

419981



419981

P.- 55.853

awh:lp
1346 J

MEMORIA DESCRIPTIVA

para solicitar

PATENTE DE INVENCION

en ESPAÑA

por VEINTE años

A nombre de RENOLD LIMITED

F.C. 30-9-75

entidad británica

Int. Cl.: F15B

establecida en Renold House, Wythenshawe, Manchester
M22 5WL, Inglaterra

por: "UNA MAQUINA HIDRAULICA DE EMBOLOS Y CILINDROS"

(Clase Internacional F15b)

419981

26



Este invento se refiere a máquinas hidráulicas de émbolos y cilindros.

5 En una máquina hidráulica de émbolos y cilindros del tipo (denominado aquí en lo que sigue como de máquina hidráulica del tipo descrito) en el que se usa una leva de múltiples lóbulos para controlar el desplazamiento de los émbolos o de los elementos seguidores de émbolo en el bloque de cilindros con respecto al avance del bloque de cilindros a lo largo
10 de la dirección de la leva, es conocido elegir la configuración geométrica de un cierto número de lóbulos de leva y de un cierto número de émbolos de tal modo que la suma de las velocidades de los émbolos en cualquier instante dado sea una constante.

15 Este es un concepto matemático y su finalidad (por ejemplo, en los motores de velocidad lenta) es la de asegurar que la capacidad instantánea del motor para recibir fluido hidráulico sea constante en cualquier posición angular de su rotor. Si la presión
20 de alimentación de fluido hidráulico fuese también constante, el par teórico de salida de un motor sería constante.

25 Existe una diversidad de diferentes combinaciones de un cierto número de émbolos con un cierto número de lóbulos y formas de leva correspondientes,

419981



las cuales satisfarán esa condición.

Otra característica de algunas de estas configuraciones geométricas es que el número de émbolos en comunicación con la lumbrera de alta presión es el mismo que el número de émbolos en comunicación con la lumbrera de baja presión, y que ese número permanece constante durante todo el ciclo de funcionamiento completo. Un ejemplo de esto lo constituye un motor en el que se usen cuatro lóbulos de leva con dieciséis émbolos. En este caso hay en todo momento ocho émbolos en comunicación con la lumbrera de alta presión y ocho émbolos en comunicación con la lumbrera de baja presión. Cuando un juego de cuatro émbolos está saliendo de la región de alta presión, un juego complementario de cuatro émbolos está saliendo de la región de baja presión.

Esta característica no es una parte necesaria de la configuración geométrica requerida para lograr un par matemáticamente constante. Otras combinaciones de los números de émbolos con los números de lóbulos proporcionan un par matemáticamente constante, teniendo al propio tiempo un número variable de émbolos en alta y en baja presión. Por ejemplo, un motor que tenga cuatro lóbulos de leva y seis émbolos tiene, alternadamente, dos émbolos en alta presión y cuatro en

419981

26



baja presión, y luego cuatro en alta presión y dos
en baja presión. Es sabido que los motores fabrica-
dos para que se adapten a estos modelos matemáticos
de par constante tienen unas características de par
5 superiores a las de los motores anteriormente conoci-
dos. No obstante, en el sistema físico los efectos
de las fugas a través de las holguras de la obturación,
de la compresibilidad del fluido que se use, de la
fricción, y de las discontinuidades debidas a solapa-
10 mientos de lumbreras, sirven todos para modificar el
par de salida real, de modo que resulta algo menos
constante de lo que podría desearse.

En un motor de velocidad lenta estos efectos
resultan especialmente apreciables a velocidades muy
15 lentas, próximas a la de par máximo, y en el arranque
bajo carga desde la condición de parado. En estas
condiciones la fricción tiene un efecto predominante
sobre el par de salida real.

Otro objeto de este invento es modificar el
20 perfil matemático de la leva, en una máquina del tipo
descrito, de tal modo que se compensen, al menos en
cierto grado, los efectos de la fricción y que al ha-
cerlo así se logre, para un motor, un par de salida
que, en la práctica, sea más aproximadamente constante
25 a velocidades lentas, de modo que sea superior al de

16.12.73

419981



una leva de par verdaderamente constante en sentido matemático, y que no sea peor en lo que se refiere a la variación de par a las velocidades normales de funcionamiento.

5 De acuerdo con el invento, en una máquina del tipo descrito la leva está configurada de tal modo que para todos los puntos de funcionamiento, en el ciclo de sucesos que constituyen un ciclo de producción de par de la máquina cuando se hace funcionar la máquina como un motor, la salida matemática del par de la leva esté constituida por dos partes, la primera un componente del par para proporcionar el par disipado por fricción en el motor mientras se produce el par de salida, y la segunda un componente del par que se requiere de esa parte de la leva que representa su contribución en ese instante a una salida de par constante requerida en el eje del motor.

10

15

Se comprenderá que el segundo componente es el componente principal del par requerido de la leva en cualquier instante.

20

El par de fricción en cualquier punto a lo largo de la leva depende de la naturaleza de las dos superficies en contacto que producen la resistencia de fricción, de la fuerza con que se presionen las dos superficies entre sí y del momento eficaz de la fuerza de fricción producido alrededor del centro de

25

16.12.73



rotación del bloque de cilindros.

El invento puede ser aplicado a cualquier máquina hidráulica del tipo descrito que tenga una leva con una forma definible matemáticamente, aunque es de especial utilidad cuando los efectos de la fricción producen una desviación no aceptable en el par, ya sea en el par de salida de la máquina cuando se haga funcionar la máquina como motor, o ya sea en el par de entrada a la máquina cuando se haga funcionar la máquina como bomba.

Por consiguiente, de acuerdo con el invento, en cuanto a su aplicación a una bomba, la leva está configurada para proporcionar una entrada de par constante a la bomba, diseñando para ello la leva como si la bomba hubiese de hacerse funcionar como un motor con una salida de par constante de la misma magnitud.

A continuación se describirá una realización específica de este invento, con referencia a los dibujos que se acompañan, para ilustrar, a modo de ejemplo, el modo en que se puede aplicar el invento a una máquina hidráulica del tipo descrito que comprenda $2n$ lóbulos y $3n$ ámbolos.

En los dibujos:

La Figura 1 es un diagrama en el que se ilus-

419981



5 tra uno de los émbolos, su parte de elemento segui-
dor de émbolo del bloque de cilindros, y parte de la
leva de múltiples lóbulos, sobrentendiéndose que to-
dos los émbolos, elementos seguidores, cilindros y
lóbulos de leva son de la misma forma;

La Figura 2 es un diagrama en el que se
ilustra la forma aproximada de la leva; y

10 La Figura 3 son gráficos en los que se com-
paran las variaciones de par para un motor típico
a velocidad muy lenta y a velocidad normal con for-
mas de leva no compensada y con formas de leva com-
pensada de acuerdo con este invento.

15 Con referencia a los dibujos que se acompa-
ñan, la máquina es un motor hidráulico de émbolos y
cilindros, como se describe con detalle en las solici-
tudes de patente pendientes de tramitación de la so-
licitante, números 408.390, 408.389 y 408.391.

20 De acuerdo con este invento, la leva de múl-
tiples lóbulos del motor está configurada de modo
que para todos los puntos de funcionamiento, en el
ciclo de sucesos que constituyen un ciclo de produc-
ción de par del motor, la salida matemática del par
desde la leva está constituida por dos partes, la pri-
mera un componente del par para proporcionar el par
25 disipado por fricción en el motor mientras se produce



el par de salida, y la segunda un componente del par de esa parte de la leva que representa su contribución en ese instante a la salida de par constante requerida en el eje del motor.

5 El par de salida del motor es $= T_t \times \eta$
Siendo T_t \cong par teórico
y η $=$ rendimiento de par

Ahora bien, las fugas y la compresibilidad del fluido hidráulico producirán un mayor efecto sobre la velocidad de salida que sobre el par de salida del motor, aunque las perturbaciones transitorias de presión debidas a la compresibilidad de los pequeños volúmenes de fluido aislados bajo los émbolos durante la transferencia por las lumbreras someterán a irregularidades transitorias a la salida de par.

10

15

La fricción tiene un efecto directo en el par y solamente un efecto indirecto en la velocidad, debido a las variaciones en fugas y en compresibilidad como consecuencia de la variación de presión debida a una pérdida de par por fricción.

20

Es pues razonable buscar el modo de representar el rendimiento de par en términos de variaciones y pérdidas por fricción.

Como se ha ilustrado en la Figura 1, donde el centro de rotación del rotor que forma el bloque

25

419981

26



de cilindros está en 8 y en la cual el seguidor 10 de rodadura de la leva 12 de múltiples lóbulos comunica movimiento alternativo al émbolo 14, son evidentes dos contactos principales de fricción (1) entre el seguidor 10 y el émbolo 14, (μ_1), y (2) entre el émbolo 14 y el ánima 16 de su cilindro (μ_2).

Puede demostrarse para este caso que el rendimiento de par se puede representar en la forma:

$$\eta = \frac{1 - \mu_1 f_1 (Z \Psi)}{1 + \mu_2 k f_2 (\Psi)}$$

Donde

Ψ = ángulo de contacto de leva/seguidor como se ha ilustrado en la Figura 1.

Z = radio de la posición del seguidor desde el centro 8 del rotor, como se ha ilustrado en la Figura 1.

K = una constante de proporcionalidad,

$f_1 (Z \Psi)$ es una función matemática de Z y Ψ , y

$f_2 (\Psi)$ es una función matemática de Ψ solamente.

Consideremos ahora una leva en la cual la forma de la leva para una carrera del émbolo hacia fuera sea la imagen de espejo de la forma de la leva para la carrera hacia dentro, o bien, en otras palabras, que la forma de leva de la Figura 2 sea simétrica

419981



ca con respecto al eje 3. En la configuración geométrica empleada, se tienen $3n$ émbolos para $2n$ lóbulos y, en particular, en el presente ejemplo, $n = 2$. Esto requiere que una forma de leva para una carrera de émbolo en dirección hacia fuera esté constituida por una primera sección que proporcione un periodo de aceleración que cubra el primer tercio de la carrera, y una tercera sección que proporcione un periodo de deceleración que cubra el tercer tercio de la carrera, siendo la sección central una curva de velocidad constante modificada.

Si se dibujan los perfiles de velocidad de los émbolos que siguen a esa leva en el motor, en relación real entre sí sobre una base de desplazamiento angular, entonces la suma gráfica de esos perfiles daría una línea tal como las líneas 20 de la Figura 3, que puede comprobarse que son proporcionales al par teórico producido. Asociado con cada perfil de velocidad habrá un segundo perfil similar en forma pero que se desvía de la primera forma en una magnitud proporcional a la pérdida por par de fricción en ese punto. La suma gráfica de ese segundo perfil, indicada por las líneas 21 en la Figura 3, será proporcional al par que queda disponible en el eje de salida. Es el objeto de este invento proporcionar una leva que permi-

419981

2



ta que este par considerado en segundo lugar sea más aproximadamente constante, en un motor práctico, que para las formas de leva anteriores, como se comprueba por comparación de los lados izquierdo y derecho, respectivamente; de la Figura 3. Consideremos que la forma de la leva está definida por el lugar geométrico del centro del seguidor 10 al recorrer éste una carrera completa hacia fuera desde '0' a '3' de la Figura 2, la cual representa la forma aproximada.

- 0 - 1 representa el periodo de aceleración en el que θ aumenta desde 0° hasta θ_0° y que está expresado como $0 < \theta < \theta_0$.
- 1 - 2 representa una región de transición en la que θ aumenta desde θ_0° hasta $2\theta_0^\circ$ y que está expresada como $\theta_0 < \theta < 2\theta_0$.
- 2 - 3 representa el periodo de deceleración en el que θ aumenta desde $2\theta_0^\circ$ hasta $3\theta_0^\circ$ y que está expresado como $2\theta_0 < \theta < 3\theta_0$.

Donde

- θ = el desplazamiento angular del radiovector Z que define la posición del seguidor desde el punto de comienzo de la carrera en '0', Figura 2.

Ahora bien, de la Figura 1 se tiene que el par producido por un émbolo = $T = F \frac{dz}{d\theta} - x \eta$

25

$$do \text{ por un émbolo} = T = F \frac{dz}{d\theta} - x \eta$$

16.12.73

- 11 -

419981



Donde

$F = a$ la fuerza sobre el émbolo debida a la presión p en el cilindro y que es igual a la presión por el área A del émbolo.

5 luego la velocidad eficaz v en cualquier punto = $w \frac{dz}{d\theta} \eta$

Donde

w = la velocidad angular.

(La denominación "velocidad eficaz" significa la velocidad real v menos una componente de la velocidad correspondiente a la fricción que haya que vencer en ese instante).

10 Para la leva ilustrada en la Figura 2, suponiendo que no hay periodo estacionario ni en el principio ni en el final de la carrera, las tres secciones son de igual duración (Θ_0).

Un enfoque posible es el siguiente:

1) se elige una forma de leva adecuada para la sección de aceleración 0-1 de la leva, por ejemplo, una de radio constante (la cual proporcionará condiciones de esfuerzo de contacto favorables en línea con la práctica que se sigue con los rodamientos).

20 Sea $G_1(\theta) = Z_1$ para $0 < \theta < \Theta_0$

donde $G_1(\theta)$ es la función de θ que define Z en la región especificada.

25

Sea $\frac{dZ_1}{d\theta} = G_1'(\theta)$.

16.12.73

419981

26



Entonces la velocidad eficaz $v_1 = WG'_1(\theta)\eta$

Para $\theta = \theta_0$, $v_1 = v_{11}$.

2) Exigimos ahora que para la segunda sección $\theta_0 < \theta < 2\theta_0$

la velocidad eficaz v_2 sea igual a una constante la

5 cual, para que haya continuidad con la primera región, debe ser igual a v_{11} .

Por consiguiente, $v_2 = WG'_2(\theta)\eta = \text{constante} = v_{11}$.

donde el sufijo 2 indica que se trata de funciones y valores correspondientes a la segunda sección.

10 $Z_2 = G_2(\theta)$ la cual puede deducirse de v_2 por cálculo matemático adecuado.

3) Para la tercera sección $2\theta_0 < \theta < 3\theta_0$.

Para satisfacer el criterio de par constante,

$$v_3(\theta) = v_{11} - v_1(\theta - 2\theta_0).$$

15 luego para $\theta = 2\theta_0$, $v_3 = v_{11}$ lo cual satisface la condición de continuidad si $Z_3 = G_3(\theta)$.

$$v_{11} - v_1(\theta - 2\theta_0) = WG'_3(\theta)\eta$$

de la cual puede deducirse Z_3 .

20 Una leva producida exactamente con las coordenadas obtenidas del procedimiento anterior presentará una discontinuidad de velocidad en $\theta = 2\theta_0$. Esto ocurre debido a que habrá n_1 émbolos bajo carga al aproximarse θ a $2\theta_0$ pero para $\theta = 2\theta_0$ otros n_2 émbolos estarán iniciando su carrera bajo carga con un ángulo

25 relativo de $\theta = 0$, haciendo un total de $n_1 + n_2$ émbolos

419981 2



bajo carga a la vez. Ahora bien, para $\theta = 0$, $\frac{dz}{d\theta} = 0$, por lo que inicialmente los n_2 émbolos primeros que inician su carrera bajo carga contribuirán a la resistencia de fricción sin aportar una contribución positiva de par. Para conservar el par constante de acuerdo con la teoría, debe por tanto empezar v_3 (real) desde un escalón más alto que v_2 (real) para compensar. Esta discontinuidad física en la superficie de la leva es evidentemente indeseable, pero puede solventarse esta cuestión con una pequeña desviación de la teoría estableciendo los valores negativos de v_1 (eficaz) iguales a cero cuando se calculan los valores de Z_3 .

Esto garantizará que v_2 (real) siga siendo continua con v_3 (real) para $\theta = 2 \theta_0$ y proporciona una transición de variación en rampa de nuevo a las anteriores ecuaciones. El par eficaz producido (suma de las velocidades eficaces) tendrá un pico acusado de par reducido durante un breve intervalo coincidente con la variación en rampa (véase la Fig. 3). En la práctica ese pico del par será menos importante debido al efecto de compresibilidad y a las características de las lumbreras durante los primeros grados del ciclo bajo carga.

Se produce un efecto exactamente similar cuando son descargados n_1 émbolos al llegar a $\theta = 3 \theta_0$.

419981



y llegar n_2 émbolos (en el mismo punto en el tiempo)
a $\theta = \theta_0$. Las ecuaciones proporcionan una forma de
leva que deja v_3 (real) $\neq 0$ para $\theta = 3\theta_0$ (el punto
muerto exterior de la carrera del émbolo), lo cual no
5 permite que ese lóbulo de leva sea continuo con su
imagen de espejo que parte del siguiente lóbulo (véase
la Fig. 2). Esa discontinuidad es pequeña en la prác-
tica, y puede suavizarse con un radio adecuado para
producir una pérdida de par mínima.

10 Ahora bien, el rendimiento de par del tipo
de motor que se está considerando en este ejemplo va-
riará con la velocidad, siendo peor en el arranque y
mejorando al aumentar la velocidad hasta un cierto
valor máximo alrededor de su velocidad de trabajo óp-
15 tima. Por consiguiente, no es posible elegir valores
único de μ_1 y μ_2 para obtener un par de salida cons-
tante en todo el margen de velocidades y de cargas de
un motor de diseño normal. Puede comprobarse, sin em-
bargo, que con valores convenientemente elegidos la fluc-
20 tuación del par a velocidad muy lenta puede reducirse
espectacularmente sin que la fluctuación a velocidades
más altas (donde no exista problema derivado de esa
fluctuación del par) sea peor que con una leva no com-
pensada, siendo el resultado neto el de un motor capaz
25 de funcionar suavemente bajo carga a velocidades más

419981



lentas que aquellas a las que podría funcionar con una forma de leva no compensada. Esto se ha ilustrado en los gráficos de la Figura 3.

5 La presente solicitud, que corresponde a la presentada en Gran Bretaña, con fecha 27 de Octubre de 1.972, bajo el Número 49762/72, se acoge a los beneficios del Artículo 51 del vigente Estatuto sobre Propiedad Industrial.

10

- REIVINDICACIONES -

15

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

20

25

1ª.- Una máquina hidráulica de émbolos y cilindros del tipo en el que se usa una leva de múltiples lóbulos para controlar el desplazamiento de

16.12.73

419981



los émbolos o de los elementos seguidores de émbolo en el bloque de cilindros con respecto al avance del bloque de cilindros a lo largo de la dirección de la leva, caracterizada porque la leva está configurada de modo que, para todos los puntos de funcionamiento, en el ciclo de sucesos que constituyen un ciclo de producción de par de la máquina, cuando se hace funcionar la máquina como un motor, la salida matemática del par desde la leva está constituida por dos partes, la primera un componente del par para proporcionar el par disipado por fricción en el motor mientras se produce el par de salida, y la segunda un componente del par requerido de esa parte de la leva que representa su contribución en ese instante a una salida de par constante requerida en el eje del motor.

2ª.- Una máquina según la reivindicación 1ª, caracterizada además porque la leva está configurada de modo que la primera parte de la salida matemática del par desde la leva produce un componente del par para proporcionar el par disipado por fricción entre los émbolos y los elementos seguidores de émbolo por una parte, y los émbolos y los cilindros por otra parte.

3ª.- Una máquina según la reivindicación 2ª, caracterizada además por 3n émbolos, una leva que tiene

16.12.73

419981



2n lóbulos, y una configuración de leva modificada para proporcionar dicha primera parte de la salida matemática del par a partir de una configuración que proporciona dicha segunda parte de la salida matemática del par, en la cual la forma de leva para una carrera hacia fuera de cada émbolo es la imagen de espejo de la forma de leva para la carrera hacia dentro de cada émbolo.

4^a.- Una máquina según la reivindicación 3^a, caracterizada además porque la configuración de leva está modificada a partir de una configuración que proporciona dicha segunda parte de la salida matemática del par, en la cual la forma de leva para una carrera de cada émbolo hacia fuera está constituida por una primera sección que proporciona un periodo de aceleración que cubre el primer tercio de la carrera, una tercera sección que proporciona un periodo de deceleración que cubre el tercer tercio de la carrera, y una sección central que es una curva de velocidad constante modificada, teniendo la configuración de leva modificada una primera sección de radio constante.

5^a.- Una máquina según la reivindicación 4^a, caracterizada además porque la configuración de leva modificada tiene una transición de variación en rampa entre dicha sección central y dicha tercera sección.

16.12.73

419981



5 6ª.- Una máquina según las reivindicaciones 4ª o 5ª, caracterizada además porque la configuración de leva modificada tiene una discontinuidad entre dicha tercera sección y su sección de imagen de espejo, que empieza en el siguiente lóbulo de leva, estando suavizada esa discontinuidad con un radio adecuado para reducir al mínimo la pérdida de par.

10 7ª.- Una máquina según una cualquiera de las reivindicaciones 3ª a 6ª, caracterizada además porque la leva está configurada para proporcionar dicho par de salida constante a una velocidad intermedia en un margen de velocidades de diseño de la máquina.

15 8ª.- Una máquina hidráulica de émbolos y cilindros.

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

20 Esta Memoria consta de diecinueve hojas escritas a máquina por una sola de sus caras.

Madrid, 26 de Diciembre de 1973.

P.Á. Alberto de Lizasoain
Por todo

16.12.73/RTA.-

419981

260

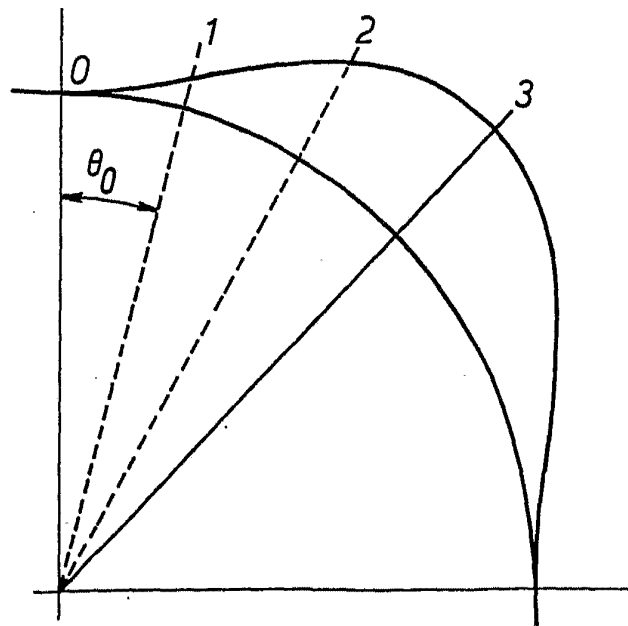
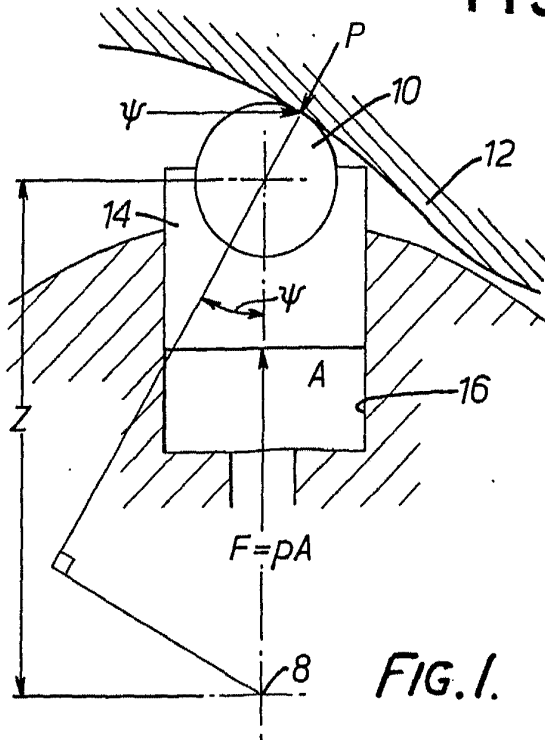


FIG. 2.

Alberto LIZARDI
Per Fides

P.55852

419981²⁶⁰

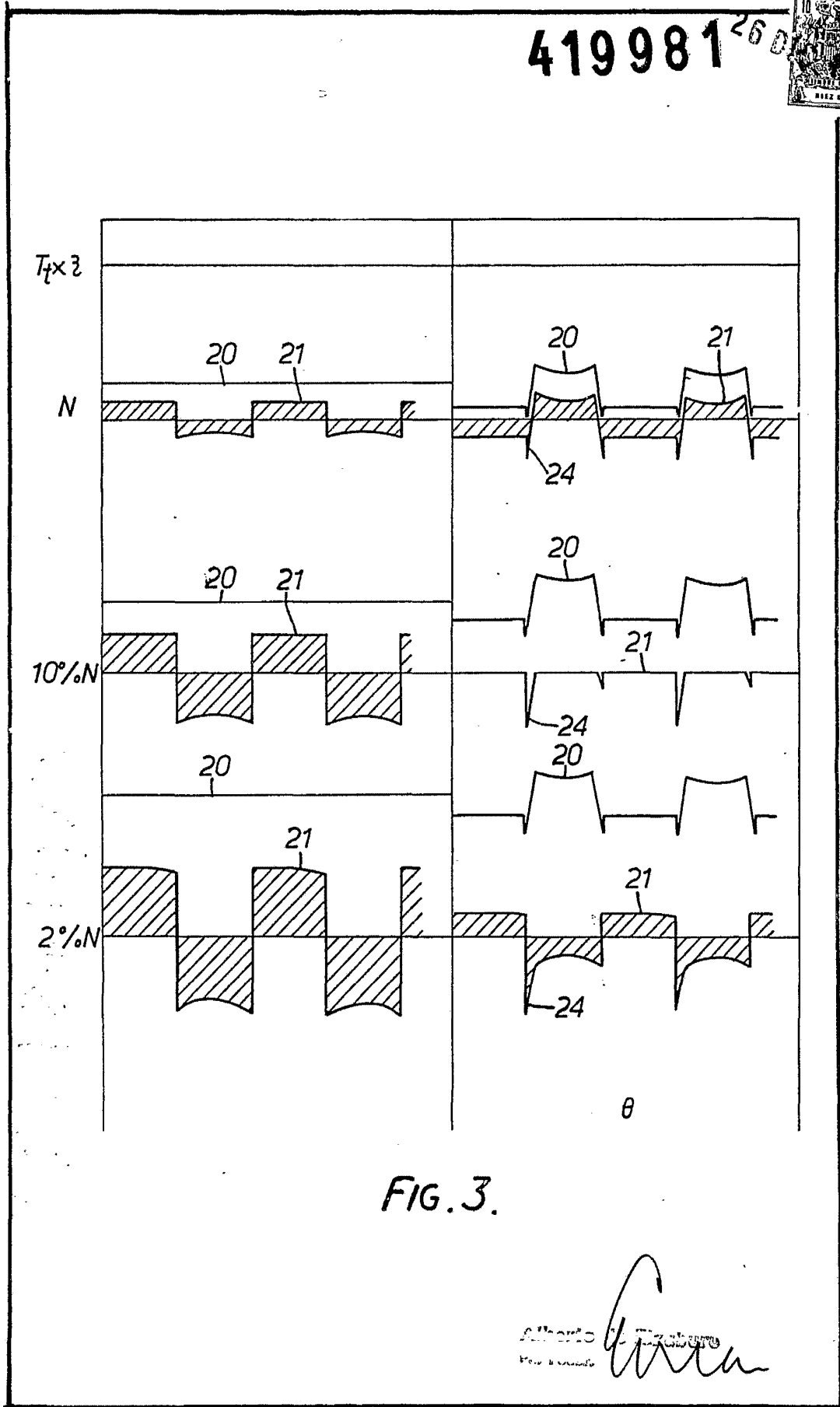
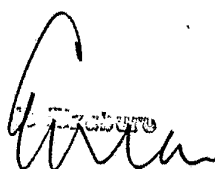


FIG. 3.

Alberto 
Per. 10/10/52