

24 ABR. 1963

P - 24.137

32.504
Prop. 2.825



1963

285319

MEMORIA DESCRIPTIVA

que se presenta para unir a la solicitud
de

P A T E N T E D E I N V E N C I O N

formulada el 21 de febrero de 1963, con el nº 285.319

en

E S P A Ñ A

por VEINTE años

a nombre de COMPAGNIE FRANÇAISE THOMSON-HOUSTON, entidad
francesa, establecida en 173 Boulevard Haussmann, Paris,
Francia, por:

"UN DISPOSITIVO DE PERMUTACION DE CALOR"

5 El invento se refiere a los dispositivos de cambio
de calor entre un cuerpo caliente o un generador de calor
que desprende un flujo térmico eventualmente intenso, y
un líquido que se evapora parcialmente en este dispositi-
vo. El invento se refiere también a los cuerpos calientes
o generadores de calor que tienen tales dispositivos, cua-
lesquiera que sean sus aplicaciones particulares.

21



Se sabe que la transferencia de calor entre un elemento de superficie de una pared que se supone isotérmica y un líquido que ha alcanzado su temperatura de saturación o de ebullición, está regida por una ley no lineal, de la que la figura 1 da la forma general, conocida con el nombre de "curva de Nukiyama". En la curva de esta figura, que se refiere al caso en que el líquido es agua a la temperatura de 100°C., se ha llevado a las abscisas la temperatura en grados centígrados impuesta a un elemento de pared, y a las ordenadas el flujo de calor transmitido al líquido por este elemento de pared. En esta curva, se distinguen usualmente cuatro ramas A, B, C y D, que corresponden respectivamente: - a la convección sin ebullición, hasta el punto E- a la ebullición ordinaria, entre L y M- a un régimen de transición MN- y a una vaporización llamada pelicular, más allá del punto N. En el caso en que la temperatura del elemento de pared está impuesta, el cambio térmico entre este elemento y el líquido es estable, cualquiera que sea el punto afectado de esta curva. Pero si el cuerpo caliente o el generador de calor asociado al elemento de pared considerado impone un flujo térmico creciente, el punto de funcionamiento se eleva sobre la rama LM y luego pasa de hecho bruscamente del punto M a un punto situado más allá del punto Q, lo que corresponde (véase la curva) a un calentamiento brusco del orden de 1000°C. Este calentamiento brusco, constituye el fenómeno de recalentamiento irreversible o calefacción; hace que se dé al punto M el nombre de "punto de destrucción", porque el hecho de verse obligado a rebasar este punto en un cambio térmico de flujo impuesto, origina la destrucción de la pared de cambio



de calor.

Para evitar este peligro de destrucción, la técnica clásica tendía a elevar la ordenada del punto M, eliminando lo más rápidamente posible, por una aportación de agua no vaporizada, las capas de vapor formadas sobre las superficies estancas. Los medios residían en el aumento de la presión, reduciendo el volumen del vapor, y en el recurso a una circulación rápida que expulse las burbujas de vapor. Así, los puntos de funcionamiento quedaban sobre la rama B (ebullición ordinaria) y, se procedía de manera que estuvieran bastante lejos del punto M para conservar un margen de seguridad contra los riesgos de calefacción y de destrucción que tienen lugar a partir de este punto M. Por consiguiente, se utilizaban sistemáticamente superficies de cambio de calor isotérmicas, porque cualquier punto de la pared que hubiera estado más caliente que la temperatura media de ésta habría iniciado el fenómeno destructivo.

Una técnica completamente diferente ha sido descrita en la patente francesa número 1.060.761 de la solicitante y en sus adiciones. Consiste en dotar a la pared de nervios macizos o de protuberancias o apéndices cortos y gruesos, de metal buen conductor, cuyo extremo saliente se encuentra dentro del líquido de refrigeración más allá de la zona ocupada por el vapor que se forma al contacto con la pared caliente y sobre la base de dichas protuberancias por el lado de esta pared. Los apéndices macizos de la pared están bien separados unos de otros, de tal manera que el vapor generado por el cambio térmico se reúne en los canales verticales que los separan, y se eleva en un movimiento rápido de termosifón. Estos canales verticales pue-



den estar abiertos lateralmente o, por el contrario, cerrados por una pared lateral que contribuye a canalizar la circulación del líquido arrastrado por el vapor. Estos dispositivos son aplicados corrientemente a los ánodos de tubos electrónicos emisores. Su eficacia es sorprendente, puesto que a su contacto, un simple baño de agua hirviente se hace mucho más eficaz para la refrigeración que una circulación forzada de agua fría bajo presión al contacto con una pared caliente.

10 En los dispositivos así constituidos, la ebullición se produce sobre superficies no isotérmicas, y un análisis a fondo de su funcionamiento ha demostrado a la solicitante que su eficacia es debida especialmente a la estabilización de un gradiente continuo de temperatura sobre los flancos de los apéndices macizos. Se comprueba que la temperatura de elemento de pared de 125°C, que corresponde al punto M de la figura 1, se encuentra englobada en un gradiente continuo de temperatura entre zonas más frías que corresponde al régimen de ebullición ordinario, y zonas más calientes, que corresponden al régimen de transición MN. Este último régimen está así estabilizado en temperatura, y, por consiguiente, es utilizado sin ningún peligro de destrucción. En efecto, el riesgo de calefacción se encuentra eliminado por la buena conducción entre elementos de superficie próximos de una misma protuberancia maciza.

15

20

25

30

Esta buena conducción térmica excluye el riesgo de un calentamiento local del orden de 1.000°C. que haría pasar el punto de funcionamiento más allá del punto Q de la curva. Un perfeccionamiento importante descrito en la patente francesa número 1. 226.420 de la solicitante consiste



5
a
c

por lo demás en consolidar esta estabilización del gradiente térmico a lo largo de las protuberancias, dotándolas de prolongaciones constituidas de manera que se mejore el contacto térmico entre el líquido y el extremo de la protuberancia, extremo que no participa en el cambio de calor por ebullición.

10

El presente invento se refiere a un nuevo dispositivo perfeccionado, que pone en práctica el mismo proceso de estabilización de un gradiente continuo de temperaturas sobre una pared caliente, deliberadamente no isotérmica, bañada por un líquido que hierve a su contacto, y que tiene resultados todavía superiores a los de los dispositivos correspondientes a la técnica anterior de la solicitante.

15

El objeto del invento es un dispositivo de cambio de calor entre un cuerpo caliente o generador de calor y un líquido que evacua el calor por evaporación, dispositivo que tiene una pared conductora de calor y provista de gargantas, caracterizado por el hecho de que la anchura d de las gargantas es inferior a un tercio de su profundidad b y que los elementos de pared que subsisten entre estas gargantas poseen en la dirección transversal a las gargantas un grosor medio vinculado a la profundidad b de las gargantas y a la conductibilidad térmica del material que constituye la pared, por la fórmula siguiente:

25

$$b = m \sqrt{a \cdot c}$$

estando medidas b y a en cm, c en $\frac{W}{cm \cdot ^\circ C}$ y siendo m un



factor numérico del orden de la unidad. De preferencia, ha de elegirse m en la gama comprendida entre 0,7 y 1,8.

Según una forma de realización particularmente ventajosa, la anchura d de las gargantas está comprendida entre un quinto y un doceavo de su profundidad b .

De preferencia, la profundidad b de estas gargantas es superior a la mitad del grosor de la pared.

Entre los dispositivos anteriores, que corresponden a la patente francesa 1.060.761, existen algunos que tienen extensiones de pared en forma de nervios y que pueden ser considerados como constituidos por una pared gruesa en la cual están dispuestas gargantas. Pero en el dispositivo conforme al presente invento, las gargantas presentan un dimensionamiento especial, que tiene por efecto un modo de funcionamiento muy particular. Mientras que las gargantas de los dispositivos conocidos forman colectores de vapor internos al volumen global de la estructura, las del dispositivo conforme al invento constituyen generadores de vapor que tienden a expulsar el vapor desde su fondo en una dirección sensiblemente normal a la pared. La supresión así permitida de los canales o chimeneas colectores hace aumentar la superficie útil de cambio de calor. En particular, las zonas extremas de los elementos conductores situadas entre las gargantas permanecen en contacto bueno con el líquido reuniéndose el vapor a una cierta distancia de la pared. En las estructuras conocidas, estos extremos no se sumergían en el líquido más que mas allá de la zona ocupada por el vapor. El invento permite, pues, realizar estructuras más eficaces a volumen igual de lo que era posible según la técnica anterior.



El principio de constitución y el modo de funcionamiento del dispositivo conforme al invento, serán expuestos con más detalle haciendo referencia a las figuras 2 a 4.

5 2
a
u.º
La figura 2 muestra esquemáticamente la constitución fundamental del dispositivo conforme al invento, y se ha representado en punteado E-F-G-H la de un cambiador según la técnica anterior en el sistema no isotérmico de la solicitante. La pared 1 recibe en funcionamiento un flujo de calor a través de su cara 2, y tiene gargantas 4 que delimitan elementos 3 conductores de calor. (Los elementos conductores 3 forman parte de la pared misma; no aparecen en forma distinta más que por el hecho de la existencia de las gargantas 4).

15
Las gargantas 4 son estrechas y profundas; su profundidad en la dirección paralela a las líneas del flujo térmico 5 a disipar es, según los casos, de 5 a 12 veces la dimensión de su anchura d. Son por consiguiente diferentes de los canales que separan las protuberancias o nervios macizos E-F-G-H conforme a la técnica anterior de la solicitante, canales cuya anchura 6 y profundidad 7 eran entre sí del mismo orden de magnitud.

20
En lo que concierne a los elementos 3 conductores de calor, su longitud es la profundidad b de las gargantas. Su anchura a, idéntica a la distancia que separa las gargantas próximas, está medida en un plano normal al flujo de calor 5. La tercera dimensión e de estos elementos 3, normal al plano de la figura y no visible en ésta, es por lo menos igual a la anchura a y de preferencia superior a ella. Las dimensiones a y b están vinculadas a la conductibilidad térmica c del material de la pared por la

30



relación:

$$b = m \sqrt{a \cdot c}$$

5
6
10 donde m es un factor del orden de la unidad si las dimensiones están expresadas en centímetros y la conductibilidad térmica en waticos por cm²C. Para materiales de conductibilidad térmica elevada tal como el cobre, el bronce, o de conductibilidad térmica apreciable, como el grafito, y si el líquido de refrigeración es agua a la presión atmosférica, el factor m ha de ser elegido en una gama próxima a la unidad, de preferencia ligeramente superior a 1, por ejemplo de 1 a 1,5 y especialmente a 1,25.

15 La fórmula mencionada más arriba, que resulta de un análisis teórico y experimental a fondo, hecho por la solicitante, permite dimensionar los elementos del dispositivo de refrigeración de tal manera que el gradiente de temperatura se establezca y se estabilice en toda la longitud b de los elementos conductores, incluso a valores de disipación extremadamente elevados. Hay que señalar
20 que, como resultado de la ley no lineal que liga las magnitudes a y b, dos estructuras cuyas dimensiones son diferentes no son semejantes entre sí; la relación grosor/longitud es mayor para los elementos largos que para los elementos cortos. Por ejemplo, con m = 1,25, y utilizando el
25 cobre (c = 3,7), una anchura a=1 cm. conduce a b = 2,5, mientras que para b = 1 cm. se halla a = 0,16 cm. Puede ocurrir así que para longitudes muy pequeñas la inercia térmica de los elementos no baste ya para asegurar la
30 estabilidad del gradiente de temperatura. Se puede tener in-



5
6
7
8
9
10 terés, por consiguiente, paradójicamente, en utilizar para la pared un metal menos buen conductor, porque permitirá realizar elementos disipadores de la misma longitud con un grosor más grande. Por otra parte, la utilización de elementos cuyo grosor a , habida cuenta de la conductibilidad del material, sería demasiado grande para su longitud b , saldría de las determinaciones del invento y conduciría a una estructura de pared que no escaparía a la calefacción a un régimen de disipación muy inferior al que es accesible por el invento.

11
12
13
14
15 En la representación esquemática de la figura 2, las gargantas 4 tienen una anchura d constante en toda su profundidad. Pero en muchos casos, especialmente cuando se utilizan grandes valores de b , puede ser preferible que las gargantas 4 tengan una sección transversal (en el plano de la figura 2) ligeramente ensanchada hacia el exterior.

16
17
18
19
20 El modo de funcionamiento muy particular del dispositivo conforme al invento se pone de manifiesto especialmente si se compara con el de una pared o un dispositivo según la técnica anterior de la solicitante, en el caso de una pared cilíndrica convexa utilizada con su eje en posición vertical.

21
22
23
24
25 Para permitir tal comparación, se ha representado en la mitad izquierda de la figura 3, en corte según el plano axial de una garganta, una parte de pared según la técnica anterior, y hacia la derecha de la misma figura, una parte análoga de pared según el invento. Se ve la pared la o 1, su cara de entrada o cara interna 2 ó 2a que recibe un flujo calorífico intenso, por ejemplo (en el caso de
30



un ánodo de tubo electrónico) por el hecho de un bombardeo electrónico; se ha representado esquemáticamente la zona ocupada por los elementos disipadores en 3a en el caso de la técnica anterior, y en 3 en el caso del invento; y se han indicado las zonas ocupadas por el vapor en 10a en el caso de la estructura de la técnica anterior, y en 10 en el caso de la estructura de pared del invento. Se pone así de manifiesto que los extremos de los elementos disipadores 3a de la técnica anterior están en contacto con el líquido en 11a más allá de la zona ocupada por el vapor, mientras que en el caso del invento, dichos extremos están en contacto con el líquido en 11, más acá de esta zona. Se han representado además por medio de flechas, 9a en el caso de la técnica anterior y 9 en el caso del invento, los trayectos del líquido de refrigeración que circula en la garganta.

En el caso de la estructura de pared según el invento, se comprueba la existencia de una cantidad suficiente de líquido fuertemente agitado en zonas 12 situadas entre dicha estructura 11 y el cono de vapor 10 que resulta de la ebullición debida al desprendimiento térmico. Se ve también que las gargantas profundas y estrechas características del invento están alimentadas de líquido por sus extremos y especialmente por el que está vuelto hacia abajo. A partir de estos extremos, el líquido circula en el fondo de las gargantas según un proceso que está ilustrado en parte por la figura 4. Esta representa un corte transversal de una garganta comprendida entre dos elementos 3 conductores de calor. La abertura 13 de la garganta hacia el exterior está ocupada por el vapor 14 que se escapa, lo que impide de hecho la entrada del líquido por esta vía. Sin embargo,



5. el gradiente continuo de temperatura se escalona sobre los
flancos de la garganta, según temperaturas que corresponden,
de acuerdo con la figura 1, a los puntos característicos
L, M, N de la curva de Nukiyama. La ebullición ordinaria
se produce entre los puntos correspondientes L y M de la
garganta, hacia la mitad de la profundidad de ésta, mien-
tras que sus zonas profundas trabajan en condiciones que
corresponden a las existentes más allá del punto M e inclu-
so un poco más allá del punto N de la curva de la figura
1, según el régimen de la vaporización pelicular. De esto
resulta que la pared de la garganta está cubierta por una
película de vapor 16 que tiene por efecto formar un canal
17 bastante poco afectado por el vapor y que permite, por
consiguiente, la circulación del líquido.

15 Las figuras 5 a 9 dan, sobre todo a título de indi-
cación, algunos ejemplos no limitativos de realización del
invento.

20 En la figura 5, se ha representado una pared cuyo
conjunto de la cara externa es plano (no teniendo en cuen-
ta las gargantas 4). Esta pared tiene un solo conjunto de
gargantas 4 paralelas entre sí, de anchura d , de profun-
didad b , separadas por elementos conductores 3 de grosor
 a .

25 En la figura 6, se ha representado en perspectiva
una fracción de pared cilíndrica convexa que tiene dos
conjuntos de gargantas, unas, 4, longitudinales, y las
otras, 8, transversales. Esta figura pone de manifiesto
la tercera dimensión e de los elementos disipadores 3. Se
ha supuesto que esta otra dimensión transversal es sufi-
cientemente grande frente a a para no intervenir en la
30



relación de definición de las dimensiones, dada más arriba; si no ocurre así, se tiene en cuenta su influencia que tiende a reducir un poco el valor óptimo del coeficiente m .

En el caso en que las gargantas de ebullición 4 son muy largas, es bueno facilitar la entrada del líquido en sus zonas de fondo, tales como 17, de la figura 4, disponiendo en la masa de la pared accesos suplementarios de líquido. Entre las diversas soluciones que se ofrecen con este objeto, se representan dos en las figuras 7 y 8.

La figura 7 muestra, a título de ejemplo, una vista en corte, dado en el plano medio de una garganta 4, de una estructura que permite la alimentación de líquido de la garganta por algunas patas de araña 18, que cortan transversalmente esta garganta 4. Tal pata de araña tiene por lo demás una anchura f bastante grande para que el líquido pueda penetrar en ella contra la corriente del vapor 10, como representa las flechas en trazos gruesos interrumpidos.

La figura 8 muestra otro ejemplo, según el cual la alimentación de cada garganta 4 se obtiene con ayuda de un canal longitudinal 19, perpendicular al plano de la figura y constituido por un ensanche local de la garganta por una perforación cilíndrica. En tal realización, se puede evitar por lo demás un adelgazamiento local demasiado importante del elemento disipador 3 desplazando por lo menos algunos de dichos canales 19, como se representa en la figura 8.

Las paredes establecidas según el invento pueden aprovechar una mejora de la refrigeración local de los extremos 20 de los elementos disipadores 3, con objeto



de consolidar la estabilidad del gradiente para el uso de disposiciones descritas en sí mismas en la patente francesa número 1.226.420 ya citada. En este caso, las superficies terminales 20 de los elementos disipadores establecidos según el invento están provistas de prolongaciones que aumentan su superficie de contacto con el líquido. La figura 9 muestra un ejemplo de realización así perfeccionado, que incluye elementos disipadores 3 macizos, los cuales están provistos, más allá de sus extremos exteriores normales 20 de prolongaciones constituidas por un conjunto de protuberancias o elementos disipadores 3b, que tienen una estructura relativamente fina y tienen entre sí gargantas 4b bastante estrechas. Según una forma de realización particularmente ventajosa de esta variante, las gargantas 4b presentan características dimensionales análogas a las de las gargantas principales 4 en el sentido de que su profundidad está relacionada con el grosor de los elementos 3b por la fórmula mencionada más arriba, que relaciona la anchura de las gargantas 4 con el grosor de los elementos 3. Este dimensionamiento permite tolerar el establecimiento de la ebullición estabilizada sobre estas partes terminales de los elementos 3. De esto resulta todavía un aumento notable de los resultados máximos de estructura de pared.

El presente invento permite alcanzar, sin riesgo de daños para la pared, potencias de disipación del orden del kilovatio por cm^2 de la superficie de entrada 2 de la estructura de pared, estando ésta simplemente bañada por agua y sin circulación exterior forzada, y permaneciendo a una temperatura de conjunto de 100°C . Este resultado muy notable puede ser aumentado todavía recurriendo a medios cono-



cidos en sí mismos, tales como puesta bajo presión, circulación de agua llevada a una temperatura inferior al punto de ebullición, utilización de líquidos distintos del agua, por ejemplo, productos orgánicos fluorados.

5
El invento se aplica a cualquier sistema o dispositivo en que se quiere disipar un flujotérmico eventualmente intenso. Tales aplicaciones posibles son cada vez más numerosas en la industria y en sus productos, por ejemplo; en carcargas de motores térmicos, en los ánodos o colectores de tubos electrónicos o en las instalaciones que suponen reacciones químicas.

10
Esta solicitud, que corresponde a la presentada en Francia el 23 de Febrero de 1962, bajo el nº 889.025, se acoge a los beneficios del artículo 51 del vigente Estatuto sobre Propiedad Industrial.

N O T A

20
Los puntos de invención propia y nueva que se presentan para que sean objeto de esta Patente de Invención en España, por VEINTE años, son los siguientes:

25
1º. - Un dispositivo de permutación de calor entre un cuerpo caliente o generador de calor y un líquido que deriva el calor por evaporación, que tiene una pared conductora de calor y provista de gargantas, caracterizado porque la anchura de las gargantas es inferior a un tercio de su profundidad y porque los elementos de la pared, que quedan entre las gargantas, poseen, en la dirección
30 transversal a las gargantas, un grueso medio unido a la



profundidad de estas gargantas y a la conductividad térmica del material que constituye la pared por la fórmula siguiente:

5
5
5
5

$$b = m \sqrt{a \cdot c}$$

midiéndose b y a en cms, c en W/(cm.ºC) y siendo m un factor numérico del orden de la unidad.

10

2º. - Un dispositivo según el punto 1, caracterizado porque la anchura de las gargantas está comprendida entre la quinta y la doceava parte de su profundidad.

3º. - Un dispositivo según los puntos 1 ó 2, caracterizado porque la profundidad de las gargantas es superior a la mitad del grueso de la pared.

15

4º. - Un dispositivo según cualquiera de los puntos 1 a 3 caracterizado porque el factor m se elige en la gama de 0,7 a 1,8.

20

5º. - Un dispositivo según cualquiera de los puntos 1 a 4, caracterizado porque las gargantas están dispuestas según dos grupos de líneas paralelas aproximadamente ortogonales entre sí.

6º. - Un dispositivo según cualquiera de los puntos 1 a 5, caracterizado porque las gargantas están cortadas por patas de araña más anchas que las gargantas.

25

7º. - Un dispositivo según cualquiera de los puntos 1 a 5, caracterizado porque las gargantas tienen agrandamientos locales que se extienden longitudinalmente.

30

8º. - Un dispositivo según cualquiera de los puntos anteriores, caracterizado porque las caras terminales de los elementos de pared que subsisten entre las gar-



24 ABR

gantas tienen prolongaciones que aumentan su superficie de contacto con el líquido.

5 99. - Un dispositivo exotérmico en particular un tubo electrónico que tiene una pared de cambio de calor, caracterizado por cualquiera de los puntos anteriores.

100. - Un dispositivo de permutación 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 dieciseis hojas escritas a máquina por una sola cara.

Madrid, 24 ABR. 1963

P. A.

Alfonso de Echevarría
Dir. Regia

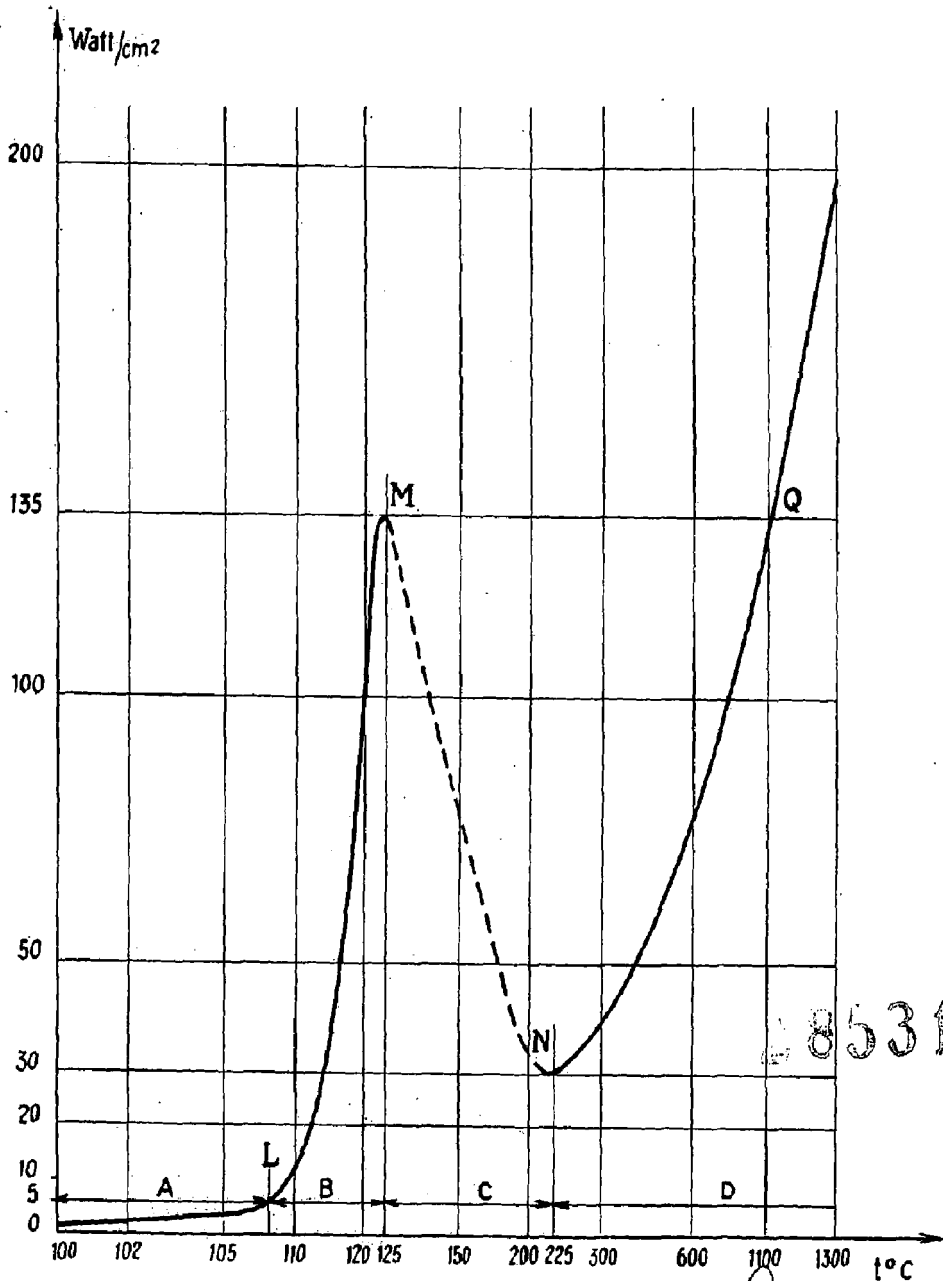
285319

DG/



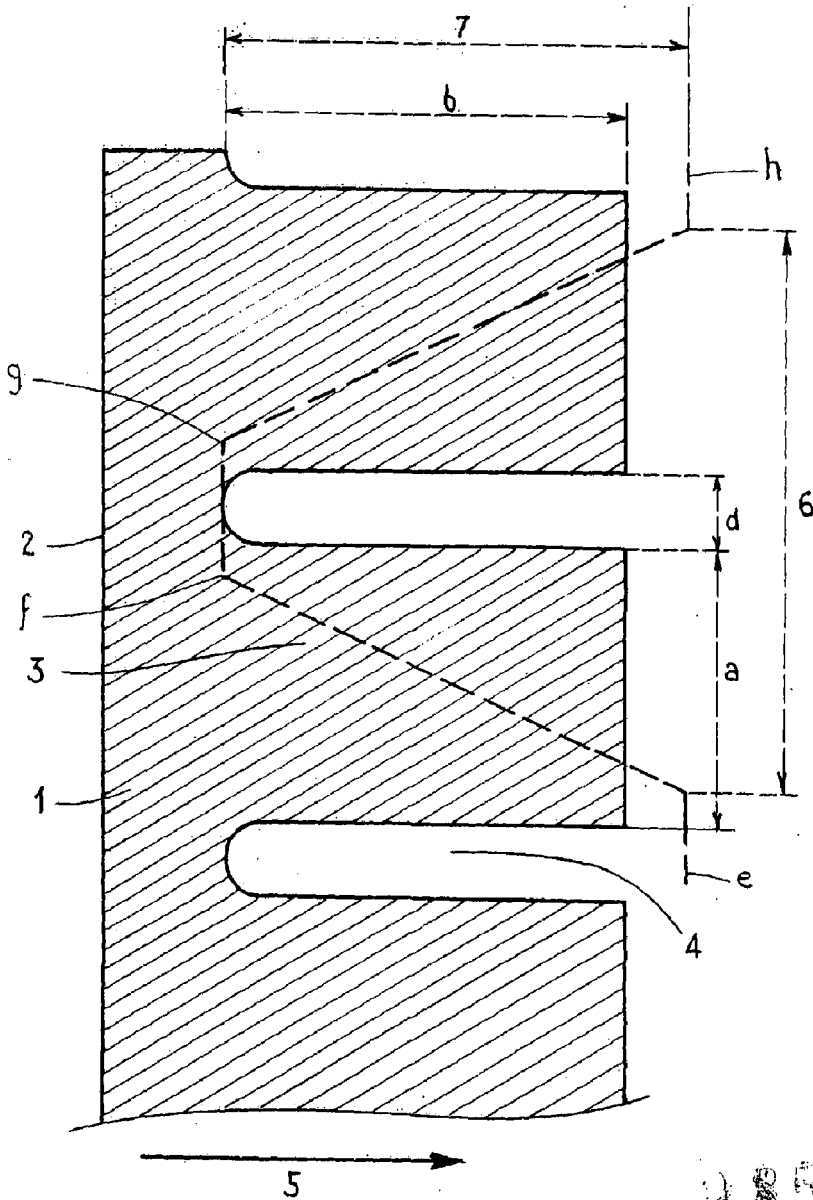
24

Fig. 1



Alberto de Einaudi
P. 100

ESCALA VARIABLE



285319

Fig. 2

Arden
Moto de Thomson
S.A.

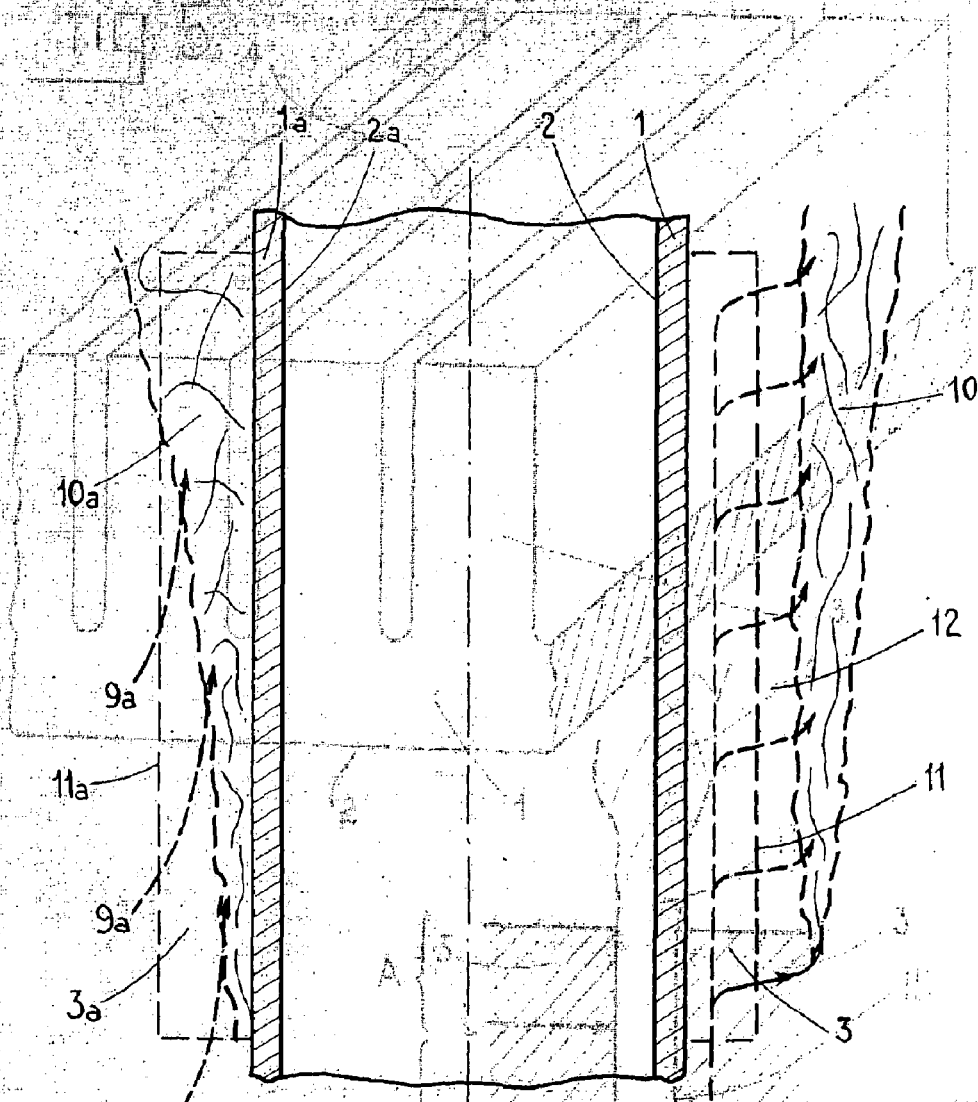


Fig 4

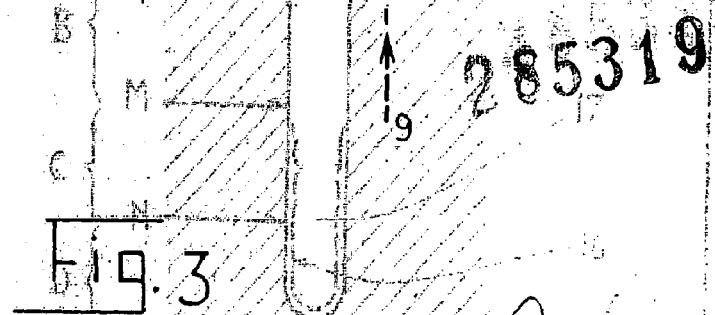


Fig. 3

Carte



Fig. 5

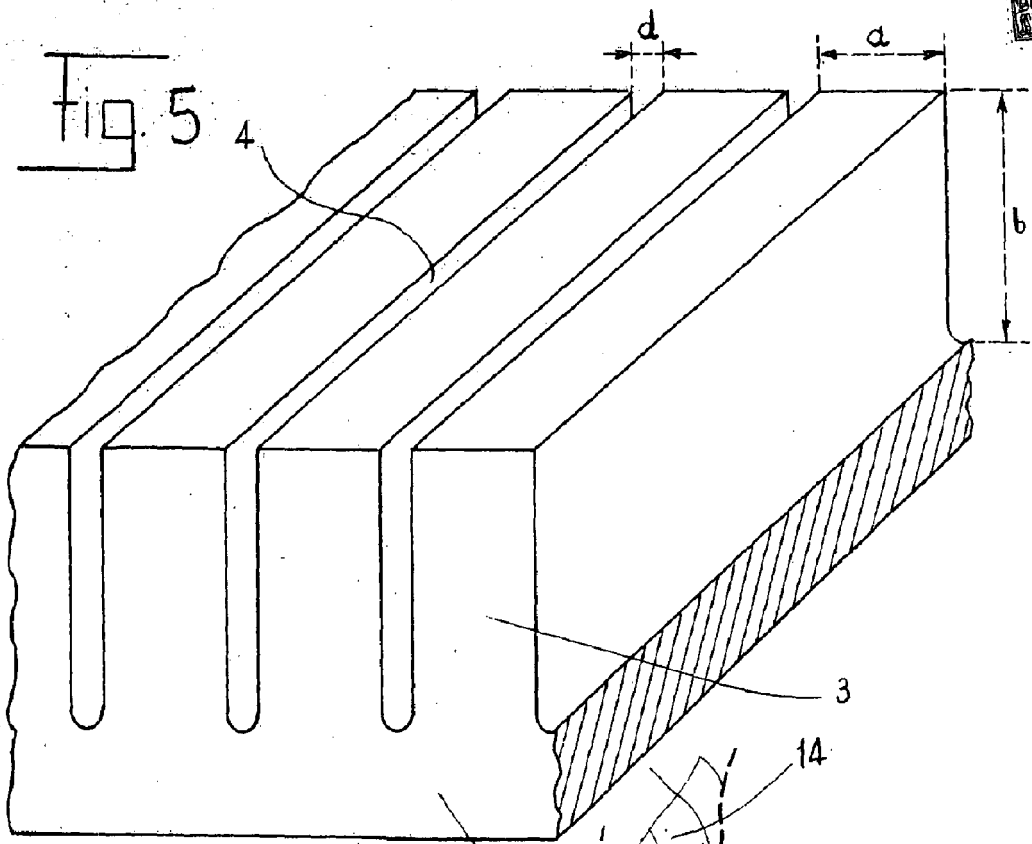
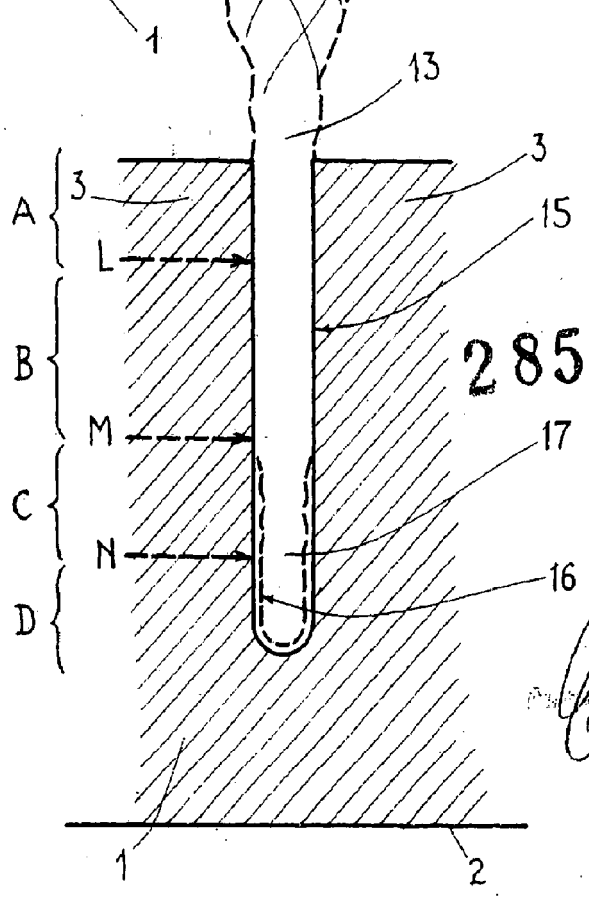
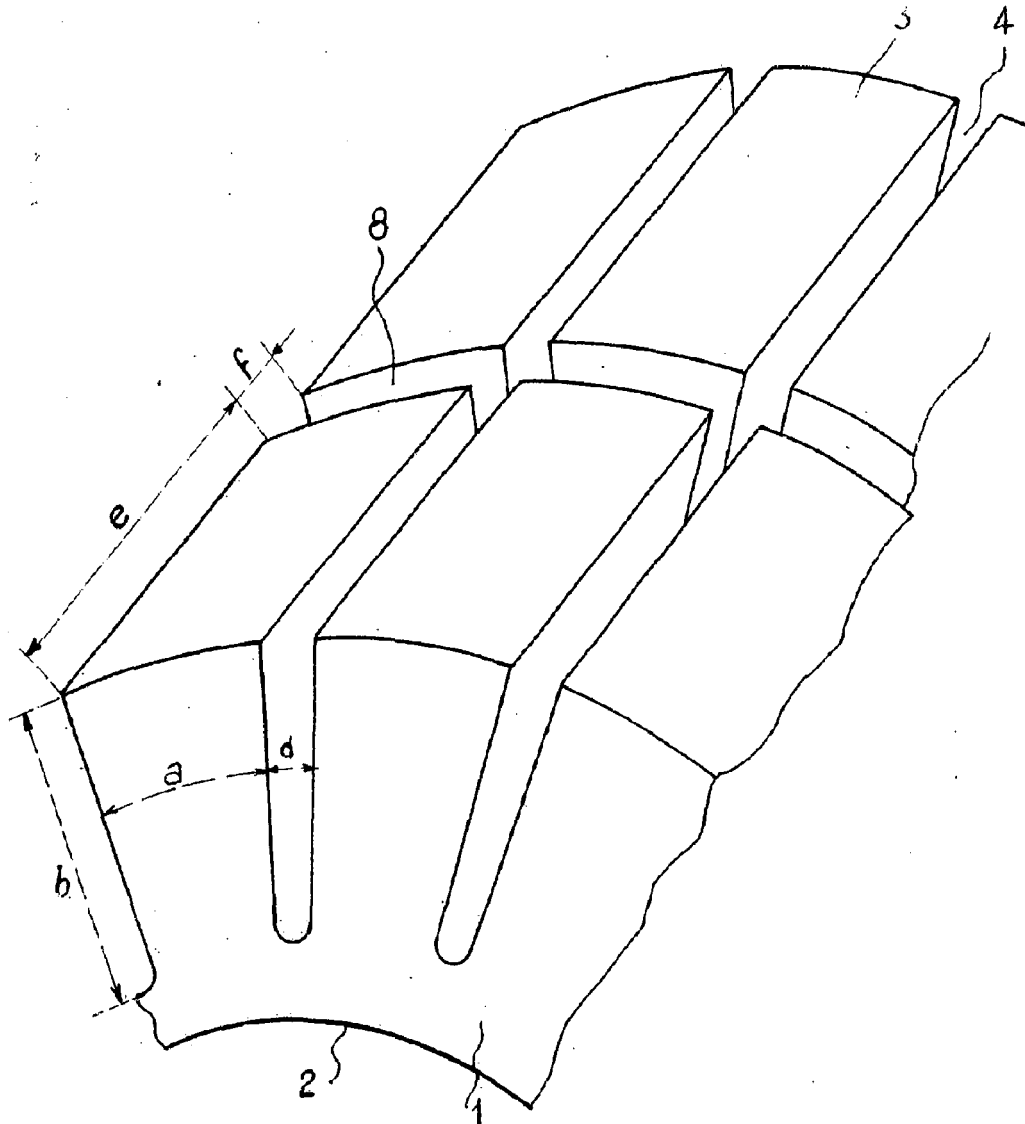


Fig. 4



Att.



285319

Fig. 6

ATTORE DI BREVETTO
Per Parigi
Arta

EGALE VARIABLE

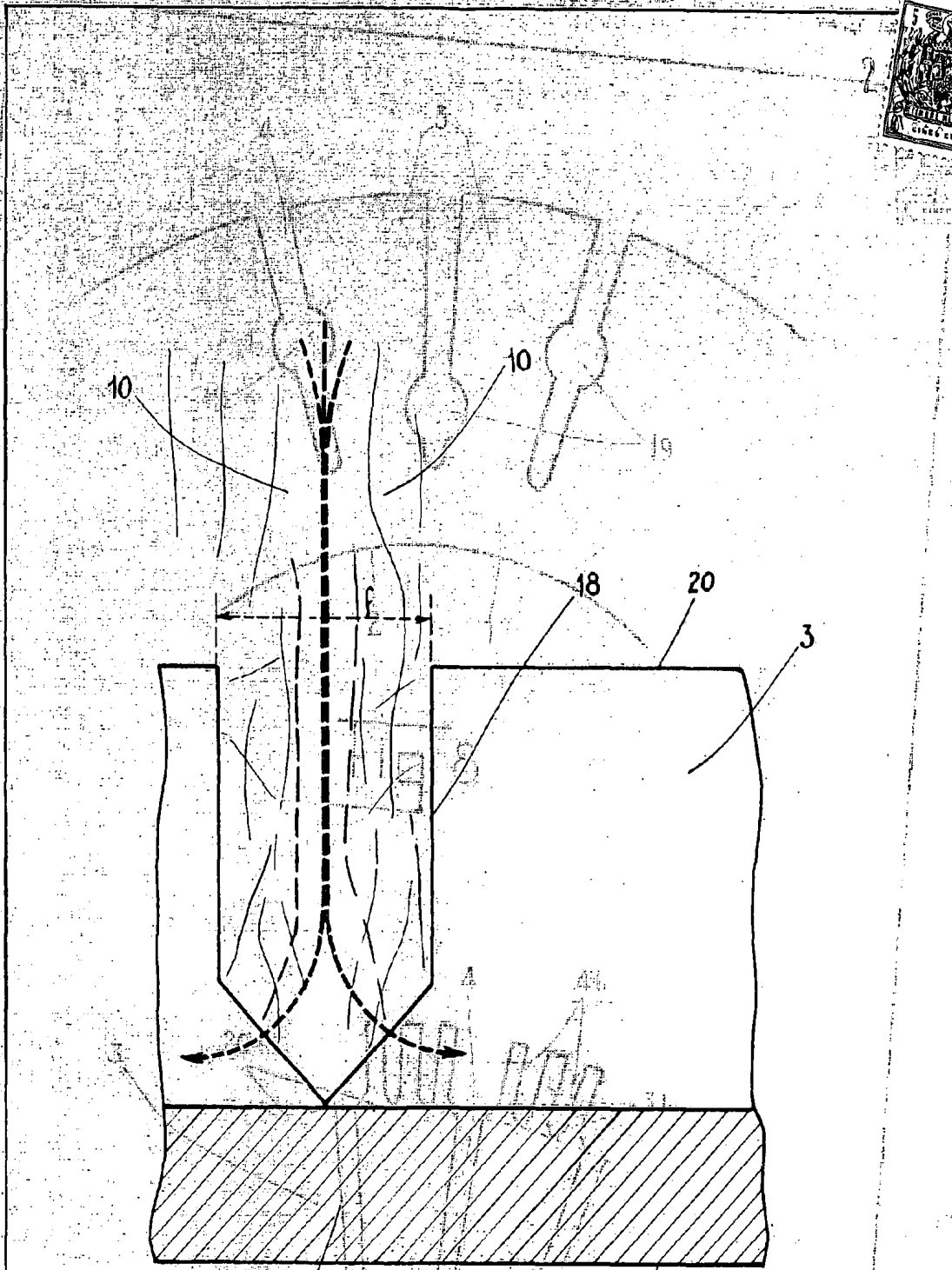


Fig. 7

Fig. 9

285319

285319

Alberto de Eyzaguirre
Buenos Aires