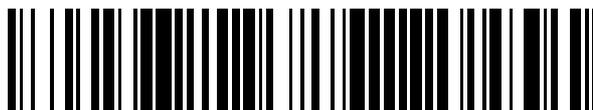


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 370 077**

51 Int. Cl.:  
**B29C 49/58** (2006.01)  
**B29C 49/78** (2006.01)  
**B29C 49/06** (2006.01)  
**B29C 49/16** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **07871788 .1**  
96 Fecha de presentación: **04.12.2007**  
97 Número de publicación de la solicitud: **2094467**  
97 Fecha de publicación de la solicitud: **02.09.2009**

54 Título: **PROCEDIMIENTO Y MÁQUINA DE FABRICACIÓN DE UN RECIPIENTE A PARTIR DE UNA FORMA PRELIMINAR, CON RETROACCIÓN EN FUNCIÓN DEL PUNTO DE FIN DE EXPANSIÓN DE LA FORMA PRELIMINAR.**

30 Prioridad:  
**05.12.2006 FR 0610618**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**12.12.2011**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**12.12.2011**

73 Titular/es:  
**SIDEL PARTICIPATIONS  
AVENUE DE LA PATROUILLE DE FRANCE  
76930 OCTEVILLE SUR MER, FR**

72 Inventor/es:  
**MONIN, Isabelle y  
DEAU, Thierry**

74 Agente: **de Justo Bailey, Mario**

ES 2 370 077 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**

Procedimiento y máquina de fabricación de un recipiente a partir de una forma preliminar, con retroacción en función del punto de fin de expansión de la forma preliminar

5 La invención se refiere a la fabricación de recipientes por soplado o estirado-soplado, a partir de formas preliminares de material plástico.

10 Para fabricar un recipiente de acuerdo con la técnica de soplado, se comienza calentando una forma preliminar (ya se trate de una preforma o de un recipiente intermedio que haya sufrido una primera operación de soplado a partir de una preforma) a una temperatura superior a la temperatura de transición vítrea del material que constituye la forma preliminar. A continuación se introduce la forma preliminar en un molde y después se efectúa el soplado de la forma preliminar inyectando un gas (tal como aire) a alta presión (generalmente superior a 3 MPa). La técnica de estirado-soplado consiste, además del soplado, en estirar la forma preliminar mediante un vástago deslizante, con el fin concretamente de minimizar el descentramiento del recipiente y uniformizar la distribución del material tanto como sea posible.

20 Para evitar el estallido de la forma preliminar durante la operación de soplado, generalmente se prevé, antes del soplado, una operación de presoplado, durante la cual se inyecta en la forma preliminar un gas a presión reducida (generalmente comprendida entre 0,50 y 1,60 MPa). Es durante la operación de presoplado cuando se realiza el estirado de la forma preliminar, realizándose después el soplado.

25 En un contexto de producción industrial, en el que los ritmos de fabricación alcanzan varias decenas de millares de recipientes por hora y por máquina (una máquina comprende generalmente varios moldes montados sobre un carrusel giratorio), la duración del procedimiento de fabricación de un recipiente, entre el instante de introducción de la forma preliminar en el molde y el instante de expulsión del recipiente formado, es de algunos segundos. En cuanto a la duración del presoplado, éste es de solo algunas décimas de segundo.

30 La voluntad constante de los profesionales de la industria por reducir la cantidad de material utilizado en cada recipiente, junto con la velocidad del procedimiento, hace que la fabricación sea delicada y puede conducir a niveles considerables de desechos. Entre los principales defectos constatados en los recipientes figura una mala distribución del material. La dificultad que existe para combinar el ahorro de material con el aumento de los ritmos ha conducido a los profesionales de la industria a interesarse más de cerca por el desarrollo del procedimiento, supervisando las variaciones de determinados parámetros a lo largo del tiempo, siendo el principal la presión existente en la forma preliminar, junto con la velocidad de estirado.

40 Algunos, tales como DU PONT DE NEMOURS en su patente americana US 4.042.657, sugieren que existe una correlación entre las variaciones de presión en la forma preliminar y la forma final del recipiente, y recomiendan rechazar los recipientes cuya curva de presión no se ajuste a una curva convencional. Si bien la propuesta de rechazar los recipientes no conformes permite mejorar la calidad global de la producción, perjudica sin embargo la productividad y, suponiendo que los recipientes rechazados no se reciclasen, conduce a un desaprovechamiento de material cuando lo que se desea es economizar.

45 El documento US 6.186.760 describe un sistema de supervisión y de control de una máquina de moldeo y de soplado.

50 La invención pretende particularmente remediar estos inconvenientes, proponiendo un procedimiento que permita mejorar la calidad de los recipientes producidos, limitando el desecho, y manteniendo -e incluso aumentando- los ritmos de producción.

Para ello, la invención propone, de acuerdo con un primer objeto, un procedimiento de fabricación de un recipiente por soplado en un molde a partir de una forma preliminar de material plástico, que comprende las operaciones que consisten en:

- 55 - introducir la forma preliminar en el molde;
- en un instante predeterminado, denominado señal de presoplado, ordenar la apertura de una electroválvula para comunicar el interior de la forma preliminar con una fuente de gas a una presión de presoplado predeterminada;
- 60 - medir la presión existente en el interior de la forma preliminar;
- en un instante predeterminado, denominado señal de soplado, posterior a la señal de presoplado, ordenar la apertura de una electroválvula para comunicar el interior de la forma preliminar con una fuente de gas a una presión de soplado superior a la presión de presoplado;
- 65 - memorizar las variaciones de la presión existente dentro de la forma preliminar, al menos en el intervalo

comprendido entre la señal de presoplado y la señal de soplado;

- detectar en este intervalo un instante, denominado fin de expansión, a partir del cual la presión dentro de la forma preliminar aumenta linealmente;

5

- adelantar la señal de soplado en función del instante de fin de expansión.

Se ha podido constatar que no solamente los recipientes realizados de esta manera presentan, en relación con los recipientes obtenidos mediante procedimientos tradicionales, una calidad superior a la media gracias a una mejor distribución del material, sino que también esta calidad se manifiesta más constante a lo largo del tiempo.

10

Pueden considerarse las siguientes operaciones complementarias, que consisten en:

- medir el espacio de tiempo que separa el instante de fin de expansión de un instante real de inicio de soplado, posterior al instante de fin de expansión, en el que la presión se acentúa;

15

- adelantar la señal de soplado un valor igual a ese espacio de tiempo;

En una variante, se proporcionan las siguientes operaciones:

20

- medir el espacio de tiempo que separa el instante de fin de expansión de la señal de soplado;

- adelantar la señal de soplado un valor igual al de ese espacio de tiempo, más un tiempo de respuesta, predeterminado, de la electroválvula de soplado.

25

La invención propone, de acuerdo con un segundo objeto, una máquina de fabricación de recipientes a partir de formas preliminares de material plástico, que comprende:

- un molde que presenta una cavidad destinada a recibir una forma preliminar;

30

- una fuente de gas a una presión de presoplado predeterminada;

- una electroválvula adecuada para comunicar el interior de la forma preliminar, recibida en la cavidad, con la fuente del gas de presoplado;

35

- medios para ordenar la apertura y el cierre de la electroválvula de presoplado;

- una fuente de gas a una presión de soplado predeterminada;

40

- una electroválvula adecuada para comunicar el interior de la forma preliminar, recibida en la cavidad, con dicha fuente del gas de soplado;

- medios para ordenar la apertura de la electroválvula de soplado en un instante predeterminado, denominado señal de soplado;

45

- un sensor adecuado para medir la presión existente dentro de la forma preliminar;

- medios para detectar un instante, llamado instante de fin de expansión, a partir del cual la presión en la forma preliminar aumenta linealmente;

50

- medios para regular la señal de soplado en función del instante de fin de expansión;

comprendiendo además la máquina un producto de programa de ordenador destinado a ser implementado en una máquina de fabricación de recipientes, tal como la descrita anteriormente, que comprende instrucciones para:

55

- ordenar la apertura y el cierre de la electroválvula de soplado;

- tener en cuenta el instante de fin de expansión;

60

- regular el instante de apertura de la electroválvula de soplado en función del instante de fin de expansión.

De acuerdo con un modo de realización, la máquina comprende adicionalmente medios para comparar el instante de fin de expansión con un instante, llamado de inicio de soplado, posterior al instante de fin de expansión, a partir del cual se acentúa la presión dentro de la preforma.

65

Otros objetos y ventajas de la invención aparecerán a la luz de la descripción realizada a continuación con referencia

a los dibujos adjuntos, en los que:

- la figura 1 es una vista esquemática que muestra una máquina de fabricación de recipientes;

5 - la figura 2 es una vista esquemática en corte que muestra parcialmente una unidad de moldeo dentro de la máquina de la figura 1;

- la figura 3 es un diagrama sobre el que está trazada una curva que ilustra las variaciones de la presión existente en una forma preliminar durante la fabricación de un recipiente;

10 - la figura 4 es un diagrama en el que está trazada una curva que ilustra las variaciones de la presión existente en la forma preliminar durante la operación de presoplado;

15 - las figuras 5A a 5H son vistas en corte que muestran la forma preliminar en el molde, en distintas fases durante el presoplado;

- la figura 6 es un diagrama que muestra la superposición de dos curvas de presión que corresponden respectivamente a dos instantes diferentes de la orden de apertura de una electroválvula de presoplado;

20 - la figura 7 es un diagrama que muestra la superposición de dos curvas de presión que corresponden respectivamente a dos valores distintos de la presión o del caudal de presoplado;

- la figura 8 es un diagrama que muestra la superposición de dos curvas de presión que corresponden respectivamente a dos valores distintos de la velocidad de estirado;

25 - la figura 9 es un diagrama que muestra la superposición de dos curvas de presión que corresponden respectivamente a dos valores distintos de la temperatura de calentamiento de la forma preliminar; y

30 - la figura 10 es un diagrama que muestra la superposición de dos curvas de presión que corresponden respectivamente a dos instantes de la orden de apertura de una electroválvula de soplado.

En la figura 1 se representa una máquina 1 para la fabricación de recipientes 2 a partir de formas preliminares 3 de material plástico tal como el PET (polietilentereftalato). De acuerdo con un modo de realización preferido, las formas preliminares 3 son preformas a partir de las cuales se obtienen directamente los recipientes 2 finales, sin pasar por un recipiente intermedio. Cada preforma 3 comprende un cuello 4 (que no sufre deformación durante la formación del recipiente 2), y un cuerpo 5 cilíndrico terminado en un fondo 6 hemisférico.

40 Esta máquina 1 comprende un horno 7 de tipo túnel, en el que las preformas 3 se calientan en movimiento a una temperatura superior a la temperatura de transición vítrea de su material constitutivo. En el caso del PET, cuya temperatura de transición vítrea está cerca de los 80 °C, la temperatura de calentamiento está comprendida, preferentemente, entre 100 °C y 140 °C.

45 Adicionalmente, la máquina 1 comprende una pluralidad de unidades 8 de moldeo montadas sobre un carrusel 9 giratorio dispuesto a la salida del horno 7 con la interposición de una rueda 10 de transferencia que garantiza la sincronización de las operaciones de calentamiento y de moldeo de las preformas 3.

Cada unidad 8 de moldeo comprende un molde 11, fabricado con acero o con una aleación de aluminio, que comprende dos semimoldes 12, 13 y un fondo de molde 14 que definen, en conjunto, una cavidad 15 interna, destinada a recibir una preforma 3 que proviene del horno 7.

50 Cada unidad 8 de moldeo comprende adicionalmente:

- un vástago 16 de elongación montado de manera deslizante con respecto al molde 11 a lo largo del eje X principal (generalmente de revolución) de éste, entre una posición alta (figura 2) que permite la introducción de la preforma 3 y una posición baja (figura 5H) en la que, al final del estirado de la preforma 3, el vástago 16 alcanza el fondo de molde 14 presionando contra ella el fondo 6 del mismo,

60 - una carcasa 17 que define una tobera 18 en la que se desliza el vástago 16 y que, durante la fabricación del recipiente 2, coopera con el cuello 4 de la preforma 3.

La unidad 8 de moldeo comprende adicionalmente varios circuitos hidráulicos que desembocan en la tobera 18 a través de la carcasa 17, es decir:

65 - un circuito 19 de aire de presoplado a media presión (comprendida entre 0,50 y 1,60 MPa), comprendiendo este circuito 19 una fuente 20 de aire de presoplado y un conducto 21 (que puede estar formado, al menos parcialmente, en la carcasa 17) que une esta fuente 20 a la tobera 18 con la interposición de una primera electroválvula 22,

llamada electroválvula de presoplado.

- un circuito 23 de aire de soplado a alta presión (comprendida entre 3 y 4 MPa), que comprende una fuente 24 de aire de soplado y un conducto 25 (que puede estar formado, al menos parcialmente, en la carcasa 17) que une esta fuente 24 a la tobera 18 con la interposición de una segunda electroválvula 26, llamada electroválvula de soplado,

- un circuito 27 de desgasificación que comprende una boca 28 de ventilación y un conducto 29 que conecta la tobera 18 a esta boca 28 con la interposición de una tercera electroválvula 30, llamada electroválvula de desgasificación.

Las electroválvulas 22, 26 y 30 se conectan eléctricamente a una unidad 31 de control que controla la apertura y cierre (teniendo en cuenta sus tiempos de respuesta). Estas electroválvulas 22, 26 y 30 pueden colocarse lejos de la carcasa; sin embargo, para mayor compacidad, se incluyen preferentemente, al menos parcialmente, en el interior de ella, de acuerdo con la realización descrita en la solicitud de patente francesa publicada con el número FR 2.872.082 o en la solicitud internacional equivalente publicada con el número WO 2006/008380, ambos documentos a nombre de la solicitante y a los cuales podrá remitirse el experto en la materia.

Por otro lado, la unidad 8 de moldeo está provista de un sensor 32 de presión con el que se mide la presión existente dentro de la preforma 3 durante la fabricación del recipiente 2. Con este fin, el sensor 32, unido a la unidad 31 de control que memoriza las mediciones de presión realizadas, está provisto de una parte 33 sensible que desemboca en la tobera 18 (donde la presión es idéntica a la existente en la preforma 3).

La fabricación de un recipiente 2 a partir de una preforma 3 se realiza de la siguiente manera.

La preforma 3, montada sobre un transportador, se introduce en primer lugar en el horno 7 donde se calienta, con el cuello 4 hacia abajo, en las condiciones descritas anteriormente. A la salida del horno 7, una pinza de la rueda 10 de transferencia sujeta la preforma 3 y la introduce, tras darla la vuelta para orientar el cuello 4 hacia arriba, en un molde 11 previamente abierto. En esta posición, el vástago 16 de elongación está en posición alta.

A medida que rota el carrusel 9, el molde 11 se encierra sobre la preforma 3. Una vez cerrado el molde 11 (figura 5A), se inicia, en un instante predeterminado denominado señal de salida, el descenso del vástago 16 de elongación en la cavidad 15 de moldeo (figura 5B). La señal de salida constituye el origen del eje del tiempo (abscisas) en las figuras 3, 4 y 6 a 10. A partir de este instante se mide continuamente la presión P existente en la preforma, memorizándose cada valor en la unidad 31 de control. El término "continuamente" significa que el período en el que se efectúan las mediciones de presión es corto frente a los tiempos necesarios para las variaciones de presión en la preforma 3. Para ello, se seleccionará un sensor 32 de alto rendimiento, que permite realizar mediciones de presión en un periodo inferior o igual a 5 ms (milisegundos), preferentemente inferior o igual a 2 ms, siendo lo ideal poder efectuar las mediciones en un periodo de 1 ms.

La señal de salida se corresponde con una posición angular predefinida del molde 11 sobre la circunferencia del carrusel 9. De acuerdo con un primer modo de realización, el gobierno del desplazamiento del vástago 16 de elongación es puramente mecánico, realizado mediante una leva contra la cual rueda o se desliza un seguidor de leva unido al vástago 16 de elongación. En ese caso, el instante en el que el vástago 16 de elongación inicia su descenso, se confunde con la señal de salida que corresponde al instante en el que el seguidor de leva se pone en contacto con la leva.

De acuerdo con un segundo modo de realización, el desplazamiento del vástago 16 de elongación lo garantiza un sistema electromecánico gobernado por la unidad 31 de control. En este caso, el instante en el que se inicia el descenso del vástago 16 de elongación está desfasado con respecto a la señal de salida, con un valor de offset (desfase) igual al tiempo de respuesta del sistema electromecánico. Este valor de desfase, proporcionado por el fabricante del sistema, se toma en cuenta para regular la señal  $t_p$  de salida para que el descenso del vástago 16 de elongación se inicie cuanto antes tras el cierre del molde 11. Se representa como  $V_E$  la velocidad de desplazamiento del vástago 16 de elongación, denominándose esta velocidad también velocidad de estirado.

En un instante predeterminado, denominado señal  $t_p$  de presoplado, la unidad 31 de control ordena la apertura de la electroválvula 22 de presoplado para comunicar el interior de la preforma 3 con la fuente 20 de aire de presoplado.

El instante, denominado instante real de inicio del presoplado, y representado como  $t_A$ , a partir del cual empieza a aumentar la presión P en la preforma 3, acusa un retraso con respecto a la señal  $t_p$  de presoplado, igual al tiempo de respuesta de la electroválvula 22 de presoplado.

Este retraso, bien proporcionado por el constructor de la electroválvula 22 o bien medido, se tiene en cuenta al regular la señal  $t_p$  de presoplado, para que el instante real  $t_A$  de inicio del presoplado comience después del instante en el que el vástago 16 de elongación alcanza el fondo de la preforma 3, pudiendo calcularse este instante de manera sencilla a partir de la velocidad (conocida) de descenso del vástago 16 de elongación y de la longitud (también conocida) de la preforma 3.

En las figuras 4 y 6, el punto de la curva que tiene por abscisa el instante real  $t_A$  de inicio del presoplado se representa con una A. Este punto se corresponde con una presión (relativa) prácticamente nula, siendo de hecho prácticamente igual a la presión atmosférica la presión existente en la preforma 3 cuando se introduce en el molde 11.

A partir del punto A se inicia una fase de expansión axial de la preforma 3. Como puede observarse en las figuras 4 y 6, la pendiente de la curva de presión en el punto A es nula a la izquierda y positiva a la derecha. A partir del punto A, la presión en la preforma 3 aumenta a medida que se estira, siendo el caudal de aire introducido en la preforma 3 superior al aumento del volumen interno de la preforma 3 (la cual no sufre ninguna expansión radial, véase la figura 5C), hasta un instante, denominado instante de desarrollo y representado como  $t_B$ , en el que se alcanza el umbral de fluencia plástica de la preforma 3. En ese instante  $t_S$  se produce un pico de presión, estando representado el punto correspondiente, denominado punto de desarrollo, con la letra B en las figuras 4 y 7 a 9. En el punto B la pendiente de la curva de soplado es nula, invirtiéndose esta pendiente de la izquierda (donde es positiva) a la derecha (donde es negativa) del punto B. La presión correspondiente, denominada presión de desarrollo, se representa como  $P_B$ .

A partir del instante  $t_B$  de desarrollo se inicia una fase de expansión axial y radial de la preforma. Al principio de esta fase, inmediatamente después del punto de desarrollo, se observa un descenso momentáneo  $\Delta P$  de la presión  $P$  existente en la preforma (figura 5D). Este descenso  $\Delta P$  de presión se debe al inicio repentino de la expansión radial de la preforma 3, la cual, una vez superado su umbral de fluencia plástica, experimenta entonces una deformación plástica.

Tras haber disminuido un valor  $\Delta P$  de aproximadamente 0,1 MPa, la presión  $P$  se mantiene, compensando el aumento del volumen de la preforma 3 el caudal de aire inyectado en ella (figuras 5E, 5F). Esta fase de expansión radial y axial finaliza cuando se termina el estirado, habiendo alcanzado el vástago 16 de elongación su posición más baja donde presiona el fondo 6 de la preforma 3 contra el fondo del molde 14 (figura 5G).

La combinación de una deformación radial y de una deformación axial de la preforma 3 conduce a una bi-orientación (axial y radial) de las macromoléculas del material, que particularmente tiene por efecto mejorar el comportamiento mecánico del recipiente 2 y disminuir su permeabilidad a gases y a líquidos. Para más información, puede consultarse el trabajo de Rosato y DiMattia, "*Blow Molding Handbook*" (2ª edición, Hanser, 2004).

Tras el final del estirado, manteniéndose el vástago 16 en su posición baja, se desarrolla una fase de expansión radial de la preforma 3 durante la cual no se observa inflexión de la presión  $P$ , que continua siendo estable. Por eso el instante, representado como  $t_E$ , en el que finaliza el estirado, no se corresponde con ningún punto singular de la curva de presión, conociéndose, sin embargo, este instante  $t_E$ , al venir predeterminado por el valor (eventualmente regulable) de la velocidad  $V_E$  de estirado y la altura del recipiente 2. Esta fase de expansión radial finaliza en un instante, denominado instante de fin de expansión, representado como  $t_C$ , en el que la preforma 3 ha alcanzado la superficie de la cavidad 15 prácticamente a lo largo de toda su altura; en otros términos, cuando el volumen interno de la preforma 3 es casi igual al volumen final del recipiente 2, si se exceptúan las zonas situadas donde el contacto entre la preforma 3 y la cavidad 15 no es completo, por ejemplo en las zonas donde se han dispuesto nervaduras, ranuras u otros refuerzos destinados a conferir al recipiente 2 un mejor comportamiento o una cierta estética (figura 5H). El instante  $t_C$  de fin de expansión se corresponde en la curva de presión con un punto singular, denominado punto de fin de expansión y que se representa con la letra C en las figuras 4 y 10, donde la curva se acentúa y presenta un aumento de su pendiente. La presión en el punto C, denominada presión de fin de expansión, se representa como  $P_C$ .

A partir del punto C de fin de expansión se inicia un fase de aumento de la presión  $P$  en la preforma 3, a un volumen constante. Manteniéndose constantes el caudal, representado como  $D_P$ , y la presión, representada como  $P_P$ , de aire de presoplado, la presión  $P$  en la preforma 3 aumenta linealmente hasta un instante, representado como  $t_D$ , de inicio de soplado a partir del cual se inicia la fase de soplado: el interior de la preforma 3 se pone en comunicación con la fuente 24 de aire de soplado, aumentando bruscamente la presión  $P$  en la preforma 3 hasta alcanzar el valor de la presión de soplado. Teniendo en cuenta el tiempo de respuesta de la electroválvula 26 de soplado, el instante  $t_D$  de inicio del soplado acusa un ligero retraso con respecto a un instante, llamado señal de soplado y representado como  $t_S$ , en el que la unidad 31 de control ordena simultáneamente el cierre de la electroválvula 22 de presoplado y la apertura de la electroválvula 26 de soplado. El instante  $t_D$  de inicio del soplado se corresponde en la curva de presión con un punto singular, denominado punto de inicio de soplado y representado con la letra D, en el que la curva se acentúa y presenta un incremento considerable de su pendiente.

Los inventores consideran que el presoplado es un factor determinante en la calidad del recipiente final. El control del presoplado se efectúa por medio del trazado de la curva de presión correspondiente. Lo ideal sería que todos los recipientes fueran idénticos. En realidad, la repetitividad del procedimiento de fabricación no está garantizada debido a variaciones de los parámetros físicos (presión, temperatura) y mecánicos (tiempo de respuesta de las electroválvulas, colmatación de los circuitos de aire, fugas en los circuitos de presoplado y de soplado, etc.) que pueden afectar a las diferentes unidades 8 de moldeo de la máquina 1 durante la producción de los recipientes 2. Por ese motivo se observan diferencias apreciables entre los recipientes 2. Para garantizar la calidad constante de

los recipientes obtenidos, para que cumplan, en todo lo posible, una norma preestablecida, los inventores proponen garantizar una regulación continua de las operaciones de presoplado retroactuando sobre al menos uno de los siguientes parámetros:

- 5 - temperatura  $T$  de calentamiento de las preformas;
- presión  $P_P$  de presoplado;
- 10 - caudal  $D_P$  de presoplado;
- velocidad  $V_E$  de estirado;
- señal  $t_P$  de presoplado;
- 15 - señal  $t_S$  de soplado.

Como hipótesis, se dispone de una curva teórica de presoplado (es decir, la parte de la curva de presión comprendida entre la señal de inicio, tomada como origen del tiempo, y el punto D) para la cual la calidad del recipiente obtenido aparece de acuerdo con los criterios preestablecidos, incluyendo, por ejemplo, la masa del fondo del recipiente, supuestamente comprendida en una gama de valores, la uniformidad del grosor de la pared, la coaxialidad del fondo y del cuello, etc.

Los inventores han considerado que es ilusorio intentar obtener, para cada recipiente producido, una curva exactamente idéntica a la curva teórica de presoplado y proponen, en consecuencia, un método de control más sencillo y a la vez eficaz. De acuerdo con este método, se selecciona en la curva teórica al menos un punto característico, definido por un doblete tiempo/presión, considerado característico del buen desarrollo de las operaciones de presoplado, y se define alrededor de este punto una zona de tolerancia, combinación de tolerancia de tiempo (de acuerdo con el eje de las abscisas) y de tolerancia de presión (de acuerdo con el eje de ordenadas), para tener en cuenta, particularmente, los márgenes de errores en las mediciones efectuadas.

Para el punto o para cada punto característico, se compara el punto real, tal y como se obtiene de las mediciones efectuadas durante la producción, con el correspondiente punto teórico característico. En la práctica, se verifica que el punto real, tal y como se ha medido, se encuentra en la zona de tolerancia definida alrededor del punto teórico característico verificando que el instante del punto real se encuentra en la tolerancia de tiempo y que su presión se encuentra en la tolerancia de presión. Suponiendo que el punto real se encuentre efectivamente en la zona de tolerancia, se determina que los puntos real y teórico son coincidentes. Al contrario, cuando el punto real se encuentra fuera de la zona de tolerancia, se determina que los puntos real y teórico son distintos, en cuyo caso, como se verá más adelante, pueden tomarse medidas retroactivas para modificar al menos uno de los parámetros indicados anteriormente, con vistas a hacer que el punto real converja hacia el punto teórico, en la curva de presión del siguiente recipiente.

En la práctica, se controlan (y eventualmente se actúa sobre) los puntos A, B, C, y D, solos o combinados. Ahora se describe cómo controlar y actuar sobre cada uno de estos puntos.

#### 45 Punto A

Se recuerda que el punto A corresponde al instante  $t_A$  a partir del cual la presión en la preforma 3 empieza a aumentar, después de que la unidad 31 de control haya ordenado la apertura de la electroválvula 22 de presoplado (en la señal  $t_P$  de presoplado) para comunicar el interior de la preforma 3 con la fuente 20 de aire de presoplado.

Es importante que la posición del punto A sea prácticamente idéntica para el conjunto de las unidades 8 de moldeo. Se detecta por lo tanto la aparición del punto A, es decir que se detecta el instante  $t_A$  en el que empieza a aumentar la presión  $P$  en la preforma 3. (Esta medición puede efectuarse bien durante la fabricación del recipiente 2, bien *a posteriori*, directamente sobre la curva de presoplado).

A continuación se compara el punto A real con el punto A teórico. En la medida en que la presión en el punto A es nula, se compara en la práctica el instante  $t_A$  del punto A real con el instante del punto A teórico, es decir el instante teórico de inicio del presoplado, para verificar si el instante  $t_A$  del punto A real se encuentra en las tolerancias definidas para el punto A.

En la hipótesis de que el instante  $t_A$  real de inicio del presoplado sea posterior (teniendo en cuenta la tolerancia) al instante teórico de inicio del presoplado, se adelanta la señal  $t_P$  de presoplado.

En la hipótesis de que, al contrario, el instante real  $t_A$  de inicio del presoplado sea anterior (teniendo en cuenta la tolerancia) al instante teórico de inicio del presoplado, se retrasa la señal  $t_P$  de presoplado.

Las dos curvas trazadas con una línea continua en la figura 6 ilustran dos regulaciones diferentes de la señal  $t_P$  de presoplado. La curva de la izquierda ilustra un adelanto de la señal  $t_P$  de presoplado; la curva de la derecha ilustra, al contrario, un retraso de la señal  $t_P$  de presoplado. La curva teórica está, entre ellas, trazada con una línea discontinua.

5 Más precisamente, es preferible medir la desviación que separa el instante  $t_A$  real de inicio del presoplado del instante teórico de inicio del presoplado. Y, si el instante  $t_A$  real de inicio del presoplado es posterior - respectivamente anterior- al instante teórico de inicio del presoplado, se adelanta -respectivamente se retrasa- la señal  $t_P$  de presoplado del valor de la desviación.

10 En la siguiente tabla se proporciona, a modo de ilustración, un ejemplo numérico de lo que antecede. Las mediciones presentadas corresponden a la curva de presión de la figura 4.

Parámetro	Valor
Tipo de recipiente	Botella 1,5 l
Material	PET
Temperatura de calentamiento	120-140 °C
Presión de presoplado	1 MPa
Velocidad de estirado	2000 mm/s
Señal de presoplado	0,03 s
Tiempo de respuesta de la electroválvula de presoplado	0,01 s
Tolerancia del instante teórico de inicio del presoplado	± 0,005 s
Medición	Valor
Instante teórico de inicio del presoplado	0,04 s

15 Con el fin de permitir la regulación del punto A, la máquina 1 comprende:

- medios para detectar el instante  $t_A$  real de inicio del presoplado;
- medios para comparar este instante  $t_A$  con el instante teórico de inicio del presoplado; y
- medios para regular la señal  $t_P$  de presoplado en función del resultado de esta comparación.

20 Eventualmente, la máquina 1 también comprende medios para memorizar una pluralidad de puntos A (por ejemplo una decena) detectados en una serie de recipientes 2 fabricados, particularmente con fines de estudio estadístico.

25 Estos medios pueden presentarse en forma de instrucciones de un producto de programa de ordenador implementado en la unidad 31 de control de la máquina 1.

#### Punto B

30 Se recuerda que el punto B corresponde al umbral de fluencia plástica de la preforma 3, a partir del cual se inicia su expansión radial.

35 Regular el instante  $t_B$  de desarrollo (abscisa del punto B) permite controlar la expansión radial de la preforma 3. Una aparición prematura, o al contrario tardía, del punto B de desarrollo puede paralelamente demostrar una mala distribución del material, y como consecuencia un defecto de comportamiento del recipiente 2.

40 Se detecta por lo tanto la aparición del punto B, es decir, que se detecta el instante  $t_B$  en el que se produce un pico de presión, en la preforma 3, tras la señal  $t_P$  de presoplado (pero antes de la señal  $t_S$  de soplado). Al igual que para el punto A, esta medición puede efectuarse bien durante la fabricación del recipiente 2, o bien preferentemente a posteriori, directamente sobre la curva de presoplado.

45 A continuación se compara el punto B real con el punto B teórico. En la práctica, se compara, por un lado, el instante  $t_B$  real de desarrollo con el instante teórico de desarrollo y, por otro lado, la presión  $P_B$  real de desarrollo con la presión teórica de desarrollo para verificar que los dos se encuentran en las tolerancias definidas para el punto B.

Se determina que el punto B real coincide con el punto B teórico cuando se encuentra en la zona de tolerancia definida alrededor del punto B teórico.

Cuando, al contrario, el punto B no coincide con el punto B teórico, es decir, que se encuentra fuera de la zona de tolerancia, se efectúa una modificación retroactiva de al menos uno de los siguientes parámetros:

- 5 - señal  $t_P$  de presoplado,
- presión  $P_P$  de presoplado,
- caudal  $D_P$  de presoplado,
- 10 - velocidad  $V_E$  de estirado,
- temperatura  $T$  de calentamiento de las preformas.

15 Pueden presentarse varios casos, dependiendo de que el instante real  $t_B$  de desarrollo sea anterior, coincidente (es decir en la zona de tolerancia) o posterior al instante teórico de desarrollo, y dependiendo de que la presión  $P_B$  real de desarrollo sea inferior, igual (es decir dentro de la zona de tolerancia) o superior a la presión teórica de desarrollo.

20 Se ha observado que la modificación de la señal  $t_P$  de presoplado produce un desfase del punto A, hacia la derecha sobre el eje del tiempo cuando la señal  $t_P$  de presoplado se retrasa, o al contrario hacia la izquierda cuando la señal  $t_P$  de presoplado se adelanta. De hecho, esta modificación afecta al conjunto de la curva de presoplado, la cual se encuentra desfasada en el mismo sentido que el punto A. La modificación de la señal  $t_P$  de presoplado afecta por lo tanto al instante  $t_B$  de desarrollo, es decir, a la abscisa del punto B. En la hipótesis de que el instante  $t_B$  real de desarrollo sea bien anterior o bien posterior al instante teórico de desarrollo, una medida sencilla podría consistir en retrasar o, respectivamente, adelantar la señal  $t_P$  de presoplado. Sin embargo, el instante  $t_A$  real de inicio del presoplado (abscisa del punto A) se vería afectado sin necesidad. Por lo que parece preferible que no se efectúe ninguna retroacción sobre la señal  $t_P$  de presoplado para modificar el instante  $t_B$  de desarrollo salvo que la modificación de los demás parámetros no baste para volver a llevar el punto B de desarrollo a la zona de tolerancia.

30 La influencia de los demás parámetros se ilustra en las figuras 7, 8 y 9.

La figura 7 ilustra la influencia de la presión  $P_P$  o del caudal  $D_P$  de presoplado sobre el desarrollo del presoplado. Se ha constatado que la influencia de la presión  $P_P$  es similar a la del caudal  $D_P$ . La influencia común de estos dos parámetros se puede reducir, por lo tanto, a la influencia de su producto  $P_P \times D_P$ ; el aumento de este producto puede resultar de un aumento de la presión  $P_P$  de presoplado con un caudal  $D_P$  constante, en un aumento del caudal  $D_P$  de presoplado con una presión  $P_P$  constante, o en un aumento simultáneo de ambos  $D_P$  y  $P_P$ ; al contrario, una disminución del producto  $P_P \times D_P$  puede resultar de una disminución de la presión  $P_P$  de presoplado con un caudal  $D_P$  constante, una disminución del caudal  $D_P$  de presoplado con una presión  $P_P$  constante, o una disminución simultánea de la presión  $D_P$  y del caudal  $D_P$ , entendiéndose que aumentar uno disminuyendo el otro no parece útil.

40 En la figura 7, la curva de la izquierda corresponde a un valor del producto  $P_P \times D_P$  superior al correspondiente en la curva de la derecha; se constata que un aumento del producto  $P_P \times D_P$  conlleva un aumento de la pendiente de la curva de presión en el punto A (es decir, en el instante  $t_A$  real de inicio del presoplado), una anticipación del instante de desarrollo  $t_B$  y un aumento de la presión  $P_B$  de desarrollo (sobre la curva, el punto B por lo tanto se desplaza hacia arriba y hacia la izquierda). Al contrario, una disminución del producto  $P_P \times D_P$  conlleva una disminución de la pendiente de la curva de presión en el punto A, un retraso del instante  $t_B$  de desarrollo y una disminución de la presión  $P_B$  de desarrollo (sobre la curva, el punto B por lo tanto se desplaza hacia abajo y hacia la derecha).

50 La figura 8 ilustra la influencia de la velocidad  $V_E$  de estirado sobre el desarrollo del presoplado. A la curva inferior le corresponde una velocidad  $V_E$  de estirado superior a la correspondiente a la curva superior. Se constata que el aumento de la velocidad  $V_E$  de estirado conlleva una anticipación del instante  $t_B$  de desarrollo y una disminución de la presión  $P_B$  de desarrollo (sobre la curva, el punto B por lo tanto se desplaza hacia abajo y hacia la izquierda), mientras que la disminución de la velocidad  $V_E$  de estirado conlleva un retraso del instante  $t_B$  de desarrollo y un aumento de la presión  $P_B$  de desarrollo (sobre la curva, el punto B por lo tanto, se desplaza hacia arriba y hacia la derecha). Sin embargo, no se aprecia ninguna influencia de la velocidad  $V_E$  de estirado sobre la pendiente de la curva de presión entre el punto A y el punto B.

60 La figura 9 ilustra la influencia de la temperatura  $T$  de calentamiento sobre el desarrollo del presoplado. A la curva inferior le corresponde una temperatura  $T$  de calentamiento superior a la correspondiente a la curva superior. Se constata que el aumento de la temperatura  $T$  de calentamiento tiene una influencia similar al aumento de la velocidad  $V_E$  de estirado: anticipación del instante  $t_B$  de desarrollo y disminución de la presión  $P_B$  de desarrollo, mientras que la disminución de la temperatura  $T$  de calentamiento tiene una influencia similar a la disminución de la velocidad  $V_E$  de estirado: retraso del instante  $t_B$  de desarrollo y aumento de la presión  $P_B$  de desarrollo.

65 Más adelante se presentan las medidas preconizadas para volver a llevar, en todos los casos posibles, el punto B de desarrollo a su zona de tolerancia, en función de la influencia constatada de los parámetros enumerados anteriormente y de la prioridad dada a ciertos parámetros sobre los demás. En la práctica, se da prioridad a la

- 5 presión  $P_P$  o al caudal  $D_P$  sobre la temperatura  $T$  de calentamiento. Teniendo en cuenta su influencia sobre el conjunto de la curva, y en particular sobre el punto A real de inicio del presoplado, en la práctica, la señal  $t_P$  de presoplado sólo se modifica cuando las modificaciones de la presión  $P_P$ , del caudal  $D_P$  o de la temperatura  $T$  de calentamiento no bastan para volver a llevar el punto B de desarrollo a su zona de tolerancia. En cuanto a la velocidad  $V_E$  de estirado, sólo se modifica para afinar el posicionamiento del punto B de desarrollo (y a condición de que la máquina 1 esté provista de medios para regular la velocidad  $V_E$  de estirado).

Instante de desarrollo	Presión de desarrollo	Modificación de parámetros
Anterior	Inferior	Disminuir $T$
	En la zona de tolerancia	Disminuir $D_P$ o $P_P$ Disminuir $T$
	Superior	Disminuir $D_P$ o $P_P$
En la zona de tolerancia	Inferior	Disminuir $T$ Aumentar $D_P$ o $P_P$
	En la zona de tolerancia	
	Superior	Aumentar $T$ Disminuir $D_P$ o $P_P$
Posterior	Inferior	Aumentar $D_P$ o $P_P$
	En la zona de tolerancia	Aumentar $D_P$ o $P_P$ Aumentar $T$
	Superior	Aumentar $T$ Eventualmente: - Disminuir $D_P$ o $P_P$ - Adelantar señal presoplado

- 10 En la siguiente tabla se facilita un ejemplo numérico, para ilustrar los valores de instante y presión de desarrollo. Las mediciones representadas corresponden a la curva de presión de la figura 4.

Parámetro	Valor
Tipo de recipiente	Botella 1,5 l
Material	PET
Temperatura de calentamiento	120-140 °C
Presión de presoplado	1 MPa
Caudal de presoplado*	40 l/s
Velocidad de estirado	2000 mm/s
Señal de presoplado	0,03 s
Tolerancia del instante de desarrollo	± 0,005 s
Tolerancia de la presión de desarrollo	0,05 MPa
Medición	Valor
Instante de desarrollo (punto B)	0,07 s
Presión de desarrollo (punto B)	0,5 MPa

\*dado en normolitros por segundo (equivalente a un litro por segundo a presión atmosférica)

- 15 Cabe destacar que el desplazamiento del punto B de desarrollo (sobre todo su abscisa, el instante  $t_B$  de desarrollo) tiene una incidencia sobre el instante  $t_C$  de fin de expansión (abscisa del punto C). Las modificaciones de los parámetros que influyen en la posición del punto B podrían por lo tanto llevar a tener que modificar la posición del punto D (es decir, según el caso, a adelantar o a retrasar la señal  $t_S$  de soplado) que, de hecho, puede encontrarse desfasado con respecto al punto C; a continuación se presentan las regulaciones correspondientes.

- 20 Con objeto de permitir la regulación del punto B, la máquina 1 comprende:

- medios para detectar el instante  $t_B$  de desarrollo;

- medios para comparar el instante  $t_B$  de desarrollo y la presión  $P_B$  de desarrollo, con el instante y la presión teóricos de desarrollo respectivamente;

5 - medios para regular el caudal  $D_P$  de presoplado en función de esta comparación.

Estos medios pueden presentarse en forma de instrucciones de un producto de programa de ordenador implementado en la unidad 31 de control de la máquina 1.

10 Además, para proceder eficazmente a regular el caudal  $D_P$  de presoplado, la máquina 1 comprende, por ejemplo, un regulador 34 de caudal montado sobre la electroválvula de presoplado y controlado por la unidad 31 de control (véase la figura 2).

15 La máquina 1 puede, en función de los parámetros que se seleccionan para regular, comprender, por ejemplo en forma de instrucciones complementarias del programa de ordenador:

- medios para regular la presión  $P_P$  de presoplado en función de la comparación entre el punto B real y el punto B teórico;

20 - medios para regular la temperatura  $T$  de calentamiento en función de la comparación entre el punto B real y el punto B teórico;

- medios para regular la señal  $t_P$  de presoplado en función de la comparación entre el punto B real y el punto B teórico:

25 - medios para regular la velocidad  $V_E$  de estirado en función de la comparación entre el punto B real y el punto B teórico.

30 En una variante, puede desearse regular el instante  $t_B$  de desarrollo independientemente de la presión  $P_B$  de desarrollo o regular, recíprocamente, la presión  $P_B$  de desarrollo independientemente del instante  $t_B$  de desarrollo.

En el primer caso, se detecta el pico de presión y se actúa sobre al menos uno de los siguientes parámetros: Presión  $P_P$  de presoplado, caudal  $D_P$  de presoplado, señal  $t_P$  de presoplado, velocidad  $V_E$  de estirado y temperatura  $T$  de calentamiento, para adelantar o, al contrario, retrasar el instante  $t_B$  de desarrollo.

35 En el segundo caso, se detecta el pico de presión y se actúa sobre al menos uno de los siguientes parámetros: Presión  $P_P$  de presoplado, caudal  $D_P$  de presoplado, señal  $t_P$  de presoplado, velocidad  $V_E$  de estirado y temperatura  $T$  de calentamiento para aumentar o, al contrario, disminuir la presión  $P_B$  de desarrollo.

40 Eventualmente, la máquina 1 también comprende medios para memorizar una pluralidad de puntos B (por ejemplo, una decena) detectados en una serie de recipientes 2 fabricados; particularmente con fines de estudio estadístico.

#### Puntos C, D

45 Se recuerda que el punto C corresponde al final de expansión de la preforma 3, cuando ésta ha alcanzado la superficie de la cavidad 15 prácticamente en toda su altura, es decir, cuando el volumen interno de la preforma 3, casi ha alcanzado el volumen final del recipiente 2. En el punto C, la curva de presión se acentúa y presenta un aumento de su pendiente.

50 Una vez finalizada la expansión de la preforma 3, es inútil continuar inyectando aire de presoplado, cuya presión  $P_P$  es insuficiente para permitir que el material (que sigue enfriándose y por lo tanto cada vez es menos deformable) se amolde perfectamente a la superficie de la cavidad 15: una operación de este tipo constituye, por lo tanto, una pérdida de tiempo, lo que perjudica a la productividad sin incidir sobre la calidad del recipiente 2. Parece por lo tanto deseable ordenar el inicio del soplado en cuanto termine la expansión de la preforma 3. En otros términos, es deseable tomar medidas para hacer converger, sobre la curva de presión, el punto D (inicio del soplado) hacia el punto C (fin de expansión de la preforma 3).

60 Se detecta por lo tanto la aparición del punto C, es decir, el instante  $T_C$  a partir del cual la presión dentro de la preforma 3 empieza a aumentar linealmente (instante de fin de expansión). Luego, en la hipótesis de que la señal  $t_P$  de soplado sea posterior al instante de fin de expansión, se adelanta la señal de soplado para hacer converger el punto D hacia el punto C.

65 Más precisamente, se mide el espacio de tiempo que separa el instante  $t_C$  de fin de expansión de la señal  $t_S$  de soplado, y se adelanta la señal  $t_S$  de soplado un valor igual a dicho espacio de tiempo. En realidad, hay que tener en cuenta el tiempo de respuesta de la electroválvula 26 de soplado, debido al cual el instante  $t_D$  real de inicio del soplado (abscisa del punto D) es ligeramente posterior a la señal  $t_S$  de soplado.

En otros términos, o bien se mide el espacio de tiempo que separa el instante  $t_C$  de fin de expansión del instante  $t_D$  de inicio del soplado y se adelanta la señal  $t_S$  de soplado un valor igual a dicho espacio de tiempo, o bien se mide el espacio de tiempo que separa el instante  $t_C$  de fin de expansión de la señal  $t_S$  de soplado y se adelanta la señal  $t_S$  de soplado un valor igual a dicho espacio de tiempo más el tiempo de respuesta de la electroválvula 26 de soplado.

Al igual que para los puntos A y B, se acepta una determinada tolerancia para el punto C. En otros términos, se supone que los puntos C y D son coincidentes cuando el espacio de tiempo que separa el instante  $t_C$  de fin de expansión del instante  $t_D$  de inicio del soplado (o el espacio de tiempo que separa el instante  $t_C$  de fin de expansión de la señal  $t_S$  de soplado más el tiempo de respuesta de la electroválvula 26 de soplado) es inferior a un valor predeterminado.

En la figura 10, se representan dos curvas: la de la derecha corresponde a la presencia de un desfase entre el instante  $t_C$  de fin de expansión y el instante  $t_D$  de inicio del soplado. La curva de la izquierda, línea discontinua, corresponde a una regulación efectuada retroactivamente en base a la curva de la derecha: se adelanta la señal  $t_S$  de soplado el valor del desfase que separa, en la curva de la derecha, el instante  $t_C$  del instante  $t_D$ .

En la siguiente tabla se facilita un ejemplo numérico a título ilustrativo de lo que antecede. Las mediciones presentadas corresponden a la curva de presión de la figura 4.

Parámetro	Valor
Tipo de recipiente	Botella 1,5 l
Material	PET
Temperatura de calentamiento	120-140 °C
Presión de presoplado	1 MPa
Velocidad de estirado	2000 mm/s
Señal de presoplado	0,03 s
Tiempo de respuesta de la electroválvula de presoplado	0,01 s
Tiempo de respuesta de la electroválvula de soplado	0,01 s
Tolerancia punto C	± 0,005 s
Medición	Valor
Instante de inicio del presoplado (punto A)	0,04 s
Instante de desarrollo (punto B)	0,07 s
Instante de fin de estirado	0,15 s
Instante de fin de expansión (punto C)	0,18 s

Para permitir la regulación del punto D, la máquina 1 comprende:

- medios para detectar el instante  $t_C$  de fin de expansión; y
- medios para regular la señal  $t_S$  de soplado en función del instante  $t_C$  de fin de expansión.

Más precisamente, la máquina 1 puede comprender:

- medios para detectar el instante  $t_D$  de inicio del soplado; y
- medios para comparar el instante  $t_C$  de fin de expansión con el instante  $t_D$  de inicio del soplado, proporcionándose medios de regulación para adelantar la señal  $t_S$  de soplado el valor del desfase que exista entre ellos.

Eventualmente la máquina 1 también comprende medios para memorizar una pluralidad de puntos C y/o D (por ejemplo una decena) detectados sobre una serie de recipientes 2 fabricados, particularmente con fines de estudio estadístico.

Como alternativa (o complemento), la máquina 1 puede comprender medios para comparar el instante  $t_C$  de fin de expansión con la señal  $t_S$  de presoplado, proporcionándose medios de regulación para adelantar la señal  $t_S$  de soplado el valor del desfase que exista entre ellos, más el tiempo de respuesta de la electroválvula de soplado 26.

## ES 2 370 077 T3

Estos medios pueden presentarse en forma de instrucciones de un producto de programa de ordenador implementado en la unidad 31 de control de la máquina 1.

**REIVINDICACIONES**

1. Procedimiento de fabricación de un recipiente (2) por soplado en un molde (11) a partir de una forma preliminar (3) de material plástico, que comprende las operaciones que consisten en:
- 5 - introducir la forma preliminar (3) en el molde (11);
- en un instante predeterminado, denominado señal ( $t_P$ ) de presoplado, ordenar la apertura de una electroválvula (22) para comunicar el interior de la forma preliminar (3) con una fuente (20) de gas a una presión de presoplado ( $P_P$ ) predeterminada;
- 10 - medir la presión (P) en el interior de la forma preliminar (3);
- en un instante predeterminado, denominado señal ( $t_S$ ) de soplado, posterior a la señal ( $t_P$ ) de presoplado, ordenar la apertura de una electroválvula (26) para comunicar el interior de la forma preliminar (3) con una fuente (24) de gas a una presión de soplado ( $P_S$ ) superior a la presión de presoplado ( $P_P$ );
- 15 - memorizar las variaciones de la presión (P) existentes en la forma preliminar (3) al menos en el intervalo comprendido entre la señal ( $t_P$ ) de presoplado y la señal ( $t_S$ ) de soplado,
- 20 caracterizándose el procedimiento porque comprende las operaciones que consisten en:
- detectar en este intervalo un instante ( $t_C$ ), llamado de fin de expansión, a partir del cual la presión (P) en la forma preliminar (3) aumenta linealmente;
- 25 - adelantar la señal ( $t_S$ ) de soplado en función del instante ( $t_C$ ) de fin de expansión.
2. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende las operaciones que consisten en:
- 30 - medir el espacio de tiempo que separa el instante ( $t_C$ ) de fin de expansión de un instante ( $t_D$ ) real de inicio de soplado, posterior al instante ( $t_C$ ) de fin de expansión, en el que la presión (P) en la forma preliminar se acentúa.
- adelantar la señal ( $t_S$ ) de soplado un valor igual a ese espacio de tiempo.
- 35 3. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende las operaciones que consisten en:
- medir el espacio de tiempo que separa el instante ( $t_C$ ) de fin de expansión de la señal ( $t_S$ ) de soplado;
- adelantar la señal ( $t_S$ ) de soplado un valor igual a ese espacio de tiempo, más un tiempo de respuesta, predeterminado, de la electroválvula (26) de soplado.
- 40 4. Máquina (1) de fabricación de recipientes (2) a partir de formas preliminares (3) de material plástico, que comprende:
- 45 - un molde (11) que presenta una cavidad (15) destinada a recibir una forma preliminar (3);
- una fuente (20) de gas a una presión ( $P_P$ ) de presoplado predeterminada;
- una electroválvula (22) adecuada para comunicar el interior de la forma preliminar (3), recibida en una cavidad (15), con la fuente (20) de gas de presoplado;
- 50 - medios (31) para ordenar la apertura y el cierre de la electroválvula (22) de presoplado;
- una fuente (24) de gas a una presión ( $P_S$ ) de soplado predeterminada;
- 55 - una electroválvula (26) adecuada para comunicar el interior de la forma preliminar (3), recibida en la cavidad (15), con dicha fuente (24) de gas de soplado;
- medios (31) para ordenar la apertura de la electroválvula (26) de soplado en un instante ( $t_S$ ) predeterminado, denominado señal de soplado;
- 60 - un sensor adecuado para medir la presión (P) existente en la forma preliminar (3);
- medios para detectar un instante ( $t_C$ ), llamado instante de fin de expansión, a partir del cual la presión (P) en la forma preliminar (3) aumenta linealmente;
- 65

- medios para regular la señal ( $t_s$ ) de soplado en función del instante ( $t_c$ ) de fin de expansión;

caracterizándose la máquina (1) porque comprende adicionalmente:

5 - un producto de programa de ordenador que comprende instrucciones para:

- ordenar la apertura y el cierre de la electroválvula (26) de soplado;

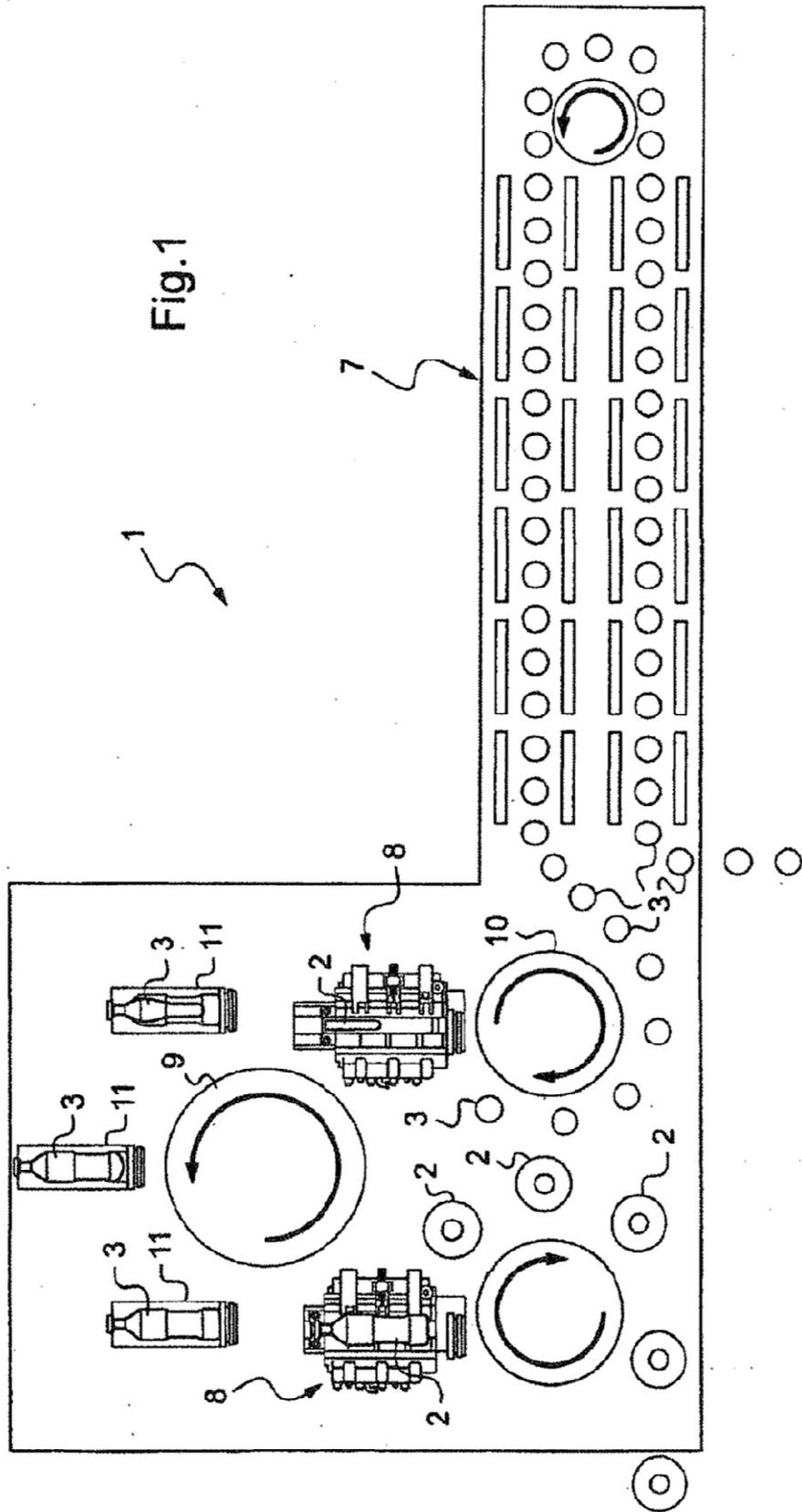
- tener en cuenta el instante ( $t_c$ ) de fin de expansión;

10

- regular el instante de apertura de la electroválvula (26) de soplado en función del instante ( $t_c$ ) de fin de expansión.

5. Máquina (1) de acuerdo con la reivindicación 4, que comprende medios para comparar el instante ( $t_c$ ) de fin de expansión con un instante ( $t_D$ ) llamado de inicio de soplado, posterior al instante ( $t_c$ ) de fin de expansión, a partir del cual se acentúa la presión (P) en la preforma.

15



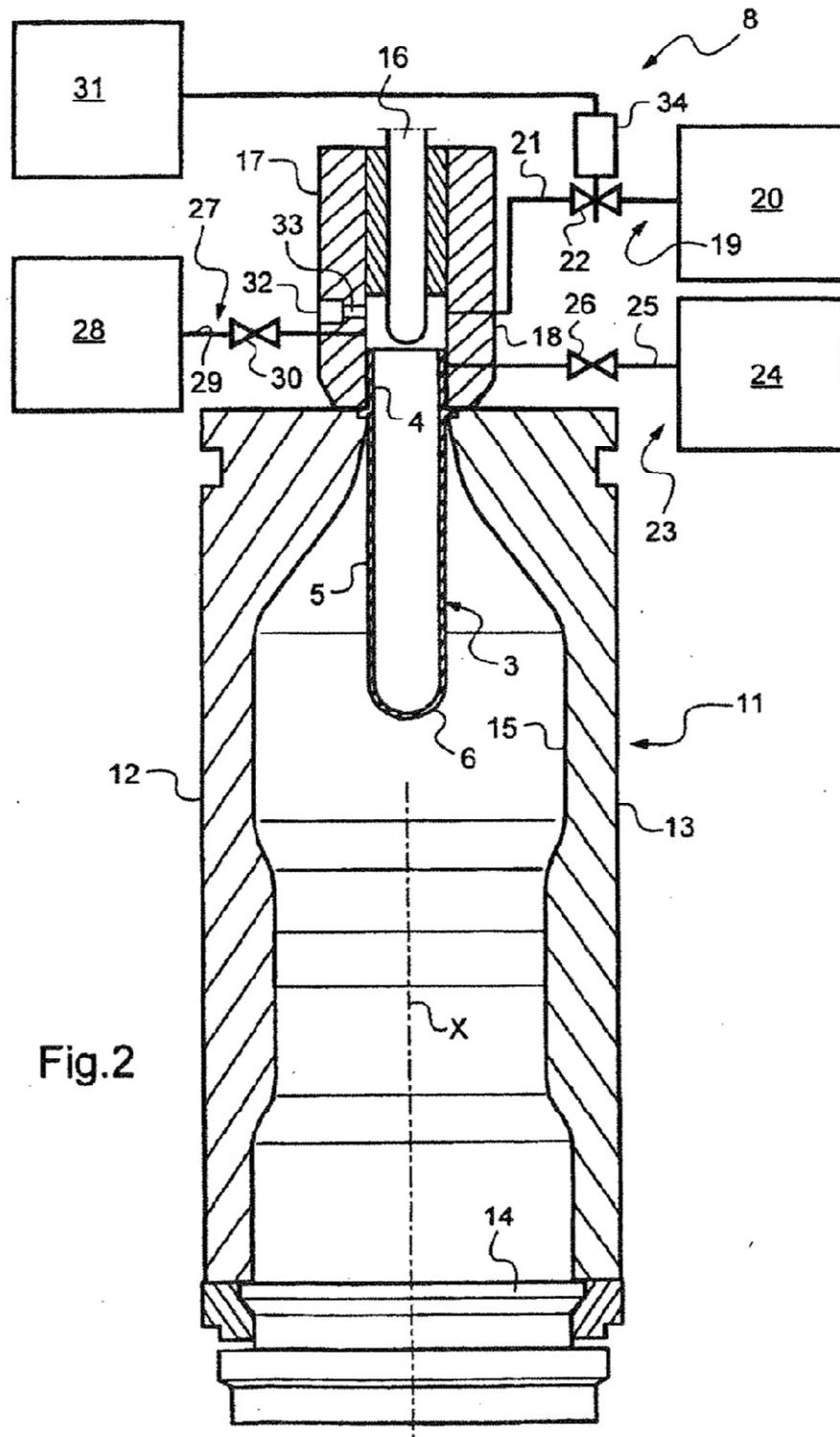


Fig.2

Fig.3

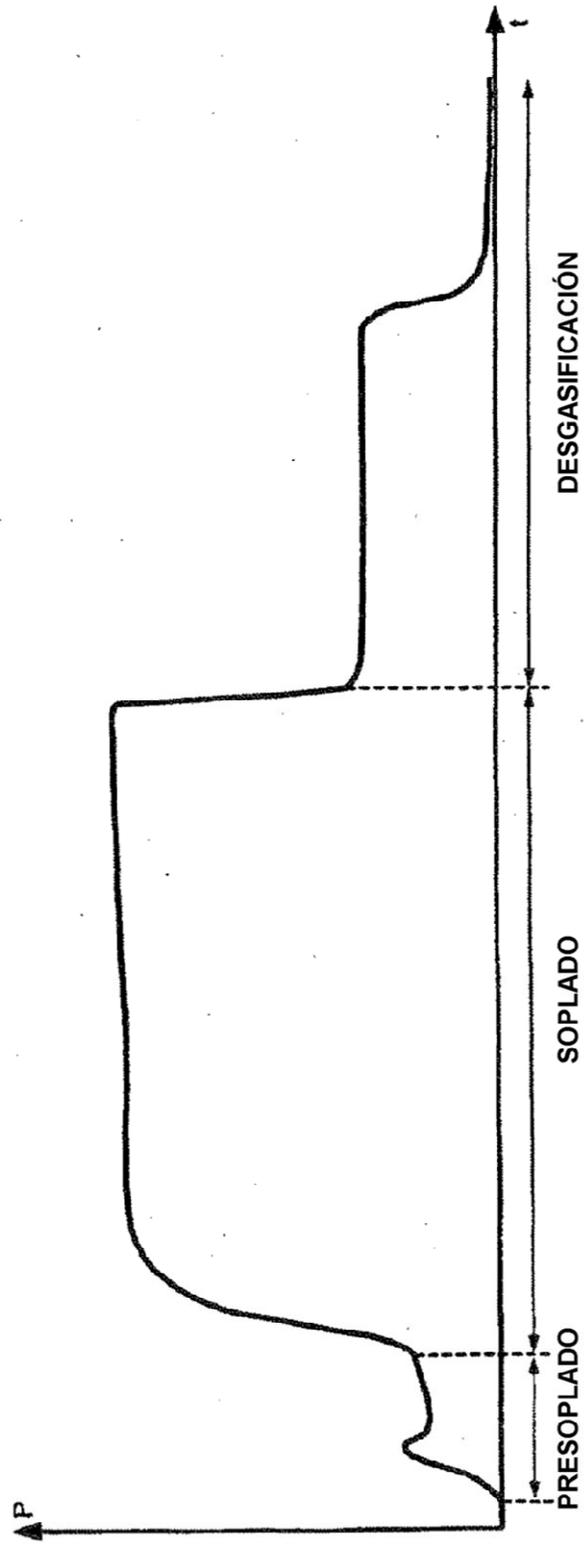
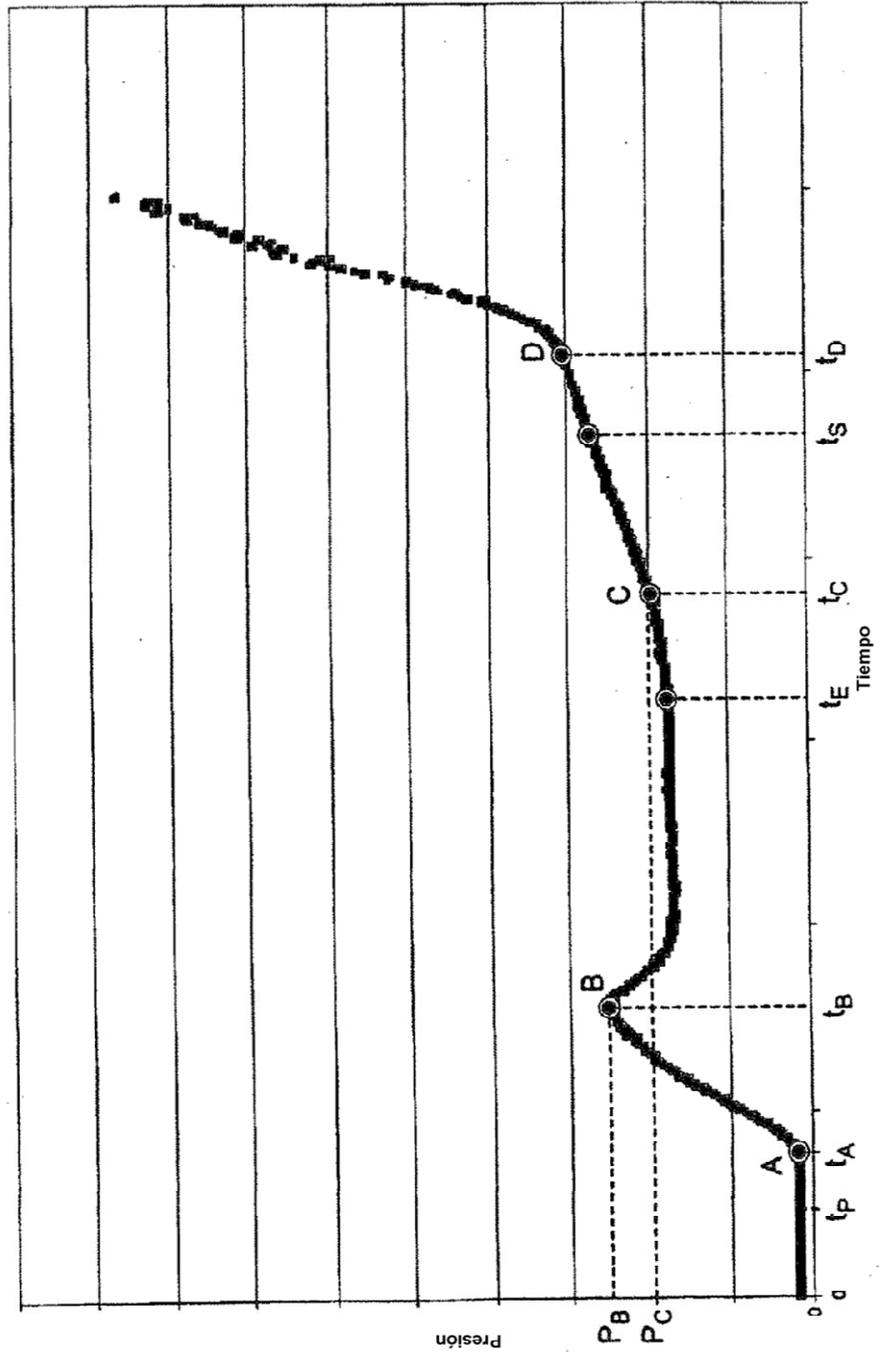


Fig.4



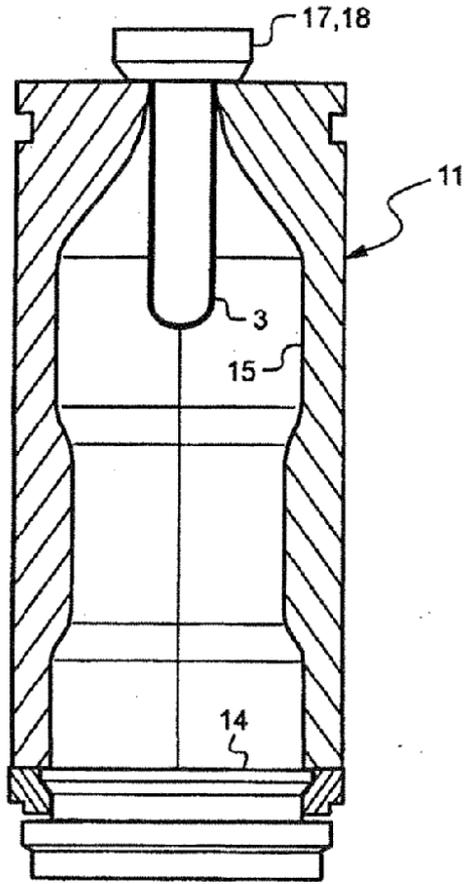


Fig.5A

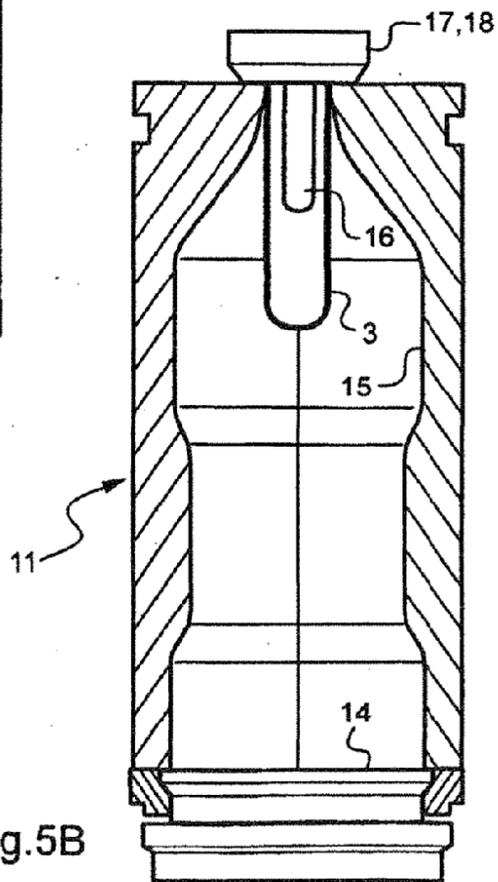


Fig.5B

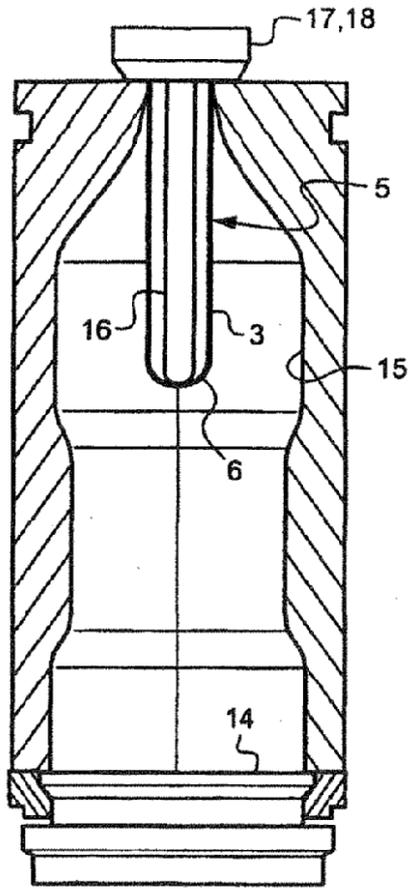


Fig.5C

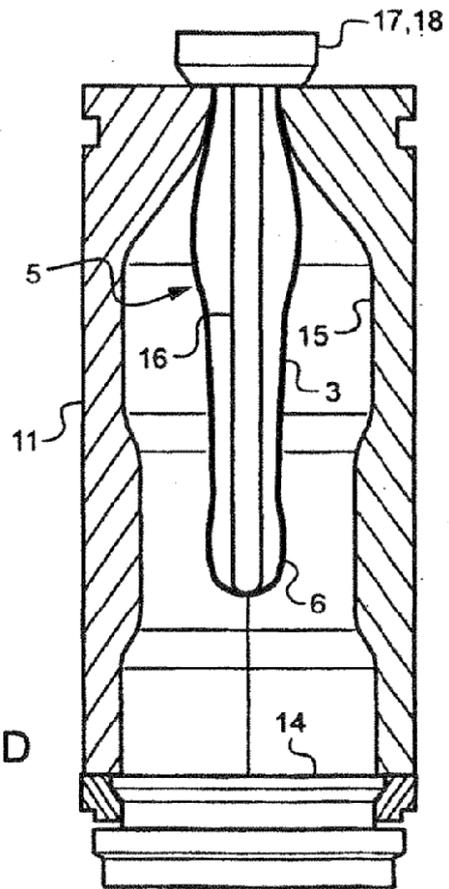


Fig.5D

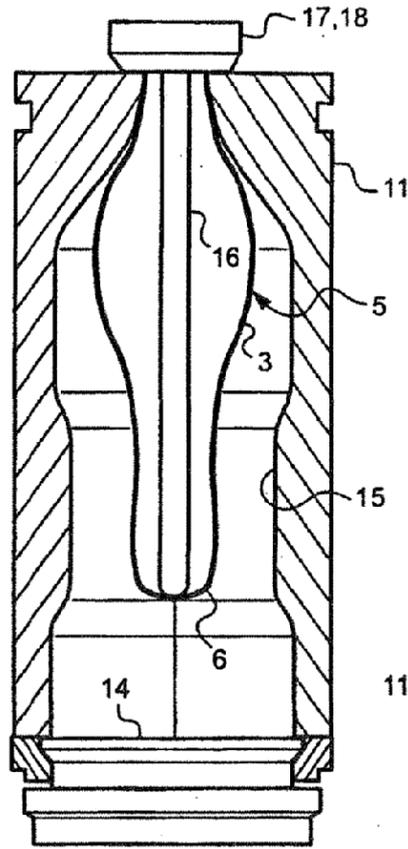


Fig.5E

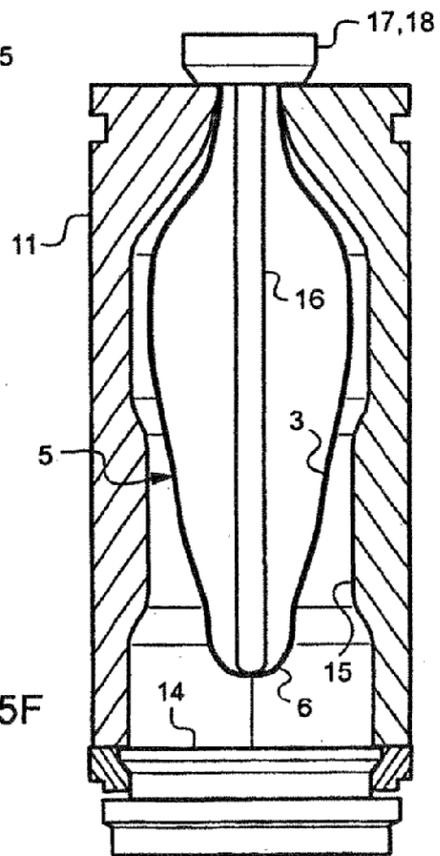


Fig.5F

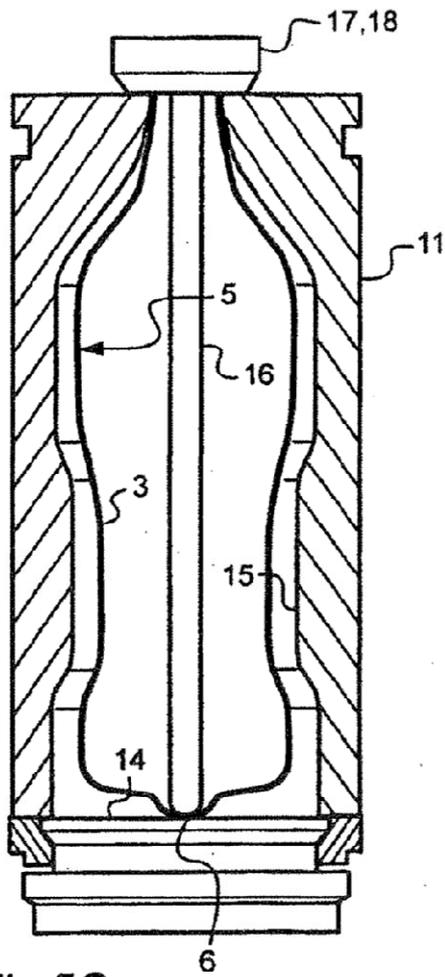


Fig.5G

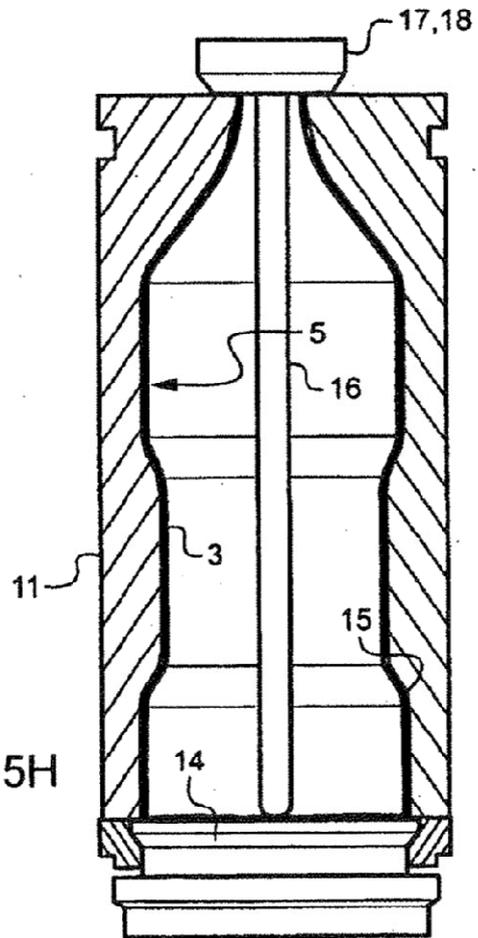


Fig.5H

Fig.6

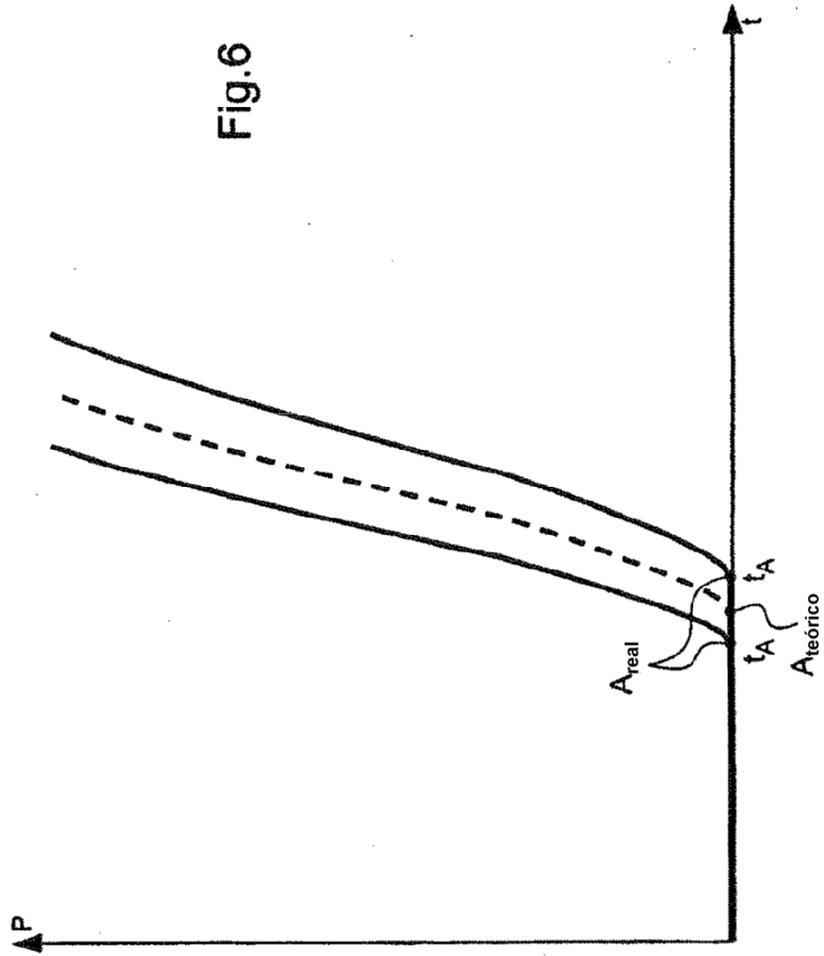


Fig.7

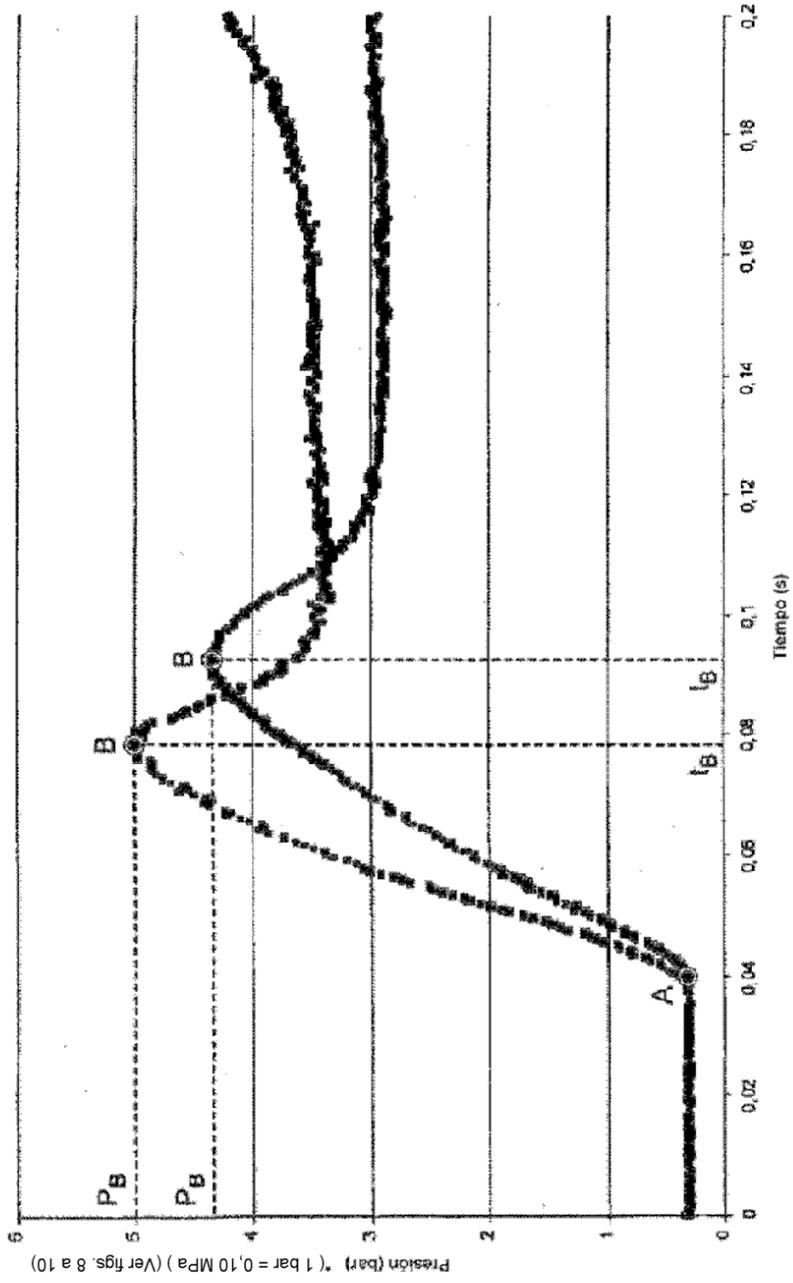


Fig.8

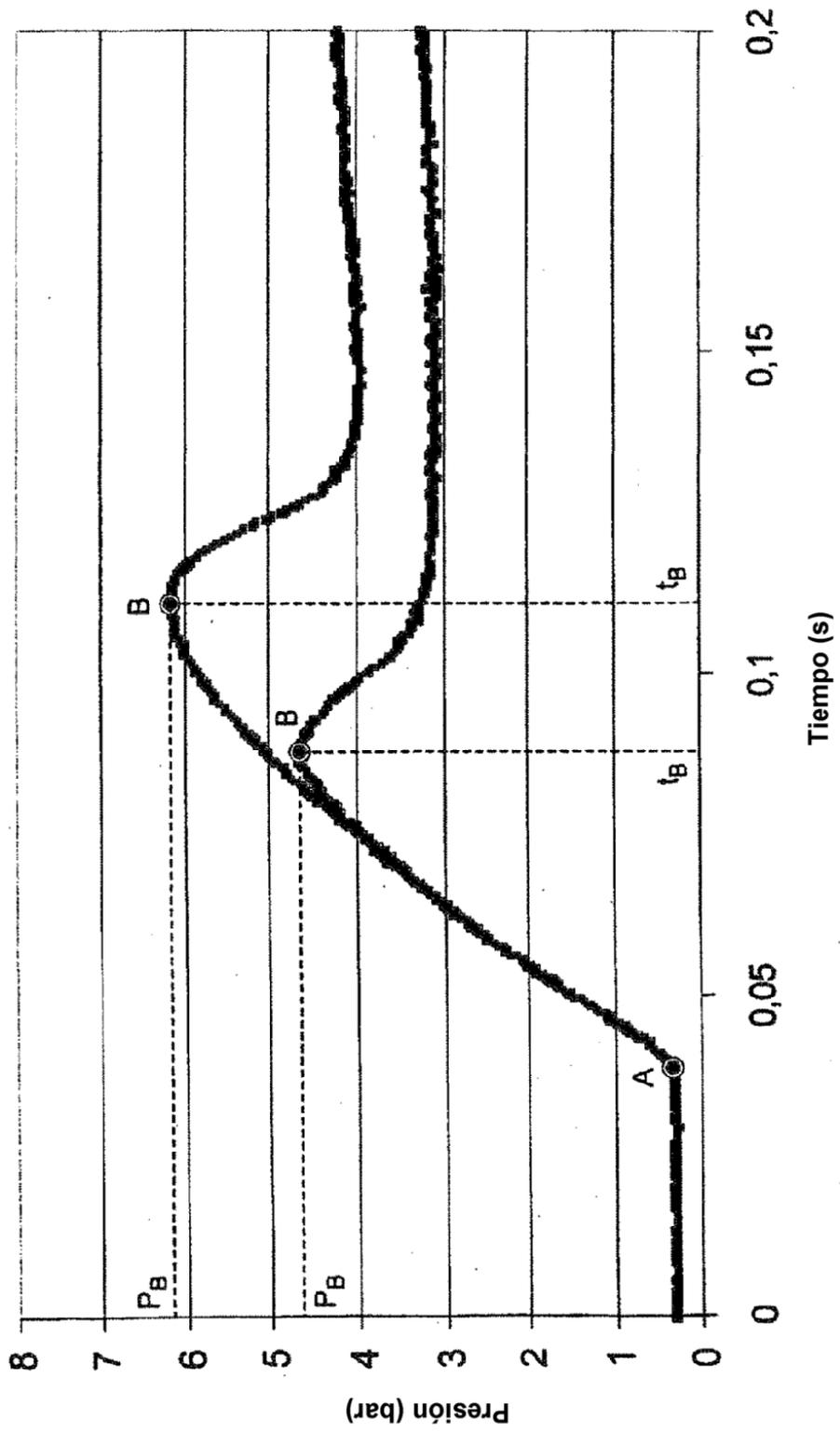


Fig.9

