

JB.

C. Cartwright-Fuchs 2-55/66

28



384473

384473

SECCION TECNICA
REGISTRACION I. P. C.
CLASE B 21
SUBCLASE C

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

a favor de

WESTERN ELECTRIC COMPANY, INCORPORATED - de nacionalidad norteamericana - con domicilio en 195 Broadway NEW YORK (EE.UU=),

por:

"Método y aparato para deformar un material por medio de un fluido a presión"

-----

M e m o r i a d e s c r i p t i v a

La presente invención se refiere a la extrusión de un material para formar un producto.

Considerando someramente algunos de los métodos conocidos para extruir material, uno de los métodos más antiguos de extrusión comprende colocar un tocho en el

POOR QUALITY

384483



interior de un alojamiento de tocho con un extremo cerrado por una hilera de extrusión y ejercer una fuerza sobre el tocho, por ejemplo mediante el avance de un pistón para forzar así el tocho a través de la hilera de extrusión. Las dimensiones de la superficie interior del alojamiento del tocho son substancialmente idénticas a la dimensión de la superficie exterior del tocho, de manera que durante la extrusión se evita la deformación del material de tocho como no sea más que a través de la hilera de extrusión. En dicha extrusión la fuerza necesaria para extruir se deriva de la fuerza ejercida por el pistón sobre el tocho, y el trabajo efectuado por tal fuerza consta de cuatro partes:

(1) El trabajo ideal por unidad de volumen necesario para cambiar la forma del tocho en la del producto (trabajo de deformación homogénea)  $P_h$ .

(2) El trabajo por unidad de volumen consumido en cambiar subitamente la dirección de la circulación del tocho, primero cuando empieza a deformarse y de nuevo cuando alcanza la salida de la hilera (trabajo redundante)  $P_r$ .

(3) El trabajo por unidad de volumen necesario para superar la fricción de superficie de contacto entre el tocho y la hilera,  $P_{fd}$ .

(4) El trabajo por unidad de volumen necesario para superar la fricción de superficie de contacto entre el tocho y el alojamiento del tocho ( $P_{fo}$ ).

El desarrollo de la extrusión hidrostática cons-



tituyó una mejora en los procesos de extrusión. En la extrusión hidrostática, el fluido a presión rodea toda la superficie a excepción de la superficie adyacente a la hilera, de un tocho de material, ejerce una elevada presión sobre el material de tocho a extruir, separando la superficie del material de tocho de la superficie del alojamiento de tocho, y eliminando por ello la fricción entre la superficie de contacto del tocho y el alojamiento. De esta manera, se elimina virtualmente el trabajo por unidad de volumen necesario para superar la fricción en la superficie de contacto entre el tocho y el alojamiento del tocho ( $P_{fo}$ ) gracias a la presencia de fluido entre las superficies del tocho y el alojamiento del tocho. Este método de extrusión se describe con mayor detalle en la patente canadiense nº 476.793 a nombre de P.W. Brigman.

A pesar de la reducción en la necesaria fuerza de extrusión resultante de la eliminación de la fricción entre el tocho y el alojamiento del tocho, la cantidad de fuerza necesaria para la extrusión ha seguido siendo inconvenientemente elevada, debido a los efectos de otros componentes, por ejemplo,  $P_r$  y  $P_{fd}$ . Se han hecho intentos continuados para eliminar o reducir las fuerzas restantes, pero los mismos no han tenido éxito en la mayor parte.

Además de las elevadas fuerzas de extrusión no convenientes necesarias en las técnicas de extrusión conocidas, se han hallado dificultades para conseguir una calidad de producto aceptable. Considerando por





ejemplo los métodos de extrusión hidrostática conocidos, se han empleado presiones hidrostáticas elevadas para extruir material mediante el procedimiento de someter uniformemente a tal material, es decir a la parte superior y a los lados de un tocho discreto, a una presión hidrostática elevada, y formar el material a través de una hilera de extrusión mediante dicha presión hidrostática aplicada uniformemente. En algunos procesos de extrusión hidrostática, se emplea una fuerza adicional longitudinal, tensional si se aplica al producto, o compresiva si se aplica al tocho para ayudar al componente longitudinal de la presión hidrostática a formar el material a través de la hilera de extrusión. Por razones que se describirán con mayor detalle más adelante, los productos hechos con varias finalidades mediante los métodos de extrusión hidrostática conocidos no han resultado satisfactorios. Se han experimentado formaciones de rebaba no convenientes, los productos han resultado a menudo de diámetro no uniforme con un acabado superficial defectuoso, y las características físicas del material de producto han sido inconsistentes, aumentando así la probabilidad de fractura de extrusión posterior.

Si bien existen muchos productos de extrusión en los que se pueden tolerar una no uniformidad de forma o características físicas, por ejemplo, varillas o ciertos tipos de alambre, existen otros muchos en los que la uniformidad de forma y las características físicas son de principal importancia. Por ejemplo, en la



técnica de la electrónica, los circuitos de conmutación requieren alambres finos que presentan características eléctricas uniformes que, a su vez, dependen, entre otras cosas, de la uniformidad del diámetro del alambre y de la estructura del hilo.

Así, los métodos de extrusión conocidos, como los descritos no son adecuados para la obtención de muchos productos extruidos, particularmente los que requieren uniformidad de forma y características físicas.

Los problemas precitados, por ejemplo, las inconvenientes elevadas fuerzas necesarias para llevar a cabo la extrusión y no uniformidad de forma o características físicas en los productos de extrusión, han sido superados con el método de la presente invención.

Un modo de realizarlo puede comprender las fases de establecer una circulación controlada de fluido sometido a presión y de pasar el material a extruir por el interior del fluido de circulación para ser deformado por el efecto de presiones de fluido ejercidas contra el mismo.

Otra manera de llevar a la práctica el método de la presente invención puede comprender las fases de someter a presión el material a extruir para generar esfuerzos radiales y axiales en el mismo, mantener los esfuerzos radiales en una cuantía que sobrepasa los esfuerzos axiales en una cuantía igual a por lo menos el límite elástico del material y deformar el material para obtener un producto haciendo pasar el material a través de una circulación controlada de fluido sometido a



presión que ejerce presiones de deformación contra el mismo.

Otro aspecto de la presente invención comprende un método para extruir material con el fin de formar un producto, cuyo método puede comprender las fases de someter a presión al material a extruir para engendrar esfuerzos radiales y axiales en el mismo con la finalidad de determinar la extrusión de dicho material y formar un producto y variar automáticamente la magnitud de la presión a que se somete el material en respuesta a las variaciones en la resistencia del material a la extrusión, así como mantener la extrusión en un régimen de extrusión de producto conveniente.

Los métodos de la presente invención constituyen un nuevo procedimiento para extruir materiales en los que se logra la deformación del material ejerciendo presiones sobre el mismo mediante un fluido de circulación, y en el que las desigualdades en las características del material a extruir se pueden compensar automáticamente por medio de la variación substancialmente instantánea de las presiones que determinan la extrusión en respuesta a las variaciones en las características del material. La deformación del material mediante un fluido de circulación a presión elimina la producción de fricción, el contacto de material con material, como la fricción en la superficie de contacto entre el tocho y la hilera experimentada con la técnica conocida, y reduce la cuantía total de trabajo necesaria para llevar a efecto la extrusión. Esta manera de deformación,



particularmente cuando se considera la capacidad de la presente invención para compensar las desigualdades en las características físicas del material, facilita la obtención de un producto característicamente uniforme en un régimen de extrusión de producto conveniente. Sin embargo, también se ha observado que, debido a las características de temple de algunos materiales, la relación de esfuerzos radiales y axiales necesaria para soportar la deformación se requiere ejercer una presión máxima sobre la superficie del material de tocho que se deforma en un punto a lo largo del mismo posteriormente a partir del punto de la deformación inicial. Así, con respecto a tales materiales, tiene efecto la deformación anterior y posteriormente a partir del punto sometida a presión máxima.

El punto de elevada presión experimentado durante la extrusión de acuerdo con el método del mismo tiene lugar en el borde anterior del elemento de control de avance de fluido. Así, con respecto a los materiales con características de temple que determinan la presión máxima a ejercer después de la deformación inicial, la deformación inicial de tales materiales en el aparato descrito será anterior de y, por ello, fuera de los límites del elemento de control de fluido. Esto, aunque es generalmente aceptable, no proporciona el control positivo máximo que se conseguiría si ocurriera totalmente la deformación dentro de los límites del elemento de control de fluido, a pesar de las características de temple del material que se forma.

384483



Por tanto, otro objeto de la presente invención es proveer un método y un aparato para la extrusión positiva o mandada por circulación de fluido de un material para formar un producto en el que la deformación del material tiene lugar substancialmente en su totalidad en el interior de un elemento de control de fluido.

Este objetivo se consigue mediante el método que puede comprender las fases de inyectar fluido entre los extremos de un conducto en un elemento de control de fluido para establecer una circulación de fluido sometido a presión a lo largo de una superficie de control de circulación definida por la superficie del conducto, hacer pasar el material a deformar por el interior de la circulación de fluido sometido a presión y extruir el material a medida que pasa por el interior de la circulación, en virtud de la presión ejercida sobre el mismo por el fluido a presión que circula.

En esta forma de circulación, un aparato puede comprender un agente deformante que comporta una circulación controlada de fluido a presión que circula por un conducto formado en un elemento de control de fluido, medios para inyectar fluido entre los extremos de dicho conducto y establecer la aludida circulación controlada de fluido a presión y medios para establecer una velocidad relativa entre el material y el agente deformante para hacer que el material pase por el interior de la circulación de fluido sometido a presión con el fin de extruir el material mediante una presión ejercida sobre



el mismo por el fluido que circula sometido a presión.

Un elemento de control de fluido de acuerdo con este aspecto de la invención puede comprender un cuerpo con un conducto formado en el mismo y que se  
5 extiende longitudinal y axialmente en por lo menos una porción de la superficie del conducto que se forma para controlar una circulación de fluido y medios dispuestos entre los extremos del conducto para alojar fluido introducido dentro del conducto.

10 Se puede obtener una comprensión más completa de la presente invención mediante la siguiente descripción detallada en relación con los dibujos que se acompañan, en los que:

15 La figura 1 es una sección transversal en alzado frontal de un aparato de extrusión hidrostática típico en la técnica conocida.

La figura 2 es un diagrama de la presión de extrusión de cilindro en función del volumen de producto extruido, aplicado al aparato de la técnica conocida de la figura 1.

20 La figura 3 es una vista de frente en sección transversal que ilustra un aparato para practicar el método de la presente invención.

25 La figura 4 es una vista esquemática de un tocho que se extruye mediante el aparato de la figura 3 y que indica las presiones y las fuerzas que actúan sobre el mismo.

La figura 5 es un gráfico de esfuerzo de material en función del avance del elemento de control de

384473<sup>28</sup>



fluido durante la extrusión practicada con el método de la presente invención.

5 La figura 6 es una vista en sección transversal parcial de un tocho que se extruye de acuerdo con el método de la invención.

La figura 7 es una vista de frente y sección transversal que ilustra, en variante, un aparato para llevar a la práctica el método de la presente invención.

10 La figura 8 es un gráfico de presión del fluido de extrusión y el límite elástico del material en función del radio del tocho, a medida que se deforma el material de acuerdo con la invención.

15 La figura 9 es una vista parcial en sección transversal de un aparato para la extrusión de acuerdo con una forma de realización de la invención.

La figura 10 es una vista parcial en sección transversal de una porción adyacente del aparato de la figura 9.

20 La figura 11 es un gráfico que indica la relación entre las figuras 9 y 10.

La figura 12 es una vista similar en sección transversal a la figura 10, pero que muestra la posición de los elementos del aparato al completar la deformación del material de tocho; y

25 La figura 13 es una vista parcial ampliada en sección transversal del elemento de control de fluido del aparato de las figuras 9, 10 y 12 durante la deformación.

Las siglas en las figuras significan:



Figura 1.-

- (TA) (Técnica anterior)
- VOK Válvula de retención o unidireccional.

Figura 2.-

- 5 PC Presión del cilindro.
- VPE Volumen de producto extruido.

Figura 4.-

- ZD Zona de deformación.

Figura 5.-

- 10 I Iniciación.
- ETU Extrusión del tocho uniforme.
- PDT Punto dureza típica.
- PNET Punto no endurecido típico.
- E Esfuerzo.
- 15 EE Equilibrio de extrusión.
- PAECF Posiciones de avance del elemento de control de fluido.

Figura 8.-

- P Presión (en P.s.i)
- 20 PFE Presión del fluido de extrusión.
- LEM Límite elástico del material.
- RT Radio del tocho (en pulgadas)

Figura 9.-

- VOK Válvula de retención o unidireccional.
- 25 Toda la importancia del método de la presente invención se aprecia mejor en la perspectiva de un aparato de presión hidrostática de la técnica conocida. En la figura 1 se puede ver un típico aparato de extrusión de presión hidrostática del tipo conocido por los

384473



5 versados en la materia. Este aparato, designado en general con la referencia numérica 11, comprende un depósito de presión 12 con un extremo cerrado 13 y un extremo abierto para el montaje de una hilera 14. Esta hilera 14 comprende un elemento de transmisión de fuerza 15 en el que está montado un troquel de trefilar 17, cuya abertura 16 comunica con un conducto 18 de la hilera 14 para permitir el paso del producto extruido. El material de trabajo se ilustra en forma de tocho 19 y de producto 20 encima y debajo respectivamente del troquel de trefilar 17.

15 En el funcionamiento del aparato de la figura 1, se dispone un tocho en el recipiente de presión 12 que se llena a continuación con fluido a través del conducto de fluido 21 y de la válvula 22 y que procede de una fuente de fluido a presión elevada (no ilustrada). La presión de fluido se aumenta hasta una cuantía determinada dictada por el material de tocho particular, y el tocho empieza a circular a través de la abertura de hilera 16 y es descargado como producto en el conducto 18.

25 Como es evidente en la figura 1, el tocho 19 está en contacto con el troquel 17 durante la extrusión. Así, con el fin de extruir el tocho 19, la presión del fluido que actúa sobre el tocho debe ser suficientemente grande para conseguir el trabajo de deformación homogénea  $P_h$ , el trabajo redundante  $P_r$ , y el trabajo necesario para superar la fricción en la superficie de contacto del tocho y la hilera  $P_{fd}$ . Como se ha indicado,



el efecto de dichas tres cargas de trabajo es necesitar que la presión hidrostática ejercida sobre el tocho sea inconvenientemente elevada.

5 Como también se ha explicado, la calidad del pro  
ducto no es satisfactoria. Por ejemplo ha existido una  
marcada variación en el diámetro del producto que es cau-  
sa de nervios circunferenciales longitudinalmente espa-  
ciados 23 que dan al producto una apariencia similar al  
bambú. Además, han sido impronosticablemente inconsis-  
10 tentes las características físicas del producto, por  
ejemplo, el grado de temple y estructura de barra.

A este respecto, se ha observado que los ner -  
vios en el producto, y las variaciones en el temple y  
estructura del hilo del producto resultan, por lo menos  
15 en parte, de las fuerzas de fricción engendradas por el  
acoplamiento físico del material de tocho con la super-  
ficie de la hilera durante la extrusión. Más particu -  
larmente, durante la extrusión de los tochos mediante  
un aparato como el de la figura 1, el material de tocho  
20 ha presentado una tendencia a lanzarse a través de la  
hilera más que a circular con un régimen substancial -  
mente constante, como es conveniente con el fin de for-  
mar el producto de extrusión físicamente uniforme. Se  
ha apreciado que el lanzamiento del material de tocho  
25 es producido por una o ambas de las causas siguientes:

(1) ciclo de régimen de extrusión engendrada  
por fricción que tiene lugar como consecuencia de fuer-  
zas de fricción motivadas por el acoplamiento sustan-



384483

cialmente de superficie con superficie, del material de tocho y la hilera (como se ha indicado anteriormente); y

5 (2) no uniformidad en las características físicas del material de tocho que determina que algunas porciones del material de tocho presenten más dificultad que otras para la extrusión, por ejemplo, las variaciones en las características físicas del material de tocho que varían la resistencia del material a extrusionar.  
10

Ha podido apreciarse que la primera condición, o sea, ciclo de régimen de extrusión engendrada por fricción es consecuencia del contacto sustancialmente de fricción superficial del tocho 19 con la hilera 17  
15 cuando el tocho se halla en la posición de extrusión. Generalmente, cuando dos cuerpos están en contacto superficial, es necesaria más fuerza para superar la fricción entre dichos cuerpos y conseguir un movimiento inicial con relativa superficie de contacto que la requerida para mantener un movimiento que ya existe con relativo contacto superficial. Así, cuando se somete inicialmente al tocho 19 a presión y se fuerza contra la hilera 17, se engendra entre tales elementos una fuerza de fricción. La fuerza que es necesario ejercer sobre  
20 el tocho para superar dicha fuerza de fricción requiere una presión de extrusión mayor que la que se precisa para sostener una extrusión del tocho a través de la hilera a una velocidad de descarga de producto constante. Así, cuando se introduce fluido adicional en el reci-  
25

384483



5  
10  
15  
20  
25

piente 12 a un régimen relativamente constante, aumenta la presión del fluido del recipiente -12-, puesto que no tiene efecto la extrusión hasta que se supera la fricción entre la hilera y el tocho. Una vez que la presión de extrusión ha aumentado lo suficiente para engendrar una fuerza adecuada para superar la fricción de contacto superficial y determina el comienzo de la extrusión, la velocidad de extrusión es mayor que la velocidad ideal debido a que la presión en el recipiente 12 es suficiente para superar la carga friccional que, como se ha dicho, es mayor que la necesaria para mantener una velocidad de extrusión constante.

15  
20  
25

El problema ocasionado por la fricción superficial entre el tocho y la hilera se puede explicar más claramente con referencia a la figura 2 que es un gráfico de la presión del cilindro de extrusión en función del volumen de producto extruido con el aparato de la figura 1. La relación de presión-volumen de extrusión conveniente se indica con línea de trazo y punto que representa un aumento de presión de cilindro hasta que alcanza el nivel B de presión de extrusión ideal, después de lo cual tiene efecto la extrusión con una presión y régimen constantes. Por el contrario, la línea continua representa lo que en realidad sucede a causa de la fricción de contacto superficial entre el tocho y la hilera.

Como ya se ha indicado anteriormente, la fuerza necesaria para vencer la fricción en la superficie de contacto entre el tocho y la hilera cuando no se

384473

28



produce movimiento superficial relativo entre dichos elementos, es mayor que la precisa para mantener el movimiento una vez iniciado. Así, en la figura 2, se indica con la letra A la presión de fluido requerida para engendrar bastante fuerza con objeto de vencer la fricción estática entre el tocho y la hilera y, como se ha explicado, se representa con la letra B la presión de extrusión ideal. Al principio del ciclo de extrusión, aumenta la presión con extrusión no apreciable hasta que se alcanza el nivel de presión A, en cuyo momento el material de tocho se desprende de la superficie de la hilera y tiene lugar la extrusión. Debido a que la extrusión empieza bajo una presión de extrusión que sobrepasa a la necesaria en condiciones ideales (en una cuantía que equivale a la diferencia entre el nivel de presión A y el nivel de presión B), la velocidad de extrusión supera a la ideal y de, esta manera, cae rápidamente la presión de extrusión, dado que el producto extruido es expulsado del recipiente a una velocidad superior a la velocidad a que entra el fluido a presión. No obstante, en este momento la presión de fluido en el cilindro es lo bastante baja para seguir superando la fricción de contacto superficial entre la hilera y el tocho (nivel de presión C en la figura 2) y se detiene la extrusión. Sin embargo, se sigue suministrando fluido a presión, aumenta nuevamente la presión en el cilindro y se repite el mismo ciclo, teniendo lugar el efecto de "diente de sierra" que se ilustra en el gráfico de la figura 2. Así, el producto se extruye



384473

solo intermitentemente y, cuando ocurre la extrusión, se produce un efecto de abalanzamiento.

La segunda causa de abalanzamiento, o sea incompatibilidades con las características físicas del material de tocho, es un tanto similar al problema de fricción de contacto superficial. Si una parte de un tocho es más dura que otra, es decir, cuando una parte tiene un límite elástico mayor y ofrece más resistencia a la extrusión, se necesita más fuerza para empujar la parte más dura a través de una hilera de extrusión que la que se requiere para partes menos duras. Así cuando una zona de material de tocho que presenta un aumento de resistencia a la extrusión, entra en la hilera, se produce un aumento de la fuerza que sobrepasa a la necesaria para extruir una parte menos resistente del tocho. Después de ello, cuando se extruye la parte dura de material y sigue a través de la hilera el material de tocho suave, la fuerza de extrusión excesiva generada para extruir la parte dura determina el abalanzamiento del tocho a través de la hilera con ciclo de régimen de extrusión similar al descrito anteriormente, pero sometido a un efecto de humectación importante debido a que el problema no tiene lugar con regularidad.

Además de la necesidad de uniformidad de producto, resultan otras desventajas de las variaciones en el régimen de extrusión a través de la hilera. Por ejemplo, para algún régimen particular de extrusión se establece una temperatura de funcionamiento en la zona en que tiene efecto la deformación de material.

384473

28



Los factores que contribuyen a la temperatura de la zona de deformación son la temperatura ambiental, por ejemplo, la temperatura ambiente en muchas aplicaciones, la cantidad de calor engendrado por la deformación del tocho y la fricción entre la hilera y el tocho, y la velocidad a que los materiales de la hilera y del recipiente son capaces de conducir el calor engendrado y expelido en la zona de deformación. La temperatura ambiental se puede estimar como una constante y, con los presente fines, se puede despreciar. Generalmente, a medida que aumenta la velocidad de extrusión, se engendra calor por deformación y fricción más rápidamente que el que se puede llevar por la conducción. En consecuencia, se eleva la temperatura en la zona de deformación. Análogamente, si disminuye el régimen de extrusión, desciende la temperatura en la zona de deformación. Como sea que los regímenes de temple, por ejemplo, varían con la temperatura, la cantidad de temple en el producto extruido varía con el régimen de extrusión y, análogamente, las variaciones en el régimen de extrusión determinan incompatibilidades en las características físicas del producto. Además, las variaciones en el temple alteran las fuerzas necesarias para llevar a cabo la extrusión, lo que determina fuentes potenciales adicionales de incompatibilidad en las características del producto extruido.

Así, se puede apreciar que los métodos de extrusión según la técnica conocida, como el método practicado con el aparato de la figura 1, requiere presio-

384483



nes inconvenientemente elevadas con objeto de llevar a efecto la extrusión y a menudo dan por resultado productos que no son uniformes geoméricamente ni por lo que respecta a sus características físicas a causa  
5 de la tendencia del material de tocho a abalanzarse a través de la hilera durante la extrusión.

Con referencia a la figura 3, el aparato de extrusión designado en general con la referencia numérica 50 comprende un recipiente de presión 51 provisto  
10 de una cavidad interior 52 cerrada por un extremo 53. Este extremo cerrado del recipiente 51 está montado rígidamente sobre una base 54 con medios adecuados (no ilustrados) como pernos o similares. A través del extremo abierto del recipiente 51 se aloja en disposición  
15 telescópica en el interior de la cavidad 52, un pistón sustancialmente cilíndrico 58. El avance y retroceso del pistón 58, indicado esquemáticamente por medio de las flechas 60, se efectua mediante una prensa y otro mecanismo adecuado (no ilustrado) conocido ya por los  
20 versados en la materia.

En un alojamiento del recipiente, en el extremo adyacente del pistón 58, se halla fijado a rosca un elemento de control de fluido 62 que presenta una superficie de control de circulación 63, generalmente  
25 convergente y que se extiende axialmente. El elemento de control de fluido 62 coopera con la cavidad interior 52 para definir una cámara de fluido 64 en la que se dispone para la extrusión un tocho de material 65. La superficie de control 63 coopera con una cavidad 66

384483

28



que se extiende axialmente en el elemento de control de fluido 62 para definir un conducto 67 que pone en comunicación la cavidad interior 52 del recipiente de presión 51 con una cavidad axial 68 formado en el pistón 58. La parte del conducto 67 que limita con la superficie de control de circulación 63 define una zona de deformación 69 en la que tiene lugar la deformación del material de tocho 65 durante la extrusión.

La superficie exterior del elemento de control de fluido 62 está rebajada y con el extremo del pistón 58 adyacente al recipiente define una canal anular receptora de una junta de presión elevada 71. Esta junta 71 comprende un medio de junta anular acoplado blando 72 y un anillo de berilio-cobre anti-extrusión 73. No obstante, se puede emplear cualquiera de las estructuras de cierre a presión elevada de las ya conocidas en la técnica y aptas para cerrar el espacio formado entre superficies móviles.

Se ilustra el aparato 50 durante la extrusión de un tocho 65 para formar alambre 74, llevándose a cabo la extrusión por el efecto de fluido a presión que pasa por el conducto 67 del elemento de control de fluido 62 con el material de tocho 65. A este respecto, se debe señalar que el material de tocho no está en contacto con la superficie de control de circulación 63 del elemento de control de fluido 62 en ningún momento durante la extrusión. El fluido a presión que circula a través del conducto 67 más bien mantiene la superficie del material de tocho separada de la super-



384473

ficie de control de circulación 63 del elemento de control de circulación 62 en todo momento, con lo que se elimina la producción de fuerzas de fricción de contacto superficial como las que tiene lugar entre las superficies del tocho y de la hilera en la extrusión usual. Aunque las fuerzas de fricción de contacto superficial son eliminadas por la circulación de fluido a través del conducto 67 en todo momento durante la extrusión, se debe reconocer que el fluido que circula por el conducto 67 no es una simple película lubricante. Específicamente, el líquido circulante de la presente invención, además de suprimir la fricción, actúa como agente de deformación para llevar a cabo la extrusión, como se explicará con detalle más adelante.

El funcionamiento del aparato 50 de la figura 3 implica un ciclo de extrusión que comprende tres fases básicas, que son iniciación, extrusión y terminación. Considerando sucintamente cada fase, la de iniciación comprende las etapas de disponer un tocho a extruir en la cámara 64 que ha sido previamente llenada con un fluido de transmisión de presión. A continuación, se provoca el avance del pistón 58 y del elemento de control de fluido 62 por la cavidad 52 en la cámara 64 para establecer una circulación de fluido a través del elemento de control de fluido 62 y una presión contra el extremo superior o cabeza del tocho. La fuerza producida por la presión del fluido que se ejerce contra el extremo superior o cabeza del tocho es transmitida por éste para aplicar presión al fluido de la

384483



5 cámara 64 detrás del pie 70 del tocho 65. Como se describe con detalle más adelante, la presión en el fluido que se aplica contra el pie 70 del tocho 65 aumenta en magnitud con un régimen inferior que la presión en  
10 el fluido que se aplica contra el extremo superior del tocho. Por tanto, el resultado es presiones desiguales que actúan sobre el tocho y que dan lugar a esfuerzos distintos en el material de tocho. A medida que aumentan las presiones, se incrementa la desigualdad  
15 entre ellas y entre los esfuerzos producidos por ello. Tal incremento de desigualdad continúa hasta que la desigualdad de esfuerzo es igual al límite elástico del material, en cuyo momento comienza la deformación, es decir, la extrusión y se establece un equilibrio de  
20 extrusión.

Durante la fase de extrusión, se mantiene el citado equilibrio de extrusión. El término "equilibrio de extrusión" se emplea para describir la situación después de la iniciación de la extrusión cuando  
25 (a) se determina el avance del elemento de control de fluido 62 por la cámara 64 a una velocidad constante (b) se hace pasar una circulación controlada de fluido a través del elemento de control de fluido 62 y (c) las presiones de fluido del sistema son suficientes en  
30 magnitud para producir esfuerzos en el material capaces de determinar la deformación y se produce deformación en el producto 74 que se expulsa a través de los conductos 67 y 68 con un régimen conveniente.

Una vez formado el producto 74, tiene lugar la



384483

fase de terminación del ciclo. El pistón 58 se retira de la cámara 64, con lo que se rebaja la presión en el fluido que actúa contra el tocho. Entonces, cualquier residuo no extruido del material de tocho puede ser  
5 separado del producto 74 y extraído de la cámara 64. De acuerdo con una variante, se puede determinar la extrusión de todo el tocho. Sin embargo, en uno u otro caso, cuando la cámara 64 está libre, se puede llenar la misma nuevamente con fluido, disponer un nuevo to-  
10 cho en el recipiente y repetir la operación.

Habiéndose descrito el funcionamiento del aparato de una manera general, se considerarán con detalle las respectivas fases. Por tanto, considerando la fase de iniciación, se provoca el completo retroceso del  
15 pistón 58 y del elemento de control de fluido 62 de la cavidad 52. La cámara de fluido 64 se llena de fluido de transmisión de presión 66, por ejemplo, aceite de ricino, y se coloca el tocho 65 con su base 70 separada del extremo cerrado 53 del recipiente 51. Dicha  
20 colocación se hace posible, ajustando el tocho 65 con respecto a la cavidad interna 52, para proveer un espacio anular estrecho 76 entre los lados del tocho 65 y la superficie de la cavidad 52. Como se explica detalladamente más adelante, el espacio anular estre-  
25 cho 76 provee una resistencia tan grande a la circulación del fluido 66 que la misma es sustancialmente eliminada. Así, cuando el tocho 65 se sitúa con su base separada del extremo cerrado 53 del recipiente 51, parece ser soportado por el fluido 66. Sin embargo,



384473

en realidad se aproxima al extremo cerrado 53, pero tan despacio que virtualmente no se nota.

Con el fin de facilitar el comienzo del funcionamiento, puede ser preformada la cabeza del tocho  
5 65.

Con fluido 66 en la cámara 64 y el tocho 65 dispuesto en la misma, se provoca el avance del pistón 58 por la cavidad interior 52. El avance inicial del pistón 58 determina una circulación de fluido hacia afuera respecto de la cámara -64- a través del conducto 67 y de la cavidad 68 del pistón 58. A medida que la superficie de control de circulación 63 del elemento de control de fluido 62 se aproxima a la cabeza del tocho 65, el espacio definido entre la cabeza del tocho 65 y la superficie de control de circulación 63 disminuye y limita progresivamente la circulación de fluido. La limitación de circulación que, en realidad es una acción de válvula, es causa de un incremento de la presión del fluido cerca de la cabeza del tocho.  
10  
15  
20 Además, al pasar entre la cabeza del tocho 65 y la superficie de control de circulación 63, el fluido procedente de la cámara 64 sufre una caída de presión a medida que circula, saliendo de la cámara 64, a través de la zona de deformación 69 y por el conducto de fluido 67.  
25

La presión del fluido que circula entre la superficie de control de circulación 63 y la cabeza del tocho 65 ejerce presiones contra la cabeza del tocho, pudiéndose considerar que dichas presiones tiene com-

384473

28



ponentes axiales y radiales. Los componentes axiales de las presiones engendran una fuerza que determina el desplazamiento del tocho 65 de manera que se separa del elemento de control de fluido 62 y se profundiza en la cámara de fluido 64. Así, el fluido que circula a través de la zona de deformación 69, desplazando para ello el tocho 65 por el interior de la cámara 64, hace que el tocho actúe como pistón, con lo que se somete a presión el fluido situado detrás de la base 70 de aquél.

La cuantía de la presión producida en el fluido que se aplica contra la base 70 del tocho 65 es menor que el componente axial efectivo de presión del fluido aplicado contra la cabeza del tocho o la presión engendrada en el fluido en la entrada de la zona de deformación 69 por el avance del elemento de control de fluido 62. Más particularmente, ya se ha indicado anteriormente que la presión de fluido 66 que se aplica contra la base 70 del tocho 65 es motivada por el fluido que pasa entre la superficie de control de circulación 63 y la cabeza del tocho 65, al desplazar el tocho por el interior de la cámara 64, y que la presión de fluido en la base aumenta con la presión de fluido en la cabeza, pero a una velocidad relativa inferior. También se ha indicado que el fluido que circula entre la superficie 63 y la cabeza del tocho 65 experimenta una caída de presión como resultado de, entre otras cosas la limitación de circulación motivada por la acción de válvula entre el tocho y la superficie de control de circulación 63. Dichas relaciones de presión

384473



se representan en la figura 4 que es un diagrama de fuerza y presión que indica los componentes de fuerza y presión que actúan sobre un tocho durante la fase de extrusión del mismo en el aparato ilustrado en la figura 3.

Con referencia, por tanto, a la figura 4, se ilustra el tocho 65 con tres puntos básicos de referencia, por ejemplo, el punto A de entrada en la zona de deformación, el punto B de salida de la zona de deformación y el punto C en el que se sitúa la base del tocho. Considerando el punto A, es el aproximado de máxima presión en el sistema en que el fluido circula saliendo de este punto en ambas direcciones, es decir, desde los puntos A a B a través de la zona de deformación 69 y desde A a C entre la superficie del tocho 65 y la superficie de la cavidad 52. Sin embargo, se recordará que el espacio anular 76 definido entre el tocho 65 y la cavidad 52 es estrecho y ofrece una elevada resistencia a la circulación de fluido. Así, la circulación principal de fluido se efectúa a través del elemento de control de fluido 62.

El fluido que circula a través de la zona de deformación entre los puntos A y B ejerce, a causa de la limitación a circular entre la superficie de control de circulación 63 y la cabeza del tocho 65, presiones decrecientes sobre la superficie de la cabeza del tocho. Las presiones ejercidas engendran componentes de presión axial y radial. A este respecto, los componentes axiales de las presiones ejercidas

384473

2ª



5  
 10  
 15  
 20

contra el extremo cónico del tocho 65, se puede decir que coadyuvan a ejercer una presión efectiva  $P_{ea}$  contra una zona transversal saliente  $A_1$  de la cabeza cónica del tocho. La zona  $A_1$  es igual a la zona transversal  $A_2$  de la base 70 del tocho 65 menos la zona transversal  $A_3$  del producto 74, cuyas zonas se indican con líneas de trazo y punto en la figura 4.

Considerando las fuerzas axiales que actúan sobre el tocho 65, la presión  $P_{ea}$  que se aplica contra la zona saliente  $A_1$ , engendra una fuerza  $F_1$  que tiende a desplazar al tocho 65, separándolo de la superficie de control de circulación 63. Así:

$$F_1 = P_{ea} A_1 \quad (1)$$

15  
 Sin tener en cuenta cualquier efecto de arrastre viscoso entre la superficie del tocho, la superficie de control de circulación 63, y la superficie de la cavidad, 52 el tocho 65 transmite la fuerza  $F_1$  no disminuida al fluido que se aplica contra la base 70 del tocho 65. La fuerza  $F_2$  en la base del tocho es igual al área  $A_2$  de la base del tocho multiplicada por la presión  $P_o$  del fluido que se aplica contra la misma, Así:

$$F_2 = P_o A_2 \quad (2)$$

25  
 Como sea que la fuerza  $F$ , es transmitida sin disminución por el tocho 65,  $F_1$  es igual a  $F_2$  y las ecuaciones (1) y (2) se pueden combinar como:

$$P_{ea} A_1 = P_o A_2 \quad (3)$$

Dado que  $A_2$  es mayor que  $A_1$ , la ecuación (3) se cumple solo cuando  $P_o$  es menor que  $P_{ea}$ .

384473



A este respecto, ya se ha indicado que  $P_{ea}$  es la componente axial de la presión defectiva del fluido que pasa entre la superficie de control de circulación 63 y la cabeza del tocho 65. Por tanto, necesariamente, la presión  $P_a$  de fluido a la entrada de la zona de deformación es mayor que la presión efectiva  $P_{ea}$  y se puede exponer la siguiente relación:

$$P_a > P_{ea} > P_c \quad (4)$$

Refiriéndose lo precedente al comienzo, el avance continuo del pistón 58 y el elemento de control de fluido 62 limita progresivamente la circulación de fluido que sale de la cámara 64. La progresiva limitación de circulación determina aumento de presión en el fluido en la cabeza del tocho que, a su vez, produce fuerzas que son transmitidas por el tocho para engendrar presión en el fluido que se aplica contra la base del tocho. Como se ha indicado antes, las magnitudes de las presiones que actúan contra la base y la cabeza del tocho son proporcionales a las zonas transversales de la base  $A_2$  y la cabeza saliente  $A_1$ . Así, a medida que el elemento de control de fluido 62 continúa avanzando por la cavidad 52 en la cámara 64, aumentan las presiones de los fluidos en la cabeza y en la base, pero la presión de fluido en la cabeza aumenta con mayor rapidez que la presión en la base del tocho.

El efecto al ejercer presiones de magnitudes que varían en el tocho 65 es la producción de esfuerzos desiguales en el material de tocho. Por ello, con referencia de nuevo a la figura 4, se indica un incre-

384473



5      10      15      20

mento del material de tocho sometido a una pluralidad de esfuerzos, por ejemplo,  $S_r$ , un esfuerzo radial generado por el efecto de fluido a presión  $P_a$  que se aplica contra la superficie del tocho 65 en el punto A;  $S_{ea}$ , un esfuerzo axial engendrado por el efecto de la suma de los componentes axiales de las presiones ejercidas contra la cabeza del tocho; y  $S_o$ , esfuerzo axial engendrado por el efecto del fluido a presión  $P_o$  que se aplica contra la superficie de la base 70 del tocho 65. Dado que las magnitudes de los esfuerzos están en relación directa con las presiones a partir de las que son engendradas y, puesto que, como se ha dicho, la presión en la cabeza del tocho aumenta con mayor rapidez que en la base del mismo, los esfuerzos dirigidos radialmente aumentan con régimen más rápido que el del incremento de los esfuerzos dirigidos axialmente. Este régimen relativo de esfuerzo se indica en la figura 5 que es un gráfico de magnitud de esfuerzo en algún punto como el punto A en el material de tocho, con respecto del avance continuo del elemento de control de fluido 62.

25

Más particularmente, la figura 5 indica la desigualdad en los regímenes de incremento del esfuerzo radial  $S_r$  y del esfuerzo axial  $S_a$  durante el principio, así como durante otras fases del funcionamiento. Los aumentos en las magnitudes de los esfuerzos prosiguen durante la iniciación hasta, en algún punto en el ciclo cuando las presiones que engendran esfuerzo son de suficiente cuantía, que la desigualdad en las magnitudes de los esfuerzos radial y axial  $S_r$  y  $S_a$  es igual al límite

384473<sup>28</sup>



elástico  $S_y$  del material de tocho. En este punto el material empieza a deformarse y comienza la extrusión.

5 Considerando el material no solamente en el punto A, la entrada en la zona de deformación, los versados en la materia, reconocerán que la deformación de todo el material de tocho a través de toda la extensión de la zona de deformación se mantendrá en un estado de deformación, es decir, sometida a esfuerzos tales que en toda la extensión de la zona de deformación los esfuerzos radiales en el material se mantendrán por encima de los esfuerzos axiales en una cuantía por lo menos igual al límite elástico del material. Con el presente método se consigue esto, manteniendo una circulación controlada de fluido entre la superficie de control de circulación 63 y la cabeza del tocho 65 a tales regímenes de presiones y circulación que se produce el estado de deformación en el tocho en cualquier punto de la zona de deformación.

20 Considerando, por tanto, la extrusión del tocho 65 en el aparato de la figura 3, el material de tocho se puede describir generalmente con tres estados de esfuerzo durante la extrusión de acuerdo con el método de la presente invención; (a) sometido a esfuerzos pero no en el estado de deformación, si bien en la cámara 64 antes de la entrada en la zona de deformación; (b) sometido a esfuerzos y en un estado de deformación en toda la zona de deformación 69, y (c) no sometido a esfuerzos (o sometido pero no en el estado de deformación) después de ser expulsado de la zona de deformación. Los esfuerzo



384473

engendrados en cualquier punto del material de tocho son esfuerzos radiales resultantes de la presión radial que se ejerce contra la superficie del material en aquel punto y esfuerzos axiales generados por el efecto combinado de presión de fluido contra la base 70 del tocho y los componentes axiales de la presión que se aplica contra la cabeza del tocho en la zona de deformación.

Como ya se ha dicho, el material que pasa por el interior del fluido que circula a través del elemento de control de fluido 62 en la zona de deformación 69 es sometido a esfuerzos y se halla en un estado de deformación. Con objeto de mantener tal estado de deformación, los esfuerzos que tienen lugar en un incremento particular de material deben ser desiguales en una cuantía igual o mayor que el límite elástico del material. Relacionando esto con la deformación del tocho 65 de la figura 3, los esfuerzos radiales sobre cualquier incremento de material dentro de la zona de deformación deben superar a los esfuerzos axiales en una cuantía igual a por lo menos el límite elástico del material. La manera como dicha relación de esfuerzo se mantiene de acuerdo con la presente invención, es decir, mediante el paso del material de tocho por el interior de una circulación controlada de fluido sometido a presión, se puede comprender mejor nuevamente con referencia a la figura 3, y en particular a tres puntos, por ejemplo, X, Y y Z, que corresponden respectivamente a un punto de la zona de deformación ad-

384473



yacente al punto de entrada a la zona de deformación (punto A) a un punto situado entre los puntos de deformación inicial y final, y a un punto adyacente al punto de salida de la deformación (punto B),

5            Así, considerando inicialmente el tocho en el punto X, las presiones que actúan y engendran esfuerzos sobre el mismo son  $P_{xr}$  (el componente radial de la presión del fluido que circula en la zona de deformación en el punto X),  $P_c$  desde el fluido de la cámara 64 de-  
10            trás de la base 70 del tocho 65, y  $P_{sa}$  (la suma de los componentes axiales de la presión ejercida contra la cabeza del tocho en la zona de deformación). Así, el incremento de material de tocho en el punto X está so-  
15            metido a esfuerzos  $S_{xr}$  por la presión  $P_x$ ,  $S_c$  por la presión  $P_c$ , y  $S_{sa}$  por la presión  $P_{sa}$ . Con el fin de mantener la deformación en punto X, habiendo empezado en el punto A, como ya se ha dicho, la desigualdad entre los esfuerzos radiales  $S_{xr}$  y los esfuerzos axiales  $S_{sa}$  y  $S_c$ , continua siendo igual o mayor que el límite  
20            elástico del material que se deforma.

          En un punto Y (figura 3) situado entre los puntos de deformación inicial y final, la presión  $P_y$  ejercida por el fluido que circula, que ha aumentado de velocidad y disminuido en espesor, la dimensión radial  
25            ejercida contra la superficie del material deformante se ha reducido como resultado de un aumento de velocidad, trabajo empleado para realizar la deformación y arrastre viscoso del fluido que circula. Así, las presiones que actúan sobre el tocho en el punto Y y que generan esfuerzos en el mismo son  $P_{yr}$  (el componente

384483



radial de la presión del fluido que circula por la zona de deformación en el punto Y),  $P_{sa}$  (la suma de los componentes axiales de la presión ejercida contra la cabeza del tocho en la parte posterior del punto Y en la zona de deformación), y  $P_{sa2}$  (la presión  $P_o$  menos la suma de los componentes de la presión ejercida contra la cabeza del tocho en la parte delantera del punto Y en la zona de deformación). El incremento de material de tocho en el punto Y se halla, de esta manera, sometido a esfuerzos  $S_{yr}$  por la presión  $P_{yr}$ ,  $S_{sa}$  por la presión  $P_{sa1}$ , y  $S_{sa2}$  por la presión  $I_{sa2}$ . De nuevo, y para mantener la deformación en el material de tocho, la desigualdad entre los esfuerzos radiales  $S_{yr}$  y los esfuerzos axiales  $S_{sa2}$  continúa siendo igual o mayor que el límite elástico del material que se deforma.

Finalmente, en el punto Z, la presión del fluido que circula ha sido reducida virtualmente al mínimo por las mismas razones indicadas con respecto al punto Y, y al mismo tiempo ha aumentado su velocidad y disminuido en espesor. Las presiones que actúan sobre el material en el punto Z son  $P_{zr}$  (el componente radial de la cantidad de fluido que circula en la zona de deformación en el punto Z),  $P_{za}$  (el componente axial de la presión del fluido que circula en la zona de deformación en punto Z) y  $P_{sa3}$  (la presión  $P_o$  menos la suma de los componentes axiales de la presión ejercida contra la cabeza del material de tocho en la parte trasera respecto del punto Z en la zona de deformación). Así, un aumento de material de tocho en el punto Z es sometida a esfuerzos

384473

2.



$S_{zr}$  por la presión  $P_{zr}$ ,  $S_{za}$  por la presión  $P_{za}$ , y  $S_{sa3}$  por la presión  $P_{sa3}$ . Nuevamente, sin embargo, en esta etapa de la deformación justamente anterior a la expulsión del material desde la zona de deformación, la diferencia entre los esfuerzos radiales  $S_{zr}$  y los esfuerzos axiales  $S_{za}$  y  $S_{sa3}$  continúa siendo igual o mayor que el límite elástico del material que se deforma.

Por lo expuesto puede apreciarse que, en la práctica de la presente invención, la deformación de material se efectúa mediante la presión que ejerce el fluido que circula a través del elemento de control de fluido 62 contra el material que se deforma. Además, la presión del fluido a través de toda la zona de deformación, si bien decrece en el sentido de la circulación, debe ser de suficiente magnitud para hacer que el esfuerzo radial en cualquier punto se mantenga mayor que el esfuerzo axial en dicho punto en una cuantía igual o mayor que el límite elástico del material. El control de la presión de fluido para conseguir la relación de esfuerzo conveniente se efectúa dotando al elemento de control de fluido 62 con una superficie de control de circulación 63 que está conformada para definir una vía o camino controlado a fin de lograr la conveniente regulación de presión. A este respecto, la forma de la superficie de control de circulación puede ser lineal (como se ilustra) o no lineal y, como se ha hecho al practicar el presente método de extrusión tal como se ha descrito con referencia al ejemplo, se puede determinar empíricamente. Además, ha podido apre-



384473

5  
10  
15  
20  
25

ciarse que el ángulo de la superficie del material de tocho en la zona de deformación y el ángulo de la superficie de control de circulación 63 difieren con respecto al eje longitudinal central del tocho tal como para llegar a la convergencia en la salida de la zona de deformación. Sin embargo, se debe señalar asimismo que para cada situación de extrusión particular se ha podido apreciar que existe un camino o vía particular definida por la forma de la superficie de control de circulación, que facilita la extrusión con la máxima eficiencia.

Considerando la porción de tocho 65 en la cámara 64 en la parte posterior de la entrada a la zona de deformación 69, ya se ha dicho que la presión de fluido máxima  $P_a$  en el sistema de fluido se produce en el punto A a la entrada de la zona de deformación. También se ha indicado en la ecuación (4) que  $P_a$  es mayor que  $P_o$  a pesar de que los fluidos que están ejerciendo presiones  $P_a$  y  $P_o$  se hallan en comunicación a través del espacio 76. Que  $P_o$  puede ser menor que  $P_a$  cuando con fines cualesquiera son presiones distintas en el mismo cuerpo de fluido, parece ser contrario al principio según el cual la presión en un cuerpo de fluido es transmitida sin disminución en todas direcciones. Este no es el caso en la práctica de la presente invención mediante el aparato de la figura 3, dado que se ha previsto que la anchura del espacio anular estrecho 76 sea suficientemente pequeña para limitar la circulación de fluido a lo largo del tocho 65 desde la

384473<sup>28</sup>



cabeza a la base. La limitación de circulación de esta manera facilita el mantenimiento de la presión diferencial entre  $P_a$  y  $P_o$ . El efecto derivado de la circulación limitada de fluido en el espacio anular estrecho 76 consiste en la producción de una caída de presión sustancialmente lineal desde la presión  $P_a$  en el punto A a la presión  $P_o$  en el punto C.

Los versados en la cuestión pueden determinar las dimensiones del espacio anular estrecho 76 para cualquier situación particular de extrusión, basándose en la diferencia de presiones requerida entre  $P_a$  y  $P_o$ , la viscosidad del fluido de transmisión de presión a las presiones ambientales, y el régimen permisible de circulación de fluido a lo largo de la superficie del tocho que puede ser un valor arbitrario que se aproxima al estado de no circulación.

El efecto de reducción de presión de la limitación de circulación establecida en el espacio anular estrecho 76 (figura 3) realiza asimismo la útil función de evitar la "disminución de diámetro" del material de tocho durante la extrusión, es decir, la deformación prematura del material de tocho antes de la entrada en la zona de deformación. Específicamente, en el punto A (Figura 4), los esfuerzos sobre un aumento de material son  $S_r$ , el esfuerzo radial producido por la presión  $P_a$  contra la superficie del material  $S_o$  por la presión  $P_o$  del fluido en la cámara 64 que se aplica contra la base 70 del tocho, y  $S_{ea}$  por la presión  $P_{ea}$  que es la suma de los componentes axiales de

384473

28



la presión ejercida contra la cabeza del tocho en la zona de deformación. Como ya se ha dicho, la deformación inicial tiene lugar sustancialmente en el punto A, de modo que el esfuerzo radial  $S_a$  es mayor que el esfuerzo axial  $S_o$  y  $S_{ea}$  en una cuantía igual al límite elástico del material. Puesto que la superficie del tocho 65 en cualquier punto situado entre los puntos A y C no es inclinada con respecto al eje longitudinal del tocho 65, no se ejercen presiones contra el material de tocho en la parte posterior del elemento de control de fluido 62, lo que determina una variación en el esfuerzo axial en el material. No obstante, las presiones radiales entre los puntos A y C disminuyen linealmente, con lo que reducen los esfuerzos radiales producidos en el material de tocho. Así, en la parte delantera del punto A, la diferencia de los esfuerzos axiales y radiales habidos en el material de tocho es, en cada punto del mismo, menor que el límite elástico del material. Por esta razón, no puede tener lugar deformación en el material de tocho delante del punto A y de este modo se elimina la posibilidad de que se produzca "disminución de diámetro".

Con respecto a las presiones ejercidas sobre, y a los esfuerzos experimentados por el producto 74 después de ser expulsado de la zona de deformación, ya que se ha indicado que la presión ambiental en la salida de la zona de deformación puede ser la atmosférica o de otro tipo. En cualquier caso, una vez se ha realizado la deformación, cualquier presión ejercida sobre



384473

el producto 74 no debe producir diferencia de esfuerzos en el material que sea superior a su límite elástico. Evidentemente, en tales condiciones, puede tener lugar una ulterior deformación.

5           Habiendo considerado la fase de iniciación de un ciclo de extrusión y todas las condiciones de funcionamiento del sistema mientras empieza la extrusión, se describirá la fase de extrusión u obtención de producto del ciclo.

10           Tal como se ha explicado con anterioridad, la terminación de la fase de iniciación del ciclo está condicionada por el establecimiento de un equilibrio de extrusión. Este equilibrio se produce en el aparato de la figura 3 cuando (a) el elemento de control  
15 de fluido 62 avanza en el interior de la cámara 64 con un régimen constante, (b) las presiones de fluido del sistema son suficientes para determinar esfuerzos de deformación en el material, (c) una circulación controlada de fluido pasa a través del elemento de control  
20 de fluido 62, y (d) se produce deformación en el producto 74 que se expulsa a través de los conductos 67 y 68 a una velocidad conveniente. Con referencia a la figura 5, puede apreciarse que el establecimiento de una fase de equilibrio de extrusión tiene lugar en los  
25 momentos en que las magnitudes de los esfuerzos  $S_x$  y  $S_a$  permanecen constantes.

Considerando inicialmente el equilibrio de extrusión establecido una vez realizada la fase de comienzo del ciclo, el avance continuo del elemento de

384473

2 a



control de fluido 62 hacia el tocho 65 ha engendrado presiones contra el material de tocho que determinan en el mismo esfuerzos y deformación. Como ya se ha dicho, la presión engendrada en el fluido del sistema tiene lugar a consecuencia de la acción de válvula sobre la circulación de fluido a través de la zona de deformación entre la cabeza del tocho y el elemento de control de circulación 63. Una vez se producen las presiones necesarias para la deformación, y suponiendo que la resistencia del material de tocho a la deformación permanece sustancialmente constante para proveer un límite elástico de material, por ejemplo,  $S_y$  en la figura 5, que es sustancialmente constante, cada incremento de avance del pistón 58 y el elemento de control de fluido 62 desplaza de la cámara 64 volúmenes de material de tocho y fluido en proporción constante e igual en volumen al desplazamiento incremental del elemento de control de fluido 62. En otras palabras, el avance del elemento de control de fluido 62 en la cámara 64 determina el desplazamiento de volúmenes de material de tocho y fluido que, debido al equilibrio de extrusión establecido en el sistema, se mantienen en proporción constante en toda la extrusión.

Puesto que la magnitud de las presiones engendradas para establecer y soportar la extrusión es determinable por el límite elástico del material y reflejado en la separación entre la superficie de control de circulación 63 y la cabeza del tocho 65, la extrusión del material de tocho con un límite elástico, por



384473

ejemplo,  $S_y$ , (figura 5) se caracteriza por un perfil de presión constante que actúa sobre el material de tocho y con una separación constante entre la superficie del tocho y la superficie de control de circulación 63 a lo largo de la zona de deformación, reconociéndose que el espesor del fluido entre la superficie de control de circulación y la cabeza del tocho varía de punta a punta a lo largo de la superficie de control de circulación.

Sin embargo, se debe reconocer que la resistencia del material de tocho a la deformación cambia con las variaciones en dureza y características análogas del material. Además, el material de tocho que comúnmente se encuentra en el mercado no tiene características uniformes. En consecuencia, otro aspecto de la presente invención determina la capacidad de compensar automáticamente la falta de uniformidad en el material de tocho y, en particular, a título de ejemplo, las variaciones en la dureza del material de tocho.

La figura 6 ilustra un elemento de control de fluido 62 del tipo utilizado en el aparato de la figura 3 y que controla una circulación de fluido a través del mismo para deformar un tocho, mostrándose varias posiciones de la cabeza del tocho con respecto a la superficie de control de circulación 63 en línea de trazo y punto, representándose el tocho 65 en una posición en la que se halla separado del elemento de control de circulación 63 por una distancia E. Esta distancia E corresponde a la posición del tocho cuando

384473<sup>28</sup>



5 se consigue inicialmente el equilibrio de extrusión, es decir, se prosigue la extrusión con un régimen de descarga de producto constante, las presiones de la cámara 63 se mantienen constantes, puesto que la resistencia a la deformación  $S_{y1}$  del material de tocho continúa constante (figura 5) y el tocho se mantiene en una posición constante con respecto a la superficie de control de circulación 63.

10 Suponiendo que es hallado un lugar duro en el material de tocho, es decir, material con un límite elástico mayor que con el que estaba anteriormente siendo deformado, por ejemplo, material con un límite elástico  $S_{ya2}$  de la figura 5, ocurre lo siguiente:

15 (a) el elemento de control de fluido 62 sigue avanzando con un régimen constante en el sentido indicado por las flechas 60;

20 (b) debido al lugar duro, el tocho 65 ofrece una resistencia aumentada a la deformación y tiende a adoptar la posición F más próxima a la superficie de control de circulación 63, limitando, por ello, la circulación de fluido a través del elemento de control de circulación 62.

25 (c) las posteriores limitaciones en la circulación de fluido entre la superficie de control de circulación y el tocho aumentan la presión efectiva del fluido que circula entre la cabeza del tocho y la superficie de control de circulación 63, aumentando con ello la fuerza axial que tiende a separar al tocho de la superficie de control de circulación;



(d) el aumento en la fuerza axial engendrada en la zona de deformación desplaza ulteriormente el tocho por el interior de la cámara 64, aumentando con ello la presión del fluido que se aplica sobre la base 70 del tocho 65; y

(e) el aumento de presión continua hasta que los esfuerzos radiales y axiales son lo suficiente desiguales para sobrepasar el límite elástico  $S_{y2}$  (figura 5) del material endurecido, haciendo con ello que se deforme.

En este punto, es restablecido el equilibrio de extrusión en la presión más elevada. Así, el resultado limpio de las etapas enumeradas es que todas las presiones en el sistema de extrusión, es decir,  $P_a$ ,  $P_{ea}$ ,  $P_o$  (figura 4) son aumentadas en respuesta a la resistencia incrementada del material de tocho para extrusión. Las presiones aumentadas engendran esfuerzos aumentados capaces de deformar el material relativamente más duro en el mismo régimen con el que se proseguía la extrusión antes de la entrada del material duro en la zona de deformación. A este respecto, aunque el ajuste de las presiones de fluido en respuesta a la entrada del material de tocho duro en la zona de deformación se ha descrito como una evolución gradual, virtualmente el ajuste real ocurre instantáneamente, asegurándose la extrusión con un régimen de descarga de producto constante.

Supongase que la parte dura del material de tocho ha pasado a través de la zona de deformación y se



384473

aprecia una porción de material de tocho que es más blanda. El material más blando tiene un límite elástico inferior  $S_{y3}$  (figura 5) y como tal requiere esfuerzos radiales y axiales para mantener la extrusión en un régimen constante. En ausencia de ajuste de presión, la extrusión de material relativamente blando después de material relativamente duro es causa de que el tocho se deforme a través de la zona de deformación más rápidamente, aumentando con ello efectivamente la separación entre la superficie de control de circulación 63 y la cabeza del tocho. El régimen de deformación aumentado determina que el tocho adopte una separación con respecto a la superficie de control de circulación 63 como la que se indica con G en la figura 6, y la separación aumentada entre la superficie de control de circulación y la cabeza del tocho reduce la caída de presión en el fluido que pasa por entre la cabeza del tocho y la superficie de control de circulación, disminuyendo, así, la fuerza axial que tiende a desplazar al tocho 65 por el interior de la cámara 64. Tal disminución en la fuerza axial engendrada en la cabeza del tocho hace que el mismo sea desplazado hacia la superficie de control de circulación 63 por la acción de la presión del fluido de la cámara 64 y que se aplica contra la base 70 del tocho. Este desplazamiento hacia el elemento de control de fluido 62 obliga al tocho a moverse desde la posición relativa G a la posición relativa E en la figura 6 hasta que la presión en la cámara 64, que se aplica contra la base 70 del

384473



tocho y las presiones en la zona de deformación que se aplican contra la cabeza del tocho se reducen en una cuantía suficiente para establecer de nuevo un equilibrio de extrusión. La reducción en el nivel de presión es tal que mantiene la extrusión a un régimen de descarga de producto constante en el que el material que pasa por la zona de deformación es más blando, es decir, tiene un límite elástico inferior  $S_{y3}$  (figura 5) y esto requiere ejercer menos presión para engendrar fuerzas de extrusión adecuadas.

Así puede apreciarse que durante la fase de extrusión del ciclo de funcionamiento del aparato de la figura 3, se establece una circulación de fluido positiva en la zona de deformación de un elemento de control de fluido, cuya circulación de fluido ejerce presión sobre el material de tocho para conseguir su deformación. El material es extruido a un régimen de descarga de producto conveniente, cuyo régimen se mantiene, a pesar de ello, con variaciones en la resistencia del material de tocho para deformación. Además, puesto que el material de tocho no hace contacto con la superficie de control de circulación 63, no se genera fricción de contacto superficial, la cuantía de trabajo requerido para conseguir la extrusión es, por tanto, disminuida, y se obtiene producto de características uniformes.

Después de completada la fase de extrusión del ciclo, ocurre la terminación como ya se ha dicho, bien sea por la total extrusión del material de tocho a

384473



través del elemento 62, o bien mediante la retirada del elemento de control de fluido 62 antes de completar la extrusión del tocho.

5 El aparato de la figura 3 ha sido empleado, por ejemplo, para extruir aproximadamente 73,15 m. de alambre a partir de un tocho de 1,09 m. de longitud a una velocidad de descarga de producto de 1219,2 m/h.

Los siguientes datos se refieren a esta extrusión de alambre.

10 TOCHO - longitud - 109 cm. - diámetro exterior 0,91 cm. - conicidad - 30 grados. comprendido ángulo, material - 99,5 porcentaje de aluminio.

15 RECIPIENTE DE TOCHO (recipiente 51) - extensión 118,1 cm (entrada en la zona de deformación), cavidad - 0,954 cm.

20 ELEMENTO DE CONTROL DE FLUIDO - salida orificio - 0,114 cm. forma de superficie de control de circulación - 40 grados comprendido ángulo recto (lineal) cono, velocidad de avance - 18,29 M. por minuto FLUIDO Cindol 4683 (lubrificante paratrefilado de aluminio).

25 PRESIONES DE FLUIDO - en la base  $P_c$  - 7,730  $cm^2$  (aprox.) en la entrada de la zona de deformación  $P_a$  - 8,435  $Kg/cm^2$  (aproximadamente) en la salida de la zona de deformación  $P_b$  - atmosférica.

EXTRUYENTE diámetro exterior - 0,119 cm.

384483



longitud 73,2 m, velocidad de descarga -  
1220 m por minuto.

Como ya se ha explicado, el método efectuado por el aparato de la figura 3 se basa en un espacio anular estrecho 76 para limitar la circulación de fluido a lo largo del tocho 65 y mantener la diferencia de presiones entre el fluido en la entrada a la zona de deformación y el fluido que se aplica contra la base del tocho.

En la figura 7 se ilustra otro aparato para llevar a la práctica el método de la presente invención, en el que el fluido en la entrada a la zona de deformación y el fluido que se aplica contra la base del tocho son separados por un cierre físico y establecer distintos cuerpos de fluidos a distintas presiones. Más específicamente, en la figura 7 se ilustra un aparato designado en general con la referencia numérica 80 que comprende un recipiente de presión 81 provisto de una cavidad interior 82 para el alojamiento seguro mediante prensa o ajuste en caliente de una caja cilíndrica 83. La caja interior cilíndrica 83 comprende una cavidad axial 84 que en un extremo presenta una porción interiormente roscada 85, en tanto que en la extremidad opuesta presenta un resalto anular dirigido hacia el interior 86, a partir de cuyo resalto 86 se extiende un alojamiento axial 87 que ocupa el resto de la caja 83.

En la caja 83 se halla fijado a rosca un tapón 89 que establece tope con el extremo cerrado 91 de una

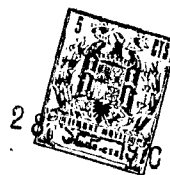


camisa interior 90 ajustada en la cavidad 84. El extre-  
mo opuesto 92 de la camisa 90 es abierto, cuya camisa  
se extiende axialmente por el interior de la cavidad  
84 desde el tapón 89 hasta una posición entre el tapón  
5 89 y el resalto 86. Una junta anular de estanqueidad  
94, que puede ser del mismo tipo que la junta 71 an-  
teriormente descrita, está montada en la cavidad 84  
entre el tapón 89 y la camisa 90 y evita el escape de  
fluido alrededor del tapón 89.

10 Un manguito 95 está montado en disposición des-  
lizante en la cavidad 84 entre el extremo abierto 92  
de la camisa 90 y el resalto 86. En el manguito 95 se  
ha previsto un orificio axial 96 para permitir la in-  
serción de un tocho 100 a través del mismo. Además,  
15 una junta de cierre anular adecuada 97 se halla monta-  
da sobre el extremo del manguito 95 adyacente al resal-  
to para impedir la circulación de fluido entre el man-  
guito 95 y/o el orificio 84, o entre el manguito 95  
y el tocho 100 en el orificio 96 cuando el fluido de la  
20 cámara 98 situada encima del resalto 86 es sometido a  
presión como se describirá. Así, puede apreciarse que  
cuando un tocho 100 es colocado en el orificio 96 a  
través del manguito 95 antes de la extrusión, el volu-  
men del interior del recipiente 81 se divide en una pri-  
25 mera cámara 98 definida por la cavidad 87, el manguito  
95 y un elemento de control de fluido 101, y una segunda  
cámara 99 definida por la cavidad 84, el manguito 95  
y el extremo cerrado 91 de la camisa 90.

En la caja 83 está formado un conducto 102, que

384473



5 tiene una primera abertura 103 que comunica con la primera cámara 98 y una segunda abertura 104 que comunica con la segunda cámara 99. La segunda abertura 104 está situada entre el extremo abierto 92 de la camisa 90 y el resalto 86, de manera que cuando el manguito deslizante 95 se aplica al extremo 92, se cubre la abertura 104 para impedir el paso de fluido entre las cámaras 99 y 98.

10 En la primera cámara 98 está alojado en disposición telescópica un pistón sustancialmente cilíndrico 106 que se acopla en forma deslizante a la superficie del orificio 87. El avance y el retroceso del pistón 106 es realizado por una prensa u otro mecanismo apropiado (no ilustrado) conocido por los versados en la materia. 15 El avance del pistón 106 se indica esquemáticamente por medio de las flechas 107.

20 El elemento de control de fluido 101 está fijado a rosca al extremo del pistón 106 adyacente a la cámara y se halla provisto de un conducto 109 troncocónico cuya superficie 110 define una superficie de control de circulación para controlar el paso de fluido desde la cámara 98 a través del conducto 109 hasta un conducto 111 axial formado en el pistón 106 para la descarga del producto 115 después de la extrusión.

25 En una ranura anular formada por el elemento de control de fluido 101 y el pistón 106 se ha previsto una junta 112 para evitar el escape de fluido desde la primera cámara 98 alrededor del pistón 106 durante la operación de la extrusión del aparato, cuya junta

384473

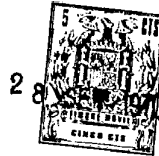


112 puede ser del mismo tipo que la anteriormente descrita junta 71.

5 En la puesta en práctica del método de la invención con el aparato de la figura 7, las cámaras 98 y 99 se llenan con un medio de transmisión de presión adecuado, por ejemplo, un fluido hidráulico como aceite de silicona o aceite de ricino. Un tocho 100 se inserta a través del orificio 96 del manguito 95 lo suficiente para exponer una porción de su superficie perifé-  
10 ca, así como su base o pie 116 al fluido de la cámara 99. El tocho 100 coopera con la superficie interior de la junta 97 y el orificio 96 para formar una junta que evita cualquier comunicación fortuita entre el fluido de la cámara 99 y el fluido de la cámara 98. A medida  
15 que el tocho 100 se introduce en la cámara 99, fluido desplazado por ello pasa a través de la abertura 104 que se abre en este momento, al conducto 102 y después sale por la abertura 103 hasta el interior de la cámara 98. Esta circulación puede tener lugar puesto que la  
20 introducción del tocho 100 en la cámara 99 tiende a ejercer presión sobre el fluido de la cámara 99 que por ello es obligado a circular dentro de la cámara 98, que todavía no ha sido sometido a presión.

25 Con el tocho 100 en posición, se provoca el avance del pistón 106 por el interior de la cavidad 87 dentro de la cámara 98. A medida que se determina el avance del pistón 106, el fluido de la cámara 98 resulta sometido a presión debido a la acción de valvula citada con relación a la forma de realización

384473



de la figura 3. El fluido sometido a presión motiva el desplazamiento del manguito 95 hacia abajo por la cavidad 84, cuyo manguito se aplica al extremo 92 de la camisa 90 y cubre la abertura 104, con lo que ais-  
5 la la cámara 99 de la cámara 98. El avance continuo del pistón 106 determina aumento de presiones en el fluido de la cámara 98 que, como se ha descrito con relación al funcionamiento del aparato de la figura 3 genera presiones dirigidas axialmente contra la cabe-  
10 za del tocho 100 y que lo desplazan con movimiento hacia y hace avanzar en la cámara 99. Por ello, aumenta la presión del fluido en la cámara 99, pero debido a la diferencia en la zona de la base del tocho 100 y la zona radial saliente de la cabeza del mismo, la  
15 presión del fluido en la cámara 99 es menor que la presión efectiva del fluido que genera el componente de fuerza axial.

El avance continuo del pistón 106 aumenta ulterior-  
20 mente las presiones en las cámaras 98 y 99, cuyas presiones engendran esfuerzos radiales y axiales en el material del tocho 100. Como se ha señalado con respecto al aparato de la figura 3, las presiones engendra-  
25 das por el avance del pistón 106 son mayores en la cabeza del elemento de control de fluido 101. Así, como antes, las presiones en la cámara de fluido 98 sobrepasan a las de la cámara de fluido 99.

La presión de la cámara de fluido 98 determina esfuerzos radiales en el material de tocho 100 y la presión del fluido en la cámara 99 que se aplica contra



384473

la base 116 del tocho 100 produce un esfuerzo axial en el material del mismo. Siendo el esfuerzo radial que engendra la presión mayor que el esfuerzo axial que engendra la presión, puede apreciarse que a medida que  
5 la presión engendrada en el sistema por el avance del pistón 106 aumenta, tendrá lugar un estado de deformación cuando los esfuerzos radiales producidos por la presión del fluido en la cámara 98 sobrepasa al esfuerzo axial generado por la presión del fluido en la cámara 99 en una cuantía igual al límite elástico del material de tocho 100 (ver en general la figura 5).  
10 Una vez que se ha iniciado la deformación, se establece un equilibrio de extrusión de la manera descrita con respecto al funcionamiento en la figura 3, y el material de tocho 100 es deformado por la presión ejercida por el fluido que circula a través del conducto 109 del elemento de control de fluido 101 para formar un producto 115.

Con el comienzo de la extrusión y el establecimiento de un equilibrio de extrusión, continúa la extrusión por el avance del pistón 106 en la cámara 98 hasta que el elemento de control de fluido 101 está adyacente al resalto 86 de la cavidad 87. En esta etapa se completa la extrusión del tocho 100, se  
20 invierte la fuerza del pistón 106 y el mismo es retirado de la cámara de fluido 98. La retirada del pistón 106 de la cámara 98 reduce la presión del fluido por debajo de la presión del fluido de la cámara 99, lo que motiva el desplazamiento axial del manguito 95 de  
25

384473



manera que no cubre la abertura 104 para restablecer la comunicación de fluido entre las cámaras 99 y 98. De esta manera se rebaja la presión del fluido en la cámara 99 sin forzar la cabeza del tocho 100 por el interior de la superficie de control de circulación 110 del elemento de control de fluido 101. Finalmente, con el pistón 106 completamente retirado, la base del tocho 100 se retira del aparato, después de lo cual se puede repetir la extrusión.

La principal diferencia entre la estructura y el funcionamiento del aparato de la figura 7 y la estructura y el funcionamiento del aparato de la figura 3 en la práctica de la presente invención consiste en que la forma de realización de la figura 3 mantiene una desigualdad entre la presión de fluido en la cabeza y en la base del tocho, proveyendo para ello una caída de presión sustancialmente lineal en un espacio anular estrecho en toda la longitud del tocho, mientras que en la forma de realización de la figura 7, el fluido que actúa contra la base 116 del tocho 100 está físicamente aislada del fluido que actúa contra la cabeza del mismo durante el funcionamiento. La separación física provista en la forma de realización de la figura 7 evita una circulación de fluido a lo largo del tocho entre la superficie del mismo y la superficie de la cavidad 87. Así, en ausencia de tal posibilidad de circulación, no se puede establecer una caída de presión en la extensión del tocho no deformado. En consecuencia, toda la superficie del tocho

384473



situado en la cámara 98 es sometida a la misma presión de fluido que la experimentada en la entrada a la zona de deformación, por ejemplo, la presión en una cuantía suficientemente grande para engendrar un esfuerzo radial que sobrepasa al esfuerzo axial en una cuantía igual o mayor que el límite elástico del material que se deforma, y todo el material de la cámara 98 se halla en un estado deformable, con lo que se evita la posibilidad de que se produzca "disminución de diámetro".

A este respecto, la "disminución de diámetro" es lo que ocurre cuando una parte del tocho no situado en la zona de deformación se deforma radialmente hacia el interior, lo que determina un vacío en el que el fluido de extrusión 98 puede circular mejor que, circulando de una manera controlada, saliendo de la cámara 98 a través de la zona de deformación como es conveniente. Si ocurre dicha disminución de diámetro es mayor la probabilidad de que el fluido sometido a presión 98 circulará en el orificio mejor que fuera de la cámara, lo que hace que la cabeza del tocho establezca contacto físico con la superficie de control de circulación 110, y sea causa de que la extrusión suceda mecánicamente mejor que como un resultado de una circulación de fluido sometido a presión.

No siendo conveniente dicha disminución de diámetro, se elimina con el aparato de la figura 7, calibrando el tocho 100 y la cavidad 87 en correspondencia para volver el fluido que contiene la parte de cámara 98 en un espacio anular estrecho. Este espacio anular

384473



podría elegirse de la misma manera descrita anteriormente con respecto a la forma de realización de la figura 3, es decir, proveyendo una resistencia elevada a cualquier circulación de fluido a través de dicho espacio. Así, suponiendo que una parte del tocho 100 de la figura 7 empieza a deformarse más que en la zona de deformación, su deformación inicial determinará un incremento en el volumen del fluido adyacente que tendería a rebajar la presión en este fluido, tendiendo así a volver niveles de presión demasiado bajos para soportar la deformación. En segundo lugar, el fluido de las zonas circundantes todavía con una presión elevada tendería a circular en la zona de deformación, pero esta circulación sería limitada por la canal anular estrecha para volver tal circulación suficientemente lenta de manera que no se interfiera con la circulación de fluido a través de la zona de deformación 109.

A medida que la circulación relativamente pequeña del fluido engendra nuevamente presión en la zona de disminución de diámetro, puede ocurrir o no ulterior disminución, dependientemente del grado de temple experimentado por el material durante la disminución de diámetro inicial. Más específicamente, como ya es conocido, cualquier deformación de material produce temple que a su vez aumenta el límite elástico del material templado. Así, una vez se ha producido la disminución de sección inicial, cualquier disminución ulterior resulta más difícil porque el material deformado durante la "disminución" ha resultado templado por



384473

razón de la deformación. Así se corrige por sí mismo el problema de disminución de sección en alguna extensión. En cualquier caso, la provisión de un espacio anular de limitación de circulación entre el tocho 100 y la cavidad 84 reduce al mínimo el efecto de posible disminución de sección durante el funcionamiento del aparato de la figura 7 hasta tal punto que su efecto resulta despreciable.

En resumen, se establece una circulación de fluido sometido a presión a través de la zona de deformación de un elemento de control de fluido, el régimen de circulación del fluido sometido a presión es controlado por el desplazamiento axial relativo del tocho de modo que se acerca y se separa respecto de la superficie de control de circulación de un elemento de control de fluido que avanza en respuesta a variaciones en la resistencia del material de tocho para la extrusión, y después de producirse estados apropiados de esfuerzos desiguales en el material de tocho, comienza la extrusión y se establece un equilibrio de extrusión. Los cambios en la resistencia a la deformación del material que se extruye determinan variaciones de compensación en las presiones de fluido que actúan sobre el material. Virtualmente, las variaciones ocurren instantáneamente de tal manera que se mantiene la extrusión del material en el conveniente régimen de descarga de producto.

Además, el método practicado por el aparato de las figuras 3 y 7 imposibilita que se produzca el efecto de bambú y abalanzamiento descrito anteriormente y



384473

5 reduce la cuantía de trabajo total de extrusión requere-  
rido para formar el producto de extrusión porque la de-  
formación del material que se extruye se lleva a cabo  
ejerciendo presiones de fluido contra el mismo más bien  
que por medio de un contacto superficial mecánico como  
ocurre en los aparatos de extrusión conocidos. Así, el  
trabajo de extrusión es reducido por la eliminación sus-  
tancial del contacto superficial de la hilera del tocho  
en fricción como sucede en los aparatos conocidos como  
10 el de la figura 1.

Ha podido apreciarse que al deformar materiales  
haciendo pasar el material a deformar por el interior  
de una circulación controlada de fluido sometido a  
presión, la presión de cuyo fluido contra el material  
15 determina su deformación, la máxima presión necesaria  
para mantener la deformación puede ser preciso ejercer-  
la contra el material en algún punto situado entre el  
punto de comienzo y el punto de terminación de la de-  
formación. Este fenómeno resulta del cambio en las  
20 características de temple del material que se deforma.

Más específicamente, ya se ha indicado ante-  
riormente con respecto a la anteriormente citada pa-  
tente, que la deformación positiva por la circulación  
de fluido de material para formar un producto se lle-  
25 va a cabo ejerciendo presiones de fluido controladas  
sobre el material, las magnitudes de cuyas presiones  
son tales que engendran esfuerzos radiales y axiales  
en el material de tal modo que los esfuerzos radiales  
sobrepasan a los esfuerzos axiales en una cuantía igual



384473

al límite elástico del material. Sin embargo, ha podido apreciarse que la deformación inicial de algunos materiales determina un rápido incremento en el límite elástico del material. De hecho, el aumento en el límite elástico del material es tal que evita ulterior deformación de material en ausencia de un incremento en la presión del fluido de deformación o de extrusión.

Con referencia a la figura 8 puede obtenerse una mejor comprensión de la manera como reaccionan algunos materiales durante la extrusión positiva por la circulación de fluido, cuya figura 1 presenta un gráfico de presión de fluido de extrusión durante la extrusión de un tocho, así como un gráfico del límite elástico del material del tocho durante la deformación del material desde un radio de 0,46 cm. hasta un radio de 0,057 cm. La curva del límite elástico, que se refiere a una aleación de aluminio (Aluminio EC) y que fué desarrollada mediante la medición real del límite elástico de la cabeza deformada de un tocho de material, ilustra un régimen rápido de aumento de límite elástico al comienzo de la deformación, con un gradual aplanaamiento de la curva después de ello. El incremento en el límite elástico es tal que requiere una presión de fluido de extrusión que aumenta inicialmente con el fin de mantener la extrusión. El aumento de presión de fluido de extrusión que requiere se refleja en el gráfico de presión de fluido de extrusión, cuya curva presenta valores calculados de la presión de fluido de extrusión basados en la extrusión de un tocho de

384473



Aluminio 30, de un diámetro de 0,91 cm. para formar un producto de 0,114 cm. de diámetro, empleando aceite de ricino con un 10% en peso de disulfuro de molibdeno (S<sub>2</sub> Mn) como fluido de extrusión.

5 La curva de presión de fluido de extrusión viene definida por la ecuación:

$$P_1 = \frac{S_{y1} + S_2(Y_2/Y_1)^2 + P_2 \left[ \frac{(Y_1^2 - Y_2^2)}{Y_1^2} - \frac{(Y_1 + Y_2)}{Y_1^2} \right]}{\cos \theta - \frac{(Y_1 + Y_2)}{Y_1^2}}$$

$$\frac{[.5(Y_1^2 + Y_2^2) - Y_2]}{\sqrt{.5(Y_1^2 + Y_2^2) - Y_2}}$$

15

donde:

S<sub>y1</sub> es el límite elástico del material en el extremo anterior de un incremento de material que se deforma;

20

Y<sub>1</sub> es el radio del extremo anterior de un incremento de material que se deforma.

Y<sub>2</sub> es el radio en el extremo posterior de un incremento de material que se deforma;

25

P<sub>1</sub> es la presión del fluido de extrusión en el extremo anterior de un incremento de material que se deforma;

P<sub>2</sub> es la presión del fluido de extrusión en el extremo posterior de un incremento de material que se deforma;

384473



$S_2$  es el esfuerzo axial en el material que se deforma en el extremo posterior de un incremento del mismo; y

5  $\theta$  es el ángulo subtendido por la superficie del incremento de material que se deforma con el eje longitudinal del elemento de control de fluido en el que se deforma el material.

10 Al trazar la curva de presión de fluido de extrusión de la figura 8, se supuso constante el ángulo  $\theta$  en todos los puntos durante la deformación, a excepción del área de entrada inicial en la zona de deformación. En dicha área de entrada inicial, el ángulo  $\theta$  fue variado desde  $0^\circ$  en el punto de entrada inicial hasta un valor de  $20^\circ$  en un punto arbitrario situado  
15 dentro de la zona de deformación, después de lo cual el ángulo  $\theta$  fue mantenido con propósitos de cálculo a una constante de  $20^\circ$ .

20 Como evidencia la curva, la presión del fluido de extrusión tiene un valor máximo intermedio en el comienzo y en los puntos extremos de deformación. La posición longitudinal de este punto dentro de la zona de deformación se define también con toda claridad. Específicamente, ya se ha señalado anteriormente que el ángulo  $\theta$  de la superficie de material de deformación es constante después del extremo de salida de  
25 la zona de deformación hasta un punto arbitrario en el que el ángulo se reduce arbitrariamente a  $0^\circ$ . El punto arbitrario puede estar en el punto de presión elevada o más distante respecto de la parte anterior.

384473

28



Debido a la forma cónica de la superficie de material entre el punto de presión elevada y el extremo de salida de la zona de deformación, una vista en sección transversal del material que se deforma provee un triángulo rectángulo que tiene como hipotenusa la superficie del material comprendida desde el extremo de salida de la zona de deformación hasta el punto de presión elevada, como uno de sus lados una parte del radio en el punto de presión elevada, y como uno de los ángulos el ángulo de la superficie  $\theta$ . La curva pone en evidencia que el punto de presión elevada ocurre en el punto donde el material de techo tiene un radio de 0,371 cm. pudiendo verse que la posición longitudinal del punto de presión elevada es una función del radio del techo en tal punto, por ejemplo, la distancia longitudinal entre la salida de la zona de deformación y el punto de presión elevada dentro de la zona de deformación es igual al cambio en el radio del techo entre el punto de presión elevada y el extremo de salida de la zona de deformación multiplicado por la cotangente del ángulo  $\theta$ .

Como ya se ha indicado, el punto de máxima presión en los métodos de extrusión positiva por circulación de fluido ocurre en el borde anterior del elemento de control de fluido que avanza. Con el fin de tener el punto que engendra presión elevada y el punto de presión elevada para soportar la extrusión, coincide, por tanto, que una parte de la deformación ocurre después de los límites del elemento de control

32473

28



5 de fluido y que no es controlada positivamente en el sentido en que ocurre el control positivo cuando la circulación de fluido de extrusión está limitada durante la deformación por una superficie de control de circulación formada previamente.

10 La presente invención provee contener sustancialmente la totalidad del material que se deforma dentro del elemento de control de fluido y controlar positivamente la presión y la circulación del fluido de extrusión en todo momento durante la deformación del material, inyectando para ello el fluido de extrusión en la zona de deformación en un punto dentro del elemento de control de fluido que corresponde al punto de máxima presión requerida. Así, con la curva de presión de fluido de extrusión de la figura 8, se define  
15 el punto situado dentro de la zona de deformación en el que ocurre la presión máxima y, en la práctica de la invención, se inyecta fluido de extrusión a la máxima presión en dicho punto para circular hacia delante y hacia atrás respecto del mismo y proveer fluido  
20 a presión a lo largo de la superficie del material de deformación que corresponde a la presión que se indica en la figura 8.

25 En las figuras 9 y 10, que deben considerarse juntamente, se ilustra un aparato de acuerdo con la invención designado en general con la referencia numérica 210.

El aparato 210 comprende un recipiente de presión 211 que presenta una cavidad interna 212 cerrada

384473



5 en un extremo por un tapón 213 cerrado mediante una junta (figura 12). El extremo cerrado 213 del recipiente 211 está rígidamente montado sobre una base 214 (figura 12) con ayuda de un medio apropiado (no ilustrado), como pernos o equivalentes.

10 Entre los extremos de la cavidad 212 está formado un resalto anular 215 con una junta dispuesta en una canal anular formada en la superficie interna del resalto. El resalto 215 provisto de junta divide la cavidad 212 en una parte 216 situada posteriormente (a la derecha como se ve en las figuras 9 y 10) y una parte 217 situada anteriormente 217.

15 Telescópicamente alojado dentro de la parte anterior 217 de la cavidad 212, y a través del extremo abierto del recipiente 211 se encuentra un pistón sustancialmente cilíndrico 218. El avance del pistón 210, indicado esquemáticamente por medio de las flechas 220, lo lleva a cabo una prensa y otro mecanismo adecuado (no ilustrado) ya conocido por los versados en la materia. El extremo del pistón 218 situado adyacente al recipiente está provisto de una cavidad roscada 221 que recibe un elemento de control de fluido 222. En el pistón 218 está formado, asimismo, un orificio longitudinal axial 224 para alojar la descarga del producto 226 y el fluido de extrusión después de la deformación, como se describirá con detalle.

25 El elemento de control de fluido 222 comprende un cuerpo alargado sustancialmente cilíndrico dotado de un orificio longitudinal axial 228. Este orificio

384473<sup>28</sup>



se ilustra con un diámetro igual al del orificio 224 del pistón 218 y coopera con el mismo de modo que se define un conducto de descarga para el producto 226 y el fluido de extrusión después de la deformación.

5 La extremidad anterior (situada a la izquierda como se ve en la figura 9) del elemento de control de fluido 222 está provista de un saliente 229 fijado a rosca en la cavidad 221 del pistón 218.

El diámetro de la superficie circunferencial  
10 231 de la mayor parte del elemento de control de fluido 222 es sustancialmente igual al diámetro de la superficie interna del resalto 215 provisto de junta para establecer con eso una relación de junta pero deslizable. Sin embargo, una parte 233 del extremo posterior del elemento de control de fluido tiene un diámetro sustancialmente igual al diámetro de la porción  
15 situada posteriormente 216 de la cavidad 212 para establecer con eso una relación radialmente fija pero deslizable longitudinalmente. La superficie circunferencial de la parte 233 situada posteriormente del  
20 elemento de control de fluido 222 está provista de una pluralidad de ranuras longitudinales que definen conductos de fluido 234 para permitir la libre comunicación del fluido, pasada ya la porción situada anteriormente 233.  
25

En el extremo situado posteriormente del elemento de control de fluido 222 se encuentra una abertura axial cónica en general convergente, cuya superficie 240 define una superficie de control de circula-

- 64 - 384473



ción para controlar la circulación de fluido de extrusión durante la extrusión. El volumen limitado por la abertura cónica en el elemento de control de fluido 222 comprende una zona de deformación 242 dentro de la cual  
5 tiene lugar toda la deformación del material de un tocho 244 para formar un producto 226 en el aparato 210.

La superficie de control de circulación 240 presenta una pluralidad de aberturas 245 que comunican la zona de deformación 242 con una pluralidad de conductos  
10 longitudinales 246 del elemento de control de fluido 222. Cada conducto 246 comunica con un conducto radial 248 formado en el elemento de control de fluido 222 para permitir el paso de fluido de extrusión desde alrededor del elemento de control de fluido 222, a través  
15 de los conductos 248, 246 y las aberturas 245 e inyectarlo en la zona de deformación 242. Las aberturas 245 están situadas dentro de la zona de deformación en correspondencia con la posición longitudinal a lo largo de la misma donde se requiere la máxima presión de fluido de extrusión, para llevar a cabo la extrusión del  
20 material a deformar. Por ejemplo, el gráfico de presión de la figura 8 indica que para un tocho de Aluminio EC de un diámetro exterior de 0,91 cm., al efectuar una relación de extrusión de 64:1, ocurre la máxima presión requerida en un diámetro de 0,751 cm. Así, la posición longitudinal de las aberturas 245 dentro de la zona de deformación 242 de un elemento de control de fluido 222 para extraer el tocho se determina con la  
25 relación:

384473



(0,371-0,057) cotang.  $\theta$

5 La superficie circunferencial 231 del elemento de control de fluido 222 coopera con la superficie interna de la cavidad 217 situado anteriormente, el pistón 218 y un resalto anular 215 para definir una cámara anular de bombeo de fluido de extrusión 250. La extrusión de fluido para establecer una circulación positiva de fluido dentro de la zona de deformación 242 se introduce en la cámara 250 a través de un conducto radial 10 252 formado en el recipiente 211 que comunica la cámara 250 con una fuente de fluido de extrusión (no ilustrada). Un conducto 253 que comunica el conducto 252 con la fuente de fluido de extrusión está provista de una válvula de retención o unidireccional 255 que permite la introducción de fluido en la cámara 250 pero impide la circulación inversa de fluido cuando el fluido de la cámara 250 es sometido a presión como se describirá con detalle.

15 Análogamente, la superficie circunferencia 231 del elemento de control de fluido 222 coopera con el extremo situado posteriormente del resalto 215, la superficie interna de la cavidad 216 situada posteriormente y la porción situada posteriormente 233 del elemento de control de fluido 222 para definir una cámara 20 260 para la recepción de fluido 260 en la que el fluido pasa a través de las ranuras 234 durante la deformación del tocho 244. Comparando las figuras 9 y 10 con la 12 se puede apreciar que el avance del pistón 218 y, con el mismo, el del elemento de control de fluido 222 deter-



5 mina una reducción en el volumen de la cámara de bombeo del fluido de extrusión 250 y un aumento en el volumen de la cámara de recepción de fluido 260. La variación en los volúmenes de tales cámaras durante la extrusión proveen para una circulación de fluido a través de la zona de deformación durante la extrusión positiva por circulación de fluido de acuerdo con la invención.

10 Considerando ahora el funcionamiento de aparato 210 como se indica en las figuras 9 y 10, y estando el tapón 213 (figura 12) retirado, el elemento de control de fluido 222 se introduce en la cavidad 212 a través del extremo normalmente cerrado del recipiente 211 para extenderse así a través de la abertura definida por el resalte anular 215 y ser acoplada a rosca a 15 la cavidad 221 del pistón 218. Después de ello, un tocho 244 a extruir se coloca dentro de la parte situada posteriormente 216 de la cavidad 212. La cabeza del tocho puede ser selectivamente preformada o no, formando previamente, sin embargo, el tocho.

20 Habiendo sido llenado con fluido el sistema, el tapón 213 se fija a rosca dentro del extremo del recipiente 211 y luego se fija el mismo a la base 214.

25 La parte situada posteriormente 216 de la cavidad 212, la porción extrema situada posteriormente del elemento de control de fluido 222 y el tapón 213 cooperan para definir una cámara de recepción de material 262 para contener el tocho 244 y un medio de transmisión de presión. El tocho 244 es colocado dentro de la cámara 262 de manera que es rodeado por el fluido y mantenido

384473



separado con respecto de la superficie de la cavidad 212.

5           Teniendo el tocho 244 así situado, el pistón 218, y, con el mismo, el elemento de control de fluido 222, se hacen avanzar dentro de la cavidad 212 para establecer una velocidad relativa entre el tocho y el elemento de control de fluido. El avance del elemento de control de fluido 222 determina un aumento en la presión del fluido en la cámara de bombeo de fluido 250 que cierra la válvula de retención o unidireccional 255 y que además motiva la disminución del volumen de la cámara de bombeo de fluido de extrusión 250, con lo que bombea fluido desde la cámara 250 a través de los conductos 248, 246 y las aberturas 245 para su inyección en la zona de deformación 242. El fluido que entra en la zona de deformación a través de las aberturas 245 es obligado a circular en dos direcciones. Específicamente, y con referencia a la figura 13, el fluido que entra en la zona de deformación 242 desde los conductos 246 a través de las aberturas 245 se divide en una circulación hacia la parte situada posteriormente y hacia la situada anteriormente. La circulación de fluido en la parte situada posteriormente pasa entre la cabeza del tocho 244 y la parte de la superficie de control de circulación 240 situada anteriormente respecto de las aberturas 245 para combinarse con el fluido que rodea el tocho 244 en la cámara 262 para pasar a través de las ranuras 234 y al interior de la cámara de recepción de fluido de expansión 260. El fluido restante circula

10

15

20

25

384473



5 anteriormente respecto de las aberturas 245 entre la superficie de control de circulación 240 y la cabeza del tocho 244 y después sale al exterior del aparato 210 a través del conducto 224 con el producto de extrusión 226.

10 Por lo expuesto es evidente que durante el funcionamiento del aparato 210 se establecen varias relaciones volumétricas. Específicamente, el volumen de fluido bombeado desde la cámara de bombeo de fluido 250 hasta el interior de la zona de deformación 242 es igual a la suma de las circulaciones en las partes situadas posterior y anteriormente dentro de la zona de deformación. Análogamente, el aumento incremental en el volumen de la cámara de recepción de fluido 260 debe ser igual al volumen de fluido que pasa en la parte  
15 situada posteriormente dentro de la zona de deformación 242 y es desplazada desde la cámara 262 alrededor del tocho 244 durante un avance incremental del elemento de control de fluido 222.

20 El volumen de fluido bombeado desde la cámara 250 mediante un avance incremental del elemento de control de fluido 222 y el pistón 218 será controlado por el área de la sección transversal de la cámara de bombeo de fluido de extrusión 250, y se puede determinar a  
25 partir del volumen de fluido requerido para mantener una circulación positiva de fluido dentro de la zona de deformación 242 para deformar continuamente el material del tocho 244. A este respecto, se debe señalar que, como se ha dicho anteriormente, la presión de fluido

384473<sup>28</sup>



que se provea a la zona de deformación 242 es máxima en el punto de entrada en la misma a través de las aberturas 245. Después de ello, la presión disminuye en las partes situadas posterior y anteriormente dentro de la zona de deformación para establecer un perfil de presión del fluido a través de la zona de deformación, la cual aumenta hasta, por ejemplo, la indicada en la figura 8. La cantidad absoluta de fluido necesario y la presión a la que se introducirá el fluido son dictadas por el material que se deforma, la relación de extrusión, las características del medio de transmisión de presión y la velocidad de avance del elemento de control de fluido 222. A este respecto, los volúmenes y presiones que se requieren para cualquier extrusión particular se pueden determinar empíricamente. Sin embargo, se debe señalar que la extrusión en condiciones idénticas y que requiere una cuantía mínima de trabajo se puede conseguir utilizando el aparato de la invención, contorneando la superficie de control de circulación 240 y proveyendo fluido, procedente de la cámara de bombeo de fluido de extrusión 250, a la zona de deformación.

Por lo expuesto, se puede apreciar que la forma de realización de la invención provee medios para extrusión positiva por circulación de fluido en la que la extrusión de fluido es inyectada dentro de la zona de deformación a través del elemento de control de fluido a una presión máxima y en el punto de máxima presión para llevar a cabo la deformación totalmente

dentro de la zona de deformación definida por la superficie de control de circulación 240. Así, la forma de realización provee medios para extrusión positiva por circulación de fluido, de material para formar un producto en el que la deformación se lleva a cabo en todo momento en condiciones controladas.

Se debe reconocer que aunque cada una de las formas de realización expuestas para llevar a la práctica el método de la presión invención se describe de manera que se descarga el producto de extrusión dentro de alguna presión, por ejemplo, presión atmosférica, el método de la presente invención se propone también la extrusión positiva (o mandada) por circulación de fluido en un ambiente, cuya presión puede ser mayor o menor que la atmosférica.

La práctica de la extrusión en la que la deformación del material se lleva a cabo mediante una circulación positiva controlada de fluido sometido a presión que actúa contra el material a deformar, ha dado por resultado la extrusión de productos que son uniformes en diámetro, dureza y otras características físicas y cuyos productos han sido deformados sin que ocurra deformación por contacto entre el material que se deforma y cualquier otra cosa que no sea la circulación de fluido sometido a presión entre el material y el elemento de control de fluido. La extrusión positiva por circulación de fluido de acuerdo con la presente invención se puede llevar a cabo sin abalanzamiento y con mucho menos trabajo que el que ha sido ne-

384473<sup>28</sup>



cesario mediante los procedimientos conocidos. Así, la presente invención significa un importante paso hacia adelante en el estado de la técnica de la extrusión.

5

N O T A

=====

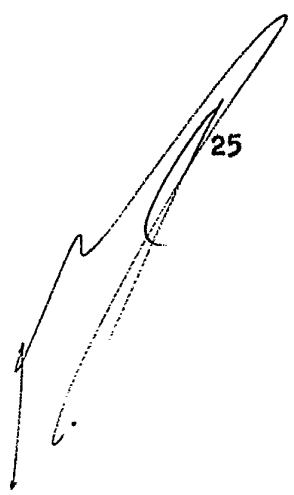
Se reivindica como objeto de la presente patente de invención:

10 1.- Método para deformar un material por medio de un fluido a presión, en el que el material es sometido a presión y luego extruido para formar un producto, caracterizado porque el material sometido a presión se hace pasar por el interior de una circulación controlada de fluido a presión, de manera que la presión del fluido contra el material sometido a presión  
15 deforma dicho material.

20 2.- Método, según la reivindicación 1, caracterizado porque dicho material sometido a presión se hace pasar por el interior de la citada circulación de fluido a presión en la dirección de circulación del expresado fluido.

25 3.- Método, según la reivindicación 1 ó 2, caracterizado por someter a presión dicho material sometiéndolo a una primera presión que engendra esfuerzos axiales en el material; y sometiendo dicho material a una segunda presión que engendra esfuerzos radiales en el expresado material.

4.- Método, según la reivindicación 3, carac-





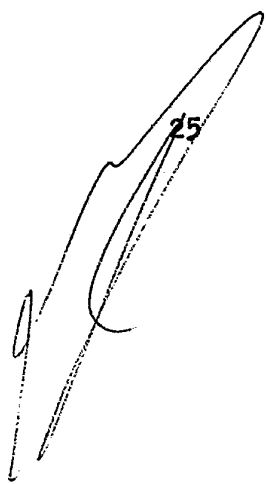
5 terizado por mantener los citados esfuerzos radiales mayores que dichos esfuerzos axiales en una cuantía igual a por lo menos el límite elástico del aludido material cuando el mismo se hace pasar por el interior del mencionado fluido circulante a lo largo del referido trayecto controlado.

10 5.- Método, según las reivindicaciones 3 ó 4, caracterizado porque la referida presión que genera esfuerzos radiales se ejerce exponiendo para ello a dicho material al mencionado fluido a presión para establecer la expresada circulación de fluido a presión.

15 6.- Método, según cualquiera de las reivindicaciones 3 a 5, caracterizado porque dicho material consiste en un tocho que presenta un pie y una cabeza en sus extremos y la citada fase de someter al expresado material a presión para generar esfuerzos axiales comprende someter al citado pie a un fluido a presión para generar esfuerzos axiales en el referido tocho.

20 7.- Método, según cualquiera de las reivindicaciones 3 a 6, caracterizado porque la citada fase de someter al mencionado material a una presión para generar esfuerzos radiales comprende someter a la superficie del citado tocho adyacente a la aludida cabeza a un fluido que ejerza presión para generar esfuerzos radiales en el referido tocho.

25 8.- Método, según la reivindicación 7, caracterizado por poner en comunicación dicho fluido que ejerce presión sobre la cabeza y dicho fluido que



- 73 304473



ejerce presión sobre el pie a través de un paso reductor de presión.

5 9.- Método, según cualquiera de las precedentes reivindicaciones, caracterizado porque dicha circulación controlada es definida por un conducto que se extiende por el interior de un elemento de control del fluido y la circulación del fluido a presión se establece haciendo avanzar el elemento de control del fluido contra una masa de fluido.

10 10.- Método, según la reivindicación 9, caracterizado por que dicho conducto comprende una superficie de control de la circulación y dicha circulación de fluido es dirigida a lo largo de la referida superficie de control con el fin de guiar el mencionado fluido por  
15 el expresado conducto.

11.- Método, según la reivindicación 9, caracterizado porque el indicado conducto comprende una superficie de control de la circulación para generar en el interior y a través del citado conducto una circulación de fluido a presión en general convergente.  
20

12.- Método, según la reivindicación 6, caracterizado por generar presión en dicho fluido que produce el esfuerzo axial, mediante el desplazamiento del pie de dicho tocho contra dicho fluido para generar esfuerzos axiales en respuesta a la fuerza generada contra el referido tocho por la presión de dicho fluido a presión en circulación.  
25

13.- Método, según cualquiera de las precedentes reivindicaciones, caracterizado por variar la mag-

384433<sup>28</sup>



nitudo de la referida presión en respuesta a las variaciones de la resistencia del mencionado material a extrusionar, de manera que se mantenga la velocidad de descarga del producto.

5

14.- Método, según la reivindicación 13, caracterizado porque la citada fase de variar la magnitud de la indicada presión en respuesta a la variación de la resistencia del citado material a extrusionar comprende desplazar el pie del referido tocho en respuesta a las fuerzas generadas contra dicho tocho mediante la variación de la expresada resistencia del mencionado material a extrusionar.

10

15

15.- Método, según la reivindicación 13, caracterizado por posicionar un tocho provisto de una cabeza y un pie en una cámara de extremos abiertos llena de un fluido; provocar el avance de un elemento de control del fluido en el interior de la citada cámara para establecer la circulación controlada del fluido entre dicha cabeza del aludido tocho y una superficie de control de la circulación de un conducto de dicho elemento de control del fluido, cuya cabeza del citado tocho y la expresada superficie de control de la circulación cooperan para establecer una reducción de la citada circulación del fluido con el fin de incrementar la presión del fluido aplicada contra la cabeza del mencionado tocho y desplazar dicho tocho al interior de la referida cámara con objeto de aumentar la presión del fluido que se aplica contra el citado pie del aludido tocho hasta que tiene lugar la deforma-

20

25



384473

239

ción del material del tocho, reducir la circulación del fluido entre la citada cabeza del tocho y dicho pie del propio tocho, proseguir el referido avance del citado elemento de control del fluido para mantener

5 la mencionada circulación del fluido en orden a continuar la referida deformación del expresado material en el interior de dicho elemento de control del fluido; controlar dicha circulación del fluido a través del mencionado elemento de control del fluido para de-

10 mar el aludido material del tocho hasta darle la configuración del citado producto; y descargar este producto desde el citado elemento de control de fluido.

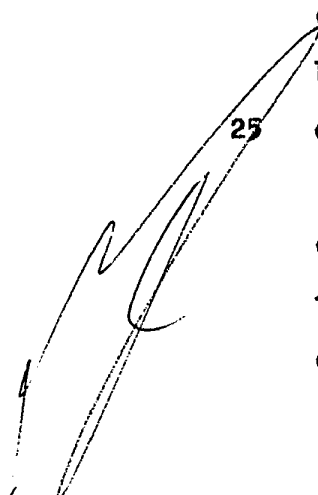
16.- Método, según la reivindicación 15, caracterizado porque la fase citada de reducción de la

15 circulación del fluido entre la cabeza y el pie de los extremos del aludido tocho se lleva a cabo haciendo pasar el citado fluido circulante a través de un espacio estrecho limitador de la circulación formado entre la cabeza y el pie de dicho tocho.

20 17.- Método, según la reivindicación 15, caracterizado porque la reducción de la circulación del fluido entre la cabeza y el pie extremos del tocho se efectúa aislando el fluido que se aplica contra la cabeza del tocho del fluido que se aplica contra el pie

25 del mismo.

18.- Método, según cualquiera de las reivindicaciones 9 a 11, caracterizado por inyectar fluido entre los extremos del conducto formado en el elemento de control del fluido para establecer una circulación de





fluido a presión a lo largo de una superficie de control de la circulación definida por la superficie del citado conducto.

5 19.- Método, según la reivindicación 18, caracterizado porque dicho fluido se inyecta a la presión máxima y en el punto de presión máxima necesario para la extrusión de dicho material.

10 20.- Método, según la reivindicación 18 ó 19, caracterizado porque una parte de dicho fluido circula en el sentido de la marcha de dicho material y una parte de tal fluido circula en sentido opuesto al sentido de la marcha del citado material.

15 21.- Método, según la reivindicación 20, considerado en relación con la reivindicación 15, caracterizado por combinar dicha parte del citado fluido que circula en sentido opuesto al de la marcha de dicho tubo con fluido de la cámara de extremos abiertos; y por hacer pasar los fluidos combinados alrededor de dichos elementos de control del fluido.

20 22.- Aparato para la ejecución del método de las reivindicaciones anteriores mediante la extrusión del material a través de un conducto formado en un elemento de control del fluido de un agente deformante por medio de fluido a presión, caracterizado porque la superficie del conducto define una superficie de control de la circulación para controlar la circulación de un fluido a presión, y por comprender medios para establecer una velocidad relativa entre dicho material y agente deformante para hacer que el aludido fluido a presión entre

25

384473<sup>28</sup>



en el aludido conducto y establecer de esta manera una  
circulación controlada del fluido a presión y deter-  
minar el paso del referido material por el interior de  
la expresada circulación del material a presión a tra-  
5 vés del conducto citado.

23.- Aparato, según la reivindicación 22, ca-  
racterizado por comprender medios para inyectar flui-  
do entre los extremos del mencionado conducto para es-  
tablecer la referida circulación controlada de fluido  
10 a presión.

24.- Aparato, según las reivindicaciones 22 ó  
23, caracterizado porque los medios para establecer la  
velocidad relativa comprenden medios para provocar el  
avance del elemento de control del fluido hacia el  
15 referido material.

25.- Aparato, según la reivindicación, 24 ca-  
racterizado porque los medios para inyectar el fluido  
comprenden conductos formados en el citado elemento  
de control del fluido y medios sensibles al avance de  
20 dicho elemento de control del fluido para bombear flui-  
do a través de los citados conductos del fluido.

26.- Aparato, según cualquiera de las reivin-  
dicaciones 22 a 25, que comprende un recipiente de pre-  
sión provisto de una cavidad, caracterizado por com-  
prender un resalto anular formado en dicha cavidad y  
que coopera con los citados elementos de control de  
fluido y recipiente de presión para definir una cámara  
de bombeo del fluido; y por lo menos un conducto  
formado en dicho elemento de control del fluido para

384473



la circulación del fluido desde la expresada cámara de bombeo del fluido hasta el aludido conducto y definir una superficie de control de la circulación.

5 27.- Aparato, según la reivindicación 20, caracterizado porque dicha cavidad está cerrada por un extremo y queda comprendida una cámara receptora del fluido para recibir una parte de dicho fluido inyectado después del paso del mismo al exterior del mencionado conducto del referido elemento de control del fluido.

15 28.- Aparato, según la reivindicación 27, caracterizado porque en la superficie exterior del citado elemento de control del fluido están formadas unas ranuras para la entrada del aludido fluido en la expresada cámara receptora del fluido.

20 29.- Aparato, según la reivindicación 26, caracterizado porque los referidos recipientes de presión, elemento de control del fluido y resalto cooperan de modo que definen una cámara de bombeo del fluido; dichos recipientes de presión, elemento de control del fluido y resalto cooperan, además definiendo una cámara receptora del fluido; dicho elemento de control del fluido y dicho extremo cerrado de dicho recipiente cooperan definiendo una cámara receptora del material; comprende  
25 una pluralidad de conductos formados en dicho elemento de control del fluido para establecer la comunicación de la citada cámara de bombeo del fluido con el mencionado conducto formado en dicho elemento de control de fluido, siendo bombeado el fluido procedente de dicho

384473

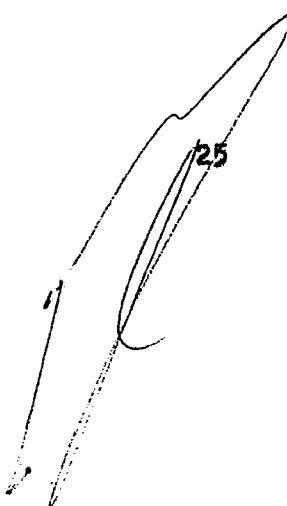


5 elemento de control del fluido, y bombeándose el fluido que proviene de la referida cámara de bombeo del fluido en respuesta al avance del mencionado elemento de control del fluido hacia el extremo cerrado del susodicho recipiente.

10 30.- Aparato, según la reivindicación 29, caracterizado porque una parte del fluido bombeado desde la expresada cámara de bombeo del fluido circulará hasta el interior de la citada cámara receptora de material.

15 31.- Aparato, según la reivindicación 29, caracterizado por comprender ranuras formadas en la superficie externa del citado elemento de control del fluido para comunicar la mencionada cámara de recepción del fluido con dicha cámara receptora del material.

20 32.- Aparato según las reivindicaciones anteriores en el que el elemento de control del fluido comprende un cuerpo y un conducto formado en el mismo y que se extiende longitudinalmente, caracterizado porque al menos una parte de la superficie del conducto esta conformada para controlar la circulación a su través del fluido a presión.



25 33.- Aparato, según la reivindicación 32, caracterizado porque el elemento de control del fluido comprende medios previstos entre los extremos de la citada parte de la superficie del citado conducto para la introducción de fluido en el mismo.

34.- Aparato, según la reivindicación 33, ca-

384473<sup>28</sup>



5 racterizado porque los citados medios interpuestos entre los extremos de dicha parte del mencionado conducto del elemento de control del fluido, están dispuestos con objeto de proporcionar dicho fluido en un punto de presión máxima durante la extrusión del material.

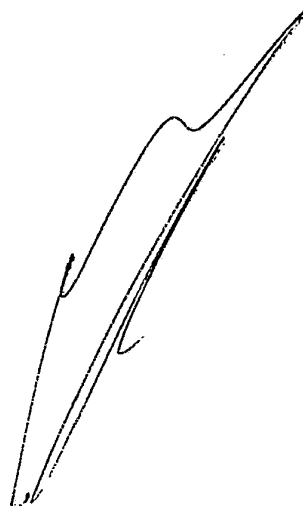
10 35.- Aparato, según las reivindicaciones 33 ó 34, caracterizado porque dichos medios interpuestos entre los extremos de la citada parte de dicho conducto del elemento de control del fluido, comprenden una pluralidad de conductos para el fluido formados en dicho elemento de control del fluido, que tienen aberturas dentro de dicha parte del conducto interpuesta entre los extremos del mismo.

15 36.- Método y aparato para deformar un material por medio de un fluido a presión.

Esta memoria consta de ochenta páginas escritas por una sola cara.

BARCELONA, 28 Septiembre de 1970.

P.A.



384473

CARTWRIGHT-FUCHS 2-35/66

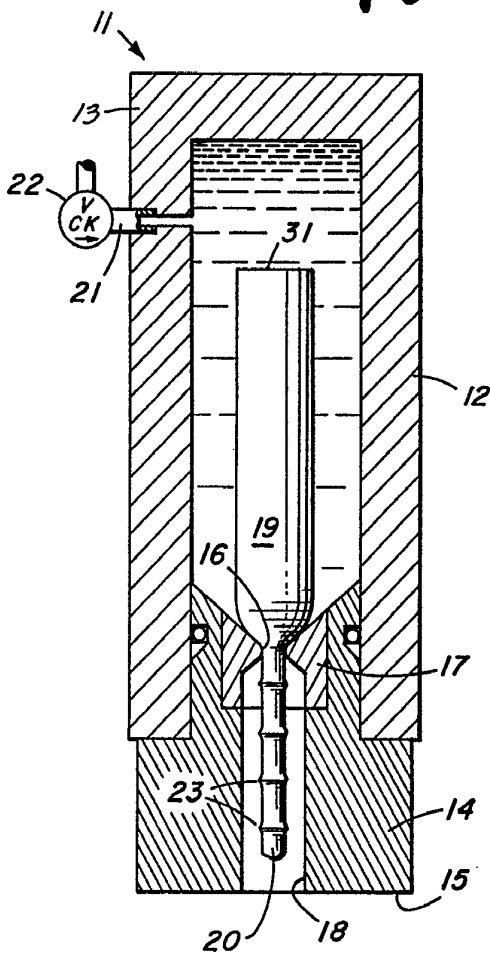


FIG. 1  
(TA)

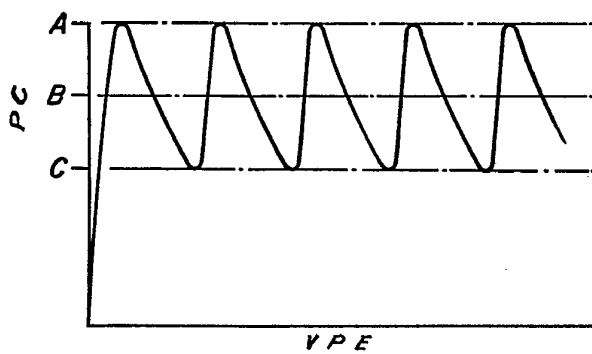


FIG. 2

FOR AUTORIZACIÓN:

A large, stylized handwritten signature or scribble in black ink, located below the 'FOR AUTORIZACIÓN:' text.

394473

CARTWRIGHT-FOCHS 2-55/66

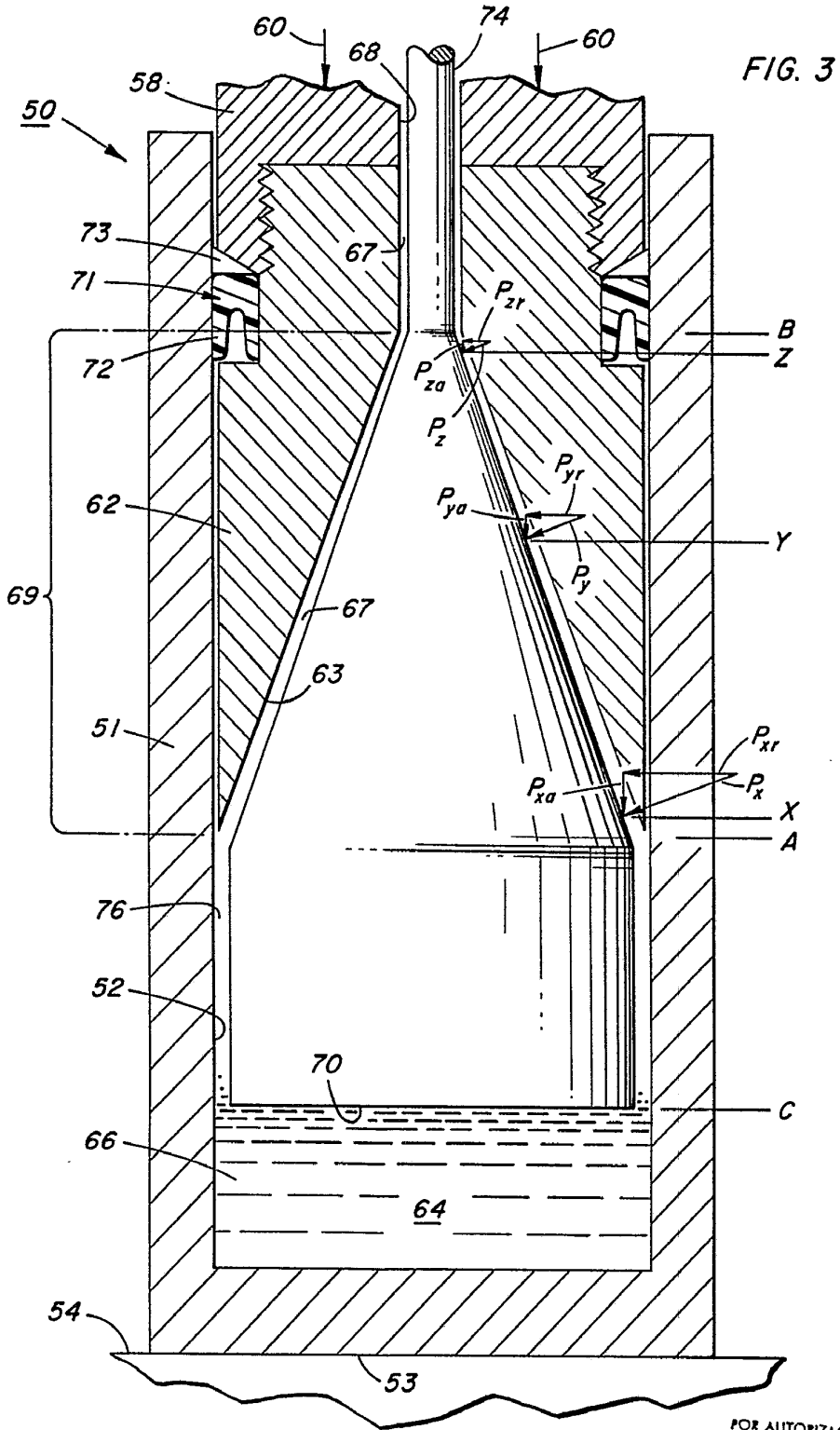
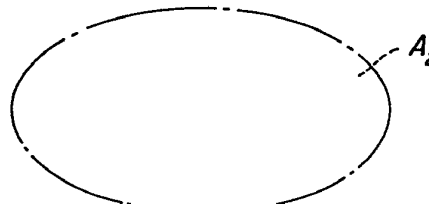
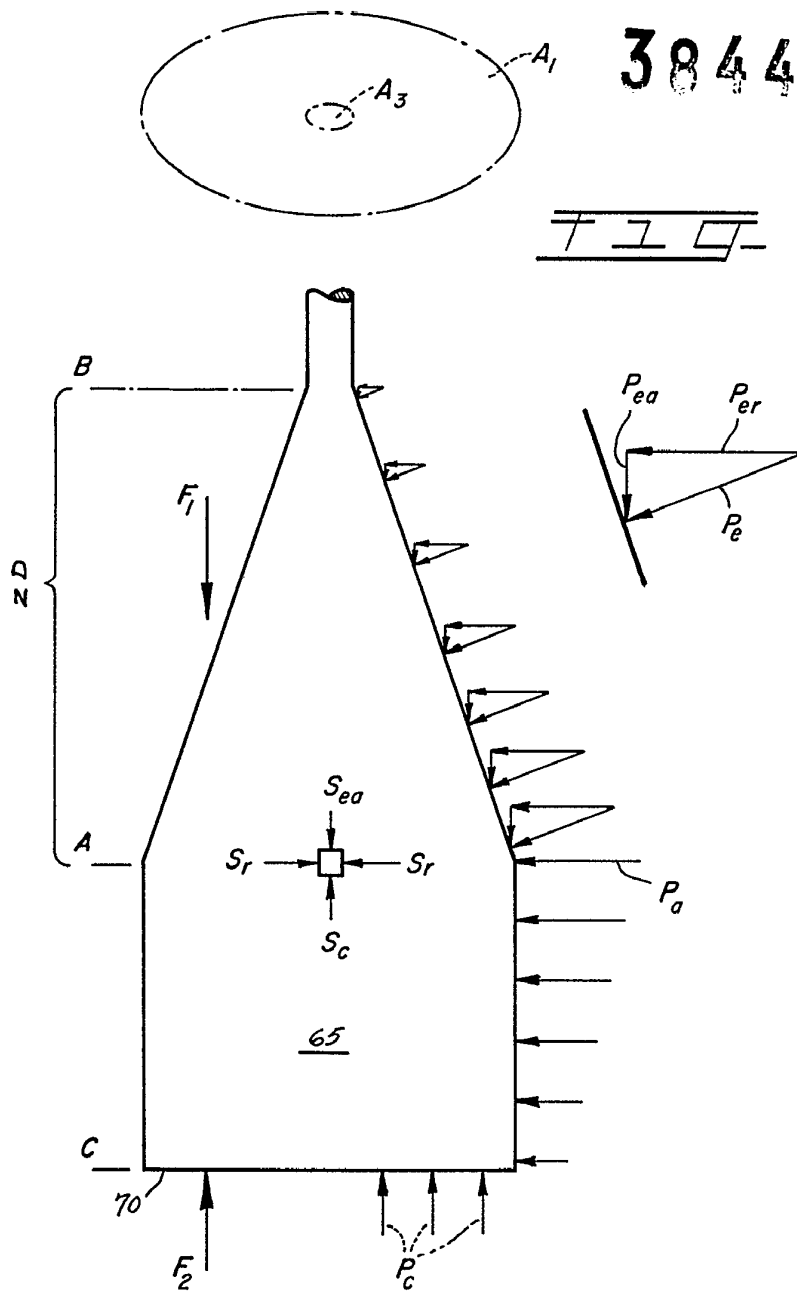


FIG. 3

FOR AUTORIZACION.

384473

T I Q - 4



FOR AUTORIZACIÓN:

384473

CARTWRIGHT-FUCHS 2-55/66

FIG. 5

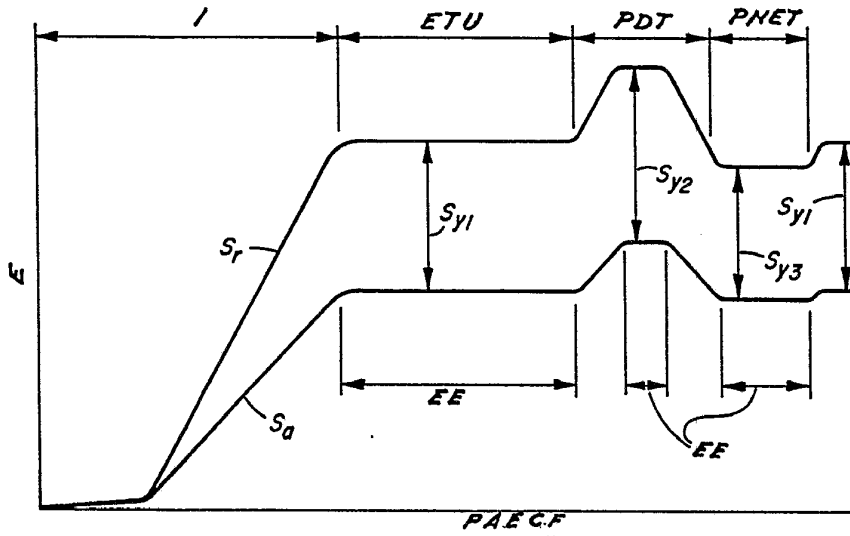
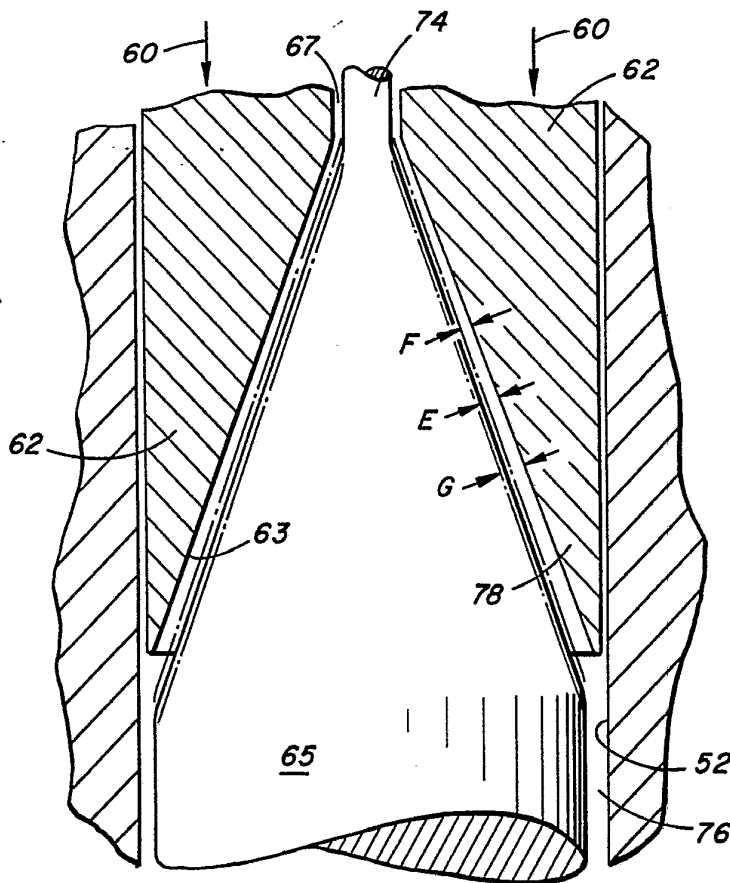


FIG. 6

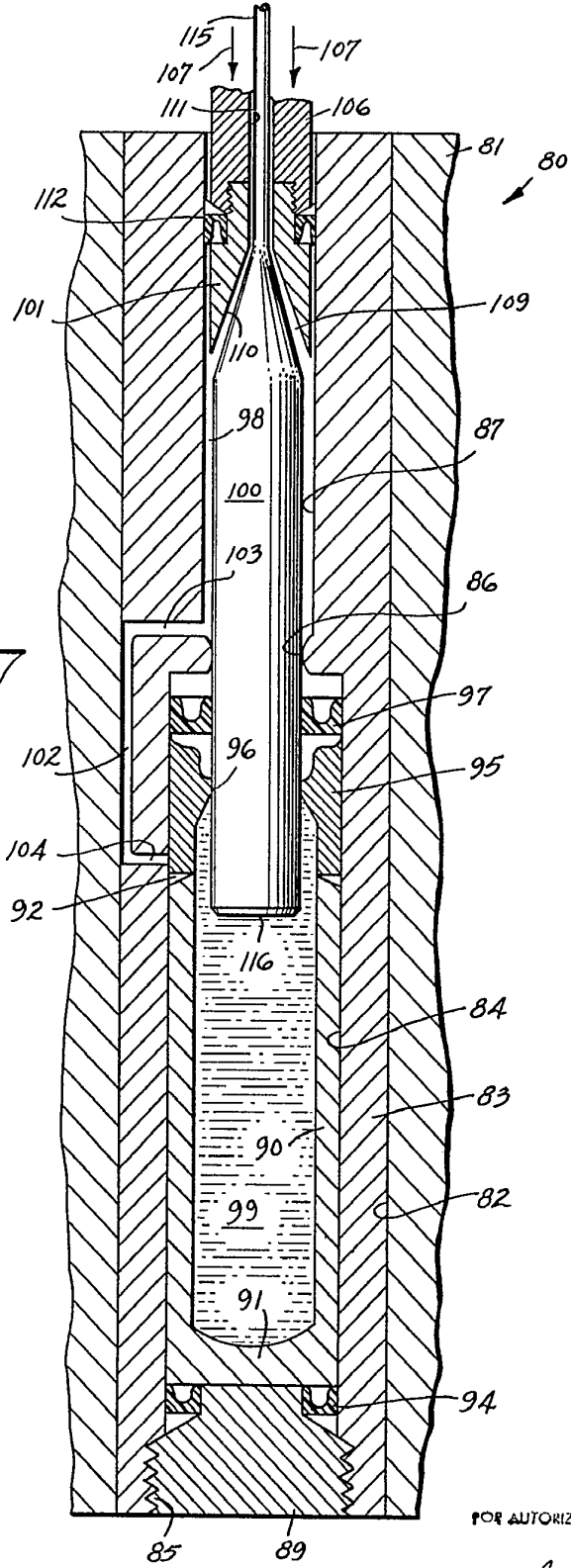


FOR AUTORIZACIÓN

334473

CARTWRIGHT-FUCHS 2-55/66

FIG. 7

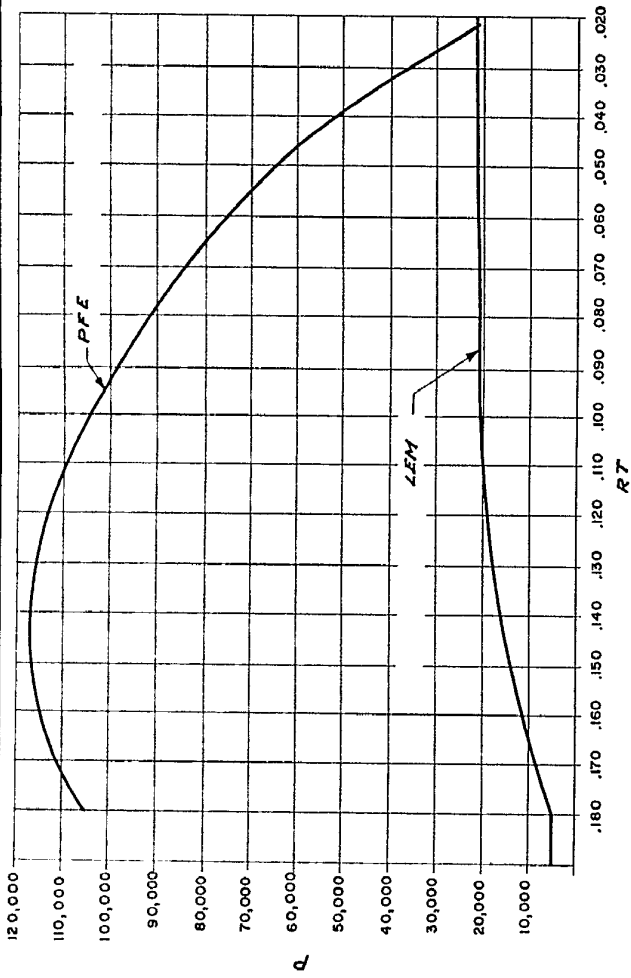


FOR AUTORIZACION

*[Handwritten signature]*

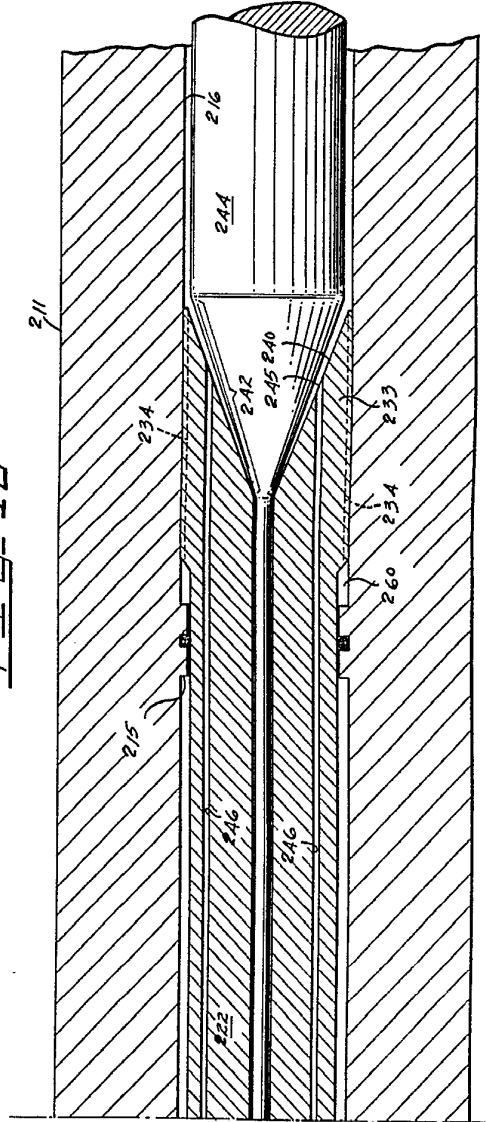
384473

384473



T-10-B

T-10-10



FOR AUTHORIZATION

*[Handwritten signature]*

384473

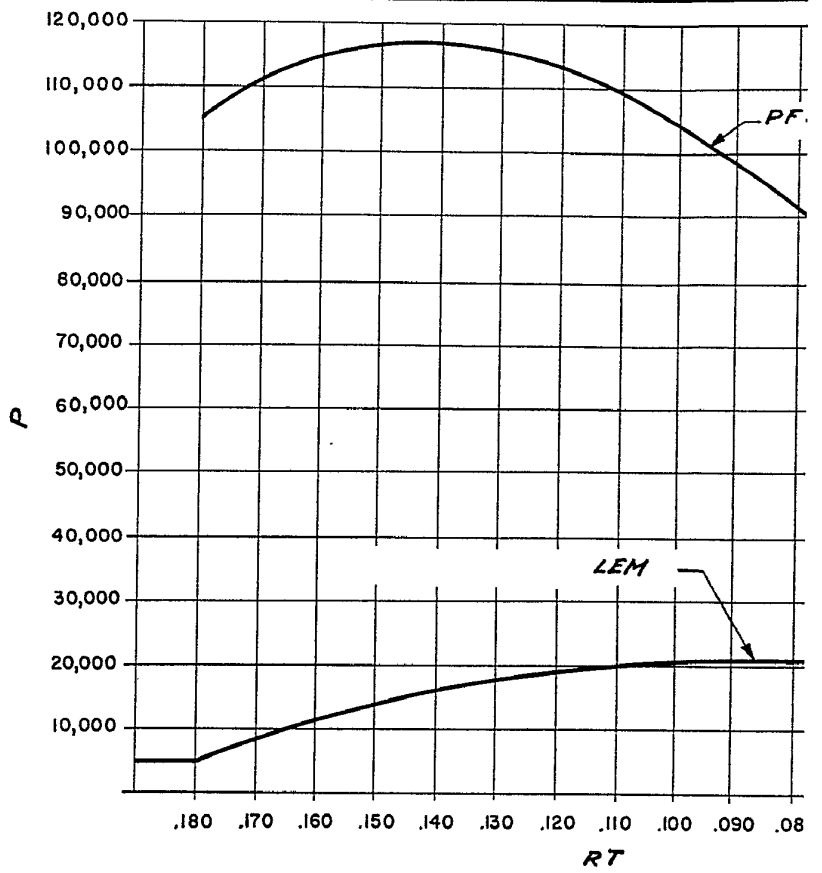
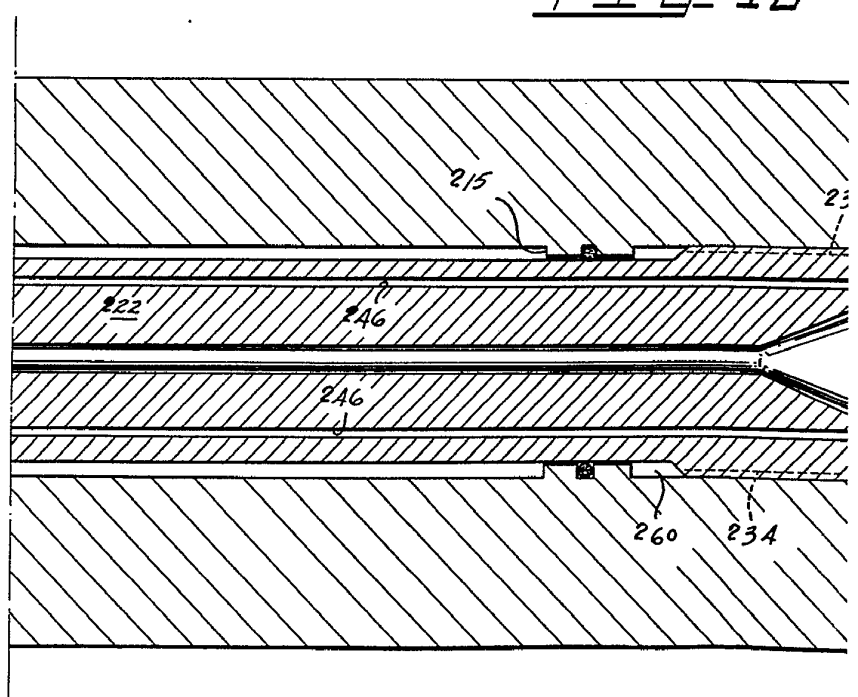
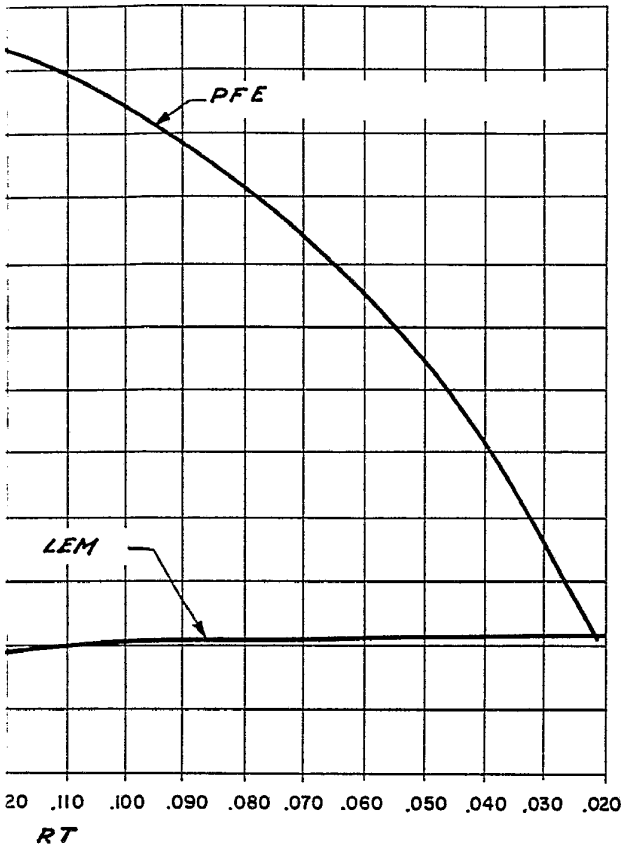


FIG. 8

FIG. 10

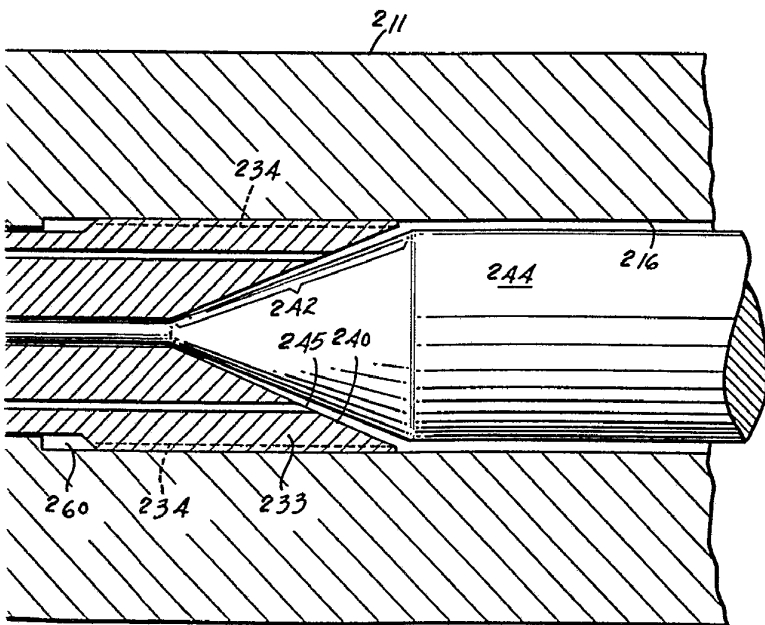


384473



10-8

10-10



POR AUTORIZACION

384473

WESTERN ELECTRIC CO., INC.

7 HOJAS, HOJA 7

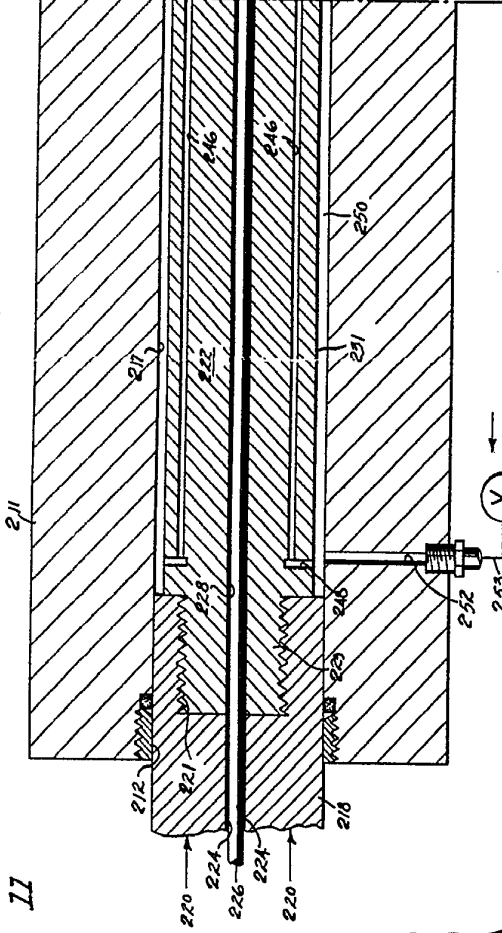
384473

FIG. 9

FIG. 11

FIG. 8

FIG. 10



FOR AUTORIZACION

*[Handwritten signature]*

FIG. 13

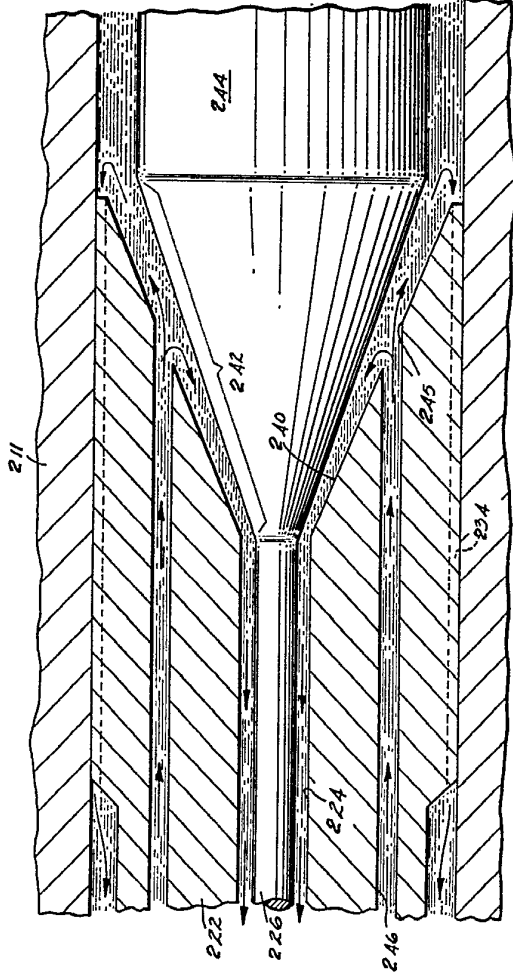
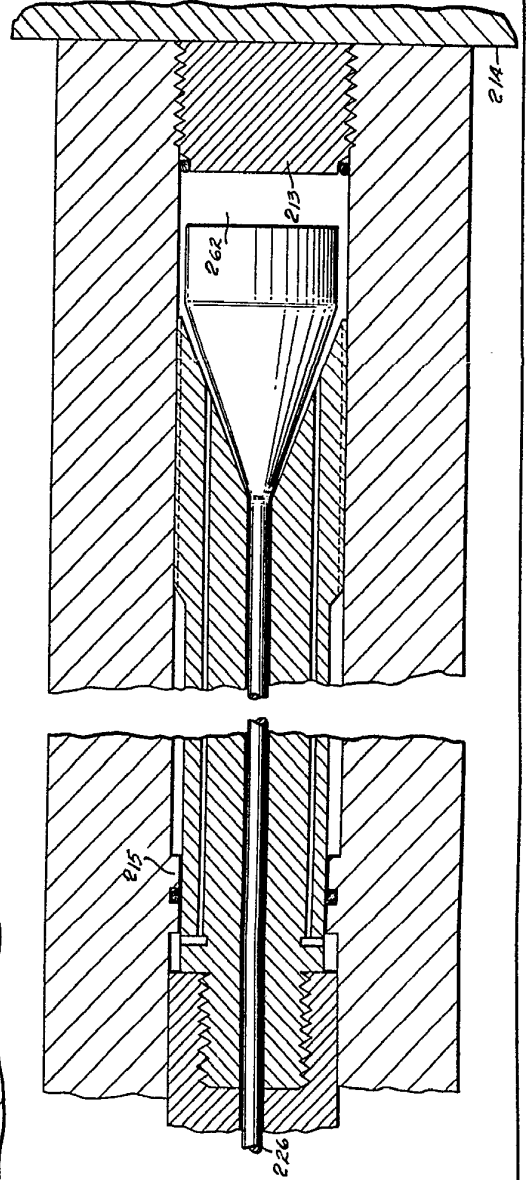
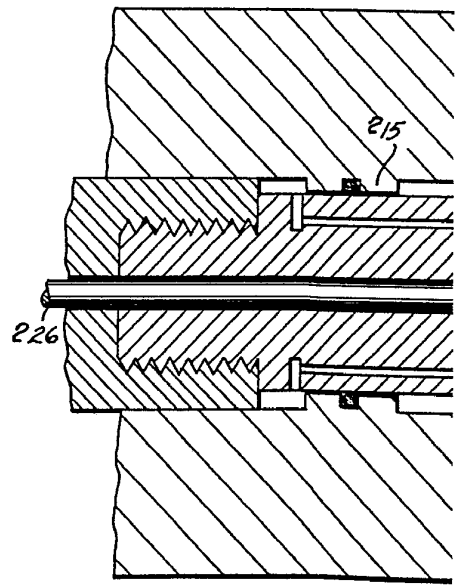
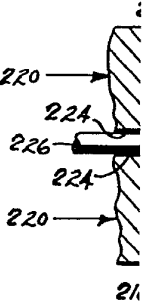
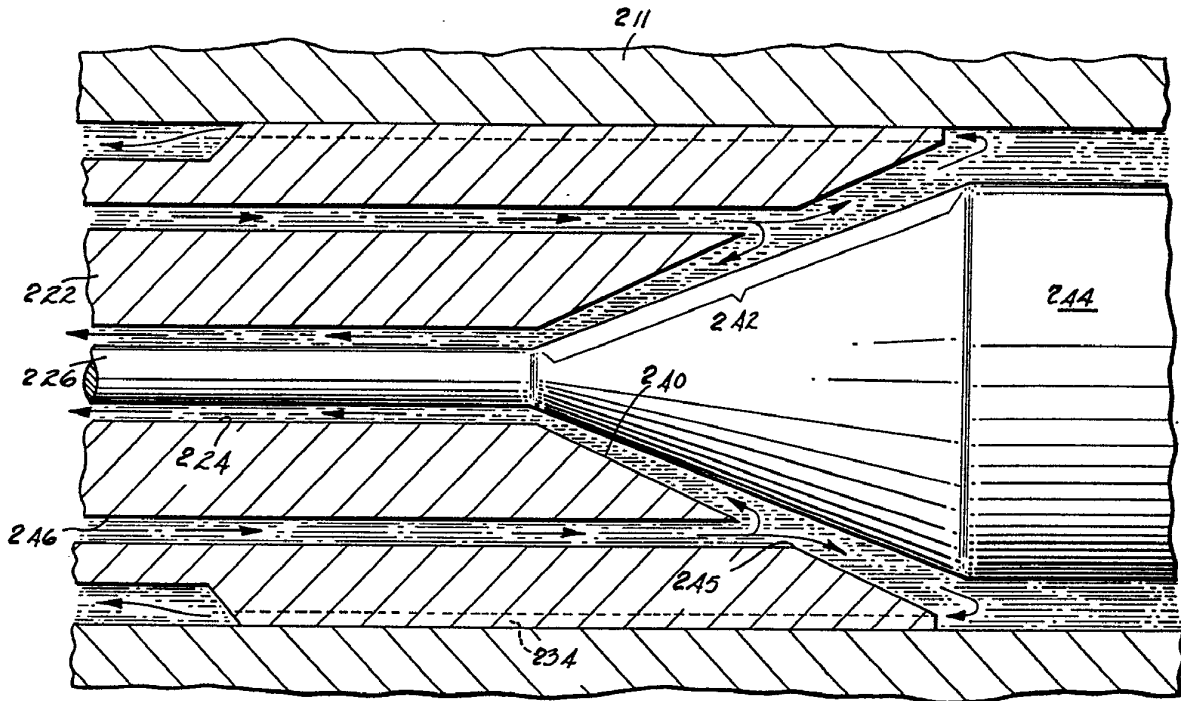


FIG. 12



384473

FIG. 13



384433

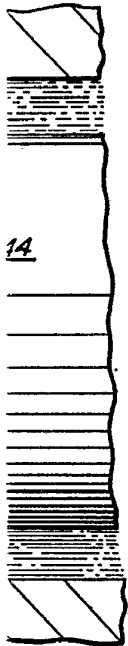
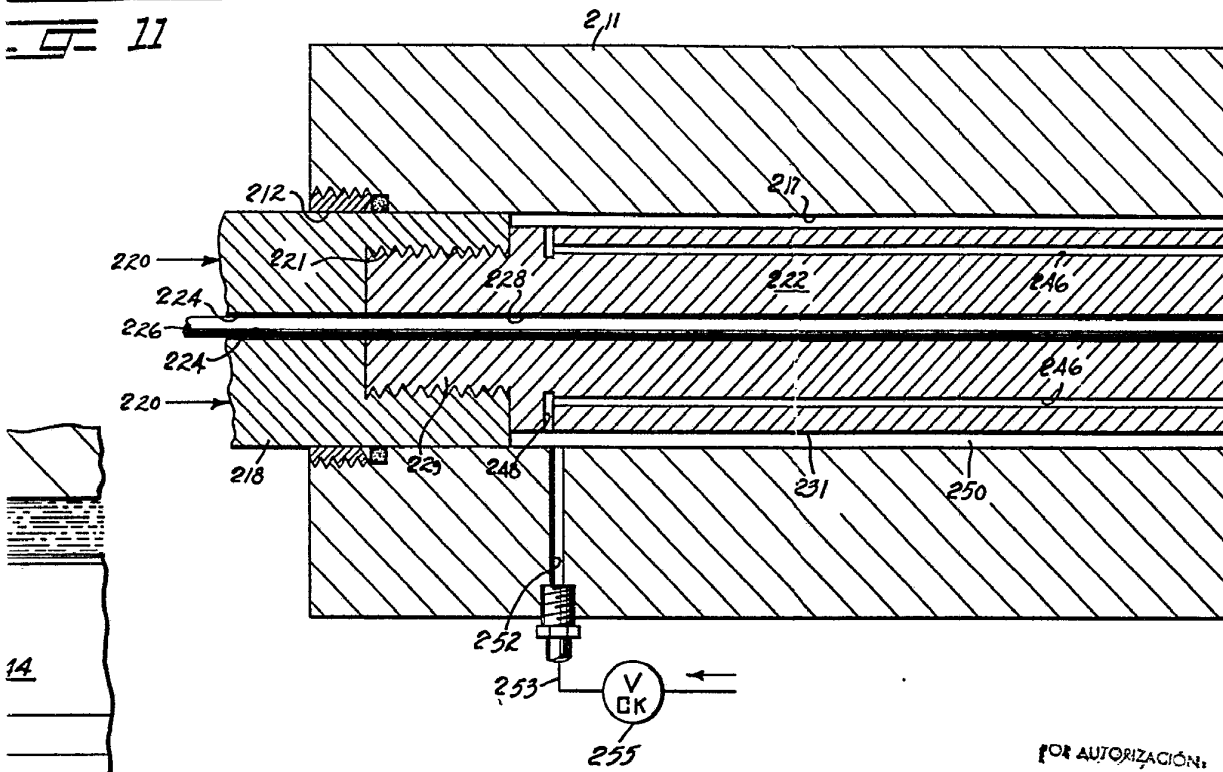
7 HOJAS, HOJA 7

CARP WRIGHT-PUGH 2-55/66

FIG-10

FIG-9

FIG-11



FOR AUTORIZACIÓN:

A large, handwritten scribble or signature in the right margin of the page.

FIG-12

