

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 803 698**

21 Número de solicitud: 202030554

51 Int. Cl.:

A01G 25/02

(2006.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A2

22 Fecha de presentación:

09.06.2020

30 Prioridad:

14.06.2019 US 62/861,393

27.05.2020 US 16/884,494

43 Fecha de publicación de la solicitud:

29.01.2021

71 Solicitantes:

**THE TORO COMPANY (100.0%)
8111 Lyndale Avenue S.
55420 Bloomington, US**

72 Inventor/es:

**TAYLOR, William C., Jr.;
SCHMID, Charles G.;
TRINIDAD, Daniel;
MARTIN, David S. y
KNIGHTON, Michael R.**

74 Agente/Representante:

GONZÁLEZ PECES, Gustavo Adolfo

54 Título: **Emisor de riego sensible a la presión ajustada a un carril**

57 Resumen:

Emisor de riego sensible a la presión ajustada a un carril.

Un emisor que comprende una sección sensible a la presión y al menos un saliente definido por un suelo, un primer carril y un segundo carril. Siendo ajustado el al menos un saliente por medio de al menos uno de distancia entre carriles, altura del carril, anchura del carril, esquina del carril, separación vertical del carril, separación transversal del carril, carril exterior, espesor del suelo, perfil del suelo, altura de la punta, distancia de la punta, densidad de salientes, contorno del saliente, ángulo del saliente y espesor del saliente.

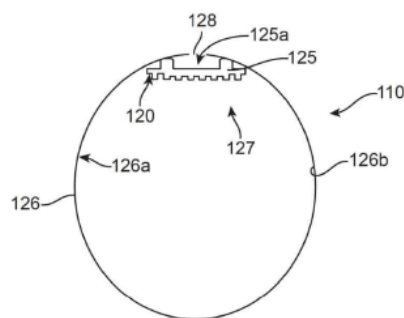


FIG. 33

DESCRIPCIÓN

Emisor de riego sensible a la presión ajustada a un carril

Referencia cruzada a solicitudes relacionadas

- 5 Esta solicitud reclama el beneficio de la Solicitud Provisional de los Estados Unidos, número de serie 62/861,393, presentada el 14 de junio de 2019, que se incorpora en su totalidad por referencia en este documento.

Campo de la invención

10

Las realizaciones de la invención generalmente se refieren a un emisor continuo, en línea, sensible a la presión para aplicaciones de riego tales como las de riego por goteo.

Antecedentes de la invención

15

Una ventaja de tener emisores en sección transversal de perfil más grueso es un mayor intervalo de movimiento activo sobre el que puede moverse un diafragma, lo que permite un mayor intervalo de presión de funcionamiento, pero algunos emisores de compensación de presión en línea disponibles comercialmente se extienden hacia abajo de manera sustancial en el paso del fluido del elemento lateral de riego (por ejemplo, la manguera o la tubería). Esto crea una caída de presión en el interior de la propia tubería. Si, por ejemplo, un elemento lateral de riego tuviera emisores cada 6 pulgadas y el elemento lateral tuviera una longitud de 1000 pies, habría 2000 emisores a lo largo del elemento lateral. Esto puede conducir a una pérdida sustancial de presión a lo largo del elemento lateral y puede reducir el beneficio de tener emisores de compensación de presión para ampliar la longitud.

20

25

Los emisores de sección transversal de perfil más bajo, como las tiras emisoras continuas que se usan en algunas cintas de riego por goteo o en los elementos laterales, crean pérdidas de línea mucho menores a lo largo de la longitud del elemento lateral. Sin embargo, esto puede limitar la distancia de trabajo en términos de desplazamiento en la que puede moverse un

30

saliente, especialmente si el diseño está limitado en el número de salientes para disipar la presión.

5 Con algunos emisores continuos disponibles actualmente, la capacidad para ajustar la respuesta de la región sensible a la presión con un número tan grande de salientes es limitada. Los emisores de compensación total disponibles en el mercado (exponente de descarga de 0 o cerca de 0) dependen de un único saliente de regulación aguas abajo de una corta sección de reducción de presión. Ejemplos de salientes de regulación incluyen ranuras o agujeros, a menudo rodeados por una sección cónica invertida. Para poder acomodar un intervalo
10 completo de presión de funcionamiento, la resistencia al flujo del saliente de regulación varía enormemente. Cuando se expone a las partes superiores del intervalo de presión, para generar una resistencia deseada, el saliente de regulación se desplaza a una posición con áreas de sección transversal muy reducidas. Esto conduce a la tendencia a que se acumulen desechos cuando el saliente de sección transversal mínima actúa como un filtro, no
15 permitiendo el paso de los desechos.

La cámara de salida está expuesta a la presión atmosférica, mientras que la presión en la parte inferior de la tira elastomérica coincide con la presión de la línea. Esto expone la tira de elastómero, en el lugar de salida, a la presión de línea completa como un diferencial. Esto
20 puede tener la tendencia a deformar el piso del emisor hacia arriba en la propia salida. Esto puede conducir a una reducción del área de la sección transversal, chorros y/o una mayor tendencia a la obstrucción cuando se expone a los desechos dentro del suministro de agua de riego.

25 **Resumen**

Una realización de un emisor comprende una sección sensible a la presión y al menos un saliente definido por un suelo, un primer carril y un segundo carril. El al menos un saliente está ajustado, por medio de al menos un elemento de ajuste, para desviarse a presiones
30 diferenciales deseadas locales para el por lo menos un saliente. El elemento de ajuste se selecciona del grupo formado por la distancia entre carriles, la altura del carril, la anchura del carril, la curvatura del radio del carril, la esquina del carril, la separación vertical del carril, la separación transversal del carril, el carril exterior, el grosor del suelo, el perfil del suelo, la altura

de la punta, la distancia de la punta, la densidad de salientes, el contorno del saliente, el ángulo del saliente y el grosor del saliente.

Una realización de una combinación de elemento lateral de riego y emisor comprende un
 5 elemento lateral y un emisor. El elemento lateral tiene una pared interna, y una porción de la pared interna define un camino de flujo lateral. El emisor tiene un primer carril y un segundo carril conectados operativamente a la pared interior y un piso que interconecta los extremos distales del primer y del segundo carril. La pared interior, el primer y el segundo carril y el piso definen una ruta de flujo del emisor. El emisor comprende una sección sensible a la presión y
 10 al menos un saliente definido por el suelo, el primer carril y el segundo carril. Al menos un saliente está ajustado, por medio de al menos un elemento de ajuste, para desviarse ante las presiones diferenciales deseadas locales para el al menos un saliente. El elemento de ajuste se selecciona del grupo que consiste en la distancia entre carriles, la altura del carril, la anchura del carril, la curvatura del radio del carril, la esquina del carril, la separación vertical del carril,
 15 la separación transversal del carril, el carril exterior, el grosor del suelo, el perfil del suelo, la altura de la punta, la distancia de la punta, la densidad de salientes, el contorno del saliente, el ángulo del saliente y el grosor del saliente. En donde un exponente de descarga para el emisor es de 0 a 0,7, y en donde el saliente de al menos un emisor se desvía de una posición abierta a una cerrada cuando la presión diferencial deseada es local para el al menos un
 20 saliente.

Breve descripción de los dibujos

La figura 1 es un gráfico que ilustra el flujo frente a la presión para un emisor de geometría fija
 25 de flujo turbulento de la técnica anterior, con un exponente de descarga de 0,5 de $P_{\text{mínimo}}$ a $P_{\text{máximo}}$.

La figura 2 es un gráfico que ilustra el flujo frente a la presión para un emisor de compensación de presión nominal de la técnica anterior con un exponente de descarga 0 desde $P_{\text{mínimo}}$ a
 30 $P_{\text{máximo}}$.

La figura 3A es una realización de un emisor compensador de la presión construido de acuerdo con los principios de la presente invención;

La Figura 3B es un gráfico que ilustra el flujo frente a la presión para el emisor compensador de presión que se muestra en la Figura 3A de 5 psi a 15 psi.

- 5 La figura 3C es otra realización de un emisor compensador de presión d construido de acuerdo con los principios de la presente invención;

La figura 3D es un gráfico que ilustra el flujo frente a la presión para el emisor compensador de presión que se muestra en la figura 3C de 5 psi a 25 psi.

10

La figura 4A ilustra otra realización de un emisor sensible a la presión.

La figura 4B es una sección transversal del emisor sensible a la presión que se muestra en la figura 4A, tomada a lo largo de las líneas 4B-4B de la figura 4A conectada a un elemento lateral.

15

La figura 4C es una sección transversal del emisor sensible a la presión que se muestra en la figura 4A, tomada a lo largo de las líneas 4C-4C de la figura 4A conectada a un elemento lateral.

20

La figura 4D es una porción ampliada del emisor sensible a la presión que se muestra en la figura 4C, en una posición abierta.

La figura 4E es una porción ampliada del emisor sensible a la presión que se muestra en las figuras 4C y 4D, en una posición cerrada.

25

La figura 5A ilustra otra realización de un emisor sensible a la presión.

La figura 5B ilustra otra realización de un emisor sensible a la presión.

30

La figura 5C ilustra otra realización de un emisor sensible a la presión.

La figura 5D es una sección transversal de una sección sensible a la presión, que podría usarse, por ejemplo, en las secciones B-B de las figuras 5A, 5B y 5C.

5 La figura 5E es una sección transversal de una sección sensible a la presión, que podría usarse, por ejemplo, en las secciones B-B de las figuras 5A, 5B y 5C.

La figura 6A ilustra la presión diferencial de otra realización de un emisor sensible a la presión.

10 La figura 6B ilustra la desviación de los salientes de otras realizaciones de emisores sensibles a la presión.

La figura 7 ilustra otra realización de un emisor sensible a la presión.

15 La figura 7A son secciones transversales del emisor sensible a la presión que se muestran en la figura 7, que ilustran la realización de las distancias entre carriles en los salientes tomadas a lo largo de las líneas A-A, B-B y C-C de la figura 7.

20 La figura 7B son secciones transversales del emisor sensible a la presión que se muestran en la figura 7, que ilustran la realización de las distancias entre carriles y los espesores del suelo en los salientes tomados a lo largo de las líneas A-A, B-B y C-C de la figura 7.

25 La figura 7C son secciones transversales del emisor sensible a la presión que se muestran en la figura 7, que ilustran las realizaciones de las distancias entre carriles y los anchos de los carriles en los salientes tomadas a lo largo de las líneas A-A, B-B y C-C de la figura 7.

La figura 7D son secciones transversales del emisor sensible a la presión que se muestran en la figura 7, que ilustran la realización de las distancias entre carriles y las alturas internas de los carriles en los salientes tomadas a lo largo de las líneas A-A, B-B y C-C de la figura 7.

30 La figura 8A son secciones transversales del emisor sensible a la presión que se muestran en la figura 8, que ilustran la realización de las distancias entre carriles en los salientes tomadas a lo largo de las líneas A-A, B-B y C-C de la figura 8.

La figura 8B son secciones transversales del emisor sensible a la presión que se muestran en la figura 8, que ilustran la realización de las distancias entre carriles y las separaciones verticales de los carriles en los salientes tomadas a lo largo de las líneas A-A, B-B y C-C de la figura 8.

5

La figura 8C son secciones transversales del emisor sensible a la presión que se muestran en la figura 8, que ilustran la realización de las distancias entre carriles y las separaciones transversales de los carriles en los salientes tomadas a lo largo de las líneas A-A, B-B y C-C de la figura 8.

10

La figura 8D son secciones transversales del emisor sensible a la presión que se muestran en la figura 8, que ilustran la realización de las distancias entre carriles y las esquinas de los carriles en los salientes tomadas a lo largo de las líneas A-A, B-B y C-C de la figura 8.

15

La figura 9A son secciones transversales del emisor sensible a la presión que se muestran en la figura 9, que ilustran la realización de las distancias de carril a carril en los salientes tomadas a lo largo de las líneas A-A, B-B y C-C de la figura 9.

20

La figura 9B son secciones transversales del emisor sensible a la presión que se muestran en la figura 9, que ilustran la realización de las distancias entre carriles y las distancias entre las puntas en los salientes tomadas a lo largo de las líneas A-A, B-B y C-C de la figura 9.

25

La figura 9C son secciones transversales del emisor sensible a la presión que se muestran en la figura 9, que ilustran la realización de las distancias entre carriles y los perfiles del suelo en los salientes tomadas a lo largo de las líneas A-A, B-B y C-C de la figura 9.

30

En la figura 9D se muestran secciones transversales del emisor sensible a la presión, que ilustran la realización de las distancias de carril a carril y los contornos de los salientes tomadas a lo largo de las líneas A-A, B-B y C-C de la figura 9.

La figura 10A ilustra otra realización de un emisor sensible a la presión.

La figura 10B ilustra otra realización de un emisor sensible a la presión, con distancias de carril a carril y densidad de salientes variables.

5 La figura 10C ilustra otra realización de un emisor sensible a la presión, con distancias de carril a carril y ángulos de salientes variables.

La figura 10D ilustra otra realización de un emisor sensible a la presión, con distancias de carril a carril y grosores de saliente variables.

10 La figura 11A ilustra otra realización de un emisor sensible a la presión, con una conicidad de carriles lineales simétricos de arriba a abajo.

La figura 11B ilustra otra realización de un emisor sensible a la presión, con una conicidad de carriles lineales asimétricos de arriba a abajo.

15 La figura 12A ilustra otra realización de un emisor sensible a la presión, con una conicidad de carriles lineales escalonada y simétrica de arriba a abajo.

20 La figura 12B ilustra otra realización de un emisor sensible a la presión, con una conicidad de carriles lineales parcialmente escalonada y no simétrica de arriba a abajo.

La figura 12C ilustra otra realización de un emisor sensible a la presión, con escalonamiento y conicidad de carriles lineales río arriba a río abajo.

25 La figura 13A ilustra otra realización de un emisor sensible a la presión, con una conicidad de carriles lineales simétricos de arriba a abajo.

La figura 13B ilustra otra realización de un emisor sensible a la presión, con una conicidad de carriles lineales asimétricos de arriba a abajo.

30 La figura 14A ilustra otra realización de un emisor sensible a la presión, con una conicidad de carriles lineales múltiples simétricos, que incluye las variantes indicadas (1), (2) y (3).

La figura 14B ilustra otra realización de un emisor sensible a la presión, con una conicidad de carriles lineales múltiples no simétricos, que incluye las variantes indicadas (1), (2) y (3).

5 La figura 15A ilustra otra realización de un emisor sensible a la presión, con una conicidad de carriles curvilíneos múltiples simétricos, que incluye las variantes indicadas (1), (2) y (3).

La figura 15B ilustra otra realización de un emisor sensible a la presión, con una conicidad de carriles curvilíneos múltiples simétricos, que incluye las variantes indicadas (1), (2) y (3).

10 La figura 16A ilustra otra realización de un emisor sensible a la presión, con carriles externos.

La figura 16B ilustra otra realización de un emisor sensible a la presión, con carriles externos.

15 La figura 16C ilustra otra realización de un emisor sensible a la presión, con carriles externos.

La figura 16D ilustra otra realización de un emisor sensible a la presión, con carriles externos.

La figura 17A ilustra otra realización de un emisor sensible a la presión, con carriles externos.

20 La figura 17B ilustra otra realización de un emisor sensible a la presión, con carriles externos.

La figura 17C ilustra otra realización de un emisor sensible a la presión, con carriles externos.

25 La figura 17D ilustra otra realización de un emisor sensible a la presión, con carriles externos.

La figura 18A ilustra otra realización de un emisor sensible a la presión, con carriles externos.

La figura 18B ilustra otra realización de un emisor sensible a la presión, con carriles externos.

30 La figura 18C ilustra otra realización de un emisor sensible a la presión, con carriles externos.

La figura 18D ilustra otra realización de un emisor sensible a la presión, con carriles externos.

La figura 19A ilustra otra realización de un emisor sensible a la presión, con múltiples carriles externos.

5 La figura 19B ilustra otra realización de un emisor sensible a la presión, con múltiples carriles externos.

La figura 19C ilustra otra realización de un emisor sensible a la presión, con múltiples carriles externos.

10 La figura 19D ilustra otra realización de un emisor sensible a la presión, con múltiples carriles externos.

La figura 20A ilustra otra realización de un emisor sensible a la presión, con carriles cónicos internos y carriles externos.

15 La figura 20B ilustra otra realización de un emisor sensible a la presión, con carriles cónicos internos y carriles externos.

20 La figura 20C ilustra otra realización de un emisor sensible a la presión, con carriles cónicos internos y carriles externos.

En la figura 21A se ilustran ejemplos de ajuste de carriles mediante modificaciones de las relaciones de aspecto de la sección transversal a lo largo de las líneas A-A, B-B, C-C y D-D.

25 En la figura 21B se ilustran ejemplos de ajuste de carriles mediante modificaciones de las relaciones de aspecto de la sección transversal a lo largo de las líneas E-E, F-F, G-G y H-H.

La figura 22A ilustra otra realización de un emisor sensible a la presión, con una cámara de salida reforzada.

30 La figura 22B ilustra otra realización de un emisor sensible a la presión, con una cámara de salida reforzada.

La figura 22C ilustra otra realización de un emisor sensible a la presión, con una cámara de salida reforzada.

5 La figura 23A ilustra otra realización de un emisor sensible a la presión, con una cámara de salida reforzada y un refuerzo para los materiales de menor dureza.

La figura 23B ilustra otra realización de un emisor sensible a la presión, con una cámara de salida reforzada y un refuerzo para los materiales de menor dureza.

10 La figura 23C ilustra otra realización de un emisor sensible a la presión, con una cámara de salida reforzada y un refuerzo para los materiales de menor dureza.

La figura 23D ilustra otra realización de un emisor sensible a la presión, con una cámara de salida reforzada y un refuerzo para los materiales de menor dureza.

15 La figura 24A ilustra otro emisor sensible a la presión de realización con miembros de refuerzo no lineales.

20 La figura 24B ilustra otro emisor sensible a la presión de realización con miembros de refuerzo no lineales.

La figura 24C ilustra otro emisor sensible a la presión de realización con miembros de refuerzo no lineales.

25 La figura 24D ilustra otro emisor sensible a la presión de realización con miembros de refuerzo no lineales.

La figura 24E ilustra otra realización de un emisor sensible a la presión, con miembros de refuerzo no lineales.

30 La figura 24F ilustra otra realización de un emisor sensible a la presión, con miembros de refuerzo no lineales.

La figura 24G ilustra otro emisor sensible a la presión de realización con miembros de refuerzo no lineales.

5 La figura 25A ilustra otra realización de un emisor sensible a la presión, con porciones de carriles de perfil múltiple.

La figura 25B ilustra otra realización de un emisor sensible a la presión, con porciones de carriles de perfil múltiple.

10 La figura 25C ilustra otra realización de un emisor sensible a la presión, con porciones de carriles de perfil múltiple.

La figura 25D ilustra otra realización de un emisor sensible a la presión, con porciones de carriles de perfil múltiple.

15 La figura 25E ilustra otra realización de un emisor sensible a la presión, con porciones de carriles de perfil múltiple.

20 La figura 25F ilustra otra realización de un emisor sensible a la presión, con porciones de carriles de perfil múltiple.

La figura 26A ilustra otra realización de un emisor sensible a la presión, con ejemplos de ajuste de carriles mediante esquinas de carriles, separaciones transversales de carriles y perfiles de suelo en las líneas de sección transversal A-A, B-B y C-C.

25 La figura 26B ilustra otra realización de un emisor sensible a la presión, con ejemplos de ajuste de carriles mediante esquinas de carriles, separaciones transversales de carriles y perfiles de suelo en las líneas de sección transversal A-A, B-B y C-C.

30 La figura 26C ilustra otra realización de un emisor sensible a la presión, con ejemplos de ajuste de carriles mediante esquinas de carriles, separaciones transversales de carriles y perfiles de suelo en las líneas de sección transversal D-D, E-E y F-F.

La figura 26D ilustra las secciones transversales de los emisores que se muestran en las figuras 26A, 26B y 26C tomadas a lo largo de las líneas A-A, B-B y C-C en las figuras 26A, 26B y 26C.

- 5 En la figura 27 se ilustran ejemplos de ajuste de carriles para disminuir el flujo en respuesta al aumento de la presión.

La figura 28A ilustra un ejemplo de carriles ajustados.

- 10 En la figura 28B se ilustra una sección transversal tomada a lo largo de las líneas 28B-28B de la figura 28A.

En la figura 28C se ilustra un ejemplo de carriles no ajustados.

- 15 En la figura 28D se ilustra una sección transversal tomada a lo largo de las líneas 28D-28D de la figura 28C.

- 20 La figura 28E es un gráfico que compara el flujo frente a la presión para el ejemplo ajustado con el ferrocarril ilustrado en las figuras 28A y 28B y el ejemplo no ajustado ilustrado en las figuras 28C y 28D.

La figura 29A ilustra un ejemplo de carriles ajustados.

- 25 La figura 29B ilustra la distancia entre carriles en comparación con la posición de la sección sensible a la presión para el ejemplo de carriles ajustados que se muestra en la figura 29A.

La figura 29C ilustra un ejemplo de carriles no ajustados.

- 30 La figura 29D ilustra la distancia de un carril a otro frente a la posición de una sección sensible a la presión para el ejemplo de ajuste de carril que se muestra en la figura 29C.

La figura 29E es un gráfico que compara el flujo frente a la presión para el ejemplo de carril ajustado ilustrado en la figura 29A y el ejemplo de carril no ajustado ilustrado en la figura 29C.

La figura 30A es el gráfico que compara el flujo frente a la presión que se muestra en la figura 29C con los datos a 6 psi y 12 psi resaltados.

- 5 La figura 30B es un gráfico que ilustra la presión interna frente a la posición de la sección sensible a la presión para 6 psi que se muestra en la figura 30A.

La figura 30C es un gráfico que ilustra la presión interna frente a la posición de la sección sensible a la presión para 12 psi que se muestra en la figura 30A.

10

La figura 31A es un gráfico que ilustra el flujo frente a la presión que se muestra en la figura 29C con los datos a 5 psi, 6 psi, 11 psi y 12 psi resaltados.

- 15 La figura 31B es un gráfico de barras que ilustra el porcentaje de la caída de presión de la sección de respuesta total a 5 psi y 6 psi para el ejemplo de la figura 31A.

La figura 31C es un gráfico de barras que ilustra el porcentaje de la caída de presión de la sección de respuesta total a 11 psi y 12 psi para el ejemplo de la figura 31A ajustado al carril.

- 20 La figura 31D es un gráfico de barras que ilustra el porcentaje de la caída de presión de la sección de respuesta total a 5 psi y 6 psi para el ejemplo no ajustado de la figura 31A.

La figura 31E es un gráfico de barras que ilustra el porcentaje de la caída de presión de la sección de respuesta total a 11 psi y 12 psi para el ejemplo no ajustado de la figura 31A.

- 25 La figura 32 es una vista transversal de un emisor de ejemplo.

La figura 33 es una vista que muestra el emisor de la figura 32 conectado operativamente a un elemento lateral de riego.

30 Descripción detallada

En la siguiente descripción detallada se hace referencia a los dibujos que acompañan a la misma y en los que se muestran a modo de ilustración ejemplos concretos en los que se puede

realizar la divulgación. Debe entenderse que pueden usarse otros ejemplos y que pueden introducirse cambios estructurales o lógicos sin apartarse del alcance de la presente divulgación. Por consiguiente, la siguiente descripción detallada no debe tomarse en sentido limitativo, y el alcance de la presente divulgación se define en las reivindicaciones adjuntas.

- 5 Debe entenderse que los salientes de los diversos ejemplos descritos en el presente documento pueden combinarse, en parte o en su totalidad, entre sí, a menos que se indique específicamente lo contrario.

- 10 Generalmente, las realizaciones de la invención se refieren a un emisor de riego por goteo, elastomérico, continuo y en línea, que se compone de una sección de entrada, opcionalmente seguido por una sección de reducción de presión, seguido por una sección sensible a la presión, y luego seguido por una cámara de salida. La sección sensible a la presión incluye miembros o elementos estructurales para permitir la puesta a punto de la sección sensible a la presión con al menos uno de los muchos salientes restrictivos, ajustar el comportamiento
15 de la cámara de salida, y/o permitir el uso de materiales elastoméricos de dureza durómetra reducida.

- La figura 1 muestra la relación entre el flujo y la presión para un emisor de la técnica anterior de geometría fija y de flujo turbulento. Algunos emisores de flujo turbulento tienen exponentes
20 de descarga de aproximadamente 0,5, que corresponden a un comportamiento totalmente turbulento en donde la caída de presión se relaciona con el cuadrado del caudal. La ecuación rectora en este ejemplo que la industria del riego por goteo usa para relacionar el flujo, la presión y el exponente de descarga es $\text{Flujo} = (\text{Coeficiente de descarga}) \times (\text{Presión})^{\text{Exponente de descarga}}$. Mientras que la mayoría de los emisores de geometría fija tienen
25 exponentes de descarga de aproximadamente 0,5, algunos emisores de geometría fija están diseñados para incluir un comportamiento de transición en sus intervalos de flujo. Estos emisores tienen exponentes de descarga tan bajos como 0,45 para los emisores con mayores tasas de flujo de descarga de galones por hora (gph). Los emisores de flujo más bajo tales como 0,0675 gph tienen exponentes de descarga de 0,52 a tan alto como 0,70. Mientras que
30 los diseños de emisores de geometría fija pueden tener exponentes de descarga tan bajos como 0,45, para lograr exponentes de descarga inferiores a 0,45 se requiere la capacidad del emisor de aumentar la resistencia al flujo en respuesta al aumento de la presión. De manera

similar, para lograr exponentes de descarga inferiores a 0,52 para 0,0675 gph los emisores requieren un diseño que aumente la resistencia al flujo en respuesta al aumento de los flujos.

La figura 2 muestra la relación entre el flujo y la presión para un emisor compensador de presión nominal, con un exponente de descarga de 0 o cerca de 0 en el intervalo de presión desde el funcionamiento mínimo hasta el funcionamiento máximo. La ecuación rectora en este ejemplo que la industria del riego por goteo usa para relacionar el flujo, la presión y el exponente de descarga es $\text{Flujo} = (\text{Coeficiente de descarga}) \times (\text{Presión})^{\text{Exponente de descarga}}$. Para lograr un exponente de descarga de 0 o cerca de 0, los diseños de los emisores incluyen una cantidad suficiente de salientes y la acción combinada de esos salientes logra un aumento de la resistencia al flujo en proporción directa al aumento de la presión. Un emisor con un exponente de descarga de 0 o cerca de 0 proporciona la mayor uniformidad de agua entregada a las plantas a lo largo de la longitud del elemento lateral de riego y en respuesta a los cambios de presión relacionados con los cambios de cota. Sin embargo, hay circunstancias en las que un usuario desea aumentar el caudal, y al mismo tiempo tener una mejor uniformidad que la que puede proporcionar un emisor de flujo turbulento. Un ejemplo sería durante las épocas de temperatura y viento máximos en que el cultivo requiere una mayor cantidad de agua. Un emisor con un exponente de descarga superior a 0 permitirá mayores caudales en respuesta al aumento de la presión, mientras que un emisor con un exponente de descarga inferior a 0,45 proporcionará una mayor uniformidad del agua aplicada a un cultivo que la que puede proporcionar un emisor de resistencia fija.

Las realizaciones de la invención permiten establecer diseños de emisores para proporcionar cualquier exponente de descarga deseado, por ejemplo de 0 a 0,5 (o más). Un ejemplo de uso para un exponente de descarga mayor de 0,5 sería mantener un exponente de descarga de 0,7 para un emisor de 0,0675 gph, añadiendo un número mayor de salientes de acuerdo con la presente invención, así habilitando áreas de sección transversal más grandes, por lo que se permiten requisitos de filtración de agua menos estrictos. Aunque la figura 2 ilustra un técnica anterior nominal compensando el emisor con el mismo flujo en todas las presiones dentro del intervalo de presión operativa, en realidad, el flujo varía como resultado de la capacidad de un diseño de emisor para permitir salientes de resistencia adicionales para participar en respuesta a la presión creciente. Para los emisores con un gran número de salientes de resistencia, un desafío técnico es idear un procedimiento por el cual los salientes de resistencia puedan ser

ajustadas para responder de manera que se logren las relaciones deseadas entre el flujo y la presión.

Las realizaciones de los emisores se ilustran esquemáticamente en los dibujos. Una persona
5 con una habilidad ordinaria en la técnica apreciará que las líneas simples indican varios componentes de los emisores (por ejemplo, miembros de la entrada, carriles, miembros estructurales o elementos dentro de las secciones sensible a la presión, etc.) que tienen espesores adecuados. Por ejemplo, en la FIG. 3A, las líneas simples indican los miembros de la entrada, los carriles y los miembros estructurales entre los carriles, y se reconoce que estos
10 componentes tienen espesores adecuados. Los espesores adecuados pueden variar entre 0,005 y 0,030 pulgadas.

La figura 3A ilustra un ejemplo de un emisor 304 con un intervalo de presión de funcionamiento de 5 a 15 psi que triplica su resistencia al flujo para disipar 15 psi al mismo flujo que a 5 psi,
15 como se ilustra en la figura 3B. El emisor 304 incluye una sección de entrada 312, una sección de reducción de presión 314, una sección sensible a la presión 316 y una sección de salida 318. La Figura 3C ilustra un ejemplo de emisor 304' en el que el intervalo de presión de operación se incrementa para ser de 5 a 25 psi, como se ilustra en la Figura 3D. El emisor 304' incluye una sección de entrada 312', una sección de reducción de presión 314', una sección
20 sensible a la presión 316', y una sección de salida 318'. Para mantener el mismo flujo a 25 psi que a 5 psi, por ejemplo, se aplica un aumento de cinco veces la resistencia al flujo en respuesta al aumento de la presión. Por esta razón, el emisor representado en la figura 3C tiene más salientes que los representadas en la figura 3A. En las modernas instalaciones comerciales de riego por goteo, las presiones de funcionamiento tan bajas como 4 psi y tan
25 altas como 30 psi no son poco comunes para los productos de pared media. Un amplio intervalo de presiones de 4 a 30 psi, por ejemplo, puede requerir un aumento de 7,5:1 en la resistencia al flujo para tener el mismo flujo a 30 psi que a 4 psi. En comparación, los productos de paredes delgadas tienen intervalos de presión más pequeños, tan bajos como de 4 a 8 psi, que requieren sólo un aumento de 2:1 en la resistencia. Como referencia, los productos de
30 paredes gruesas generalmente funcionan de 6 a 45 psi (también puede ser necesario un aumento de 7,5:1 en la resistencia al flujo si el emisor va a mantener el mismo flujo en el intervalo de presión).

En las figuras 4A-4E se ilustran las realizaciones de emisores y se ofrecen definiciones iniciales de los elementos de ajuste de los emisores que pueden usarse con las realizaciones. Como se muestra en la figura 4A, el emisor 404 incluye una sección de entrada 412, una sección de reducción de presión 414, una sección sensible a la presión 416 y una sección de salida 418. La Figura 4B ilustra una sección transversal del emisor 404 tomada a lo largo de las líneas 4B-4B de la Figura 4A conectadas a un tubo 400, y la Figura 4C ilustra una sección transversal del emisor 404 tomada a lo largo de las líneas 4C-4C de la Figura 4A conectadas al tubo 400. Las figuras 4D y 4E ilustran una porción ampliada del emisor 404 que se muestra en la Figura 4C en una posición totalmente abierta 408 y en una posición totalmente cerrada 409, respectivamente. El tubo 400 incluye una pared 401 con una pared interior 402 a la que está conectado el emisor 404. El emisor 404 incluye los carriles 405a y 405b conectados a la pared interior, y un piso 406 interconecta los extremos distales de los carriles 405a y 405b. Un elemento 407 interconecta una parte del piso 406 con una parte de uno de los carriles 405a y 405b, que se muestra conectado a una parte del carril 405a en este ejemplo. El piso del emisor 406 junto con el saliente 407 comienzan a moverse o desviarse de la posición totalmente abierta 408 a través de una serie de posiciones intermedias hacia la dirección de la posición totalmente cerrada 409 cuando una presión diferencial inicial deseada entre el interior del tubo 400 y el interior del emisor 404 se alcanza cerca del saliente 407 y llega a la posición totalmente cerrada 409 cuando una presión diferencial final deseada entre el interior del tubo 400 y el interior del emisor 404 se alcanza cerca del saliente 407.

Las figuras 5A-5E ilustran los emisores de realización y proporcionan definiciones de los elementos de ajuste de los emisores dentro de las secciones sensibles a la presión. Dado que estas definiciones pueden ser aplicables a muchas realizaciones diferentes de emisores, por ejemplo con diferentes dimensiones o configuraciones, en todas las vistas se usan las mismas letras de referencia. Aunque las dimensiones y configuraciones se muestran en estas realizaciones, éstas son variables según se desee para lograr los resultados deseados. Las figuras 5A, 5B y 5C ilustran diferentes emisores que tienen secciones sensibles a la presión. Las figuras 5D y 5E ilustran porciones ampliadas de los emisores tomados a lo largo de las líneas B-B en las figuras 5A, 5B y 5C. La figura 5E muestra el emisor conectado a un elemento lateral. Las letras de referencia y los elementos correspondientes, que son sólo ejemplos y varían según se desee para lograr los resultados deseados, son los siguientes en el cuadro 1:

Tabla 1

Letras de referencia y elementos correspondientes

Letra	Elemento
a	distancia interna de carril a carril
b	el espesor del suelo
c	ancho del carril
d	altura interna de los carriles
e	longitud de la sección sensible a la presión
f	separación vertical de carriles
g	altura de la punta
h	separación transversal de carriles
i	densidad de salientes
j	ángulo del saliente
k	grosor de los salientes
l	distancia de la punta
m	esquina del carril (chaflán o radio)
n	perfil del suelo
o	contorno del saliente

- 5 Como puede verse en la figura 4B, a diferencia de muchos diseños de emisores comunes que incluyen un cuerpo y un diafragma para acoplar salientes en el cuerpo, esta realización no tiene cuerpo. Más bien, esta realización tiene la tira de elastómero directamente unida a la pared interna del tubo o lateral. Esto proporciona el beneficio de un emisor de bajo perfil, siendo menos restrictivo para el flujo dentro del propio tubo. Con esta construcción, los
- 10 salientes se moldean directamente sobre la tira elastomérica. Como también se puede ver en la Figura 4B, los salientes restrictivos del flujo dentro de la sección de reducción de presión pueden estar a plena altura, tocando tanto la pared interior del tubo como moldeadas de forma integral al suelo de la propia tira elastomérica. Como puede verse en las figuras 4C, 4D y 4E, los salientes de restricción de flujo dentro de la sección sensible a la presión pueden estar a
- 15 menos de la altura total. Están moldeadas en el suelo de la propia tira elastomérica, pero no tocan la pared interior del tubo a menos que se desvíen hacia arriba como se muestra en la

Figura 4E. La figura 6A muestra las presiones que actúan sobre un saliente específico dentro de la sección sensible a la presión. La presión diferencial es la presión de línea PL menos la presión interna PI. La presión de la línea PL es la presión de la línea presente en el interior del elemento lateral y actúa sobre todas las superficies externas del emisor en la ubicación del saliente específico. La presión interna PI es la presión interna dentro del emisor local para el saliente. La presión interna PI actúa sobre todas las superficies internas del emisor en la ubicación del saliente específico. Como se ilustra en la Figura 6B, la rigidez de la sección transversal de la construcción del emisor local para el saliente responde a la presión diferencial para definir la magnitud de la desviación del saliente. La rigidez de la sección transversal de un saliente determinado se define por varios elementos de ajuste etiquetados como (a) a (o), dentro de las figuras 5A-5E y por elementos de ajuste de carriles externos (descritos más adelante). Los salientes dentro de la región sensible a la presión no participan plenamente en la creación de la caída de presión hasta que se dan las condiciones en que el saliente se desvía hacia arriba contra la superficie interior del tubo. Es la combinación deseada de elementos de ajuste que se muestra en las figuras 5A-5E la que proporciona la capacidad de ajustar cada saliente específico dentro de la sección sensible a la presión para que se desvíe a presiones diferenciales específicas locales para el saliente. Al afinar la combinación general de salientes a lo largo de la longitud de la sección sensible a la presión, la resistencia al flujo para el emisor puede ser afinada para aumentar en respuesta a los aumentos de presión para crear respuestas de flujo versus presión con exponentes de descarga que van desde, por ejemplo, 0 a 0,5 (o más) para un intervalo de flujos y intervalos de presión de operación. Para la comprensión inicial de un elemento de ajuste, la figura 4A y las figuras 5A, 5B, 5C muestran cuatro configuraciones de emisores en las que el elemento de ajuste de la distancia entre carriles se ha ajustado a lo largo de la longitud de la sección sensible a la presión (también se emplean otros elementos de ajuste). Más adelante se describirán otras configuraciones generales, incluida la uso de carriles externos adicionales para el ajuste. Como se ilustra en la figura 4A, para lograr un amplio intervalo de presión de funcionamiento con un emisor de bajo flujo, puede ser necesario incluir muchos salientes de resistencia. Aunque se muestran y describen ejemplos de combinaciones de elementos de ajuste, se reconoce que quien tenga una habilidad ordinaria en el arte podría usar variedades de combinaciones para lograr el ajuste deseado.

Mediante el uso de los elementos de ajuste para definir la rigidez transversal de los salientes individuales, se hace posible distribuir los salientes de resistencia en una dimensión de longitud larga del emisor. Esto permite obtener el emisor de bajo perfil deseado con una baja restricción del flujo dentro del tubo, a la vez que permite dimensiones más grandes dentro del emisor porque se usan muchos salientes para la disipación de la presión.

Las realizaciones incluyen el uso de un conjunto de elementos de ajuste para trabajar en conjunto de manera que se puedan ajustar salientes específicos, lo que proporciona la capacidad de incorporar un gran número de salientes de resistencia en serie que, juntas, pueden ser ajustadas para crear las relaciones deseadas entre el flujo y la presión. Aunque se articulan aquí para una tira elastomérica, los elementos de ajuste también podrían emplearse en varios diseños como, pero no limitados a, emisores discretos de elastómero unidos a las paredes internas, miembros elastoméricos con salientes integrales como parte de un conjunto de emisores discretos que combinan el miembro elastomérico dentro de un cuerpo moldeado por inyección, miembro elastomérico sin salientes integrales pero instalado como parte de un cuerpo moldeado por inyección con salientes opuestos de ancho variado como parte del propio moldeado, o como parte de un diseño moldeado por inyección de dos partes. Además, aunque las paredes laterales están representadas continuas alrededor del perímetro, se entiende que esta invención podría ser aplicada a emisores en los que las paredes son discontinuas alrededor del perímetro que incluye uno o más costuras para formar un perímetro completo.

Las figuras 7A a 10D se presentan para ilustrar el uso funcional de los elementos de ajuste definidos en las figuras 5A-5E y la tabla 1. En la Tabla 2 se incluyen notas de aplicación adicionales para facilitar la comprensión.

Tabla 2

Relaciones entre los elementos de ajuste geométrico mostrados en las figuras 5A-5E

Relación	Comentarios sobre aplicabilidad
(a) /(b)	Al ajustar la combinación de distancia interna entre carriles y acoplamiento de espesor del suelo: las relaciones (a) / (b) más altas son útiles para menores

	ajustes de la presión máxima tales como 8 psi. Las relaciones más bajas son útiles para mayores ajustes de la presión máxima tales como 30 psi.
(a)/(c)	Al ajustar la combinación de distancia interna entre carriles y acoplamiento de anchura del carril: las relaciones (a) / (c) más altas son útiles para menores ajustes de la presión máxima tales como 8 psi. Las relaciones más bajas son útiles para mayores ajustes de la presión máxima tales como 30 psi.
(a)/(d)	Al ajustar la combinación de distancia interna entre carriles y acoplamiento de espesor de la altura del carril: las relaciones (a) / (d) más altas son útiles para flujos más bajos tales como 0,0675 gph, más en particular con limitaciones generales a la longitud del emisor (es decir, limitados en cuanto al número de salientes que pueden usarse). Las relaciones más bajas son útiles para flujos más altos tales como 0,54 gph, junto con ajustes más altos de la presión máxima tales como 30 psi.
(e)/(a)	Al ajustar la combinación de longitud de la sección sensible a la presión y acoplamiento de la distancia interna entre carriles: las relaciones (e) / (a) más altas son útiles para flujos más bajos tales como 0,0675 gph, en combinación con un ajuste alto de la presión máxima tal como 30 psi (es decir, combinación de una generación menos eficaz de descenso de la presión con flujo alto y un intervalo de presiones más alto requiere un número alto de salientes). Las relaciones más bajas son útiles para flujos más altos tales como 0,54 gph, en combinación con ajustes bajos de la presión máxima tal como 8 psi (es decir, combinación de una generación de descenso de la presión máximo con flujo alto y un intervalo de presiones general más bajo para disipar, requiere un número bajo de salientes).
(a)/(f)	Al ajustar la combinación de distinta interna entre carriles y acoplamiento de la distancia vertical entre carriles: las relaciones (a) / (f) son útiles para flujos más bajos tales como 0,0675 gph, donde es útil la máxima resistencia por cada saliente. Las relaciones más bajas son útiles para flujos más altos tales como 0,54 gph, en donde son útiles áreas mayores sobre el saliente.
(a)/(g)	Al ajustar la combinación de distinta interna entre carriles y acoplamiento de la altura de la punta: las relaciones (a) / (g) son útiles para flujos más bajos tales como 0,0675 gph, donde es útil la máxima resistencia por cada saliente. Las

	relaciones más bajas son útiles para flujos más altos tales como 0,54 gph, en donde se pueden acomodar mayores áreas de sección transversal.
(a)/(h)	Al ajustar la combinación de distancia interna entre carriles y acoplamiento de la distancia transversal de carriles: las relaciones (a) / (h) más altas son útiles para salientes sensibles a la presión situados en regiones con una presión diferencial menor entre presión de línea y presión interna. Las relaciones más bajas son útiles para salientes sensibles a la presión situados en regiones con una presión diferencial mayor entre presión de línea y presión interna.
(a)/(i)	Al ajustar la combinación de distancia interna entre carriles y acoplamiento de densidad de salientes: las relaciones (a) / (i) más bajas son útiles para salientes sensibles a la presión situados en regiones con una presión diferencial menor entre presión de línea y presión interna. Las relaciones más altas son útiles para salientes sensibles a la presión situados en regiones con una presión diferencial mayor entre presión de línea y presión interna.
(a)/(j)	Al ajustar la combinación de distancia interna entre carriles y acoplamiento de ángulo de los salientes: las relaciones (a) / (j) más bajas son útiles para salientes sensibles a la presión situados en regiones con una presión diferencial menor entre presión de línea y presión interna. Las relaciones más altas (es decir, ángulos próximos a cero) son útiles para salientes sensibles a la presión situados en regiones con una presión diferencial mayor entre presión de línea y presión interna.
(a)/(k)	Al ajustar la combinación de distancia interna entre carriles y acoplamiento de grosor de los salientes: las relaciones (a) / (k) más bajas son útiles para salientes sensibles a la presión situados en regiones con una presión diferencial mayor entre presión de línea y presión interna. Las relaciones más altas son útiles para salientes sensibles a la presión situados en regiones con una presión diferencial menor entre presión de línea y presión interna.
(a)/(l)	Al ajustar la combinación de distancia interna entre carriles y acoplamiento de separación de puntas: el uso de separación de puntas solapantes es útil para salientes sensibles a la presión situados en regiones con una presión diferencial mayor entre presión de línea y presión interna. El uso de separación de puntas subsolapadas es útil para salientes sensibles a la presión situados en regiones con una presión diferencial menor entre presión de línea y presión interna.

(a)/(m)	Al ajustar la combinación de distancia interna entre carriles y acoplamiento de esquinas de carriles: la presencia de una esquina (chaflán o radio) es útil para salientes sensibles a la presión situados en regiones con una presión diferencial mayor entre presión de línea y presión interna. El uso de una esquina de menores dimensiones, o sin esquinas, es útil para salientes sensibles a la presión situados en regiones con una presión diferencial menor entre presión de línea y presión interna. La esquina también es útil para permitir el uso de materiales de menor dureza durométrica.
(a)/(n)	Al ajustar la combinación de distancia interna entre carriles y acoplamiento de perfil del suelo: el grosor del perfil es útil para salientes sensibles a la presión situados en regiones con una presión diferencial mayor entre presión de línea y presión interna. El adelgazamiento del perfil es útil para salientes sensibles a la presión situados en regiones con una presión diferencial menor entre presión de línea y presión interna.
(a)/(o)	Al ajustar la combinación de distancia interna entre carriles y acoplamiento del contorno de los salientes: el uso de un contorno cóncavo del saliente es útil cuando un radio de contorno más pequeño está situado en regiones con una presión diferencial mayor, y con una presión diferencial menor se usa un radio de contorno más grande. El uso de un radio interno del tubo que coincida con el radio del contorno puede servir para sellar en lugares de una menor presión diferencial, aunque no es necesario tener exactamente el mismo radio para conseguir la ventaja del sellado.

La figura 7 es la realización de un emisor con vistas en sección A-A, B-B y C-C. La figura 7A ilustra el uso del elemento de ajuste de la distancia entre carriles como medio para definir la rigidez de la sección transversal. Dado que la dimensión (3) es menor que la dimensión (2) y la dimensión (1), la rigidez de la sección transversal es mayor para los salientes de la sección C-C. Esto significa que la presión diferencial para desviar los salientes en la sección C-C es mayor que la presión diferencial para desviar los salientes en las secciones B-B y A-A. Asimismo, la presión diferencial para desviar los salientes en la sección B-B es mayor que en la sección A-A. Seleccionando las distancias entre carriles para cada saliente específico a lo largo de la longitud de la sección sensible a la presión, es posible ajustar la respuesta global del emisor.

La misma explicación de la dimensión carril a carril de la figura 7A es aplicable a las figuras 8A, 9A y 10A. Para las restantes Figuras 7B-7D, 8B-8D, 9B-9D y 10B-10D, los elementos de ajuste se muestran uno a uno en conjunción con el elemento de carril a carril para ayudar a la comprensión de sus funciones. En la práctica, los elementos pueden usarse en cualquier combinación, solos o en conjunción con otros para afinar la respuesta del emisor. Los elementos también pueden usarse en cualquier combinación en conjunción con carriles externos para el ajuste. Los elementos de ajuste también pueden usarse de manera no simétrica en una posición determinada, o a lo largo de múltiples posiciones dentro de la sección sensible a la presión.

La figura 7B ilustra la influencia del grosor del suelo en la rigidez de la sección transversal. Mientras que la figura 7A mantuvo constante el espesor del suelo, en la figura 7B el uso de un suelo más fino en la sección A-A y más grueso en la sección C-C aumenta aún más la diferencia en la rigidez de la sección transversal entre las secciones A-A, B-B y C-C de la figura 7B. Dicho de otra manera, debido a que el espesor del suelo es parte integral de la rigidez de la sección transversal, al igual que la distancia entre carriles, la diferencia entre la presión diferencial para desviar la Figura 7B A-A en comparación con la presión diferencial para desviar la Figura 7B C-C es una diferencia mayor que en el caso de A-A frente a C-C en la Figura 7A. Como resultado, el uso de ambos elementos de ajuste (distancia entre carriles y espesor del suelo) juntos aumenta la flexibilidad de diseño para ajustar un emisor de modo que los salientes individuales se muevan en porciones específicas de la curva de flujo frente a la de presión.

La figura 7C ilustra la influencia de la anchura del carril en la rigidez de la sección transversal. Mientras que en la figura 7A el ancho del carril se mantuvo constante, en la figura 7C el uso de un ancho de carril más estrecho en la sección A-A y un ancho de carril más amplio en la sección C-C aumenta aún más la diferencia en la rigidez de la sección transversal entre las secciones A-A, B-B y C-C de la figura 7C. Dicho de otra manera, debido a que el ancho del carril es parte integral de la rigidez de la sección transversal, al igual que la distancia entre carriles, la diferencia entre la presión diferencial para desviar la figura 7C A-A en comparación con la presión diferencial para desviar la figura 7C C-C es una diferencia mayor que en el caso de A-A frente a C-C en la figura 7A. Como resultado, el uso de ambos elementos de ajuste

(distancia entre carriles y ancho de carriles) juntos aumenta la flexibilidad de diseño para ajustar un emisor para que los salientes individuales se muevan en porciones específicas de la curva de flujo frente a la de presión.

- 5 La figura 7D ilustra la influencia de la altura del carril en la rigidez de la sección transversal. Mientras que en la figura 7A la altura del carril se mantuvo constante, en la figura 7D el uso de una altura de carril más alta en la sección A-A y una altura de carril más corta en la sección C-C aumenta aún más la diferencia en la rigidez de la sección transversal entre las secciones A-A, B-B y C-C de la figura 7D. Dicho de otra manera, debido a que la altura del carril es parte
- 10 integral de la rigidez de la sección transversal, al igual que la distancia entre carriles, la diferencia entre la presión diferencial para desviar la figura 7D A-A en comparación con la presión diferencial para desviar la figura 7D C-C es una diferencia mayor que en el caso de A-A frente a C-C de la figura 7A. Como resultado, el uso de ambos elementos de ajuste (distancia entre carriles y altura de los carriles) juntos aumenta la flexibilidad de diseño para ajustar un
- 15 emisor de forma que los salientes individuales se muevan en porciones específicas de la curva de flujo frente a la curva de presión.

- La figura 8B ilustra la influencia de la separación de carriles verticales en la rigidez de la sección transversal. Mientras que en la figura 8A se mantuvo constante la separación del carril
- 20 vertical, en la figura 8B el uso de una mayor separación del carril vertical (el resultado es un saliente más corto y una menor rigidez) en la sección A-A y una menor separación del carril vertical (el resultado es un saliente más alto y una mayor rigidez) en la sección C-C aumenta aún más la diferencia en la rigidez de la sección transversal entre las secciones A-A, B-B y C-C de la figura 8B. Dicho de otra manera, debido a que la separación vertical del carril (y la
- 25 altura del saliente asociado) es parte integral de la rigidez de la sección transversal, al igual que la distancia entre carriles, la diferencia entre la presión diferencial para desviar la figura 8B A-A en comparación con la presión diferencial para desviar la figura 8B C-C es una diferencia mayor que en el caso de A-A frente a C-C de la figura 8A. Como resultado, el uso de ambos elementos de ajuste (distancia entre carriles y separación vertical entre carriles)
- 30 juntos aumenta la flexibilidad de diseño para ajustar un emisor para que los salientes individuales se muevan en porciones específicas de la curva de flujo frente a la de presión. Un uso alternativo de la separación vertical del carril es mantener constante la altura de los salientes y cambiar sólo la separación vertical del carril, en cuyo caso la rigidez de los salientes

sigue siendo similar, y el cambio en la distancia de desviación al contacto con la pared interna se convierte en una mayor influencia en el ajuste.

La figura 8C ilustra la influencia de la separación ferroviaria transversal en la rigidez de la sección transversal. Mientras que en la figura 8A se mantuvo constante la separación transversal de los carriles, en la figura 8C el uso de una separación transversal de los carriles más pequeño en la sección A-A y una separación transversal de los carriles más grande en la sección C-C aumenta aún más la diferencia en la rigidez de la sección transversal entre las secciones A-A, B-B y C-C de la figura 8C. Dicho de otra manera, debido a que el espacio transversal de los carriles es una parte integral de la rigidez de la sección transversal, al igual que la distancia entre los carriles, la diferencia entre la presión diferencial para desviar la Figura 8C A-A en comparación con la presión diferencial para desviar la Figura 8C C-C es una diferencia mayor que en el caso de A-A frente a C-C en la Figura 8A. Como resultado, el uso de ambos elementos de ajuste (distancia entre carriles y separación transversal entre carriles) juntos aumenta la flexibilidad de diseño para ajustar un emisor para que los salientes individuales se muevan en porciones específicas de la curva de flujo frente a la de presión.

La figura 8D ilustra la influencia de las esquinas de los carriles en la rigidez de la sección transversal. La esquina interna del carril m se ilustra en la figura 5D, y la figura 8D añade una esquina externa del carril m'. Mientras que la figura 8A mantuvo constante la esquina del carril, en la figura 8D el uso de una esquina de carril más pequeña en la sección A-A y una esquina de carril más grande en la sección C-C aumenta aún más la diferencia en la rigidez de la sección transversal entre las secciones A-A, B-B y C-C de la figura 8D. Dicho de otra manera, debido a que la esquina del carril es una parte integral de la rigidez de la sección transversal, al igual que la distancia entre carriles, la diferencia entre la presión diferencial para desviar la figura 8D A-A en comparación con la presión diferencial para desviar la figura 8D C-C es una diferencia mayor que en el caso de A-A frente a C-C en la figura 8A. Como resultado, el uso de ambos elementos de ajuste (distancia entre carriles y esquina de carriles) juntos aumenta la flexibilidad de diseño para ajustar un emisor de forma que los salientes individuales se muevan en porciones específicas de la curva de flujo frente a la de presión. A modo de ilustración, para destacar que las esquinas de los carriles pueden ser tanto internas como externas, la figura 8D C-C incluye tanto las esquinas internas como las externas de los carriles, lo que aumenta aún más la rigidez de la sección transversal. Aunque en la figura 8D C-C se

muestran las esquinas de los carriles tanto internas como externas, cualquiera de ellas puede usarse sola o de manera conjunta. También se reconoce que las esquinas del carril pueden usarse en uno o ambos lados de los salientes a lo largo de la sección sensible a la presión.

- 5 La figura 9B ilustra la influencia de la distancia de la punta sobre la rigidez de la sección transversal. Mientras que la Figura 9A mantuvo constante la distancia entre las puntas, en la Figura 9B el uso de una mayor distancia entre las puntas (subsolapamiento) en la sección A-A y una menor distancia entre las puntas (solapamiento) en la sección C-C aumenta aún más la diferencia en la rigidez de la sección transversal entre las secciones A-A, B-B y C-C de la
- 10 Figura 9B. Dicho de otra manera, puesto que la distancia de la punta es una parte integral de la rigidez de la sección transversal, al igual que la distancia entre carriles, la diferencia entre la presión diferencial para desviar la Figura 9B A-A en comparación con la presión diferencial para desviar la Figura 9B C-C es una diferencia mayor que en el caso de A-A frente a C-C en la Figura 9A. Como resultado, el uso de ambos elementos de ajuste (distancia entre carriles y
- 15 distancia entre puntas) juntos aumenta la flexibilidad de diseño para ajustar un emisor para que los salientes individuales se muevan en porciones específicas de la curva de flujo frente a la de presión.

- La figura 9C ilustra la influencia del perfil del suelo en la rigidez de la sección transversal.
- 20 Mientras que la Figura 9A mantuvo constante el perfil del suelo, en la Figura 9C el uso del perfil del suelo cóncavo de doble cara en la sección A-A y el perfil del suelo convexo en la sección C-C aumenta aún más la diferencia en la rigidez de la sección transversal entre las secciones A-A, B-B y C-C de la Figura 9C. Dicho de otra manera, debido a que el perfil del suelo es una parte integral de la rigidez de la sección transversal, al igual que la distancia entre
- 25 carriles, la diferencia entre la presión diferencial para desviar la Figura 9C A-A en comparación con la presión diferencial para desviar la Figura 9C C-C es una diferencia mayor que en el caso de A-A frente a C-C en la Figura 9A. Como resultado, el uso de ambos elementos de ajuste (distancia entre carriles y perfil del suelo) juntos aumenta la flexibilidad del diseño para ajustar un emisor para que los salientes individuales se muevan en porciones específicas de
- 30 la curva de flujo frente a la de presión.

La figura 9D ilustra la influencia del contorno de los salientes en la rigidez de la sección transversal. Mientras que en la figura 9A el contorno del saliente se mantuvo constante, en la

figura 9D el uso de un mayor radio de curvatura del contorno del saliente en la sección A-A y un menor radio de curvatura del contorno del saliente en la sección C-C aumenta aún más la diferencia en la rigidez de la sección transversal entre las secciones A-A, B-B y C-C de la figura 9D. Dicho de otra manera, debido a que el contorno del saliente es una parte integral de la rigidez de la sección transversal, al igual que la distancia entre carriles, la diferencia entre la presión diferencial para desviar la figura 9D A-A en comparación con la presión diferencial para desviar la figura 9D C-C es una diferencia mayor que en el caso de A-A frente a C-C en la figura 9A. Como resultado, el uso de ambos elementos de ajuste (distancia entre carriles y contorno de los salientes) juntos aumenta la flexibilidad del diseño para ajustar un emisor para que los salientes individuales se muevan en porciones específicas de la curva de flujo frente a la de presión.

La figura 10A tiene las mismas vistas en sección A-A, B-B y C-C que se muestran en las figuras 7A, 8A y 9A e ilustra que las distancias entre carriles pueden variar. La distancia 1 es mayor que la distancia 2, y la distancia 2 es mayor que la distancia 3. En la figura 10B se ilustra que las distancias entre carriles pueden variar y la influencia de la densidad de los salientes en la rigidez de la sección transversal. La distancia 1 es mayor que la distancia 2, y la distancia 2 es mayor que la distancia 3. Mientras que en la figura 10A la densidad de salientes se mantuvo constante, en la figura 10B, el uso de la densidad de salientes de mayor dimensión en la sección transversal próxima A-A y la densidad de salientes de menor dimensión en la sección transversal próxima C-C aumenta aún más la diferencia en la rigidez de la sección transversal entre las secciones transversales A-A, B-B y C-C. La dimensión 31 es mayor que la dimensión 32, y la dimensión 32 es mayor que la dimensión 33. Dicho de otra manera, debido a que la densidad de salientes es parte integral de la rigidez de la sección transversal, al igual que la distancia entre carriles, la diferencia entre la presión diferencial para desviar la sección transversal próxima A-A en comparación con la presión diferencial para desviar la sección transversal próxima C-C de la figura 10B es una diferencia mayor que en el caso de la sección transversal A-A frente a la sección transversal C-C de la figura 10A. Como resultado, el uso de ambos elementos de ajuste (distancia entre carriles y densidad de salientes) juntos aumenta la flexibilidad de diseño para ajustar un emisor para que los salientes individuales se muevan en porciones específicas de la curva de flujo frente a la de presión.

La figura 10C ilustra que las distancias entre carriles pueden variar y la influencia del ángulo de saliente sobre la rigidez de la sección transversal. Mientras que en la figura 10A el ángulo de saliente se mantuvo constante, en la figura 10C el uso de un ángulo de saliente mayor 36 sección transversal próxima A-A y un ángulo de saliente menor 34 sección transversal próxima C-C aumenta aún más la diferencia en la rigidez de la sección transversal entre las secciones A-A, B-B y C-C de la figura 10C. En este ejemplo, la distancia 1 es mayor que la distancia 2, la distancia 2 es mayor que la distancia 3, el ángulo 36 es mayor que el ángulo 35 y el ángulo 35 es mayor que el ángulo 34. Dicho de otra manera, porque el ángulo de saliente es una parte integral de la rigidez de la sección transversal, como lo es la distancia de carril a carril, la diferencia entre la presión diferencial para desviar la sección transversal próxima A-A en comparación con la presión diferencial para desviar la sección transversal próxima C-C en la figura 10C es una diferencia mayor que la que se da en la sección transversal A-A frente a la sección transversal C-C en la figura 10A. Como resultado, el uso de ambos elementos de ajuste (distancia entre carriles y ángulo de los salientes) juntos aumenta la flexibilidad de diseño para ajustar un emisor para que los salientes individuales se muevan en porciones específicas de la curva de flujo frente a la de presión.

La figura 10D ilustra que la distancia entre carriles puede variar y la influencia del grosor de los salientes en la rigidez de la sección transversal. Mientras que en la figura 10A el grosor del saliente se mantuvo constante, en la figura 10D el uso de un menor grosor del saliente en la sección transversal próxima A-A y un mayor grosor del saliente en la sección transversal próxima C-C aumenta aún más la diferencia en la rigidez de la sección transversal entre las secciones transversales A-A, B-B y C-C. En este ejemplo, la distancia 1 es mayor que la distancia 2, la distancia 2 es mayor que la distancia 3, el espesor 39 es mayor que el espesor 38, y el espesor 38 es mayor que el espesor 37. Dicho de otra manera, debido a que el espesor del saliente es parte integral de la rigidez de la sección transversal, al igual que la distancia entre carriles, la diferencia entre la presión diferencial para desviar la sección transversal próxima A-A en comparación con la presión diferencial para desviar la sección transversal próxima C-C de la figura 10D es una diferencia mayor que en el caso de la sección transversal A-A frente a la sección transversal C-C de la figura 10A. Como resultado, el uso de ambos elementos de ajuste (distancia entre carriles y espesor de los salientes) juntos aumenta la flexibilidad del diseño para ajustar un emisor para que los salientes individuales se muevan en porciones específicas de la curva de flujo frente a la de presión.

Las figuras 11A y 11B muestran realizaciones en las que la distancia interna entre carriles se cambia linealmente estrechando al menos uno de los carriles (carriles 1105a y 1105b en la figura 11A; carriles 1105c y 1105d en la figura 11B) en la dirección de arriba a abajo, siendo la dimensión A mayor que la dimensión B en cada realización. Se incluyen tanto configuraciones simétricas (Figura 11A) como no simétricas (Figura 11B). En la Figura 11A, ambos carriles 1105a y 1105b son cónicos, y en la Figura 11B, el carril 1105c no es cónico mientras que el carril 1105d es cónico. Al ajustar el ángulo de la distancia cónica interna del carril a la del carril, los salientes dentro de las secciones sensibles a la presión (1116a en la figura 11A y 1116b en la figura 11B) pueden ajustarse para responder conjuntamente entre sí para disipar la presión aplicada. Configuraciones similares a las que se muestran en las figuras 11A-11B también podrían ser útiles si se desea lograr el cierre de los salientes de resistencia individuales de una manera aguas arriba a aguas abajo en respuesta al aumento de las presiones. Sin embargo, modificando el ángulo de la conicidad y/o usando otros elementos de ajuste, el emisor también puede hacerse que no siga el cierre de los salientes aguas arriba a aguas abajo en respuesta al aumento de la presión.

Las figuras 12A-12C muestran realizaciones en las que las dimensiones cónicas de carril a carril se aplican de manera escalonada, en lugar de las cónicas continuas que se muestran en las figuras 11A-11B, siendo la dimensión A mayor que la dimensión B en cada realización. La figura 12A es generalmente simétrica, con ambos carriles 1205a y 1205b incluyendo una pluralidad de pasos 1210a y 1210b para formar una sección escalonada sensible a la presión 1216a. La figura 12B es generalmente asimétrica con el carril 1205c sin incluir ningún escalón mientras que el carril 1205d incluye una pluralidad de escalones 1210d dentro de la sección 1216b sensible a la presión. La figura 12C ilustra una combinación de la sección 1216c sensible a la presión escalonada y cónica. Los carriles 1205e y 1205f son cónicos e incluyen una pluralidad de pasos 1210e y 1210f. El uso de la reducción gradual tiene un beneficio en cuanto a la simplificación de la programación y el mecanizado de las herramientas de moldeo usadas para crear los emisores. El uso de cambios escalonados, o combinación de escalones y cónicos, en la dimensión de carril a carril en lugar de completamente continuo también puede ser usado con las realizaciones mostradas en otras realizaciones aquí que son lineales o curvilíneas en el diseño.

Las figuras 13A-13B muestran realizaciones en las que la distancia interna entre carriles se cambia linealmente disminuyendo en dirección descendente a ascendente, siendo la dimensión A mayor que la dimensión B en cada realización. Se incluyen tanto configuraciones generalmente simétricas (Figura 13A) como no simétricas (Figura 13B). En la Figura 13A, los carriles 1305a y 1305b son ambos cónicos y, además, el carril 1305a incluye una porción de escalón cónico 1310a y el carril 1305b incluye una porción de escalón cónico 1310b dentro de la sección sensible a la presión 1316a. Aunque las porciones de escalón cónico 1310a y 1320b no son simétricas, las porciones restantes de los carriles 1305a y 1305b son generalmente simétricas. En la figura 13B, el carril 1305c no es cónico y el carril 1305d es cónico e incluye una porción de escalón cónico 1310d dentro de la sección sensible a la presión 1316b. Al ajustar el ángulo de la distancia cónica interna del carril a la del carril, los salientes dentro de las secciones sensibles a la presión pueden ser ajustadas para responder en conjunto con cada una de ellas para disipar la presión aplicada. Configuraciones similares a las que se muestran en las figuras 13A-13B pueden ser útiles si se desea lograr el cierre de los salientes de resistencia individuales de manera descendente a ascendente en respuesta al aumento de las presiones. Sin embargo, modificando el ángulo de la conicidad y/o usando otros elementos de ajuste, también se puede hacer que el emisor no siga un cierre de los salientes aguas abajo a aguas arriba en respuesta al aumento de la presión. Mediante la inclusión de la región de menor rigidez de la sección transversal (desde la perspectiva de la distancia entre carriles) más cercana a la salida, también pueden usarse configuraciones similares a las que se muestran en las figuras 13A-13B para permitir el uso de materiales de mayor dureza, hasta 90 Shore A, a fin de proporcionar un diseño capaz de mayores intervalos de presión de funcionamiento, manteniendo al mismo tiempo la capacidad sensible a una presión mínima de funcionamiento.

Las figuras 14A-14B muestran realizaciones en las que la distancia interna entre carriles se modifica linealmente disminuyendo hacia fuera y luego hacia dentro en dirección ascendente y descendente, siendo la dimensión A mayor que las dimensiones B y C en cada realización. Las dimensiones B y C podrían ser iguales, la dimensión B podría ser menor que la dimensión C, o la dimensión B podría ser mayor que la dimensión C en cada realización. Se incluyen tanto configuraciones generalmente simétricas (Figura 14A) como no simétricas (Figura 14B). En la Figura 14A, los carriles 1405a y 1405b son ambos cónicos y, además, el carril 1405a incluye una porción de escalón cónico 1410a y el carril 1405b incluye una porción de escalón

cónico 1410b. Aunque las porciones de escalón cónico 1410a y 1420b no son simétricas, las porciones restantes de los carriles 1405a y 1405b son generalmente simétricas dentro de la sección de presión sensible 1416a. En la figura 14B, el carril 1405c no es cónico y el carril 1405d es cónico e incluye una porción de escalón cónico 1410d dentro de la sección sensible a la presión 1416b. Al ajustar los ángulos de la distancia cónica interna del carril a la del carril, los salientes dentro de las secciones sensibles a la presión pueden ser ajustadas para responder en conjunto con cada una de ellas para disipar la presión aplicada. Esta configuración ayuda a obtener la participación de los salientes de resistencia dentro de la mitad de la longitud total para estar activos a presiones más bajas. Como se ilustra en la figura 14B, la distancia entre carriles del elemento de ajuste se está usando de forma asimétrica. Puede ser igualmente útil usar cualquiera de los otros elementos de ajuste de forma asimétrica. Por ejemplo, aunque no se representa, en una posición determinada a lo largo de la longitud de la sección sensible a la presión, una esquina de carril podría usarse en sólo uno de los carriles, o podría usarse en ambos carriles pero con dimensiones diferentes en cada uno de ellos.

En general, estos ejemplos ilustran que pueden usarse configuraciones asimétricas de elementos de ajuste a lo largo de la sección sensible a la presión. Otros ejemplos son, entre otros, una esquina de carril en un lado o esquinas de carriles en lados opuestos que tienen configuraciones diferentes, incluyendo salientes con perfiles diferentes, incluyendo salientes con espesores diferentes, o cualquier combinación adecuada. El uso de salientes "más rígidos" en un lado puede ser útil, por ejemplo, para instalaciones cerradas donde puede haber una trayectoria de carga no simétrica para la tensión del aro del conjunto. Además, cada uno de los elementos de ajuste de la tabla 1, solos o en cualquier combinación, pueden usarse de forma asimétrica a lo largo de la sección sensible a la presión.

Las figuras 15A-15B muestran configuraciones en las que las dimensiones interiores de carril a carril no siguen el saliente de conicidad lineal, sino más bien los salientes curvilíneos, siendo la dimensión A mayor que las dimensiones B y C en cada realización. Las dimensiones B y C podrían ser iguales, la dimensión B podría ser menor que la dimensión C, o la dimensión B podría ser mayor que la dimensión C en cada realización. En la figura 15A, el carril 1505a incluye una porción de escalón cónico 1510a y el carril 1505b incluye una porción de escalón cónico 1510b dentro de la sección sensible a la presión 1516a. En la figura 15B, los carriles 1505c y 1505d se curvan hacia adentro, uno hacia el otro, y luego hacia afuera, alejándose

uno del otro dentro de la sección 1516b sensible a la presión. Se pueden usar varias configuraciones de carriles curvilíneos. También pueden emplearse versiones curvilíneas de los emisores que se muestran en las figuras 5C, 11A-11B, 12A-12C, 13A-13B, 14A-14B, 20A-20C, 22A-22C, 23A-23D, 24A-24F, 25A-25F y 28. También dentro de las figuras 15A-15B, hay

5 una realización de una configuración curvilínea en la que la dimensión de carril a carril es más estrecha a lo largo de la mitad de la longitud total. Esta configuración es útil si se ajusta para una combinación específica de intervalo de presión/caudal retrasando el cierre de los salientes medios hasta que los puntos de flujo/presión del emisor sean más altos en comparación con el rendimiento de la presión. El uso del saliente curvilíneo de la dimensión interna del carril a

10 carril puede proporcionar un ajuste más fino de los salientes de flujo frente a los de presión.

Cada una de las realizaciones que se muestran en las figuras 11A-15B muestran configuraciones en las que el elemento de ajuste de distancia entre carriles se usa para ajustar la respuesta del emisor. Para proporcionar capacidades de ajuste adicionales, los elementos

15 de ajuste (b) a (o) que se muestran en las figuras 5A-5E también pueden usarse conjuntamente, en cualquier combinación, con configuraciones como las de las figuras 11A-15B.

Las figuras 16A-18D incluyen realizaciones en las que el ajuste del comportamiento de los salientes dentro de la región sensible a la presión se puede lograr, en su totalidad, o en parte, mediante la adición de rigidez transversal en forma de salientes adicionales de carriles externos a los carriles que entran en contacto con el flujo dentro del propio emisor. Por ejemplo, en la figura 16A, los carriles externos 1620a y 1620b están situados en los lados exteriores próximos de los carriles 1605a y 1605b, respectivamente, y en un extremo distal de la sección

20 sensible a la presión 1616a. En la figura 16B, los carriles exteriores 1620c y 1620d, que tienen una longitud menor que los carriles exteriores 1620a y 1620b de la figura 16A, se colocan en los lados exteriores próximos de los carriles 1605c y 1605d, respectivamente, y un extremo distal de la sección sensible a la presión 1616b. En la figura 16C, los carriles exteriores 1620e y 1620f, que son más gruesos que los carriles exteriores 1620a y 1620b de la figura 16A, se

25 colocan en los lados exteriores próximos de los carriles 1605e y 1605f, respectivamente, y un extremo distal de la sección sensible a la presión 1616c. En la figura 16D, los carriles exteriores 1620g y 1620h, que están más alejados de los carriles 1605g y 1605h que los carriles exteriores 1620a y 1620b de la figura 16A, se colocan en los lados exteriores próximos de los

30

carriles 1605g y 1605h, respectivamente, y en un extremo distal de la sección sensible a la presión 1616d.

Las figuras 17A-17D y 18A-18D incluyen realizaciones con carriles exteriores en diferentes posiciones y con diferentes configuraciones. En la figura 17A, hay carriles exteriores 1720a y 1720b lados exteriores próximos de los carriles 1705a y 1705b, respectivamente, que se estrechan hacia un extremo distal de la sección sensible a la presión 1716a y carriles exteriores 1721a y 1721b lados exteriores próximos de los carriles 1705a y 1705b, respectivamente, que se estrechan hacia un extremo proximal de la sección sensible a la presión. En la figura 17B, hay carriles exteriores 1720c y 1720d extendiéndose hacia fuera de los lados exteriores de los carriles 1705c y 1705d, respectivamente, estrechándose hacia fuera hacia un extremo distal de la sección sensible a la presión 1716b. En la figura 17C, hay carriles exteriores 1722e y 1722f colocados generalmente paralelos y próximos a los lados exteriores de los carriles 1705e y 1705f y una porción media de la sección sensible a la presión 1716c. En la figura 17D, los carriles exteriores 1722g y 1722h se extienden más lejos de los carriles 1705g y 1705h, respectivamente, en las porciones medias de los carriles exteriores 1722g y 1722h próximos a una porción media de la sección sensible a la presión 1716d. En la figura 18A, los carriles exteriores 1820a y 1820b son lados exteriores próximos de los carriles 1805a y 1805b, respectivamente, y un extremo distal de la sección sensible a la presión 1816a, y los carriles exteriores 1820a y 1820b son más gruesos próximos a sus extremos distales. En la figura 18B, los carriles exteriores 1822c y 1822d se extienden hacia fuera de los carriles 1805c y 1805d, respectivamente, aproximan una porción media de la sección sensible a la presión 1816b, y los carriles exteriores 1822c y 1822d son más gruesos aproximan una porción media de la misma. Observando la figura 17B y 18B, es evidente que los carriles externos pueden confundirse con los internos en una o más ubicaciones a lo largo de la sección sensible a la presión. En la figura 18C, los carriles externos 1820e y 1820f se extienden hacia fuera de los carriles 1805e y 1805f, respectivamente, aproximan un extremo distal de la sección sensible a la presión 1816c, y los carriles externos 1820e y 1820f son más gruesos proximalmente a sus extremos distales. En la figura 18D, los carriles exteriores 1821g y 1821h se extienden hacia fuera de los carriles 1805g y 1805h, respectivamente, aproximan un extremo proximal de la sección sensible a la presión 1816d, y los carriles exteriores 1821g y 1821h son más gruesos aproximan sus extremos proximales.

Con este enfoque, hay muchas opciones para afinar el comportamiento, entre ellas: la longitud sobre la que se aplican los salientes de carriles adicionales (carriles exteriores), la posición en la que se aplican los salientes de carriles adicionales, la distancia de otros carriles, el grosor de los carriles adicionales, el ángulo de los carriles adicionales, y el estrechamiento de los carriles adicionales. En estas figuras se ilustran ejemplos de algunas de estas opciones. Cabe señalar que, aunque en las figuras 16A-18D se muestra como generalmente simétrico, los carriles adicionales y otras salientes también se pueden aplicar de manera no sistemática. A efectos de comprensión, debe afirmarse que la figura 17A puede lograr una tendencia similar de rigidez de la sección transversal frente a la posición de la sección sensible a la presión, como se logra en la figura 15A (no es idéntica porque la distancia entre los carriles interiores no cambia y, por lo tanto, la rigidez de los salientes difiere, pero es ilustrativa de cómo se puede lograr un tipo de comportamiento similar mediante carriles externos adicionales). De manera similar, la tendencia en la rigidez de la sección transversal de la figura 17D y la figura 15B son similares (aunque no idénticas debido a que la distancia entre carriles es diferente, pero ilustrativas de cómo se puede lograr un tipo de comportamiento similar mediante carriles externos adicionales). Además, la figura 17A ilustra que se puede emplear más de un conjunto de carriles externos para permitir el ajuste de diferentes respuestas a lo largo de la longitud de la sección sensible a la presión. Las figuras 18A-18D indican que la rigidez adicional también puede aplicarse cambiando el grosor de los carriles externos conectados a los carriles que están en contacto con el interior del propio emisor. De manera similar a lo anterior, la ubicación, la longitud y el perfil del grosor añadido pueden ajustarse para ajustar el comportamiento de la región sensible a la presión.

Las figuras 19A-19D muestran realizaciones que son conceptualmente similares a las de las figuras 16A-16D, excepto por la implementación de una capacidad para ajustar el comportamiento de los salientes añadiendo más de un saliente externo del carril y, opcionalmente, incluyendo interrupciones en uno o más de los salientes externos del carril. Por ejemplo, en la figura 19A, los carriles externos 1920a y 1920b incluyen cada uno dos carriles paralelos de igual longitud que también son paralelos a los carriles 1905a y 1905b, respectivamente, próximos a un extremo distal de la sección sensible a la presión 1916a. En la figura 19B, los carriles exteriores 1920c y 1920d incluyen cada uno dos carriles paralelos de diferente longitud, siendo el carril más exterior más corto, que también son paralelos a los carriles 1905c y 1905d, respectivamente, próximos a un extremo distal de la sección sensible

a la presión 1916b. En la figura 19C, los carriles exteriores 1920e y 1920f incluyen cada uno dos carriles paralelos de longitudes diferentes, siendo el carril más exterior más corto y discontinuo o incluyendo interrupciones, que también son paralelos a los carriles 1905e y 1905f, respectivamente, próximos a un extremo distal de la sección sensible a la presión

5 1916c. En la figura 19D, los carriles exteriores 1920g y 1920h incluyen cada uno dos carriles paralelos de diferentes longitudes, siendo el carril más exterior más corto, que están discontinuados o incluyen interrupciones y también son paralelos a los carriles 1905g y 1905h, respectivamente, próximos a un extremo distal de la sección sensible a la presión 1916d y el carril más interior que se extiende en una porción media de la sección sensible a la presión

10 1916d. A partir de estos ejemplos, es evidente que el ajuste puede ser modificada más adelante a través de combinaciones como la variación del número de carriles externos usados, la colocación de los carriles a lo largo de la longitud de la sección sensible a la presión, los espesores de los carriles, las distancias que los carriles están separados, y los ángulos de los carriles relativos a los carriles que contactan con el flujo dentro del emisor. Además, como los

15 carriles externos añadidos no sirven como paredes para el flujo dentro del propio emisor, los carriles externos añadidos pueden ajustar la rigidez estructural mientras son continuos o discontinuos. Además, el uso de más de un saliente de carriles añadidos puede usarse con las configuraciones que se muestran en las figuras 16A-18D, 20A-20C, 22A-22C y 23A-23D.

20 En las figuras 20A-20C se muestran realizaciones en las que se pueden usar salientes adicionales del carril en conjunción con configuraciones en las que las dimensiones internas de carril a carril también se usan como técnicas de ajuste. Las figuras 20A-20C también indican que los carriles externos adicionales que no tienen que ser continuos. Para ahorrar material, los salientes adicionales pueden ser discontinuos. En la figura 20A, los carriles 2005a y 2005b

25 son cónicos y los carriles externos 2020a y 2020b se extienden hacia afuera de los carriles 2005a y 2005b, respectivamente, próximos a un extremo distal de la sección sensible a la presión 2016a, y los carriles externos 2020a y 2020b son más gruesos próximos a sus extremos distales. En la figura 20B, los carriles 2005c y 2005d son cónicos y los carriles exteriores 2020c y 2020d son los lados exteriores próximos de los carriles 2005c y 2005d,

30 respectivamente, y un extremo distal de la sección sensible a la presión 2016b, y los carriles exteriores 2020c y 2020d son más gruesos próximos a sus extremos distales. En la figura 20C, los carriles 2005e y 2005f son cónicos y los carriles exteriores 2020e y 2020f, que están discontinuos o incluyen interrupciones, son próximos y paralelos a los lados exteriores de los

carriles 2005c y 2005d, respectivamente, y un extremo distal de la sección sensible a la presión 2016c.

Las figuras 21A-21B muestran realizaciones que demuestran que la relación de aspecto de la sección transversal de los carriles puede ser modificada como un medio de afinar los carriles para lograr el cierre deseado de los salientes en respuesta al aumento de la presión. En las figuras 21A-21B se muestran ejemplos de configuraciones en diversas secciones transversales en las que la relación de aspecto de la sección transversal es generalmente trapezoidal y generalmente rectangular, con configuraciones de ejemplo en las que la distancia interna entre carriles se estrecha con los cambios en las relaciones de aspecto de los carriles. En las figuras 21A-21B también se muestran configuraciones de ejemplo en las que la distancia interna entre el carril y el carril no cambia con los cambios en los coeficientes de aspecto del carril y se muestran configuraciones de ejemplo que sí cambian y no cambian el ancho del carril en el cruce con la pared interior del tubo. Aunque no se muestra, también es evidente que pueden usarse diferentes relaciones de aspecto como los trapecios en los que la porción triangular cambia en la superficie que no está orientada hacia el interior de la región sensible a la presión. De manera similar, pueden usarse relaciones de aspecto en las que las porciones triangulares están orientadas tanto hacia el interior como hacia el exterior. Cada uno de estos procedimientos de cambio de la relación de aspecto de la sección transversal de los carriles proporciona una manera de lograr el ajuste en el que se puede aplicar la desviación de los salientes de resistencia individual en la condición de flujo/presión deseada para cumplir con la curva de rendimiento de flujo total frente a la presión.

Las figuras 22A-22C muestran realizaciones con salientes adicionales que también pueden añadirse externamente a los carriles para la región de salida. Por ejemplo, en la figura 22A, los carriles externos 2223a y 2223b se extienden paralelos a los carriles 2205a y 2205b y se aproximan a la sección de salida 2218a, y los carriles 2205a y 2205b se estrechan dentro de la sección sensible a la presión 2216a en este ejemplo. En la figura 22B, los carriles exteriores 2223c y 2223d, que están discontinuos o incluyen interrupciones, se extienden paralelos a los carriles 2205c y 2205d y se aproximan a la sección de salida 2218b, y los carriles 2205c y 2205d se estrechan dentro de la sección sensible a la presión 2216b en este ejemplo. En la figura 22C, los carriles exteriores 2223e y 2223f se extienden hacia afuera desde los carriles 2205e y 2205f desde la sección sensible a la presión 2216c hasta la sección de salida 2218c,

y los carriles 2205e y 2205f se estrechan dentro de la sección sensible a la presión 2216c en este ejemplo. Esto puede ser particularmente útil para evitar que el suelo en la región de salida se desvíe hacia arriba y selle parcialmente la salida. Los salientes externos pueden ser continuas o discontinuas. La figura 22C también muestra que los salientes añadidos para
5 proteger la región de salida también pueden extenderse hacia arriba como parte de la técnica para ajustar la región sensible a la presión.

Las figuras 23A-23D muestran realizaciones con salientes adicionales que pueden añadirse a lo largo de toda la longitud del emisor, o a lo largo de una longitud sustancial del emisor. En la
10 figura 23A, los carriles exteriores 2324a y 2324b se extienden a lo largo de una longitud de carriles 2305a y 2305b, que en este ejemplo son cónicos, formando la sección de reducción de presión 2314a, la sección sensible a la presión 2316a y la sección de salida 2318a. La figura 23B es similar a la figura 23A pero los carriles exteriores 2324c y 2324d están discontinuados o incluyen interrupciones a lo largo de una longitud de carriles 2305b y 2305c.
15 En la figura 23C, el carril 2305e no es cónico mientras que el carril 2305f es cónico, y un carril exterior 2324f, que está discontinuo o incluye interrupciones, se extiende a lo largo de un largo de carril 2305f. En la Figura 23D, el carril 2305g no es cónico mientras que el carril 2305h es cónico, y un carril externo 2324h, que es discontinuo o incluye interrupciones, se extiende a lo largo de una longitud de carril 2305h desde la parte media aproximada de la sección sensible
20 a la presión 2316d hasta la sección de salida 2318d. Estas realizaciones permiten el uso de materiales elastoméricos con dureza durométrica reducida, tan baja como 10 a 20 Shore A de dureza durométrica. Al crear una arquitectura para endurecer la sección transversal, se pueden usar materiales de baja durometría que antes no eran adecuados para su uso. En las figuras 23A-23D también se muestra que los salientes pueden ser discontinuas. Estos
25 salientes pueden usarse tanto de forma simétrica como no simétrica.

Las figuras 24A-24G muestran realizaciones usando elementos no lineales, en lugar de elementos lineales rectos. La figura 24A ilustra una conicidad no lineal del carril 2405b en relación con el carril 2405a y un carril exterior 2424b que se extiende cerca del carril 2405 a lo
30 largo de la sección sensible a la presión y la sección de salida. La figura 24B ilustra una conicidad no lineal del carril 2405d en relación con el carril 2405c con los carriles exteriores 2420c y 2420d extendiéndose hacia afuera de los carriles 2405c y 2405d, respectivamente, próximos a un extremo distal de la sección sensible a la presión, y los carriles exteriores 2420c

y 2420d son más gruesos próximos a sus extremos distales. La figura 24C ilustra una conicidad no lineal del carril 2405f en relación con el carril 2405e con los extremos proximales de los carriles exteriores 2420e y 2420f en contacto con los carriles 2405e y 2405f y los extremos distales de los carriles exteriores 2420e y 2420f espaciados de los carriles 2405e y 2405f. La

5 figura 24D ilustra una conicidad no lineal del carril 2405h en relación con el carril 2405g con los carriles exteriores 2420g y 2420h, que están discontinuados o incluyen interrupciones, cerca del extremo distal de la sección sensible a la presión. La figura 24E ilustra una conicidad no lineal del carril 2405j en relación con el carril 2405i con paredes más gruesas 2420i y 2420j que se extienden hacia adentro en relación con los carriles 2405i y 2405j próximos al extremo

10 distal de la sección sensible a la presión. La figura 24F ilustra una conicidad no lineal del carril 2405l en relación con el carril 2405k con los carriles exteriores 2423k y 2423l próximos a la sección de salida. La figura 24G ilustra una conicidad no lineal del carril 2405n en relación con el carril 2405m y los carriles exteriores 2420m y 2420n, cada uno de los cuales incluye dos carriles, siendo los carriles exteriores de menor longitud que los interiores. Estos ejemplos son

15 representativos porque pueden acomodar el ajuste de la sección sensible a la presión mediante el uso de elementos curvilíneos en lugar de cualquiera o todos los elementos lineales. El objetivo es afinar la geometría de manera que los salientes en una posición determinada a lo largo de la sección sensible a la presión respondan a la presión diferencial deseada, a fin de proporcionar la relación global deseada entre presión y flujo. Las

20 combinaciones de elementos lineales y curvilíneos, continuos y escalonados, angulares y curvilíneos son otros ejemplos de combinaciones que pueden usarse.

En las figuras 25A-25F se incluyen realizaciones que usan más de un lugar de menor rigidez de la sección transversal (mayor distancia entre carriles en estos ejemplos, pero que podría

25 lograrse usando otros elementos de ajuste en su lugar) a lo largo de la longitud de la sección sensible a la presión. Esto es especialmente útil cuando se diseña un emisor en el que se desean grandes cantidades de salientes para disipar la presión de la línea. Empleando múltiples ubicaciones de reducida rigidez de la sección transversal, se puede activar un mayor número de salientes para un incremento determinado del intervalo de presión de

30 funcionamiento general (para la perspectiva, en flujos del orden de 0,0675 gph, se pueden desear más de 150 salientes para crear suficiente resistencia al flujo. Sin la posibilidad de usar el ajuste para activar un mayor número de salientes, la única opción para esos emisores de

bajo caudal es usar un número limitado de salientes, cada una de ellas con dimensiones reducidas que se limitan en cuanto a la resistencia al bloqueo por desechos).

Los elementos de ajuste definidos en las figuras 5A-5E, elementos b) a o), también pueden usarse conjuntamente, en cualquier combinación, con configuraciones como las de las figuras 16A-25F. Los elementos de ajuste definidos en las figuras 5A-5E, elementos b) a o), también pueden usarse conjuntamente, en cualquier combinación, con configuraciones que mantengan constante la distancia entre carriles y cualquier saliente externa. En las figuras 26A-26C se muestran tres ejemplos de emisores en los que el ajuste de secciones sensibles a la presión se logra mediante la combinación de tres elementos de ajuste: alturas de las esquinas de los carriles, separaciones transversales de los carriles y perfiles del suelo. La figura 26A ilustra los carriles 2605a y 2605b y los carriles exteriores 2624a y 2624b, la figura 26B ilustra los carriles 2605c y 2605d y los carriles exteriores 2624c y 2624d, y la figura 26C ilustra los carriles 2605e y 2605f y los carriles exteriores 2624e y 2624f. En la figura 26D se ilustran ejemplos de secciones transversales de los emisores tomados a lo largo de las líneas A-A, B-B, C-C, D-D, E-E y F-F en las figuras 26A-26C. En la Figura 26D sección transversal A-A, se ilustran los carriles 2605a/2605c y 2605b/2605d y los carriles exteriores 2624a/2624c y 2624b/2624d junto con los pisos 2606a (Figura 26A) y 2606b (Figura 26B) y los salientes 2607a (Figura 26A) y 2607b (Figura 26B). La sección transversal C-C de la figura 26D ilustra las esquinas de los carriles 2611a/2611c y 2611b/2611d de los carriles correspondientes de las figuras 26A y 26B. La figura 26D, sección transversal D-D, ilustra los carriles 2605e y 2605f y los carriles exteriores 2624e y 2624f junto con el piso 2606c y el saliente 2607c. La figura 26D sección transversal F-F ilustra las esquinas de los carriles 2611e y 2611f. Las relaciones entre las secciones transversales con respecto a estos elementos de ajuste se muestran en la Tabla 3:

Tabla 3

Relaciones entre las secciones transversales con respecto a los elementos de ajuste

<u>Elemento de ajuste</u>	Secciones transversales
Altura de la esquina del carril	A-A < B-B < C-C D-D < E-E < F-F
Separaciones en los carriles transversales	A-A < B-B < C-C D-D < E-E < F-F
Perfiles del suelo	A-A y D-D son cóncavos

	B-B y E-E tienen un espesor uniforme C-C y F-F son convexos
--	--

Hay un número de configuraciones, combinaciones y elementos de ajuste posibles que permiten el ajuste del flujo del emisor frente a las curvas de rendimiento de la presión. La fuerza de estas configuraciones radica en la capacidad de crear en cada saliente a lo largo de la longitud de la sección sensible a la presión una relación única entre la presión diferencial y la desviación del saliente. La presión diferencial en este contexto es la presión en el tubo menos la presión dentro de la sección sensible a la presión local para el saliente dado. Para un saliente dado, la suma de la caída de presión creada por todas los salientes aguas arriba de ella crea la presión diferencial entre el saliente dada y la presión dentro del tubo. Esta presión diferencial es la fuerza impulsora para desviar el saliente dado. Dicho de forma ligeramente diferente, el uso de realizaciones como las descritas aquí permiten a un emisor incorporar muchos salientes en serie, cada saliente ajustada para responder de forma única a una presión diferencial dada, donde el ajuste se establece por la rigidez estructural de la sección transversal de los salientes del emisor local a un saliente específico, y donde la suma del comportamiento de la caída de presión de todas los salientes aguas arriba de un saliente dada es también adaptable de forma que la respuesta de un saliente específico puede establecerse para trabajar en conjunto con todas los salientes aguas arriba para establecer la relación entre el cierre del saliente y el flujo. El resultado combinado proporciona la capacidad de diseñar selectivamente un emisor para proporcionar las relaciones deseadas entre la presión y el flujo, para un intervalo de velocidades de flujo, un intervalo de intervalos de presión operativa y exponentes de descarga (por ejemplo, de 0 a 0,5 (o más)).

En la figura 27 se ilustra cómo se podrían ajustar cuatro configuraciones de emisores para afinar sus respuestas. Las curvas de presión del ejemplo 1 de la figura 27 ilustran las curvas de flujo antes y después del flujo frente a las curvas de presión asociadas al ajuste de las cuatro configuraciones de emisores. Las curvas de presión del ejemplo 2 de la figura 27 ilustran que el ajuste puede usarse para conseguir curvas de rendimiento con exponentes de descarga distintos de cero. Cambiar el comportamiento de los emisores para reducir los flujos a determinadas presiones puede requerir un mayor número de salientes cercanas en respuesta al aumento de la presión, con el fin de crear más resistencia al flujo. Las cuatro configuraciones "después" de la derecha indican cómo se podría modificar la geometría para ajustar los

- emisores para lograr el aumento necesario de resistencia. En general, para cada una de las cuatro configuraciones, la geometría se ha ajustado para reducir la rigidez de la sección transversal para un mayor porcentaje de los salientes, muy especialmente los salientes a mitad de camino y más abajo a lo largo de la sección sensible a la presión. Debido a que cada
- 5 saliente experimenta una presión diferencial que equivale a la suma de las caídas de presión creadas por todos los salientes aguas arriba de ella, existe un efecto compuesto de reducción de la rigidez de una serie de salientes. Si observamos la configuración superior de la derecha, la eliminación de los carriles externos a lo largo de la sección media del emisor reduce la rigidez en cada uno de los salientes de esa sección. Esto hace que cada uno de los salientes
- 10 de esa sección se cierre a una presión diferencial menor. Cuando el saliente más aguas arriba de esa sección se cierra a una presión diferencial más baja, el estado de cierre hace que una mayor presión diferencial se alimente al saliente siguiente. Debido a que la siguiente saliente es menos rígido después del ajuste y recibe un mayor diferencial, y también lo es el siguiente saliente, y la siguiente saliente, etc., hay un efecto compuesto. Con las realizaciones, puede
- 15 haber un gran número de salientes en serie y los pequeños ajustes de ajuste pueden cambiar el flujo frente a las curvas de presión según sea necesario. Obsérvese que los ejemplos de la figura 27 no se representan como aprovechamiento de otros parámetros de ajuste geométrica (b) a (o) de las figuras 5A-5E.
- 20 Las figuras 28A-31E como grupo se comparten para proporcionar una mayor comprensión. Las figuras 28A y 28B (sección transversal tomada a lo largo de las líneas 28B-28B en la figura 28A) y las figuras 28C y 28D (sección transversal tomada a lo largo de las líneas 28D-28D en la figura 28C), respectivamente, muestran ejemplos de emisores ajustados y no ajustados. Ambos emisores tienen el mismo número de salientes en la sección de reducción de presión
- 25 y el mismo número de salientes en la sección sensible a la presión. Los emisores están diseñados para una presión de funcionamiento de 5 a 12 psi, y para tener un flujo nominal a 10 psi. La curva comparativa de flujo versus presión se muestra en la Figura 28E. El beneficio del emisor ajustado es evidente cuando se compara la consistencia del flujo versus la presión en comparación con el emisor no ajustado. En las Figuras 29A-31E se ofrece una explicación
- 30 más detallada.

Las figuras 29A-29E muestran la comparación de las distancias entre carriles de los emisores ajustados y no ajustados. La figura 29C define "NT" como la distancia de carril a carril para el

emisor no ajustado. La dimensión "NT" es una función del material que se usa, además de los parámetros de rendimiento de la velocidad de flujo y el intervalo de presión de funcionamiento. La figura 29D muestra la distancia entre carriles en comparación con la posición de la sección sensible a la presión para el emisor no ajustado. La figura 29A muestra la distancia comparativa entre carriles para un ejemplo de emisor ajustado. La figura 29B muestra la distancia entre carriles en comparación con la posición de la sección sensible a la presión para el ejemplo de un emisor ajustado. Por ejemplo, en una posición del 20 % a lo largo de la longitud de la sección sensible a la presión, el emisor ajustado tiene una distancia de carril a carril de 1,05 NT (es decir, un 5 % mayor que la distancia de carril a carril para el emisor no ajustado con el mismo material).

La figura 29E muestra la relación resultante entre el flujo y la presión para los dos emisores de las figuras 29A (emisor ajustado) y 29C (emisor no ajustado). Los emisores ajustados y los no ajustados tienen flujos similares (aproximadamente 0,157 gph) a una condición de presión nominal de 10 psi. Sin embargo, puede observarse que el emisor ajustado de ejemplo proporciona una consistencia de flujo notablemente mejorada en el intervalo de presión de 5 a 10 psi. Puede observarse que el mayor beneficio se produce a presiones más bajas (de 5 a 8 psi, por ejemplo). Esto ocurre porque el emisor ajustado incluye el beneficio de poder tener más salientes activos a una presión determinada, y el ajuste se ha establecido en este diseño de ejemplo para aumentar el número de salientes aguas arriba activas a presiones más bajas (es decir, los salientes del emisor ajustado en posiciones de % más bajas a lo largo de la sección sensible a la presión están activas a presiones más bajas, cuando se comparan con el emisor no ajustado). Esto se explica con más detalle en las figuras 30A-31E.

La figura 30A repite la curva de flujo versus presión de la figura 29C con el fin de mostrar las presiones de línea a las que son aplicables los datos de las figuras 30B y 30C. La Figura 30B muestra la presión diferencial (Línea P menos P-Interna) local para cada saliente a lo largo de la longitud de la sección sensible a la presión en una condición que tiene una presión de línea de 6 psi. Se puede ver que, con excepción de los salientes en la posición del 100 % a lo largo de la sección sensible a la presión (que tienen la misma presión diferencial para ambas porque está adyacente a la salida), todas los salientes dentro del emisor ajustado tienen una presión diferencial más alta que sus salientes correspondientes en la geometría no ajustada. También puede verse que para la geometría no afinada, hay una pendiente ascendente desde los

- salientes en la posición del 70 % al 100 % a lo largo de la sección sensible a la presión. Esto es característico de los diseños no ajustados que, por naturaleza, experimentan un cierre desde la dirección de bajada a la de subida. Este comportamiento es inherente a un emisor no ajustado porque los salientes aguas abajo más cercanas a la salida se desvían primero (es decir, en el extremo inferior del intervalo de presión) y generan la mayor parte de la caída de presión, lo que significa que los salientes aguas arriba no experimentan una presión diferencial lo suficientemente grande como para estar activas a presiones más bajas. Recordemos que la presión diferencial local de un saliente específico es la suma de la caída de presión de todas los salientes aguas arriba de ella. Cuando los salientes aguas arriba tienen presiones diferenciales más bajas, los salientes adyacentes aguas abajo no se activan hasta que se produce un flujo más alto (porque el flujo debe aumentar antes de que se proporcione una presión diferencial adicional al siguiente emisor aguas abajo). Esto se ilustra con más detalle en las figuras 31A-31E y se analiza más adelante.
- 15 La figura 30C muestra la presión diferencial (Línea P menos P-Interno) local para salientes en posición % a lo largo de la longitud de la sección sensible a la presión en una condición que tiene una presión de línea de 12 psi. Se puede ver que a la presión de diseño superior (12 psi en este diseño) las presiones diferenciales frente a la posición % de los salientes son más similares para el diseño ajustado y el no ajustado. Esto ocurre porque estos dos diseños fueron creados de tal manera que con el aumento de la presión, para cuando se ha alcanzado la presión superior de 12 psi, la mayoría de los salientes están totalmente desviados.
- 25 La figura 31A repite la curva de flujo versus presión de la figura 29C para mostrar las presiones de línea a las que son aplicables los datos de las figuras 31B a 31E. Las figuras 31B a 31E muestran el porcentaje de la caída de presión total de la sección sensible a la presión que se genera para los grupos de salientes declarados. Se puede ver, por ejemplo, en la Figura 31B, que para el emisor ajustado, a una presión de línea de 5 psi, las posiciones de los salientes 0 % a 25 %, 25 % a 50 %, 50 % a 75 % y 75 % a 100 % generan un promedio del 25 % (19 % a 30 %) de la caída de presión total que ocurre dentro de la sección sensible a la presión. En contraste, se puede ver en la Figura 31D que para el diseño no ajustado a una presión de línea de 5 psi, los salientes aguas abajo en las posiciones 75 % a 100 % por sí solas disipan el 50 % de la caída de presión, mientras que los salientes aguas arriba en las posiciones 0 % a 25 % y 25 % a 50 % disipan sólo el 15 % de la caída de presión. También en la Figura 31D se

muestra que a una presión de línea de 6 psi, la participación de los salientes en las posiciones del 50 % al 75 % aumenta ligeramente, mientras que los salientes en las posiciones del 0 % al 25 % y del 25 % al 50 % disminuyen el % de creación de la caída de presión total. Debido a que los salientes de aguas arriba no crean una caída de presión comparable a las de los salientes de aguas abajo, el resultado es la forma curva ascendente del emisor no ajustado como se muestra en la Figura 30B. Las figuras 31C y 31E muestran que incluso a presiones tan altas como 11 psi, el emisor ajustado tiene una mayor participación de los salientes en las posiciones del 0 % al 25 %. Como se compartió anteriormente, con un diseño en el que los salientes aguas abajo generan la mayor parte de la caída de presión, los salientes aguas arriba no empiezan a participar a menos que el flujo suba y entonces los salientes de reducción de presión aguas arriba (principalmente) crean una caída de presión adicional para crear una desviación de salientes diferenciales para el accionamiento. Es por esta razón que la pendiente ascendente del flujo de 5 psi a 10 psi se produce para el emisor no ajustado mientras que el emisor ajustado tiene un aumento notablemente menor de flujo en el intervalo de presión de 5 a 10 psi, como se muestra en la Figura 31A. Esencialmente, aunque ambos emisores tienen el mismo número de salientes, el emisor ajustado logra una mejor uniformidad de flujo proporcionado a lo largo del intervalo de presión. Alternativamente, si un emisor que usa el ajuste fue diseñado para tener intencionalmente el comportamiento de exponente de descarga más alto como se muestra en el emisor no ajustado en la Figura 31A, entonces el emisor ajustado podría igualar el rendimiento de flujo versus presión al del emisor no ajustado, excepto usando menos salientes que el emisor no ajustado. Esto significa que se pueden lograr longitudes totales de emisor más cortas, lo que conduce a un resultado deseable de poder tener espacios de emisor más cortos.

Con la moderna tecnología de riego por goteo, existen muchas combinaciones de caudales, espaciamientos de los emisores, diámetros de los tubos y espesores de las paredes de los tubos para adaptarse a las variaciones a medida, relacionadas con el tipo de suelo, el tipo de cultivo, la topografía del campo y las circunstancias económicas (como la tierra arrendada frente a la tierra en propiedad). Por ejemplo, la línea de productos TORO™ AQUA-TRAXX™ (flujo turbulento, no compensado) tiene nueve flujos de emisores primarios de tasa de flujo (que van de 0,0675 gph a 0,54 gph), ocho espaciamientos de emisores primarios (que van de 4 a 36 pulgadas), cuatro diámetros de tubos primarios y ocho espesores de paredes primarias. La combinación de los diámetros de los tubos y los espesores de las paredes definen los

intervalos de presión de funcionamiento permitidos, que para una empresa de riego que ofrece un producto completo como The Toro Company da como resultado diez o más intervalos de presión. Los intervalos de presión de funcionamiento comercial más bajos son para productos clasificados de 4 a 8 psi (es decir, los emisores de esos productos funcionan en gran medida de 4 a 8 psi). Los intervalos de presión de operación comercial más altos, de 4 psi a 30 psi, están disponibles para tuberías de pared media (es decir, los emisores en esos productos deben operar de 4 a 30 psi). Las combinaciones de diámetros y paredes conducen a presiones máximas de operación de 10, 12, 15, 16, 18, 20 y 22 psi entre estos extremos de 8 y 30 psi. Para una empresa de riego que ofrece un producto completo como The Toro Company, hay nueve (o más) caudales de emisores usados con ocho (o más) espaciados a diez (o más) intervalos de presión de funcionamiento, lo que hace una combinación total de 720 variantes (9 por 8 por 10 es igual a 720).

La capacidad de ajustar la sección sensible a la presión es útil como arquitectura de emisor capaz de proporcionar exponentes de descarga de, por ejemplo, 0 a 0,5 (o más) en el mismo amplio intervalo de parámetros que se ha discutido anteriormente para TORO™ AQUA-TRAXX™. Para ilustrar el intervalo de opciones, el recuento de salientes para un emisor de 0,0675 gph con una presión máxima de operación de 30 psi es marcadamente diferente que para un emisor de 0,54 gph con una presión máxima de operación de 8 psi. Si, a efectos ilustrativos, ambos emisores tuvieran la misma resistencia al flujo por saliente, el recuento de salientes diferiría en un factor de 240:1 (es decir, la caída de presión por saliente sería 64 veces mayor a 0,54 gph que a 0,0675 gph basado en la caída de presión proporcional al cuadrado del flujo), y la disipación de 30 psi puede requerir 3,75 veces más salientes que la disipación de 8 psi (64 veces 3,75 es igual a 240). El emisor de 0,0675 gph que disipa 30 psi puede requerir 240 veces más salientes que el emisor de 0,54 gph que disipa 8 psi. La capacidad de ajustar un intervalo muy amplio de cantidad de salientes en la sección sensible a la presión es fundamental para poder ofrecer una amplia oferta de productos de emisores necesarios para la agricultura moderna.

Una ventaja es la capacidad de adaptar los diseños de los emisores para lograr un rendimiento para una amplia gama de combinaciones. En las figuras, como las figuras 5A-5E y la tabla 2, se ilustran ejemplos de cómo adaptar los diseños de los emisores. La orientación del Cuadro

2 se expresa en términos de tendencias porque la dureza del material que se usa cambia con las dimensiones.

Para facilitar la comprensión, los Cuadros 4, 5 y 6 comparten dimensiones de ejemplo para cinco velocidades de flujo diferentes, dos presiones diferentes y dos exponentes de descarga diferentes. Las Tablas 4 y 5 se presentan como ejemplos para ilustrar cómo se puede ajustar la geometría del emisor para que se adapte a un intervalo de presiones máximas (compara las presiones máximas de 16 psi con las de 30 psi de los emisores, ambas con un exponente de descarga de 0,3). Las tablas 5 y 6 se proporcionan como ejemplos para ilustrar cómo la geometría del emisor puede ajustarse para proporcionar una ajuste que se adapte a un intervalo de exponentes de descarga (compara los exponentes 0,3 y 0, ambos con presiones máximas de 30 psi). Otras presiones, espaciamientos de los emisores, flujos, exponentes de descarga, materiales o configuraciones de los emisores, cuando se ajusten, darán lugar a diferentes dimensiones, pero los ejemplos que se muestran en las Tablas 1 a 6 son útiles para orientar el diseño. En el caso de configuraciones de emisores como las que se muestran en las figuras 16A a 24G, los parámetros adicionales de ajuste incluirían la ubicación, la cantidad, la relación de aspecto, el ángulo y el grosor de cualquier carril externo, pero la Tabla 2 describe las relaciones entre el saliente de la sección sensible a la presión y el acoplamiento del suelo con los carriles sigue siendo informativa.

20

Tabla 4

Ejemplo de los intervalos dimensionales del elemento de ajuste para cinco variantes de flujo con presiones máximas de funcionamiento de 16 psi y exponentes de descarga de 0,3

Caudal nominal del emisor	0,0675	0,135	0,2	0,27	0,54
Presión operativa máxima (gph)	16 psi				
Exponente	0,3				
(a) Carril interno a dimensión del carril (pulgadas)	0,110 a 0,070				
(b) Espesor del suelo (pulgadas)	0,004 a 0,010				
(c) Anchura del carril (pulgadas)	0,005 a 0,025				
(d) Altura interna del carril (pulgadas)	0,010 a 0,025				

(e) Longitud de la sección sensible a la presión (pulgadas)	6,9 a 8,4	2 a 2,75	0,8 a 1,2	0,4 a 0,7	0,2 a 0,35
(f) Separación vertical de carriles (pulgadas)	0 a 0,006				
(g) Altura de las puntas (pulgadas)	0,007 a 0,021				
(h) Separación transversal de carriles (pulgadas)	0,000 a 0,020				
(i) Densidad de salientes (pulgadas)	0,045 a 0,07	0,06 a 0,08	0,06 a 0,09	0,06 a 0,1	0,08 a 0,15
(j) Ángulo del saliente	+/- 45 grados				
(k) Espesor del saliente	0,010 a 0,030				
(l) Distancia entre puntas (pulgadas)	0,005 separación, a 0,015 solapado		0,015 separación, a 0,015 solapado		
(m) Esquina de carril (chaflán o radio) (pulgadas)	Chaflán-altura en carril: 0 a 0,025, anchura en suelo: 0 a 0,055 radio: 0 a 0,025				
(n) Perfil de suelo (pulgadas)	Adelgazamiento localizado: 0 a 0,005. Engrosamiento localizado: 0 a 0,005				
(o) Contorno del saliente	0,01 pulgadas, radio a infinito (es decir, recto, sin radio)				
Dureza del material	Dureza durométrica 60 a 80 Shore A				

Notas:

Véase en las figuras 5A-5E las definiciones de los elementos de ajuste.

Ejemplo de emisores con una presión máxima de hasta 16 psi y un exponente de 0,3.

- 5 Otras presiones, flujos, exponentes, materiales o configuraciones dan lugar a diferentes dimensiones.

Tabla 5

Ejemplo de los intervalos dimensionales del elemento de ajuste para cinco variantes de flujo con presiones operativas máximas de 30 psi y exponentes de descarga de 0,3

Caudal nominal del emisor	0,0675	0,135	0,2	0,27	0,54
Presión operativa máxima (gph)	30 psi				
Exponente	0,3				
(a) Carril interno a dimensión del carril (pulgadas)	0,120 a 0,070				
(b) Espesor del suelo (pulgadas)	0,004 a 0,012				
(c) Anchura del carril (pulgadas)	0,010 a 0,030				
(d) Altura interna del carril (pulgadas)	0,010 a 0,025				
(e) Longitud de la sección sensible a la presión (pulgadas)	10,6 a 12,9	3 a 3,6	1,4 a 1,8	0,8 a 1	0,25 a 0,45
(f) Separación vertical de carriles (pulgadas)	0 a 0,006				
(g) Altura de las puntas (pulgadas)	0,007 a 0,021				
(h) Separación transversal de carriles (pulgadas)	0,000 a 0,025				
(i) Densidad de salientes (pulgadas)	0,045 a 0,07	0,06 a 0,08	0,06 a 0,09	0,06 a 0,1	0,08 a 0,15
(j) Ángulo del saliente	+/- 45 grados				
(k) Espesor del saliente	0,010 a 0,030				
(l) Distancia entre puntas (pulgadas)	0,005 separación, a 0,015 solapado			0,015 separación, a 0,015 solapado	
(m) Esquina de carril (chaflán o radio) (pulgadas)	Chaflán-altura en carril: 0 a 0,025, anchura en suelo: 0 a 0,060 radio: 0 a 0,025				
(n) Perfil de suelo (pulgadas)	Adelgazamiento localizado: 0 a 0,005. Engrosamiento localizado: 0 a 0,005				
(o) Contorno del saliente	0,01 pulgadas, radio a infinito (es decir, recto, sin radio)				
Dureza del material	Dureza durométrica 60 a 80 Shore A				

Notas:

Véase en las figuras 5A-5E las definiciones de los elementos de ajuste.

Ejemplo de emisores con una presión máxima de hasta 30 psi y un exponente de 0,3.

Otras presiones, flujos, exponentes, materiales o configuraciones dan lugar a diferentes dimensiones.

5

Tabla 6

Ejemplo de los intervalos dimensionales del elemento de ajuste para cinco variantes de flujo con presiones operativas máximas de 30 psi y exponentes de descarga de 0

10

Caudal nominal del emisor	0,0675	0,135	0,2	0,27	0,54
Presión operativa máxima (gph)	30 psi				
Exponente	0 exp				
(a) Carril interno a dimensión del carril (pulgadas)	0,140 a 0,070				
(b) Espesor del suelo (pulgadas)	0,004 a 0,012				
(c) Anchura del carril (pulgadas)	0,010 a 0,030				
(d) Altura interna del carril (pulgadas)	0,010 a 0,025				
(e) Longitud de la sección sensible a la presión (pulgadas)	27,3 a 33,4	7,8 a 9,5	3,8 a 4,6	2,2 a 2,7	0,6 a 1
(f) Separación vertical de carriles (pulgadas)	0 a 0,006				
(g) Altura de las puntas (pulgadas)	0,007 a 0,021				
(h) Separación transversal de carriles (pulgadas)	0,000 a 0,025				
(i) Densidad de salientes (pulgadas)	0,045 a 0,07	0,06 a 0,08	0,06 a 0,09	0,06 a 0,1	0,08 a 0,15
(j) Ángulo del saliente	+/- 45 grados				
(k) Espesor del saliente	0,010 a 0,030				
(l) Distancia entre puntas (pulgadas)	0,005 separación, a 0,015 solapado			0,015 separación, a 0,015 solapado	
(m) Esquina de carril (chaflán o radio) (pulgadas)	Chaflán-altura en carril: 0 a 0,025, anchura en suelo: 0 a 0,070 radio: 0 a 0,025				

(n) Perfil de suelo (pulgadas)	Adelgazamiento localizado: 0 a 0,005. Engrosamiento localizado: 0 a 0,005
(o) Contorno del saliente	0,01 pulgadas, radio a infinito (es decir, recto, sin radio)
Dureza del material	Dureza durométrica 60 a 80 Shore A

Notas:

Véase en las figuras 5A-5E las definiciones de los elementos de ajuste.

Ejemplo de emisores con una presión máxima de hasta 30 psi y un exponente de 0 o cerca de 0.

Otras presiones, flujos, exponentes, materiales o configuraciones dan lugar a diferentes dimensiones.

En la figura 32 se muestra un ejemplo de trayectoria de flujo del emisor y en la figura 33 se muestra un ejemplo de trayectoria de flujo del emisor conectado operativamente a un elemento lateral de riego (por ejemplo, una manguera o un tubo) con una trayectoria de flujo lateral. Aunque la figura 32 muestra una construcción de dos capas, se reconoce que la construcción podría ser de una, dos o más capas. La figura 33 muestra la laminación de un sustrato (emisor) con carriles en una pared interior del elemento lateral, formando así la manguera de riego. La pared interior forma el paso principal de agua a través de la manguera 110, incluyendo la vía de flujo lateral y la vía de flujo del emisor. El sustrato puede aplicarse como un miembro de la banda continua laminada a la lateral en cualquier forma adecuada, como la revelada en la patente estadounidense 8.469.294. El miembro de la tira continua puede ser enrollado y almacenado para su posterior inserción en la manguera 110, o el miembro de la tira continua puede ir directamente desde una rueda de molde a la extrusora para el elemento lateral 126. Es decir, el laminado de los carriles y el sustrato (incluyendo la superficie superior y las aletas) de la rueda de molde se coloca dentro del cabezal de la matriz extruyendo el elemento lateral 126, formando así la manguera de riego 110. Las entradas adecuadas (no mostradas) permiten el paso del agua de la trayectoria de flujo lateral a la trayectoria de flujo del emisor. Las salidas adecuadas se forman en la manguera de riego 110 próxima a la sección de salida del sustrato, por medios bien conocidos en la técnica.

Aunque en el presente documento se han ilustrado y descrito ejemplos concretos, los ejemplos específicos mostrados y descritos pueden sustituirse por varias implementaciones alternativas y/o equivalentes sin apartarse del alcance de la presente divulgación. Esta aplicación tiene por objeto cubrir cualquier adaptación o variación de los ejemplos específicos aquí expuestos. Por 5 lo tanto, se pretende que esta divulgación esté limitada únicamente por las reivindicaciones y sus equivalentes.

REIVINDICACIONES

1. Un emisor, que comprende:

una sección sensible a la presión; y

5 al menos un saliente definido por un suelo, un primer carril y un segundo carril, siendo ajustado el al menos un saliente, por medio de al menos un elemento de ajuste, para desviarse a presiones diferenciales deseadas locales para el al menos un saliente, seleccionándose el elemento de ajuste del grupo que consiste en distancia entre carriles, altura de carriles, anchura de carriles, curvatura del radio de carriles, esquina

10 de carriles, separación vertical de carriles, separación transversal de carriles, carril externo, grosor del suelo, perfil del suelo, altura de la punta, distancia de la punta, densidad de salientes, contorno del saliente, ángulo del saliente y grosor del saliente.

2. El emisor de la reivindicación 1, en donde el emisor está conectado operativamente a un

15 elemento lateral, en donde al menos un saliente está configurado y dispuesto para desviarse hacia el elemento lateral a presiones diferenciales deseadas locales para el menos un saliente.

3. El emisor de la reivindicación 1, en el que la sección sensible a la presión está hecha de un material de baja dureza durométrica.

20

4. El emisor de la reivindicación 1, en el que la sección sensible a la presión tiene una longitud, afectando la longitud a un ajuste deseado del al menos un saliente.

5. El emisor de la reivindicación 1, en el que la sección sensible a la presión incluye la distancia

25 de carril a carril que incluye al menos uno de ahusado, inclinación y paso, siendo lineal el al menos uno de ahusado, inclinación y paso.

6. El emisor de la reivindicación 1, en el que la sección sensible a la presión incluye la distancia de carril a carril que incluye al menos uno de ahusado, inclinación y paso, siendo curvilíneo el

30 al menos uno de ahusado, inclinación y paso.

7. El emisor de la reivindicación 1, en el que la sección sensible a la presión incluye la distancia de carril a carril que incluye al menos uno de ahusado, inclinación y paso, siendo continuo el al menos uno de ahusado, inclinación y paso.
- 5 8. El emisor de la reivindicación 1, en el que la sección sensible a la presión incluye la distancia de carril a carril que incluye al menos uno de ahusado, inclinación y paso, siendo discontinuo el al menos uno de ahusado, inclinación y paso.
9. El emisor de la reivindicación 1, en el que la sección sensible a la presión incluye al menos
- 10 un carril externo, siendo ajustado el al menos un carril externo por medio de al menos uno de longitud, posición, número, distancia desde al menos uno del primer carril y del segundo carril, número de veces que el al menos un carril externo se une a al menos uno del primer carril y del segundo carril, grosor, ahusado, inclinación, ahusado, simetría y continuidad.
- 15 10. El emisor de la reivindicación 1, en el que el exponente de la descarga del emisor es de 0 a 0,7.
11. El emisor de la reivindicación 1, en el que la esquina del carril es al menos una de una esquina de carril interno y una esquina de carril externo.
- 20 12. El emisor de la reivindicación 1, en el que un primer saliente está conectado operativamente al suelo y al primer carril y un segundo saliente está conectado operativamente al suelo y al segundo carril, en donde el primer y el segundo salientes están situados a lo largo de la sección sensible a la presión, teniendo el primer saliente al menos un primer elemento
- 25 de ajuste, teniendo el segundo saliente al menos un segundo elemento de ajuste, siendo el al menos un primer elemento de ajuste y el al menos un segundo elemento de ajuste no simétricos a lo largo de la sección sensible a la presión.
13. El emisor de la reivindicación 1, en el que al menos un primer saliente y un segundo saliente
- 30 están situados a lo largo de la sección sensible a la presión, teniendo el primer saliente tiene al menos un primer elemento de ajuste, teniendo el segundo saliente al menos un segundo elemento de ajuste, teniendo el primer elemento de ajuste y el segundo elemento de ajuste al menos una de diferentes dimensiones y diferentes configuraciones.

14. Una combinación de elemento lateral de riego y emisor, que comprende:

un elemento lateral que tiene una pared con una pared interior, definiendo al menos una porción de la pared interior una vía de flujo lateral;

5 un emisor que tiene un primer carril y un segundo carril conectados operativamente a la pared interior y un piso que interconecta los extremos distales del primer y del segundo carriles, la pared interior, el primer y el segundo carriles, y definiendo el piso una vía de flujo del emisor, comprendiendo el emisor:

una sección sensible a la presión; y

10 al menos un saliente definido por el suelo, el primer carril y el segundo carril, siendo el al menos un saliente ajustado, por medio de al menos un elemento de ajuste, para desviarse a las presiones diferenciales deseadas locales para el al menos un saliente, seleccionándose el elemento de ajuste del grupo que consiste en distancia entre carriles, altura del carril, anchura del carril, curvatura del radio del carril, esquina del carril, separación vertical del carril, separación transversal del carril, carril exterior, espesor del suelo, perfil del suelo, altura de la punta, distancia de la punta, densidad de salientes, contorno del saliente, ángulo del saliente y espesor del saliente;

15 en donde un exponente de descarga para el emisor es de 0 a 0,7, y en donde
20 al menos un saliente se desvía de una posición abierta a una cerrada cuando la presión diferencial deseada es local para el al menos un saliente.

15. La combinación de elemento lateral de riego y emisor de la reivindicación 14, en la que la sección sensible a la presión está hecha de un material de baja dureza durométrica.

25

16. La combinación de elemento lateral de riego y emisor de la reivindicación 14, en la que la sección sensible a la presión tiene una longitud, afectando la longitud a un ajuste deseado del al menos un saliente.

30

17. La combinación de elemento lateral de riego y emisor de la reivindicación 14, en la que la sección sensible a la presión incluye la distancia de carril a carril que incluye al menos uno de ahusado, inclinación y paso, siendo lineal el al menos uno de ahusado, inclinación y paso.

18. La combinación de elemento lateral de riego y emisor de la reivindicación 14, en la que la sección sensible a la presión incluye la distancia de carril a carril que incluye al menos uno de ahusado, inclinación y paso, siendo curvilíneo el al menos uno de ahusado, inclinación y paso.
- 5 19. La combinación de elemento lateral de riego y emisor de la reivindicación 14, en la que la sección sensible a la presión incluye la distancia de carril a carril que incluye al menos uno de ahusado, inclinación y paso, siendo continuo el al menos uno de ahusado, inclinación y paso.
- 10 20. La combinación de elemento lateral de riego y emisor de la reivindicación 14, en la que la sección sensible a la presión incluye la distancia de carril a carril que incluye al menos uno de ahusado, inclinación y paso, siendo discontinuo el al menos uno de ahusado, inclinación y paso.
- 15 21. La combinación de elemento lateral de riego y emisor de la reivindicación 14, en la que la sección sensible a la presión incluye al menos un carril externo, siendo ajustado el al menos un carril externo por medio de al menos uno de longitud, posición, número, distancia desde al menos uno del primer carril y del segundo carril, número de veces que el al menos un carril externo se une a al menos uno del primer carril y del segundo carril, grosor, ahusado, inclinación, ahusado, simetría y continuidad.
- 20 22. La combinación de elemento lateral de riego y emisor de la reivindicación 14, en la que la esquina del carril es al menos una de una esquina de carril interno y una esquina de carril externo.
- 25 23. El emisor de la reivindicación 14, en donde un primer saliente está conectado operativamente al piso y al primer carril y un segundo saliente está conectado operativamente al piso y al segundo carril, en donde el primer y el segundo salientes están situados a lo largo de la sección sensible a la presión, teniendo el primer saliente al menos un primer elemento de ajuste, teniendo el segundo saliente tiene al menos un segundo elemento de ajuste, siendo
- 30 el primer elemento de ajuste y el segundo elemento de ajuste no simétricos a lo largo de la sección sensible a la presión.

24. La combinación de elemento lateral de riego y emisor de la reivindicación 14, en la que al menos un primer saliente y un segundo saliente están situados a lo largo de la sección sensible a la presión, teniendo el primer saliente tiene al menos un primer elemento de ajuste, teniendo el segundo saliente tiene al menos un segundo elemento de ajuste, teniendo el al menos un primer elemento de ajuste y el al menos un segundo elemento de ajuste al menos una de diferentes dimensiones y diferentes configuraciones.

25. La combinación de elemento lateral de riego y emisor de la reivindicación 14, en la que la pared del elemento lateral incluye un perímetro seleccionado del grupo formado por un perímetro continuo y un perímetro discontinuo, formado por la costura de la pared en al menos un lugar del perímetro.

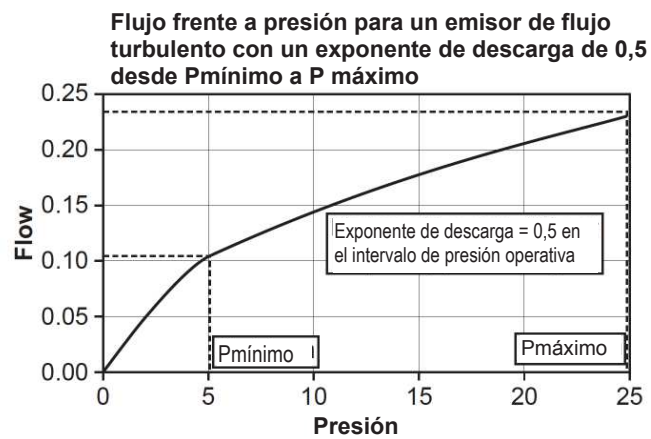


FIG. 1

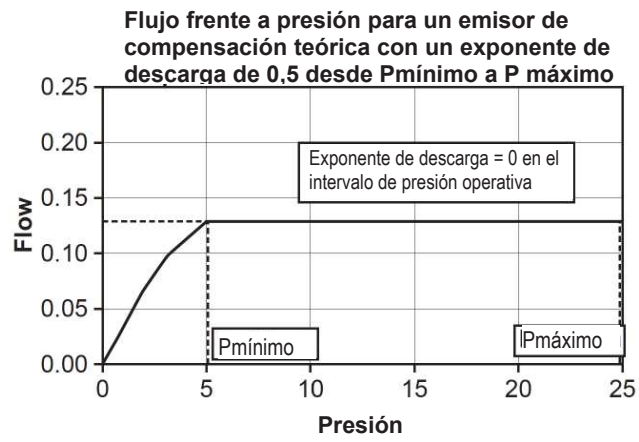


FIG. 2

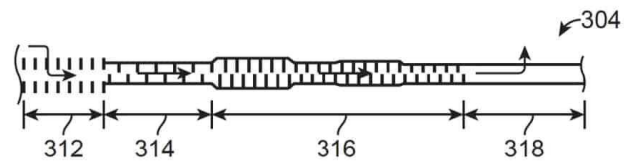


FIG. 3A

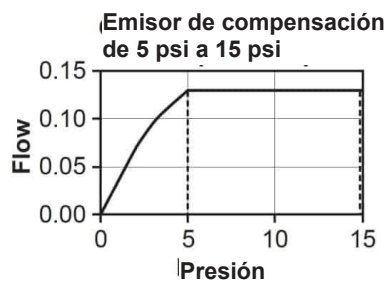


FIG. 3B

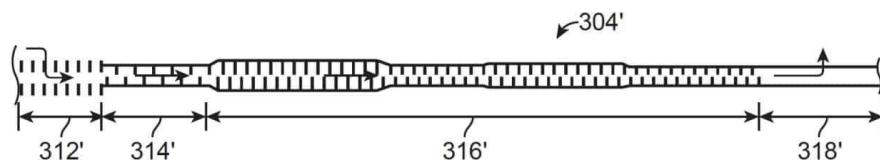


FIG. 3C

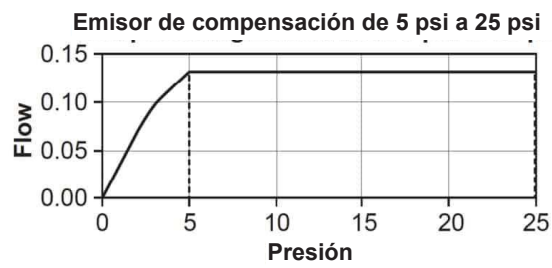


FIG. 3D

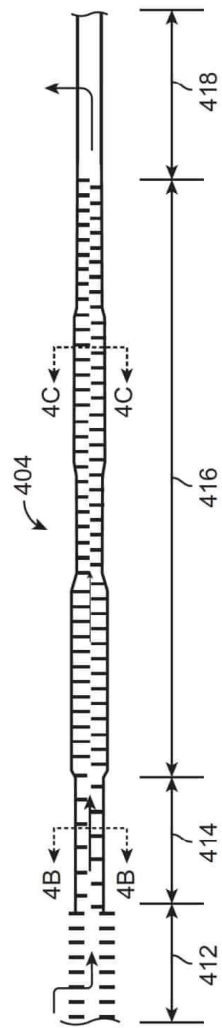


FIG. 4A

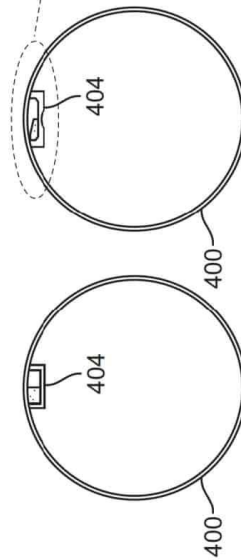


FIG. 4B

FIG. 4C

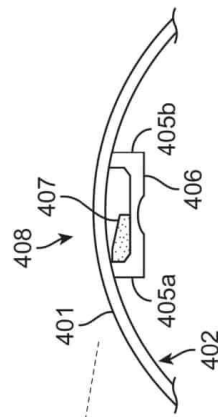


FIG. 4D

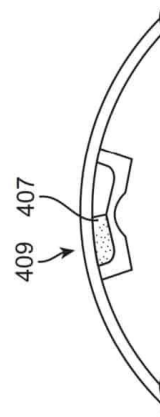


FIG. 4E

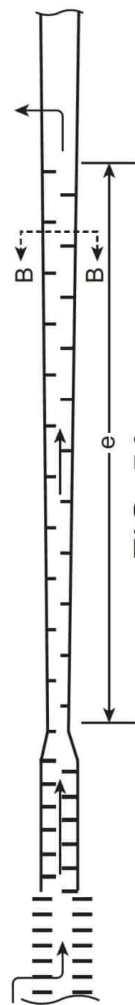


FIG. 5A

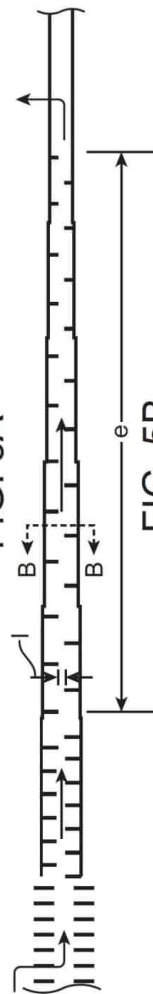


FIG. 5B

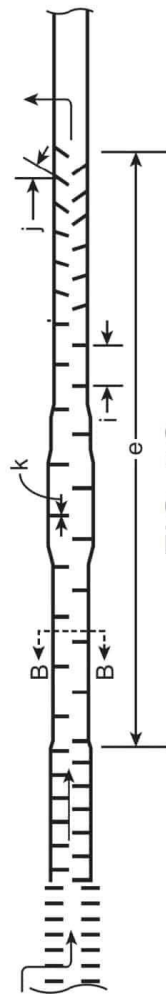


FIG. 5C

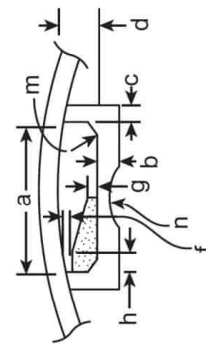


FIG. 5D

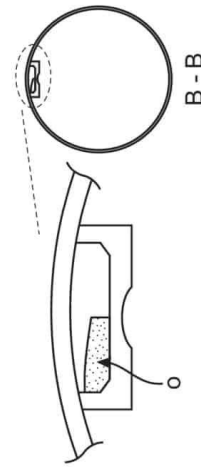


FIG. 5E

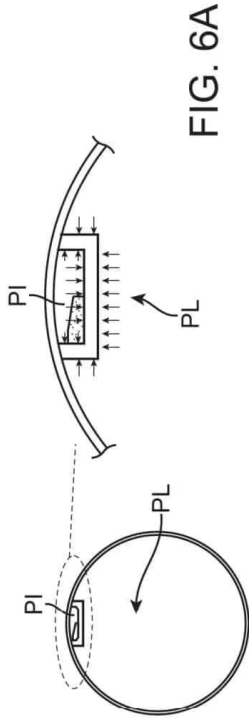


FIG. 6A

Desvío de saliente de sección sensible a la presión con presión diferencial creciente

	Ejemplo sin carriles externos adicionales	Ejemplo con carriles externos, suelo más delgado, separación de carril vertical y separación de distancia de punta	Ejemplo con carriles externos y uso de dureza reducida
Totalmente "abierto" (sin desvío)			
Parcialmente desviado			
Parcialmente desviado			
Totalmente "cerrado" (saliente totalmente desviado hacia arriba contra la pared del tubo)			

Presión
diferencial —
creciente

FIG. 6B



FIG. 7

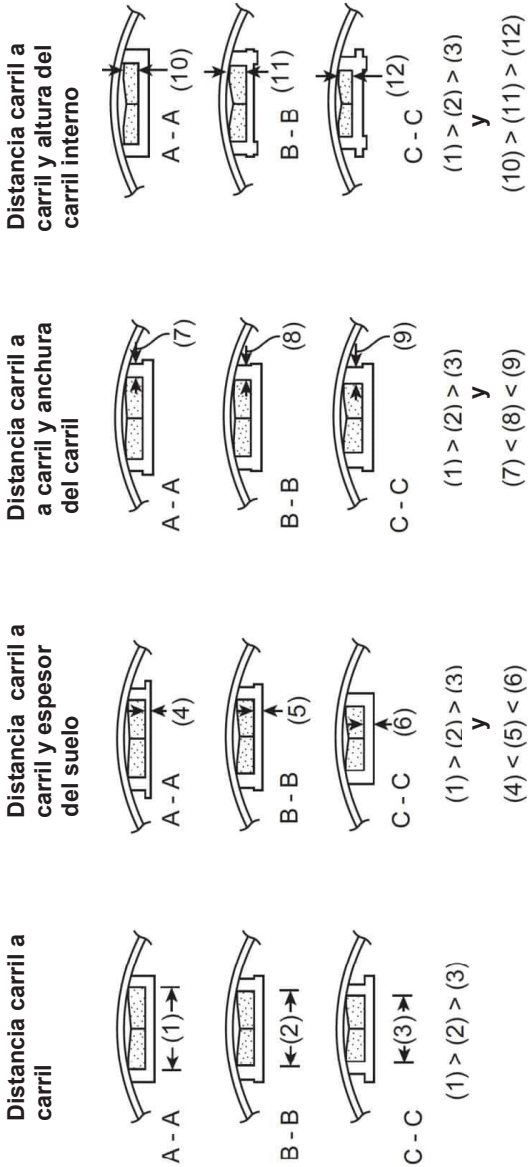


FIG. 7A

FIG. 7B

FIG. 7C

FIG. 7D

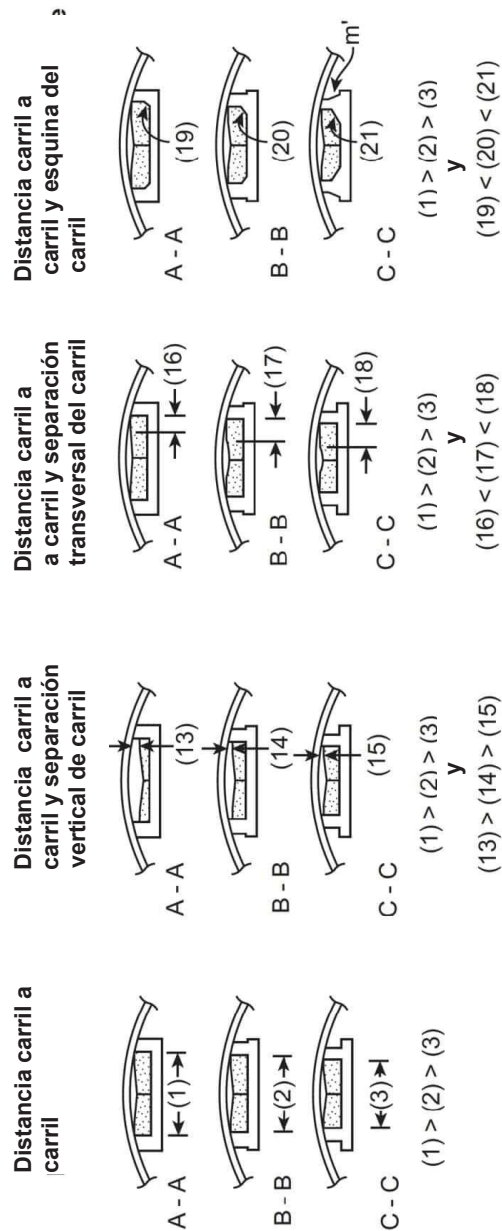


FIG. 8A

FIG. 8B

FIG. 8C

FIG. 8D

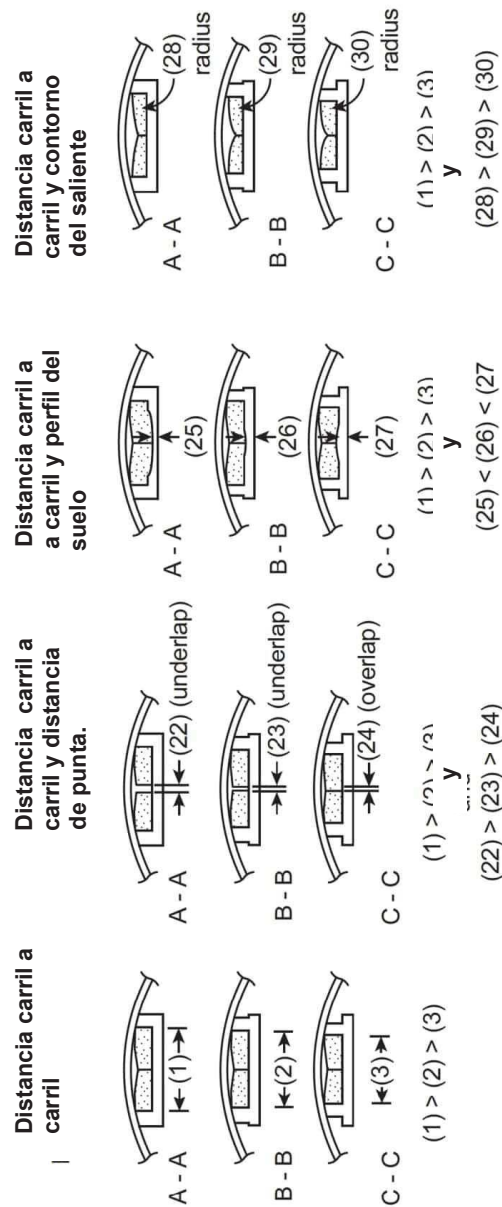


FIG. 9A

FIG. 9B

FIG. 9C

FIG. 9D

Distancia carril a carril

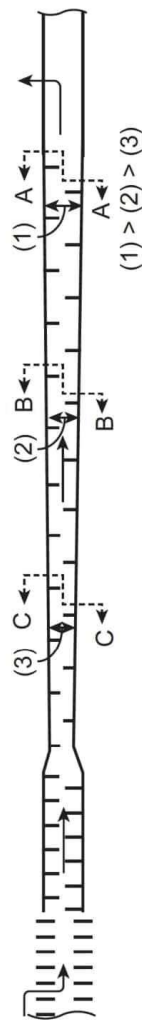


FIG. 10A

Distancia carril a carril y densidad de salientes

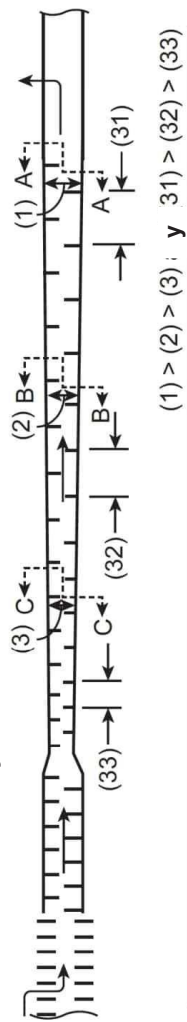


FIG. 10B

Distancia carril a carril y ángulo de saliente

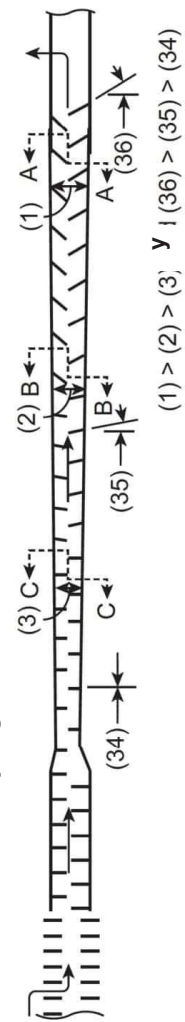


FIG. 10C

Distancia carril a carril y espesor de saliente

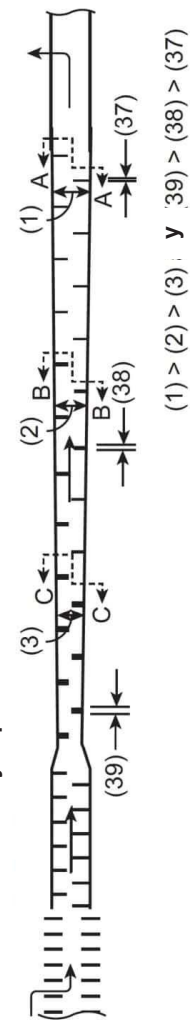


FIG. 10D

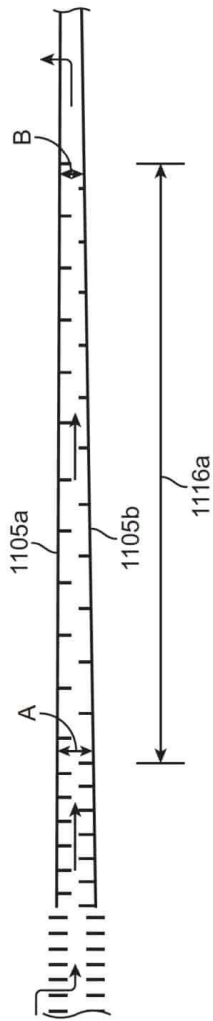


FIG. 11A

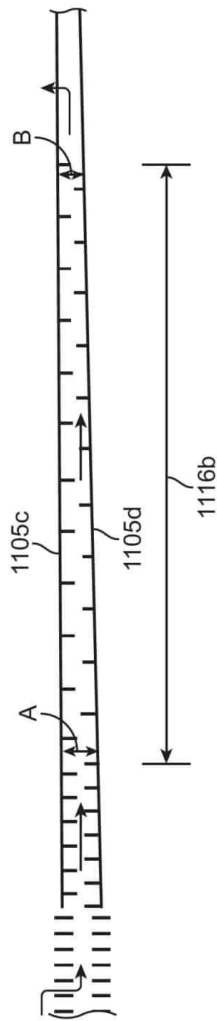


FIG. 11B

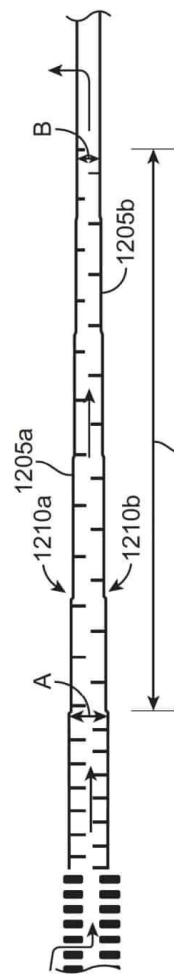


FIG. 12A

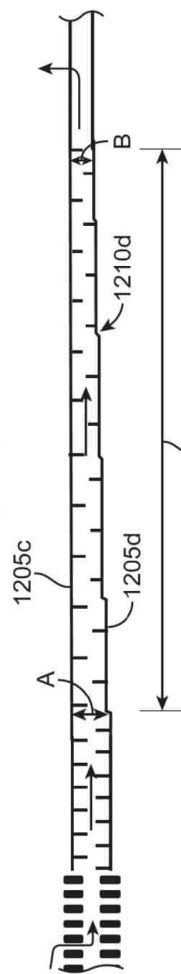


FIG. 12B

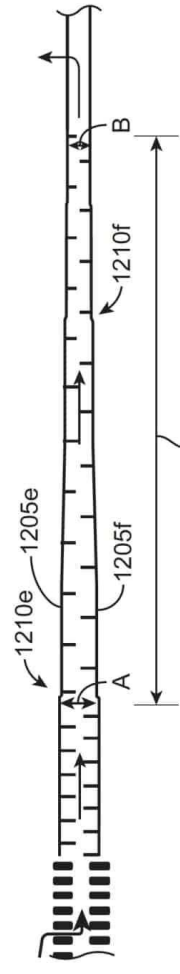


FIG. 12C

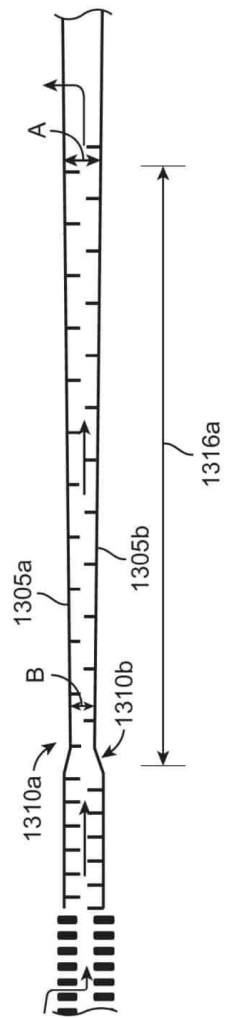


FIG. 13A

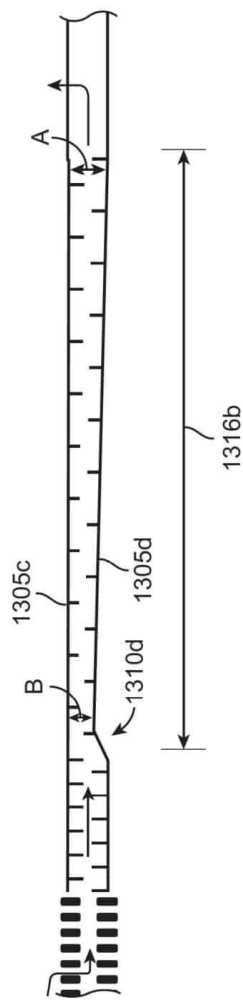


FIG. 13B

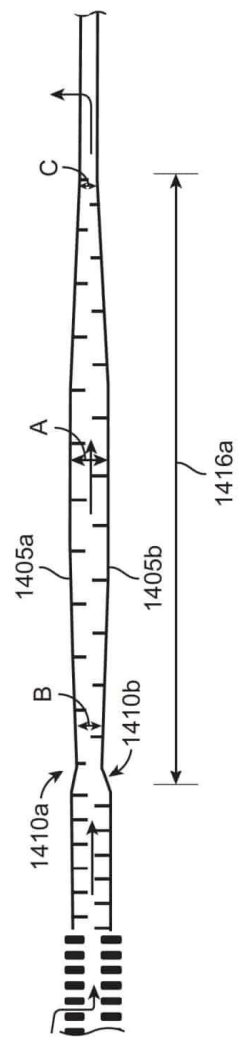


FIG. 14A

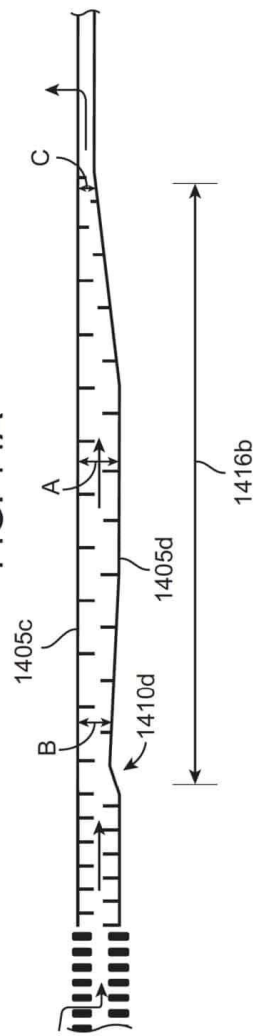


FIG. 14B

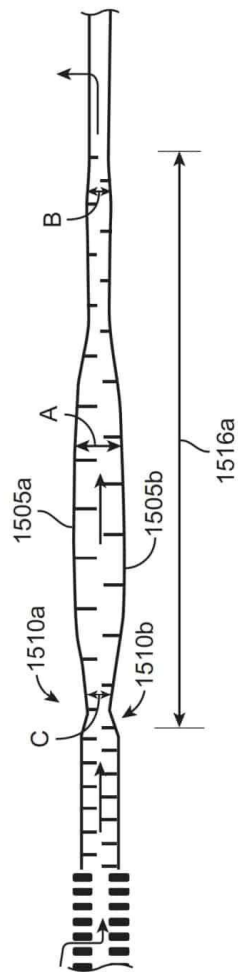


FIG. 15A

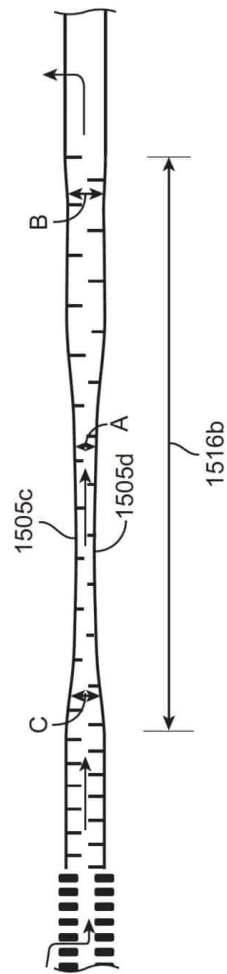
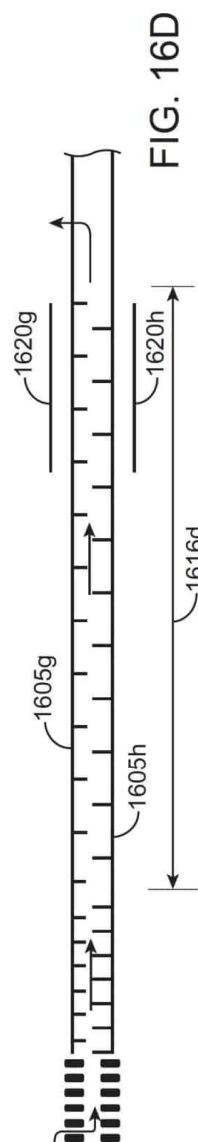
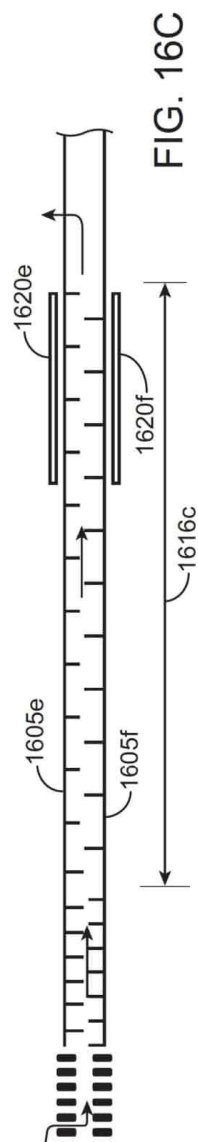
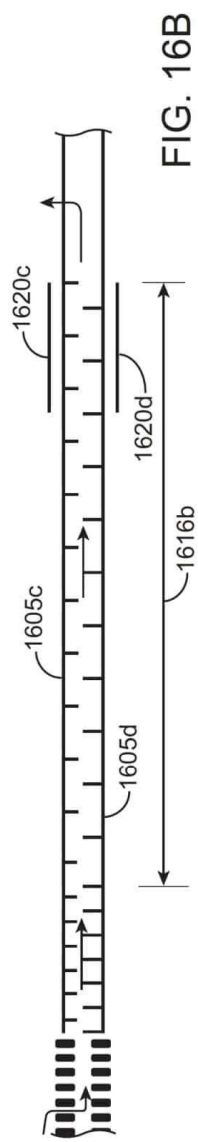
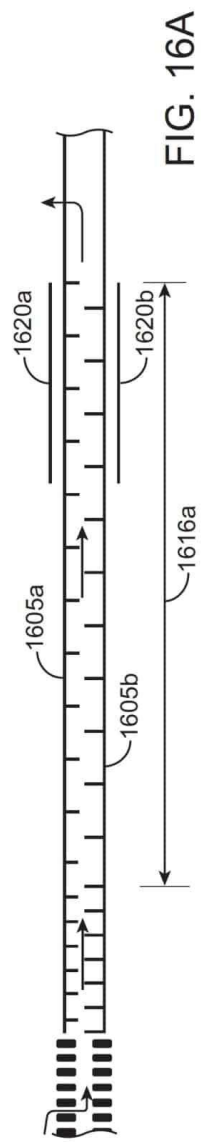
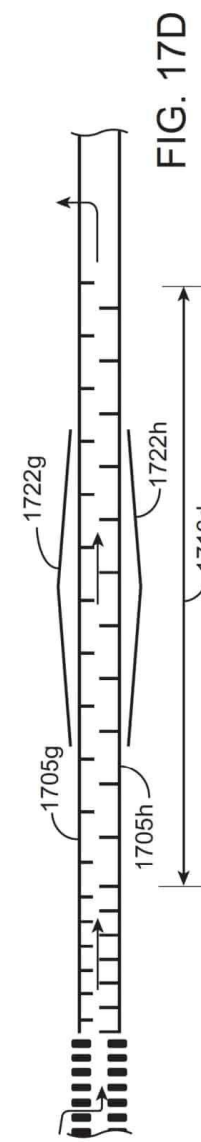
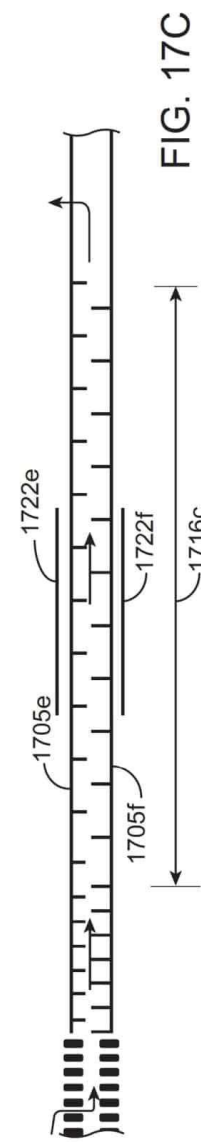
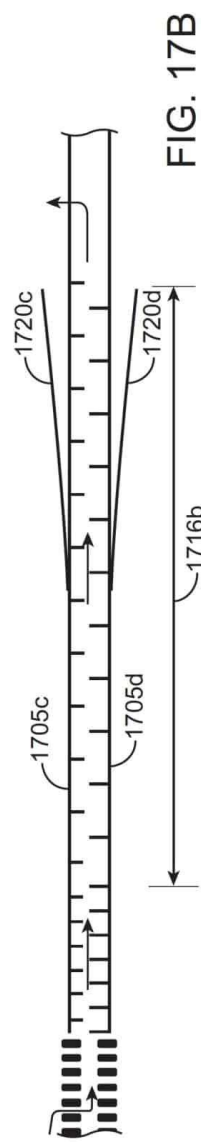
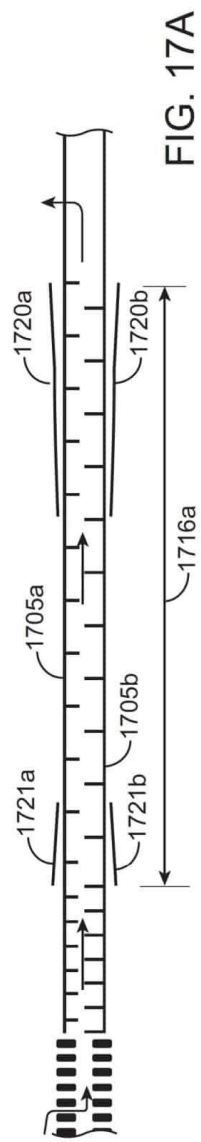
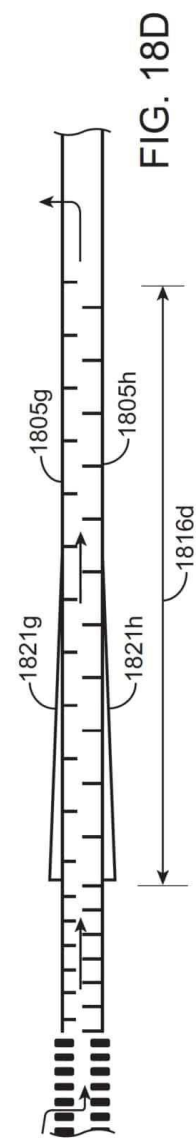
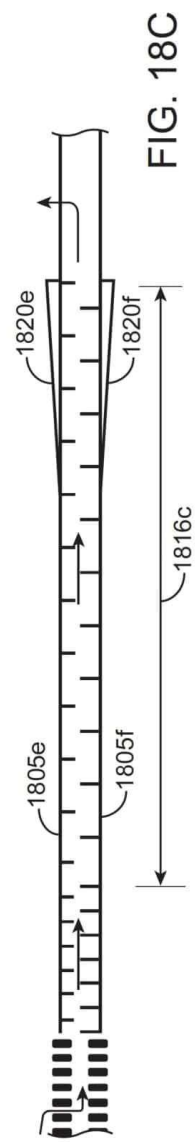
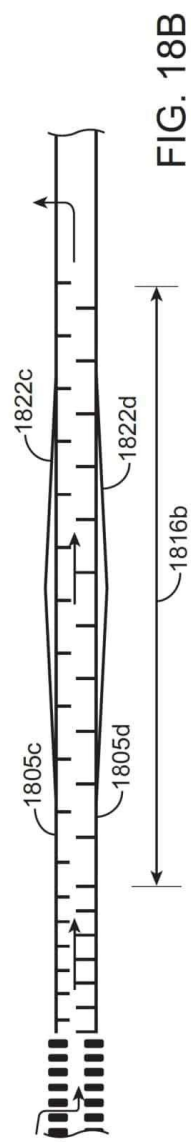
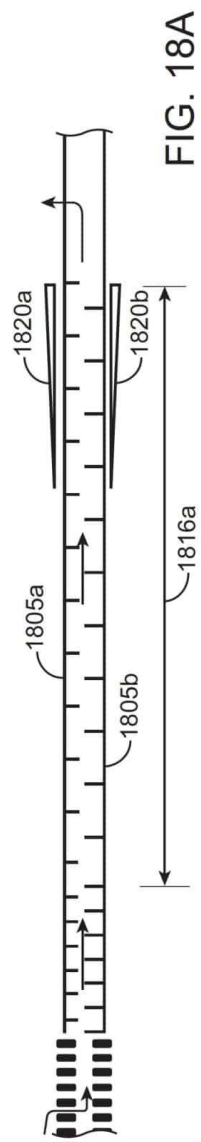
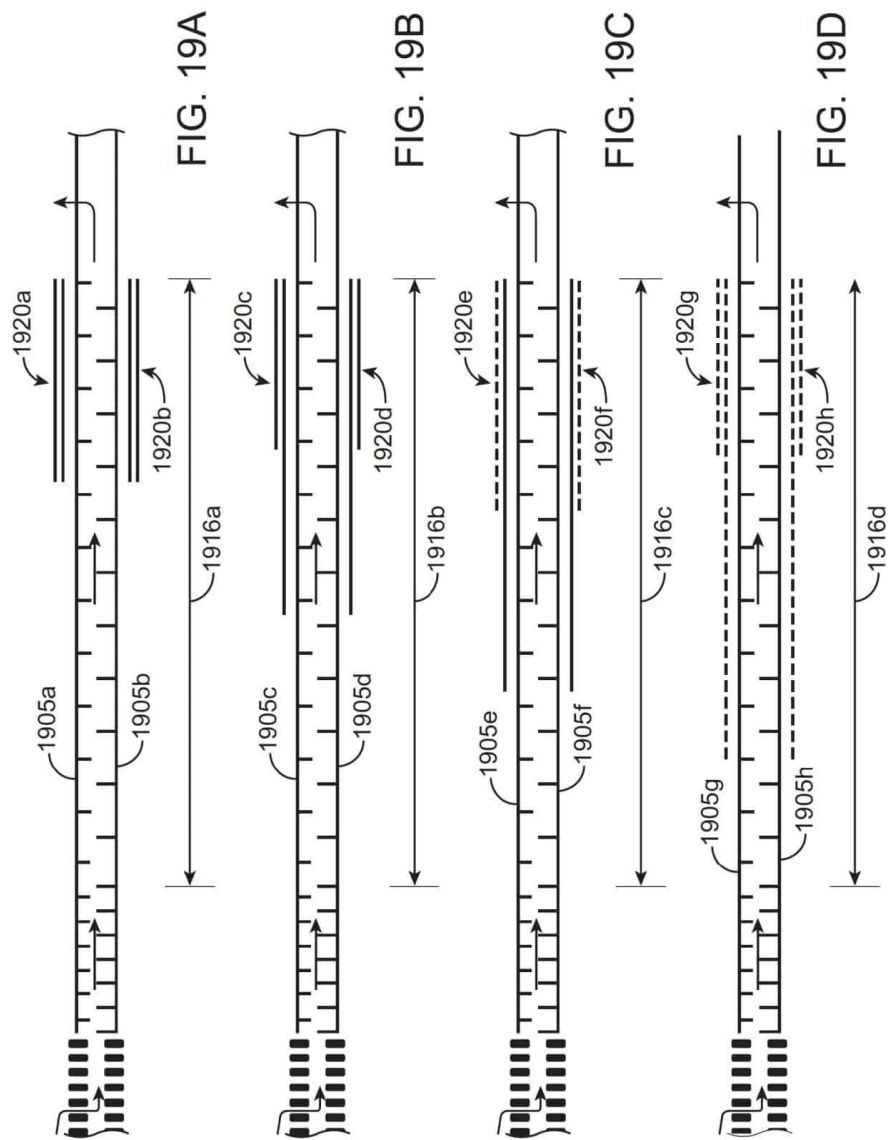


FIG. 15B









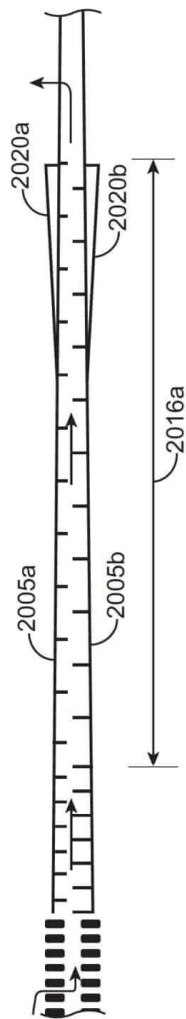


FIG. 20A

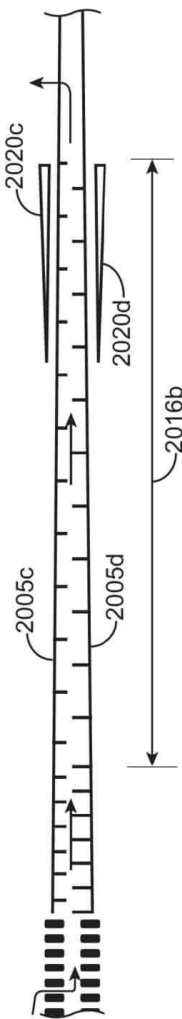


FIG. 20B

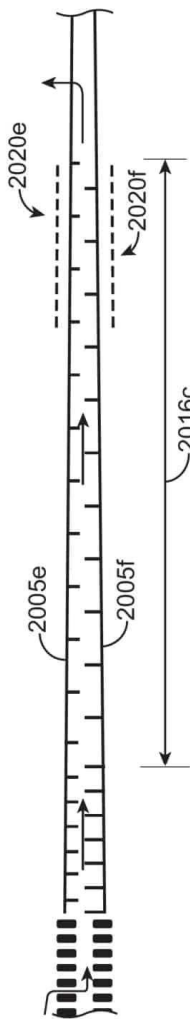


FIG. 20C

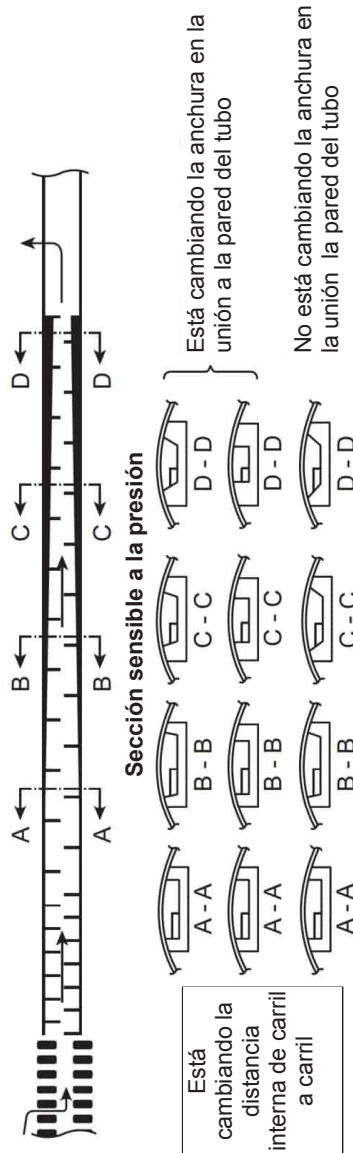


FIG. 21A

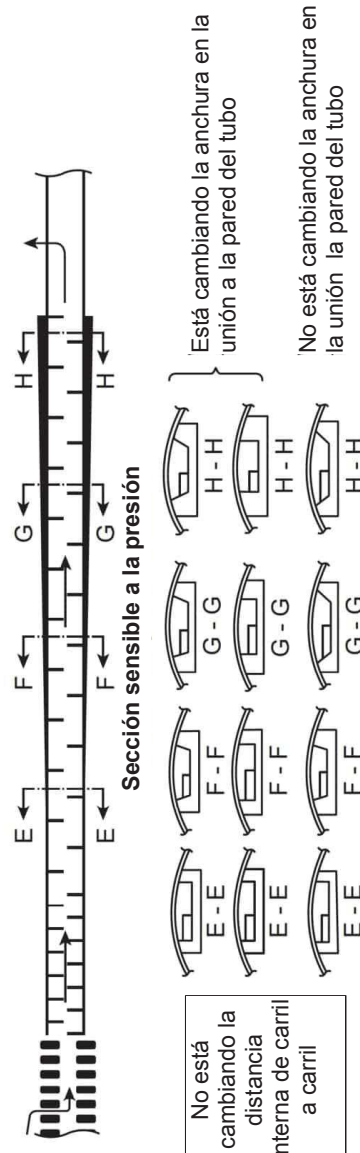
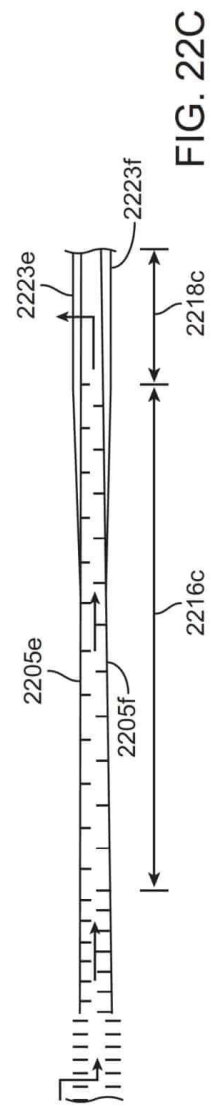
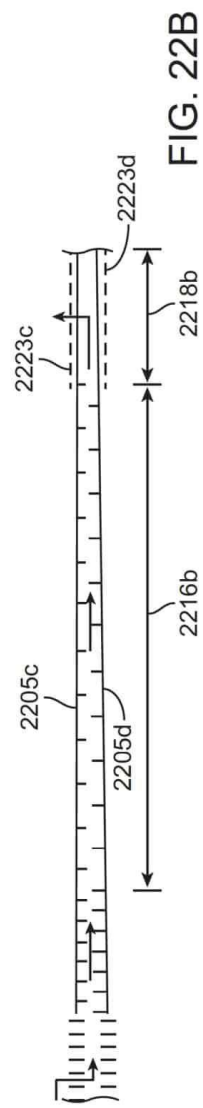
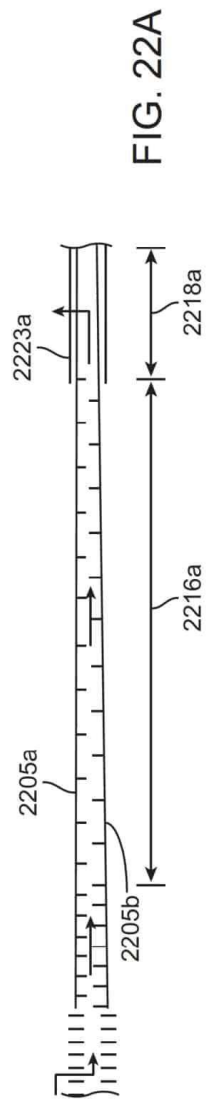


FIG. 21B



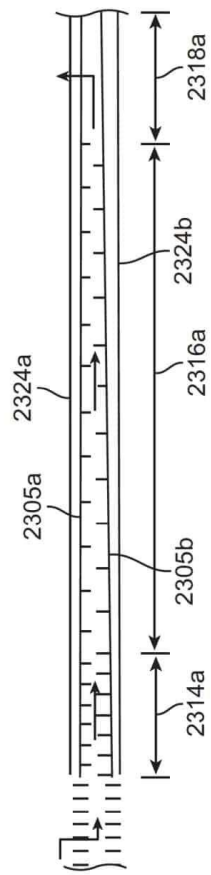


FIG. 23A

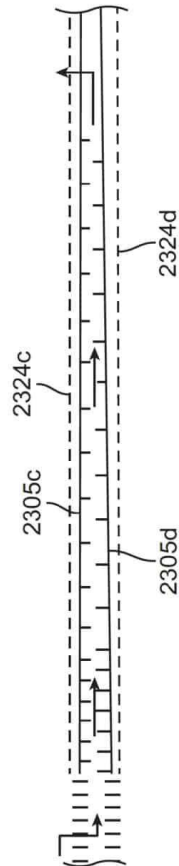


FIG. 23B

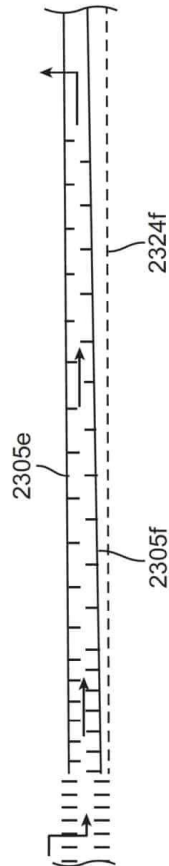


FIG. 23C

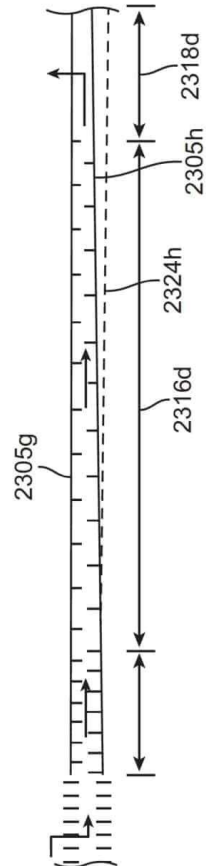
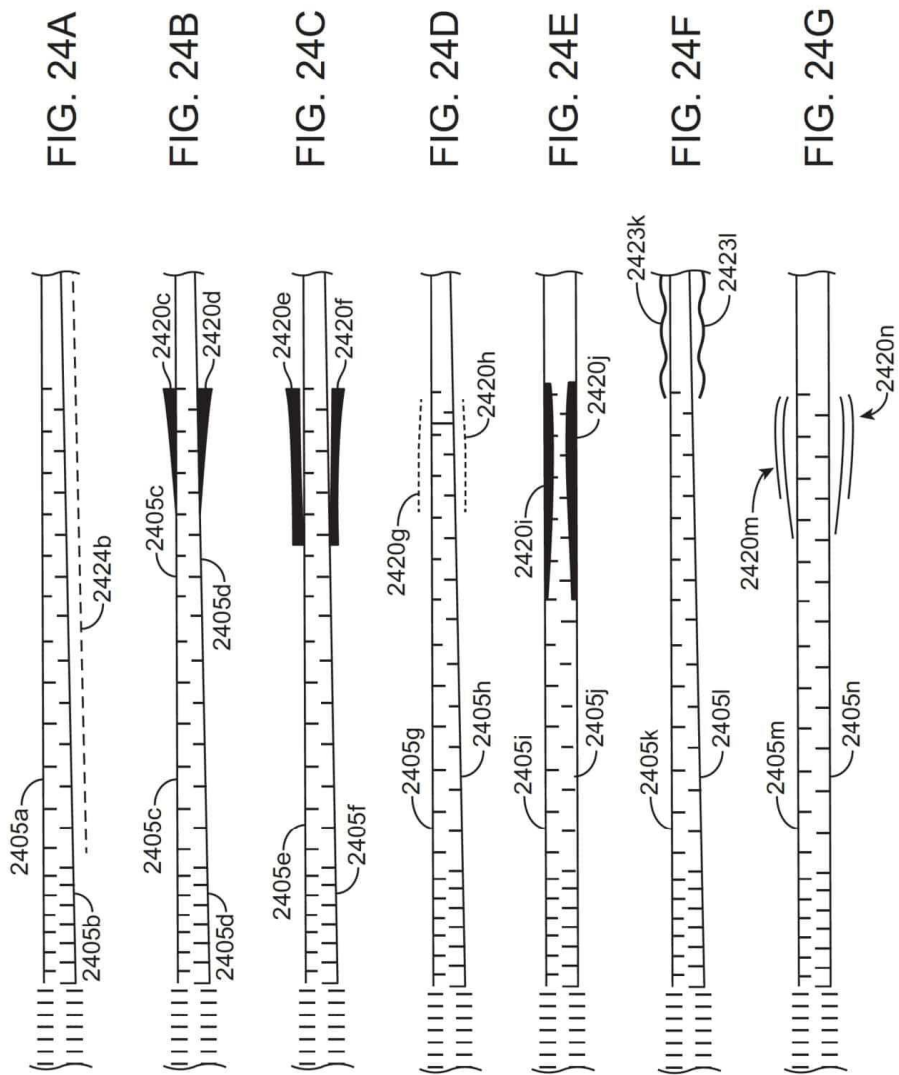
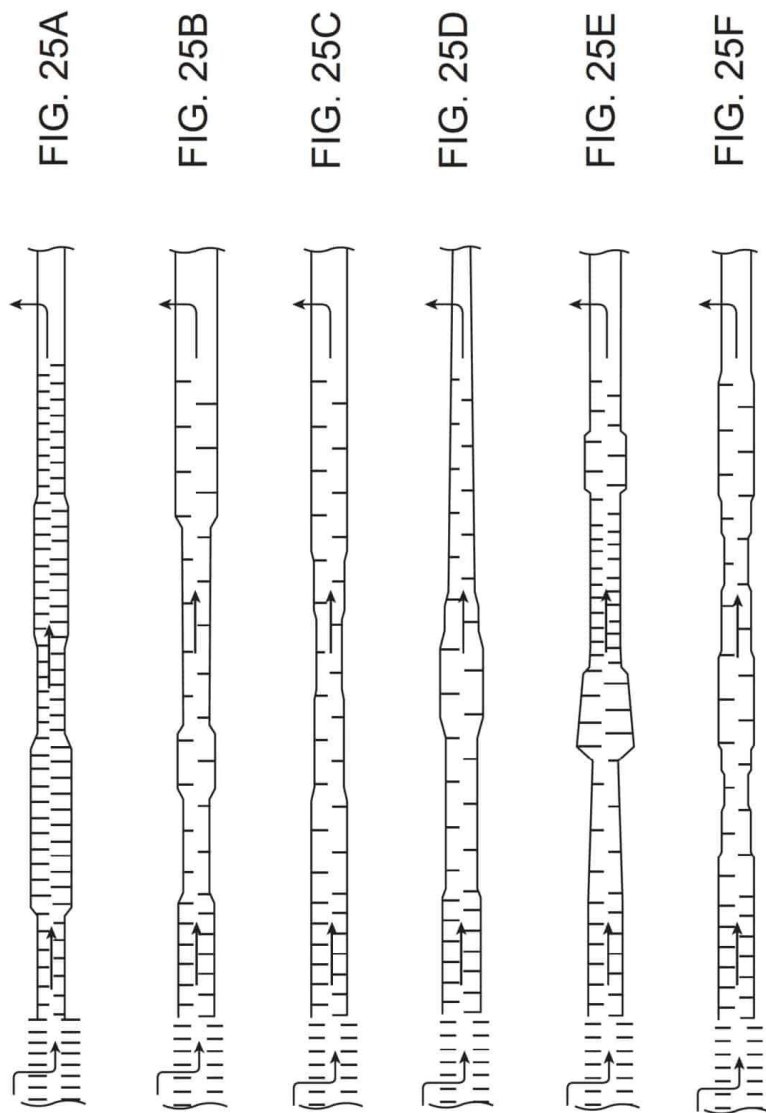


FIG. 23D





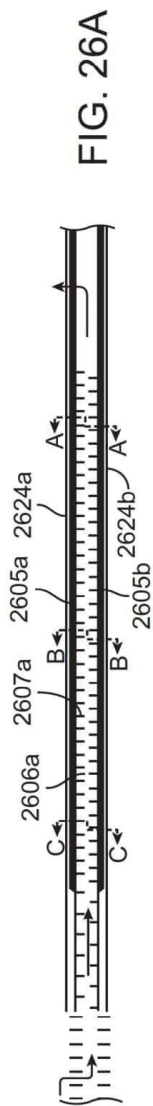


FIG. 26A

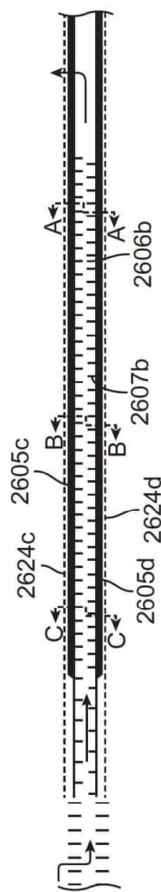


FIG. 26B

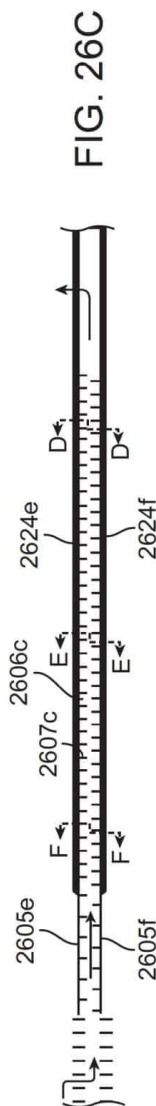


FIG. 26C

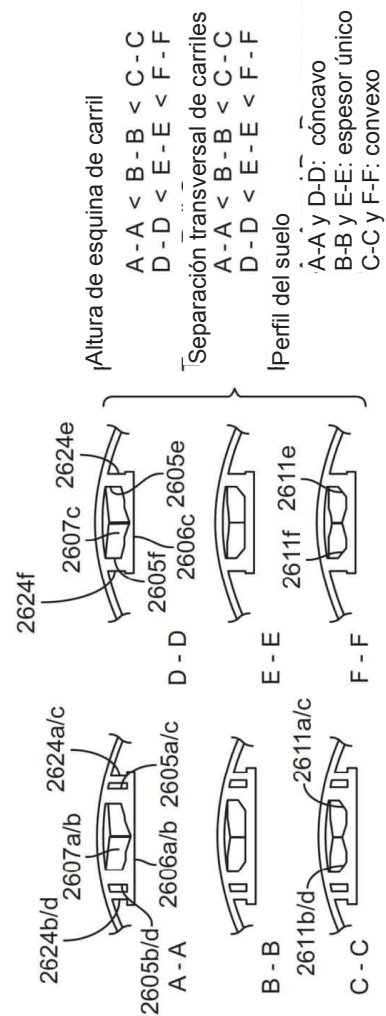


FIG. 26D

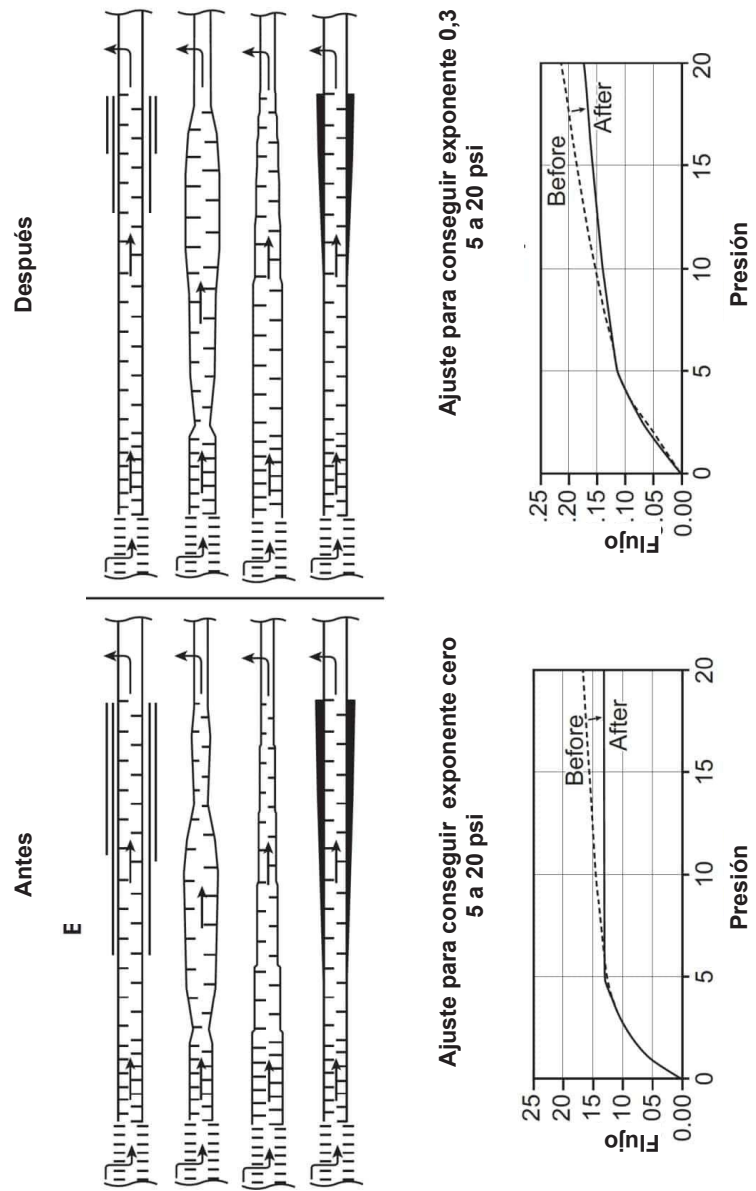
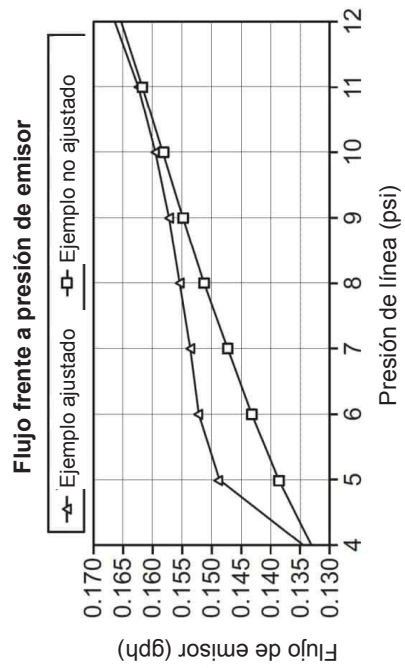
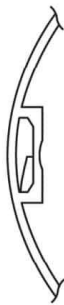
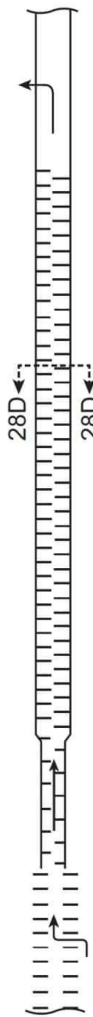
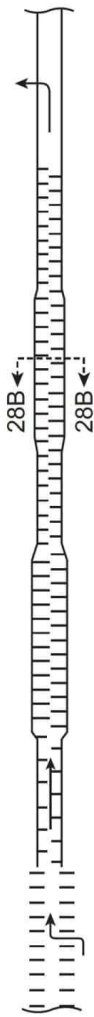


FIG. 27



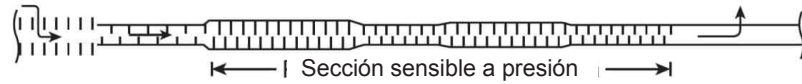


FIG. 29A

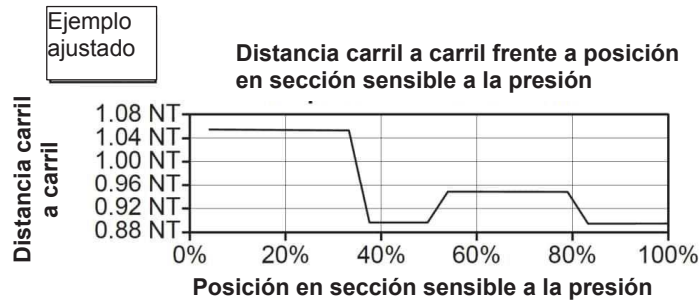


FIG. 29B

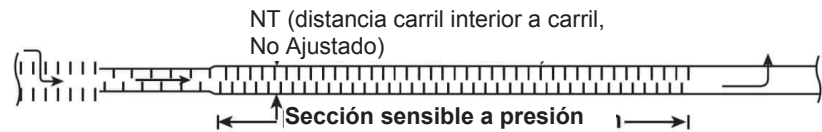


FIG. 29C

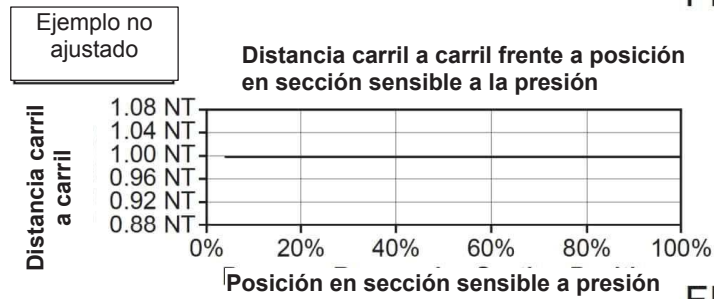


FIG. 29D

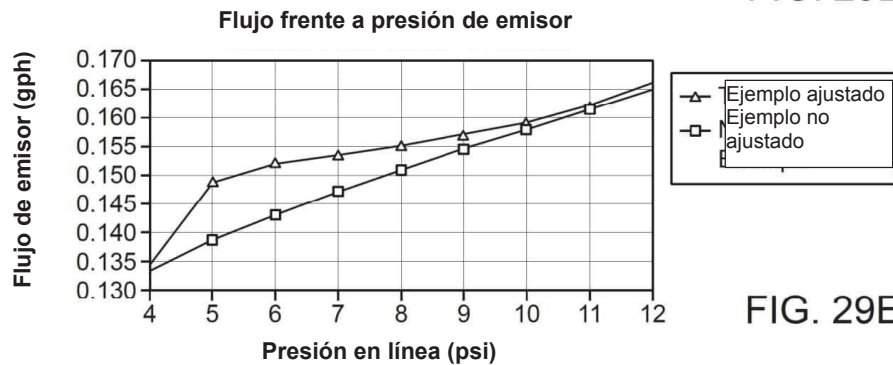


FIG. 29E

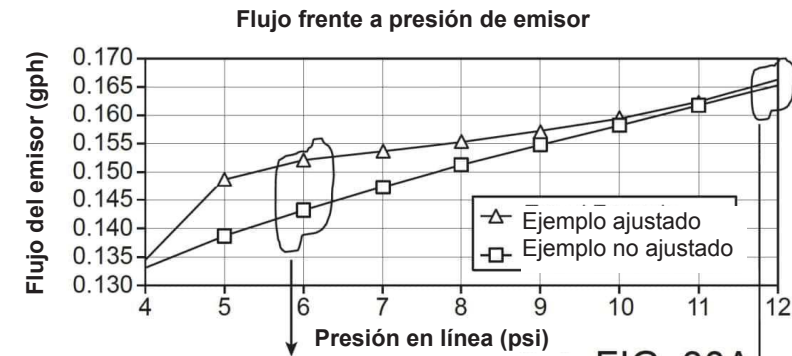


FIG. 30A

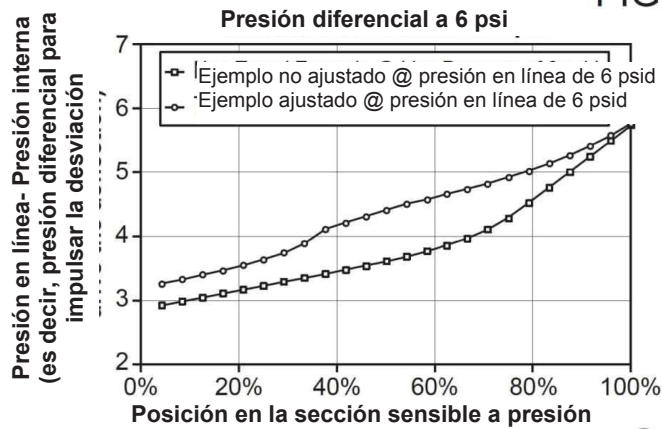


FIG. 30B

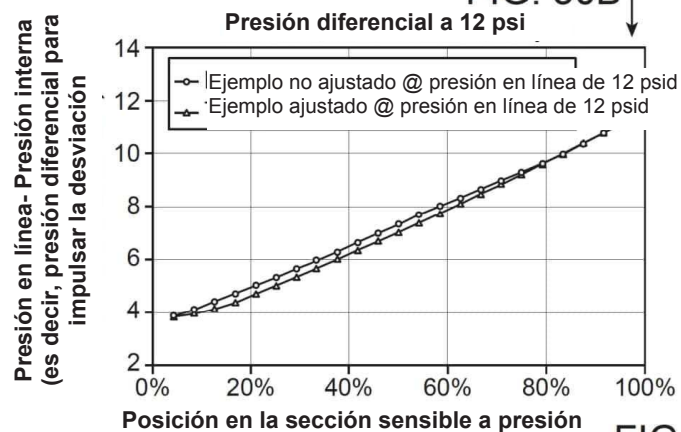


FIG. 30C

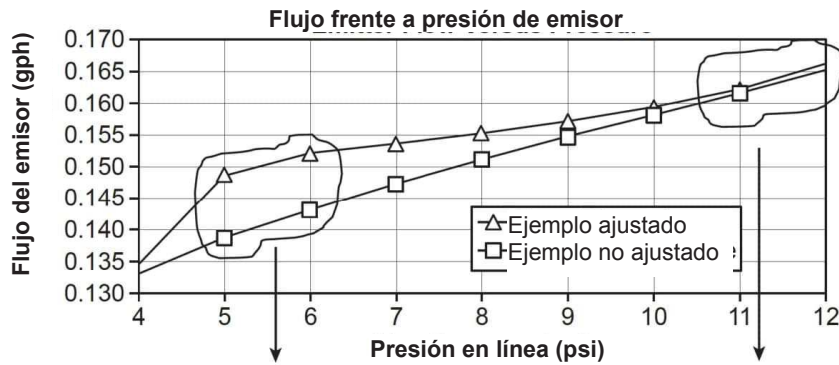


FIG. 31A

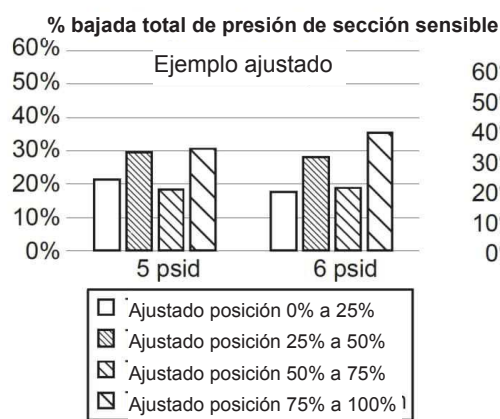


FIG. 31B

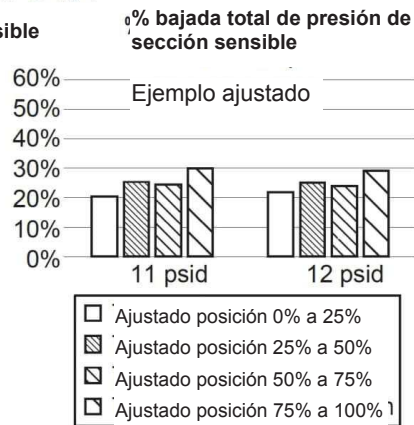


FIG. 31C

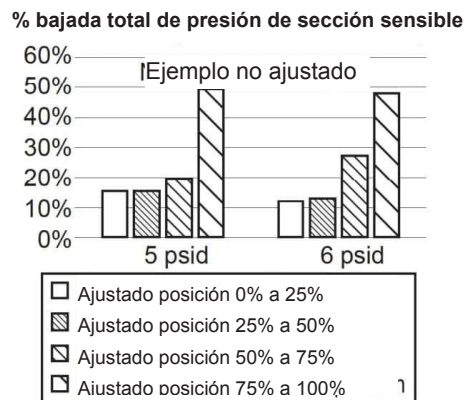


FIG. 31D

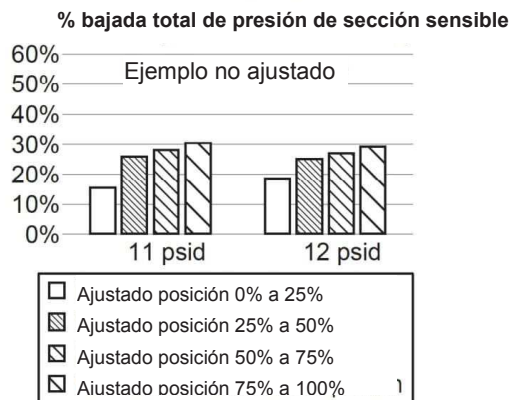


FIG. 31E

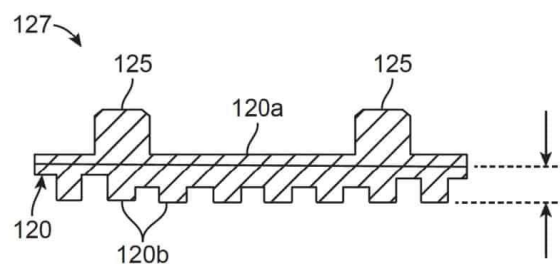


FIG. 32

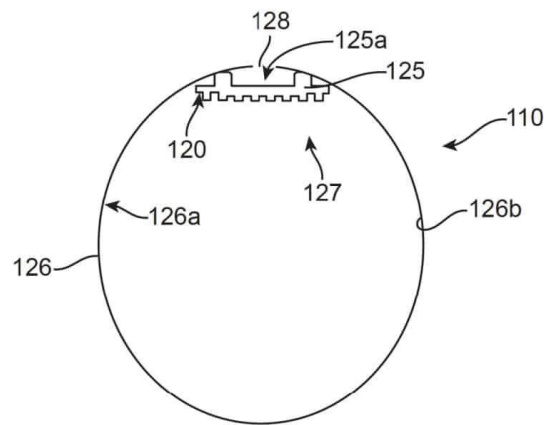


FIG. 33