

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA
Registro de la Propiedad Industrial



ESPAÑA

19 ES	11 NÚMERO	10 A1
	21	
	22 FECHA DE PRESENTACION	
		27-3-79.

PATENTE DE INVENCION

Concedida el Registro de acuerdo con los datos que figuran en la presente descripción y según el contenido de la memoria adjunta

30 PRIORIDADES:		
31 NÚMERO	32 FECHA	33 PAIS
3329/78	29 de Marzo de 1.978	Suiza.
47 FECHA DE PUBLICIDAD	51 CLASIFICACION INTERNACIONAL	62 PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
	F16C 17/04	
54 TITULO DE LA INVENCION		
Perfeccionamientos en cojinetes de segmentos para grandes máquinas rotativas.		
71 SOLICITANTE (S)		
BBC AKTIENGESELLSCHAFT BROWN, BOVERI & CIE.		
DOMICILIO DEL SOLICITANTE		
Baden, Suiza.		
72 INVENTOR (ES)		
Hihailo Starcevic, Dipl.- Ing.		
73 TITULAR (ES)		
74 REPRESENTANTE		
D. Jose Miguel Gómez-Acebo y Pombo.		

La presente invención se refiere a un cojinete de segmentos, especialmente para grandes máquinas rotativas.

5. A los alojamientos para árboles de turbogrupos de centrales eléctricas y generadores hidroeléctricos, se imponen altas exigencias a consecuencia del gran peso de los componentes rotativos, o sea el rotor más el árbol. Debido a la alta carga de paso y debido a efectos de fuerza externos que proceden de los medios de trabajo, surgen altas presiones superficiales específicas de cojinete (20-60 bar) y velocidades periféricas de los muñones de bastante más de 100 m/s.

10. Para estas solicitaciones se ha acreditado generalmente el cojinete hidrodinámico con segmentos basculantes empleado hoy día exclusivamente para esta finalidad habiendo conseguido por tanto también un alto grado de desarrollo. En este tipo de construcción es posible producir mediante autolubricación un espesor de película suficiente para la perfecta lubricación. El necesario espesor de película lubricante se determina aquí mediante la magnitud de la deformación que padecen las zapatas de deslizamiento en un cojinete axial de un generador hidroeléctrico o bien los segmentos de cojinete de un cojinete transversal de turbogrupos de central eléctrica. Esta

15. deformación de las superficies de fricción de las zapatas de deslizamiento o bien segmentos de cojinete, se origina por la presión hidrostática de la película de lubricante reinante durante la marcha. Esta presión actúa como carga distribuida irregularmente sobre la superficie de fricción, que disminuye hacia los bordes y origina un retorcimiento de las superficies de fricción.

20. A esta deformación mecánica se superponen deformaciones a consecuencia del calentamiento de las zapatas de

25.

30.

deslizamiento o de los segmentos de cojinete y de los elementos portantes pertenecientes, es decir las placas portantes al tratarse de cojinetes axiales y los segmentos portantes al tratarse de cojinetes transversales.

5. Con el fin de impedir que se rompa la película lubricante y con ello un roce metálico de las superficies del cojinete y con ello una mala fricción, el espesor de la película lubricante producida en el funcionamiento tiene que ser siempre mayor que la deformación resultante producida por los factores citados anteriormente. Solo entonces se garantiza que la superficie de deslizamiento del cojinete y el muñón de árbol permanezcan separados uno de otro mediante la película lubricante. En otro caso pueden tener lugar deterioros o incluso la destrucción de las superficies de cojinete y del árbol.
- 10.
- 15.

- El cometido de la invención caracterizada en la reivindicación 1, consiste por consiguiente en la creación de un cojinete en el que las superficies de cojinete se desplazan debido a las sollicitaciones mecánicas y térmicas surgidas, prácticamente solo paralelamente a su forma primitiva, sin deformar, y las desviaciones geométricas de las superficies de cojinete deformadas, de su forma al estar sin cargar, se hallan dentro de límites muy estrechos y son menores que los espesores de película lubricante producidos normalmente en el funcionamiento, de manera que está garantizada la fricción líquida en todas las circunstancias.
- 20.
- 25.

A continuación se describe detalladamente la invención, con referencia al dibujo.

- La figura 1 muestra la mitad izquierda de una sección por el alojamiento de un generador hidroeléctrico,
- 30.

La figura 2 muestra una parte de un cojinete de segmentos axial, con zapata de deslizamiento, elementos de apoyo para la misma, placa portante y husillo de ajuste,

5. La figura 3 muestra una forma de ejecución de la zapata de deslizamiento con representación esquemática de las fuerzas que actúan sobre sus elementos de apoyo,

La figura 4 muestra una representación gráfica del campo de deformación por el esfuerzo de compresión en la zapata de deslizamiento de la figura 3,

10. La figura 5 muestra el campo de deformación a consecuencia de esfuerzo de compresión en una placa portante para la zapata de deslizamiento de la figura 3,

15. La figura 6 muestra el campo de deformación de la zapata de deslizamiento anterior bajo la influencia de la temperatura,

La figura 7 muestra el campo de deformación de la zapata de deslizamiento anterior bajo esfuerzo de compresión y esfuerzo térmico combinados,

20. Las figuras 8, 9 y 10 muestran zapatas de deslizamiento con elementos de apoyo en diferentes formas de ejecución y

La figura 11 muestra un cojinete transversal de segmentos según la invención.

25. En la figura 1 está designada con 1 la parte más superior de un tramo de árbol suspendido de un generador con turbina hidráulica. Este árbol tiene dos bridas de acoplamiento 2 y 3 de las cuales la inferior 2 sirve para la fijación de un árbol de turbina hidráulica no representado y la superior 3 sirve para la fijación de un rotor de generador que tampoco está representado. En el extremo inferior del rotor de generador está fijada una pestaña. Esta pestaña está compuesta

30. por una arandela 5 un anillo intermedio 6, un anillo de cojine-

te transversal 7 y un anillo de cojinete de empuje 8. El anillo transversal 7 presenta una superficie de fricción cilíndrica y actúa conjuntamente con un cojinete transversal de segmentos del cuál en la figura 1 está representado un segmento de cojinete 9. La superficie frontal inferior libre del anillo de cojinete de empuje 8 constituye la superficie de fricción que actúa conjuntamente con un cojinete de segmentos axial 10 del cuál en la figura 1 está representada una zapata de deslizamiento 11, una placa portante 12, un husillo de ajuste 13 así como bulones de apoyo 14.

Dentro de la carcasa de cojinete 15 está dispuesto un enfriador de aceite 16 circulado por agua, con cámaras colectoras 17 y 18 y un serpentín de enfriamiento 19. En el contorno de la carcasa de cojinete se encuentra en disposición en forma de estrella costillas portantes 20 a través de las cuales se apoye el alojamiento sobre un fundamento 21.

La figura 2 muestra en sección y vista en la dirección periférica del cojinete una de las unidades de segmento, que constituyen juntas un cojinete de segmentos axial, en una ejecución a escala ampliada y que difiere un poco de la figura 1.

Esta unidad de segmento consta de una zapata de deslizamiento 11, una placa portante 12 que es basculante en todas las direcciones alrededor de un bulón de basculación 22 bombeado, respecto al husillo de ajuste, con el fin de permitir durante el funcionamiento un ajuste correspondiente a la cuña de aceite lubricante que se desarrolla entre el anillo de cojinete de empuje y la zapata de deslizamiento y de los bulones de apoyo 14 entre la zapata de deslizamiento y la placa portante.

5. La figura 3 muestra la vista en planta de una zapata de deslizamiento y un esquema a modo de ejemplo para la disposición de los bulones de apoyo 14 para un ejemplo de ejecución concreto, calculado. Además de esto está dibujada de trazos también la situación del bulón basculante 22. Las flechas 23 que transcurren por los centros de las secciones transversales de los bulones de apoyo simbolizan en representación axonométrica las fuerzas de compresión que actúan sobre los distintos bulones de apoyo 14, procedentes de la carga de la zapata de deslizamiento por la cuña de película lubricante que se producen durante el funcionamiento entre el anillo de cojinete de empuje 8 (figura 1) y la zapata de deslizamiento 11. Estas fuerzas actúan esencialmente normales al plano de la zapata de deslizamiento y su relación de magnitudes se expresa en la figura 3 mediante las diferentes longitudes de los vectores 23 representados axonoméricamente como ya se ha dicho.

10. La figura 4 representa el campo de deformaciones de la zapata de deslizamiento cargada y alojada sobre los bulones de apoyo dibujados en ella, con la condición de que las superficies de apoyo de los bulones permanecen en un plano. En la figura 4 en lugar de los bulones de apoyo están dibujados solo sus puntos de choque 24 con la superficie de fricción de la zapata de deslizamiento. Las líneas 25 representan los lugares de igual hundimiento, suponiendo la diferencia de los hundimientos de dos líneas contiguas 2 milimicras. Más adelante se describe como se han de dimensionar los bulones de apoyo, teniéndose en cuenta la deformación de la placa portante, con el fin de que sus lados frontales superiores bajo la carga representada en la figura 3 se hundan todos en la

15.

20.

25.

30.

misma cuantía, de tal manera que todos los puntos de apoyo en estado de carga queden en uno y el mismo plano que únicamente se ha desplazado paralelamente respecto a su situación primitiva en estado descargado. El hundimiento de un punto cualquiera del plano de la superficie de fricción respecto a un punto de apoyo contiguo resulta del número de líneas de igual hundimiento entre el punto considerado y éste punto de apoyo. Según esto respecto al punto de apoyo 28 el hundimiento del punto 26 supone 4×2 milimicras = 8 milimicras, y el del punto 27 supone 5×2 milimicras = 10 milimicras, ya que entre el punto de apoyo 28 y el punto 26 hay cuatro líneas y entre los puntos 28 y 27 hay cinco líneas de igual hundimiento.

La figura 5 muestra el campo de deformaciones de la placa portante a la que se transmiten a través de los bulones de apoyo 14 las cargas de la zapata de deslizamiento. Las líneas representan nuevamente los lugares de igual hundimiento. Ya que la placa portante está apoyada únicamente mediante el bulón basculante 22 previsto descentrado, sus deformaciones de flexión a pesar de su rigidez a la flexión esencialmente mayor, son mucho mayores que las de la zapata de deslizamiento. En la figura 5 la diferencia del hundimiento de dos líneas contiguas supone 5 milimicras, de lo que resulta que el hundimiento en los bordes más distanciados del bulón basculante supone 60 milimicras, frente al hundimiento máximo de 10 milimicras de la zapata de deslizamiento de la figura 4.

Se ha de señalar que la averiguación de los campos de deformación para los sistemas indeterminados estáticamente múltiples de las figuras 4 y 5, así como las deformaciones a consecuencia de sollicitación térmica, y también la determinación relativamente sencilla de la rigidez, a la compresión de los

elementos de apoyo, se puede realizar rápida y sencillamente mediante ordenadores electrónicos y programas de cálculo con los procedimientos de los elementos finitos.

5. Tan pronto como los campos de deformación y fuerzas de reacción para la zapata de deslizamiento y la placa portante de las figuras 4 y 5 estén averiguados, puede averiguarse la necesaria rigidez y la compresión de los distintos bulones de apoyo, con la condición de que los hundimientos de todos los lugares de apoyo de la zapata de deslizamiento tienen que ser iguales. Entonces se cumple concretamente la condición impuesta al principio, de que la superficie de deslizamiento de la zapata de deslizamiento únicamente se desplace paralelamente a sí misma y con ello permanece garantizada su planitud.

10. Los hundimientos de los citados lugares de apoyo se componen del hundimiento de la placa portante con el bulón de apoyo concerniente y el aplastamiento del último bajo la fuerza de compresión que actúa sobre él.

15. Ya que la suma para estos hundimientos tiene que ser igual para todos los lugares de apoyo, la necesaria rigidez y la compresión de los bulones de apoyo tiene que ser en las zonas más combadas de la placa portante, o sea hacia los bordes según la figura 5 mayor que en la zona que hay alrededor del bulón basculante 22. Al emplearse bulones cilíndricos de igual longitud, estos presentan en la zona interior diámetros menores que en la exterior, donde la parte principal del hundimiento recae sobre la placa portante y los bulones de apoyo tienen que ser correspondientemente más rígidos a la compresión. Encima del bulón basculante 22 el hundimiento de la placa portante es igual a cero, de manera que allí toda la deformación por compresión recae sobre un bulón de apoyo existente eventualmen

20.
25.
30.

te en esta zona.

5. Junto a la deformación de la zapata de deslizamiento a consecuencia de la carga de compresión por la cuña de película lubricante, surge en el funcionamiento todavía una deformación por el calor de fricción de cojinete. Este calor caliente más intensamente la capa próxima a la superficie de deslizamiento, con lo cual ésta experimenta también la mayor dilatación térmica y con ello se curva en forma convexa. La zapata de deslizamiento no apoyada experimenta con esto deformaciones como se desprende de la figura 6, que en los bordes son aproximadamente de igual magnitud que las de la placa portante. En la figura 6 la separación entre dos líneas, que representan nuevamente lugares de igual hundimiento, corresponde a una diferencia de hundimiento de 10 milimicras, de manera que el hundimiento en las esquinas supone incluso más de 50 milimicras. Pero dado que la placa portante es siempre mucho más rígida a la compresión que la zapata de deslizamiento, ésta neutralizará ampliamente los hundimientos de la zapata de deslizamiento resultantes de la dilatación térmica, sin sufrir debido a ello grandes deformaciones adicionales.

10. En la zapata de deslizamiento se obtiene mediante el pequeño hundimiento permanente por dilatación térmica una superficie de fricción ligeramente abombada, pero que se ha manifestado como favorable para el comportamiento de marcha del cojinete, especialmente para la formación de la cuña lubricante.

15. Si por ejemplo la placa portante es tres veces más alta que la zapata de deslizamiento su rigidez a la flexión supone 27 veces la rigidez de la zapata de deslizamiento, dato que el momento de inercia superficial ecuatorial, decisivo para la ri-

30.

gidez a la flexión, crece con la tercera potencia de la altura de sección transversal. Debido a ésto las deformaciones de la zapata de deslizamiento en éste caso se reducen a $1/27$.

5. Para completar se reproducen en la figura 7 además el campo de deformaciones resultante de la carga mecánica y térmica, en el que a la separación entre líneas corresponde una diferencia de hundimiento de 10 milimicras. Puede verse que el hundimiento en un porcentaje predominante de la superficie de la zapata de deslizamiento se halla por debajo de 20 milimicras, resulta así pues una figura portante muy ventajosa para la superficie de la zapata de deslizamiento.

10. La figura 8 muestra una ejecución de un segmento de cojinete axial con zapata de deslizamiento 29 y placa portante 30 en la que la diferente rigidez de los bulones de apoyo 31 cilindricos del mismo diámetro, se logra mediante escalonamiento de sus longitudes. En el centro se encuentran los bulones más largos con rigidez a la compresión mayor, y en la zona exterior se encuentran los bulones más cortos y por tanto más rígidos.

15. La figura 9 representa otra forma de ejecución. Los elementos de apoyo constan aquí de tubos 3 cuya rigidez a la compresión puede variarse mediante espesores de pared diferentes.

20. En la ejecución de la figura 10 los elementos de apoyo constan de cilindros de platillos 33 en los que junto a la deformación de flexión surge también una deformación por compresión. La rigidez puede variarse mediante espesores de pared diferentemente grandes del borde del platillo/o del fondo, y mediante diámetros de la base diferentemente grandes.

25. Son naturalmente posibles también cualquier clase de

30.

combinaciones de las medidas aquí descritas para variar la rigidez de los elementos de apoyo, asimismo el empleo de elementos tubulares dispuestos concéntricamente con espesores de pared, longitudes etc, diferentes. También pueden fabricarse los bulones por ejemplo de materiales distintos con módulos de elasticidad diferentes.

5.

Esta variedad de ejecuciones de los elementos de apoyo sirve también para cojinetes de segmentos transversales con modificaciones adaptadas a la forma de los segmentos portantes y de los segmentos de cojinete. La figura 11 muestra un cojinete de segmentos transversal en el que entre el segmento de cojinete 34 y el segmento portante 35 están previstos como elementos de apoyo bulones 36 cilíndricos de diámetros diferentes.

10.

15.

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.

20.

REIVINDICACIONES

5. 1.- Perfeccionamientos en cojinetes de segmentos para grandes máquinas rotativas, con árbol vertical, en el que la superficie de fricción de cojinete se forma por varios segmentos de cojinete de deslizamiento que se apoyan a través de elementos de apoyo sobre segmentos portantes basculantes, caracterizados porque entre los segmentos de cojinete de deslizamiento y los segmentos portantes está prevista una multiplicidad de elementos de apoyo distribuidos por toda la superficie del segmentos, cuya rigidez a la compresión y separación están dimensionadas de manera que teniendo en cuenta las deformaciones en el segmento portante los puntos de asiento de los elementos de apoyo en los segmentos de cojinete de deslizamiento se desplazan en la misma cuantía bajo el efecto de la sollicitación de funcionamiento.

10. 2.- Perfeccionamientos según la reivindicación 1, caracterizados porque la rigidez a la flexión de las placas portantes es esencialmente mayor, preferentemente en una potencia de diez mayor, que la de la zapata de deslizamiento.

15. 3.- Perfeccionamientos según la reivindicación 1 ó 2, caracterizados porque tanto la placa portante como también la zapata de deslizamiento están desarrolladas como placas de espesor constante.

20. 4.- Perfeccionamientos según la reivindicación 3, caracterizados porque el espesor de la placa portante es más del doble que el de la zapata de deslizamiento.

25. 5.- Perfeccionamientos según la reivindicación 1, caracterizados porque los elementos de apoyo están ejecutados como bujes cilíndricos de longitudes iguales y diámetros diferentes.

30. 6.- Perfeccionamientos según la reivindicación 1, caracterizados porque los elementos de apoyo están ejecutados como bujes cilíndricos de longitudes iguales y diámetros diferentes.

terizados porque los elementos de apoyo están ejecutados como bu-
lones cilindricos de longitudes diferentes y diámetros iguales.

5. 7.- Perfeccionamientos según la reivindicación 1, carac-
terizados porque los elementos de apoyo están ejecutados como
cilindros huecos de longitudes iguales y espesores de pared di-
ferentes.

8.- Perfeccionamientos según la reivindicación 1, carac-
terizados porque los elementos de apoyo están ejecutados como
cilindros de platillo.

10. 9.- Perfeccionamientos según la reivindicación 1, carac-
terizados porque los elementos de apoyo constan de materiales
distintos con modulos de elasticidad diferentes.

15. 10.- Perfeccionamientos según la reivindicación 1, ca-
racterizados porque las placas portantes están apoyadas fuera
del centro.

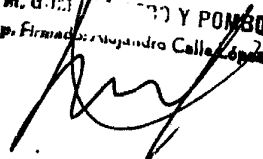
11.- Perfeccionamientos en cojinetes de segmentos para
grandes máquinas rotativas, tal y como queda sustancialmente
descrito en la presente Memoria y en los dibujos adjuntos.

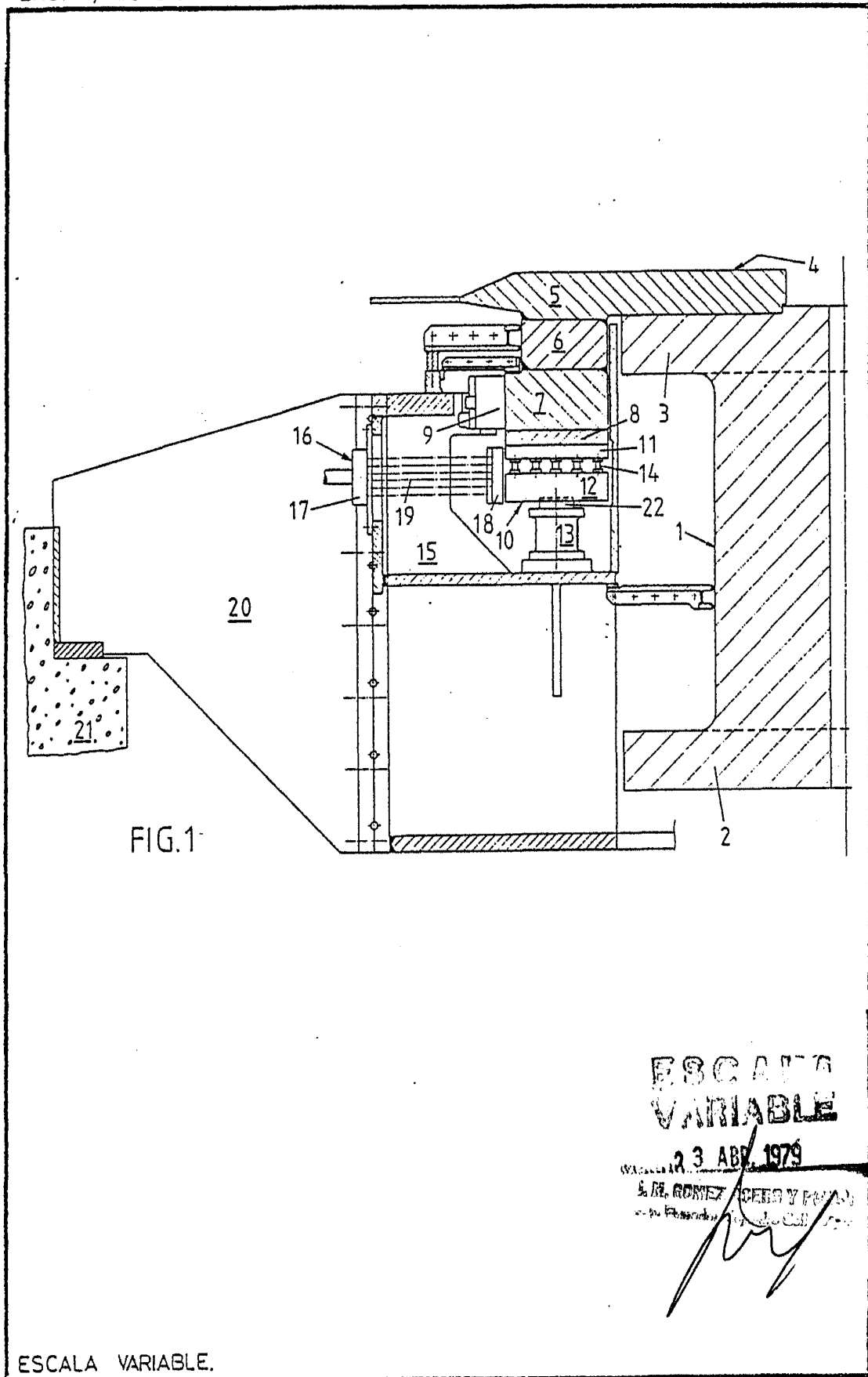
20. Esta Memoria consta de doce hojas, escritas a máquina
por una sola cara.

Madrid, 13 ABR. 1979

BBC AKTIENGESELLSCHAFT, BROWN, BOVERI & CIE.

J. M. G. J. Y PONS
Rep. Firmas: Alejandro Calle López





ESCALA
VARIABLE

23 ABR 1979
S. R. GOMEZ GONZALEZ Y CIA S.A.
Ingenieros

ESCALA VARIABLE.

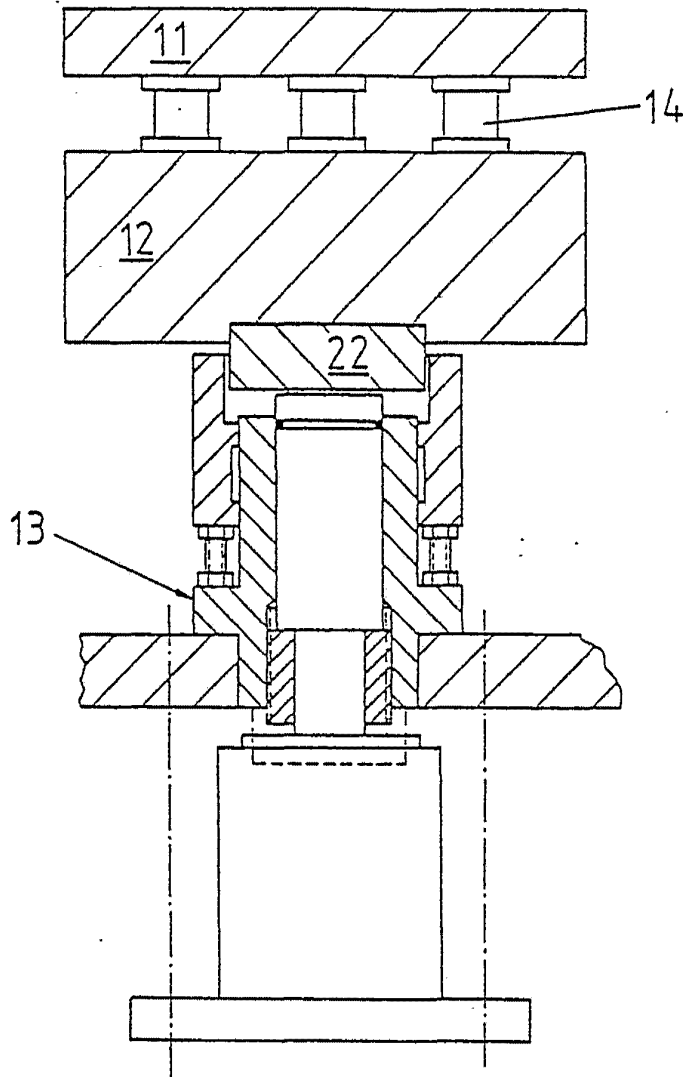


FIG. 2

ESCALA
VARIABLE
13 APR. 1979

ARQUITECTO
L. G. GONZALEZ FERRER
C/...
...

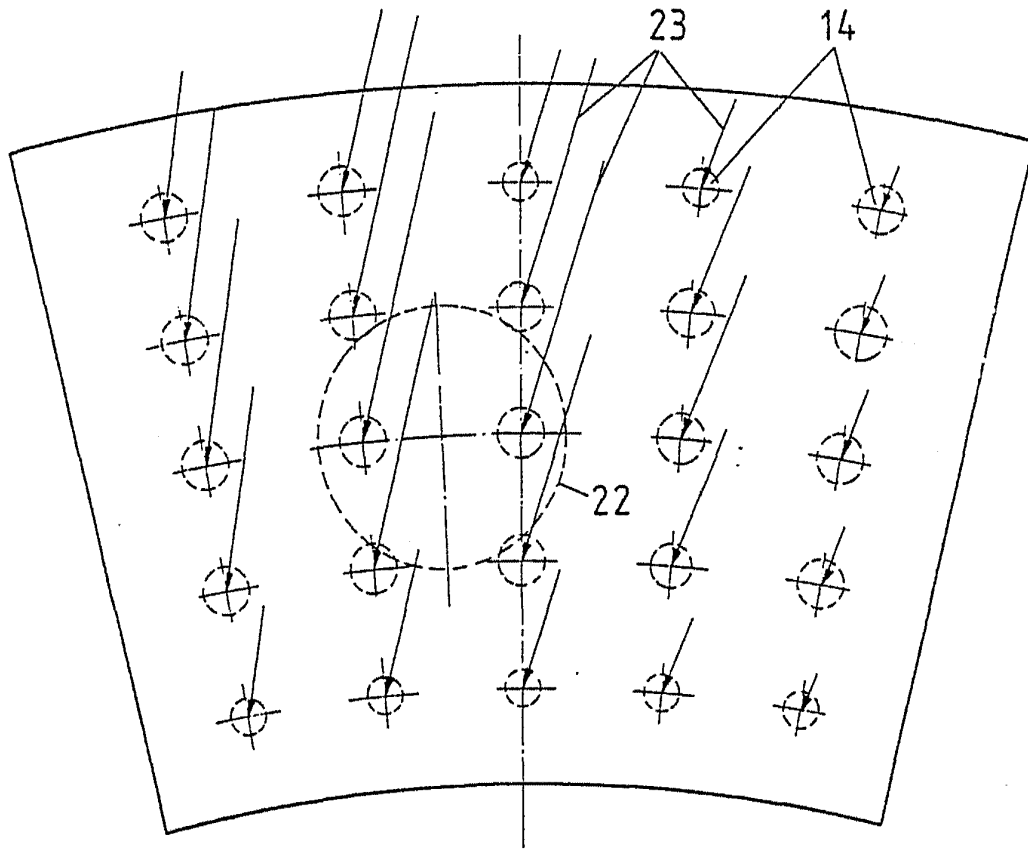


FIG.3

**ESCALA
VARIABLE**

Madrid 23 ABR. 1979

J. M. GÓMEZ ACEDERO Y POMAER
C/Alfonso de Aragón, 10. C/Alfonso de Aragón, 10.

ESCALA VARIABLE.

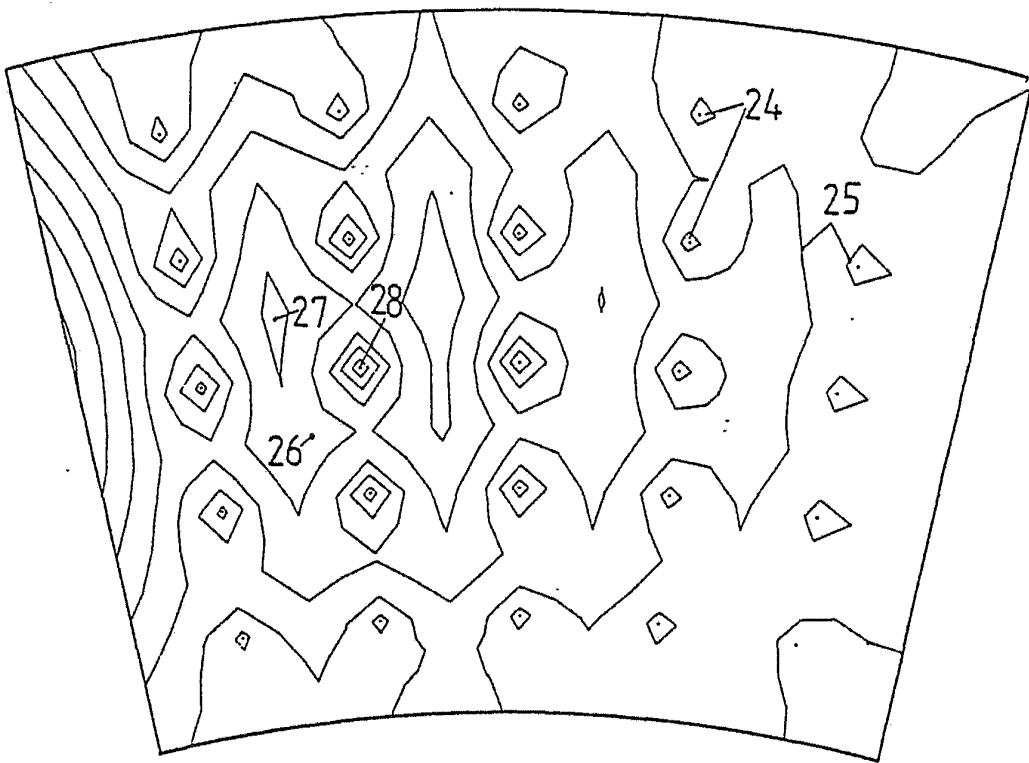


FIG.4

**ESCALA
VARIABLE**

3 ABR. 1979

Madrid

M. GOMEZ ACEVEDO Y POMEY
Ingeniero Alejandro F. de la Lanza

ESCALA VARIABLE.

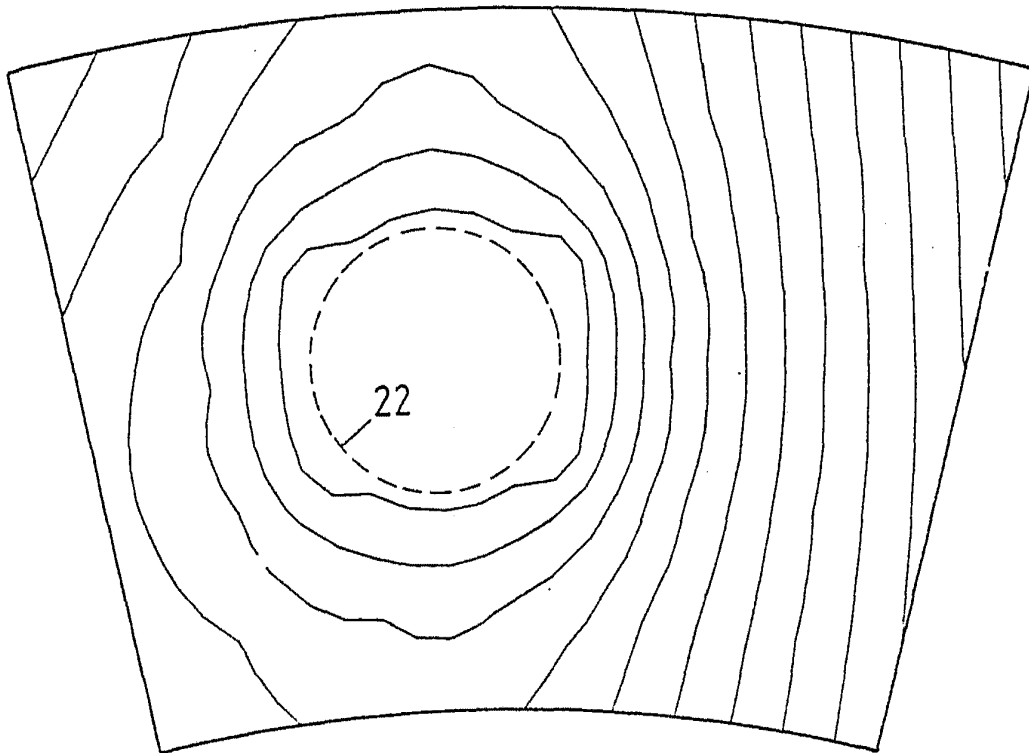


FIG.5

**ESCALA
VARIABLE**

3 ABR. 1979

Madrid
M. GOMEZ ACEBO Y POMBO
c.p. Firmador Alejandro Calle López 44

ESCALA VARIABLE.

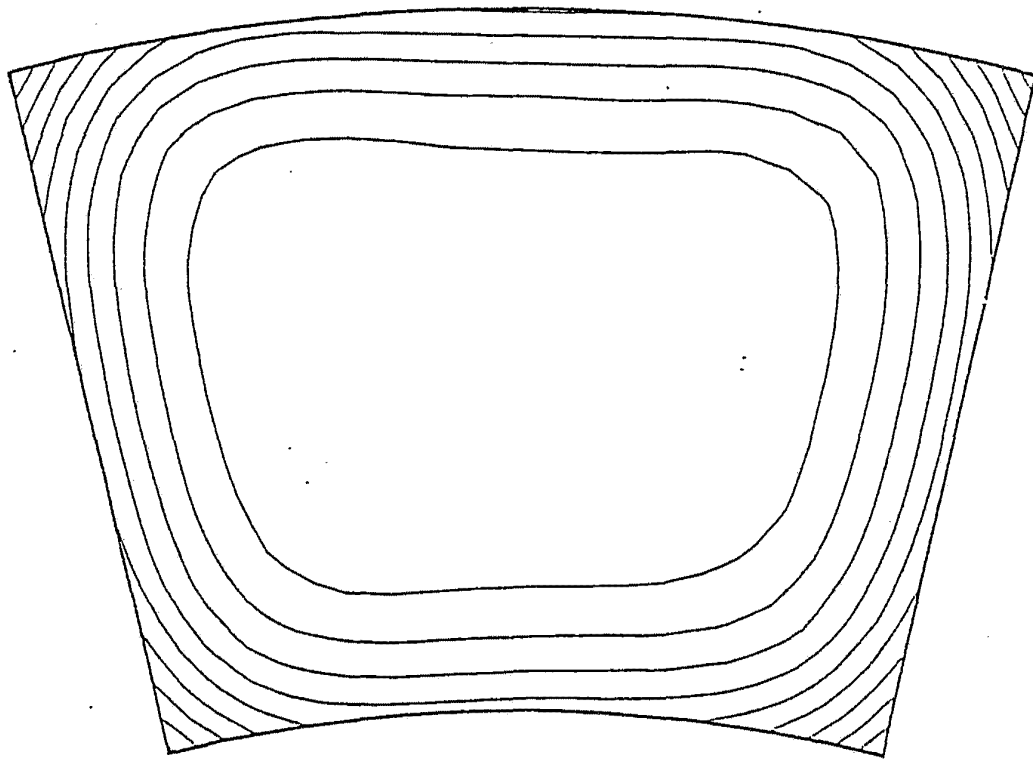


FIG. 6

BBC 0071
V. J. J. J.
3 ABR 1979
M. GOMEZ ACEBO Y COMBO
Firmador: *[Signature]* Calle López

ESCALA VARIABLE.

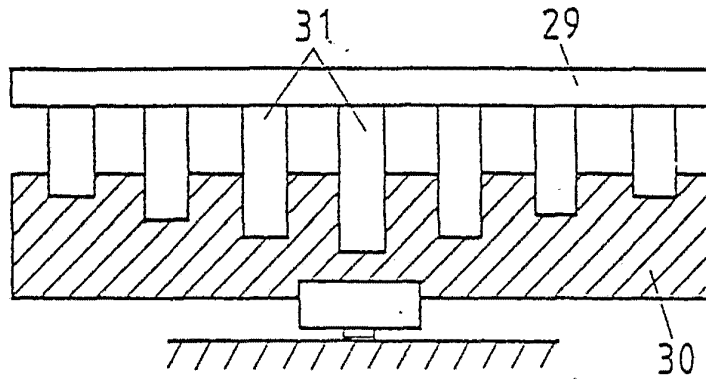


FIG. 8

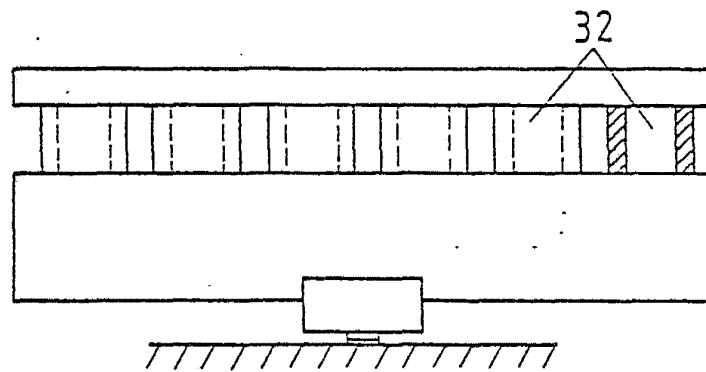


FIG. 9

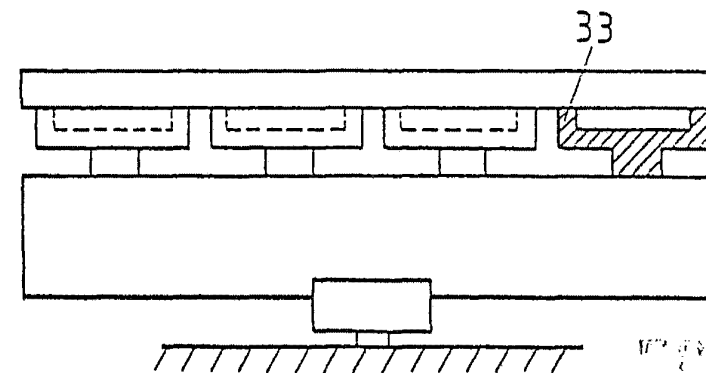


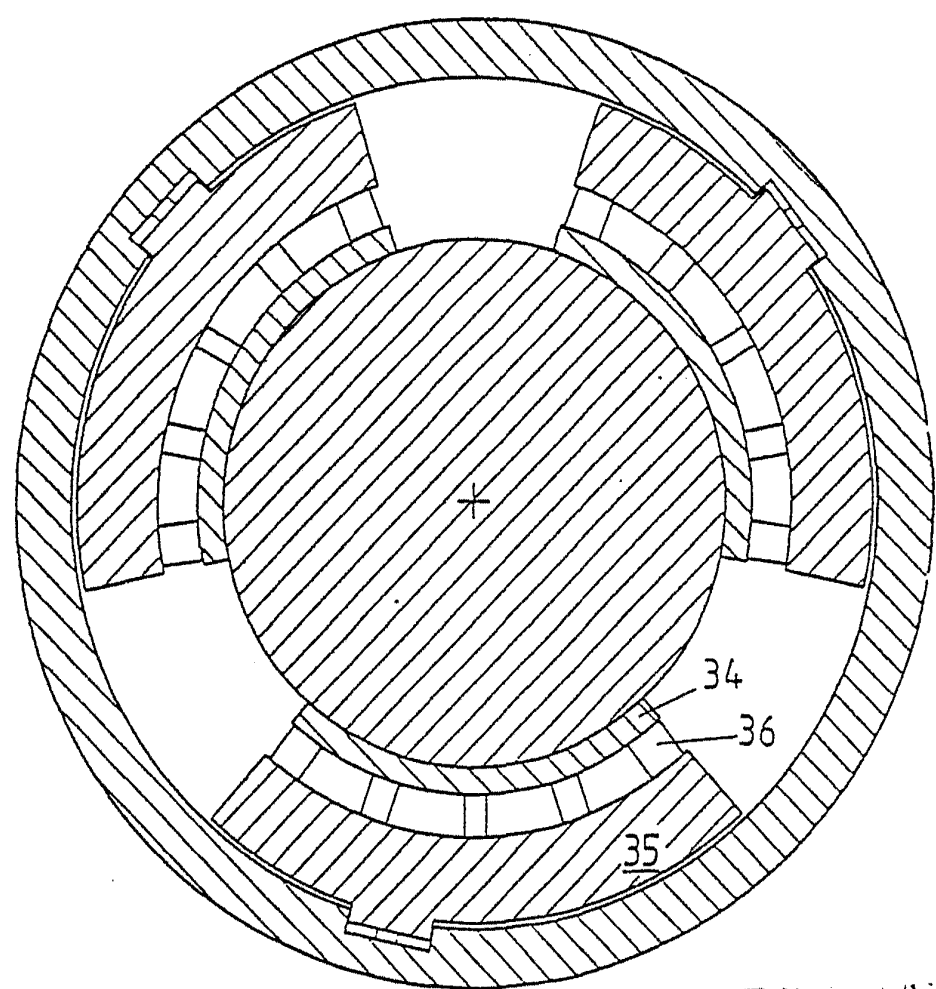
FIG. 10

10777
10777

~~10777~~
~~10777~~

[Handwritten signature]

FIG.11



ESCALA VARIABLE
1979

J. M. GONZALEZ
DISEÑADOR

ESCALA VARIABLE.