

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 763 384**

51 Int. Cl.:

E21B 4/14 (2006.01)

B25D 9/18 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **17.08.2012 PCT/NO2012/050148**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **28.02.2013 WO13028078**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.08.2012 E 12825336 (6)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.10.2019 EP 2744966**

54 Título: **Perforación a percusión con taladro percutor accionado por fluido de alta frecuencia en formaciones duras**

30 Prioridad:

19.08.2011 NO 20111140

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

28.05.2020

73 Titular/es:

HAMMERGY AS (100.0%)

Malmvegen 2

4735 Evje, NO

72 Inventor/es:

VATNE, PER A.

74 Agente/Representante:

LÓPEZ CAMBA, María Emilia

ES 2 763 384 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Perforación a percusión con taladro percutor accionado por fluido de alta frecuencia en formaciones duras

5 La presente invención se refiere a un taladro de percusión de alta frecuencia y accionado por presión de fluido para perforaciones en formaciones duras, cuyo taladro de percusión comprende una carcasa, la cual está provista, en uno de sus extremos, de una broca diseñada para actuar directamente sobre la formación dura, cuyo taladro percutor comprende además un pistón de taladro recibido de manera movable en dicha carcasa, el cual actúa en la broca, cuyo pistón del taladro presenta un orificio que se extiende longitudinalmente y presenta una capacidad de flujo determinada y que se ubica de manera sellable en la dirección ascendente mediante un tapón de la válvula que sigue parcialmente al pistón del taladro durante su recorrido. Los taladros de percusión accionados de manera hidráulica para perforaciones en rocas se han usado comercialmente durante más de 30 años. Se los usa con varas de perforación que se unen, donde la profundidad de perforación se limita por el hecho de que la energía de percusión se desvanece a través de las juntas, además del hecho de que el peso de la vara de perforación se vuelve muy pesado, de modo tal que finalmente solo un poco de energía llega a la broca.

Un ejemplo de un accionador de alta frecuencia para formaciones duras es la publicación de los EE.UU. 4450920. Esta publicación requiere un pistón que se mueve hacia y desde una orientación, bajo la acción de un fluido hidráulico bajo presión.

20 Los taladros percutores de fondos de pozo, es decir los taladros percutores instalados justo arriba de la broca, son mucho más efectivos y se usan en gran medida para la perforación de pozos de hasta 2 - 300 metros de profundidad. Estos son accionados por aire comprimido y presentan presiones de hasta aproximadamente 22 bares, que después limitan la profundidad de perforación a aproximadamente 20 metros en caso de que exista un ingreso de agua al pozo. Actualmente, los taladros percutores accionados por agua de alta presión han estado comercialmente disponibles durante más de 10 años, pero estos presentan limitaciones en cuanto a su dimensión, lo que significa hasta alrededor de 130 mm de diámetro de agujero. Además, se sabe que tienen una durabilidad limitada y que son sensibles a impurezas en el agua. Se los usa en gran medida en las industrias mineras, ya que perforan de manera muy eficiente y lo hacen en orificios muy rectos. Se los usa de manera limitada para la perforación de pozos verticales hasta 1000 - 1500 metros de profundidad y después sin ningún control de dirección.

35 Se desea fabricar taladros percutores accionados por fluido para la perforación de fondos de pozos, los cuales puedan usarse en conjunto con un equipo de control de dirección, que tengan una alta eficiencia, que puedan usarse con agua como fluido de perforación y también puedan usarse con fluido de perforación a base de agua con aditivos, y que tengan una durabilidad económica. Se espera un gran uso tanto para la perforación en aguas profundas para la energía geotérmica como para los recursos de gas y petróleo de difícil acceso.

40 En la perforación de percusión, se usan brocas que presentan salientes de metal duros insertados, a los que se llama "buriles". Estos se hacen con carburo de tungsteno y típicamente presentan un diámetro de 8 a 14 mm y un extremo esférico o cónico. Visto de manera ideal, cada buril debe golpear con una energía de percusión óptima que se refiere a la dureza y a la fuerza de compresión de la roca, de modo tal que se haga un pequeño cráter u hoyo en la roca. La broca se rota de modo tal que, la descarga siguiente, vista de manera ideal forma un nuevo cráter que presenta una conexión con el anterior. El diámetro y la geometría de la perforación determinan el número de buriles.

45 La energía de percusión óptima se determina mediante la fuerza de compresión de la roca, puede perforarse en rocas que presentan una fuerza de compresión de más de 300 MPa. El suministro de energía de percusión más allá de la cantidad óptima es energía perdida, ya que no se usa para destruir la roca, sino que solo se propaga como ondas de energía. Una energía de percusión muy reducida no provoca cráteres, en absoluto. Cuando se conoce la energía de percusión por buril y se determina el número de buriles, entonces se da la energía de percusión óptima para la broca. Después, es posible aumentar el tiro, o la tasa de perforación (velocidad de penetración, ROP, por sus siglas en inglés), solo incrementando la frecuencia de percusión.

55 La cantidad de fluido de perforación bombeada se determina por la velocidad de retorno necesario mínimo (velocidad anular) dentro de la corona circular entre la sarta de perforación y la pared del orificio del pozo. Debe ser de al menos más de 1 m/s, preferentemente 2 m/s, de modo tal que el material perforado, los recortes, sean transportados a la superficie. Cuando más dura y quebradiza sea la roca y mayor sea la frecuencia de percusión que uno puede proporcionar, más finos se volverán los recortes y más lenta será la tasa o velocidad de retorno que pueda aceptarse. La roca dura y la alta frecuencia producirán los recortes que aparecen como polvo o arena fina.

60 El efecto hidráulico aplicado al taladro percutor se determina mediante la caída de presión multiplicada con la cantidad bombeada por unidad de tiempo.

65 La energía de percusión por descarga, multiplicada con la frecuencia proporciona el efecto. Si observamos un ejemplo imaginario donde se efectúa la perforación en granito con una fuerza de compresión de 260 MPa y un diámetro de perforación de 190 mm, el agua es bombeada en 750 l/m (12,5 litros/segundo) desde la superficie. Se calcula que aproximadamente 900 J es la energía de percusión óptima.

- 5 En referencia a los datos conocidos para la perforación correspondiente, pero con diámetros más pequeños, se puede esperar una tasa de perforación (ROP) de 22 m/h (metros por hora) con una frecuencia de percusión de 60 Hz. En esta invención, se supone que la frecuencia de percusión aumenta a 95 Hz y, por tanto, la ROP entonces se vuelve de 35 m/h. Entonces, el efecto neto requerido en la broca se vuelve: $0,9 \text{ kJ} \times 95 = 86 \text{ kW}$. Suponemos que la presente construcción del taladro presenta una eficiencia mecánica-hidráulica de 0,89, que entonces proporciona una caída de presión requerida de 7,7 MPa sobre el taladro.
- 10 Este taladro percutor, entonces, perforará un 60 % más rápido y con un 60 % menos de consumo de energía que los taladros percutores propulsados con agua disponibles y conocidos.
- 15 Esto se logra mediante un taladro percutor de dicho tipo introductorio, cuyo taladro se diferencia por el hecho de que el tapón de la válvula es controlado por un vástago de la válvula asociado y recibido de manera deslizante en una manga de vástago de la válvula, siendo que dicho vástago de la válvula comprende un medio de detención capaz de detener el tapón de la válvula por un porcentaje predeterminado de la longitud total de la descarga del pistón del taladro, que separa el tapón de la válvula de un sello de asiento en el pistón del taladro, con dicho orificio, por consiguiente, estando abierto, y permite que el fluido del orificio fluya a dicho orificio, siendo que dicho vástago de la válvula es largo y esbelto y se adapta para tensarse elásticamente cuando el medio de detención detiene el tapón de la válvula, dicho vástago de la válvula se acelera hacia atrás en retorno por las propiedades del resorte tensor inherentes del vástago de la válvula.
- 20 Preferentemente, el medio de detención comprende una placa de tope en el extremo ascendente del vástago de la válvula y una superficie de tope interno cooperador en la manga del vástago de la válvula.
- 25 En una realización, el porcentaje predeterminado de la longitud de descarga total del pistón del taladro puede ser del orden del 75 % de magnitud.
- 30 Preferentemente, el taladro percutor puede estar provisto, además, con un montaje de la válvula de entrada, que no se abre para la operación del pistón del taladro hasta que la presión se acumule hasta aproximadamente el 95 % de presión de trabajo total, cuyo montaje de la válvula de entrada se adapta para cerrar un barril principal, y un barril lateral dentro de la carcasa del taladro puede presurizar una corona circular entre el pistón del taladro y la carcasa elevando el pistón del taladro para que se selle contra el tapón de la válvula.
- 35 De manera conveniente, el pistón del taladro y el montaje de la válvula pueden hacerse retornar por retroceso, donde tanto el pistón del taladro como el montaje de la válvula están provistos de una amortiguación hidráulica que controla el retardo de la descarga de retorno hasta su detención.
- 40 De manera conveniente, la amortiguación hidráulica ocurre con un pistón anular que se fuerza dentro de un cilindro anular correspondiente con espacios libres controlables y, por consiguiente, restringe u obtura la evacuación del fluido atrapado.
- 45 Además, se puede disponer una abertura en la parte superior de la manga del vástago de la válvula, dentro de la cual pueda entrar la abertura de la placa de tope del vástago de la válvula, y las porciones radiales de la placa de tope pueden sellarse contra el lado interno de la abertura con un espacio libre radial relativamente estrecho.
- 50 Además, una válvula anular de respaldo se puede disponer en una ranura de anillo debajo de la abertura, con cuya válvula de respaldo siendo capaz de abrirse y recargar el fluido a través de los orificios en la manga del vástago de la válvula.
- 55 La carcasa del taladro de percusión se puede dividir en una carcasa de la válvula de entrada, una carcasa de la válvula y una carcasa de taladro.
- 60 La construcción del taladro percutor según la presente invención es del tipo llamado "Taladro de acción directa", es decir que el pistón del taladro presenta una válvula de cierre en el mismo, cuya válvula en posición cerrada permite que la presión propulse el pistón hacia adelante y, en posición abierta, permite que el pistón del taladro esté sujeto a un retroceso. La variante anterior de un taladro hidráulico presenta un sistema de válvula que, por medio de la presión propulsa el pistón del taladro de ambas maneras. Esto proporciona una eficiencia pobre, pero un control más preciso del pistón.
- 65 La clave para una buena eficiencia y alta frecuencia de percusión está en la construcción de la válvula. La válvula debe operar con alta frecuencia y presentar características de flujo a través del pozo en la posición abierta.
- Con gran ventaja, la construcción del taladro percutor también se puede usar como un taladro accionado hidráulicamente montado en la superficie para perforar con varas de perforación, pero, en esta invención, se describirá en detalle el uso como taladro percutor para fondos de pozos.

A partir de la siguiente descripción de las realizaciones preferidas de la invención, que se proporciona para fines descriptivos, aparecerán otros y más objetos, características y ventajas, que se proporcionan en el contexto de los dibujos adjuntos, donde:

- 5 la fig. 1 muestra una vista esquemática de un taladro percutor hidráulico típico según la invención;
 la fig. 2A muestra una vista en alzado de un taladro percutor de fondo de pozo con broca;
 la fig. 2B muestra el taladro percutor de la fig. 2A girada alrededor de 90°;
 la fig. 2C muestra una vista en la dirección de las flechas A-A en la fig. 2A;
 la fig. 2D muestra una vista en la dirección de las flechas B-B en la fig. 2A;
- 10 la fig. 3A muestra una vista seccional longitudinal del taladro percutor que se muestra en la fig. 2A donde se muestran las partes principales internas;
 la fig. 3B muestra una vista de sección transversal a lo largo de la línea D-D en la fig. 3A;
 la fig. 3C muestra una vista de sección transversal a lo largo de la línea B-B en la fig. 3A;
 la fig. 3D muestra una vista de sección transversal a lo largo de la línea C-C en la fig. 3A;
 15 la fig. 3E muestra una vista de sección transversal a lo largo de la línea D-D en la fig. 3A;
 la fig. 3F muestra una vista detallada rodeada C de la fig. 3A dos veces ampliada;
 la fig. 3G muestra una vista detallada rodeada C de la fig. 3A dos veces ampliada;
 la fig. 3H muestra una vista detallada rodeada F de la fig. 3A cinco veces ampliada;
 la fig. 3I muestra una vista detallada rodeada G de la fig. 3A cinco veces ampliada;
- 20 la fig. 4A muestra una imagen que corresponde a la de la fig. 3A, pero al final de una fase de aceleración;
 la fig. 4B muestra una vista en alzado del montaje de la válvula que se muestra en la sección en la fig. 4A;
 la fig. 4C muestra una vista de sección transversal a lo largo de la línea B-B en la fig. 4A;
 la fig. 4D muestra una vista detallada rodeada A de la fig. 4A cinco veces ampliada;
 la fig. 4E muestra una vista detallada rodeada C de la fig. 4A cinco veces ampliada;
- 25 la fig. 5A muestra una imagen que corresponde a la de las fig. 3A y 4A, pero en un momento en el que el pistón del taladro golpea contra la superficie de impacto en la broca,
 la fig. 5B muestra una vista detallada rodeada A de la fig. 5A cinco veces ampliada;
 la fig. 5C muestra una vista detallada rodeada B de la fig. 5A cuatro veces ampliada;
 la fig. 6A muestra una imagen que corresponde a la de la fig. 3A, 4A y 5A, pero cuando el pistón del taladro está en pleno retorno;
- 30 la fig. 6B muestra una sección a lo largo de la línea E-E en la fig. 6C;
 la fig. 6C muestra una vista detallada rodeada A de la fig. 6A cinco veces ampliada;
 la fig. 6C' muestra una vista detallada rodeada D de la fig. 6C 20 veces ampliada;
 la fig. 6D muestra una vista detallada rodeada C de la fig. 6E 20 veces ampliada;
- 35 la fig. 6E muestra una vista detallada rodeada B de la fig. 6A cuatro veces ampliada;
 la fig. 7A muestra una imagen que corresponde a la de las fig. 3A, 4A, 5A y 6A, pero cuando el pistón del taladro está en la parte final del retorno.
 la fig. 7B muestra una vista detallada rodeada B de la fig. 7C 20 veces ampliada;
 la fig. 7C muestra una vista detallada rodeada A de la fig. 7A cuatro veces ampliada;
- 40 la fig. 8 muestra curvas que ilustran el ciclo de trabajo del pistón del taladro y la válvula;
 la fig. 9A muestra la curva que ilustra la característica de cierre abrupto de la válvula en relación con la caída de presión, y;
 la fig. 9B ilustra la caída de flujo y presión sobre la válvula que se cierra gradualmente.
- 45 La fig. 1 muestra un taladro percutor hidráulico típico para su unión en la parte superior de las varas de perforación unibles, donde el mecanismo del taladro se ubica internamente en una carcasa 1 construida por varias secciones de alojamiento, donde un motor rotatorio 2 rota una vara de perforación a través de una transmisión 3 que rota un eje con una porción enroscada 4 a atornillar a la vara de perforación y una broca (no se muestra). La máquina del taladro normalmente está equipada con una placa de fijación 5 para su unión a un aparato de alimentación en un equipo de perforación (no se muestra). El suministro del fluido de accionamiento hidráulico ocurre mediante tuberías y un acoplamiento 6 y el retorno hidráulico mediante tuberías con un acoplamiento 7.
- 50 La fig. 2A y 2B muestra un taladro percutor de fondo de pozo con broca. Estos se usarán en la siguiente descripción. La carcasa ilustrada 1 presenta una primera sección de carcasa 8 que recibe lo que se describirá más adelante como la válvula de entrada, mientras que una segunda sección de carcasa 9 contiene una válvula, una tercera sección de carcasa 10 contiene un pistón del taladro y el número de referencia 11 denota la broca. El fluido se bombea hacia adentro a través de una abertura de recorrido principal 12 y una porción enroscada 13 conecta el taladro a la sarta de perforación (no se muestra). Una porción plana 14 se proporciona para el uso de una llave de torsión para atornillar el taladro hacia/desde la sarta de perforación. Se requiere un agujero de drenaje 15 para la función de la válvula de entrada que se explicará después, el agujero de salida 16 está presente para el retorno del fluido de perforación en la corona circular entre la pared del agujero de perforación y la carcasa del taladro percutor (no se muestra) de regreso a la superficie. Los salientes de metal duros 17 son aquellos elementos que chocan contra la roca que se perfora. La fig. 2C muestra una vista en la dirección de las flechas A-A en la fig. 2A, y la fig. 2D muestra una vista que se observa hacia la broca 11 en la dirección de las flechas B-B en la fig. 2A.
- 60 La fig. 3A muestra una sección longitudinal del taladro percutor, donde las partes principales internas son: un montaje
- 65

de la válvula de entrada 18, un montaje de la válvula 19 y un pistón del taladro 20. El fluido de perforación se bombea a través de la entrada 12, pasa la válvula de entrada 18 en posición abierta a través de los orificios 21 mostrados en la sección A-A en la fig. 3B, adicionalmente a través de los orificios 22 en la sección B-B en la fig. 3C hasta un tapón de la válvula 23 que se muestra en una posición cerrada en la sección C-C en la fig. 3D contra el pistón del taladro 20 y acciona el pistón hacia el soporte contra la porción inferior 24 de la broca. La sección D-D en la fig. 3E muestra una porción de estría 25 que se extiende longitudinalmente en la broca 11 y la parte más baja de la carcasa del taladro 10 que transfiere el torque al mismo tiempo que la broca 11 puede moverse axialmente dentro de los espacios libres aceptados determinados por un mecanismo de anillo de bloqueo 26. Por las descargas del pistón del taladro 20 contra la broca 11, es solo la masa o el peso de esto lo que se desplaza en combinación con la penetración de los salientes de metal duro 17 dentro de la roca. Esto es para obtener que tanto como sea posible de la energía de percusión se transfiera al choque contra la roca y tan poco como sea posible se pierda para el desplazamiento de masa de la broca relativamente liviana 11.

La sección detallada en la fig. 3F que muestra la válvula de entrada 18 en posición cerrada se toma de H en la fig. 3A. Al momento de poner el taladro en funcionamiento, se inicia la operación de bombeo del fluido de perforación en la entrada 12. Un orificio lateral o empalme 27 a través de la pared de la carcasa de la válvula 8 presenta una comunicación hidráulica con un orificio piloto 28 en la placa de montaje 29 de la válvula de entrada 18. La placa de montaje 29 es estacionaria en la carcasa de la válvula 8 y contiene una válvula piloto 30 que es retenida en posición abierta por un resorte 31. El fluido de perforación fluye libremente a una primera cámara piloto sobre un primer pistón piloto 32, cuyo diámetro y parea son más grandes que el área de la entrada 12. Durante la acumulación de presión, un tapón de la válvula móvil 33 se forzarán al cierre contra un asiento de la válvula 34 en la carcasa 8. Bajo la presión acumulada contra la válvula de entrada cerrada 18, una corona circular 35 entre la carcasa 10 y el pistón del taladro 20 se presuriza a través del orificio lateral 27, que, a través de los orificios que se extienden longitudinalmente 36 en la carcasa de la válvula 9, alimentan una entrada 37, véase la vista detallada F.

Las secciones detalladas en la fig. 3H y la fig. 3I se toman de F y G en la fig. 3A y muestran el soporte del pistón del taladro 20 contra la pared interna de las carcasas del taladro 9, 10. El diámetro de un pistón 38 es un poco más grande que el diámetro de un segundo pistón 39. Por medio del uso de un taladro percutor para perforar verticalmente hacia abajo, el pistón del taladro 20, en una condición presurizada, debido a la gravedad, obviamente se deslizará hacia la superficie de golpe o impacto 24 en la broca 11. En esta condición, habrá un espacio libre entre el tapón de la válvula 23 y su asiento 40 (véase la vista detallada F) en el pistón del taladro 20. En consecuencia, el fluido de perforación fluirá libremente a través de la válvula en el tapón 23, a través de un orificio 41 en el pistón del taladro 20 y los orificios 16 (véase la fig. 2A) y, por lo tanto, la acumulación de presión será mínima para iniciar el taladro.

La disposición que se muestra en la sección detallada de la fig. 3F, que presenta la válvula de entrada cerrada 18 y la acumulación de presión en la corona circular 35, eleva el pistón del taladro 20 para su sello contra el tapón de la válvula 23. Debido al espacio libre requerido entre la superficie del pistón 38 y la pared interna de la carcasa 9, el fluido de perforación se filtra hacia afuera en el espacio entre el tapón de la válvula 23 a través de los canales de lubricación 42 y un orificio 43 tal como lo muestra una flecha en la vista detallada F. A fin de evitar que este volumen de filtración proporcione la acumulación de presión en el espacio arriba del tapón de la válvula 23, que se drena a través de un orificio 44 en la placa de montaje de la válvula 29 y una abertura 45 que la válvula piloto 30 permite en esta posición y además hacia afuera, a través del agujero de drenaje 15. Cuando la presión a aumentado hasta más del 90 % de la presión de trabajo para la que ha sido diseñado el taladro, la fuerza del pistón en una segunda cámara piloto 46 excede la fuerza de cierre del resorte 31 y la válvula piloto 30 cambia de posición, tal como se muestra en la fig. 3G.

La primera cámara piloto sobre el pistón piloto 32 se drena y la válvula de entrada 18 se abre. Al mismo tiempo, la abertura 45 se cierra, de modo tal que el drenaje a través del orificio 44 se apaga y la presión no se pierde a través de este orificio en modo operativo. La presión en la cámara arriba del pistón del taladro 20 y el tapón de la válvula cerrado 23 resulta en el inicio del ciclo de trabajo con un efecto pleno instantáneo. La disposición con una válvula de respaldo 47 y una boquilla 48 se proporciona para obtener un tiempo de drenaje reducido de la segunda cámara piloto 46 para así lograr un cierre relativamente lento de la válvula de entrada 18. Esto es para obtener la válvula de entrada 18 permanece plenamente abierta y no es para provocar alteraciones durante un modo de trabajo, ya que la presión después fluctúa con la frecuencia de percusión.

La fig. 4A muestra el taladro percutor al final de una fase de aceleración. En este momento, el pistón del taladro 20 ha alcanzado su máxima velocidad, típicamente alrededor de 6 m/s. Esto es un resultado de presión disponible, como un ejemplo, en esta invención, justo debajo de 8 MPa, el área hidráulica del pistón del taladro, en esta invención, por ejemplo, con un diámetro de 130 mm, y el peso del pistón del taladro, en esta invención, por ejemplo, 49 kg. El tapón de la válvula 23 se mantiene cerrado contra la abertura del asiento del pistón del taladro, ya que el área hidráulica del tapón de la válvula 23, en esta invención, por ejemplo, con un diámetro de 95 mm es un poco más grande, de alrededor del 4 %, que el área anular del pistón del taladro que se muestra en la sección B-B en la fig. 4C como 23. En este momento, el pistón del taladro ha cubierto alrededor del 75 % de su descarga total, alrededor de 9 mm. El espacio libre entre el pistón del taladro 20 y la superficie de golpe 24 de la broca es de alrededor de 3 mm, mostrada en la vista detallada ampliada C de la fig. 4E.

Un vástago de la válvula móvil 49 que presenta una placa de tope 50 ahora aterriza sobre la superficie de soporte

de una manga del vástago de la válvula estacionaria 51 en la carcasa 9 y detiene el vástago de la válvula 49 para que no siga moviéndose, como se muestra en la vista detallada ampliada A en la fig. 4D, después de lo cual, el tapón de la válvula 23 se separa del asiento 40 en el pistón del taladro 20 y así se abre. El montaje de la válvula movable 23, 49, 50 se muestra en una vista en alzado en la fig. 4B.

5 La energía cinética del impulso del tapón de la válvula 23, por la detención abrupta de la misma, alargará marginalmente el vástago de la válvula largo y esbelto 49, y de ese modo lo transformará en una fuerza de resorte relativamente grande que rápidamente acelerará la válvula en retorno. El alargamiento marginal del vástago de la válvula 49, en esta invención, por ejemplo, se calcula que es de alrededor de 0,8 mm, debe ser inferior a la tasa de uso del material, cuyo material es, en este caso, acero de resorte resistente a la tracción. La masa del tapón de la válvula 23 debería ser tan pequeño como fuese posible, en esta invención, por ejemplo, está hecho de aluminio, y, combinado con la longitud, el diámetro y las propiedades del material del vástago de la válvula 49 determina la frecuencia natural del montaje de la válvula.

15 Para usos prácticos, debería ser de un mínimo de 8 a 10 veces la frecuencia para la que se usará. La frecuencia natural se determina mediante las fórmulas:

$$fn = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{M}}$$

20 donde $k = \frac{F}{\sigma}$

La masa y la constante del resorte tienen el mayor significado. La frecuencia natural para la construcción mostrada es de alrededor de 1100 a 1200 Hz y, por lo tanto, puede usarse para una frecuencia de trabajo de más de 100 Hz.

25 La construcción mostrada presenta, en este ejemplo, una velocidad de retroceso que es el 93 % del impacto o la velocidad de golpe.

30 La fig. 5A muestra la posición y el momento en el que el pistón del taladro 20 golpea contra la superficie de golpe o soporte 24 dentro de la broca 11. El tapón de la válvula 23, que incluye el vástago 49 y la placa de tope 50 están a plena velocidad de retorno, véase la vista detallada A en la fig. 5B, de modo tal que se crea relativamente rápido una gran abertura entre el tapón de la válvula 23 y el asiento de la válvula 40 en el pistón del taladro 20, tanto es así que ahora el fluido de perforación fluye mediante una resistencia relativamente pequeña a través del orificio longitudinal 41 en el pistón del taladro 20, véase la vista detallada B en la fig. 5C.

35 La energía cinética del impulso del pistón del taladro 20 se transforma parcialmente en una fuerza de resorte en el pistón del taladro 20, ya que el pistón está algo comprimido durante el impacto. Cuando la onda de energía desde el impacto ha migrado a través del pistón del taladro 20 al extremo opuesto y de regreso, el pistón del taladro 20 se acelera en retorno. La velocidad de retorno, en esta invención, al inicio, se calcula que es de alrededor de 3,2 m/s, alrededor del 53 % de la velocidad de golpe o impacto. Esto se debe a que una porción de la energía ha sido usada para el desplazamiento de masa de la broca 11, mientras que el resto ha sido usado para presionar los buriles dentro de la roca.

45 La fig. 6A muestra el momento en que el pistón del taladro 20 está en su plena velocidad de retorno. En este momento, el tapón de la válvula 23 casi ha retornado a la detención final donde la vista detallada A en la fig. 6C muestra el vástago 49 que incluye la placa de tope 50 ingresando a una abertura 52 en la parte superior de la manga del vástago de la válvula 51.

50 La vista detallada D en la fig. 6C' muestra el modo en que la porción radial de la placa de tope 50 se sella, con un espacio libre radial relativamente estrecho, contra el lado interno de la abertura 52. Una pequeña presión negativa se crea en la cámara debajo de la placa de tope 50 cuando la placa de tope 50 se mueve los últimos 2 mm hasta la detención. Una válvula de respaldo anular 58 se abre y recarga el líquido a través del orificio 59. El volumen confinado o atrapado bajo la placa de tope 50 evita que el tapón de la válvula 23 efectúe un movimiento de retroceso y permanece en posición hasta que se inicia el ciclo siguiente.

55 Se escoge la válvula de respaldo 58 del tipo "válvula de respaldo anular", que, en esta realización, es un resorte de hoja anular, ya que la misma presenta una masa pequeña y una fuerza de resorte relativamente grande y, en consecuencia, es capaz de trabajar con una alta frecuencia.

60 La vista detallada B en la fig. 6E muestra la abertura relativamente grande entre el tapón de la válvula 23 y el asiento de la válvula 40 en el pistón del taladro 20, a fin de que el flujo de fluido de perforación a través de dicho sitio ocurra con un mínimo de resistencia. La parte inferior de la manga del vástago de la válvula 51 se forma como un hoyo de

cilindro anular 53 mostrado en la vista detallada C en la fig. 6D. La parte superior del tapón de la válvula 23 se forma como un pistón anular 54, el cual, por los espacios libres relativamente estrechos, encaja en el hoyo de cilindro anular 53. A medida que la válvula retorna todo el camino hasta la detención en el extremo, el volumen de fluido confinado se evacúa de manera controlada a través de los espacios libres entre el pistón anular 54 y el cilindro anular 53 más un agujero de evacuación 55. Esta evacuación controlada actúa como una fuerza de amortiguación y detiene el retorno de la válvula de modo tal que la válvula no efectúe movimientos de retroceso. El mismo tipo de disposición de amortiguación está presente en el pistón del taladro 20. En la vista detallada B, hay un pistón anular 56 mostrado en la parte superior del pistón del taladro 20, además de una ranura de cilindro anular 57 en la parte inferior de la carcasa de la válvula 9.

La fig. 7A muestra la última parte del retorno del pistón del taladro 20. La terminación de la descarga de retorno se amortigua de una manera controlada hasta la detención total al mismo tiempo que el asiento de la válvula 40 se encuentra con el tapón de la válvula 23, como se muestra en la vista detallada A de la fig. 7C. La vista detallada B en la fig. 7B ilustra el modo en que el volumen de fluido confinado o atrapado dentro del hoyo de cilindro anular 57 se desplaza a través de los espacios libres radiales entre el pistón anular 56 y el agujero de drenaje 60.

El hueco entre el asiento de la válvula 40 y el tapón de la válvula 23 no debe cerrarse por completo, a fin de que la presión se acumule y se inicie un nuevo ciclo. Los cálculos muestran que, con una abertura de 0,5 mm, la caída de presión es aproximadamente la misma que la presión de trabajo. Esto resulta en que la presión superficial en la superficie de contacto entre el tapón de la válvula 23 y el asiento 40 se vuelva pequeña y los componentes puedan experimentar una larga durabilidad.

La fig. 8 muestra curvas que ilustran el ciclo de trabajo del pistón del taladro 20 y la válvula. La curva A muestra el curso de velocidad y la curva B el curso de posición a través de un ciclo de trabajo. Para ambas curvas, el eje horizontal es el eje de tiempo, dividido en microsegundos.

El eje vertical para la curva A muestra la velocidad en m/s, la dirección de descarga contra la broca 11 como + ascendente y - descendente, en esta invención, la velocidad de retorno.

El eje vertical para la curva B muestra la distancia en mm desde la posición de inicio. La sección de curva 61 muestra una fase de aceleración, donde el punto 62 es el momento en el que se detiene la válvula y se inicia el retorno de la misma. El punto 63 es el impacto del pistón del taladro 20 contra la broca 11.

La sección curva 64 es el desplazamiento de la broca 11 mediante el progreso dentro de la roca, 65 es la aceleración de retroceso, 66 es la velocidad de retorno sin amortiguación y 67 es la velocidad de retorno con amortiguación. La sección curva 68 es la aceleración de retroceso para la válvula, 69 es la velocidad de retorno para la válvula sin amortiguación y 70 es la fase de amortiguación con desaceleración para el retorno de la válvula.

La fig. 9A muestra una curva 71 que ilustra las características de cierre abrupto para la válvula con respecto a la caída de presión y la abertura entre el tapón de la válvula 23 y el asiento 40 en el pistón del taladro. Esta situación se muestra en la fig. 9B. El eje horizontal es el hueco de abertura en mm y el eje vertical la caída de presión diseñada en bares a una tasa nominal de fluido de perforación bombeado, que, como un ejemplo en esta invención, es de 12,5 l/seg. Como se muestra, el hueco de cierre debe estar debajo de 1,5 mm antes de que se reciba una resistencia de presión sustancial.

REIVINDICACIONES

1. Un taladro de percusión de alta frecuencia accionado por presión de fluido para perforar en formaciones duras, siendo que dicho taladro de percusión comprende
- 5 una carcasa (8, 9, 10) que en un extremo está provista de una broca (11) diseñada para actuar directamente sobre la formación dura, dicho taladro de percusión además comprende un pistón del taladro (20) recibido de manera movable en dicha carcasa (8, 9, 10) y que actúa en la broca (11), donde el pistón del taladro (20) presenta un orificio que se extiende longitudinalmente (41) y cuenta con una capacidad de flujo predeterminada, y el orificio (41) puede sellarse en la dirección ascendente mediante un tapón de la válvula (23) que sigue parcialmente al pistón del taladro (20)
- 10 durante su descarga, el tapón de la válvula (23) es controlado por un vástago de la válvula asociado (49) recibido de manera deslizable en una manga del vástago de la válvula (51), donde dicho vástago de la válvula (49) comprende un medio de detención (50) para detener el tapón de la válvula (23) en un porcentaje predeterminado de la longitud de descarga plena del pistón del taladro (20) y separa el tapón de la válvula (23) desde un sello de asiento (40) en el pistón del taladro (20), dicho orificio (41), por consiguiente, estando abierto y permitiendo que el fluido del orificio fluya a través del orificio (41), donde dicho vástago de la válvula (49) es largo y esbelto, **caracterizado porque** dicho vástago de la válvula (49) se adapta para tensarse elásticamente cuando el medio de detención (50) detiene el tapón de la válvula (23), donde dicho vástago de la válvula (49) se acelera de regreso, en retorno por las propiedades de resorte tensor inherentes del vástago de la válvula (49).
- 20 2. El taladro de percusión según la reivindicación 1, **caracterizado porque** el medio de detención (50) comprende una placa de tope (50) en el extremo superior del vástago de la válvula (49), y una superficie de detención interna que coopera en la manga del vástago de la válvula (51).
3. El taladro percutor según la reivindicación 1 o 2, **caracterizado porque** el porcentaje predeterminado de la longitud de descarga plena del pistón del taladro (20) se ubica en el orden del 75 % de magnitud.
- 25 4. El taladro de percusión según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado porque** el taladro además está provisto de un montaje de la válvula de entrada (18), que no se abre para la operación del pistón del taladro (20) hasta que la presión se acumule hasta aproximadamente el 95 % de presión de trabajo total, cuyo montaje de la válvula de entrada (18) se adapta para cerrar un barril principal (12), y porque un barril lateral (27) dentro de la carcasa del taladro puede presurizar una corona circular (35) entre el pistón del taladro (20) y la carcasa (10) elevando el pistón del taladro (20) para que se selle contra el tapón de la válvula (23).
- 30 5. El taladro percutor, según la reivindicación 4, **caracterizado porque** el pistón del taladro (20) y el montaje de la válvula (18) retornan por retroceso, donde tanto el pistón del taladro (20) como el montaje de la válvula (18) están provistos de una amortiguación hidráulica que controla el retardo de la descarga de retorno hasta su detención.
- 35 6. El taladro de percusión según la reivindicación 5, **caracterizado porque** la amortiguación hidráulica ocurre por un pistón anular (54) que se fuerza dentro de un cilindro anular correspondiente (53) con espacios libres controlables y, por consiguiente, restringe u obtura la evacuación del fluido atrapado.
- 40 7. El taladro de percusión según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizado porque** una abertura (52) en la parte superior de la manga del vástago de la válvula (51), dentro de la cual pueda entrar la abertura (52) de la placa de tope (50) del vástago de la válvula (49), y las porciones radiales de la placa de tope (50) se sellan contra el lado interno de la abertura (52) con un espacio libre radial relativamente estrecho.
- 45 8. El taladro de percusión según la reivindicación 7, **caracterizado porque** una válvula de respaldo anular (58) se dispone en una ranura de anillo debajo de la abertura (52), cuya válvula de respaldo (58) es capaz de abrirse y recargar el fluido a través de los orificios (59) en la manga del vástago de la válvula (51).
- 50 9. El taladro percutor según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, **caracterizado porque** la carcasa del taladro de percusión (1) se divide en una carcasa de válvula de entrada (8), una carcasa de válvula (9) y una carcasa de taladro (10).
- 55

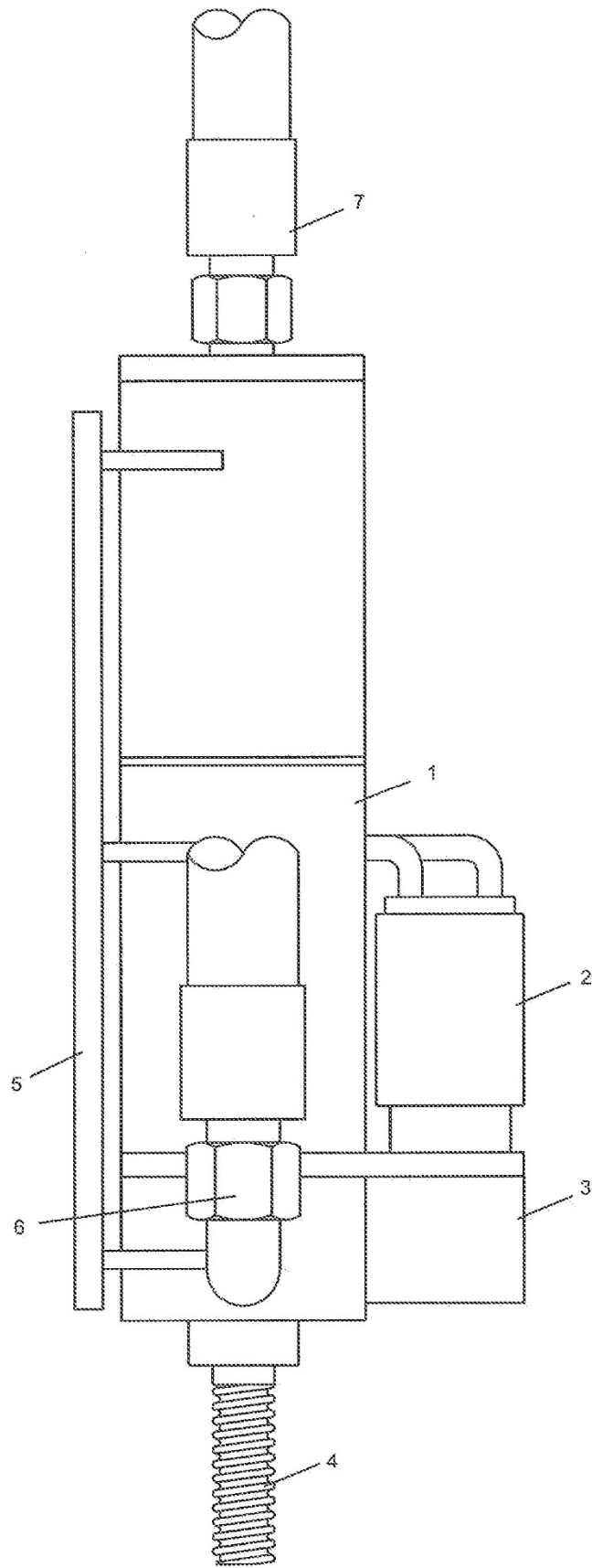
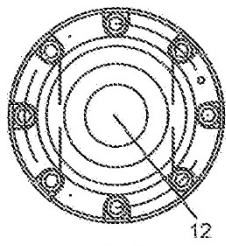
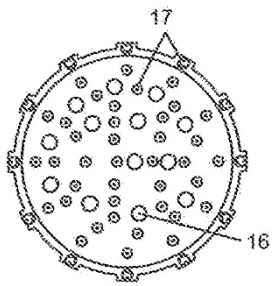


Fig 1



A-A

Fig 2 C



B-B

Fig 2 D

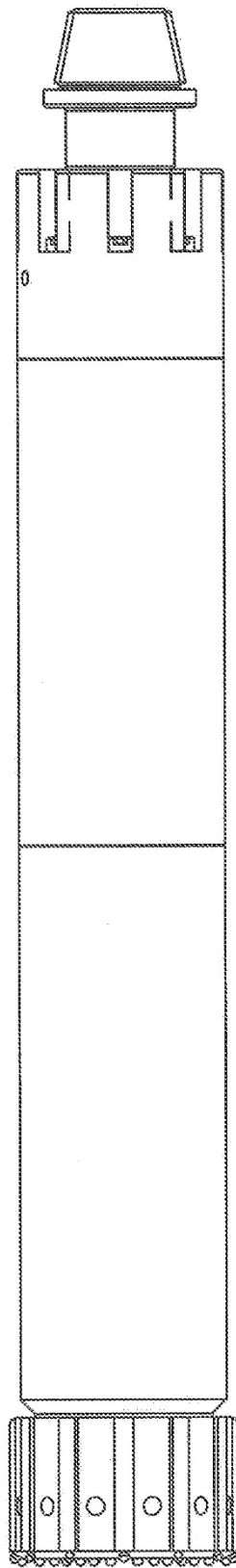


Fig 2 B

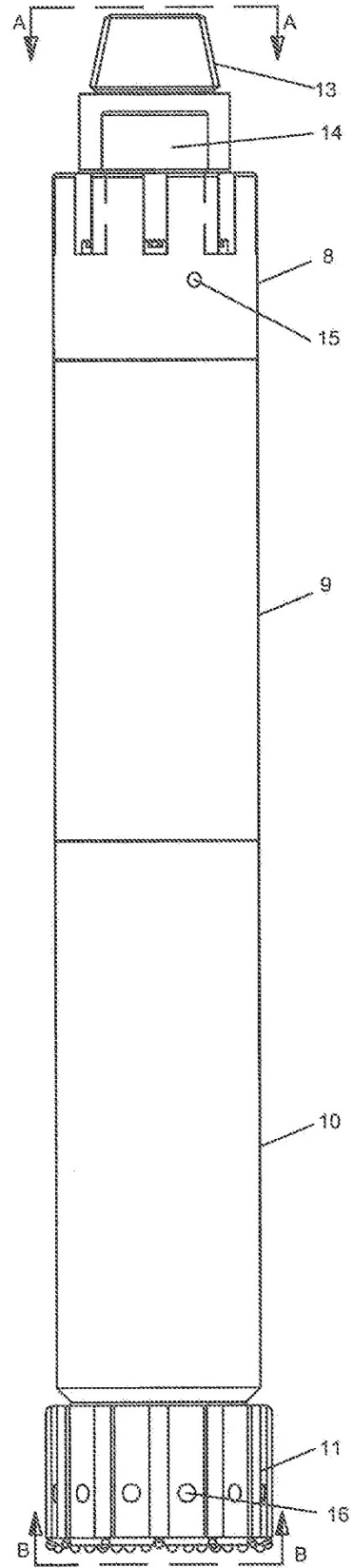
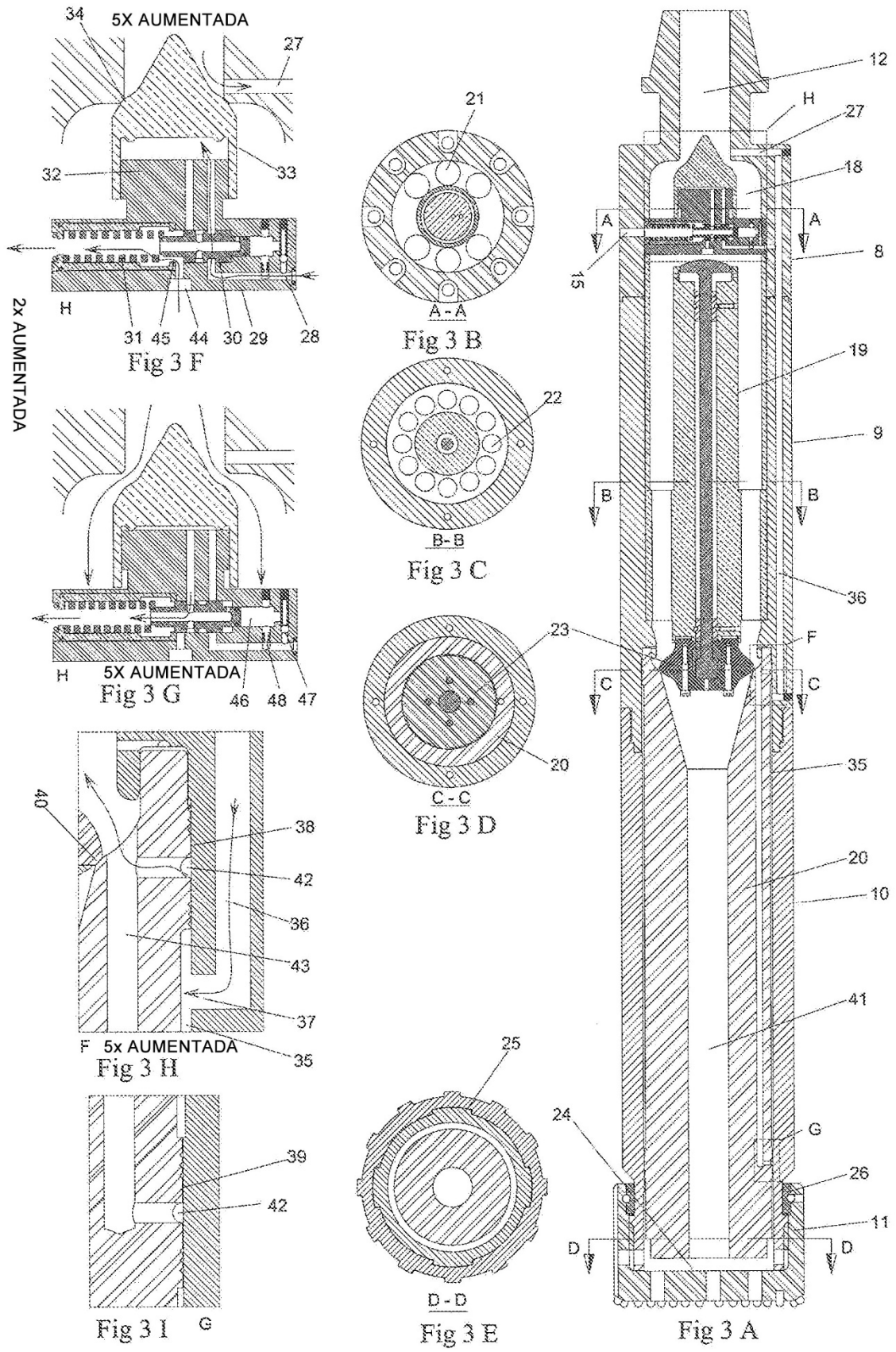
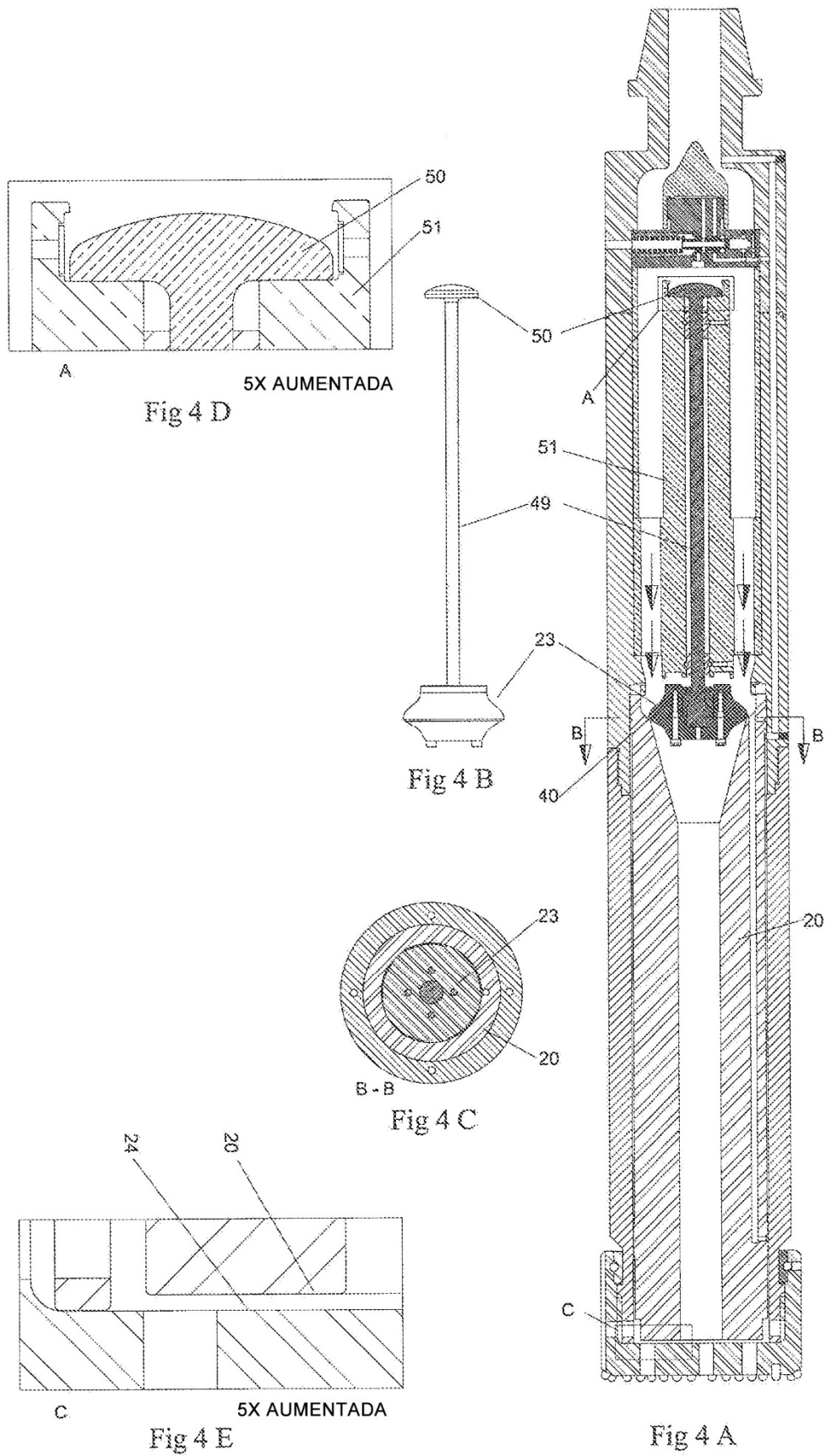


Fig 2 A





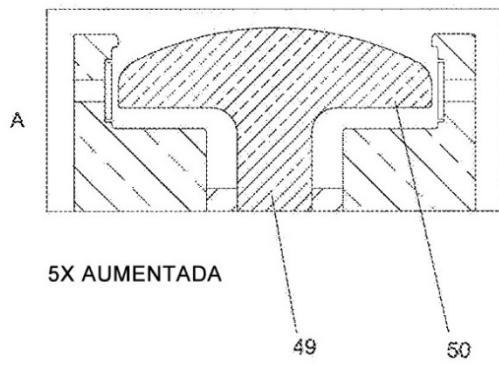


Fig 5B

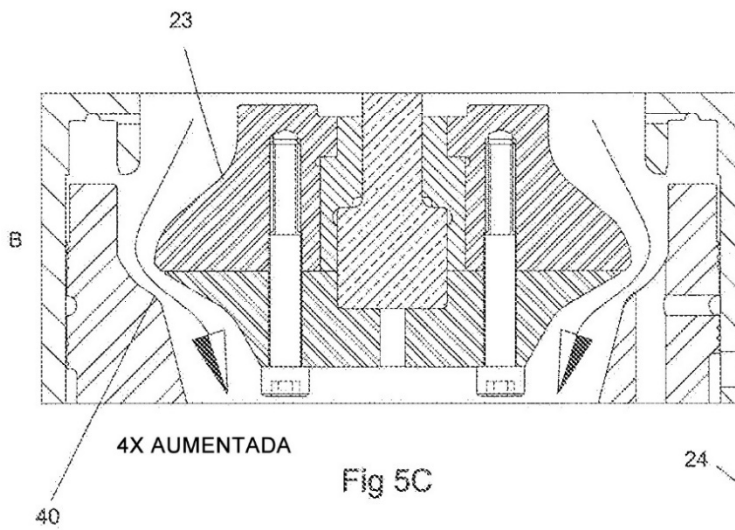


Fig 5C

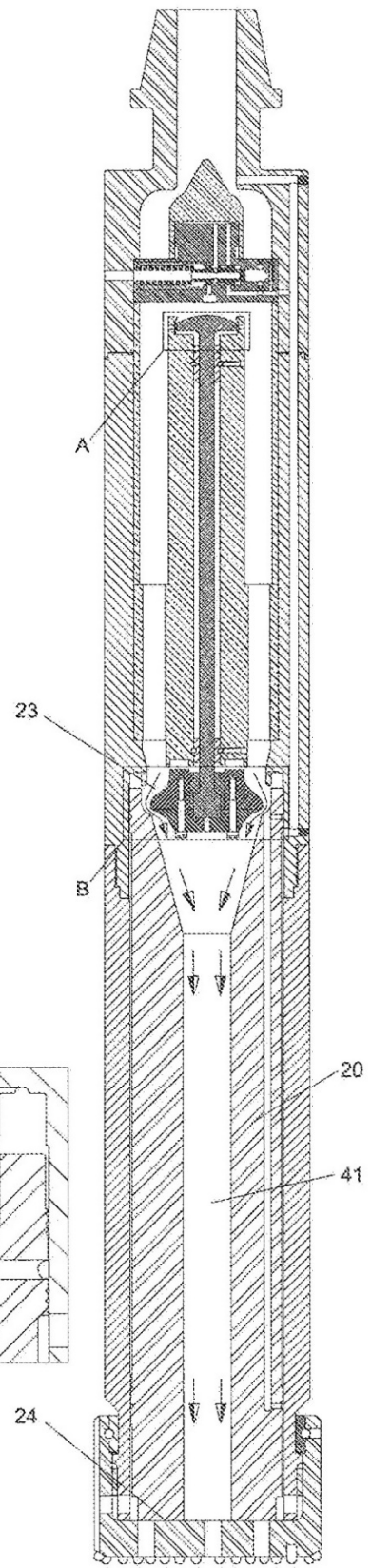
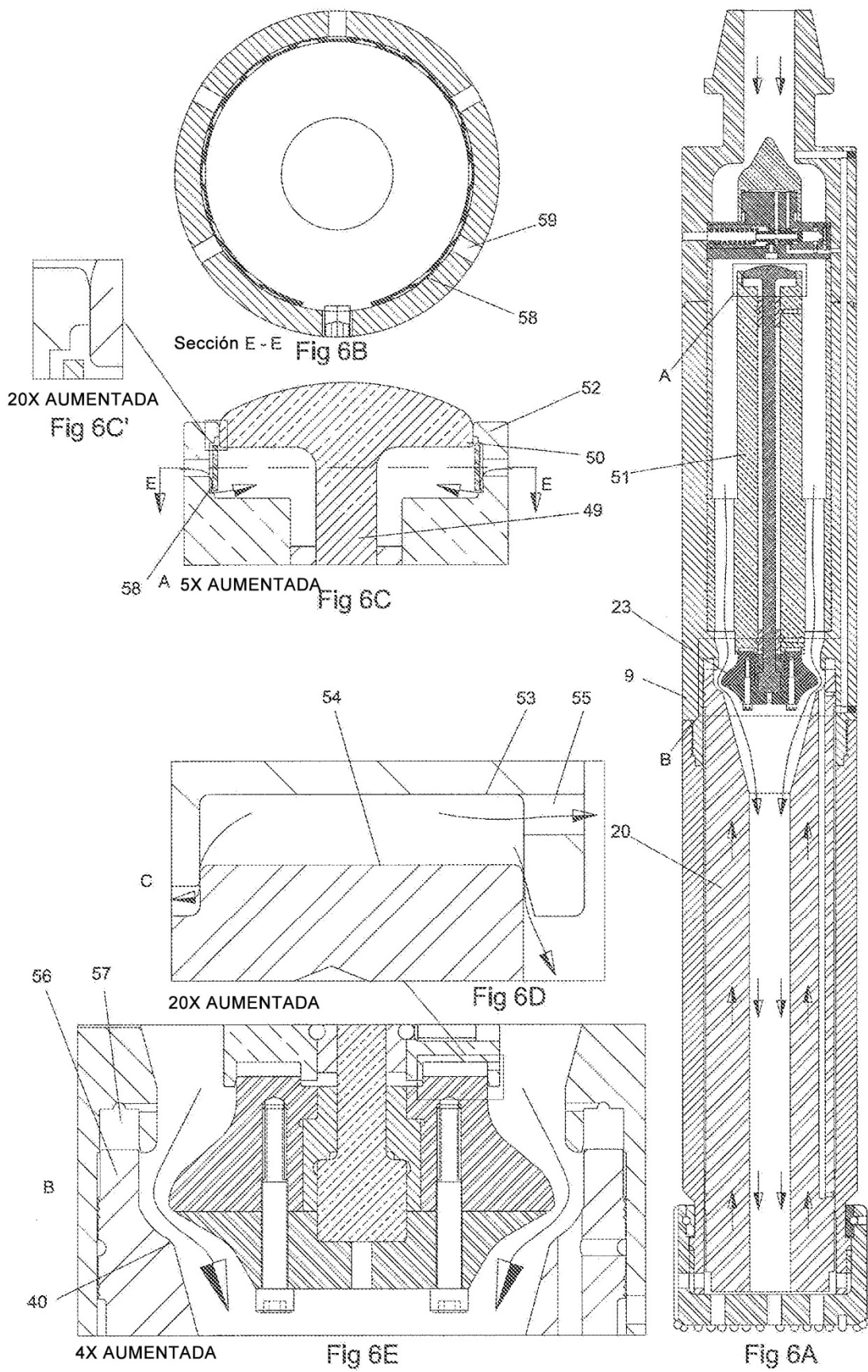
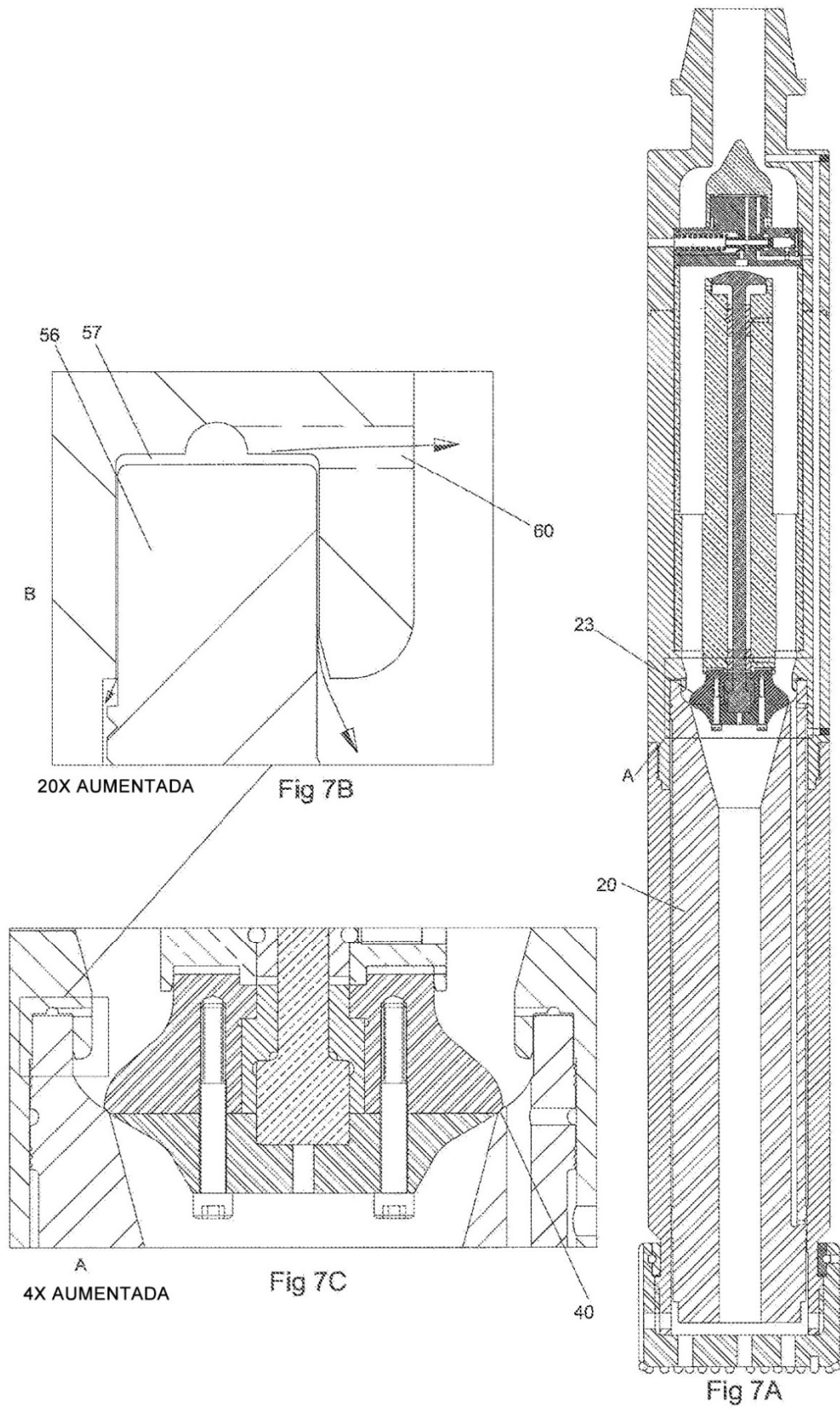


Fig 5A





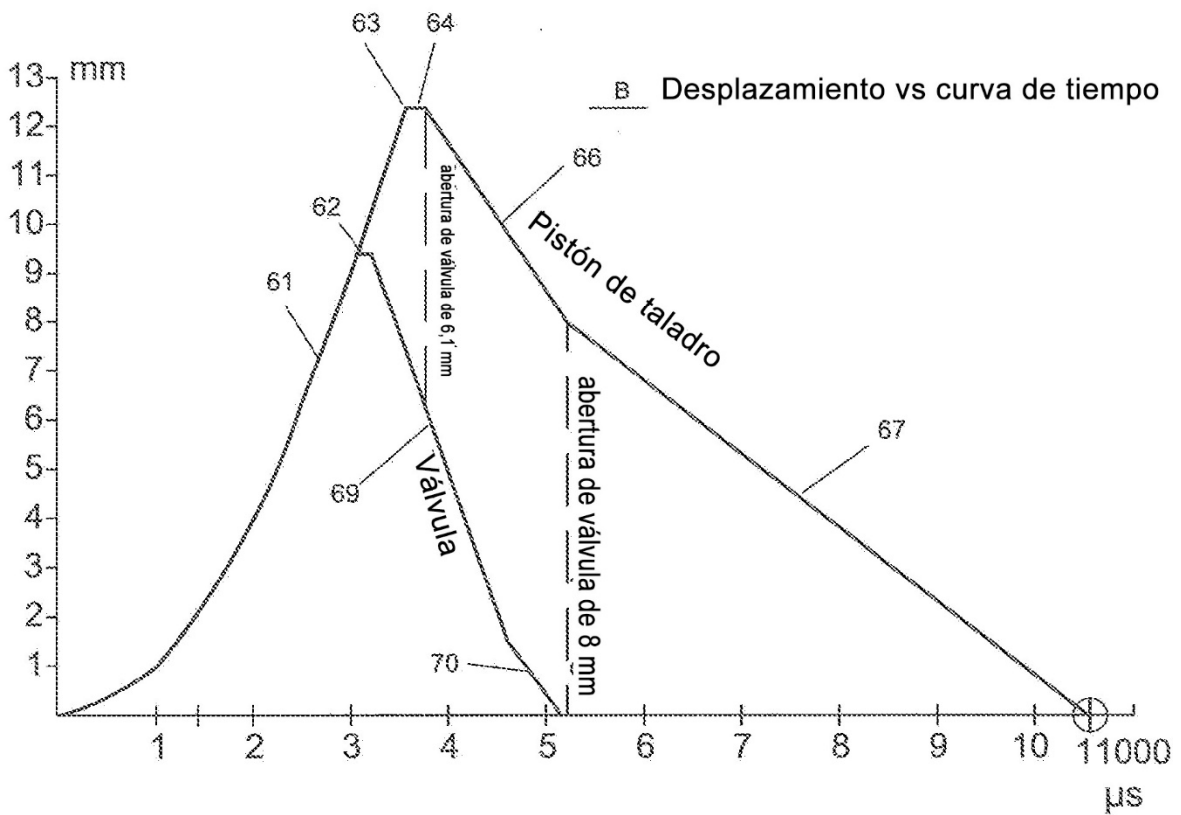
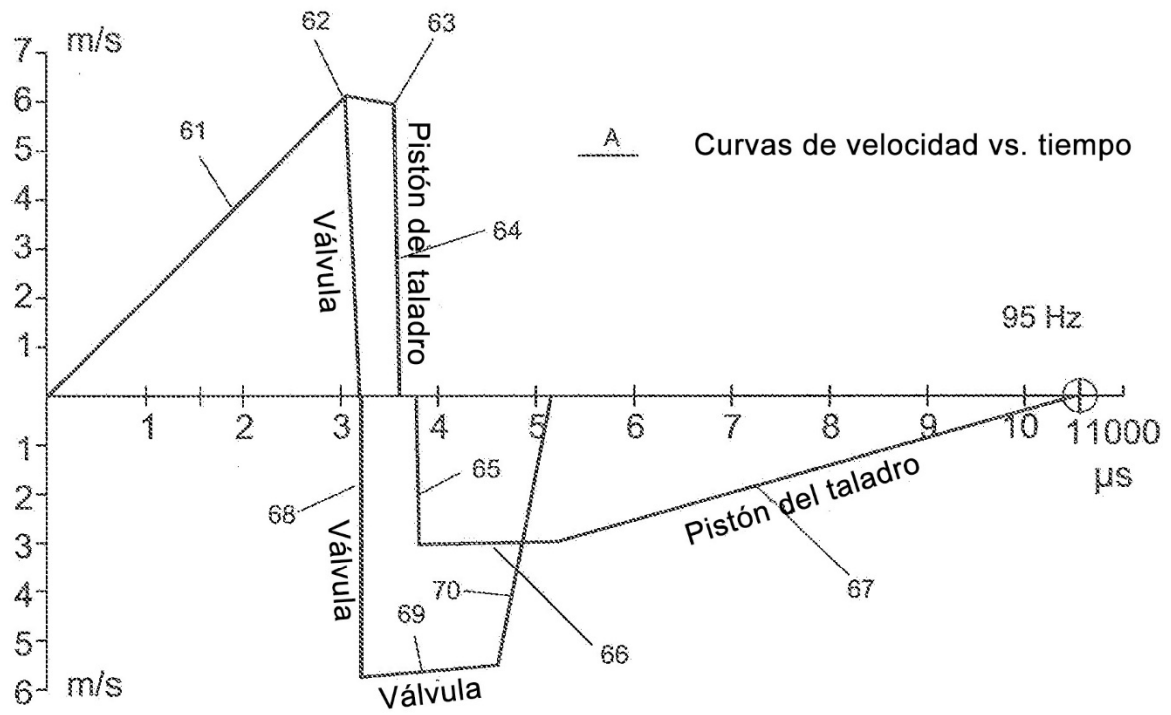


Fig 8

Caída de presión sobre la válvula de cierre gradual

