinarse). No obstante, puede simplificarse considerablemente la ecuación cambiando los parámetros.

5 Introdúzcamos primeramente un parámetro p con un margen de variación de $-1 \leq p \leq 1$ haciendo para ello $\lambda = \frac{1+p}{2}$:

10

$$\left. \begin{aligned} x &= \frac{a+b}{2} (\cos v \cos \alpha + p \sin v \sin \alpha) \\ y &= \frac{a+b}{2} (\sin v \cos \alpha - p \cos v \sin \alpha) \\ z &= \frac{s}{4\pi} (v - \alpha p) \end{aligned} \right\} \dots (X)$$

15 Sustituyamos entonces p por t , poniendo $t = p \cdot \tan \alpha$. El campo de variación de t será entonces de $-\tan \alpha \leq t \leq \tan \alpha$. Resumiendo tenemos que

20

$$\left. \begin{aligned} x &= \frac{a+b}{2} \cos \alpha (\cos v + t \sin v) \\ y &= \frac{a+b}{2} \sin \alpha (\sin v - t \cos v) \\ z &= \frac{s}{4\pi} \left(v - \frac{\alpha}{\tan \alpha} t \right) \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (XI)$$

25 Finalmente, hemos de determinar α . El valor de α está basado en la condición de que la superficie helicoidal, o la línea generatriz $m-m$ o $n-n$, deberá tocar al cilindro inscrito de diámetro $3b - a$, es decir, α está determinada por medio del valor del radio del fondo de la rosca del rotor. Para cada punto sobre las líneas $m-m$ y $n-n$, existe la siguiente relación general entre las coordenadas x e y (Fig.8):

30

$$\sqrt{x^2 + y^2} = r \dots \dots \dots (XII)$$



De acuerdo con los requisitos previos $r_{\min} = \frac{1}{2} (3b - a)$
y por consiguiente

$$\sqrt{x^2 + y^2} = \frac{1}{2} (3b - a) \dots\dots\dots (XIII)$$

5 Cuando r es mínimo, no obstante, las líneas $m-m$ y $n-n$
son bisecadas en partes iguales, haciendo así $\cos \alpha = 1/2$. De
la ecuación IX tenemos entonces

$$\left. \begin{aligned} x &= \frac{a+b}{2} \cos v \cos \alpha \\ y &= \frac{a+b}{2} \sin v \cos \alpha \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (XIV)$$

$$\sqrt{x^2 + y^2} = \frac{a+b}{2} (-\cos \alpha) \dots\dots\dots (XV)$$

15 Obsérvese que α está en el segundo o en el tercer cua-
drante, de ahí el signo menos. De las ecuaciones XIII y XV
obtenemos ahora

$$-\cos \alpha = \frac{2\sqrt{x^2 + y^2}}{a+b} = \frac{2(3b-a)}{2(a+b)} = \frac{3b-a}{a+b} \dots\dots (XVI)$$

20 De donde se obtiene α de la condición

$$\cos \alpha = \frac{3b-a}{a+b} \dots\dots\dots (XVII)$$

La expresión matemática de la superficie envolvente
del tornillo sin fin del rotor será pues

$$\left. \begin{aligned} x &= \frac{a+b}{2} \cos \alpha (\cos v + t \sin v) \\ y &= \frac{a+b}{2} \cos \alpha (\sin v - t \cos v) \\ z &= \frac{s}{4\pi} \left(v - \frac{\alpha}{\tan \alpha} t \right); \cos \alpha = -\frac{3b-a}{a+b} \end{aligned} \right\} \dots\dots (XVIII)$$

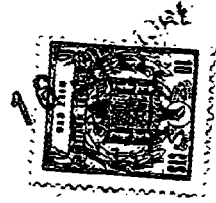
30 Donde t y v son parámetros, de los cuales t tiene el



campo de variación,

$$-\tan \alpha \leq t \leq \tan \alpha .$$

Se ha señalado anteriormente que una ventaja de la bomba de tomillo sin fin de acuerdo con el presente invento es la forma simple en que puede fabricarse. El estator se fabrica produciendo en primer lugar un núcleo cuya superficie es idéntica a la superficie envolvente del estator. Luego se hace un moldeo de caucho alrededor del núcleo el cual se extrae, por ejemplo a rosca, cuando el caucho está curado. Por consiguiente el núcleo puede considerarse como una herramienta que puede usarse para fabricar una pluralidad de estatores. Para producir el núcleo, se hace uso del hecho anteriormente analizado de que la envolvente interior del estator, y consiguientemente, también la superficie exterior del núcleo pueden ser generadas por una línea helicoidal simple que gira al tiempo que simultáneamente ejecuta un movimiento excéntrico. La Fig. 6 sugiere el modo en que puede ser producido un núcleo como el descrito. Se monta una pieza elemental en un dispositivo de avance combinado longitudinal y circular y se hace avanzar de tal manera que se permita que una herramienta cortadora siga continuamente la línea helicoidal simple $r - r$ con referencia a la pieza elemental, una técnica que pueda ser fácilmente aplicada. Permitiendo que la herramienta de corte se desplace a lo largo de su trayectoria $r - r$ gran número de veces, ha de cuidarse de que la pieza elemental sea avanzada ligeramente cada vez de acuerdo con ciertas reglas, la herramienta habrá elaborado finalmente un núcleo caracterizado por el perfil deseado como puede verse en la Fig. 6 suponiendo que las líneas helicoidales densas $r - r$ son

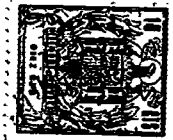


mutuamente idénticas.

Todavía mayor importancia tiene no obstante, el hecho de que el rotor de la bomba de acuerdo con el presente invento puede ser fabricado rápidamente y empleando medios simples, en contraste con los rotores de las bombas anteriormente conocidas del tipo Moineau. La Fig. 7 sugiere una forma de fabricación del rotor. Se monta una pieza elemental en un dispositivo de avance combinado longitudinal y circular de sustancialmente el mismo tipo que el usado para mecanizar las piezas elementales de estator, y se trata luego en una cepilladora-limadora o en una cepilladora de engranajes mediante una herramienta de corte de movimiento alternativo que se desplace en una trayectoria coincidente con cualquiera de las líneas m-m o n-n al tiempo que se avanza gradualmente la pieza elemental por el dispositivo de avance.

En la Fig. 9 se ha ilustrado un método mejor y más rápido según el cual una pieza elemental 34, que está montada en un dispositivo de avance longitudinal y circular, es mecanizada por una fresa de espiga 36 giratoria mientras se hace girar y se avanza simultáneamente, siendo el avance longitudinal de $s/2$ por cada vuelta. Es de hacer notar aquí que la superficie helicoidal obtenida de esta forma y la anteriormente definida no son matemáticamente idénticas, si bien son muy similares. Para todos los fines prácticos se obtiene un efecto obturador completamente satisfactorio entre las crestas de la rosca del estator o el área inmediatamente adyacente, de una parte, y la superficie producida como se ha descrito, de otra parte.

La Fig. 10 ilustra esquemáticamente otro método de



producir el rotor, muy parecido al método ilustrado en la Fig. 9. En este caso la fresa de espiga 36 es sustituida por una fresa ordinaria o por una fresa cilíndrica 38 de mayor diámetro, estando dispuesta dicha fresa de tal manera que forma un ángulo con el eje de la pieza elemental igual al ángulo del paso de la rosca del rotor. Naturalmente, el avance longitudinal es de $s/2$ por cada vuelta, también en este caso.

Las pruebas prácticas han revelado que la bomba de acuerdo con el presente invento trabaja muy bien y en el sistema de estator y rotor se ha comprobado un desgaste extraordinariamente pequeño incluso después de extensos periodos de funcionamiento. En la bomba se logran rápidamente presiones del orden de $7 - 8 \text{ kp/cm}^2$ y que no muestran tendencia a disminuir con el transcurso del tiempo.

La anterior descripción comparativamente detallada de las partes vitales de la bomba de acuerdo con el invento, a saber, de su estator y de su rotor, se ha hecho con la finalidad de servir de ejemplo del invento, que no de limitarlo, y dentro del alcance de las reivindicaciones anexas es posible llevar a cabo ciertas modificaciones.

Esta solicitud que corresponde a la presentada en Suecia el 23 de Abril de 1963, bajo el Núm. 4421/63, se acoge a los beneficios del artículo 51 del vigente Estatuto sobre Propiedad Industrial.



- N O T A -

5 : Los puntos de invención propia y nueva que se presenten para que sean objeto de esta solicitud de Patente de Invención en España, por VEINTE años, son los siguientes:

10 1º.- Una bomba de tornillo sin fin que comprende un cuerpo de bomba que tiene una entrada y una salida, un estator que tiene una rosca helicoidal doble interior fijada dentro del cuerpo de la bomba entre dicha entrada y dicha salida, y un rotor con una rosca helicoidal simple exterior, cuyo paso es la mitad del paso de la rosca del estator, estando montado dicho rotor en cojinetes para rotación dentro del estator en cooperación con la rosca helicoidal del estator de manera tal que se formen huecos cerrados entre dicho rotor y dicho estator, moviéndose dichos huecos gradual y continuamente en dirección axial desde la entrada hasta la salida mientras se transporta el medio bombeado, ejecutando dicho rotor un movimiento planetario limitado dentro del estator, o sea un movimiento compuesto formado por una rotación alrededor de su propio eje y un movimiento excéntrico alrededor del eje del estator, teniendo este último movimiento la misma velocidad angular, pero en dirección opuesta, estando generada la superficie envolvente interior de dicho estator por una elipse que se desplaza a lo largo de un eje perpendicular al plano de dicha elipse y que pasa a través del centro de la misma mientras que simultáneamente gira en forma continua alrededor de dicho eje, siendo la velocidad de desplazamiento directamente proporcional a la velocidad de giro.

15

20

25

30



2º.- Una bomba de tornillo sin fin de acuerdo con el punto 1 en que el paso de la rosca del estator es s , la sección transversal elíptica tiene un eje mayor $2a$ y un eje menor $2b$ en que la envolvente interior del estator esta descrita analíticamente por el siguiente sistema de ecuaciones que se refiere a un sistema de coordenadas rectangulares (x,y,z) dispuestas de forma que el eje z coincida con el eje longitudinal de dicho estator y que tenga los ejes x e y perpendiculares a él:

$$\begin{aligned}x &= a \cos t \cos v - b \sin t \sin v \\y &= a \cos t \sin v + b \sin t \cos v \\z &= \frac{s}{2\pi} v\end{aligned}$$

en donde t y v son parámetros.

3º.- Una bomba de tornillo sin fin de acuerdo con los puntos 1 ó 2 en que el extremo de la rosca del rotor sigue una línea helicoidal simple de un diámetro que es igual al término medio de los ejes mayor y menor de la sección transversal del estator elíptico, tocando el fondo de la rosca del estator a un cilindro coaxial con el rotor y de un diámetro que es igual a una vez y media dicho eje menos la mitad de dicho eje mayor, o sea que dichos diámetros son $a + \frac{1}{2}b$ y $3b - a$, respectivamente, empleando los simbolos usados anteriormente.

4º.- Una bomba de tornillo sin fin de acuerdo con el punto 3 en que la superficie envolvente del rotor está formada por una línea recta que une dos puntos en espiras adyacentes de la línea helicoidal, estando situados dichos puntos de manera que hagan que dicha línea recta toque a dicho cilindro, siendo generada dicha superficie envolven-



te por dicha línea mientras se desliza con sus extremos a lo largo de dicha línea helicoidal.

5º.- Una bomba de tornillo sin fin de acuerdo con el punto 4 en que la envolvente exterior del rotor está descrita analíticamente por el siguiente sistema de ecuaciones que se refiere a un sistema de coordenadas rectangulares (x,y,z) dispuesto de manera que el eje z coincida con el eje longitudinal de dicho rotor y que tenga los ejes x e y perpendiculares a él:

$$x = \frac{a + b}{2} \cos \alpha (\cos v + t \sin v)$$

$$y = \frac{a + b}{2} \cos \alpha (\sin v - t \cos v)$$

$$z = \frac{s}{4 \pi} \left(v - \frac{\alpha}{\tan \alpha} t \right)$$

$$\cos \alpha = - \frac{3b - a}{a + b}$$

en donde t y v son parámetros variando t dentro de los límites

$$- \tan \alpha \leq t \leq \tan \alpha$$

6º.- Una bomba de tornillo sin fin.

Tal y como se ha descrito en la Memoria que antecede, representado en los dibujos que se acompañan, y con los fines que se han especificado:



Esta Memoria consta de veintidos hojas escritas a máquina por una sola cara.

Madrid,

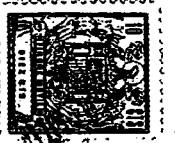
P.A.

16 JUN 1964

Alberto de Elzaburo
Por Poder

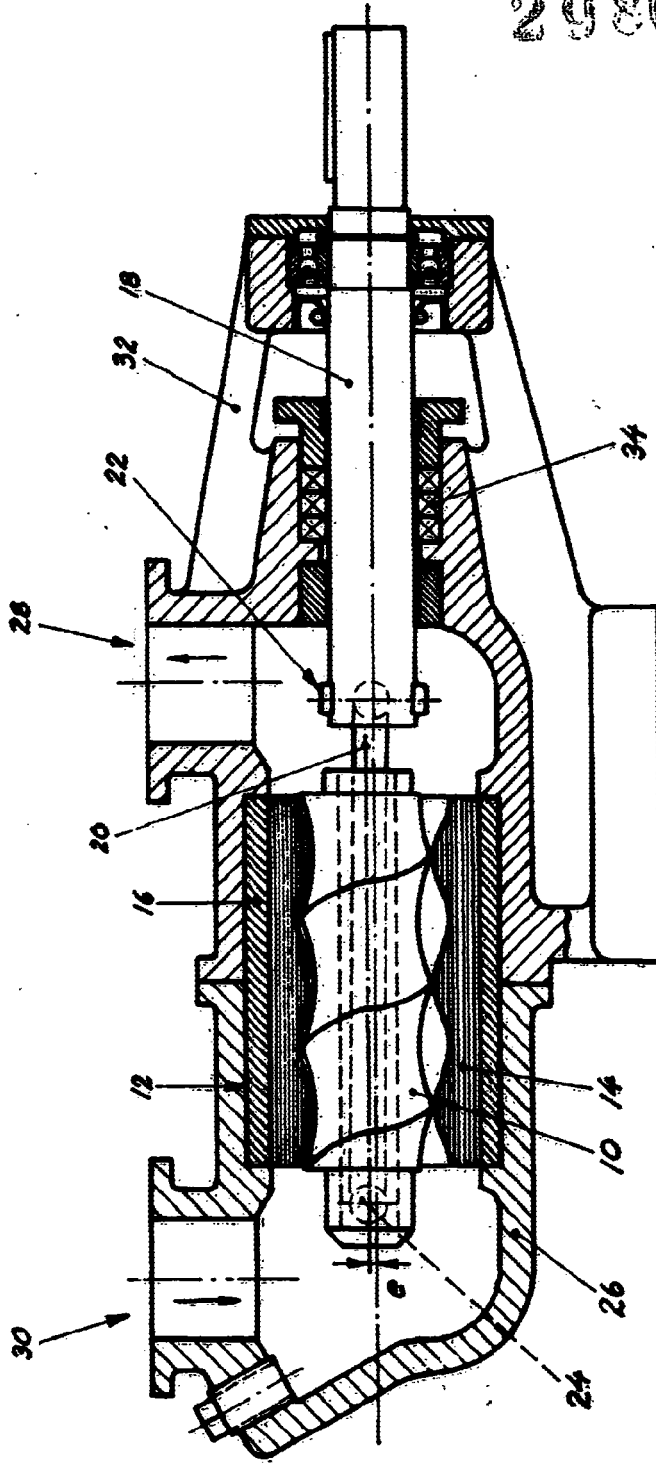
007-02

AVS. 94

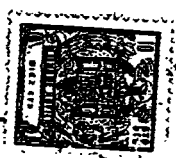


298683

Fig. 1



Ateliers de Construction
Paris France



2086 83

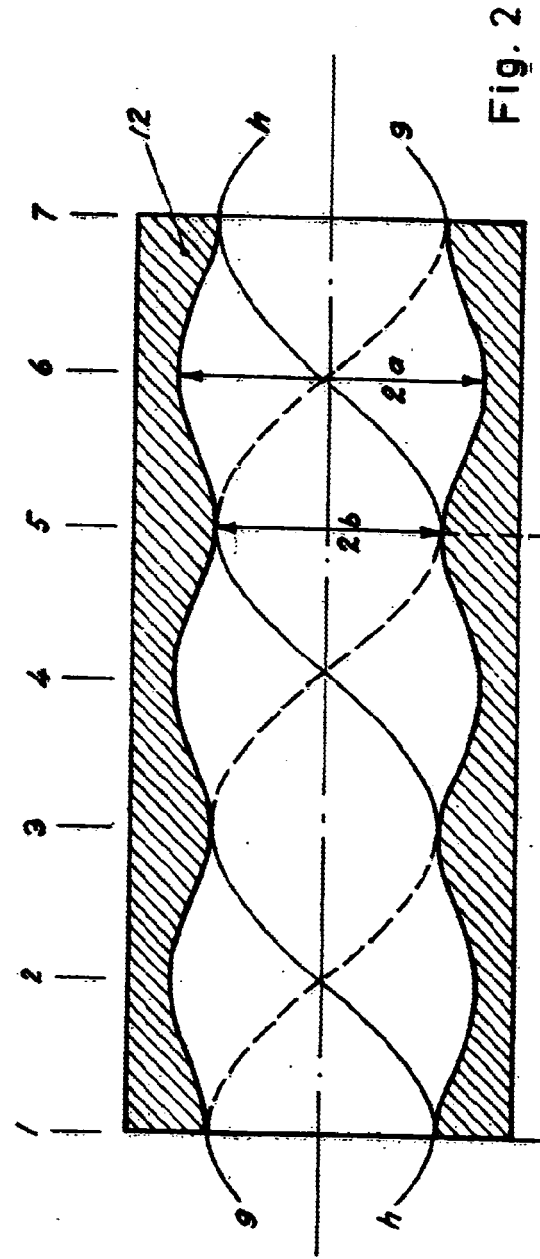


Fig. 2

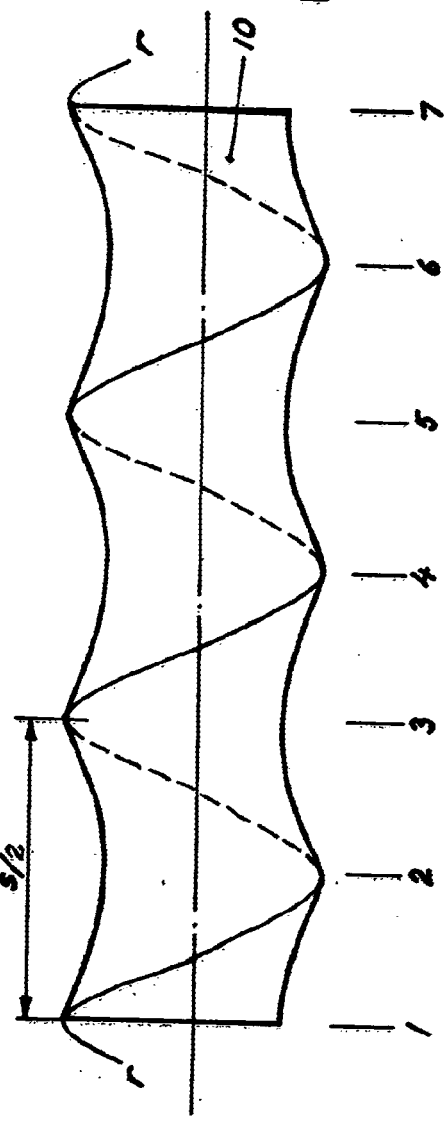


Fig. 3

2,986,833

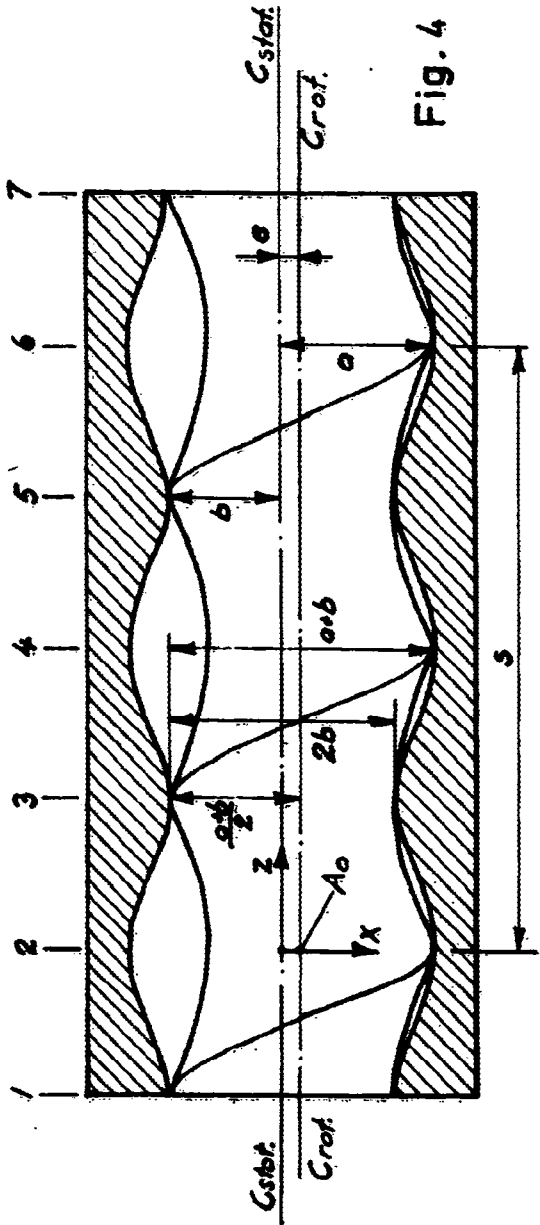
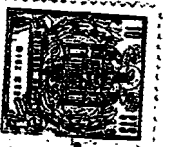


Fig. 4

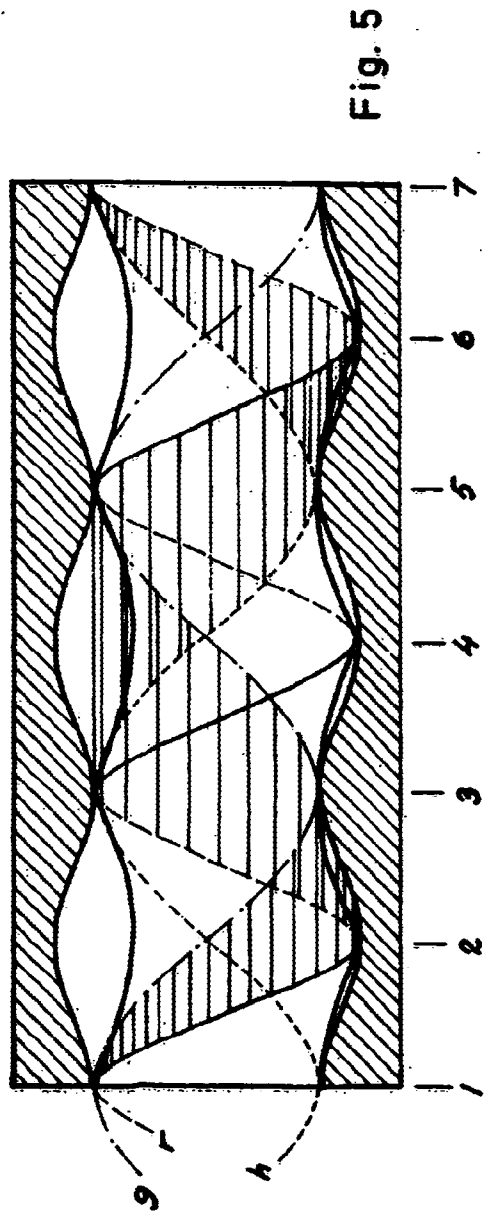
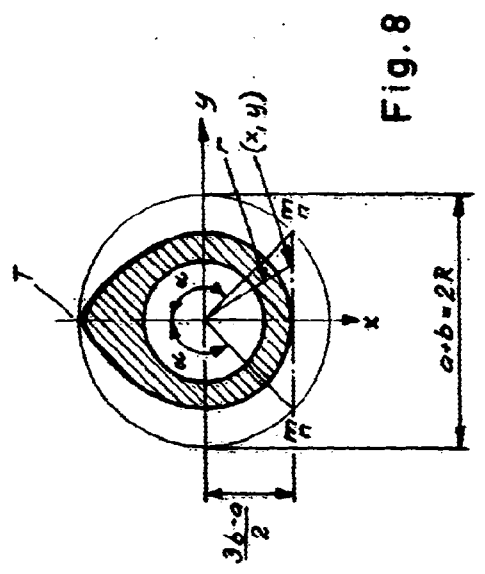
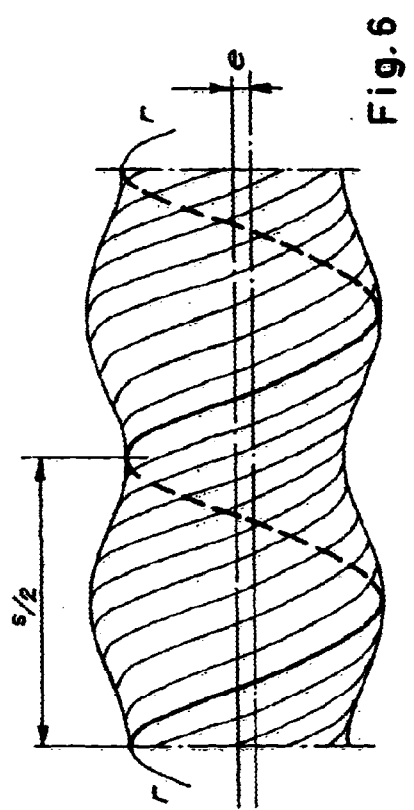
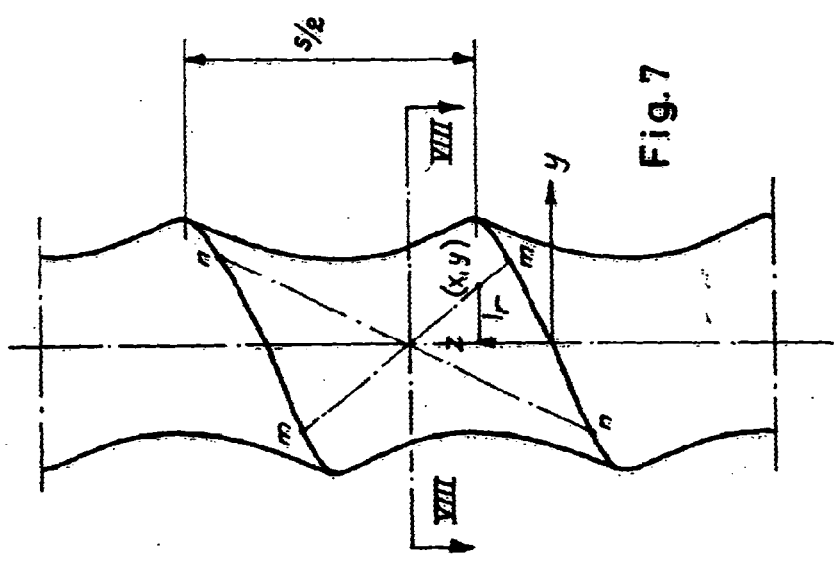
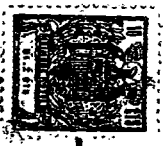


Fig. 5

Alberto de Ceballos
Por 1066

293683



Copyright © 1950
by the author

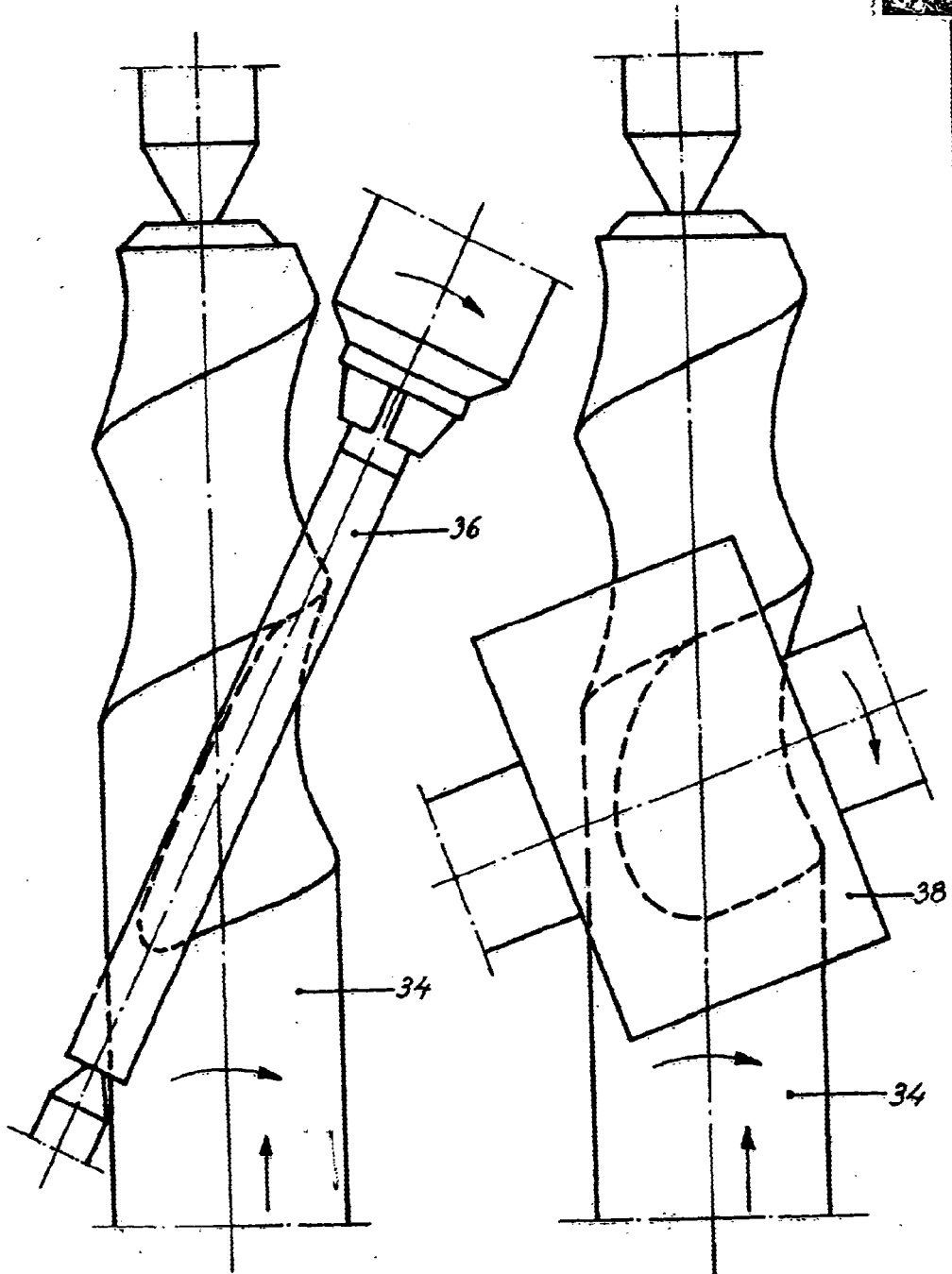


Fig. 9

Fig. 10

Alberto da Riba
Pat. 1/14