

MINISTERIO DE INDUSTRIA
REGISTRO DE LA PROPIEDAD INDUSTRIAL



19 ES	11 21 22	NUMERO 448669	10 A1
		FECHA DE PRESENTACION 8.6.76	

P.- 62.773
P 23 38 948.2
Div. I

PATENTE DE INVENCION

30 PRIORIDADES:		
31 NUMERO	32 FECHA	33 PAIS
P 23 38 948.2	1.8.73	Rep.Fed.A1.
47 FECHA DE PUBLICIDAD	51 CLASIFICACION INTERNACIONAL	52 PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
	B29H.F16L	428.802
54 TITULO DE LA INVENCION		
"UN PROCEDIMIENTO PARA LA FABRICACION CONTINUA DE TUBOS FLEXIBLES PARA ALTAS PRESSIONES"		
71 SOLICITANTE (S)		
PAHL'SCHE GUMMI- UND ASBEST-GESELLSCHAFT PAGUAG		
DOMICILIO DEL SOLICITANTE		
Leuchtenberger Kirchweg 101, 4 Düsseldorf-Lohausen, República Federal Alemana		
72 INVENTOR (ES)		
Dr. Karl-Heinz Pahl		
73 TITULAR (ES)		
74 REPRESENTANTE		
D. FERNANDO DE ELZABURU MARQUEZ		

1 El invento se refiere a un procedimiento para la
fabricación continua de tubos flexibles para alta presión,
estructurados a partir de elastómeros y armaduras o inser-
ciones de refuerzo, con un diámetro interior de más de 50
5 mm, estructura unitaria en dirección longitudinal y cualquier
largo que se desee.

Se sabe ya fabricar uniones de gran longitud para
tubos de alta presión por yuxtaposición de un gran número
de piezas individuales. Sin embargo, éstas tienen sólo es-
10 casa longitud individual, y el gran número de armaduras em-
pleadas para la yuxtaposición constituye un punto débil -
inadmisibles y estorba la limpieza del tubo.

Para la explotación de gas natural y petróleo en
terrenos próximos a las costas se necesitan conducciones
15 para el transporte del petróleo o del gas desde los yaci-
mientos situados en el mar a los puntos de consumo, conduc-
ciones que normalmente son de tubo de acero.

En el caso de grandes profundidades y fondo mári-
timo muy quebrado, el empleo de los tubos de acero queda
20 limitado. La elasticidad y la capacidad de flexión de los
tubos de acero no son suficientes en el caso de fuertes di-
ferencias de nivel. Además, el montaje de conducciones de
tubos de acero a grandes profundidades marinas resulta dí-
fícil por la longitud finita de los distintos tubos de ace-
25 ro de 12 a 18 metros, a causa de las muchas costuras solda-
das. En el caso de las grandes profundidades marinas exis-
te, además, el peligro de que la gran presión hidrostática
deforme los tubos de acero durante su tendido, haciéndolo
ya de forma permanente. Los gruesos de pared, por consi-
30 guiente, deben dimensionarse en consecuencia. Para el -

1 transporte de los tubos de acero a las zonas de tendido debe disponerse de gran espacio de fletamento. Por estas razones, los conductos de tubo de acero sólo se han tendido hasta ahora en aguas relativamente someras, con profundidades marinas de hasta unos 200 metros.

5 Para salvar grandes profundidades marinas son apropiados grandes tubos de elastómero que se construyen a semejanza de los tubos flexibles de alta presión. Tales tubos flexibles se emplean en la técnica de la alta presión para
10 contener elevadas presiones internas con diámetros relativamente pequeños y longitudes cortas. Las condiciones técnicas que han de tenerse en cuenta en el caso de una conducción submarina para grandes profundidades no pueden satisfacerse, sin embargo, con las construcciones de tubo flexible conocidas hasta ahora. En primer lugar, naturalmente,
15 para la construcción de los tubos deben elegirse materiales que sean resistentes al agua de mar. Las propias superficies exteriores de los tubos, incluso después de un uso de muchos años, no deberían resultar atacadas por el agua de
20 mar. Además, la superficie debe prepararse de modo que pueda limitarse ampliamente el depósito de animales marinos. Para salvar bajos fondos escarpados es necesario, incluso en el caso de grandes diámetros de los tubos, situados dentro del orden de 300 a 1000 mm, prever longitudes de muchos
25 km. Es de gran importancia emplear longitudes de secciones individuales de tubo lo mayores que sea posible, con el fin de disminuir en la medida técnicamente factible el número de costuras entre los extremos de los tubos.

30 Pero este objetivo sólo puede conseguirse si, al mismo tiempo, se solucionan los problemas del transporte que

1 se presentan en el caso de diámetros grandes y largos recorridos. Un tubo dentro del citado margen de diámetros no puede transportarse con los medios usuales en estado recto y con una longitud individual de, por ejemplo, 100 metros.

5 Por consiguiente, debe enrollarse en la forma conocida para las mangueras. En el caso de los grandes diámetros de tubo deseados, con las construcciones de tubo hasta ahora conocidas, el diámetro necesario de tambor de enrollamiento llegaría a adquirir unas dimensiones que le harían también inapropiado para el transporte.

10

Los procedimientos conocidos para la fabricación de tubos flexibles de alta presión a partir de materiales compuestos, con material portador elástico, pueden dividirse, en principio, en procedimientos de fabricación con y sin mandril.

15

En el procedimiento de fabricación con mandril, los distintos materiales componentes del tubo, por ejemplo, alma, armadura de refuerzo y cubierta, se aplican individualmente sobre un mandril de longitud finita que sirve como núcleo conformador. La longitud del mandril viene limitada por razones de las más fácil "posibilidad de retirada" y asciende, por lo general, a 20-40 metros. En el caso de una fabricación discontinua se emplea por lo común, para pequeños diámetros del tubo, un mandril de acero macizo y, en el caso de diámetros mayores, por causa de un manejo más sencillo, un tubo de aluminio (Memoria de la patente alemana No. 521.226).

20

25

El procedimiento sin mandril permite, hasta ahora como único procedimiento, una fabricación continua de secciones de tubo de cualquier longitud, puesto que, en este

30

1 caso, resulta superflua la limitación de longitud por la re-
tirada. La construcción del tubo en la fase de fabricación
se realiza en este caso sobre un fluido ligeramente compri-
5 mado, aire por lo general. La fijación de las dimensiones
del tubo se consigue en este procedimiento sobre el diáme-
tro exterior; por ejemplo, antes del calentamiento se apli-
ca una camisa de plomo que se retira de nuevo continuamente
después del calentamiento. A diferencia del procedimiento
con mandril, la exactitud del diámetro interior depende mu-
10 cho entonces de los parámetros del material y de la máqui-
na. Además, los procedimientos sin mandril conocidos en la
actualidad sólo pueden utilizarse económicamente en el caso
de grandes series de tubos y pequeñas dimensiones de los
mismos (Revista "Kautschuck und Gummi", Febrero de 1963; DK
15 678.06: 621.643.3).

Para la fabricación de tubos flexibles para alta
presión de dimensiones grandes y muy grandes, se empleó has-
ta ahora, exclusivamente, el procedimiento con mandril. La
razón de ello ha de verse, no sólo en la exigida constancia
20 del diámetro interior, sino en dos hechos esenciales: la ar-
madura metálica o textil necesaria para la estructura del
tubo debe confeccionarse bajo tensión lo que, en el caso
del procedimiento sin mandril, con grandes luces del tubo,
conduciría a una estrangulación inadmisibile del alma. En
25 tales casos no resulta posible un aumento de la presión del
aire de sostén ya que resultaría de ello una deformación
adicional del alma, si bien dirigida en otro sentido. Por
otra parte, el encamisado con plomo durante el calentamien-
to conduciría a costos de fabricación que ya no serían so-
30 portables desde el punto de vista económico.

1 El invento se propone resolver el problema de poner a disposición de los usuarios tubos flexibles para alta presión, hechos a partir de materiales compuestos, con material portador elástico, en grandes longitudes. Un problema especialmente considerado por el invento es la producción de tubos flexibles de grandes dimensiones que puedan tenderse en calidad de oleoductos flexibles de una manera técnicamente sencilla con instalaciones que pueden montarse también en barcos.

10 Estos problemas se resuelven de acuerdo con el invento por medio de tubos flexibles para alta presión estructurados a partir de elastómeros o insercciones o armaduras de refuerzo, con una luz de más de 50 mm, que se caracterizan por una estructura unitaria y una longitud cualquiera de, por lo menos, 100 metros.

15 Los tubos flexibles para alta presión de acuerdo con el invento pueden tener una armadura que posea estabilidad de forma incluso bajo una elevada presión exterior. Según una forma de ejecución preferida, son compresibles de modo reversible bajo la presión exterior, deformándose su sección transversal por lo menos hasta un óvalo plano.

20 Los tubos flexibles para alta presión de acuerdo con el invento pueden tener, con sección transversal no circular, un eje de inercia principal, con lo cual, al ser comprimidos, se les da un plano de doblez definido y se evitan las torsiones.

25 Los tubos flexibles para alta presión de acuerdo con el invento pueden tener uno o más portadores a tracción que discurren en dirección longitudinal, para absorber las fuerzas longitudinales. Estos portadores, con preferencia,

30

1 están situados sobre el eje de inercia principal. En la zo
na de los engrosamientos situados sobre el eje de inercia
principal, el tubo flexible para alta presión de acuerdo con
el invento, en una forma de ejecución preferida, tiene en-
5 trantes distanciados.

Según otra forma de ejecución preferida, los ex-
tremos de los tubos flexibles tienen engrosamientos de mate-
rial para la fijación de herrajes de conexión sin que resul-
te menoscabada la resistencia. El tubo para alta presión
10 de acuerdo con el invento está estructurado, con preferencia,
de modo que la permeabilidad del material empleado para su
construcción aumente desde dentro hacia fuera respecto a -
los componentes que le son perjudiciales contenidos en el
material transportado.

15 El procedimiento de acuerdo con el invento para
la fabricación continua de tubos flexibles para alta pre-
sión se caracteriza porque la construcción del tubo se hace
sobre un mandril estacionario sobre el cual el tubo es reti-
rado por rodadura o deslizamiento en el sentido de la pro-
20 ducción.

Según una forma de ejecución preferida, el mandril
estacionario está hecho en su totalidad o en parte como man-
dril de rodillos que gira en torno a su eje longitudinal.
En otra variante del procedimiento de acuerdo con el inven-
25 to, el mandril estacionario está hecho en su totalidad o en
parte como soporte hidrostático o aerostático. El mandril
estacionario empleado en el procedimiento de acuerdo con el
invento puede llevar en toda su superficie una o más cintas
sin fin de un material elástico a la flexión y resistente al
30 calor, accionadas desde el exterior, o que son hechas girar

1 por arrastre por el tubo en el sentido de la producción.
Otras formas preferidas de realización podrán desprenderse
de la descripción que sigue.

5 En el procedimiento de acuerdo con el invento, el
tubo es fabricado sobre un mandril estacionario cuya super-
ficie es arrastrada en la dirección de la producción con el
menor rozamiento posible por el tubo construído sobre él.
Tal mandril es un componente fijo de la máquina de fabricar
10 los tubos propiamente dicha y, por tanto, sólo está presen-
te al comienzo de la sección de producción hasta, eventual-
mente, la zona de calentamiento. De acuerdo con la forma
de ejecución, puede consistir en una o más secciones parcia-
les, de tal modo que los segmentos del mandril, vistos en
el sentido de la producción, estén firmemente unidos entre
15 sí y sólo estén presentes allí donde por aplicación de una
nueva capa de material sobre el tubo, en especial, por tan-
to, de una capa arrollada de cordoncillo o, también, la hé-
lice de calentamiento, deba mantener el equilibrio con una
presión dirigida desde el extremo exterior sobre el inte-
rior del tubo con el fin de oponerse a una deformación de
20 la sección transversal circular.

El procedimiento de acuerdo con el invento puede
llevarse a cabo en tres variantes principales:

a) con un mandril de rodillos según la fig. 1.

25 El alma de tubo 2 que abandona el extrusor 1 es
mantenida con forma circular gracias a una ligera sobrepre-
sión de aire en su interior 3 y mantenida también lo más
fría posible hasta la siguiente operación. Con una veloci-
dad constante v llega a la primera máquina 4 de recubrimien-
to, donde es envuelta con una capa de hilo trenzado o en -
30

1 forma de cordoncillo o con alambre. Estas capas de hilo
deben ejecutarse, en el caso de un tubo para altas presio-
nes, con extraordinaria exactitud y de forma reproducible,
por lo que hay que evitar una estrangulación del alma blan-
5 da e inestable en todas las circunstancias.

Esto puede lograrse de acuerdo con el invento por
medio de una corona de rodillos 5 que, ventajosamente, gi-
ra en sentido contrario al de la máquina recubridora, 4. La
corona de rodillos 5 consistió en un número lo mayor posible
10 de rodillos ligeramente abombados 6 cuyo eje de giro tiene
una posición inclinada variable respecto al eje geométrico
del tubo. Con una posición inclinada determinada de los
rodillos 6 y una velocidad v de retirada del tubo flexible,
el número de revoluciones n de la corona de rodillos 5 se
15 ajusta de manera que los rodillos 6 rueden en forma helicoi-
dal contra la superficie interior del alma tubular 2.

El diámetro D_1 del círculo de rodadura es asimis-
mo variable para poder llevar a cabo con el mismo mandril
de rodillos un programa lo más amplio posible de tubos. De
20 este modo, también puede corregirse durante la fabricación
el diámetro interior D_2 del tubo flexible.

Si en la segunda máquina recubridora 7 se necesi-
ta también un mandril de apoyo, éste puede hacerse girar en
contra del primero por medio de un árbol de accionamiento
flexible 8.
25

Después de la aplicación de dos capas de envolvi-
miento textil o de alambre, el tubo flexible en proceso de
construcción es ya tan resistente a la presión que basta
una sobrepresión en el interior 9 del tubo de varias atmós-
30 feras para su apoyo posterior. Este agente de presión, ven

1 tajosamente, tiene la temperatura necesaria para el calen-
tamiento posterior del tubo flexible.

5 Para conseguir una obturación entre las secciones
3 y 9 del interior del tubo, está fijada a rotación en la
última corona de rodillos 5 una junta deslizante 10.

10 En los casos en los cuales al momento de giro -
transmitido al tubo 2 por la recubridora 4 o 7 no se le -
equilibre por un momento antagonista de igual magnitud me-
diante el mandril de rodillos 5, debe preverse un seguro
contra giro, 11, para evitar una torsión del tubo flexible
2 y una posición inexacta de la capa de hilos. Este segu-
ro contra giro es, ventajosamente, una unión con cierre de
forma entre la superficie del tubo y varios rodillos estria-
dos que ruedan sobre el tubo o de cuchillas que muerden en
15 él. El punto de ataque de la fuerza del seguro contra giro
debería estar situado lo más cerca posible del punto de in-
cidencia del hilo.

b) con un mandril hidrostático o aerostático según la fig.
2.

20 El alma tubular 2 extruída y enfriada es protegi-
da contra un aplastamiento en uno o más puntos de acción
de fuerzas exteriores por medio de un mandril de apoyo 13
estacionario o, eventualmente, giratorio en torno a su eje.
Para impedir un contacto entre el alma tubular 2 y la su-
25 perficie del mandril, debe mantenerse entre ambas un inters-
ticio 15 lleno de un medio de sostén 14. Este medio de sos-
tén circula a presión por un tubo de alimentación 15a, ca-
pilares 16, a una pluralidad de cavidades de sostén 17 y
se expande desde allí a través del intersticio anular 15 al
30 interior del tubo, 3, desde donde es devuelto al generador

1 de presión a través de ánimas de retorno 18.

Análogamente a lo que ocurre en el procedimiento a), en todos los casos en que la sección transversal del tubo no posea suficiente estabilidad de forma, debe emplearse un soporte de apoyo 19 exterior adicional. Convenientemente, éste puede hacerse como soporte aerostático, ya que una película de líquido entre el alma 2 y la armadura 20 es inadmisibles para la calidad del tubo. De este modo, el tubo 2 se desliza con poca fricción y con velocidad constante y entre los dos apoyos estacionarios 13 y 19. El apoyo exterior 19 forma convenientemente parte del porta-bobinas 12 de la máquina recubridora, 4 y 7, y tiene en su lado delantero ánimas de guía 21 como paso para el hilo. De esta manera puede realizarse también sobre el lado exterior del tubo un envolvimiento de apoyo, cerrado por todos los lados salvo el punto de incidencia del hilo.

c) por un mandril estacionario 23 que actúa como calibre, según la fig. 3, sobre cuya superficie se deslizan con poca fricción una pluralidad de cintas flexibles 24 sin fin - arrastradas por el tubo 2, en el sentido de la producción. Es condición previa para esto que el valor del rozamiento entre el lado interior del alma 2 y el lado exterior de las cintas 24 sea considerablemente mayor que el valor del rozamiento entre las cintas 24 y el mandril 23. Si el rozamiento de deslizamiento en ciertos casos de la producción, a pesar de ello, fuera todavía demasiado alto, entonces las cintas pueden ser accionadas adicionalmente por medio de un dispositivo 25 con la velocidad de retirada v del tubo flexible. En especial en el caso de pequeños diámetros interiores del tubo, resulta difícil el montaje de un dispositi

1 vo de accionamiento apropiado en el interior del mandril
por razones de escasez de espacio.

5 En estos casos, el grupo de accionamiento 25 pue-
de desplazarse también hacia fuera (véase la fig. 4). Tal
disposición es además ventajosa cuando el alma del tubo no
está extruída, sino enrollada a partir de tiras 26.

10 La ejecución de las cintas sin fin 24 es de clase
distinta y está adaptada a las exigencias impuestas a la
ausencia de estrías del alma tubular. La fig. 5 muestra
una sección transversal a lo largo de A-B a través del man-
dril de la fig. 3 o de la fig. 4. La superficie 23 del -
mandril tiene una pluralidad de cintas sin fin que son rí-
gidas en la dirección longitudinal y tan flexibles en torno
15 a su línea central, sin embargo, que puedan adaptarse fácil-
mente a la curvatura del mandril. Las cintas, en los can-
tos de junta 27 laterales, están hechas de modo que al ac-
tuar una fuerza exterior se apliquen íntimamente. En su
cara inferior tienen nervios de guía 29 que discurren en
la dirección longitudinal y que se adaptan en entrantes de
20 forma correspondiente 30 de la superficie del mandril 23
para, de este modo, impedir un desplazamiento lateral de
las cintas al actuar un momento de torsión M_t . Asimismo,
las escotaduras 31 pueden estar situadas también en la cara
inferior de las cintas y correr sobre nervios de guía co-
rrespondientes 32 de la superficie del mandril (fig. 7).
25 Para rebajar el valor de rozamiento entre las cintas 24 y
el mandril 23 es posible la alimentación de un lubricante
a través de taladros.

30 En el caso de cintas 24 no metálicas resultan -
ventajosos uno o más portadores de tracción, por ejemplo,

1 de cordoncillo de acero, que discurren en dirección longi-
tudinal dentro de la sección transversal.

5 En los casos en que el tubo flexible, después de
su fabricación, es rodeado con una hélice de caldeo, para
ejercer durante el calentamiento una presión exterior sobre
la sección transversal del tubo para conseguir una mejor
calidad, esta presión puede aumentarse todavía por el hecho
10 de que el interior 33 de las cintas 24 está lleno de gas o
de líquido. En este caso, las cintas 24 deben hacerse de
un material elástico que permita un aumento deseado del -
grueso de la cinta al expandirse por el calor el relleno
de las cintas.

15 Incluso en el caso de una obturación tan buena de
las cintas 24 en los cantos 27 no puede evitarse por comple-
to que estos cantos dejen una huella en forma de estría en
la cara interior del tubo terminado. Sin embargo, con el
fin de reducir el número de las estrías y, de este modo, la
resistencia a la circulación al usar el tubo, el número de
las cintas arrastradas junto a la superficie del mandril
20 debe mantenerse tan pequeño como sea posible y, en el caso
extremo, asciende a una (fig. 6 y 7). Para facilitar la
inversión de la dirección de la cinta sin fin en los extre-
mos del mandril 23, la cinta puede tener en su totalidad
(fig. 6) o sólo en ciertas partes (fig. 7) un pequeño espe-
25 sor, de modo que su sección circular en la superficie del
mandril pueda doblarse fácilmente en el extremo del mandril
y correr en retorno de este modo en el interior del mandril.

30 Para fijar toda la disposición de mandril 23 en
la dirección de retirada del tubo, el mandril debe estar -
unido mediante puentes 35 con un soporte de mandril 22. Co-

1 mo la cinta 24, en su recorrido a través del interior del mandril, debe circundar a estos puentes, su sección transversal circular está interrumpida en al menos un punto, 36.

5 Esto podría incluso suprimirse si se consigue fijar el mandril 23 en su posición axial (fig. 6) sin retención mecánica 22,35 mediante un potente campo magnético que actúe sobre él desde dentro (36) y/o desde fuera (37). Un tubo fabricado de este modo estaría absolutamente exento de estrías en su interior y no podría diferenciarse a este
10 respecto de un tubo convencional fabricado sobre mandril.

También es necesaria una retención axial del mandril sin soporte 22 en los casos en que el alma del tubo 27 es fabricada en una operación separada (fig. 8). El alma 2, que se desenrolla de un tambor 39, recorre la zona de fabricación, 40, y de caldeo, 41. El tubo terminado es enfriado y, a continuación, enrollado sobre el tambor 42.

15 Para poder también en este caso trabajar sin mandril en una fabricación casi continua, la pieza tubular 23 que lleva las cintas sin fin 24 debe retenerse sin atornillamiento fijo con la máquina de hacer tubos en la dirección axial. Esto puede conseguirse magnéticamente (fig. 6) o hidráulicamente (fig. 8) con cierre de fuerza. En el caso de la retención hidráulica del mandril, los extremos del mandril llevan por medio de los puentes 35 y el soporte 21 superficies de pistón A_0 y A_1 (43), que provocan una obturación entre sí de los espacios interiores del tubo 44 y
20 45.

25 Las presiones de gas o de líquido en estos espacios están en comunicación entre sí por medio de una regulación, de modo que la fuerza $P_1 A_1 - P_0 A_0$ resultante de los
30

1 productos de la presión y la superficie de pistón mantenga
equilibrio en todo momento con la fuerza de rozamiento R
que actúa entre las cintas 24 y el mandril 23. La posición
axial del mandril 23 puede averiguarse según los métodos co
5 nocidos del examen de materiales sin destrucción, por ejem-
plo, por medio de rayos X y, en el caso de una alteración,
corregirse por medio de la regulación de la presión diferen
cial antes descrita.

10 Como el alma no armada 2, por lo común, no puede
resistir sin una deformación inadmisibile una gran presión
interior en la sección 44, ésta puede ponerse también a la
presión atmosférica, con lo cual se suprime la superficie
de pistón delantera A_0 .

15 En muchos casos puede resultar muy ventajoso combi
nar entre sí los procedimientos a), b) y c) descritos. Por
ejemplo, en el caso de un tubo flexible cuyo primer refuer-
zo fué aplicado según el procedimiento c), la sección trans
versal del tubo es ya tan estable que en el curso de la fa-
bricación las capas siguientes pueden aplicarse según el
20 procedimiento b) o, en ciertos casos, incluso empleando só-
lo un relleno de gas o de líquido en el interior del tubo;
así, éste puede realizarse fácilmente, con la condición pre
via de una separación de los medios con ayuda de una o más
juntas apropiadas 10.

25 En cada uno de los procedimientos a) a c) es po-
sible que, a pesar de las medidas descritas, se ejerza un
momento de giro demasiado grande sobre la sección transver-
sal del tubo, en especial por la aplicación de las diversas
armaduras de refuerzo y la acción de fuerzas exteriores a
30 ella inherente en un sentido tangencial al diámetro exterior

1 del tubo en cada caso. Es misión del dispositivo represen-
tado en la fig. 9 anular ampliamente este momento de giro
por uno de magnitud aproximadamente igual, pero dirigido en
sentido opuesto, y transformar las perturbadoras fuerzas ex-
5 teriores en fuerzas interiores.

Esto se consigue en esencia por el hecho de que una
cinta sin fin y flexible 48 que incide con el mismo sentido
cerca del hilo, o con él, o con el conjunto 47 consistente
en varios hilos o alambres, toma a su cargo por cierre de
10 fricción una cierta parte de la tensión de incidencia del hi-
lo. Este efecto es hecho posible por una superficie áspera
de la cinta 48, por una parte, así como por la velocidad re-
lativa entre 47 y 48 en razón de su diferente diámetro de
enrollamiento sobre el alma 2 del tubo. Como se representa
15 en la sección C-D de la fig. 9, la cinta 48 sin fin que gira
con la velocidad w genera una fuerza S_1 que ataca como fuer-
za de tracción tangencial en el alma 2 del tubo y ejerce so-
bre ésta un momento de giro M_{t1} . Si por accionamiento o, res-
pectivamente, por frenado del sistema de rodillos de inver-
20 sión 49-52 la fuerza de desenrollamiento S_2 de la cinta 48
se mantiene igual a la fuerza de incidencia S_1 , entonces tam-
bién el momento de giro M_{t2} producido con ello es igual a M_{t1}
y las fuerzas exteriores de la cinta que atacan dan como re-
sultado un estrechamiento de la parte de cinta 53 enrollada
25 en hélice sobre el tubo y una fuerza de aplicación R que no
genera momento de giro alguno.

Con esta fuerza de reacción estática R es mantenido
el equilibrio por el mandril estacionario según las ejecucio-
nes a) a c).

30 Si deben emplearse grandes tubos de polímeros ele-

1 vados en zonas marinas profundas, entonces el montaje de los
conductos se realiza sin presión. La presión para el trans-
porte de gas natural y petróleo, de un valor de unas 55 a 75
atm. man. sólo puede aplicarse después de terminado todo el
5 sistema de conducciones. Hasta el momento de la puesta en
funcionamiento actúa plenamente la presión hidrostática del
agua. Las partes de conducción conservan, pues, la forma
ovalada plana mencionada para el transporte. La forma cir-
cular sólo aparece cuando se alcance la presión final desea-
10 da en la profundidad marina deseada. Para evitar una tor-
sión del tubo mientras está aplastado, el tubo puede tener
una sección circular (fig. 10) que se aparte de la forma
circular. Mediante engrosamientos 57 puede incorporarse -
por vulcanización un eje principal de inercia x-x que le con-
15 fiere al tubo, al comprimirse, un plano de plegado defini-
do. Los portadores de tracción longitudinales 56 se tien-
den con preferencia en este plano.

En el caso de un tendido flotante de tal oleoducto
en grandes profundidades marinas, el empuje ascensional del
20 tubo debe compensarse mediante contrapesos. Para aplicar es-
tos contrapesos o para impedir su desplazamiento en direc-
ción longitudinal, el tubo tiene entrantes distanciados, 58.

En el tendido de los mencionados conductos flexi-
bles en grandes profundidades marinas es económico dimen-
25 sionar la sección transversal, no a la vista de la presión
interior de funcionamiento absoluta deseada, sino diseñar-
la sólo para la diferencia de presiones reinante. Así, por
ejemplo, basta un tubo de por lo menos 20 kp/cm^2 de resis-
tencia nominal a la presión en el caso de una presión inte-
30 rior de servicio de 70 kp/cm^2 para la parte de la conduc-

1 ción situada más profunda que los 500 m en el mar. La presión hidrostática del agua que actúa desde el exterior en el tendido del tubo en estado sin presión y que asciende a unos 50 kp/cm² deforma el tubo diseñado para sólo 20 kp/cm²
5 de presión nominal entonces en medida mayor de lo que debe considerarse en la construcción del tubo; pero en cambio pueden transportarse mayores largos individuales sobre el mismo tambor al lugar de tendido.

10 De acuerdo con el invento, las armaduras de alambre de acero u otras se empotran, por ejemplo, en goma, de modo que los distintos elementos de refuerzo en las mencionadas deformaciones desde la forma ovalada plana a la forma circular y a la inversa no se deformen de manera permanente.

15 Para ello, el espesor de pared del alma tubular debe mantenerse tan grueso que, incluso en el caso de deformaciones extremas de la sección transversal, no pueda rebasarse el radio admisible de curvatura o flexión de los elementos de refuerzo empleados.

20 Gracias al procedimiento de acuerdo con el invento se combinan las ventajas del procedimiento con mandril, en especial la absorción de fuerzas de deformación relativamente grandes durante el procedimiento de fabricación, fijación exacta del diámetro interior, acabado económico y flexible incluso de pequeños lotes, con las ventajas del
25 procedimiento sin mandril que permiten en especial la fabricación de longitudes cualesquiera de tubos.

30 Con el procedimiento de acuerdo con el invento es posible ahora fabricar un tubo flexible para alta presión con cualquier estructura, con sección transversal preponde-

1 rante, pero no necesariamente, circular, de una manera con-
tínua, en grandes cantidades y conseguir entonces las mis-
mas características de calidad de un tubo fabricado sobre
mandril.

5 Pero también puede conseguirse, de acuerdo con el
invento, que los tubos flexibles puedan enrollarse sobre tan-
bores en forma ovalada plana, o sea, en una forma a modo de
correa de transmisión, sin que se deforme de una manera per-
manente su estructura interior, en especial la armadura de
10 alambres de acero. Esto permite el transporte racional de
tubos para presión de longitudes individuales muy grandes.

15 REIVINDICACIONES

20 Los puntos de invención propia y nueva que se pre-
sentan para que sean objeto de esta solicitud de Patente de
Invención en España, por VEINTE años, son los que se reco-
gen en las reivindicaciones siguientes:

25 1ª.- Un procedimiento para la fabricación conti-
nua de tubos flexibles para altas presiones, caracterizado
porque la construcción del tubo se realiza sobre un mandril
estacionario sobre el cual el tubo es retirado con poco ro-
zamiento, por rodamiento o por deslizamiento, en el sentido
30 de la producción.

1 2^a.- Un procedimiento según la reivindicación 1^a,
caracterizado porque el mandril estacionario está hecho to-
tal o parcialmente como mandril de rodillos que gira en tor-
no a su eje longitudinal.

5 3^a.- Un procedimiento según la reivindicación 1^a,
caracterizado porque el mandril estacionario está hecho to-
tal o parcialmente como soporte hidrostático o aerostático.

10 4^a.- Un procedimiento según la reivindicación 1^a,
caracterizado porque el mandril estacionario lleva en toda
su superficie una o más cintas sin fin hechas de un mate-
rial elástico a la flexión y resistente al calor, que son
accionadas desde el exterior o que giran arrastradas por
el tubo en el sentido de la producción.

15 5^a.- Un procedimiento según las reivindicaciones
1^a a 4^a, caracterizado porque el mandril estacionario lle-
ga hasta la zona de caldeo o vulcanización.

20 6^a.- Un procedimiento según las reivindicaciones
4^a y 5^a, caracterizado porque las cintas sin fin arrastra-
das son huecas y están rellenas con un líquido de bajo pun-
to de ebullición.

25 7^a.- Un procedimiento según las reivindicaciones
1^a a 6^a, caracterizado porque, mirando en el sentido de la
producción, se emplean una tras otra diferentes ejecucio-
nes de mandril.

30 8^a.- Un procedimiento según las reivindicaciones
1^a a 7^a, caracterizado porque si se dispone de un alma tu-
bular prefabricada, con vulcanización iniciada o ya termi-
nada, de longitud finita, al comienzo del trayecto de fa-
bricación, el mandril estacionario es fijado en su posición
axial por el hecho de que, por medio de una regulación de

1 la presión diferencial, que actúa sobre sendos pistones uni-
dos rígidamente con el mandril, es ejercida una fuerza de
magnitud regulable.

5 9ª.- Un procedimiento según las reivindicaciones
1ª a 8ª, caracterizado porque una o más cintas sin fin son
enrolladas sobre el tubo, y desenrolladas de nuevo, de modo
que se evite en la fase de la construcción una torsión del
tubo causada por su fabricación.

10 10ª.- Un procedimiento para la fabricación conti-
nua de tubos flexibles para altas presiones.

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

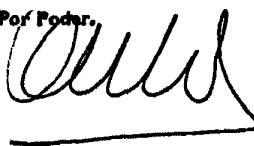
15 Esta Memoria consta de veintiuna hojas escritas
a máquina por una sola cara.

Madrid, 08 JUN 1976

P.A.

Fernando de Elizaburu

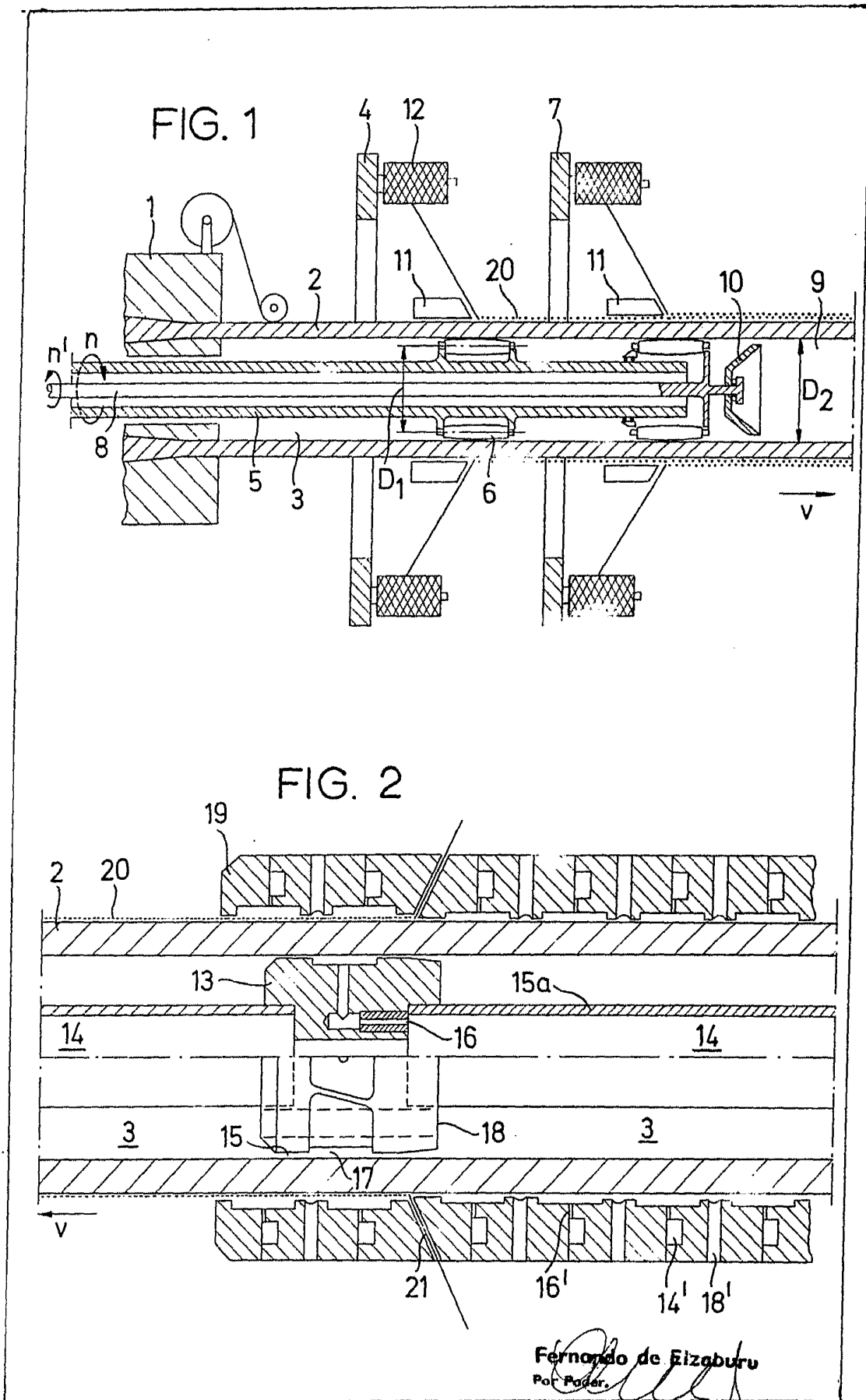
Por Poder.

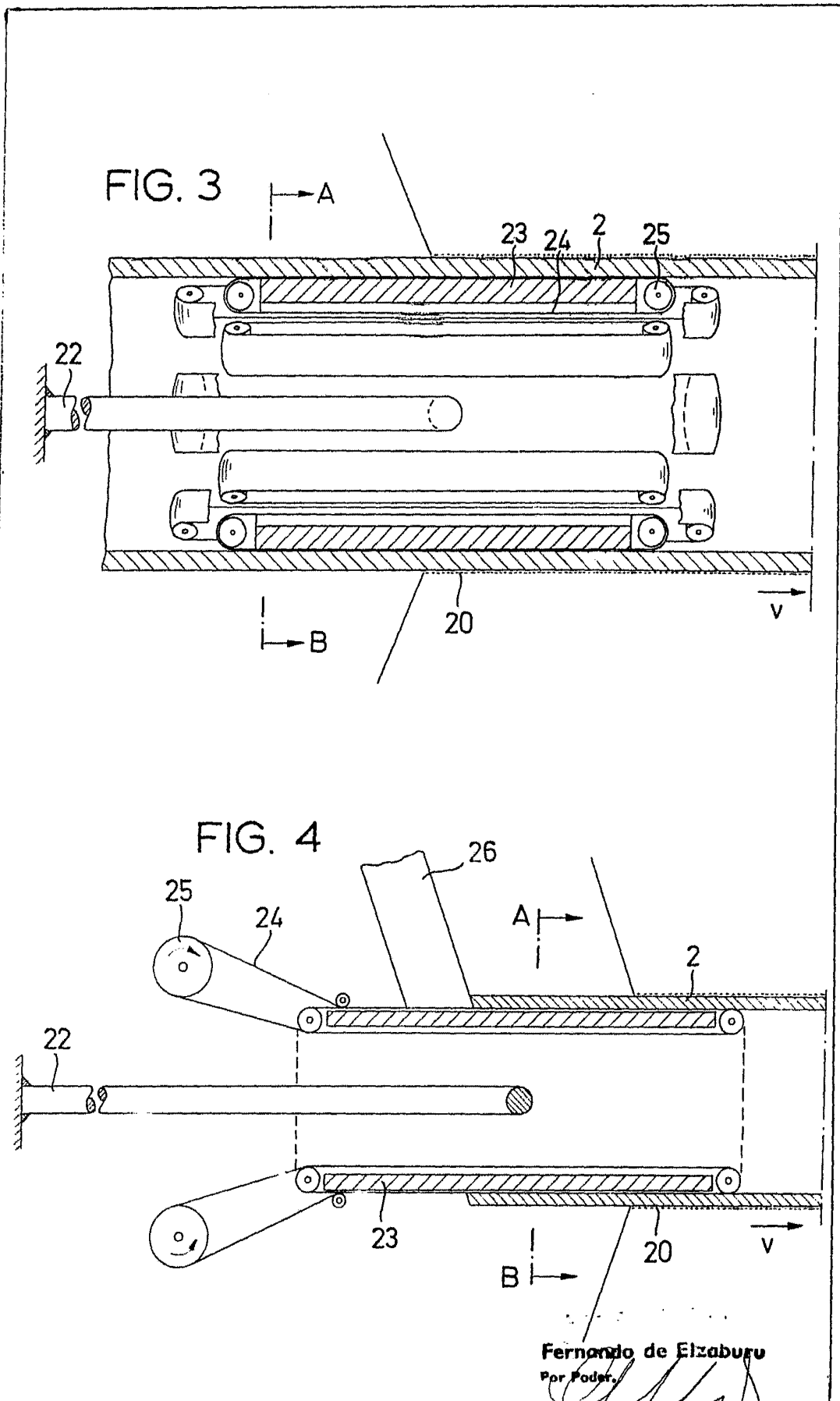


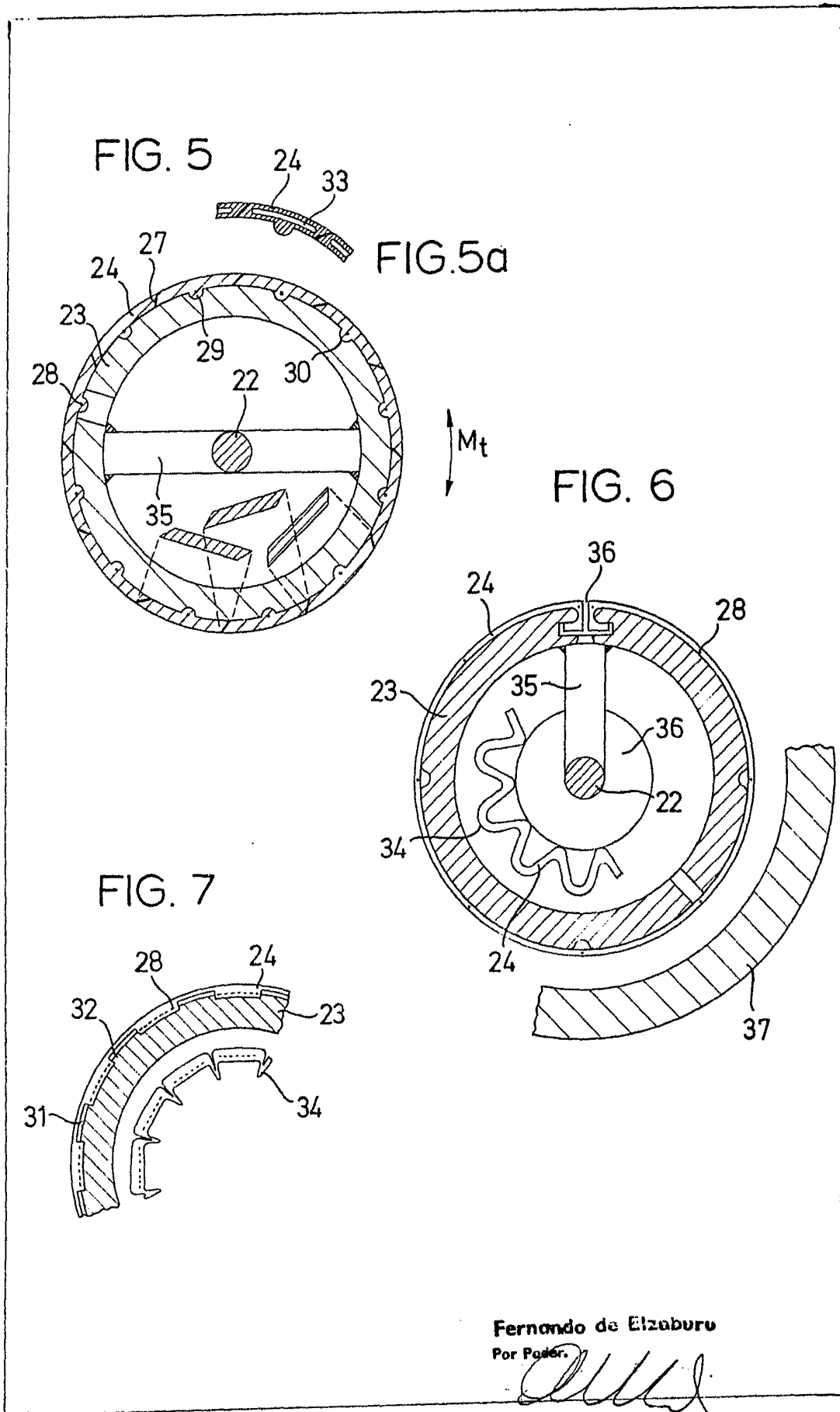
20

25

30







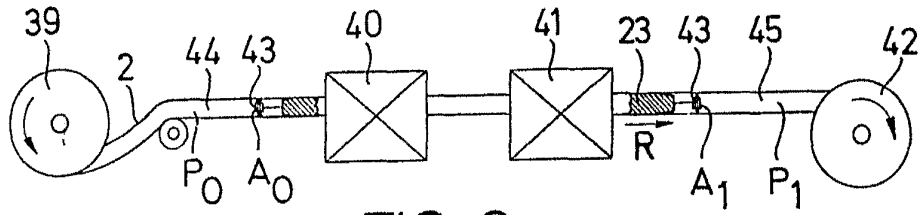


FIG. 8

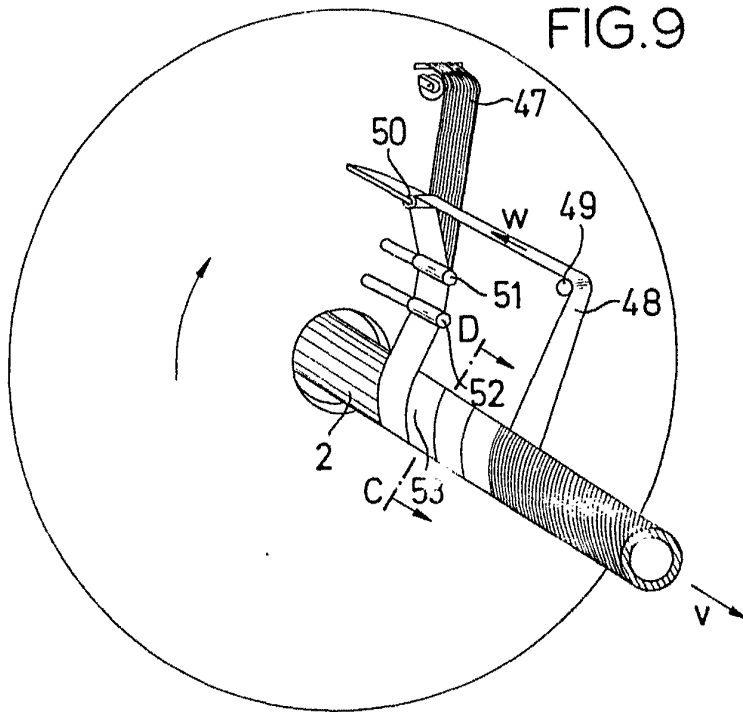


FIG. 9

FIG. 9a

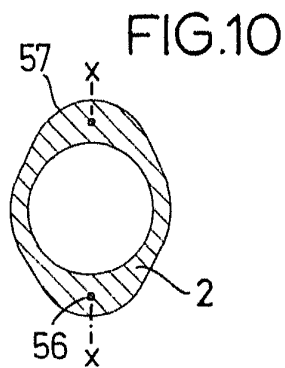
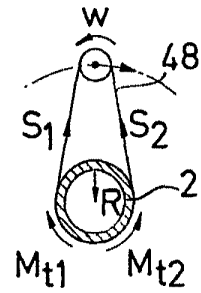


FIG. 10

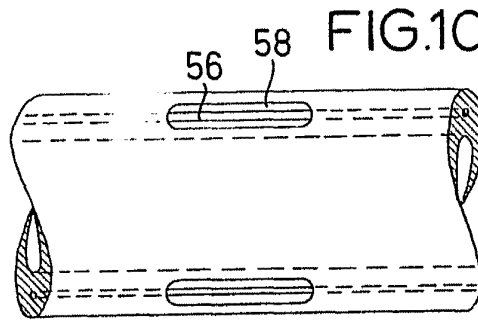


FIG. 10a

Fernando de Elizaburu
Por Poder...