

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA

Registro de la Propiedad Industrial



ESPAÑA

(10) ES	(11) NUMERO 472.258	(10) A1
(21)	(22) FECHA DE PRESENTACION 1.8.78	

PATENTE DE INVENCION

Mediante el Registro de acuerdo con los datos que figuran en la presente descripción y según el contenido de la Memoria adjunta.

(30) PRIORIDADES: (31) NUMERO P 27 58 527.9	(32) FECHA 28.12.77	(33) PAIS Rep.Fed.A1.
---------------------------------------------------	------------------------	--------------------------

(47) FECHA DE PUBLICIDAD	(51) CLASIFICACION INTERNACIONAL F28F	(62) PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
--------------------------	------------------------------------------	----------------------------------------

(64) TITULO DE LA INVENCION "PROCEDIMIENTO PARA FABRICAR UN TUBO ALETEADO PARA INTERCAMBIADOR DE CALOR"

(71) SOLICITANTE (S) WIELAND-WERKE AKTIENGESELLSCHAFT

DOMICILIO DEL SOLICITANTE Postfach 4240, 7900.Ulm (Donau), República Federal Alemana

(72) INVENTOR (ES) Manfred Saier, Hans-Werner Kästner y Robert Klöckler

(73) TITULAR (ES)

(74) REPRESENTANTE D. ALBERTO DE ELZABURU MARQUEZ (P.- 69.527)

1 El invento se refiere a un procedimiento para fabri-
car un tubo aleteado para intercambiador térmico o similar
que tiene aletas en forma de Y en el lado exterior del tubo
que corren circunferencialmente alrededor del tubo, exten-
5 diéndose la base de las aletas en esencia radialmente desde
la pared del tubo y aproximándose los extremos exteriores de
las aletas a los extremos exteriores de aletas adyacentes.

Un tubo aleteado se muestra en general en la DOS
1501656, que ilustra tubos que tienen indentaciones previs-
10 tas en las aletas en su circunferencia exterior, estando di-
rigidas las indentaciones a lo largo del tubo. Un tubo de es-
ta clase, como se muestra en este documento antes citado pre-
senta dificultades en cuanto a su transporte y almacenamien-
to, así como en cuanto a la instalación del tubo en placas
15 de tubos y en las arandelas de soporte que se emplean en in-
tercambiadores de calor del tipo de haces de tubos. Además,
el uso de tales tubos en evaporadores del tipo de haces de
tubos da lugar a otras dificultades, ya que las hendiduras
entre aletas adyacentes de tubos que estén colocados en po-
20 siciones relativamente más elevadas, tienden a recoger las
burbujas que ascienden desde abajo; estas burbujas se alojan
en estas hendiduras e impiden una operación óptima de inter-
cambio de calor. Además, las burbujas que ascienden pueden
entrar en las anchas aberturas de las hendiduras entre in-
25 dentaciones adyacentes e impedir así que las superficies de
evaporación hagan un contacto óptimo con el líquido.

Por tanto, un objeto del invento es proporcionar un
tubo aleteado en el que se mejoren las características mecá-
nicas, las características de intercambio térmico y las ca-
30 racterísticas relativas a la facilidad de manejo.

Este objeto se consigue porque las aletas en forma de Y circundan al tubo de manera continua, ininterrumpida.

De esta forma, se obtienen tubos que son fácilmente apilados, uno sobre otro, se transportan fácilmente, y gracias a la cual resulta más sencillo insertar los tubos en placas de tubos o en otros montajes. La diferencia entre el diámetro exterior de los extremos no aleteados y el diámetro del aleteado es un múltiplo mayor que en el caso de tubos de aleteado normal.

Los tubos de esta clase presentan importantes ventajas en relación con tubos conocidos.

Los extremos exteriores de las aletas, que en el caso de tubos aleteados normales son parcialmente rugosos y, en cierta medida, incluyen grietas y hendiduras, son, en los tubos construídos de acuerdo con el invento, sólidos, y están mecanizados de manera lisa, los tubos tendrán menos indentaciones en su superficie y, por tanto, serán más capaces de soportar esfuerzos mecánicos alternos. Se limitará, por tanto, la propagación de las grietas en el tubo.

La función de intercambio térmico de acuerdo con el tubo descrito se mejora en lo que respecta al proceso de evaporación, ya que la evaporación de fluidos tiene lugar, en su mayor parte, en las cámaras existentes entre las aletas en forma de Y. El fluido evaporado será sustituido continuamente por el fluido que entra en las hendiduras entre dos aletas adyacentes. La formación de burbujas no será interrumpida, ya que las pequeñas burbujas serán capaces de separarse por sí mismas continuamente; quedarán siempre burbujas en las cámaras, de manera que pueden formarse continuamente burbujas nuevas y la energía de nucleación permanece

cerá en un valor mínimo (véase la patente alemana 1551542).

Particularmente, en el mismo caso en que tubos cons-
truidos de acuerdo con este invento son empleados con eva-
poradores del tipo de haces de tubos, se impedirá que las
5 burbujas ascendentes entren en las hendiduras entre las aleta-
tas de los tubos que están colocados en posiciones relativa-
mente más elevadas. Estas burbujas en expansión ascendente
rodarán, en cambio, más allá de estos tubos colocados más
arriba, de manera que las superficies de estos tubos segui-
rán siendo completamente utilizables con fines de evapora-
10 ción.

A continuación se dará una descripción de las ventajas
térmicas del invento en relación con la realización particu-
lar descrita en lo que sigue.

15 La forma de Y de las aletas ha sido utilizada anterior-
mente en relación con la tecnología de comunicaciones. En
la patente norteamericana nº 3299949, se muestra un tubo de
vacío de potencia que tiene aletas longitudinales continuas
en forma de Y, utilizadas para refrigeración. Estos tubos
20 deben estar dispuestos, sin embargo, en forma perpendicular
con el fin de hacer uso del denominado "efecto de termosifón". No es posible una utilización de este principio en re-
lación con evaporadores del tipo de haces de tubos, ya que
con respecto a estos evaporadores, los tubos deben estar dis-
25 puestos horizontalmente.

De acuerdo con una realización particular del invento,
la distancia entre aletas adyacentes, en dirección radial
desde la pared del tubo hacia fuera, aumenta primero y, lue-
go, esta distancia entre las aletas disminuye a medida que
30 se aproximan los extremos de las aletas. Este aumento y es

ta disminución posterior de la distancia entre aletas adyacentes acurren, preferiblemente, entre aletas adyacentes, en forma continua.

5 De acuerdo con otra realización del invento, las aletas corren con una sola o con múltiples entradas y en espiral o en hélice en torno a la circunferencia del tubo. Es bien sabido en la técnica que puede obtenerse una disposición de múltiples entradas aumentando, en múltiplos enteros, el ángulo comprendido entre el útil de laminación y el tubo sobre el que se está llevando a cabo la operación de la laminación. Con el fin de obtener buenas características de intercambio térmico, se recomienda que haya al menos dos aletas por centímetro, preferiblemente dos - veinte aletas por centímetro, siendo la anchura superior de la hendidura de al menos 0,1 mm y, preferiblemente, de 0,1 a 1,0 mm.

10 También es un objeto del invento proporcionar un procedimiento para la fabricación de tubos en Y de acuerdo con el invento.

15 El procedimiento de laminación usual para formar tubos aleteados se muestra en la patente norteamericana nº 3327512, en la que el material de las aletas se obtiene por desplazamiento del material que constituye la pared del tubo, cuyo material es desplazado en dirección hacia fuera merced a un proceso de laminación y en el que el tubo, merced a la energía de laminación, es puesto en rotación y es empujado, o solamente es empujado, de acuerdo con las aletas formadas, por lo que se obtienen aletas de altura creciente a partir de la pared del tubo lisa, por lo demás no formada.

20 El procedimiento de acuerdo con el invento se carac-

30

teriza porque los extremos de las aletas, después de formación, son alisados por presión radial, de modo que los extremos de las aletas alisadas parecen encontrarse planos a lo largo de la superficie de un cilindro imaginario que es coaxial con el eje geométrico medio del tubo. Los extremos de las aletas, después de ser alisados, son ranurados en dirección circunferencial respecto al tubo y luego son curvados hacia un lado. Es necesaria en este caso una operación de alisamiento con el fin de que las aletas queden preparadas para la operación de ranurado. Se prefiere un alisamiento de, aproximadamente, el 5-15% de la altura original de las aletas.

Por medio del procedimiento de acuerdo con el invento, se evita cualquier deformación pronunciada de la configuración de la base de las aletas. El área entre las aletas contendrá cámaras configuradas de modo similar y la anchura de las hendiduras entre dos aletas será relativamente constante. La cámara entre dos aletas, así como los espacios de las hendiduras, serán variables en una forma definida y continua.

El aparato para llevar a la práctica el procedimiento de acuerdo con el invento puede construirse de modo que el tubo gire con relación a una cabeza de laminación fija o de modo que la cabeza de laminación gire alrededor de un tubo fijo, es decir, un tubo que se mueva solamente en dirección axial y que no gire.

Un aparato que tiene un tubo giratorio se muestra en la patente norteamericana nº 3327512. En ella se ilustra un aparato para el aleteado de tubos en el que hay al menos dos porta-útiles radialmente ajustables, dispuestos en la

circunferencia del tubo, en relación de mutuamente escalonados y situados en una cabeza de laminación fija, incluyendo cada porta-útil un útil de laminación accionado que comprende una pluralidad de discos de laminación teniendo el porta-útil un eje geométrico que forma ángulo agudo con el eje geométrico del tubo.

De acuerdo con el invento, el citado aparato se modifica de modo que en al menos un porta-útil de laminación esté incluido un rodillo alisador, a continuación del útil de laminación. Además, hay unos medios ranuradores dispuestos en al menos un porta-útil de laminación. Los medios ranuradores están desplazados del útil de laminación, por lo menos, en una distancia igual a la anchura del rodillo alisador.

En el caso de una cabeza de laminación giratoria, podría utilizarse un aparato con, al menos, dos porta-útiles ajustables radialmente, en la circunferencia del tubo, en relación de mutuamente escalonados y situados en una cabeza de laminación, incluyendo cada portador un útil de laminación que comprende una pluralidad de discos de laminación, teniendo el útil de laminación un eje geométrico que forma ángulo agudo con el eje geométrico del tubo, por lo que la cabeza de laminación está montada a rotación y es accionable en la dirección circunferencial del tubo.

Un aparato de esta clase, es decir, un aparato con cabeza giratoria, modificado de acuerdo con el invento, tendría, en al menos un porta-útil, un rodillo alisador cilíndrico a continuación del útil de laminación y, también, un rodillo ranurador dispuesto a una distancia del útil de laminación por lo menos igual al espesor del rodillo alisador.

También esta previsto un portador de fijación para el tubo.

El portador de fijación realiza el movimiento axial del tubo por lo que puede ser sometido a tracción por la parte anterior del tubo o puede ser desplazado por medio de su propia fuerza de accionamiento.

Con el fin de asegurar que los centros de las superficies superiores de las aletas están en contacto con el rodillo ranurador, es ventajoso disponer un disco distanciador entre el útil de laminación y el rodillo alisador.

El espesor del disco distanciador es aproximadamente la mitad de la distancia existente entre aletas adyacentes. El rodillo alisador y el rodillo ranurador tienen, cada uno, un espesor que es aproximadamente igual a la distancia existente entre aletas adyacentes.

De acuerdo con una realización preferida del invento, hay tres porta-útiles espaciados entre sí en ángulos de 120° .

Las aletas en forma de Y se construyen con los rodillos ranuradores dispuestos en torno al tubo, como sigue: Avanzando en la dirección de rotación del tubo, el primer rodillo ranurador tendrá un ángulo de ranurado entre 60° y 100° , el segundo rodillo ranurador tendrá un ángulo de ranurado comprendido entre 80° y 130° .

Con el fin de asegurar que el rodillo ranurador hará contacto con las aletas alisadas directamente en la mitad de la superficie superior de las mismas, es preferible proporcionar un disco de corrección entre el rodillo alisador cilíndrico y el rodillo ranurador.

El invento se describirá con mayor detalle con respecto a las siguientes realizaciones preferidas.

La fig. 1 muestra una sección longitudinal del tubo aleteado en Y de acuerdo con el invento.

La fig. 2 muestra una sección parcial del tubo aleteado.

5 La fig. 3 representa un aparato para la fabricación de un tubo con aleteado en Y.

La fig. 4 muestra una representación esquemática de los porta-útiles utilizados en la fig. 3.

10 La fig. 5 ilustra la formación de las aletas producidas por el aparato de las figs. 3 y 4.

La fig. 6 muestra el rendimiento de evaporación en función del flujo de agua en circulación, en el caso de un tubo con aleteado normal (separación entre aletas 1,35 mm; diámetro de aletas 18,9 mm; altura de aletas 1,5 mm; diámetro interior 14,1 mm) y este rendimiento de evaporación en

15 el caso de un tubo construido de acuerdo con el invento.

La fig. 7 muestra el rendimiento comparativo resultante de los dos tubos.

La fig. 8 ilustra la densidad de flujo térmico en función de diversas anchuras de hendidura de los tubos con aleteado en Y.

20

Las figs. 1 y 2 muestran un tubo aleteado 1, siendo la fig. 1 una sección longitudinal y siendo la fig. 2 una sección longitudinal parcial. Las aletas 2 en forma de Y están dispuestas en hélice o en espiral corriendo las aletas 2 alrededor de la circunferencia exterior del tubo 1. La base 3 de las aletas 2 se extiende desde la pared 4 del tubo en dirección radial, curvándose los extremos 5 de las aletas en dirección lateral de modo que se forme una ranura 6 relativamente estrecha entre aletas 2 adyacentes. La

25

30

anchura superior de la hendidura se indica con A en la fig. 2. Como se muestra en las figs. 1 y 2, el espacio entre las aletas 2 cambia de manera continua de tal modo que entre aletas 2 adyacentes se forme una cámara de superficies redondeadas, esencialmente lisa.

El aparato ilustrado en la fig. 3 para construir un tubo con aletas en Y puede utilizarse con un tubo giratorio o con un tubo estacionario por lo que la cabeza de laminación girará alrededor del tubo.

Se explicará ahora el funcionamiento del aparato representado en la fig. 2 en relación con el caso de una disposición de tubo giratorio.

La fig. 3 muestra un útil de laminación 7, un rodillo alisador cilíndrico 11 y un rodillo ranurador 13 que están integrados en un porta-útil, que se indica sólo esquemáticamente. La fig. 4 muestra otros dos porta-útiles 9 que están dispuestos a 120° uno con relación a otro, alrededor de la circunferencia del tubo 1. Los porta-útiles 9 son ajustables en dirección radial y podrían utilizarse, por ejemplo, 4 ó 6 porta-útiles 9. Los porta-útiles 9 están sostenidos, a su vez, por una cabeza de laminación que está fija en el espacio y que no está representada en los dibujos.

El tubo liso 1' será puesto en rotación por los útiles de laminación 7 que están dispuestos en la circunferencia del tubo 1'. El eje geométrico de los útiles de laminación 7 está dispuesto en ángulo agudo con el eje geométrico del tubo. La flecha ilustrada en la fig. 4 indica la dirección de rotación circunferencial del tubo 1'.

Los útiles de laminación 7 incluyen una pluralidad de discos de laminación 8 que están dispuestos uno junto a o-

tro en forma conocida

Los útiles de laminación 7 forman las aletas 2' en forma conocida a partir de la pared 4 del tubo, que está soportado por el mandril 10. De esta manera, se realiza primero una reducción del diámetro del tubo a lo largo de la parte delantera del mismo, según se indica en la fig. 3. En una sección media del tubo se lleva a cabo la mecanización de las aletas 2' que corren circunferencialmente, formadas en espiral.

Por medio del rodillo alisador 11 se consigue un alisamiento de los extremos de las aletas 2', de modo que los extremos de las aletas 2" alisadas se encontrarán a lo largo de la cara interior de una superficie cilíndrica imaginaria, que sería coaxial con el eje geométrico medio 12 del tubo. El rodillo ranurador próximo 13 realiza indentaciones en las aletas 2" en la dirección circunferencial del tubo y, simultáneamente, curva la superficie superior ranurada de las aletas en dirección lateral para obtener como resultado las aletas 2 en forma de Y (véase también la fig. 5).

Las siguientes dimensiones se dan en relación con el trabajo de un tubo liso con un diámetro exterior de 19 mm y un espesor de pared de 1,45 mm.

Las aletas 2' serían formadas mediante aproximadamente 25 discos de laminación 8 (de los que solamente se muestran 10 en la fig. 3 para facilitar su comprensión). El diámetro de los discos de laminación 8 es de unos 50 mm y aumenta como se muestra en la fig. 3. La separación preferible entre aletas es de 1,35 mm y, para tal separación entre aletas, los discos de laminación deben tener un espesor de 1,3 mm. Como se muestra en la fig. 3, a medida que aumenta

el diámetro de los discos de laminación 8, se hace mayor el radio del vértice de los discos de laminación 8 y se hace menor el ángulo de flanco.

5 Entre el último disco de laminación y el rodillo alisador cilíndrico 11, hay dispuesto un disco distanciador 14 con un espesor de 0,7 mm. El espesor del disco distanciador 14 corresponde, por tanto, a aproximadamente la mitad de la separación entre aletas, de 1,35 mm. El rodillo alisador 11 tiene un diámetro que corresponde al diámetro del primer disco de laminación y tiene un espesor de 1,3 mm.

10 A continuación del rodillo alisador 11 hay un rodillo ranurador 13 que tiene un espesor de 1,3 mm. De acuerdo con la disposición de la fig. 4, los rodillos ranuradores 13 de los porta-útiles 9 (I y II) tienen un diámetro creciente que es unas pocas décimas de milímetro mayor que el diámetro del rodillo alisador 11. El porta-útil 9 no necesita llevar ningún rodillo ranurador adicional. El ángulo de ranurado del primer rodillo ranurador 13 es igual a 90°, mientras que el ángulo de ranurado del segundo rodillo es igual a 120°.

15 20 Con el fin de que el rodillo ranurador 13 haga contacto con las aletas alisadas preparadas por el rodillo alisador 11 en la parte media de la superficie exterior alisada preparada, hay dispuesto, entre el rodillo alisador 11 y el rodillo ranurador 13, un disco de corrección 13 que es unas pocas décimas de mm de espesor, como se ve en la fig. 3.

25 Los discos de laminación 8, el rodillo alisador 11 y el rodillo ranurador 13 están contruídos de acero para herramientas muy aleado.

30 Los útiles de laminación 7 ajustables tendrán una velocidad de rotación en arranque de desde 150 - 400 r.p.m. y

tendrán una velocidad final aproximadamente 3 a 4 veces mayor. //

Con el fin de variar el espacio A existente entre los extremos de las aletas (fig. 2), puede variarse el diámetro y/o el ángulo de ranurado del rodillo ranurador 14, para un ajuste radial dado del porta-útil 9.

La siguiente Tabla 1 muestra valores comparativos para un tubo con aleteado normal y para un tubo con aleteado en Y construido de acuerdo con las enseñanzas de este invento. El tubo aleteado normal fue construido por medio de los útiles de laminación 7 representados en las figs. 3 y 4, mientras que el tubo con aleteado en Y fue construido con los útiles de laminación 7, figs. 3 y 4, junto con la disposición adicional para la construcción de aletas en Y como antes se ha descrito. El tubo utilizado fue un tubo liso construido de Sf-Cu con un diámetro exterior de 19 mm y un espesor de pared de 1,45 mm. El tubo aleteado normal tenía una separación entre aletas de 1,35 mm, una altura de aletas de 1,5 mm y un diámetro interior de 14,1 mm.

TABLA 1

	Tubo con aleteado normal	Tubo con aleteado en Y
Separación entre aletas	mm	1,35
Aletas por cada 2,5 cm.		19
Aletas por m.		740
Diámetro (a) de aletas	mm	18,9
Diámetro exterior	mm	17,9
Diámetro interior	mm	15,9
		14,1

	Altura de aletas	mm	1,5	1,0
	Anchura (A) de endiduras	mm	1,0	0,2
5	Longitud aleteada	mm	1975	
	Diámetro exterior (b) de extremo no aleteado	mm	19,2	0,2
10	b - a	mm	0,3 - 0,2	1,3 - 0,2
	<u>Condiciones</u>			
	Refrigerante		R12	
	Temp. de evaporación	°C	2,0	
15	Log. medio de intervalo de temperaturas	K	8,1	

20 Ambos tubos fueron sometidos a mediciones en una operación de evaporación inundada (agua en el tubo y refrigerante fuera del tubo), indicándose las condiciones en la tabla. Las mediciones se realizaron de manera que a una temperatura de evaporación constante, el intervalo de temperatura logarítmico fuese constante.

25 La fig. 6 muestra el comportamiento en evaporación \dot{Q} (W) en función del caudal de agua en circulación \dot{V}_w (l/h) y la velocidad del agua V_w (m/s). La fig. 7 muestra la relación de rendimientos resultante entre \dot{Q} del tubo aleteado en Y y \dot{Q} del tubo aleteado normal.

30 A partir de esto, puede conseguirse la mejora del rendimiento del tubo con aleteado en Y con respecto al tubo con aleteado normal para el margen, técnicamente importante,

de una velocidad del agua de desde 1,5 a 2,5 m/seg.

TABLA 2

	Vw m/seg.	1,5	2,0	2,5
5	Mejora en el comportamiento (%)	14	21,5	34

Las siguientes comparaciones con el tubo de aleteado normal y el tubo con aleteado en Y se indican en la Tabla 3.

TABLA 3

		Velocidad del agua en el tubo			
		m/s	1,5	2,0	2,5
10	<u>Comparación 1</u>				
	Igual long. de tubo e igual velocidad del agua:				
	rendimiento	%	114	122	134
15	Caida de presión en el lado del agua	%	100	100	100
	<u>Comparación 2</u>				
	Igual rendimiento e igual velocidad del agua				
	Longitud del tubo	%	88	82	75
20	Caida de presión en el lado del agua	%	88	82	75
	<u>Comparación 3</u>				
	Igual rendimiento e igual caída de presión en el lado del agua				
25	Velocidad del agua	%	107	114	120
	Longitud del tubo	%	86	77	71

La ventaja del tubo con aleteado en Y en relación con el rendimiento es, por tanto, que:

- los aparatos del tipo de haces de tubo con la misma construcción que anteriormente (número de tubos, longitud de los tubos y diámetro de camisa), tienen un rendimiento su

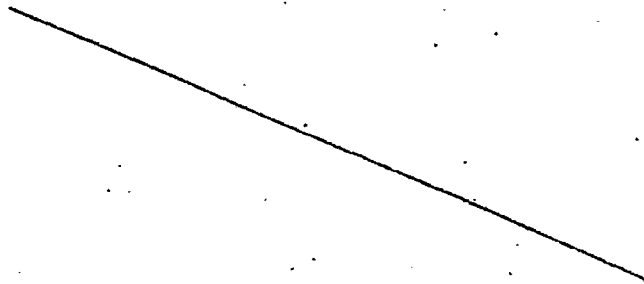
- superior con la misma caída de presión en el lado del agua (con bombas idénticas) (Comparación 1)

- los aparatos pueden construirse ahora más cortos que antes, y la caída de presión en el lado del agua puede mantenerse a un valor inferior (Comparación 2)

- en relación con las nuevas construcciones (diferente número de tubos, distinta longitud de los mismos y diferente número de paso), el coste de los tubos puede mantenerse a un mínimo (Comparación 3). Debe observarse también que además del ahorro en lo que respecta a los propios tubos, se conseguirá también una reducción de los costes necesarios para montar el aparato.

Los tubos con aleteado en Y son también más fáciles de incorporar en el aparato, ya que, como puede verse por la Tabla 1, la diferencia entre el diámetro exterior b de los extremos no aleteados y el diámetro de las aletas (a) es, aproximadamente, 4 - 6 veces mayor que en el caso de los tubos con aleteado normal.

La fig. 8 muestra la densidad de flujo térmico en función de diversas anchuras A de hendidura entre aletas adyacentes. La anchura A de hendidura óptima es de aproximadamente 0,2 mm. La curva representada en la fig. 8 por debajo del punto máximo de aproximadamente 0,2 mm se ilustra como una línea de trazos ya que en el caso de anchuras A de hendidura relativamente pequeñas, el intercambio de calor cae bruscamente.



1

REIVINDICACIONES

5

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:

10

15

20

25

30

23039

1ª.- Procedimiento para fabricar un tubo aleteado para intercambiador de calor o similar, que tiene aletas que corren circunferencialmente en el lado exterior del tubo, extendiéndose la base de las aletas, en esencia, en dirección radial desde la pared del tubo y aproximándose los extremos exteriores de las aletas a los extremos exteriores de aletas adyacentes, según el cual el material de las aletas se obtiene por desplazamiento del material que constituye la pared del tubo, cuyo material es desplazado en dirección hacia fuera por un proceso de laminación y porque el tubo, merced a la energía de laminación, es puesto en rotación y empujado o solamente es empujado, de acuerdo con las aletas formadas, por lo que se obtienen aletas de altura creciente a partir de la pared del tubo lisa, por lo demás sin formar, caracterizado porque los extremos de las aletas, después de su formación, son alisados por presión radial, de forma que los extremos de las aletas alisadas se encuentren a lo largo de un cilindro imaginario que es coaxial con el eje geométrico medio del tubo y porque, subsiguientemente, los extremos de las aletas alisadas son ranurados en dirección circunferencial respecto al tubo

1

y son curvados hacia un lado.

2ª.- Procedimiento según la reivindicación 1ª, caracterizado porque la operación de alisamiento asciende a un 5 - 15 % de la altura original de las aletas.

5

3ª.- "PROCEDIMIENTO PARA FABRICAR UN TUBO ALIMENTADO PARA INTERCAMBIADOR DE CALOR".

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.

10

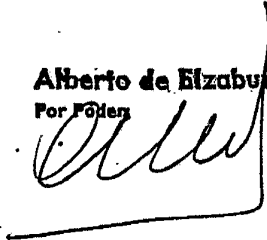
Esta Memoria consta de DIECISIETE hojas escritas a máquina por una sola cara.

Madrid, 27. MAR 1979

P. A.

15

Alberto de Elizaburu
Por Fidei

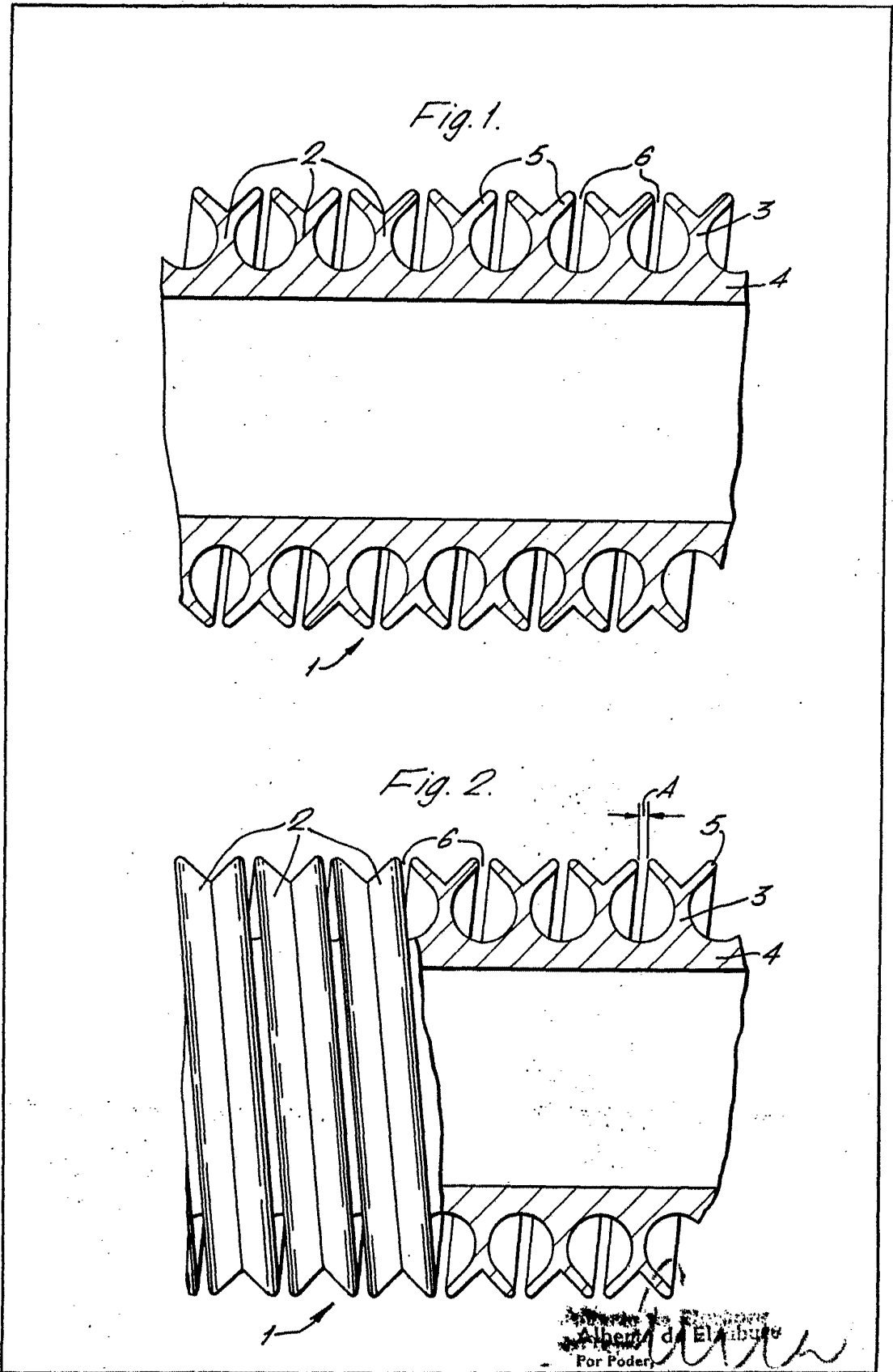


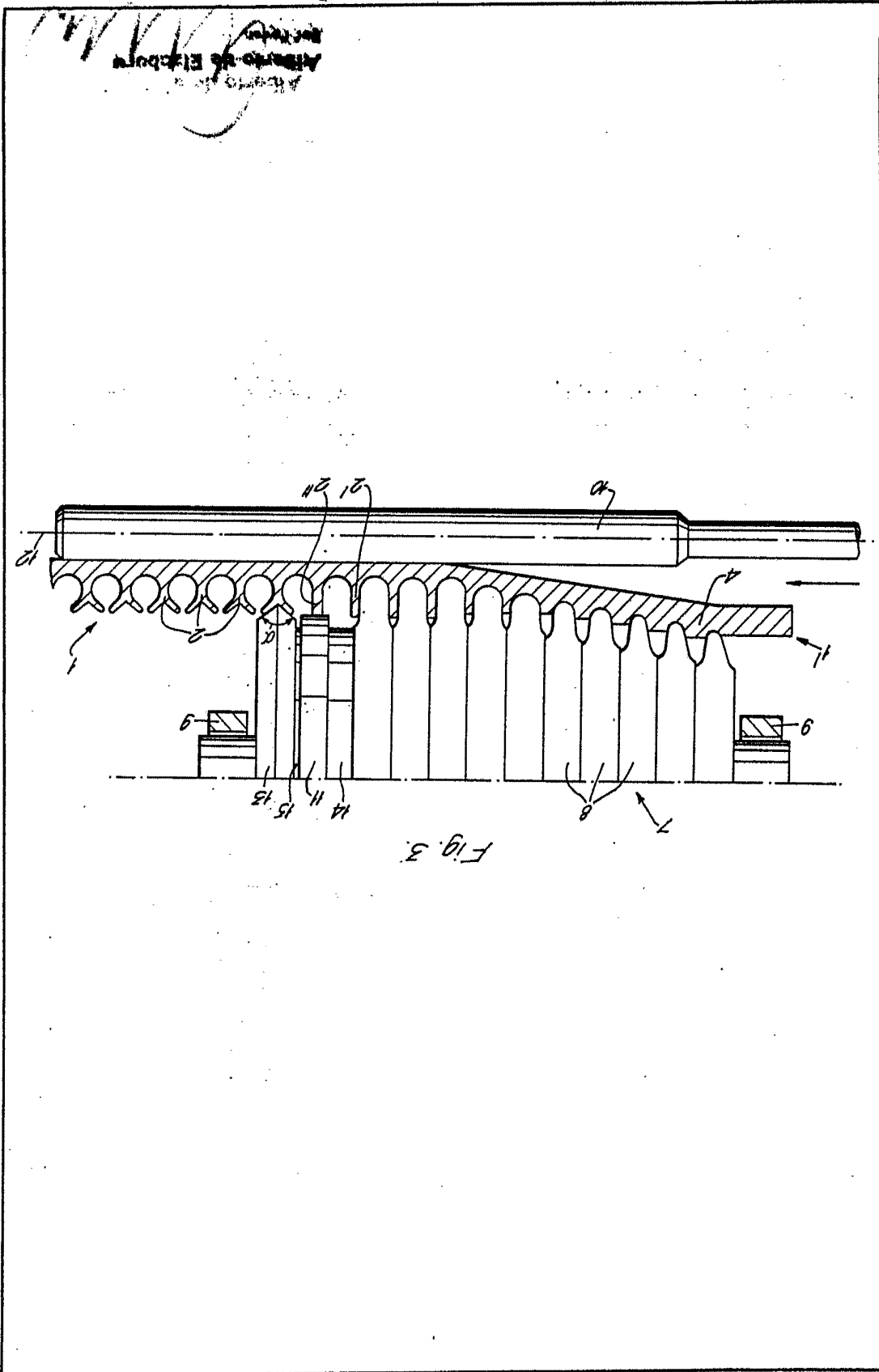
20

25

30

23039





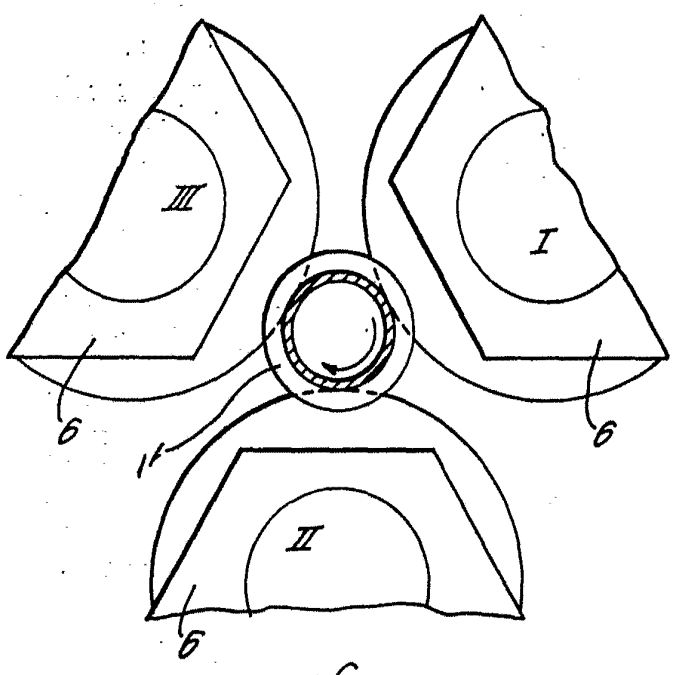


Fig. 4.

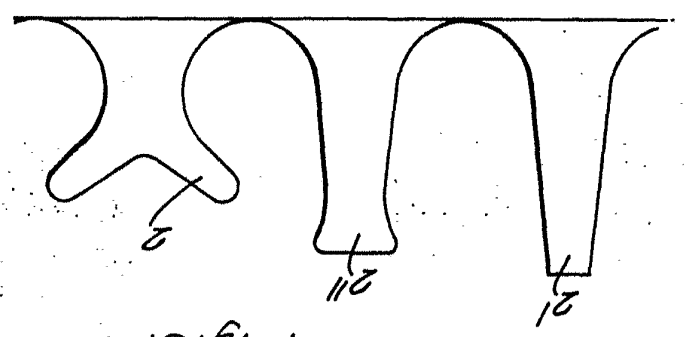


Fig. 5.

Alberto de Eizbyre
 Por Rodas

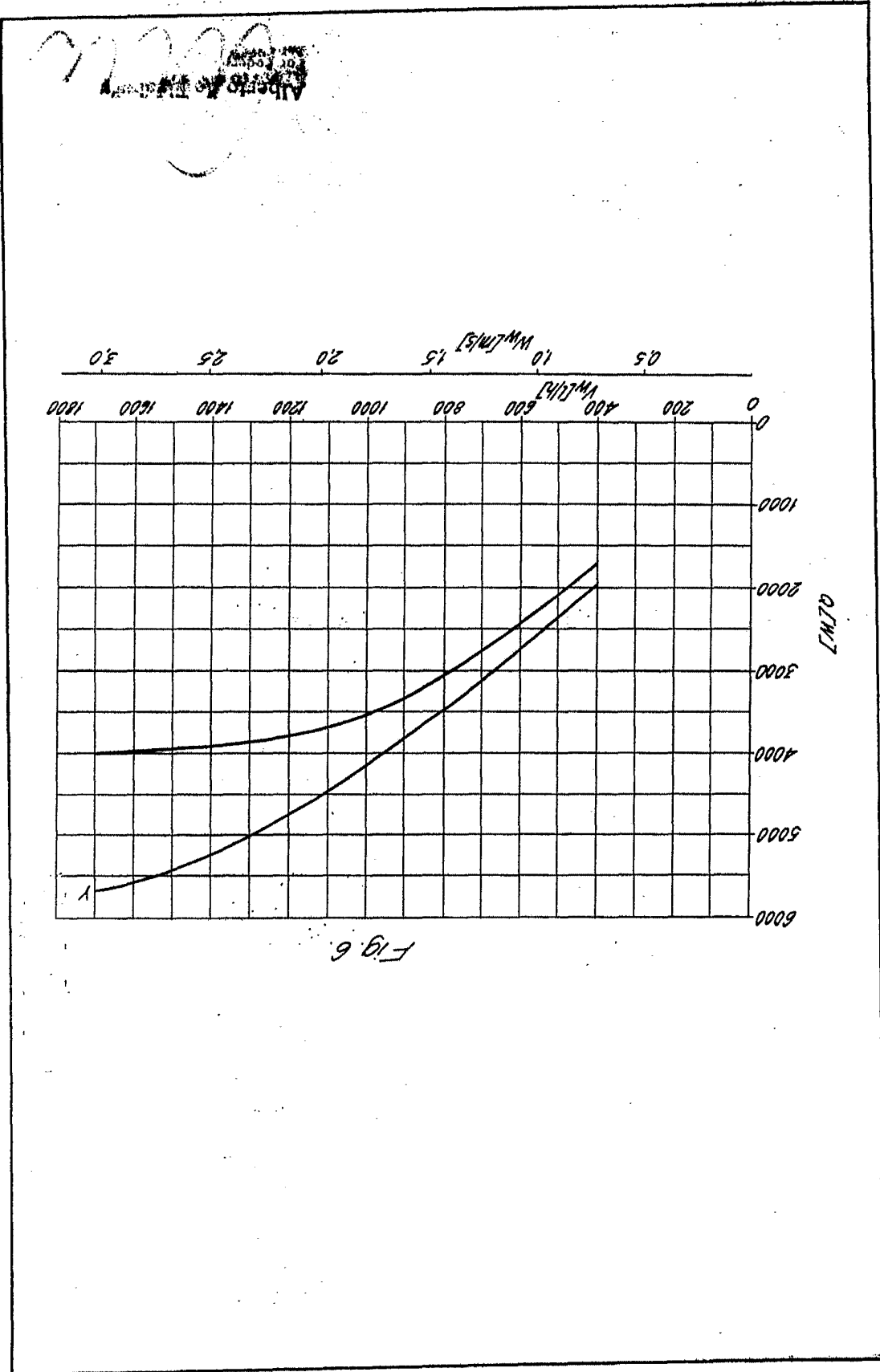
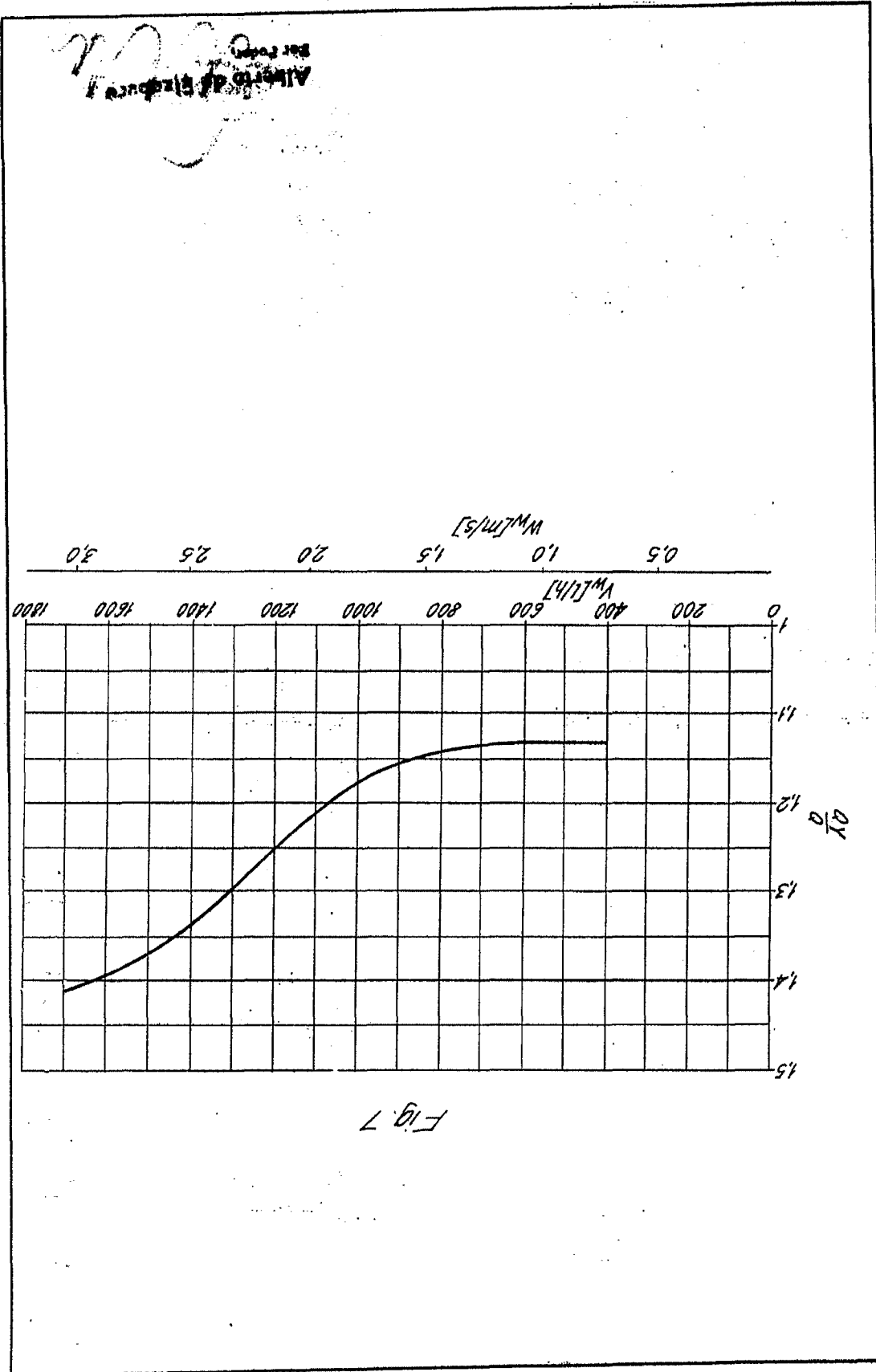


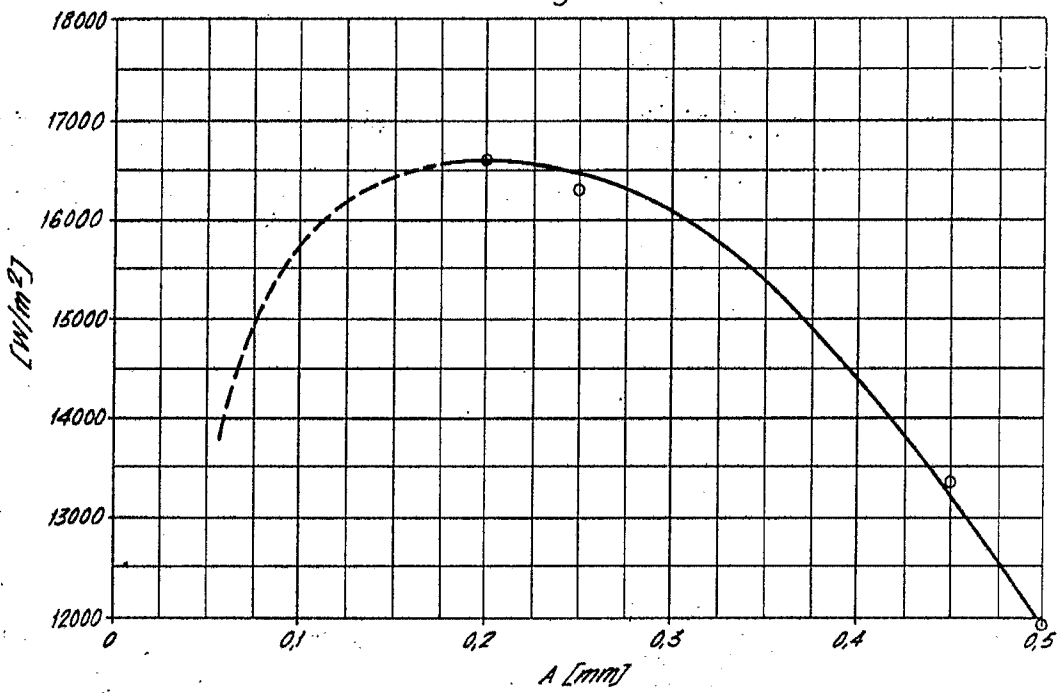
Fig. 6



ALBERTO DE BLANCO
 DR. INGENIERO

Fig. 7

Fig. 8.



Alberto de Elzaburu
For Peden