

Cl. Int. H02K

14 JUL



404861

404861

P.-- 51.336

W.E. Case Nº 41.095

MEMORIA DESCRIPTIVA

SECCION TECNICA
CLASIFICACION I. P. C.
CLASE _____
SUBCLASE _____

para solicitar PATENTE DE INVENCION por 20 años

a nombre de WESTINGHOUSE ELECTRIC CORPORATION

entidad norteamericana

con domicilio en Westinghouse Building, Gateway Center,
Pittsburgh, Pensilvania, Estados Unidos
de América

por: "UN DISPOSITIVO DE ROTOR PARA UNA MAQUINA DINAMOELECTRICA"
(Clase Internacional H02k)

6.7.72



14 JUL

404861

P.- 51336

WE. Case No 41.095

5 El presente invento se refiere al enfriamiento de máquinas dinamoeléctricas y, más particularmente, a un rotor refrigerado por líquido para máquinas de gran tamaño, tales como turbogeneradores.

10 Los grandes turbogeneradores son, usualmente, del tipo de construcción directa o interiormente refrigerada, en que un fluido refrigerante es hecho circular a través de medios de conducto en el estator y ranuras de rotor, en relación térmica directa con los conductores portadores de corriente, dentro del aislamiento de tierra. Este tipo de construcción proporciona un sistema de refrigeración muy eficaz y ha hecho posible aumentar en gran manera las características nominales máximas obtenibles en los grandes generadores, sin exceder los límites permisibles de tamaño físico. El refrigerante utilizado en estas máquinas ha sido, usualmente, hidrógeno, que llena el alojamiento hermético y es hecho circular por una soplante en

15

20

404861



el árbol del rotor, a través de los conductos del estator y de los arrollamientos del rotor y a través de conductos adecuados en el núcleo del estator.

5 A medida que las prestaciones nominales máximas requeridas en los grandes generadores han continuado aumentando, se ha hecho necesario mejorar también la refrigeración de estas máquinas en los tamaños mayores. Una mejora sustancial en la refrigeración puede obtenerse mediante el uso de fluidos refrigerantes más eficaces, tales como líquidos. Esto se ha realizado en los estatores haciendo circular un refrigerante líquido tal como agua a través de los conductos del arrollamiento del estator, y de este modo se ha obtenido una mejora sustancial en la refrigeración. Otra mejora sustancial puede obtenerse aplicando refrigerante líquido al rotor, haciendo circular agua u otro líquido adecuado a través de pasos en los arrollamientos del rotor.

10

15

20

Existen muchos problemas que intervienen en la circulación de un refrigerante líquido a través del rotor de un gran generador. Uno de los problemas más difíciles de resolver es el de la introducción del agua en el rotor y la descar-

25



ga desde él. Esto se lleva a cabo, preferiblemente, tan cerca como sea posible del eje geométrico del rotor, donde la presión del líquido tiene su valor mínimo. El agua se introduce a través de un paso
5 anular en el ánima axial, en un extremo del árbol del rotor y fluye desde este paso, a través de pasos radiales, hasta una cámara de distribución anular, en la superficie del rotor desde la que circula a los pasos en los conductores del arrollamiento.
10 En el extremo de descarga del rotor, el líquido circula desde los conductores hasta una cámara similar y a través de pasos radiales hasta el ánima central del rotor, a través de la que circula hasta el extremo del árbol y es descargado por pasos radiales con medios de obturación adecuados.
15

Como el agua caliente que circula a través de los pasos en el rotor puede ser muy corrosiva, es necesario proteger el acero del rotor contra la corrosión. Esto se realiza disponiendo forros para todos los pasos a través de los que circula el agua. Estos forros pueden estar hechos de cualquier material resistente a la corrosión adecuado pero, preferiblemente, son de acero inoxidable.
20 Cuando se utilizan de este modo forros de acero inoxidable, los forros se calientan debido al
25

404861



agua caliente que circula a través de ellos y
tienden a dilatarse más que el rotor de acero debi-
do a que se encuentran a una temperatura algo más
elevada y tienen un mayor coeficiente de dilata-
5 ción térmica que el acero de aleación especial de
que, usualmente, está fabricado el rotor. Por tan-
to, pueden resultar excesivas tensiones mecánicas
y posibles daños si no se toman precauciones para
permitir esta dilatación térmica diferencial del
10 forro. Cuando se emplea un Forro tubular largo,
tal como el utilizado en las ánimas del árbol del
rotor es posible, en algunos casos, proporcionar
medios para la dilatación térmica del forro anclán-
dolo solamente en un extremo y permitiéndolo mo-
15 verse axialmente con relación al árbol. Esta solu-
ción para este problema, sin embargo, no es utili-
zable cuando el forro debe unirse en ambos extre-
mos a puntos fijos del rotor. Así, en el extremo
de descarga del rotor, el agua circula a través
20 de pasos radiales hasta las ánimas del árbol y a
través del ánima hasta un segundo grupo de pasos
radiales, cerca del extremo del árbol, a través
del cual es descargada. El forro de acero inoxidable
del ánima del árbol, entre los dos grupos de
25 pasos radiales, debe anclarse a tubos radiales de

35-10-73

404861

14



5 acero inoxidable en los pasos en ambos extremos y
si el forro es de longitud sustancial, como ocurre
en el caso de generadores muy grandes, a los que
está dirigida la invención, la dilatación térmi-
ca diferencial será suficiente para someter a ten-
siones mecánicas los tubos radiales, más allá de
los límites permisibles.

10 El principal objeto del presente inven-
to es proporcionar un soporte para un forro en un
rotor en el que el esfuerzo axial debido a la di-
latación térmica sea sólo relativamente pequeño.

15 Con este objeto a la vista, el presen-
te invento reside en un rotor para una máquina di-
namoeléctrica que tiene una parte de cuerpo y par-
tes de árbol, arrollamientos en la parte de cuerpo
que tienen pasos para la circulación de un refri-
gerante líquido a su través, una cámara de distri-
bución del refrigerante en al menos una de las par-
tes del árbol, medios para conectar la cámara a
20 dichos pasos del arrollamiento, teniendo dicha pri-
mera parte del árbol un ánima axial, central, des-
tinada a permitir el paso de refrigerante líquido
a su través, y al menos un paso radial que conecta
el ánima con dicha cámara, caracterizado porque es
25 está dispuesto, en dicha ánima, un forro de material

404861

14 JUL



resistente a la corrosión, incluyendo dicho forro al
menos un fuelle para permitir su dilatación térmica,
teniendo dicho fuelle ondulaciones de sección
transversal en general rectangular, con superficies
5 exteriores cilíndricas para aplicación con la superficie
del ánima. Las superficies exteriores cilíndricas del
fuelle entran en contacto con el árbol para hacer
mínima cualquier tendencia a la corrosión o a la
erosión y para reducir la presión de contacto
10 debida a las fuerzas centrífugas.

El invento resultará más fácilmente evidente a partir
de la siguiente descripción de una realización preferida
del mismo, mostrada, a modo de ejemplo solamente,
en los dibujos adjuntos, en los que:
15

La fig. 1 es una vista en sección longitudinal,
parcialmente en alzado, de un turbogenerador que
tiene un rotor refrigerado por líquido, que incorpora
el invento; y

20 La fig. 2 es una vista en sección longitudinal
fragmentaria, agrandada, del extremo de descarga
del árbol del rotor.

Refiriéndonos primero a la fig. 1 de los dibujos,
el invento se muestra incorporado en un gran
turbogenerador de construcción típica, aunque
25

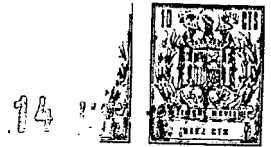
404861



debe comprenderse que el rotor del presente invento puede utilizarse en cualquier tipo deseado de máquina dinamoeléctrica.

5 Como se representa, el generador tiene un núcleo 10 de estator, soportado por aros de armazón 12 en un alojamiento exterior 14, sustancialmente hermético. El núcleo 10 de estator es de la construcción de chapas usual, teniendo un ánima
10 en general cilíndrica a su través y estando sujetas las chapas entre placas extremas adecuadas 15, en la forma usual. El núcleo 10 del estator tiene ranuras longitudinales en su periferia interior, para la recepción de un arrollamiento 16 de estator, que puede ser de cualquier tipo adecuado pero
15 que se representa como un arrollamiento refrigerado por líquido. Para este fin, están previstos colectores circulares de entrada y de descarga 17, en extremos opuestos de la máquina y están conectados a través de medios adecuados, indicados en
20 general en 18, para provocar la circulación de un líquido de refrigeración tal como agua a través de las bobinas del arrollamiento 16 del estator. Los colectores 17 pueden conectarse como se indica diagramáticamente en 19 a un sistema de circulación exterior de cualquier tipo deseado. El
25

404861



alojamiento 14 está lleno de un gas refrigerante,
preferiblemente hidrógeno, que es hecho circular a
través del interior del alojamiento para enfriar
el núcleo del estator por paso a través de los con
5 ductos de refrigeración radiales, usuales, y pue-
den preverse en el alojamiento medios deflectores
adecuados de cualquier tipo deseado para dirigir
el flujo de gas en él.

La máquina tiene un miembro de rotor
10 20 que está dispuesto en el ánima del núcleo 10
de estator y está soportado en cojinetes 21 en el
extremo del alojamiento 14. Los conjuntos de coji-
nete, preferiblemente, incluyen prensaestopas pa-
ra impedir las fugas de gas a lo largo del árbol
15 del rotor. Los cojinetes y los prensaestopas pue-
den ser de cualquier construcción adecuada o usual
y no se han ilustrado con detalle, ya que no for-
man parte del invento. El rotor 20 tiene una par-
te de cuerpo central 23 que está provista de ra-
20 nuras periféricas en la forma usual para la recep-
ción de un arrollamiento 24 de rotor. El arrolla-
miento 24 del rotor, que es el arrollamiento de
campo del generador, puede ser de cualquier tipo
adecuado y está constituido por conductores de co-
25 bre que se extienden longitudinalmente a través

404861



de las ranuras del cuerpo del rotor y, en general, circunferencialmente en las partes de espira extrema que son visibles en el dibujo. Las espiras extremas del arrollamiento del rotor están soportadas en contra de las fuerzas de giro por los usuales gruesos anillos de retención 25. Los conductores 24 del arrollamiento son huecos, con pasos centrales que se extienden a través de ellos, por los que circula el líquido de refrigeración desde un extremo al otro a través de las partes de espira extrema circunferenciales y de las partes longitudinales rectas. Cualquier tipo adecuado o deseado de diseño de flujo puede utilizarse para la circulación del refrigerante, y puede emplearse también cualquier tipo de circuito eléctrico deseado.

El rotor 20 tiene partes de árbol 28 que se extienden axialmente desde la parte de cuerpo 23 en cada extremo del mismo y que incluyen partes soportadas a rotación en los cojinetes 21. Las partes de árbol tienen un ánima axial 29 que se extiende a su través y, de acuerdo con la práctica usual, el ánima se extiende, preferiblemente, en toda la longitud del rotor, tal como se muestra. En la realización ilustrada del invento, conducto-

404861



res eléctricos axiales 30 se extienden a través del
ánima 29 en el extremo de la izquierda del rotor,
según se mira el dibujo, y están conectados al arro-
llamiento del rotor por medio de conductores radia-
5 les 31. El líquido de refrigeración que es, prefe-
riblemente agua, se introduce en este extremo del
rotor a través de un paso anular 32 que rodea los
conductores 30 en el ánima 29 y que está conectado
a una cámara de distribución anular 33 por pasos
10 radiales 34. La cámara 33 se extiende circunferen-
cialmente en torno a la superficie del árbol 28
del rotor y está conectada por conectadores en ge-
neral axiales 35 de cualquier tipo adecuado, a los
conductores 24 del arrollamiento del rotor. El pa-
15 so anular 32 puede estar constituido por dos tubos
concéntricos de acero inoxidable o de otro material
adecuado resistente a la corrosión y sirve, por tan-
to, como forro resistente contra la corrosión para
el ánima 29 del árbol. Los tubos de que está cons-
20 tituido el paso anular 32 están anclados en el ex-
tremo interior a forros de acero inoxidable tubula-
res en los pasos radiales 34. Los tubos 32, por lo
demás, están libres para dilatarse axialmente en
el ánima 29 con el fin de admitir la dilatación tér-
25 mica diferencial como se explica más completamente

404861

14 JUL 1972



en una solicitud norteamericana de Curtis y col.

En el extremo de la derecha del rotor, según se vé en el dibujo, que es el extremo de descarga, el agua circula desde los conductores del arrollamiento del rotor, a través de los conectadores 36, hasta una cámara anular 37 que se extiende circunferencialmente en torno a la superficie del árbol 28 del rotor. Los conectadores 35 y 36, en extremos opuestos del arrollamiento 24, pueden ser de construcción similar e incluyen una sección aislante. El agua en la cámara 37 circula radialmente hacia dentro, a través de pasos radiales 38, hasta el ánima 29 del árbol del rotor, y axialmente a través del ánima, hasta otro grupo de pasos radiales 39 en o cerca del extremo exterior del árbol del rotor, a través del que es descargada a una cámara anular estacionaria 40 que se extiende en torno a la circunferencia del árbol. El agua es retirada desde la cámara 40 como se indica en 41 para su recirculación, estando previstos medios obturadores de cualquier tipo adecuado para impedir las fugas de agua. Los pasos radiales 38 y 39 están provistos de forros tubulares 42 de acero inoxidable y el ánima 29 está forrada, similarmente, con un revestimien

404861

14



to tubular 43 del mismo material.

Se verá que en el extremo de descarga del rotor, el forro 43 debe estar unido a cada uno de los forros 42 de los pasos radiales 38 y 39. Como el forro tubular 43 está anclado, así, en ambos extremos, cualquier dilatación diferencial del forro 43 con relación al árbol 28 del rotor dará como resultado tensiones mecánicas extremadamente elevadas aplicadas a los forros 42 y a las uniones entre los forros 42 y 43 ó al propio forro 43. Es necesario, por tanto, proporcionar medios para absorber la dilatación diferencial con el fin de impedir que ocurran estas tensiones mecánicas o esfuerzos excesivos.

De acuerdo con el presente invento, la dilatación térmica diferencial del forro 43, de acero inoxidable, es absorbida por un dispositivo de fuelle 44 interpuesto en el forro 43. Como se muestra más particularmente en la fig. 2, el fuelle 44 tiene un diseño especial y está interpuesto directamente en el forro 43 por soldadura del fuelle en posición como se indica en 45. El dispositivo de fuelle 44 se muestra en el dibujo como consistente en dos secciones separadas con un sección maciza 46 de revestimiento entre ellas, pero esto se reali-

6.7.72

14 JUN



404861

za Únicamente por conveniencia de fabricación y el
fuelle 44 podría ser un fuelle único de longitud ade-
cuada. El dispositivo de fuelle 44 es, preferiblemen-
te, un miembro enterizo mecanizado a partir de una
5 pieza única de tubo de acero inoxidable, como se re-
presenta en el dibujo. Cada sección del fuelle con-
siste en un cierto número de ondulaciones 47 que com-
prenden una serie de partes de pared radial relati-
vamente delgadas o diafragmas, conectadas por sus
10 circunferencias interiores y exteriores para formar
un fuelle. Los diafragmas están dimensionados para
proporcionar suficiente flexibilidad, con el fin de
permitir su flexión de manera que el fuelle pueda
dilatarse y contraerse y permita, así, la dilatación
15 y la contracción axiales del forro de acero inoxidab-
le en el que está insertado.

Se observará que el fuelle 44 difiere de
manera importante respecto de los tipos usuales de
fuelles metálicos. Los fuelles usuales, comercial-
20 mente disponibles, tienen paredes relativamente del-
gadas con el fin de conseguir la flexibilidad desea-
da. Tales paredes delgadas son particularmente sus-
ceptibles de corroerse por el agua caliente que cir-
cula a través del fuelle y son, también, susceptibles
25 a la erosión por partículas metálicas o restos de

14 Jul.



404861

corrosión transportados en el agua que circula a una velocidad relativamente elevada. Tales restos de corrosión tenderían también a quedar recogidos en las ondulaciones de un fuelle usual debido a las

5 fuerzas centrífugas relativamente elevadas a las que son sometidos en el rotor de un gran generador. Además, los fuelles usuales tienen bordes relativamente agudos o estrechos en su superficie exterior, de modo que existiría un contacto esencialmente lineal con la superficie del ánima del

10 árbol y la elevada fuerza centrífuga daría como resultado la generación de presiones excesivas en los cojinetes y posibles fallos del fuelle.

De acuerdo con el presente invento se

15 crea un diseño de fuelle que elimina los problemas antes mencionados de los fuelles usuales. Se verá, a partir de la fig. 2 que, como el fuelle está mecanizado, como antes se ha descrito, a partir de un tubo de acero inoxidable, las superficies

20 exteriores 48 de las ondulaciones del fuelle son, en general cilíndricas y el diafragma puede hacerse lo bastante grueso para resistir la corrosión, pero con suficiente flexibilidad para permitir la dilatación y la contracción del fuelle. Las

25 superficies cilíndricas 48 entran en contacto con

404861

404861



la superficie interior del ánima 29 del árbol en zonas de área sustancial, de manera que no tienen lugar presiones excesivas en los cojinetes, incluso bajo las fuerzas centrífugas relativamente elevadas, debidas a la gran velocidad de rotación del rotor. Un miembro tubular 49, preferiblemente también de acero inoxidable, está previsto en el interior de cada sección del fuelle 44. Cada tubo 49 está soldado al fuelle en un extremo 50, pero no en el otro extremo, de modo que el fuelle puede dilatarse y contraerse libremente sin limitaciones debidas al tubo 49. El tubo 49 se extiende sobre las ondulaciones 47 e impide la posibilidad de cualquier acumulación de residuos de corrosión en las ondulaciones del fuelle, ya que impide el acceso a las ondulaciones y asegura también que el agua que circula a través del fuelle fluirá suave y uniformemente. Una pluralidad de pequeños orificios 51 puede estar prevista a través del tubo 49 para descargar por lavado cualquier agua detenida que pueda tender a acumularse en las ondulaciones del fuelle. El dispositivo de fuelle 44 está insertado directamente en el forro 43, como antes se ha dicho, y los forros radiales 42 de los pasos radiales 38 y 39 es

404861



tán directamente soldados al forro 43. Los extre-
mos del ferro axial 43 están cerrados y obturados
por tapones o tabiques adecuados 53 para impedir
las fugas de agua desde las áreas protegidas del
rotor.

5

Se verá ahora que se ha creado un fo-
rro resistente a la corrosión, para un ánima de
un árbol de un rotor en el que el problema de la
dilatación térmica diferencial se soluciona en for-
ma simple y eficaz por medio de un dispositivo
de fuelle especial. El fuelle está hecho, preferi-
blemente, del mismo material resistente a la co-
rrosión que el forro, de preferencia acero inoxi-
dable, y su diseño es tal que cualquier cantidad
razonable de dilatación térmica del forro puede ser
absorbida por la compresión del fuelle, sin dar
por resultado tensiones excesivas en ningún punto.
Se ha mostrado y descrito una realización particu-
lar del invento con fines ilustrativos, pero resul-
tará evidente que son posibles otras realizaciones
y construcciones equivalentes y todas estas modifi-
caciones y realizaciones caerán dentro del alcance
del invento.

10

15

20

25

404861

14 JUL. 1972



5 La presente solicitud, que corresponde a la
presentada en Estados Unidos de América, el 28 de Ju-
lio de 1971, bajo el Nº 166.684 se acoge a los benefi-
cios del Artículo 51 del vigente Estatuto sobre Propie-
dad 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 siguientes:

20 1.- Un dispositivo de rotor para una máquina
dinamoeléctrica que tiene una parte de cuerpo y partes
de árbol, arrollamientos en la parte de cuerpo que tie-
nen pasos para la circulación de un refrigerante lí-
quido a su través, una cámara de distribución del re-
frigerante en al menos una de las partes de árbol, me-
dios para conectar la cámara a dichos pasos del arro-
llamiento, teniendo dicha parte de árbol un ánima axial
25 central, destinada a permitir la circulación de refrige

11.7.72

- 18 -

404861



5 rante a su través y al menos un paso radial que conecta el ánima a dicha cámara, caracterizado porque está dispuesto en dicha ánima un forro de un material resistente a la corrosión, incluyendo dicho forro al menos un fuelle para permitir su dilatación térmica, teniendo dicho fuelle ondulaciones de sección transversal en general rectangular con superficies exteriores cilíndricas para aplicación con la superficie del ánima.

10 2.- Un dispositivo de rotor según la reivindicación 1, caracterizado porque cada fuelle tiene un tubo interior unido, extendiéndose dicho tubo axialmente más allá de las ondulaciones del fuelle y teniendo una pluralidad de orificios radiales.

15 3.- Un dispositivo de rotor según la reivindicación 1 ó la 2, caracterizado porque está dispuesto otro forro resistente a la corrosión en cada paso radial, estando unidos dichos forros a dicho forro del ánima y estando interpuesto dicho fuelle en el forro del ánima, entre los pasos radiales.

20 4.- Un dispositivo de rotor para una máquina dinamoeléctrica.

25 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.

404861

14 Jul.



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

Madrid, 14 JUL. 1972

P.A.

Alberto de Eizaburu
Por Poder.

11.7.72

EAS.-

- 20 -

404861

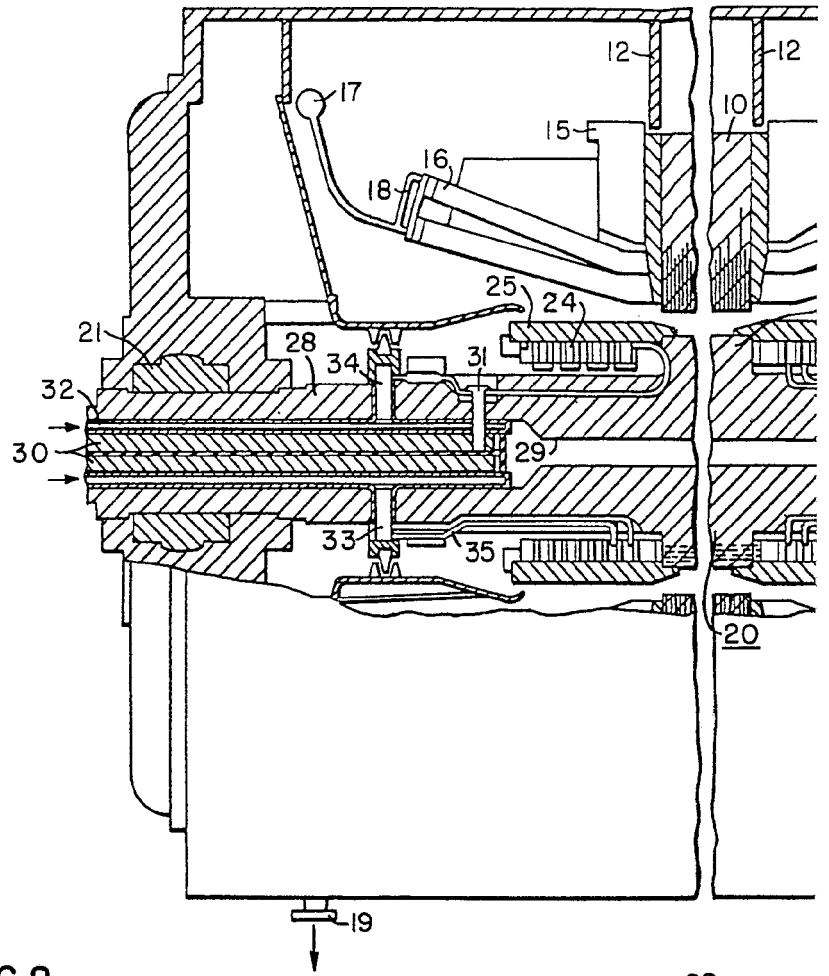
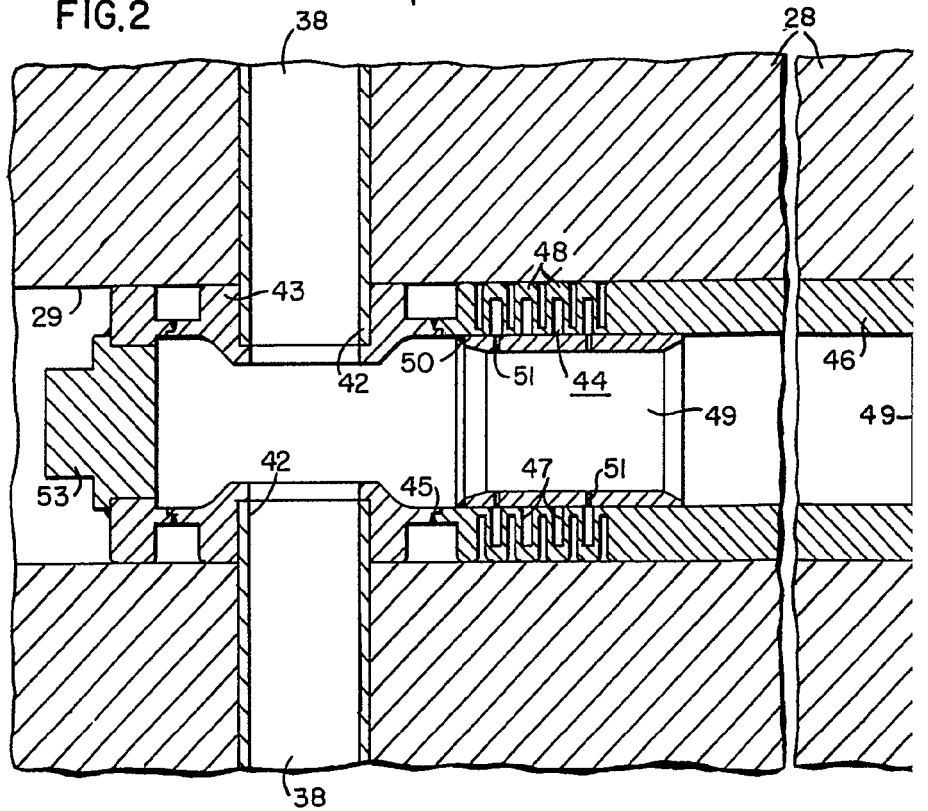


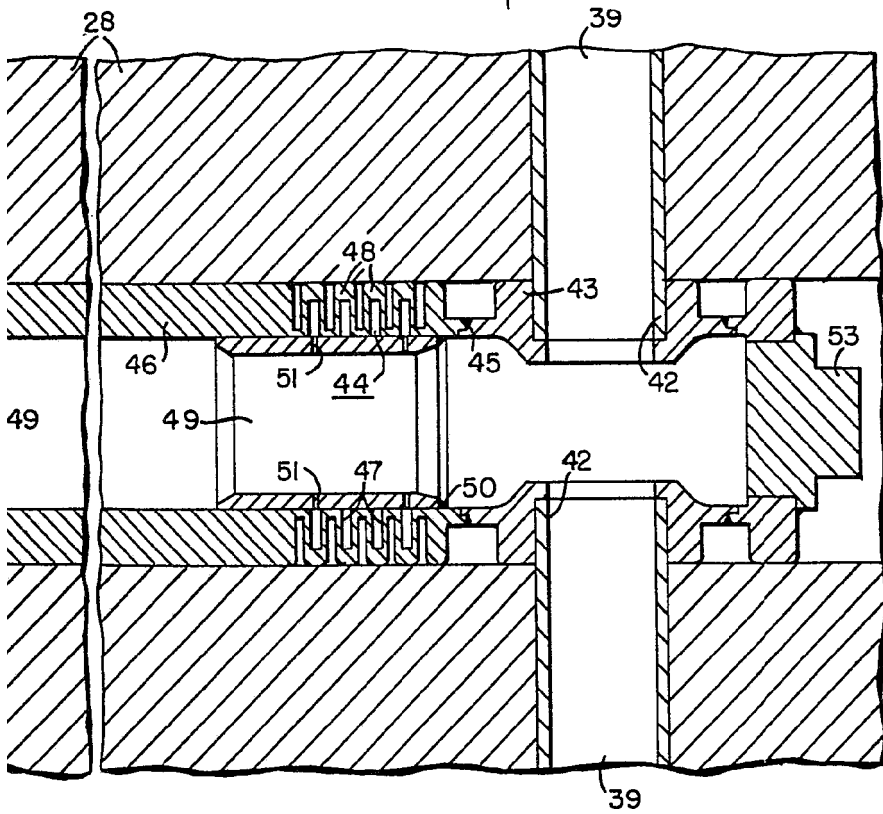
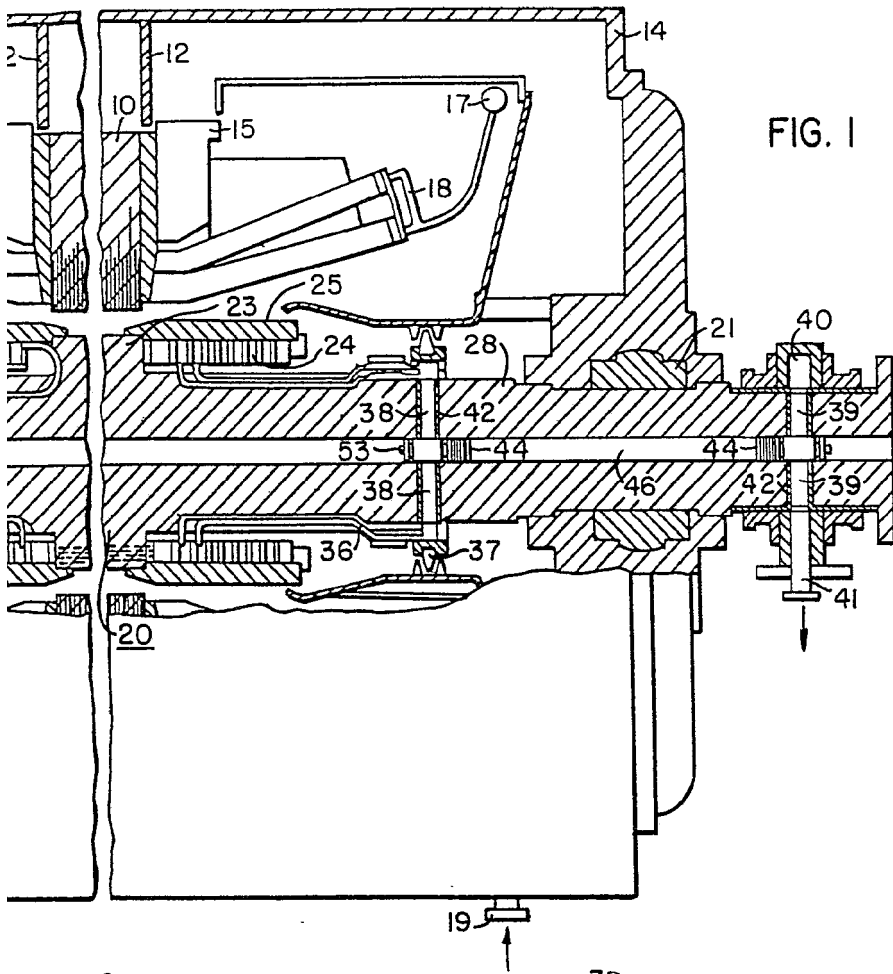
FIG. 2





404861

FIG. 1



Handwritten signature or name.