



ESPAÑA

(10) ES	(11) NUMERO 437.321	(10) A3
(12)	(12) FECHA DE PRESENTACION	

PATENTE DE INTRODUCCION

437.321

(47) FECHA DE PUBLICIDAD	(51) CLASIFICACION INTERNACIONAL B23F
--------------------------	--

(54) TITULO DE LA INVENCIÓN PERFECCIONAMIENTOS EN LA FABRICACION DE ENGRANAJES
(59) PATENTE EXTRANJERA U OTRA FUENTE DE INFORMACION Patente norteamericana nº 2.776.578 concedida el 8.1.1.957

(71) SOLICITANTE (S) D. RICARDO MATESANZ ARAMBURU
DOMICILIO DEL SOLICITANTE Barrio Ergobia, Polígono Industrial nº 26, S. SEBASTIAN (GUIPUZCOA)
(72) INVENTOR (ES)
(73) TITULAR (ES)
(74) REPRESENTANTE D. JAIME GOMEZ-ACEBO Y MODET

PATENTE DE INTRODUCCION

Orden nº 23/4/75

437321

Memoria Descriptiva

sobre:

Perfeccionamientos en la fabricación de engranajes.

Solicitante: D. RICARDO MATESANZ ARAMBURU, de nacionalidad
española, residente en Barrio Ergobia, Poligono
Industrial nº 26, SAN SEBASTIAN, (GUIPUZCOA)

Este invento se refiere a engranajes de eje oblicuo
y su método de fabricación. El fin específico es producir un
par de engranajes de eje oblicuo que tengan un dentado tal que
la superficie lateral total de los dientes de cada pieza entre
5. en contacto y al mismo tiempo transmita fuerza a la superficie

lateral total de los dientes o roscas de las demás.

- El engranaje de eje oblicuo de razón de reducción considerable, consta de una pieza mayor, a la que se denominara "el engrane" y otra menor, que se denominara "tornillo sinfín".
5. Un método apropiado para fabricar dicho engranaje consiste en formar el tornillo sinfín y una fresa de la misma forma del tornillo, usando a continuación esta fresa para cortar dientes en un disco para engranaje, dándole una relación de posición con respecto al disco idéntica a la que el tornillo tendrá en relación al engrane ya terminado. Este método garantiza el acoplamiento de tornillo sinfín y engrane, pero por regla general no produce dientes de engrane eficientes. Esto es debido a que en este método los bordes exteriores de los dientes o rosca de la fresa producen chaflanes o porciones socavadas en los dientes del engrane; dichos chaflanes, que pueden llegar a ocupar una gran extensión de los lados de los dientes del engrane, no entran en contacto operante con los lados del tornillo sinfín durante el funcionamiento del engranaje.
- 10.
- 15.

- Se ha descubierto que, cuando una fresa correspondiente a la pieza de tornillo sinfín del engranaje de eje oblicuo se usa para cortar los dientes del engrane, se puede evitar la formación de chaflanes y socavaciones solamente si se forma la rosca de tal manera que en cada uno de los puntos de su superficie exterior, la rosca vaya en la dirección de movimiento relativo entre dicho punto y, el punto del disco para engranaje con el que entra en contacto.
- 20.
- 25.

- Hasta ahora se han venido diseñando tipos específicos de engranaje en los que la rosca del tornillo sinfín y los dientes del engrane se extendían paralelamente a la dirección del movimiento relativo de los puntos correspondientes, a las llama
- 30.

das "superficies primitivas" del tornillo sinfín y engrane. La superficie primitiva del tornillo sinfín ordinariamente se ha tomado como una superficie comprendida entre los extremos interior y exterior de los dientes o rosca del mismo, en vez de en los extremos exteriores de dichos dientes; por consiguiente los diseños se han limitado a casos en los que las superficies primitivas conjugadas del engrane y tornillo sinfín venían dadas por una forma matemática tan simple para cada una de ellas que la dirección de movimiento relativo de las mismas trazaba una curva simple, como pongamos por caso, una parábola.

Este nuevo método de fabricación de engranajes de eje oblicuo se diferencia de los hasta ahora usados en dos aspectos:

- En vez de dar a una superficie intermedia de la rosca la forma adecuada, este método se la dá a la superficie exterior de la misma con el fin de que en cada punto la rosca vaya paralela al movimiento relativo entre aquél punto y el punto del disco para engranaje con el cual entra en contacto. De esta forma, este método ofrece una eliminación total de chafletes o superficies socavadas.

- Una diferencia aún más radical está en que este nuevo método no se limita a aquellos pocos casos especiales, a menudo inconvenientes, en los que para las dos piezas del engranaje se eligen superficies primitivas afines y sencillas.

Si para la superficie exterior de una pieza del tornillo sinfín de un engranaje de eje oblicuo, se elige cualquier superficie de revolución adecuada, es entonces posible calcular matemáticamente la forma de una superficie afín de revolución sobre el eje de la otra pieza del engranaje, que se pondrá en contacto con la superficie elegida a lo largo de una línea, así

- como calcular también la posición de dicha línea de contacto. Conociendo la razón fija de engranaje a la que éste va a funcionar, es entonces posible calcular dos vectores que representen la dirección y velocidad de las dos superficies afines, en cualquier punto de dicha línea de contacto. El vector-diferencia de dichos vectores y al que podemos denominar "vector de velocidad relativa", indica la dirección, en un punto de la línea de contacto, del movimiento relativo de dos superficies de revolución afines. El cálculo de dicho vector para cada punto de la línea de contacto es un poco complicado, puesto que el movimiento absoluto de cada punto de cada superficie afín depende del coeficiente de rotación de la misma y la distancia del punto al eje de la superficie, y también porque la variación que se dá en la razón de las distancias a los dos ejes en los puntos existentes a lo largo de la línea de contacto, no sigue ninguna ley sencilla.

- La espiral trazada en la superficie exterior del tornillo sinfín corta a la línea de contacto (y según las superficies de la pieza van girando) en puntos sucesivos de dicha línea, que se encuentran entre el tornillo sinfín y su superficie afín. He descubierto que hay una, y solo una, espiral que sea tangente al vector de velocidad relativa en cada punto en que éste corta la línea de contacto. Dicha espiral que por conveniencia llamaremos "espiral del vector de velocidad relativa" puede ser formulada de muy diversas maneras. Puede ser formulada de forma muy conveniente en términos de paso contra distancia axial; pero las expresiones matemáticas resultantes serían tan complicadas que una rosca de la forma requerida no podría ser cortada con ningún instrumento mecánico conocido.

- Este invento dá una utilidad práctica al método de -

cálculo para determinar la forma de la rosca requerida con el fin de evitar chaflanes innecesarios, método este que proporciona un cortado de la rosca sobre la pieza primitiva del tornillo sinfín que tenga una forma muy aproximada a la de la "espiral del vector de velocidad relativa" adecuada.

5.

Este invento para llevar esto a cabo, usa tres medios separados de control del coeficiente de movimiento de una herramienta cortadora en relación con el coeficiente de rotación de la operación, y colocando estos tres elementos de tal manera que la herramienta corte, en la pieza en formación, una rosca cuya pendiente (inclinación) curvatura y coeficiente de cambio de curvatura sean idénticos a los de la "espiral del vector de velocidad relativa" en un plano transversal de la pieza en formación.

10.

Como resultado del control de estos tres parámetros, la rosca cortada en la pieza en formación es idéntica a la espiral teórica en un plano transversal de aquella y su forma es muy aproximada a la de la espiral teórica en cada punto de este plano para una distancia considerable.

15.

De acuerdo con la invención, para cortar la rosca se hace girar la pieza en formación y se dá a la herramienta un movimiento que sea función sinusoidal del giro de la pieza en formación. Más concretamente, la herramienta se mueve a lo largo de la pieza en formación a una velocidad proporcional al seno de un ángulo, fracción del ángulo a través del cual se gira la pieza en formación. El avance y las derivadas primera y segunda del mismo de la rosca cortada sobre la pieza en formación se determinan:

20.

25.

1) Ajustando la relación entre el ángulo a través del cual se gira la pieza en formación, y el ángulo cuyo seno se usa

30.

2) Ajustando la relación entre el seno de dicho ángulo y la superficie de extensión del movimiento de la herramienta.

5. 3) Ajustando el valor que dicho ángulo tiene cuando la herramienta se aplica a la pieza en formación en un plano transversal intermedio seleccionado de ésta.

10. Con el fin de mostrar más claramente la invención a aquellos diestros en el oficio, se describe con detalle un método específico de fabricación de un engranaje de eje oblicuo de acuerdo con dicho invento. Al hacerlo, se describe también un engranaje específico en el cual se incluya el invento y una máquina cortadora de rosca, útil en la práctica del método descrito.

15. En dicha descripción se hace referencia a los dibujos que se acompañan en los que:

La figura 1, es un diagrama de un engranaje de eje oblicuo situado en la dirección en que se extiende el eje del engrane.

20. La figura 2, es un diagrama semejante mirando en dirección del eje del tornillo sinfín.

Las figuras 3 y 4 son diagramas que indican la operación de una máquina cortadora de roscas sobre el tornillo sinfín.

25. Las figuras 5 a 10, ilustran una máquina talladora de roscas específicas, que puede ser usada en mi método, siendo la figura 5, una vista en planta, y la figura 6 una elevación lateral seccionada a lo largo de la línea 6-6 de la figura 5, las figuras 7 y 8 secciones verticales y transversales a lo largo de las líneas 7-7 y 8-8 de la figura 5, la figura 9 una sección a lo largo de la línea 9-9 de la figura 7 y la figura 10

30.

una sección horizontal a lo largo de la línea 10-10 de la figura 6.

5. Con el fin de hacer la descripción lo más sencilla posible, hemos seleccionado como modelo de engranaje de eje oblicuo, cuya fabricación se va a describir detalladamente, aún en engranaje en el que para la superficie exterior de la pieza de un tornillo sinfín se elige una superficie cónica, cuyo eje sea perpendicular al eje del engrane. Un engranaje de este tipo es el que se ilustra en forma de diagrama en las figuras 1 y 2. Además de mostrar el engrane 10 y el tornillo sinfín 20, los diagramas indican el eje del engrane 11, el del tornillo sinfín 21, un plano radial 12 del engrane que es perpendicular al eje del tornillo y la intersección 8 de éste plano con el eje del tornillo sinfín.
10. La superficie de revolución 13 que rodea el eje 11 del engrane que es afín a la superficie cónica de revolución 23 del tornillo sinfín se calcula matemáticamente y por consiguiente la posición de la línea de contacto 30 de las superficies afines de revolución se determina también matemáticamente.
15. Usando la razón de engrane K a que el engranaje opera, se calculan tanto los vectores 15 que indican la velocidad y dirección del movimiento de la superficie 13 en los puntos que se extienden a lo largo de la línea 30, como los vectores 25 que indican la velocidad y dirección del movimiento de la superficie cónica 23 en los puntos correspondientes a la línea 30.
20. Los vectores de velocidad relativa 31 se obtienen por sustracción y es cuando se formula la espiral del vector de velocidad relativa 33.
25. En la posición del tornillo sinfín que se muestra en la figura 1, la espiral 33 intersecciona a la línea de contacto 30
- 30.

en dos puntos 32, y en cada uno de los cuales es tangente a uno de los vectores de velocidad relativa 31, según se muestra en la figura 1. La forma de la curva es tal que si el cono gira de forma que la espiral intersecte a la línea de contacto en otros puntos, la espiral será tangente al vector de velocidad relativa en cada uno de los puntos en los que aquella corta la línea de contacto 30. En consecuencia cuando el cono gira de modo que la espiral 33 corte a la línea de contacto 30 en 32', es tangente al vector 31' en dicho punto.

5.

10.

Al formular la espiral 33 es necesario usar la constante K que es la razón de engranaje, así como las constantes que indican la forma de la superficie cónica 23 y su posición con relación al engrane 10. Dichas constantes son t, ángulo de ahusamiento de una superficie cónica 23 tomado entre su eje y su lado; C, distancia entre los ejes 11 del engrane y 21 del tornillo sinfín, tomada sobre el plano 12; y la distancia desde dicho plano hasta el vértice superior 26 de la superficie cónica. Usando éstas constantes, la curva 33 se puede formular de diversas maneras siendo la más conveniente:

15.

20.

$$l = F(x)$$

donde l representa el avance axial de la curva en pulgadas por radian y x representa distancias en pulgadas a lo largo del eje 21 y tomadas desde el punto 0.

25.

El valor de F(x) puede deducirse de la geometría que presenta el ajuste del engranaje mostrado en las figuras 1 y 2.

Esto nos lleva a la siguiente formulación del avance de la espiral 33 del vector de velocidad relativa,

30.

$$l = \frac{C}{K \left[\frac{(a+x) \operatorname{tg}^2 t + x}{x} \right] \sqrt{\frac{(a+x) \operatorname{tg}^2 t + x}{(a+x) \operatorname{tg} t} - C^2 \operatorname{tg}^2 t}} \quad (1)$$

Ciertos rasgos de la curva 33 se hacen aparantes según el valor de l y sus derivados con respecto a x que pueden ser obtenidos de la ecuación anterior.

5. 1) El avance l es la variación de primer orden de la curva 33. Dos curvas que en un punto común tengan el mismo valor l tienen también la misma inclinación o dirección y son por tanto tangentes, pero no tienen necesariamente la misma curvatura o variaciones de orden superior.

10. 2) La primera derivada $\frac{dl}{dx}$
del avance con respecto a x es positiva para la mayoría de las formas prácticas de engranaje. Esto significa que para la curva 33 l aumenta si aumenta x . La primera derivada es la variación de segundo orden de la curva. Para un valor dado de x ,
15. dos curvas que tengan el mismo l y $\frac{dl}{dx}$

son casi más semejantes que aquellas que poseen solamente la variación de primer orden, y por regla general se siguen más de cerca que en curvas que sean meramente tangentes.

20. 3) la segunda derivada $\frac{d^2l}{dx^2}$
del avance con respecto a x es negativa para la mayoría de las formas prácticas de engranaje.

Esto significa que la primera derivada $\frac{dl}{dx}$
25. disminuye cuando x aumenta. La segunda derivada es la variación de tercer orden de la curva 33. Para un valor dado a x ,
curvas que tengan el mismo l ,

30. y $\frac{dl}{dx}$
 $\frac{d^2l}{dx^2}$

son casi más semejantes que aquellas que poseen solamente variaciones de primer y segundo orden.

5. En general, la variación de primer orden, -el avance l , - puede decirse que afecta a la dirección (tangente) de la curva; la variación de segundo orden $\frac{dl}{dx}$ afecta a la curvatura de la curva y la variación de tercer orden $\frac{d^2l}{dx^2}$ es un indicador del coeficiente de cambio de curvatura. En general dos curvas que tengan valores idénticos para éstos tres parámetros en un punto dado (que por necesidad es un punto de tangencia por causa de la igualdad de inclinaciones) irán emparejadas y próximas entre sí durante un cierto espacio a ambos lados del punto.
10. Dado que aparece evidente que aún en un caso tan sencillo como el elegido, la fórmula de la curva 33 es tan complicada, no que puede permitir una reproducción mecánica y exacta de la misma, mi método va encaminado a cortar una rosca que será lo más aproximada a la curva, haciendo que el avance, curvatura y coeficiente de cambio de curvatura de la rosca sean iguales a los de la curva 33 en un plano transversal de la misma.
15. Para facilitar el cortado de la rosca en la forma expuesta, uso una máquina cortadora de rosca en la que la herramienta es una función sinusoidal de la rotación de la pieza en formación. En las figuras 3 y 4 se muestra un diagrama de dicha máquina.
20. La máquina va provista de dos ejes o husillos 40, 50 que están colocados perpendicularmente entre sí y unidos por una cadena de engranaje reductor (no aparece en la figura) que permite cambiar la razón C de engranaje entre los dos ejes.
- 25.
- 30.

El eje 40 es un husillo de operación impulsada que transporta la ciega del tornillo sinfín 20.

5. El eje 50 es el activador de la herramienta y transporta al brazo 60 el cual posee un pasador 61 que se introduce en la ranura 71 de la resbaladera o carrito 70 montado para movimiento rectilíneo. En la forma mostrada en la figura 3, el carril 72 sobre el que se mueve el carrito 70 es paralelo al eje de la pieza en formación 28. Puesto que la ranura 71 es perpendicular al carril 72 el movimiento dado al carro por el brazo, es proporcional al seno del ángulo α comprendido entre el brazo y la dirección de movimiento del carro.

10. Una resbaladera o corredera va montada sobre el carrito 70 para el ajuste longitudinal del mismo por un tornillo y manivela. La resbaladera 80 lleva el poste de herramientas 90 montado en una resbaladera transversal 91. Para simplificar el dibujo, se muestra una herramienta de torno sobre la torreta portaherramientas, pero debe entenderse que una herramienta giratoria o muela giratoria es más apropiada en algunos casos.

15. La resbaladera 91 debe, desde luego, ser operada para mantener la herramienta en contacto con la pieza en formación cuando se mueve el carril y también debe hacerle avanzar hacia la pieza en formación según progresa el cortado. En la figura 3 no se muestran los medios para efectuar esta operación, pero la figura 4 muestra una cubre-placa 92 que tiene una ranura inclinada 93; dicha cubre-placa abarca el poste portaherramientas 90 haciéndole moverse paralelo al lado inclinado de la pieza en formación, cuando el carrito 70 se mueve sobre su carril. Puede hacerse avanzar la herramienta hacia la pieza en formación desplazando lateralmente la cubre-placa y ranura 93 por medio de un tornillo y manivela 94.

La máquina puede efectuar varios ajustes individuales por separado, que, tomados en conjunto, determinan el movimiento dado a la herramienta.

5. La razón de engranaje C entre el husillo 40 de la pieza en formación y el eje 50, puede ser ajustada cambiando los engranajes de la conexión de engrane.

10. La longitud efectiva A del brazo 60 puede ajustarse cambiando la posición del pasador 61 en dicho brazo 60. Este ajuste viene indicado por una serie de orificios en el brazo de la figura 3, pero entiéndese que se debería efectuar un ajuste más preciso de la distancia A.

15. El tercer ajuste se efectúa cambiando la posición de la resbaladera 80 por medio de una manivela 81. Este ajuste se usa para colocar el brazo 60 a un ángulo α predeterminado, cuando la herramienta hace contacto con la pieza en formación en un plano intermedio de la misma, previamente seleccionado.

20. A continuación se explica como pueden efectuarse estos tres ajustes de forma que el avance del corte de la rosca efectuado por la máquina y las dos primeras derivadas de este avance iguales a los parámetros correspondientes de la curva espiral a reproducir.

25. La espiral cortada por la herramienta puede formularse del mismo modo que la espiral del vector de velocidad relativa, es decir,

25.
$$m = f(x)$$

donde m es el avance de la rosca cortada por la herramienta en centímetros por radian y "x" representa la distancia en centímetros del eje de una ciega cónica medida desde un punto hasta la distancia "a" del vértice superior del cono.

30. El avance m de la espiral cortada por la herramienta

puede ser expresado de modo más sencillo en función del ángulo α entre el brazo 60 y la dirección de movimiento del carrito 70.

El avance m en función de α es

5.
$$m = \frac{A}{G} \text{ sen } \alpha \quad (2)$$

la relación entre α y "x" resulta aparente de la geometría de la máquina y es:

$$dx = A \text{ sen } \alpha \, d\alpha \quad (3)$$

10. La primera y segunda derivadas del avance m con respecto a x puede obtenerse de las ecuaciones 2 y 3 que son:

$$\frac{dm}{dx} = \frac{1}{G} \text{ cotg } \alpha \quad (4)$$

$$\frac{d^2m}{dx^2} = \frac{-1}{AG \text{ sen}^3 \alpha} \quad (5)$$

15. La razón por la cual las derivadas del avance de la espiral cortada por la máquina se pueden expresar de una forma tan sencilla es debido al ajuste de la máquina que hace del movimiento de la herramienta una función sinusoidal de la rotación de la pieza en formación. A causa de la sencillez de estas expresiones- es posible usarlas en determinados ajustes de la máquina productora de espirales de avance, curvatura y cambio de curvatura predeterminados.

20. De las ecuaciones 2, 4 y 5 se deduce que para todos los valores de α entre 0 y 90 el avance m y su primera deriva-

25. da $\frac{dm}{dx}$ son positivas, mientras que la segunda derivada $\frac{d^2m}{dx^2}$

30. es negativa. Así, la curva engendrada por la máquina tiene las mismas características de avance variable generales que las de la espiral del vector de velocidad relativa.

Se puede calcular el avance m y sus derivadas para cualquier valor de x . Se escoge un valor x_0 para determinar el plano transversal de la pieza en formación en el que la rosca debe corresponder exactamente con la espiral del vector de velocidad relativa. Este plano debería ser un plano intermedio de la pieza en formación, preferentemente hacia la mitad de la misma. Dado que α es una función de x , el valor que tiene α cuando $x = x_0$ se denomina α_0 . Para hallar los valores del avance m y sus derivadas en el plano transversal de la pieza en formación determinada por x_0 , solamente es necesario sustituir la constante α_0 por la variable α en las ecuaciones 2, 4 y 5, de manera que se conviertan en:

5.

$$m_0 = \frac{A}{G} \operatorname{sen} \alpha_0 \quad (2^a)$$

15.

$$\left(\frac{dm}{dx}\right)_0 = \frac{1}{G} \operatorname{cotg} \alpha_0 \quad (4^a)$$

$$\left(\frac{d^2m}{dx^2}\right)_0 = \frac{-1}{AG \operatorname{sen}^3 \alpha_0} \quad (5^a)$$

20.

Estas tres ecuaciones contienen tres valores que pueden ser cambiados mediante ajustes de la máquina, nominalmente, α_0 , G y A . Al resolver las ecuaciones para estos tres valores obtenemos:

25.

$$\cos^2 \alpha_0 = \frac{\left(\frac{dm}{dx}\right)_0^2}{m_0 \left(\frac{d^2m}{dx^2}\right)_0} \quad (6)$$

$$G = \frac{\operatorname{cotg} \alpha_0}{\left(\frac{dm}{dx}\right)_0} \quad (7)$$

30.

$$A = \frac{G m_0}{\operatorname{sen} \alpha_0} \quad (8)$$

Los ajustes de la máquina requeridos para hacer que el corte de la rosca por la misma se aproxime a la espiral 33 del vector de velocidad relativa, pueden obtenerse computando los valores numéricos del avance l y sus dos primeras derivadas

5. (ecuación 1) para el caso en que $x=x_0$, y sustituyendo estos valores por el avance m_0 y sus derivados en las ecuaciones 6, 7 y 8.

10. Esto dá como resultado los valores de A , G y α_0 por los cuales debe ajustarse la máquina. Los engranajes de cambio de velocidad que unen los ejes 40 y 50 se cambian para dar a la razón de engrane entre dichos ejes, el valor obtenido para G . Se ajusta la posición del pasador 61 en el brazo 60 para hacer que su distancia desde el eje 50 iguale al valor obtenido para A . El brazo 60 se ajusta a un ángulo de la dirección del movimiento del carrito que sea igual al valor obtenido para α_0 cuando se coloca la herramienta para hacer determinado por el valor que se ha escogido para x_0 . Para efectuar dicho ajuste, es necesario acoplar la posición longitudinal relativa de la pieza en formación y herramienta sin mover el brazo
15. 60. Esto se puede efectuar ajustando la resbaladera 80 por medio de la manivela 81. La resbaladera 80 se puede ajustar para mover el carrito 70 y el brazo 60 con objeto de colocar este último en el ángulo adecuado, si la herramienta hace contacto con la pieza en formación en el plano seleccionado. Si se
20. prefiere, el brazo 60 puede ser ajustado primeramente al ángulo que se requiera y la herramienta colocada en el plano de la pieza en formación seleccionado sin necesidad de mover el brazo de su posición. Esto puede efectuarse acoplando la resbaladera 80. También podría efectuarse sin usar la resbaladera 80
25. acoplando la posición longitudinal de la pieza en formación so
- 30.

bre el husillo.

- Después de haber efectuado los ajustes, se maniobra la máquina para llevar la herramienta a un extremo de la pieza en bruto sin cambiar el ajuste de la resbaladera 80, así como también la posición longitudinal de la pieza en formación sobre su husillo. Entonces la herramienta queda ajustada por medio de la manivela 94 y la máquina funciona de forma totalmente ordinaria al tallar la rosca en la pieza en bruto del tornillo sinfín y una fresa de la misma forma. La rosca puede lograrse bien sea de un solo corte o de varios cortes sucesivos. En este último caso, no hay que realizar ningún cambio en los ajustes de la máquina entre corte y corte. La rosca se aproximará a la espiral del vector de velocidad relativa definido por la ecuación 1. Coincidirá con aquella espiral en un plano transversal del tornillo sinfín mientras que en otros planos, también transversales de dicho tornillo, diferirá solo ligeramente de la misma.
- 5.
- 10.
- 15.

- Este nuevo método no se limita en modo alguno a producir engranajes del tipo descrito en el que el tornillo sinfín cónico está situado formando ángulo recto con el engranaje. El método se puede usar para fabricar engranajes en los que un tornillo sinfín cónico tiene su eje en ángulo oblicuo al engrane. En tal caso, la ecuación dada para el avance de la espiral del vector de velocidad relativa es más complicada que la ecuación 1, pero una vez calculado el valor del avance y sus dos primeras derivadas en un plano intermedio seleccionado del tornillo sinfín, no existe dificultad alguna en usar el método descrito para cortar una rosca que, en dicho plano, tenga su avance y dos primeras derivadas del mismo igual a las de la espiral del vector de velocidad relativa.
- 20.
- 25.
- 30.

- Este nuevo método se puede aplicar también a engranajes en los que el tornillo sinfín posea una superficie de revolución no cónica. En el caso de tornillos sinfín conoidales, la fórmula dada para el avance de la espiral del vector de velocidad relativa se vuelve más complicada por el hecho de que el ángulo t en lugar de ser una constante, es una función de x , como lo es asimismo la posición del vértice a . Después de haber calculado el avance de dicha curva y sus dos primeras derivadas para un plano transversal seleccionado, se puede producir una rosca que duplique el avance y sus derivadas en dicho plano, por medio del método descrito. En este caso, el único cambio que la máquina necesita es la sustitución de la cubre-placa 92 por otra que contenga una ranura curvada correspondiente al perfil de la superficie de revolución del tornillo sinfín.
5. Para completar esta exposición, daré una descripción detallada de una máquina talladora de rosca específica para fabricar una espiral similar a otra ya dada, sobre el cono de cualquier ahusamiento y daré una muestra numérica de la composición y ajustado de dicha máquina para cortar un tornillo sinfín que se aproxime o acerque a la espiral del vector de velocidad relativa de un engranaje específico.
10. La máquina mostrada en las figuras 5 a 10 posee una estructura hueca 100 con una tapa de banco 101.
15. El husillo de la pieza en formación 40' va amañada en un porta-cojinetes principal 41. El husillo o eje de la pieza en formación 40' es accionada o impulsada por engranaje desde un gorrón 42 que, a través de engranes en bisel 43 y un eje vertical 44, ve conectada al eje motor 45. El porta-cojinetes principal puede girarse sobre el eje vertical 44 con el fin de colocar la pieza en formación paralela a la longitud de
- 20.
- 25.
- 30.

la masa. La posición angular del porta-cojinete va dada en un transportador fijo por medio de una aguja que lleva dicho porta-cojinetes.

5. El eje actuador 50' esta situado horizontalmente debajo de la tapa de banco, en un extremo de la mesa. Dicho eje está conectado al eje motor 45 (que es el que impulsa el husillo de la pieza en formación) por medio de engranajes de cambio de velocidad 51 y un eje 52, que transporta el tornillo sin fin 53, que a su vez se acopla a un engranaje de dientes laterales 54 sobre el eje actuador.

10. El brazo 60' va fijado a uno de los extremos del eje actuador 50' de manera que puede oscilar de una posición inclinada a una vertical. El brazo posee en su interior un recorrido sobre el que se desliza la resbaladera 62 y sobre la que va montada el fijador 61'. Este fijador se ajusta al brazo por medio de un tornillo 63 que para su enroscado o desenroscado lleva una cabeza 64 en su extremo superior. El carro 70' está montado en las guías 72' para moverse longitudinalmente sobre la tapa de banco. La superficie del carro consta de dos piezas,

15. una horizontal 73 y otra vertical 74; esta última lleva una ranura vertical 71' en la que un rodillo 65 va montado sobre el fijador 61'. Se puede ver que el ajuste para mover el carro es semejante al mostrado en la figura 3, solo que aquí el eje actuador esta colocado en un plano horizontal y el brazo y porción ranurada del mismo en uno vertical. Al igual que en la

20. figura 3, el movimiento del carrito es proporcional al seno del ángulo comprendido entre el brazo y la dirección de movimiento del carrito. Dicho ángulo va señalado en un transportador fijo 66 por una aguja de un indicador 67 asegurado en su extremo superior a un lado del brazo.

25.

30.

En el carrito 70' hay un cursor transversal 91' movido por un tornillo y la manivela 94'. Sobre el cursor transversal va montada una resbaladera longitudinal 80' movida por un tornillo y manivela 81'. El poste de herramientas 90' está montado sobre la resbaladera 80'.

5.

De la descripción anterior se deduce que la máquina en su funcionamiento es idéntica a la mostrada en las figuras 3 y 4, solo que aquí el husillo de la pieza en formación se ajusta primeramente a su placa giratoria para hacer que el ángulo formado por él y el carril de carro (y que va indicado en el transportador 46) sea igual al ángulo de ahusamiento t de la ciega. De esta forma el carro se mueve paralelo a la ciega en vez de paralelo al eje de la misma, como sucedía en la figura 3. El movimiento de la herramienta en sí es el mismo que el conseguido por el carro, en la figura 3 y el conseguido por la cubre-placa con la ranura inclinada en la figura 4, pero las modificaciones en la distancia axial x , originadas por movimientos del carro no son idénticos a los movimientos de éste sino que a tales movimientos multiplicados por el coseno del ángulo de ahusamiento t del cono.

10.

15.

20.

Al dar las fórmulas para los ajustes de esta máquina, es, por tanto, necesario hacer un ligero cambio en las ecuaciones, introduciendo en las ecuaciones 2, 3, 5 y 8 la constante coseno de t . De acuerdo con lo dicho, nos resulta:

25.

$$m = \frac{A}{G} \cos t \sin \alpha$$
$$dx = A \cos t \sin \alpha d\alpha$$
$$\frac{d^2 m}{dx^2} = \frac{-1}{AG \cos t \sin^2 \alpha}$$

30.

$$A = \frac{G m_0}{\cos t \sin \alpha}$$

A continuación se muestra un ejemplo específico de ajuste de la máquina descrita en las figuras 5 a 10, para cortar una rosca que se aproxime en mucho a la espiral del vector de velocidad relativa de un engranaje específico del tipo mostrado en las figuras 1 y 2, en que:

5.

La razón de engraneje $K=20$

El ángulo de ahusamiento $t=10^\circ$

La distancia interaxial $C = 4$ dm; y

La distancia $a = 4$ dm.

10.

El plano transversal en el que la curva cortada por la máquina va a corresponder exactamente con la espiral del vector de velocidad relativa, es el comprendido entre los dos extremos del tornillo sinfín, definido por el valor

$$X_0 = 3,125 \text{ dm}$$

15.

En dicho plano, los valores numéricos del avance y las dos primeras derivadas del avance correspondientes a la espiral del vector de velocidad relativa se obtienen sustituyendo el valor X_0 por x en la ecuación 1, siendo sus derivadas las siguientes:

20.

$$l_0 = 0,212609 \text{ dm}$$

$$\left(\frac{dl}{dx}\right)_0 = 0,008236 \text{ dm}$$

$$\left(\frac{d^2l}{dx^2}\right)_0 = 0,002844 \text{ dm}$$

25.

Para obtener los ajustes de la máquina que hagan que el avance de la espiral cortada por la herramienta y sus dos derivadas sean idéntica e idénticas a las de la espiral del vector de velocidad relativa, los valores anteriores para l y sus derivadas del plano determinado por $x=x_0$, son tomados como los

30.

valores del avance m y sus derivados en dicho plano.

Los valores anteriores de l_0 , $\left(\frac{dl}{dx}\right)_0$ y $\left(\frac{d^2l}{dx^2}\right)_0$

son por tanto tomados como valores de m_0 , $\left(\frac{dm}{dx}\right)_0$ y $\left(\frac{d^2m}{dx^2}\right)_0$

5. en las ecuaciones 6, 7 y 8, son el resultado siguiente:

$$\alpha_0 = 70,432^\circ$$

$$G = 43,158$$

$$A = 9,8883 \text{ dm}$$

10. Estos son los ajustes de la máquina requerida para cortar sobre la ciega una curva cuyo avance y dos primeras derivadas del mismo sean iguales a las de la espiral del vector de velocidad relativa del plano transversal definido por

$$x = x_0 = 3,125 \text{ dm.}$$

15. La espiral obtenida se aproxima en mucho a la espiral del vector de velocidad relativa a lo largo de la longitud de la ciega. Cuando la longitud del tornillo sinfín es de un dm y medio, la espiral de rosca es idéntica a la del vector de velocidad relativa del plano intermedio que es 0,75 dm desde el extremo más pequeño del tornillo sinfín, y en los extremos del mismo difiere aproximadamente en 0,0006 dm de la espiral del vector de velocidad relativa.

20. No existe dificultad alguna en determinar la longitud efectiva del brazo 60' ajustando la resbaladera 62 por medio de la cabeza 64 con el fin de situar el fijador 61' a una distancia del eje del árbol o eje 50' igual al valor computado de A ni tampoco existe dificultad en la determinación de la posición angular del brazo 60', señalado por el transportador 66, de acuerdo con el valor computado de α_0 , ajustando la resbaladera 80' después que la herramienta ha sido colocada en un pla-

25.

30.

no correspondiente a $x = 3,25$ dm. Sin embargo, a menos que se disponga de un número elevado de engranajes de cambio de velocidad, es difícil conseguir que la razón de engranaje G sea exactamente igual al valor computado dado anteriormente. Esta dificultad puede resolverse sin tener en modo alguno que hacer el acercamiento a la espiral del vector de velocidad relativa visiblemente menos próximo.

5.

El valor de G no es un valor crítico, puesto que los valores de A y α_0 , pueden compensar los errores en él existentes de forma tal que la máquina cortará una espiral cuyo avance y primera derivadas del mismo corresponderán exactamente a las de la espiral del vector de velocidad relativa, mientras que la segunda derivada tendrá una gran aproximación a la de la espiral requerida.

10.

15.

Los valores corregidos de A y α_0 para compensar cualquier error en el ajuste G se obtienen de la manera siguiente:

Agamos $G=G'$, siendo G' una aproximación posible de realizar del valor computado de G .

20.

El valor corregido de α_0 puede obtenerse entonces arreglando la ecuación 7 del modo siguiente:

$$\cot \alpha'_0 = G' \left(\frac{dm}{dx} \right)_0 \quad (9)$$

y el valor corregido de A , se obtiene de la ecuación 8' así:

25.

$$A' = \frac{G' m_0}{\cos \alpha'_0} \quad (10)$$

Esto proporciona un nuevo sistema de valores G' y A' y α'_0 para los ajustes de la máquina que duplica el avance y la primera derivada del mismo con toda exactitud. La cantidad de error

30.

resultante en la segunda derivada se consigue computando en la ecuación 6 el valor de la segunda derivada

$$\left(\frac{d^2m}{dx^2}\right)'_0$$

5. correspondiente al valor corregido de α'_0 y comparándolo con el valor computado de la segunda derivada,

$$\left(\frac{d^2l}{dx^2}\right)_0$$

10. En el ejemplo numérico dado, se puede conseguir la aproximación de la razón de engrane G simplemente con suprimir la parte decimal de modo que

$$G' = 43$$

Entonces de la ecuación 9

15. $\cotg \alpha'_0 = 0,354152$

y $\alpha'_0 = 70,498^\circ$

$$\text{sen } \alpha'_0 = 0,942631$$

de modo que de la ecuación 10

20. $A' = 9,8482$

De acuerdo con este nuevo sistema de valores, se descubre que la diferencia entre

$$\left(\frac{d^2m}{dx^2}\right)'_0 \text{ y } \left(\frac{d^2l}{dx^2}\right)_0$$

25. es solamente de 0,000018 cm, error este cuyo efecto es prácticamente inestimable o nulo. En consecuencia, el ajuste de la máquina de acuerdo con los valores α'_0 , A' y G' proporciona un tornillo sinfín de las características descritas en conexión con la espiral cortada por la máquina cuyos ajustes son α_0 , A
30. y B .

- Solo nos queda recordar el significado del término "vector de velocidad relativa, que es la dirección del movimiento relativo entre la superficie exterior de un tornillo sinfín y la superficie afín de revolución alrededor del eje del engrane en un punto de la línea de contacto de dichas superficies cuando giran a una razón de velocidad predetermina; así como el significado del término "espiral del vector de velocidad relativa" del engranaje, que es la curva espiral sobre la superficie exterior de un tornillo sinfín, curva que es co-direccional con el vector de velocidad relativa en cada uno de los puntos en que corta la línea de contacto.

N O T A

- Descrita suficientemente la naturaleza del invento, así como la manera de realizarlo en la práctica, debe hacerse constar que las disposiciones anteriormente indicadas son susceptibles de modificaciones de detalle en cuanto no alteren su principio fundamental, siendo lo que constituye la esencia del referido invento y por lo que se solicita Patente de Introducción por 10 años en España sobre: PERFECCIONAMIENTOS EN LA FABRICACION DE ENGRANAJES; caracterizándose por lo siguiente:

- 1ª.- Perfeccionamientos en la fabricación de engranes, del tipo consistente en un engrane y un tornillo sinfín que giran a una relación de velocidad predeterminada alrededor del eje geométrico que no son paralelos ni se intersectan, caracterizados porque se dota al tornillo sinfín de una superficie exterior que es una superficie predeterminada de revolución y un hilo de rosca cuyo paso axial, curvatura y régimen de cambio de curvatura son iguales al paso, curvatura y régimen de cambio de curvatura de la "espiral vectorial de velocidad relativa" en otros planos transversales del tornillo sinfín, y el

engrane tiene dientes que engranan con el hilo de rosca del tornillo sinfín.

5. 2^a.- Perfeccionamientos, según la reivindicación 1, caracterizados porque cuando el engrane y el tornillo sinfín frustró-cónico giran alrededor de ejes geométricos que son perpendiculares y no se intersectan, el tornillo sinfín tiene un hilo de rosca de paso variable que se aproxima mucho a la "espiral vectorial de velocidad relativa" y el engrane tiene dientes que engranan con este hilo de rosca.
10. 3^a.- Perfeccionamientos, según la reivindicación 1, caracterizados porque la fabricación del engranaje se constituye de las siguientes fases, se talla un hilo de rosca sobre la pieza en tocos de tornillo sinfín y la pieza en tocos similar de fresa generatriz, haciendo girar la pieza y moviendo una herramienta a lo largo de la pieza a un régimen que está en función sinusoidal al giro de la pieza y haciendo girar la fresa generatriz roscada y la pieza en tocos del engrane alrededor de los ejes geométricos predeterminados a la relación de velocidad predeterminada para tallar dientes sobre el engrane.
15. 4^a.- Perfeccionamientos, según la reivindicación 1, caracterizados porque para tallar el hilo de rosca sobre una pieza en tocos para tornillo sinfín se hace girar la pieza y mover una herramienta a lo largo de la pieza a un régimen que es proporcional al seno de un ángulo que es una fracción del ángulo por el que gira la pieza, estableciéndose después por separado la relación entre el ángulo por el que gira la pieza y el ángulo cuyo seno se usa, la relación entre el seno de este ángulo cuando la herramienta se acopla a la pieza en un plano transversal intermedio elegido de la pieza para determinar el paso del hilo de rosca y sus dos primeras derivativas en
- 20.
- 25.
- 30.

este plano transversal.

5ª.- Perfeccionamientos en la fabricación de engranajes; tal y como queda sustancialmente descrito en la presente Memoria y en los adjuntos dibujos.

5. Esta Memoria, consta de veintiseis hojas, escritas a máquina por una sola cara. ...

Madrid, 16 DIC. 1976

D. RICARDO MATE SANZ ARAMBURU,

INGENIERO AGRICOLA Y MUDIST
C. de Ricardo L. Gorta Fondador

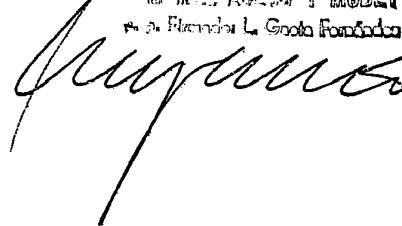


Fig. 2

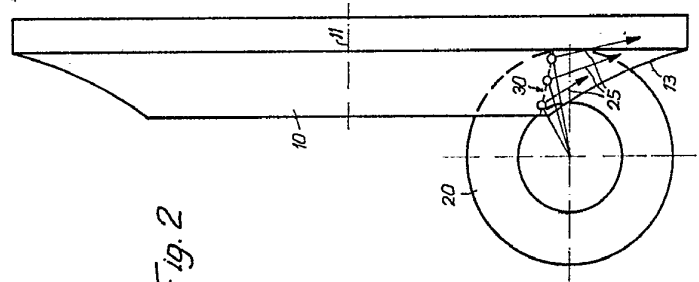
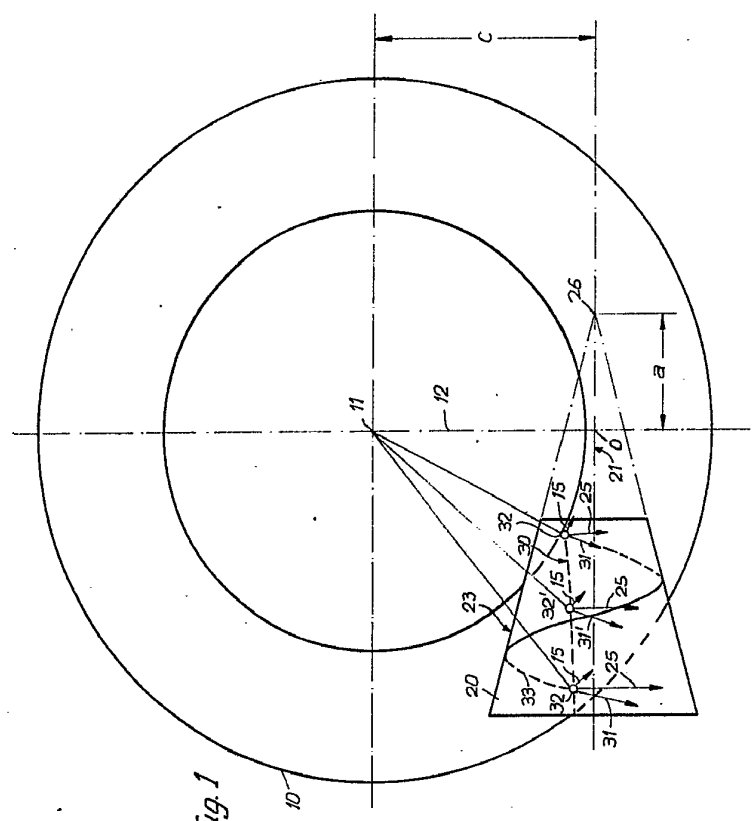


Fig. 1



ESCALA VARIABLE

Nº 16 DIC. 1975

INGENIERO AGUERO Y IÑIGUEZ
S.A. de C.V. Grupo Farfala

[Handwritten signature]

Fig. 2

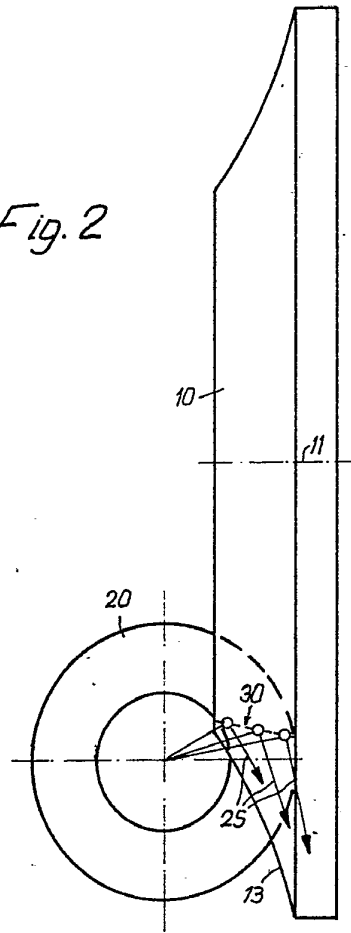
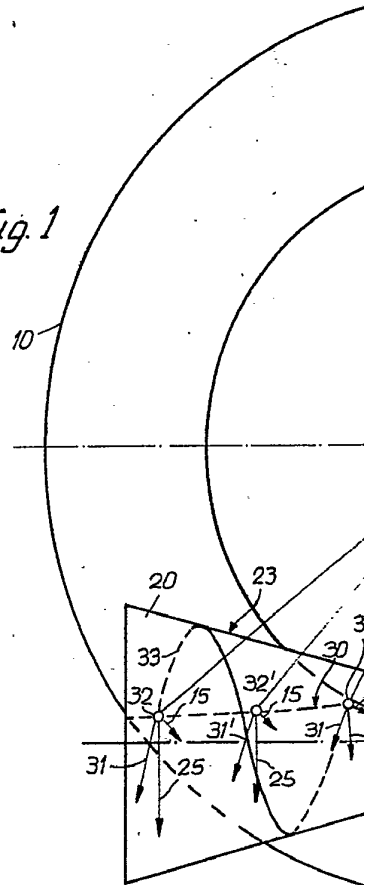
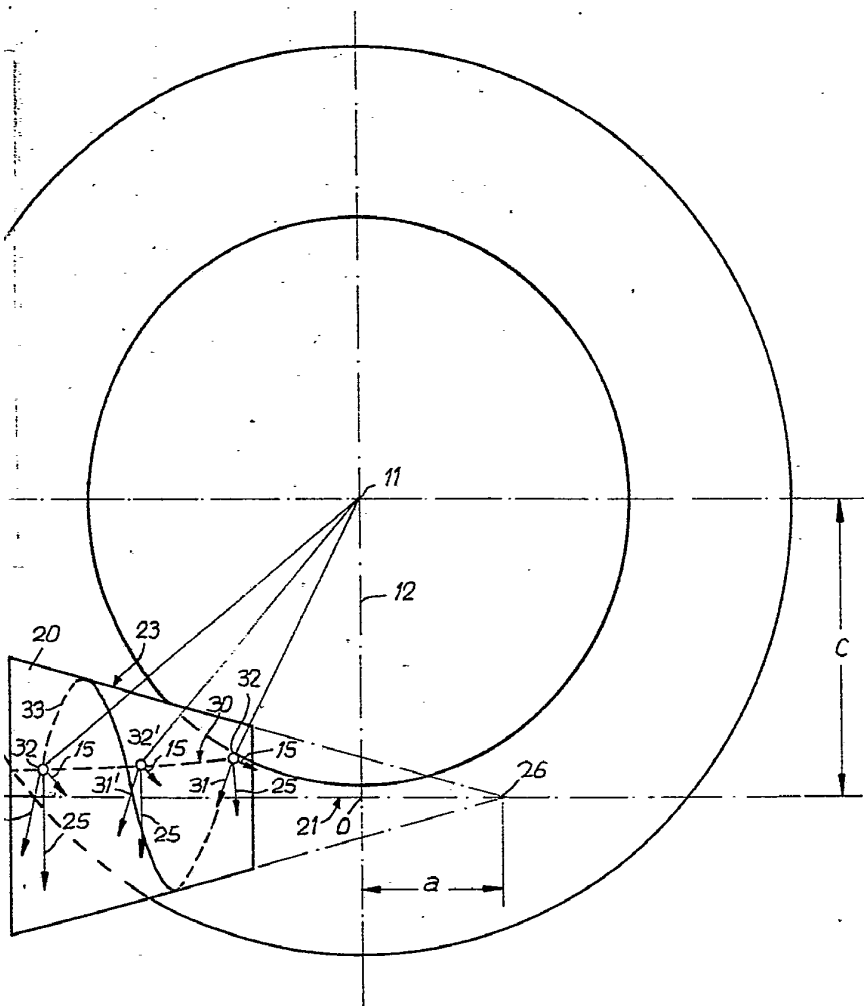


Fig. 1





ESCALA
VARIABLE

Mas/ta. 16 DIC. 1976

SOLRIZ AGUIRRE Y REYES
1920 Filadelfia L. Guzmán Fernández

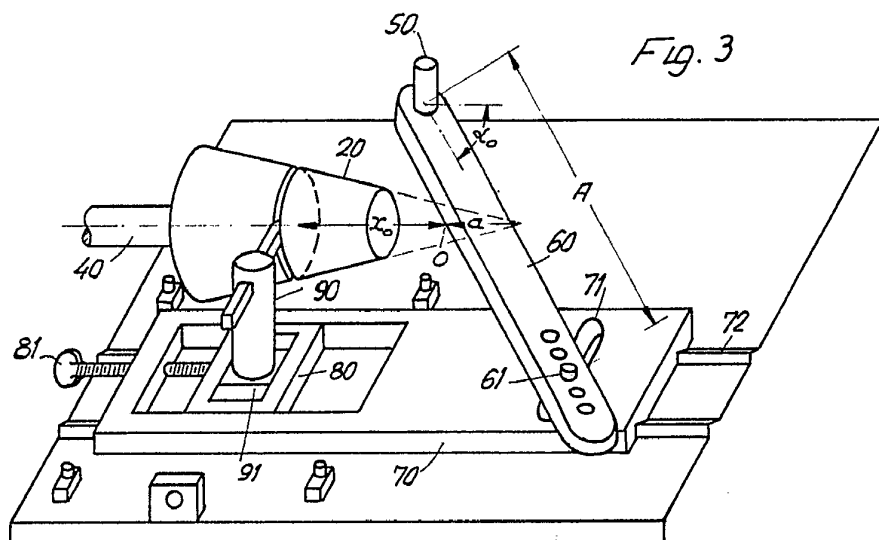


Fig. 3

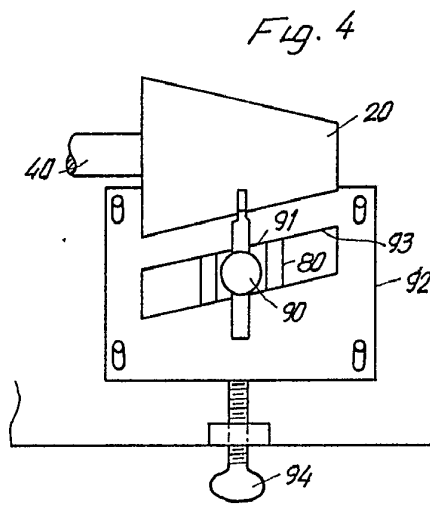


Fig. 4

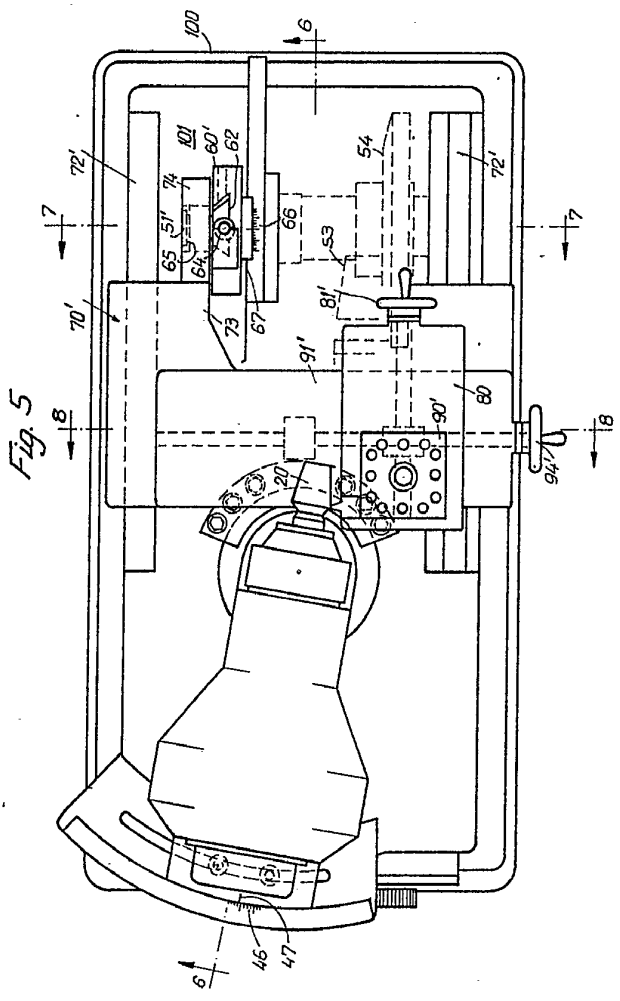
ESCALA
VARIABLE

16 DIC. 1976

Madrid
GOMEZ ACESO Y MORA
p. Firmado: L. Gaita Fernández

ESCALA VARIABLE.

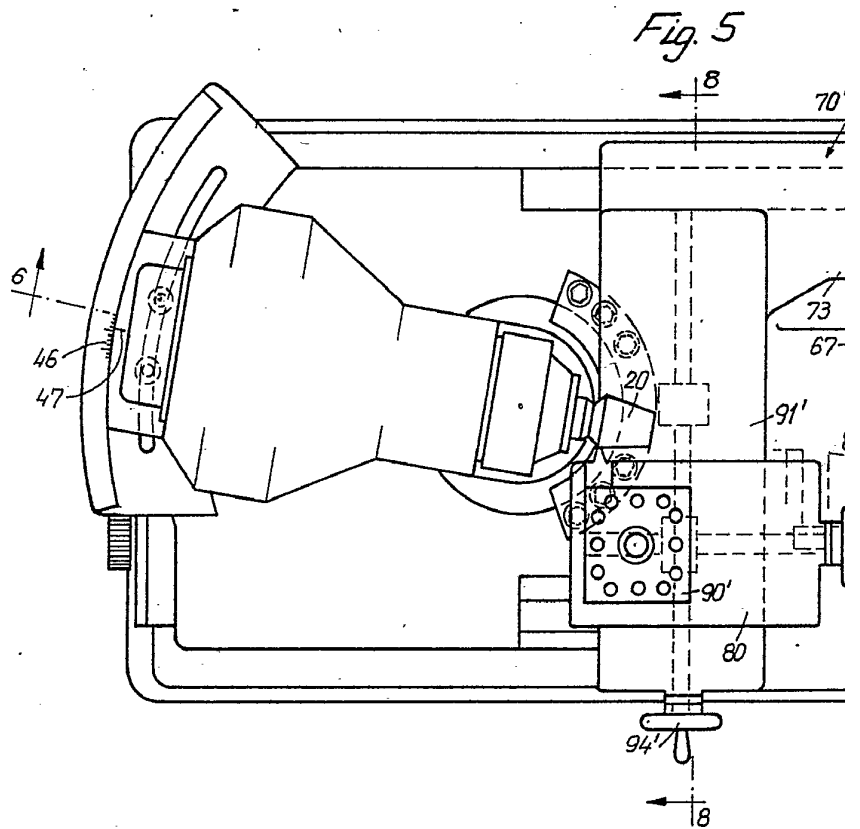
ESCALA VARIABLE



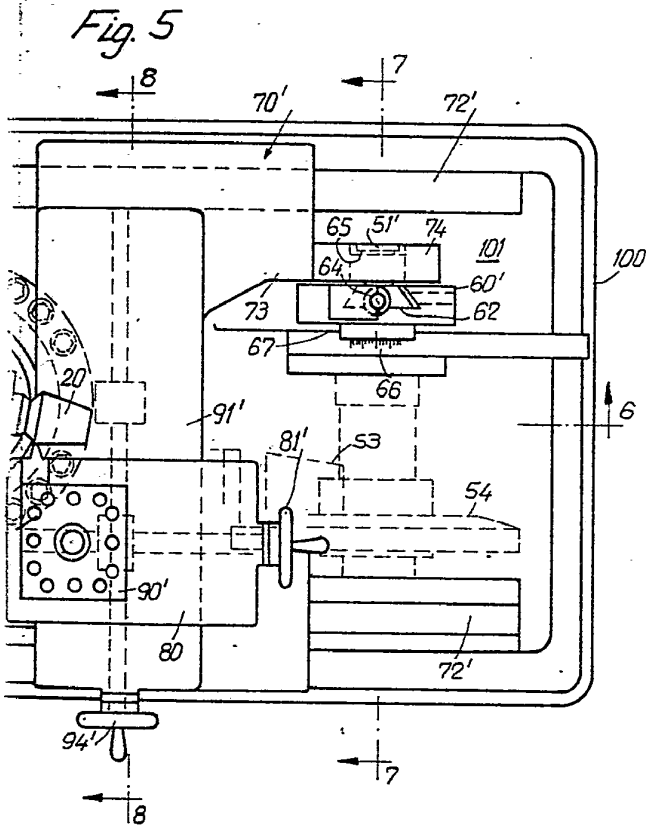
6 DIC. 1976

Madrid
 KONEZ ABEYO Y ROSA
 Fernando L. Guede Ferraz

RICARDO MATESANZ ARAMBURU.



ESCALA VARIABLE.



ESCALA
VARIABLE

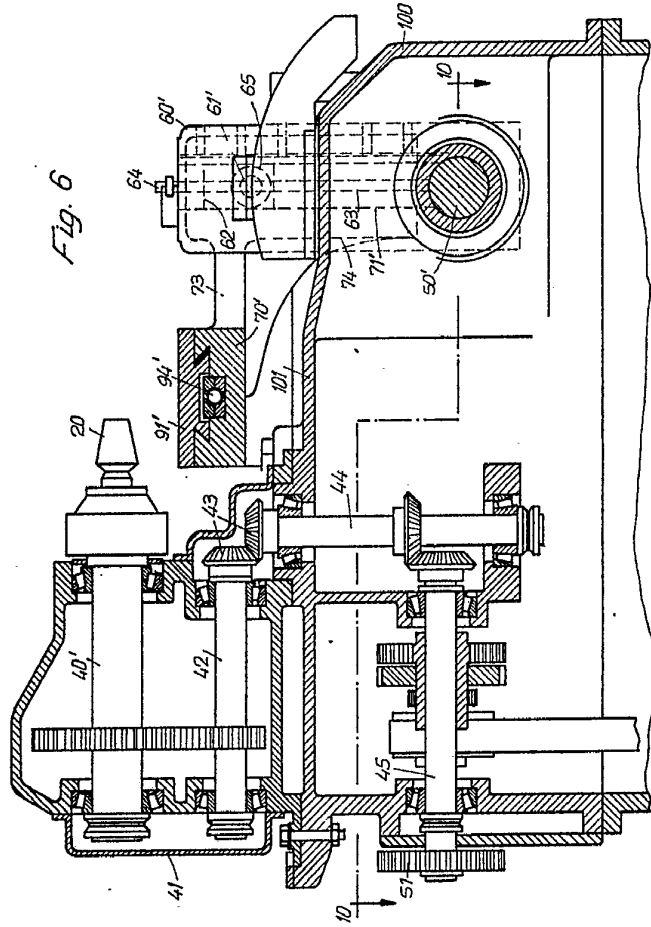
6 DIC. 1976

Madrid

ROMEZ ACEBO Y NOBES

por Firmador: L. García Fernández

ESCALA VARIABLE

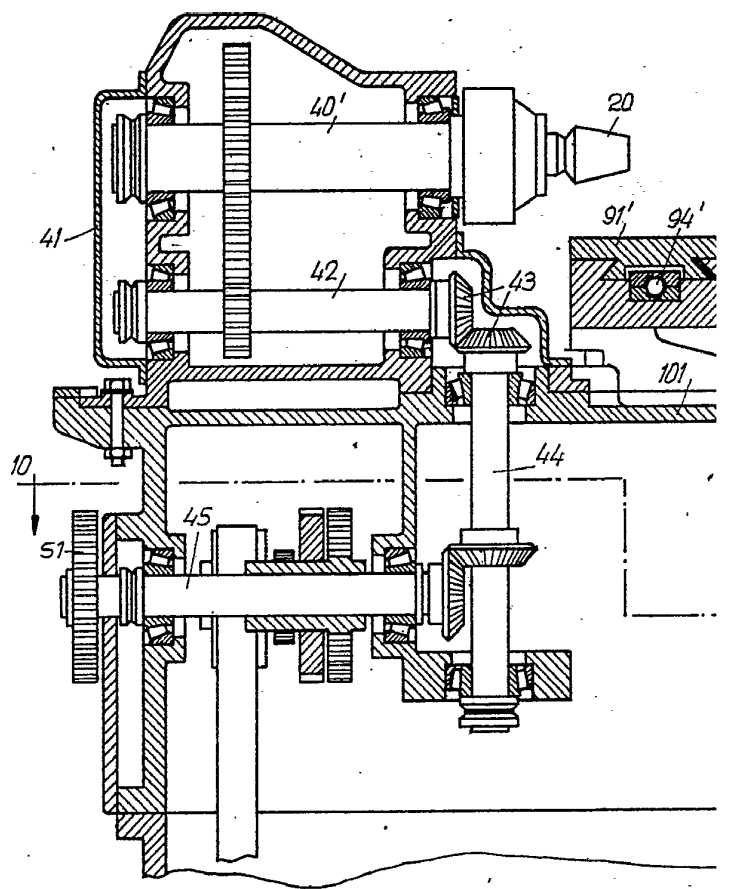


16 DIC. 1976
Madrid

RODRIGUEZ ADEJCO Y ROJAS
Ingenieros de la Especialidad de Mecánica

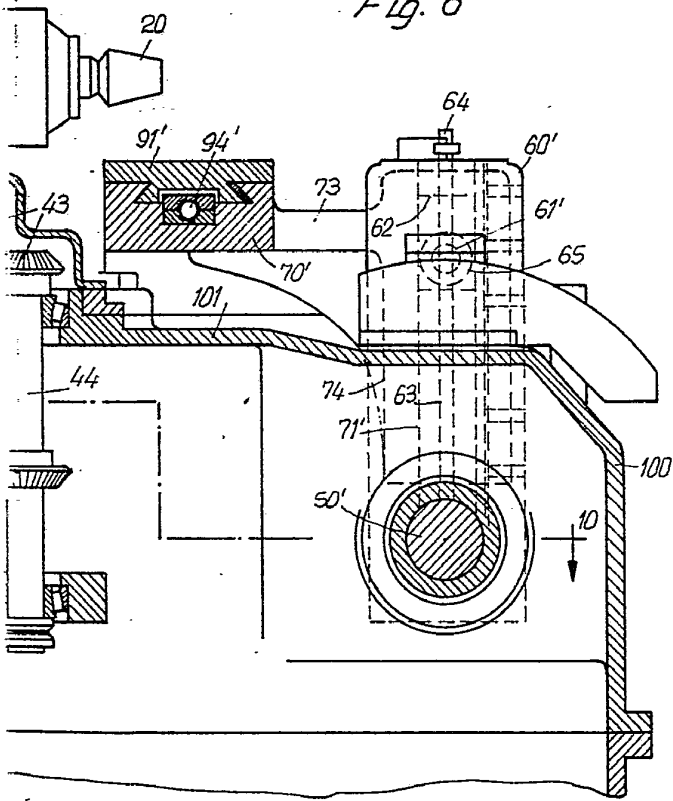
[Handwritten signature]

RICARDO MATESANZ ARAMBURU.



ESCALA VARIABLE.

Fig. 6

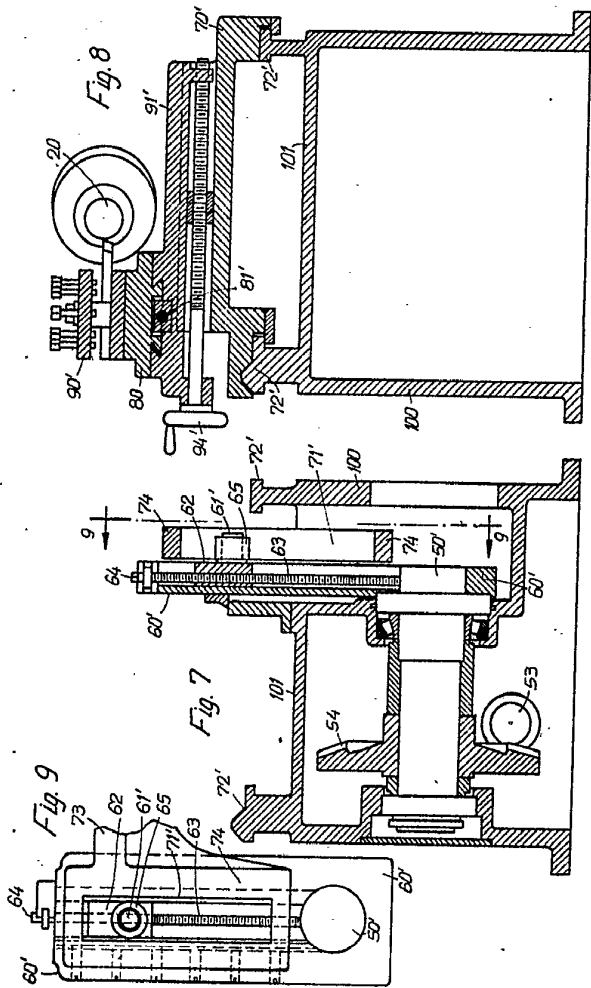


ESCALA
VARIABLE

16 DIC. 1976
Madrid

GOMEZ ACEBO Y NUÑEZ
S. P. Firmador L. Gesta Foraldero

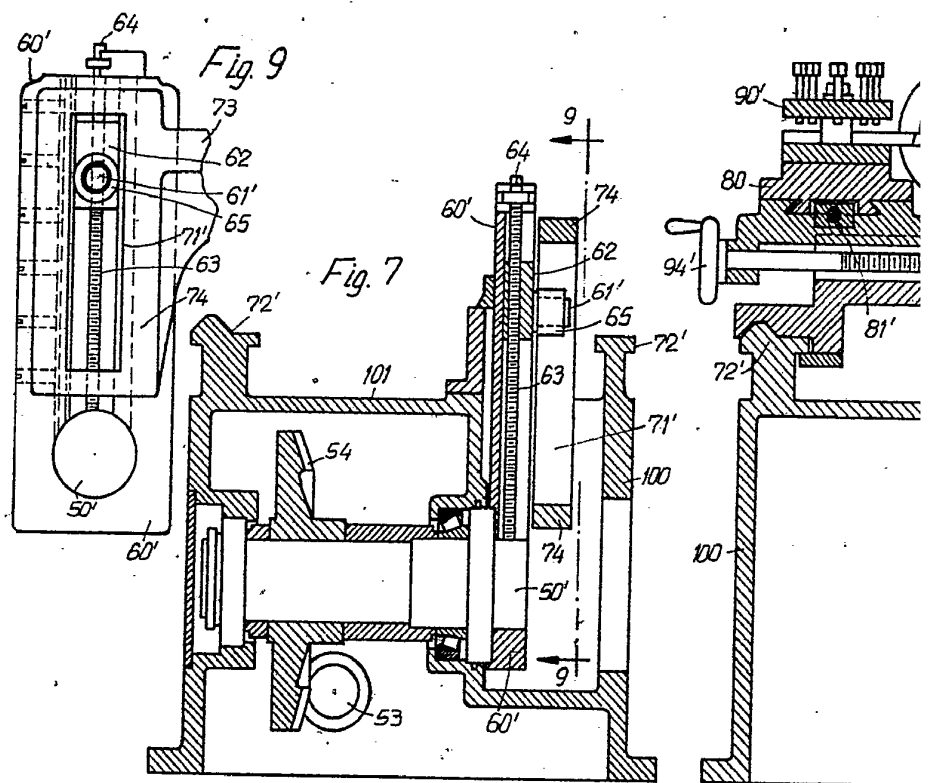
ESCALA VARIABLE

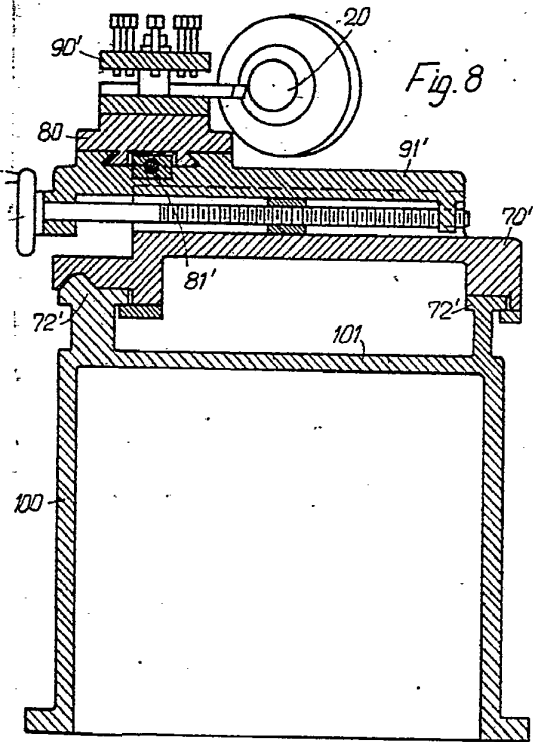


Madrid 16 DIC. 1976

GOMEZ ACEBO Y MUDEY

Dr. Francisco L. Guede Fernández





ESCALA
VARIABLE

Madrid 16 DIC. 1976

GOMEZ ACEBO Y MODET

D. p. Firmador L. Gasta Forastero

ESCALA
VARIABLE

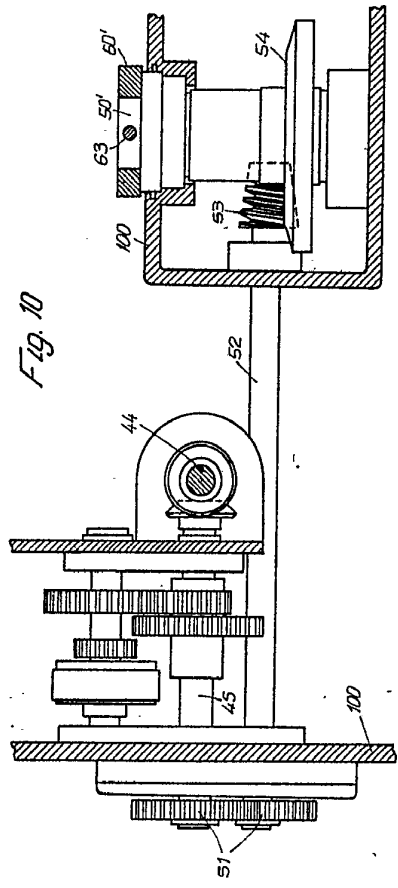


Fig. 10

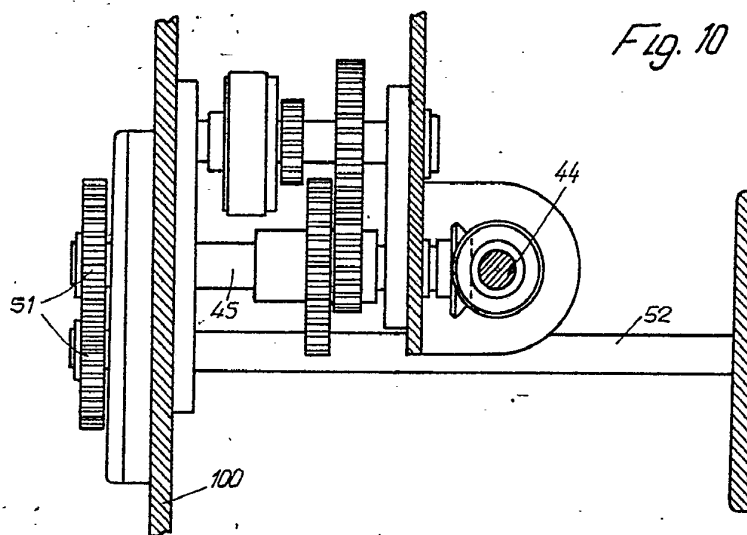
16 DIC. 1976

Madrid

GOMEZ ACEBO Y MOJETY
Ingenieros

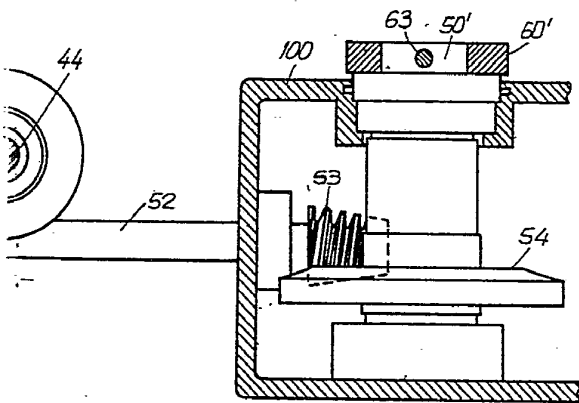
Plaza de San Francisco, 1, Casco Viejo, Madrid

RICARDO MATESANZ ARAMBURU.



ESCALA VARIABLE.

Fig. 10



ESCALA
VARIABLE

16 DIC. 1976

Madrid

GOMEZ ACEBO Y MOJER

Re p. Firmado: L. Goeta Fernández