

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 619 162**

51 Int. Cl.:

A01G 25/02 (2006.01)

A01G 25/16 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **15.08.2007 PCT/IL2007/001023**

87 Fecha y número de publicación internacional: **21.02.2008 WO08020445**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.08.2007 E 07805485 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.01.2017 EP 2051579**

54 Título: **Tubo de riego**

30 Prioridad:
17.08.2006 IL 17755206

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
23.06.2017

73 Titular/es:
**NETAFIM LTD. (100.0%)
161 ARLOZOROV STREET
64922 TEL AVIV, IL**

72 Inventor/es:
KEREN, RON

74 Agente/Representante:
DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 619 162 T3

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

DESCRIPCIÓN

Tubo de riego

Campo de la invención

La invención se refiere a tubos de riego, en particular tubos de riego instalados con una pluralidad de emisores.

5 Antecedentes de la invención

Los sistemas de riego que suministran agua, que contiene a menudo nutrientes de plantas, pesticidas y/o medicaciones, a plantas a través de redes de riego son conocidos muy bien. En muchas redes de riego de este tipo, el agua de los tubos es suministrada a las plantas por "emisores" o "aspersores", referidos en adelante, en general, como emisores, que están instalados sobre o "integrados" dentro de los tubos de riego. Los emisores que están integrados dentro de un tubo de riego se refieren convencionalmente como emisores "integrados". Generalmente, los emisores integrados en un tubo de riego dado están equidistantes entre sí y cada uno de ellos proporciona un sustancialmente el mismo caudal de flujo para una misma presión de agua dada en el tubo. Sin embargo, los emisores integrados en un tubo de riego no son necesariamente iguales y equidistantes entre sí. Las distancias entre los emisores y las características de los emisores instalados en un tubo se pueden adaptar en la fábrica a requerimientos particulares de una localización, en la que debe utilizarse el tubo y las condiciones en las que debe utilizarse el tubo en la localización.

Por ejemplo, la patente US 6.308.902 describe una manguera de riego por goteo para regar plantas, que comprende una pluralidad de emisores integrados que tienen diferentes caudales de descarga que están "fabricados en la manguera". Los emisores tienen al menos dos geometrías diferentes que proporcionan diferentes resistencias al flujo de agua. Las localizaciones de los emisores a lo largo del tubo se determinan para que los emisores, que se caracterizan por mayor resistencia al flujo de agua, estén localizados en posiciones a lo largo del tubo que están sometidas a presión más alta del agua y los emisores caracterizados por menor resistencia al flujo de agua están localizados en posiciones sometidas a presión más baja del agua. Por ejemplo, supongamos un tubo de riego que debe utilizarse para regar plantas en un campo relativamente plano. Los emisores de resistencia más alta están posicionados a lo largo del tubo relativamente próximos a un extremo de entrada de tubo, que está conectado a una fuente de agua que proporciona agua al tubo y donde la presión del agua es relativamente alta y próxima a la presión de entrada del agua. Los emisores de resistencia más baja están posicionados en localizaciones relativamente alejadas de la fuente de agua en localizaciones donde la presión del agua es reducida con relación a la presión de entrada debido a la resistencia del tubo al flujo de agua. Posicionando los emisores de esta manera, el caudal de flujo de agua proporcionado por el tubo para regar las plantas tiende a ser relativamente uniforme a lo largo de la longitud del tubo.

La patente US 4.423.838 describe "una línea de riego adaptada topográficamente, diseñada a medida", que comprende "una pluralidad de medios de descarga de líquido", que características deseadas de salida del agua a lo largo de la longitud de la línea. Las características deseadas de salida se proporcionan "variando la periodicidad de los elementos de descarga a lo largo de ellos, variando los caudales de flujo de los elementos individuales de descarga o ambos en cualquier combinación deseada".

Aunque los tubos de riego configurados para terrenos y condiciones específicos, para los que deben utilizarse, son beneficiosos, los requerimientos de riego, incluso sobre un mismo terreno, cambian generalmente con el tiempo, puesto que, por ejemplo, las cosechas en el campo o jardín de terrazas maduras y/o cambia su densidad en el campo o jardín. Una configuración dada de emisores, incluso cuando está adaptada para satisfacer las necesidades de un terreno y aplicación de riegos particulares, no puede satisfacer a menudo las necesidades del terreno y aplicación, puesto que las necesidades cambian durante la temporada de cultivo. Típicamente, para satisfacer las necesidades variables durante la temporada de cultivo, un usuario de tubos de riego conseguirá tubos que tienen una densidad de emisores por unidad de longitud de tubo que es demasiado alta para una aplicación de riego inicial para la que se utiliza el tubo. Algunos de los emisores se retiran del servicio bloquean, es decir, cerrando sus salidas para adaptar el tubo al uso inicial. Posteriormente, en el caso de que se requiera el tubo para proporcionar cantidades incrementadas de agua, se desbloquean los emisores bloqueados. De manera alternativa, puede adquirirse un tubo con una cantidad de emisores suficiente para un uso inicial que requiere una provisión relativamente pequeña de agua. A medida que se incrementa la demanda de agua, se añaden emisores externos, por ejemplo acoplando emisores en-línea (emisores acoplados externamente a un tubo de riego a través de agujeros que se forman a menudo en la pared del tubo utilizando herramientas especiales), o emisores auto-perforadores al tubo de riego. A modo de ejemplo, se describen emisores auto-perforadores en la Solicitud PCT PCT/IL2005/001382 titulada "Fluid Flow Control Regulator", cuya descripción se incorpora aquí por referencia.

La patente US 6.027.048 describe un emisor de riego integrado adecuado para integración en un tubo de riego que tiene una característica de no-retorno que sella el emisor contra reflujo de agua y aire en el tubo cuando la presión del agua en el tubo cae por debajo de un nivel predeterminado. La característica de no-retorno reduce la frecuencia con la que los emisores de obstruyen con suciedad y residuos transportados por el agua y/o reflujo de aire. El reflujo de agua y/o de aire ocurre típicamente cuando se desconecta el suministro de agua a tubos de riego que

proporcionan agua a plantas en el campo o invernadero y cae la presión en los tubos. Para tubos de riego por goteo por debajo de la superficie (SDI), que están enterrados en el suelo o en un medio de crecimiento, el material en partículas en terreno circundante o medio de crecimiento tiende a penetrar y obstruir los emisores en los tubos cuando cae la presión del agua en los tubos. Para riego por goteo por encima de la superficie, el reflujó tiende a obstruir los emisores penetrando en los emisores material en partículas enlodo y polvo en entornos en los que los emisores están localizados con frecuencia.

La patente US 5.615.383 describe emisores integrados, referidos como emisores en-línea, que tienen una característica de no-retorno y opcionalmente proporcionan un flujo regulado del agua. En una forma de realización de la invención, una membrana flexible cierra el flujo de entrada o salida del emisor cuando la presión de entrada en el emisor cae por debajo de una presión mínima. La membrana funciona opcionalmente para controlar una longitud de un laberinto a través del cual fluye agua sensible a la presión de entrada para regular el flujo de agua proporcionado por el emisor. La patente indica que las "estructuras que definen cómo y bajo qué presiones operan las válvulas se pueden variar también fácilmente".

El documento WO0164019 define un emisor con agujero de entrada de agua que lleva un anillo circunferencial y membrana elástica que los cubre herméticamente. El agua penetra al emisor desde el anillo sólo si se alcanza una presión particular del agua en la red, que eleva ligeramente la membrana formando un intersticio.

Aunque los emisores de riego de no-retorno reducen la probabilidad de obstrucción como resultado de su característica anti-obstrucción ventajosa, cuando se cierra el suministro de agua a un tubo de riego en el que están instalados, sellan el tubo contra entrada de aire y previenen el drenaje del agua en el tubo. Como resultado, el almacenamiento del tubo después del uso o el movimiento del tubo de un lugar a otro pueden requerir un proceso de drenaje relativamente tedioso. Si se drena el agua desde un extremo alejado del tubo, por ejemplo desde un extremo alejado de una fuente de agua a la que el tubo está acoplado, a medida que se drena el agua, se crea vacío en el tubo, que provoca que el tubo se aplaste y se pliegue sobre sí mismo. Cuando el tubo de aplasta, no sólo existe una tendencia a que las paredes del tubo y los emisores sufran daño, sino que el aplastamiento no es uniforme, provocando variación sustancial en la forma y diámetro del tubo a lo largo de su longitud. Si se arrolla en tubo sobre un carrete, como es el caso a menudo después del uso durante una temporada de cultivo o para retirar el tubo de un campo a otro, el "arrollamiento" del tubo sobre el carrete no es uniforme y tiende a enredarse. Posteriormente, cuando se desenrolla el tubo desde el carrete, el arrollamiento no-uniforme y los enredos tienden a dificultar el desenrollamiento y el tendido del tubo uniformemente sobre el suelo y/o tienden a provocar que el tubo de "enganche" y sea atrapado sobre el carrete durante el desenrollamiento. Si el tubo es desenrollado por un tractor, el arrollamiento y los enredos revueltos hacer generalmente la tarea tediosa y consume tiempo y si el tubo se engancha, puede resultar el desgarro del tubo o que se dañe de otra manera.

Sumario de la invención

Un aspecto de algunas formas de realización de la invención se refiere a proporcionar un tubo de riego que tiene una configuración de emisores que son controlables para ser conectados y desconectados para proporcionar diferentes cantidades predeterminadas deseadas y/o distribuciones espaciales de agua a plantas controlando la presión del agua de entrada al tubo.

De acuerdo con una forma de realización de la invención, al menos dos de los emisores integrados acoplados al tubo tienen diferentes umbrales de presión de descarga del agua, referidos a continuación como "umbrales de presión de descarga". Al menos uno de los umbrales de presión de descarga puede ser sustancialmente cero. Si la presión del agua, en adelante "presión local" en la localización de un emisor en el tubo es menor que el umbral de la presión de descarga característica del emisor, el emisor no descargará agua desde el tubo. Por otra parte, si la presión local del agua es mayor que el umbral de presión de descarga del emisor, el emisor desviaré y descargará agua desde el tubo de riego. Uno de los al menos dos emisores es controlable para descargar agua desde el tubo, mientras el otro no descarga agua controlando la presión, en adelante "presión de entrada del tubo", proporcionada al tubo, de manera que en la localización de uno de los dos emisores, la presión local del agua es inferior al umbral de la presión de descarga del emisor, mientras que en la localización del otro emisor, la presión local es mayor que el umbral de la presión de descarga del emisor. Los umbrales de la presión de descarga de los al menos dos emisores y sus posiciones se determinan de tal manera que, controlando la presión de entrada al tubo, se pueden proporcionar diferentes configuraciones espaciales y/o cantidades predeterminadas de agua a un entorno de cultivo.

Por ejemplo, un tubo de riego, de acuerdo con una forma de realización de la invención, se puede equipar con una configuración igual, repetida de emisores que tienen diferentes umbrales de la presión de descarga, de manera que el número de emisores por unidad de longitud del tubo que proporcionan agua puede ser controlado por la presión de entrada al tubo de riego y el número es el mismo sustancialmente independiente de la localización a lo largo del tubo. O, a modo de otro ejemplo, diferentes porciones del tubo de riego se pueden caracterizar por diferentes configuraciones repetidas de emisores que tienen diferentes umbrales de presión de descarga. Como resultado, un número de emisores que proporcionan agua por unidad de longitud del tubo es controlable por las presión de entrada del tubo, pero el número puede ser controlado para que sea diferente para las diferentes porciones del tubo.

Los emisores integrados en un tubo de riego de acuerdo con una forma de realización de la invención, cualquier ser cualquier emisor integrado conocido en la técnica adecuado para montaje interno en un tubo de riego que puede ser provista con diferentes umbrales de la presión de descarga. Cualquiera de varios métodos conocidos en la técnica para insertar emisores en un tubo de riego puede ser adaptado para montar emisores con diferentes umbrales de la presión de descarga en el tubo de riego, de acuerdo con una forma de realización de la invención. Opcionalmente, los emisores son similares a los emisores descritos en la patente US 5.615.383 referida anteriormente.

Un aspecto de algunas formas de realización de la invención se refiere a proporcionar un emisor integrado, en adelante un emisor "bipolar", caracterizado no sólo por un umbral de la presión de descarga, en la que el emisor comienza a descargar agua desde un tubo de riego, sino también por un "umbral de presión de parada", mayor que el umbral de presión de descarga, al que el emisor deja de descargar agua. Si, después de que la presión local del emisor excede el umbral de presión de descarga y el emisor comienza a descargar agua desde el tubo de riego, la presión local excede el umbral de la presión de parada, el emisor detiene la descarga de agua desde el tubo de riego.

En una forma de realización de la invención, un emisor bipolar comprende un diafragma que, en una primera posición, bloquea la entrada de agua en el emisor hasta que la presión local del agua en el emisor es mayor que un umbral de la presión de descarga y, en una segunda posición, bloquea la salida de agua desde el emisor, si la presión local excede un umbral de la presión de parada. Para bloquear la salida de agua a la segunda presión, de acuerdo con una forma de realización de la invención, el diafragma se asienta establemente sobre un orificio de salida del emisor contra la salida de agua mientras la presión local excede el umbral de la presión de salida. Opcionalmente, el emisor bipolar es un emisor regulado que proporciona un flujo de salida de agua sustancialmente igual para cualquier presión local entre las presiones umbrales de descarga y de parada del emisor.

Un aspecto de alguna forma de realización de la invención se refiere a proporcionar un tubo de riego que comprende al menos un emisor bipolar integrado. Un tubo de riego que comprende un emisor bipolar integrado proporciona flexibilidad mejorada en el control del agua descargada desde un tubo de riego controlando la presión de entrada al tubo.

Un aspecto de algunas formas de realización de la invención se refiere a proporcionar un tubo de riego de "auto vaciado", que comprende una pluralidad de emisores de no-retorno y al menos un emisor, referido en adelante como un emisor de "flujo libre", que tiene un umbral de presión de descarga sustancialmente igual a cero y no es un emisor de no-retorno. Los emisores de flujo libre descargan agua desde un tubo de riego para todas las presiones positivas de agua dentro del tubo y permiten la entrada de aire al tubo cuando el tubo se está vaciando. Como resultado, el tubo se vacía por sí mismo fácilmente de líquido cuando se cierra el agua hacia el tubo y no desarrolla un vacío interno que colapse el tubo a medida que el agua sale.

Por lo tanto, se proporciona, de acuerdo con una forma de realización de la presente invención, un tubo de riego que comprende al menos un primer emisor integrado, caracterizado por un primer umbral de presión de descarga; al menos un segundo emisor integrado caracterizado por un umbral de la presión de descarga diferente del primer umbral de presión de descarga; en el que el al menos un primer emisor y al menos un segundo emisor integrados están posicionados a lo largo del tubo de acuerdo con una configuración predeterminada.

Opcionalmente, al menos uno de los emisores integrados se caracteriza por un umbral de presión de parada y en el que el emisor no descarga agua si el umbral de la presión de parada es excedido por presión local del agua en la localización del emisor. Adicional o alternativamente, el tubo de riego comprende al menos un emisor de flujo libre integrado, que no es un emisor de no-retorno.

Además, se proporciona, de acuerdo con una forma de realización de la invención, un tubo de riego que comprende: una pluralidad de emisores integrados de no-retorno, cada uno de los cuales tiene un umbral de presión de descarga; y al menos un emisor integrado de flujo libre, que es no es un emisor de no-retorno.

En una forma de realización de la invención, el tubo de riego comprende al menos un emisor de flujo libre para cada diez emisores de no-retorno. Opcionalmente, el tubo de riego comprende al menos un emisor de flujo libre para cada cinco emisores de no-retorno. Opcionalmente, el tubo de riego comprende al menos un emisor de flujo libre para cada tres emisores de no-retorno. Opcionalmente el tubo de riego comprende un mismo número de emisores de flujo libre y emisores de no-retorno. En algunas formas de realización de la invención, los emisores de flujo libre están posicionados en el tubo de acuerdo con una configuración predeterminada. En algunas formas de realización de la invención, los emisores de flujo libre están posicionados de forma aleatoria en el tubo.

Además, se proporciona, de acuerdo con una forma de realización de la invención, un emisor que comprende: un orificio de entrada de agua que está sellado contra entrada de agua para presión de agua en el orificio menor que un umbral de la presión de descarga; y un orificio de salida que permanece sellado establemente contra entrada de agua para presión de agua en el orificio de entrada mayor que un umbral de la presión de parada.

Opcionalmente, el emisor comprende un diafragma elástico que tiene un primer lado que se asienta sobre y sella el orificio de entrada contra entrada de agua para presión del agua en el orificio de entrada menor que el umbral de la

presión de descarga y un segundo lado que se asienta de forma estable sobre y sella el orificio de salida contra entrada de agua para presión del agua en el orificio de entrada mayor que el umbral de la presión de parada.

5 En una forma de realización de la invención, el orificio de salida está fabricado suficientemente grande, de manera que el sellado estable del diafragma sobre el orificio de salida se mantiene por una diferencia entre la fuerza generada por presión atmosférica sobre un área de la superficie del segundo lado del diafragma expuesto a la atmósfera cuando el diafragma se asienta sobre el orificio de salida y la fuerza generada por la presión del agua sobre un área sustancialmente igual sobre el primer lado del diafragma.

Se proporciona, además, un tubo de riego que comprende un emisor de acuerdo con una forma de realización de la invención.

10 En una forma de realización de la invención, el umbral de la presión de descarga de al menos un emisor es sustancialmente cero.

15 Además, se proporciona de acuerdo con una forma de realización de la invención, un sistema de riego que comprende, un tubo de riego de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes; una fuente de agua acoplada al tubo de riego que es controlable para proporcionar agua a diferentes presiones de entrada al tubo de riego, de manera que se pueden activar diferentes configuraciones del al menos un primero y al menos un segundo emisores para descargar agua desde el tubo de riego. Opcionalmente, el sistema de riego comprende un controlador que controla la fuente de agua para proporcionar agua a diferentes presiones de entrada deseadas hasta el tubo de riego que corresponden a diferentes configuraciones de emisores activados y no-activados.

20 Además, se proporciona, de acuerdo con una forma de realización de la invención, un método de producción de un tubo de riego que comprende: proporcionar un tubo que tiene un lumen interno; montar una pluralidad de emisores integrados en la pared del tubo dentro del lumen de acuerdo con una configuración predeterminada; en el que al menos dos de los emisores tienen diferentes umbrales de la presión de descarga.

25 Además, se proporciona, de acuerdo con una forma de realización de la invención, un método de riego de plantas, que comprende: proporcionar al menos un tubo de riego de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes para regar las plantas; y controlar la presión de entrada al menos a un tubo de riego para proporcionar diferentes configuraciones de emisores activados y no-activados de la pluralidad de emisores.

Breve descripción de las figuras

30 A continuación se describen ejemplos no limitativos de formas de realización de la presente invención con referencia a las figuras adjuntas. En las figuras, las estructuras, elementos o partes idénticos que aparecen en más de una figura son rotulados, en general, con un mismo símbolo en todas las figuras en las que aparecen. Las dimensiones de componentes y características mostradas en las figuras se seleccionan para conveniencia y claridad de presentación y no se muestran necesariamente a escala. Las figuras se listan a continuación:

La figura 1 muestra esquemáticamente un tubo de riego que tiene emisores montados opcionalmente internamente, que descargan agua para diferentes presiones de entrada, de acuerdo con una forma de realización de la invención.

35 Las figuras 2A-2C muestran esquemáticamente el tubo de riego mostrado en la figura 1 que es accionado bajo diferentes presiones de entrada del tubo para regar una huerta de vivero de árboles y proporcionar diferentes cantidades de agua a los árboles de la huerta, de acuerdo con una forma de realización de la invención.

Las figuras 3A y 3B muestran esquemáticamente un tubo de riego que comprende emisores bipolares que funcionan bajo diferentes presiones de entrada, de acuerdo con una forma de realización de la invención.

40 La figura 4A muestra esquemáticamente un emisor integrado convencional.

La figura 4B muestra esquemáticamente un emisor integrado bipolar en un estado cerrado a alta presión, de acuerdo con una forma de realización de la presente invención.

La figura 5A muestra esquemáticamente un tubo de riego que comprende solamente emisores de no-retorno que son drenados de agua de acuerdo con la técnica anterior.

45 La figura 5B muestra esquemáticamente un tubo de riego que comprende emisores de no-retorno localizados sobre un terreno relativamente montañoso, que es drenado de agua, de acuerdo con la técnica anterior; y

La figura 5C muestra esquemáticamente el tubo de riego mostrado en la figura 5B y que comprende emisores de flujo libre que son drenados de agua, de acuerdo con una forma de realización de la invención.

Descripción detallada de formas de realización ejemplares

La figura 1 muestra esquemáticamente una porción de un tubo de riego 20 que tiene un lumen o cavidad interno y que comprende una configuración predeterminada de una pluralidad de emisores integrados que tienen diferentes umbrales de presión de descarga, de acuerdo con una forma de realización de la invención.

5 Los emisores integrados en el tubo 20 están rotulados por una designación alfanumérica que comprende el número 22 seguido por un guión y una letra de índice "P_i" que indica sus umbrales respectivos de la presión de descarga. Los emisores caracterizados por presiones de descarga P_i que tienen un mismo valor para el índice i tienen los mismos umbrales de la presión de descarga y los emisores caracterizados por presiones P_i que tienen índice diferente, tienen diferentes umbrales de la presión de descarga. Los emisores son referenciados genéricamente por el número 22 y son referenciados, por ejemplo, por el número 22 cuando se describen características compartidas por todos los emisores. De acuerdo con una forma de realización de la invención, al menos dos emisores montados en un tubo de riego tienen diferentes umbrales de la presión de descarga P_i. La presencia de al menos dos emisores que tienen diferentes presiones umbrales permite conectar diferentes números de emisores en el tubo de riego para descargar agua controlando la presión del agua de entrada al tubo de riego.

15 A modo de ejemplo, la porción del tubo de riego 20 mostrado en la figura comprende tres emisores 22-P₁, 22-P₂ y 22-P₃, acoplados a la pared interior del tubo de riego 20. Cada emisor "22" comprende un cuerpo de emisor representado esquemáticamente por una "pajarita" 24 que está sumergida en agua que fluye en el tubo de riego y descarga una porción del agua a través de un orificio de salida representado esquemáticamente por un "embudo" 26 si la presión del agua, es decir, "presión local" en la localización del emisor en el tubo es mayor que el umbral de la presión de descarga del emisor. Opcionalmente, al menos uno de los emisores 22 es un emisor de no-retorno, es decir, "auto-sellante" y previene el reflujo de agua y/o aire dentro del emisor cuando la presión local cae por debajo del umbral de la presión de descarga del emisor. Opcionalmente, al menos un emisor 22 es un emisor regulado que proporciona un flujo regulado de agua sustancialmente para cualquier presión en un rango de presión de entrada operativa del emisor mayor que su umbral de la presión de descarga P_i.

25 Las figuras 2A-2C ilustran esquemáticamente el funcionamiento de un tubo de riego 40 que tiene una entrada de tubo 42 y un extremo de tubo 44 que proporciona agua para regar una huerta 60 de cultivo de árboles frutales. De acuerdo con una forma de realización de la invención, el tubo de riego 40 se extiende opcionalmente sobre la parte superior del suelo. Para simplicidad y conveniencia de presentación, se supone que el terreno de la huerta 60 es tal que el tubo de riego 40 está sustancialmente horizontal con una ligera inclinación hacia abajo en una dirección fuera de la entrada 42, de manera que el extremo 44 está más bajo que la entrada.

30 A modo de ejemplo, el tubo de riego 40 comprende emisores integrados de no-retorno 22-P₁, 22-P₂ y 22-P₃ caracterizados por umbrales de presión de descarga P₁, P₂ o P₃ que satisfacen una relación P₁ < P₂ < P₃. Opcionalmente, los emisores 22-P₁ son emisores regulados, cada uno de los cuales proporciona un flujo de salida deseado de agua para una presión en un rango operativo de presiones mayor que el umbral respectivo de la presión de descarga del emisor. Como con respecto a la descripción de la figura 1, los emisores comprendidos en el tubo de riego son referenciados genéricamente por el número 22.

35 De acuerdo con una forma de realización de la invención, los umbrales de la presión de descarga P₁, P₂ y P₃ de emisores integrados 22 y/o las posiciones respectivas de los emisores a lo largo del tubo de riego 40 son determinados para proporcionar riego adecuado a árboles de la huerta 60 a medida que la huerta madura. A modo de ejemplo, los emisores 22 están configurados a lo largo del tubo de riego 40, de manera que un emisor de umbral de presión de descarga bajo, es decir, un emisor rotulado 22-P₁, está localizado cerca de donde está plantado cada retoño joven. Opcionalmente, cada emisor de umbral de presión de descarga bajo está flanqueado a cada lado por un emisor de umbral de presión de descarga moderado 22-P₂. Opcionalmente, un emisor de umbral de presión de descarga alto 22-P₃ está intercalado entre dos emisores de umbral de presión de descarga moderado 22-P₂. A modo de ejemplo numérico, las presiones P₁, P₂ y P₃ pueden determinarse para satisfacer las siguientes relaciones: 0 < P₁ < 10m; 10m < P₂ < 20m y 20 < P₃ < 30m, donde los límites a la presión se dan en metros de agua por encima de la presión atmosférica. Una fuente de suministro de agua adecuada (no mostrada), tal como por ejemplo una bomba y/o un depósito de agua elevado, proporciona agua indicada esquemáticamente por la flecha 48 al tubo de riego 40 en la entrada del tubo 42 y a una presión indicada por un manómetro 43 esquemático.

40 En la figura 2A se supone que los árboles de la huerta 60 son jóvenes, recién plantados, retoños, cuyas raíces están relativamente espaciadas unas de las otras. Se supone que una cantidad de agua que fluye desde un emisor de umbral de presión de descarga bajo 22-P₁ localizado más próximo a un retoño es suficiente para regar adecuadamente el retoño durante un primer periodo de su crecimiento. De acuerdo con ello, en una forma de realización de la invención, la fuente de agua que proporciona agua al tubo de riego 40 proporciona agua a presión de entrada del tubo P⁺₁ que satisface la relación (P₁+Δ) ≤ P⁺₁ < P₂. El parámetro Δ es un margen de la presión que tiene en cuenta la caída de la presión en el tubo de riego 40 que se distancia a lo largo del tubo desde la entrada 42 como resultado a la resistencia al flujo en el tubo y la descarga de agua por emisores que están conectados. La presión P⁺₁ se indica en el manómetro 43. Como resultado de satisfacer la desigualdad indicada anteriormente, a la presión de entrada P⁺₁, solamente los emisores de umbral de presión de descarga bajo 22-P₁ están conectados para proporcionar agua para los árboles en la huerta. Los emisores 22 que están conectados se indican

esquemáticamente de manera que proporcionan agua por un "aspersor de agua" 50 que emana desde los orificios de salida 26 de los emisores.

En la figura 2B se supone que los retoños han crecido y sus raíces se han dispersado. Se supone que los retoños ya no pueden ser regados adecuadamente por una cantidad de agua proporcionada desde un emisor 22 individual y de acuerdo con una forma de realización de la invención, la fuente de agua es controlada para proporcionar agua al tubo de riego 40 a una presión de entrada del tubo P_2^+ que satisface la relación $(P_2+\Delta) \leq P_2^+ < P_3$. Como resultado, los emisores de baja presión de descarga 22-P₁ y los emisores de presión moderada de descarga 22-P₂ son conectados y proporcionan agua a los árboles. A modo de ejemplo, cada árbol en la huerta 60 es suministrado ahora con agua desde tres emisores 22.

En la figura 2C se supone que los árboles han crecido hasta tal punto que no pueden ser regados adecuadamente sólo por agua desde emisores de umbrales bajo y moderado de la presión de descarga 22-P₁ y 22-P₂. La fuente de agua es controlada, por lo tanto, para proporcionar agua al tubo de riego 40 a una presión P_3^+ , que es mayor o igual a $(P_3+\Delta)$. A la presión P_3^+ no sólo los emisores de umbrales bajo y moderado de la presión de descarga proporcionan agua para regar los árboles, sino que se conectan también los emisores de umbral alto de la presión de descarga 22-P₃ para proporcionar agua a los árboles.

A modo de ejemplo, los emisores 22 en el tubo de riego 40 se caracterizan por umbrales respectivos de la presión de descarga y los emisores están configurados para regar una huerta 60 de cultivo de retoños de árboles frutales con diferentes cantidades y distribuciones espaciales de agua a medida que maduran los retoños. Además de una opción de la desconexión de todos los emisores 22, y de no proporcionar agua a la huerta, el tubo de riego 40 ofrece tres configuraciones diferentes adicionales de conexión y desconexión de los emisores 22: sólo emisores 22-P₁ conectados; sólo emisores 22-P₁ y 22-P₂ conectados; y todos los emisores 22 conectados, es decir, 22-P₁ y 22-P₂ y 22-P₃ conectados.

En algunas formas de realización de la invención, un tubo de riego comprende al menos un emisor bipolar que se caracteriza no sólo por un umbral de la presión de descarga, sino también por un umbral de la presión de parada. Mientras que cuando la presión local del agua en el emisor excede el umbral de la presión de descarga, el emisor descarga agua desde el tubo de riego, cuando posteriormente la presión local excede el umbral de la presión de parada, el emisor deja de descargar agua desde el tubo. Un tubo de riego que comprende un emisor bipolar proporciona generalmente un rango mayor de opciones de riego que un tubo de riego configurado de forma similar que no comprende un emisor bipolar

A modo de ejemplo, las figuras 3A y 3B muestran esquemáticamente un tubo de riego 140 similar al tubo de riego 40, pero en el que los emisores 22-P₁ en el tubo 40 son sustituidos por emisores bipolares en el tubo 140. Los emisores bipolares en el tubo 140 se indican por un icono que tiene una pajarita "blanda y negra" y una designación alfanumérica 122-P_{1L}-P_{1H}. P_{1L} en la designación alfanumérica indica el umbral "bajo" de la presión de descarga del emisor y P_{1H} designa el umbral "alto" de la presión de descarga del emisor. Para fines de ilustración se supone que $P_{1H} > (P_3+\Delta) = P_3^+$.

El tubo de riego 140 funciona de manera similar al tubo de riego 40 para todas las presiones de agua de hasta $(P_3+\Delta)$ y proporciona las tres opciones "on-off" proporcionadas por el tubo de riego 40. No obstante, la incorporación de emisores bipolares 122-P_{1L}-P_{1H} en el tubo de riego 140 proporciona el tubo de riego con una configuración adicional de emisores de conexión o desconexión que no están disponibles en el tubo de riego 40. La presión de entrada al tubo de riego 140 se puede controlar para que sólo los emisores 22-P₂ y 22-P₃ proporcionen agua a la huerta 60. Si se ajusta la presión de entrada al tubo de riego 140 a $P_{1H}^+ = (P_{1H} + \Delta)$, los emisores 122-P_{1L}-P_{1H} no proporcionarán agua a la huerta 60 y sólo los emisores 22-P₂ y 22-P₃ regarán la huerta. La figura 3A muestra esquemáticamente la presión de entrada al tubo de riego 140 a una presión $(P_3+\Delta)$, que es menor que P_{1H}, y, como para el tubo de riego 40 a presión de entrada $(P_3+\Delta)$ (figura 2C), todos los emisores 122 en el tubo de riego 140 descargan agua a la huerta 60. No obstante, si como se muestra en la figura 3B, se ajusta la presión de entrada al tubo de riego 140 a $P_{1H}^+ = (P_{1H} + \Delta)$, los emisores 122-P_{1L}-P_{1H} dejan de proporcionar agua a la huerta 60 y sólo los emisores 22-P₂ y 22-P₃ regarán la huerta.

Hay que indicar que las figuras 3A y 3B muestran esquemáticamente un tubo de riego ejemplar particular, que comprende emisores bipolares. Naturalmente, son posibles configuraciones de tubos de riego que comprenden emisores bipolares integrados distintas a la configuración mostrada en las figuras 3A y 3B, que se ocurrirán fácilmente a una persona de la técnica y se pueden utilizar en varias situaciones.

De acuerdo con una forma de realización de la invención, un emisor integrado bipolar comprende un diafragma que controla el flujo de agua a través del emisor. El diafragma permite la entrada de agua en el emisor a través de un orificio de entrada del emisor sólo si la presión local del agua es mayor que un umbral dado de la presión de descarga y previene que salga agua desde el emisor a través de un orificio de salida si la presión local es mayor que un umbral de la presión de parada. Si la presión es menor que el umbral de la presión de descarga, el diafragma sella el orificio de salida contra la entrada de agua.

La figura 4A muestra esquemáticamente una vista de la sección transversal de un emisor integrado 200 instalado en un tubo de riego 199 de acuerdo con la técnica anterior, tal como en el documento US 6.206.305. El emisor 200 comprende un bastidor 202 que tiene un orificio de entrada 204 y un orificio de salida 206 y un diafragma elástico 208 que tiene una porción localizada entre los orificios de entrada y de salida. El diafragma 208 está sellado entre un laberinto de entrada 210 y un laberinto de salida 212 y se forma con una abertura de flujo de agua 214 que se comunica con ambos laberintos de entrada y de salida.

Cuando la presión local del agua es menor que el umbral de la presión de descarga del emisor 200, el diafragma 208 sella un orificio de entrada 204 y sella el orificio contra la entrada de agua. Cuando el agua excede el umbral de la presión se descarga, se desarrolla un diferencial de presión entre el lado de entrada del diafragma 208 y su lado de salida. El diferencial de la presión estira el diafragma 208 para levantarlo desde el orificio de entrada 204 y deja entrar agua al emisor, fluir a través de los laberintos de entrada y salida 210 y 212 y salir del emisor desde el orificio de salida 206. Los laberintos 210 y 212 funcionan para controlar una cantidad de flujo de agua a través del emisor proporcionando una resistencia deseada al flujo de agua. La figura 4A muestra esquemáticamente el emisor 200 cuando la presión local del agua en el emisor es mayor que el umbral de la presión de descarga del emisor. Las flechas 218 indican el flujo de agua a través del emisor.

Si la presión local se incrementa hasta tal grado que un diferencial de la presión entre lados opuestos del diafragma 208 estira el diafragma para sellar el orificio de salida 206, el agua dejará de fluir a través del emisor. Sin embargo, el cese del flujo es sólo momentáneo, puesto que cuando se detiene el flujo de agua, la presión del agua en los laberintos de entrada y de salida 210 y 212 se iguala y la presión sobre ambos lados del diafragma 208 pasa a ser la misma. Como resultado, el diafragma 208 se contrae hacia atrás hacia su estado extendido, cae fuera del orificio de salida 206 y libera el orificio de salida permitiendo que el agua reanude el flujo a través del emisor.

Suponiendo que la presión local del agua en el orificio de entrada 204 no cambie, una vez que el agua reanuda el flujo a través del emisor 200, se restablece el diferencial de la presión que causa que el diafragma 208 selle el orificio de salida 206 y el diafragma sellará de nuevo el orificio de salida. En general, el ciclo de "fibrilación" de sellado y liberación del orificio de salida 206 se repetirá, provocando que el emisor emita repetidas veces impulsos de agua. Por lo tanto, el emisor integrado convencional 200 no tiene una presión de parada efectiva estable. Hay que indicar que para prevenir la fibrilación, como se ha descrito anteriormente, algunos emisores de la técnica anterior similares al emisor 200 tienen un canal de "sangrado" (no mostrado) que se comunica con el orificio de salida 206 y mira hacia el diafragma 208. El canal de sangrado está formado de manera que si el diafragma 208 se asienta sobre el orificio de salida 206, el diafragma no sella el canal de sangrado y una cantidad relativamente pequeña de agua en el laberinto de salida 212 continúa fluyendo desde el laberinto, a través del canal de sangrado y sale como hilo de agua del emisor a través del orificio de salida 206.

La figura 4B muestra esquemáticamente un emisor integrado 220 que tiene un umbral de presión de parada, de acuerdo con una forma de realización de la invención. El emisor 220 tiene muchas de las mismas características que un emisor 200 convencional y comprende un bastidor 202 que tiene un orificio de entrada 204 y un diafragma elástico 208 sellado entre un laberinto de entrada y un laberinto de salida 210 y 212. Opcionalmente, el emisor 220 tiene un mismo umbral de presión de descarga que un emisor 200 convencional.

No obstante, de acuerdo con una forma de realización de la invención, el emisor 220 está formado con un orificio de salida 230 relativamente grande. Como resultado, cuando la presión local del agua distorsiona el diafragma 208 para sellar el orificio de salida, y se iguala la presión del agua en ambos lados del diafragma, un área 232 relativamente grande sobre el lado del laberinto de salida del diafragma cubre el orificio de salida 230 y se expone a la presión atmosférica. La presión atmosférica es, en general, sustancialmente menor que la presión local del agua y, por lo tanto, la presión del agua sobre ambos lados del diafragma 208 (es decir, el lado del laberinto 210 y el lado del laberinto 212 del diafragma) cuando el diafragma es distorsionado para asentarse sobre y sellar el orificio de salida 230. Una diferencia entre la presión atmosférica sobre el área 232 y la presión del agua sobre un área del mismo tamaño sobre el lado del laberinto de entrada del diafragma 208 genera una fuerza de "asiento" neta que tiende a mantener el diafragma asentado sobre el orificio 230. De acuerdo con una forma de realización de la invención, el orificio de salida 230 y, por lo tanto, el área 232 se realizan suficientemente grandes para que, para un rango deseado de presiones locales del agua, la fuerza de sellado se oponga y sea mayor que las fuerzas elásticas del diafragma 208 estirado que tienden a retornar el diafragma a un estado no estirado y a liberar el diafragma desde el orificio 230. El diafragma 208 permanece asentado sobre el orificio de salida 230 y previene el flujo de agua a través del emisor 220 hasta que una diferencia entre presión local (es decir, presión del agua en el tubo 199 en el orificio de entrada 204) y presión atmosférica disminuye hasta una extensión tal que la fuerza de sellado no supera ya las fuerzas elásticas del diafragma estirado 208 que operan para restablecer el diafragma al estado no estirado. El emisor bipolar integrado 220, de acuerdo con una forma de realización de la invención, tiene, por lo tanto, un umbral de presión de parada estable. Si, después de que el emisor 220 comienza a descargar agua desde un tubo de riego, en el que está instalado, la presión local en el orificio de entrada 204 pasa a ser igual o mayor que el umbral de la presión de parada, el emisor deja de descargar agua. En la figura 4B, se muestra el emisor 220 para una situación, en la que la presión local es igual o mayor que el umbral de la presión de parada del emisor y el diafragma 208 se asienta sobre y sella el orificio de salida 230 contra la entrada de agua.

Hay que indicar que aunque el emisor bipolar 220 es un emisor integrado, los emisores bipolares de acuerdo con formas de realización de la invención no están limitados a emisores integrados que tienen una configuración similar al emisor 220 o a emisores integrados. Un emisor bipolar que tiene un orificio de salida suficientemente grande para proporcionar un umbral de presión de parada estable puede tener, por ejemplo, un bastidor cilíndrico circular y un diafragma asentado sobre un estante de soporte anular en lugar de la estructura de bastidor y soporte alargada implicada por la figura 4B. Un emisor bipolar puede ser también a modo de ejemplo un emisor que está acoplado externamente a un tubo de riego entre porciones de un tubo de riego.

En la descripción anterior se ha supuesto que el tubo de riego 40 en las figuras 2A-2C y el tubo de riego 140 en las figuras 3A y 3B están sustancialmente horizontales, de manera que los cambios en la presión a lo largo de tubos de riego 40 y 140 debidos a cambios en la altura del tubo de riego pueden ignorarse en la determinación de las presiones de descarga y/o de parada de los emisores 22 y 122 en el tubo y las presiones del tubo de entrada proporcionadas por la fuente de agua que proporciona agua al tubo. Un tubo de riego para uso en un terreno caracterizado cambios de altura "no-ignorables" en el tubo de riego y que tiene emisores de acuerdo con una forma de realización de la invención que se caracterizan por diferentes umbrales de descarga y/o de parada puede ser configurado por un técnico en la materia. Por ejemplo, supongamos que un emisor comprendido en un tubo de riego de acuerdo con una forma de realización de la invención en una localización dada en el terreno está localizado a una altura Δh con relación a una altura de la entrada del tubo. Suponemos, además, que donde la localización dada está a la misma altura que la entrada, el emisor debería configurarse con un umbral de la presión de descarga P_1 . Para adaptarse a la diferencia de altura Δh , el emisor en la localización dada está configurado con un umbral de la presión de descarga igual a $(P_1 - \Delta h \rho g)$, donde g es la aceleración de gravedad y ρ es la gravedad específica del agua ($=1g/cm^3$).

En general, en varios tiempos y por varias razones, se para periódicamente el riego de las plantas. Durante tales tiempos, se desea a menudo o es necesario drenar agua fuera del tubo de riego para prevenir que el agua se estanque en el tubo o para facilitar la retirada del tubo fuera de un campo de cultivo y su transporte a otro campo o almacenamiento. A menudo la retirada implica el enrollamiento de los tubos, normalmente sobre tambores fácilmente transportados y almacenados. Antes de enrollar el tubo, debe drenarse de agua. Si el tubo está equipado sólo con emisores de no-retorno, que proporcionan fiabilidad mejorada de riego reduciendo la obstrucción de los emisores, puede ser difícil y tedioso drenar el tubo debido a que los emisores no permiten la entrada de aire en el tubo y la sustitución del agua que es drenada desde el tubo.

La figura 5A muestra esquemáticamente un tubo de riego 140 que comprende emisores 122, todos los cuales son emisores de no-retorno que previenen el reflujos de aire y/o agua cuando se para el flujo de agua al tubo de riego. La característica de no-retorno de los emisores 122 se indica gráficamente en la figura 5A y en las figuras siguientes 5B y 5C por los emisores que tienen una "bola de sellado" 128 localizada en sus orificios de salida 126 respectivos. A modo de ejemplo, la figura 5A muestra esquemáticamente el tubo de riego 140 localizado para regar la huerta 60. La figura muestra esquemáticamente lo que le puede suceder al tubo cuando se cierra el agua al tubo y se drena agua desde un extremo 144 del tubo, opcionalmente abriendo una válvula (no mostrada) en el extremo del tubo. La válvula abierta en el extremo del tubo 140 se representa gráficamente por el extremo 144 del tubo que se abre, y el agua que se drena desde el tubo se representa por flechas onduladas 170. Se supone que el tubo de riego 140 se inclina ligeramente hacia abajo desde un extremo 142, en el que se conecta un suministro de agua (no mostrado) para suministrar agua al tubo.

A medida que el agua se drena, se genera un vacío en el tubo en regiones del tubo próximas al extremo 142. El vacío causa que el tubo se colapse en sí mismo en respuesta a fuerzas generadas por presión atmosférica. Una región 172 del tubo 140 que está colapsada por presión atmosférica se indica en la figura 5A. La presión atmosférica aplica fuerza sustancial al tubo 140 y su colapso a presión atmosférica puede dañar las paredes del tubo y los emisores 122 en el tubo.

Para un tubo de riego tendido sobre un terreno montañoso, dependiendo de la hermeticidad del tubo y las diferencias en elevación de varias secciones del tubo, las secciones del tubo que están localizadas en elevaciones relativamente altas tienden a desarrollar varios grados de vacío que colapsan y distorsionan la estructura del tubo. La figura 5B muestra esquemáticamente el tubo de riego 140 mostrado en la figura 5A localizado sobre un terreno montañoso y que drena a través del extremo 144 y a modo de ejemplo también a través de un emisor 22- P_1 localizado en una región relativamente baja del terreno montañoso. El drenaje a través del emisor 22- P_1 que está bajo se indica gráficamente por flechas onduladas 170. Las secciones 182 del tubo sobre secciones relativamente elevadas del terreno han colapsado como resultado del vacío formado en las secciones.

Para facilitar el drenaje de un tubo de riego y reducir la probabilidad de que se dañe cuando se drena, un tubo de riego de acuerdo con una forma de realización de la invención comprende al menos un emisor, es decir, un emisor de flujo libre, que no es un emisor de no-retorno y tiene un umbral de presión de descarga igual a cero. El al menos un emisor de flujo libre permite la entrada de aire en el tubo de riego a través del emisor y sustituir el agua que abandona el tubo cuando el tubo se drena. Como resultado, el agua puede drenarse fuera del tubo de manera relativamente libre y se reduce la probabilidad de que el tubo se dañe como resultado de la generación de un vacío en el tubo. Opcionalmente, para permitir la entrada de aire en un tubo de riego, de acuerdo con una forma de realización de la invención, una válvula unidireccional, que no permite que el agua salga del tubo, pero permite que

entre aire libremente, está montada en el tubo. Aunque de acuerdo con una forma de realización de la invención, se pueden utilizar un emisor de flujo libre o una válvula unidireccional para permitir que entre aire en el tubo, puede ser ventajoso un emisor de flujo libre debido a que cuando se proporciona agua al tubo, el agua sale del tubo a través del emisor de flujo libre a caudales apropiados para aplicaciones de riego.

- 5 Para adaptarse a diferentes terrenos de cultivo y terrenos que tienen cambios en elevación que ocurren sobre distancias relativamente cortas, una pluralidad de emisores de flujo libre están acoplados al tubo de riego. Opcionalmente, el número de emisores de flujo libre está entre aproximadamente 10% hasta aproximadamente 50% del número total de emisores acoplados al tubo de riego. Opcionalmente, el tubo de riego comprende al menos un emisor de flujo libre por cada tres emisores de no-retorno. En algunas formas de realización de la invención, los
- 10 emisores de flujo libre están posicionados en el tubo de riego en una configuración predeterminada. En una forma de realización de la invención, los emisores de flujo libre están posicionados en el tubo de riego en una configuración predeterminada. En una forma de realización de la invención, un mismo número de emisores de no-retorno están localizados entre dos emisores cualesquiera de flujo libre más próximos. Opcionalmente, los emisores de flujo libre están distribuidos de forma aleatoria en el tubo de riego.
- 15 La figura 5C muestra esquemáticamente el tubo de riego 140 mostrado en la figura 5B, pero adicionalmente comprende una pluralidad de emisores de flujo libre 122-FF de acuerdo con una forma de realización de la invención. El emisor de flujo libre 122-FF está indicado gráficamente en la figura 5C por una bola ausente de icono emisor 128 (figuras 5A, 5B) utilizado para emisores de no-retorno para indicar que los emisores de no-retorno son auto-sellantes. En la figura 5C, el tubo 140 se está drenando de agua, pero como resultado de la presencia del al
- 20 menos un emisor de flujo libre 122-FF, el aire indicado por flechas de bloqueo 174 es capaz de entrar en el tubo a través de los emisores y el tubo no se puede colapsar.

En la descripción y en las reivindicaciones de la presente invención, cada uno de los verbos "comprender", "incluir" y "tener" y sus conjugaciones, se utilizan para indicar que el objeto u objetos del verbo no son necesariamente una lista completa de miembros, componentes, elementos o partes del sujeto o sujetos del verbo.

- 25 La presente invención ha sido descrita utilizando descripciones detalladas de formas de realización de la misma que se proporcionan a modo de ejemplo y no están destinadas a limitar el alcance de la invención. Las formas de realización descritas comprenden diferentes características, no todas las cuales se requieren en todas las formas de realización de la invención. Algunas formas de realización utilizan sólo algunas de las características o combinaciones posibles de las características. Variaciones de las formas de realización descritas y de formas de
- 30 realización de la invención, que comprenden diferentes combinaciones de características indicadas en las formas de realización descritas se les ocurrirán a los técnicos en la materia. El alcance de la invención sólo está limitado por las siguientes reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

- 1.- Un tubo de riego (20), que comprende:
al menos un primer emisor integrado (22-P₁), caracterizado por un primer umbral de presión de descarga;
al menos un segundo emisor integrado (22-P₂) caracterizado por un segundo umbral de presión de descarga
5 caracterizado por que los al menos un primero y al menos un segundo emisores integrados están posicionados a lo largo del tubo de acuerdo con una configuración predeterminada.
- 2.- Un tubo de riego de acuerdo con la reivindicación 1, en el que al menos uno de los emisores integrados se caracteriza por un umbral de presión de parada y en el que el emisor no descarga agua si el umbral de presión de parada es excedido por presión local del agua en el tubo en la localización del emisor.
10
- 3.- Un tubo de riego de acuerdo con la reivindicación 1 o la reivindicación 2 y que comprende al menos un emisor integrado de flujo libre, que no es un emisor de no-retorno.
- 4.- Un tubo de riego de acuerdo con la reivindicación 3, en el que los emisores de flujo libre están posicionados en el tubo de acuerdo con una configuración predeterminada.
- 5.- Un tubo de riego de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 3 a 4, en el que los emisores de flujo libre están posicionados de forma aleatoria en el tubo.
15
- 6.- Un sistema de riego, que comprende:
un tubo de riego de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes; y
una fuente de agua acoplada al tubo de riego, que es controlable para proporcionar agua a diferentes presiones de
20 entrada al tubo de riego, de manera que se pueden activar diferentes configuraciones de los al menos un primero y al menos un segundo emisores para descargar agua desde el tubo de riego.
- 7.- Un sistema de riego de acuerdo con la reivindicación 6 y que comprende un controlador que controla la fuente de agua para proporcionar agua a diferentes presiones de entrada deseadas al tubo de riego que corresponden a diferentes configuraciones de emisores activados y no-activados.
- 8.- Un método de producción de un tubo de riego, que comprende:
25 proporcionar un tubo (20) que tiene un lumen interior; y
montar una pluralidad de emisores integrados (22) en la pared del tubo dentro del lumen de acuerdo con una configuración predeterminada; en el que
al menos dos de los emisores tienen diferentes umbrales de presiones de descarga.
- 9.- Un método de riego de plantas, que comprende:
30 proporcionar al menos un tubo de riego de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3 para regar las plantas; y
controlar la presión de entrada al menos a un tubo de riego para proporcionar diferentes configuraciones de emisores activados y no-activados de la pluralidad de emisores.

35

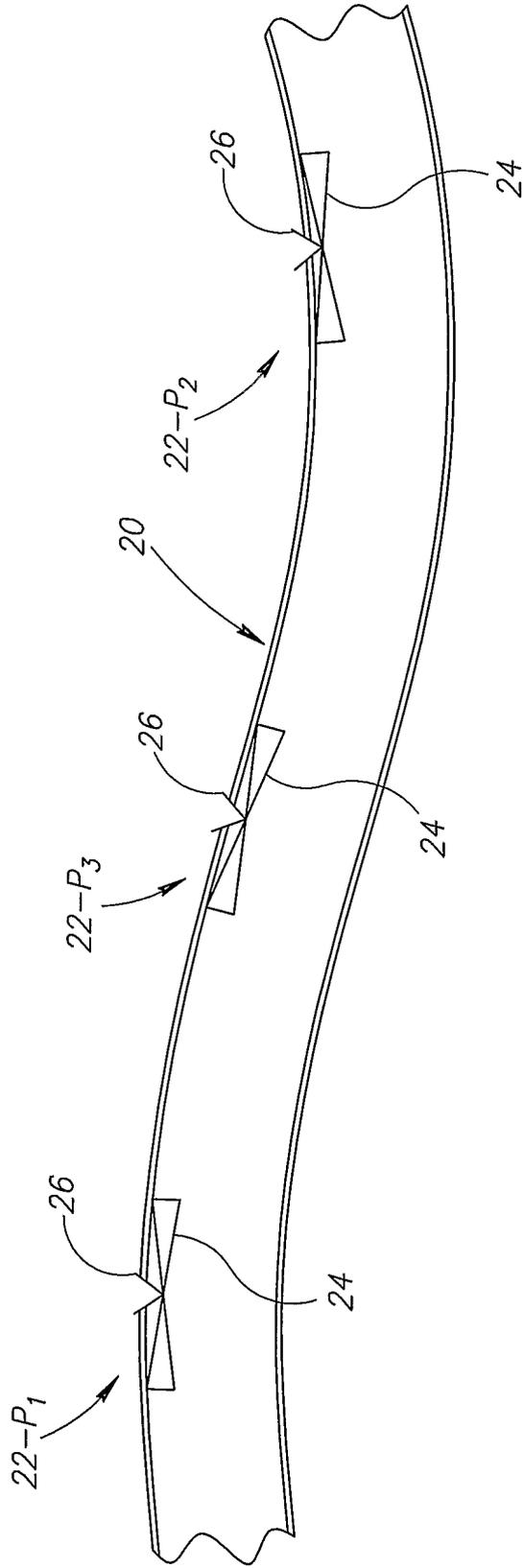


FIG.1

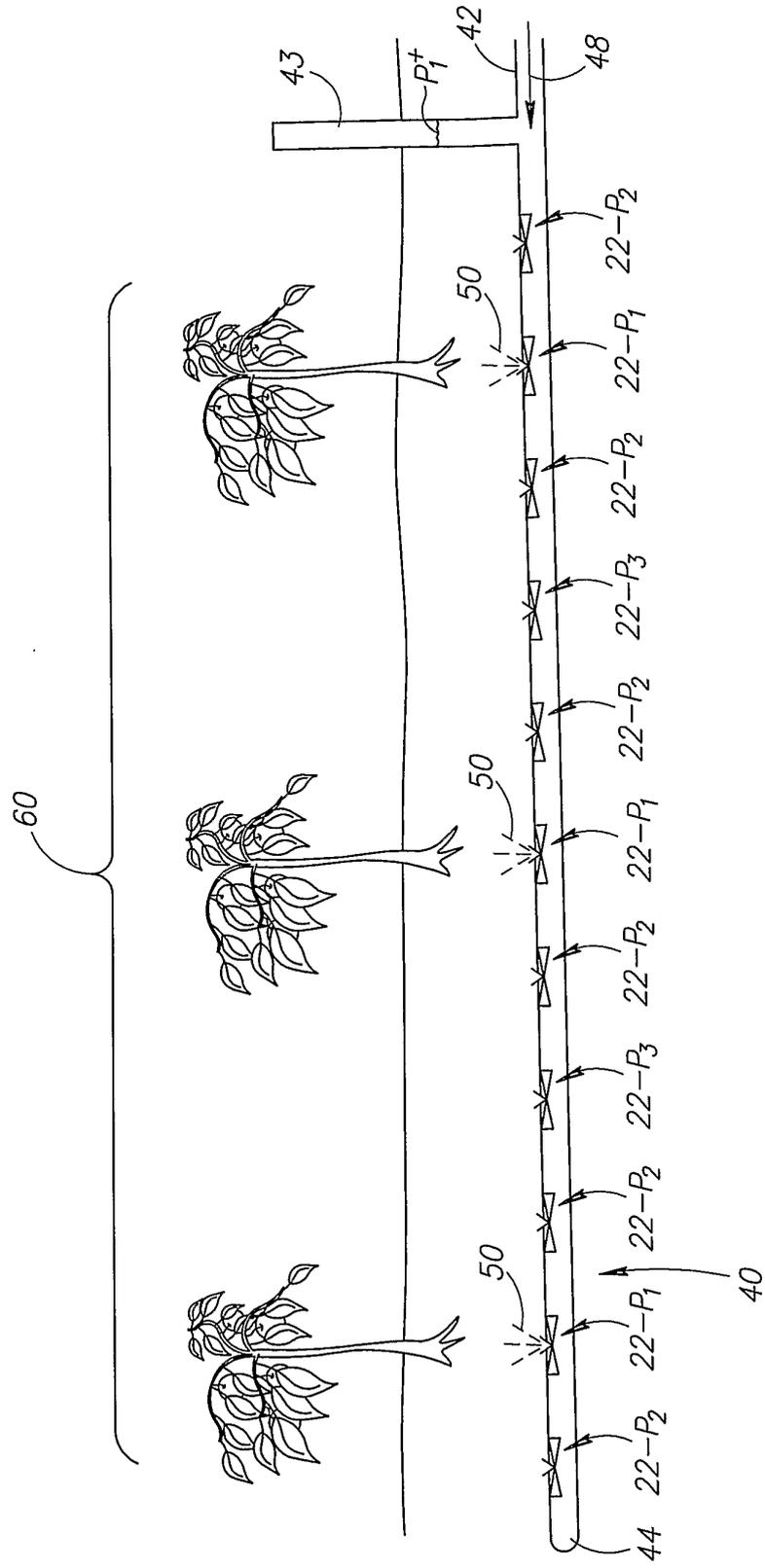


FIG.2A

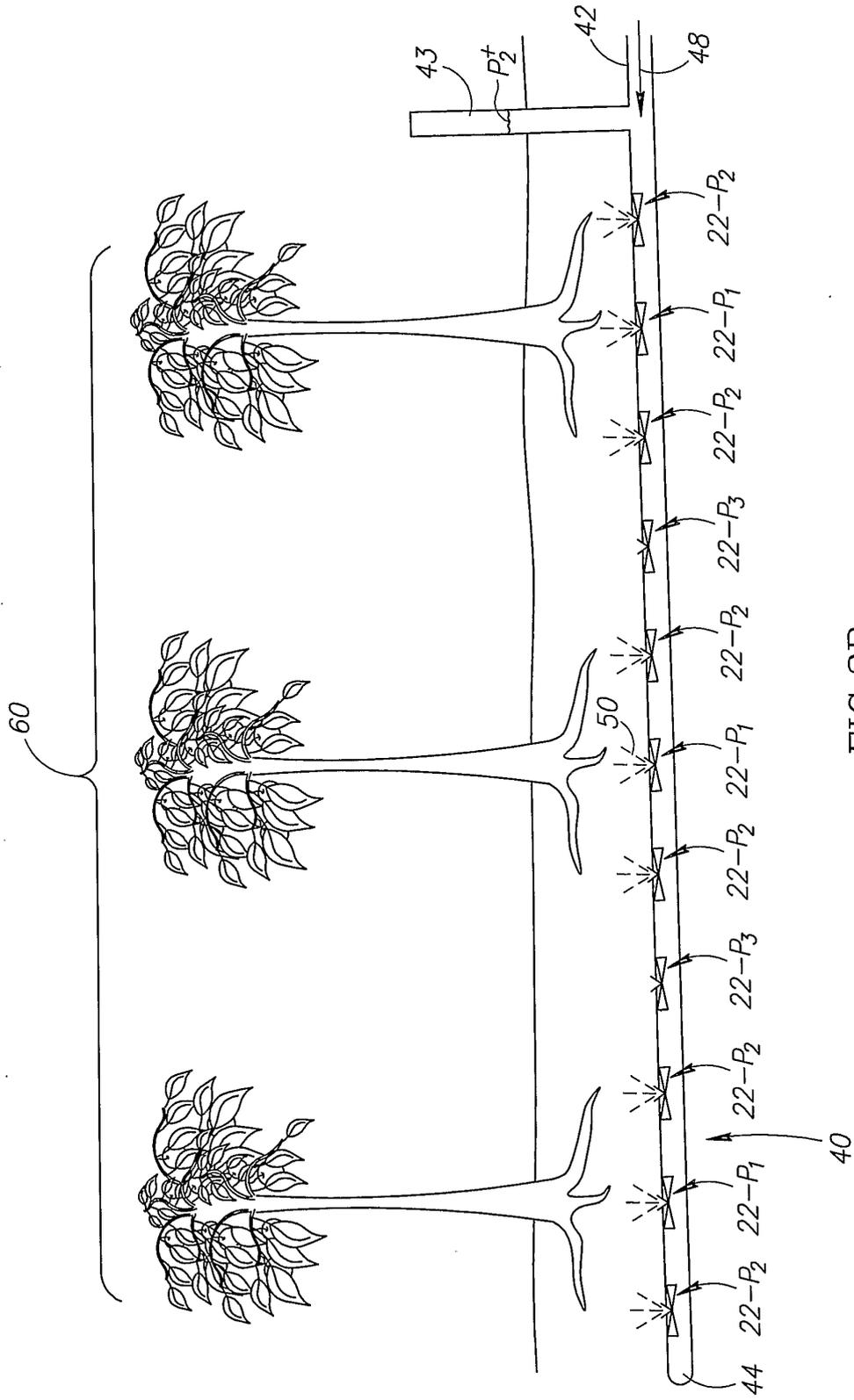


FIG.2B

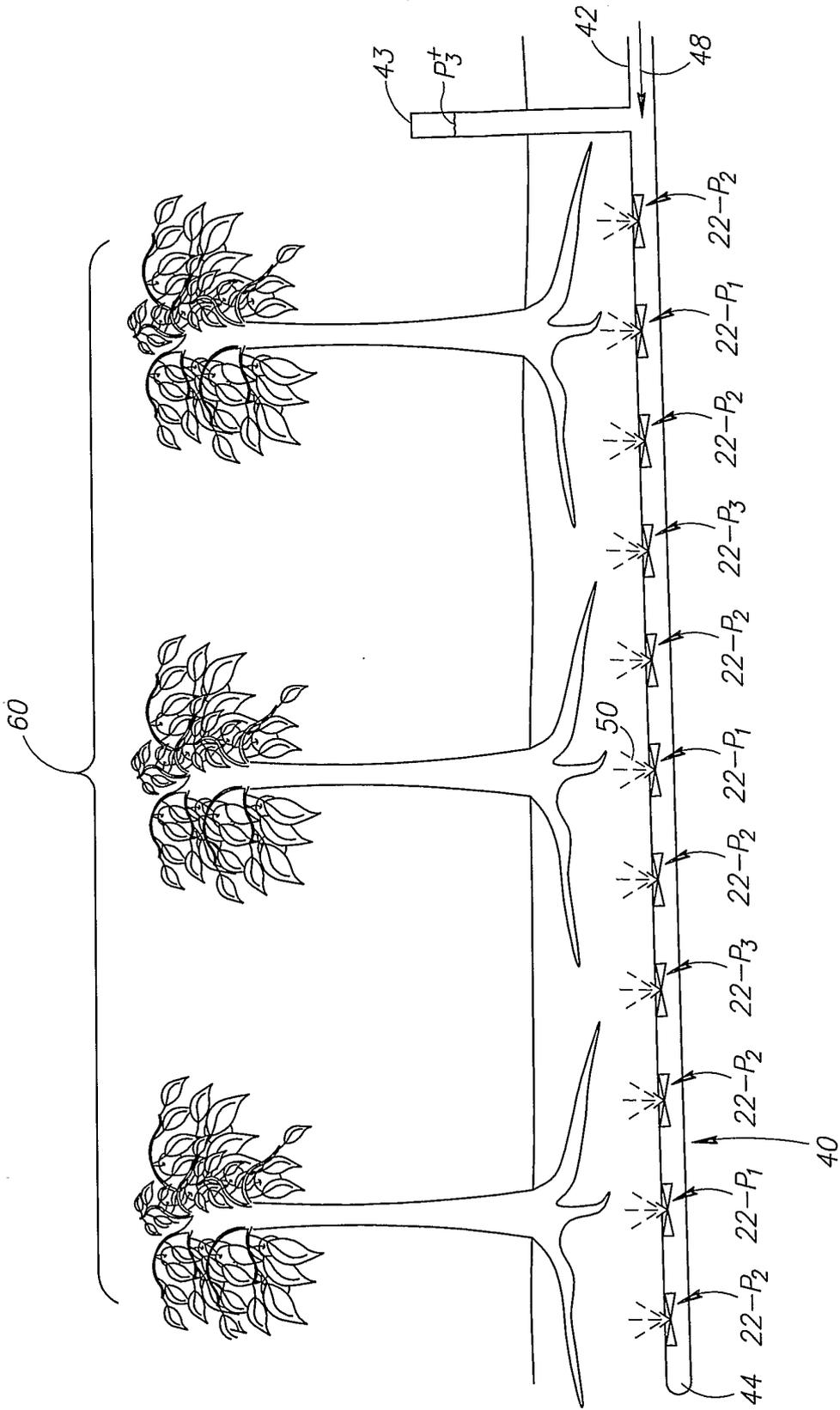


FIG.2C

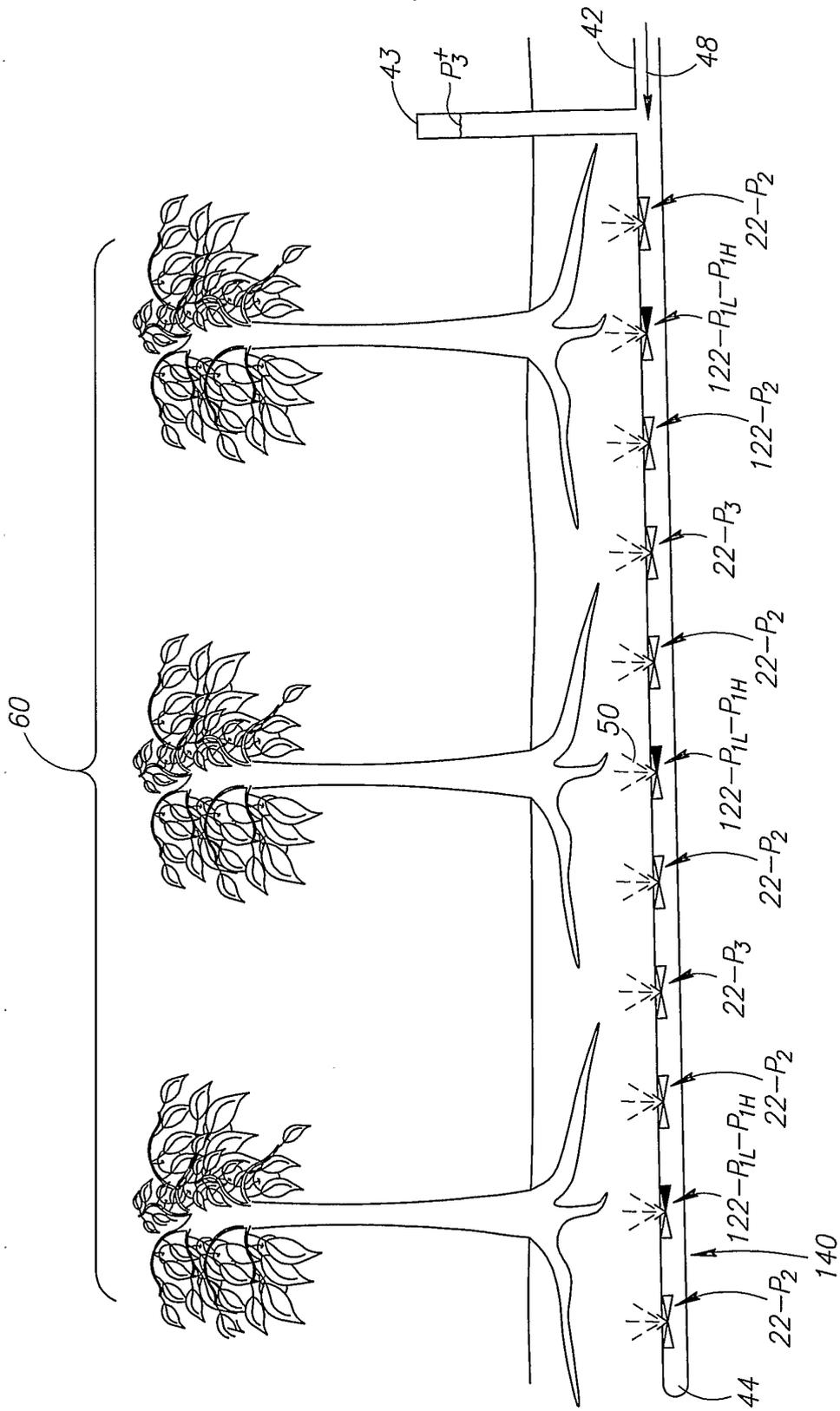


FIG.3A

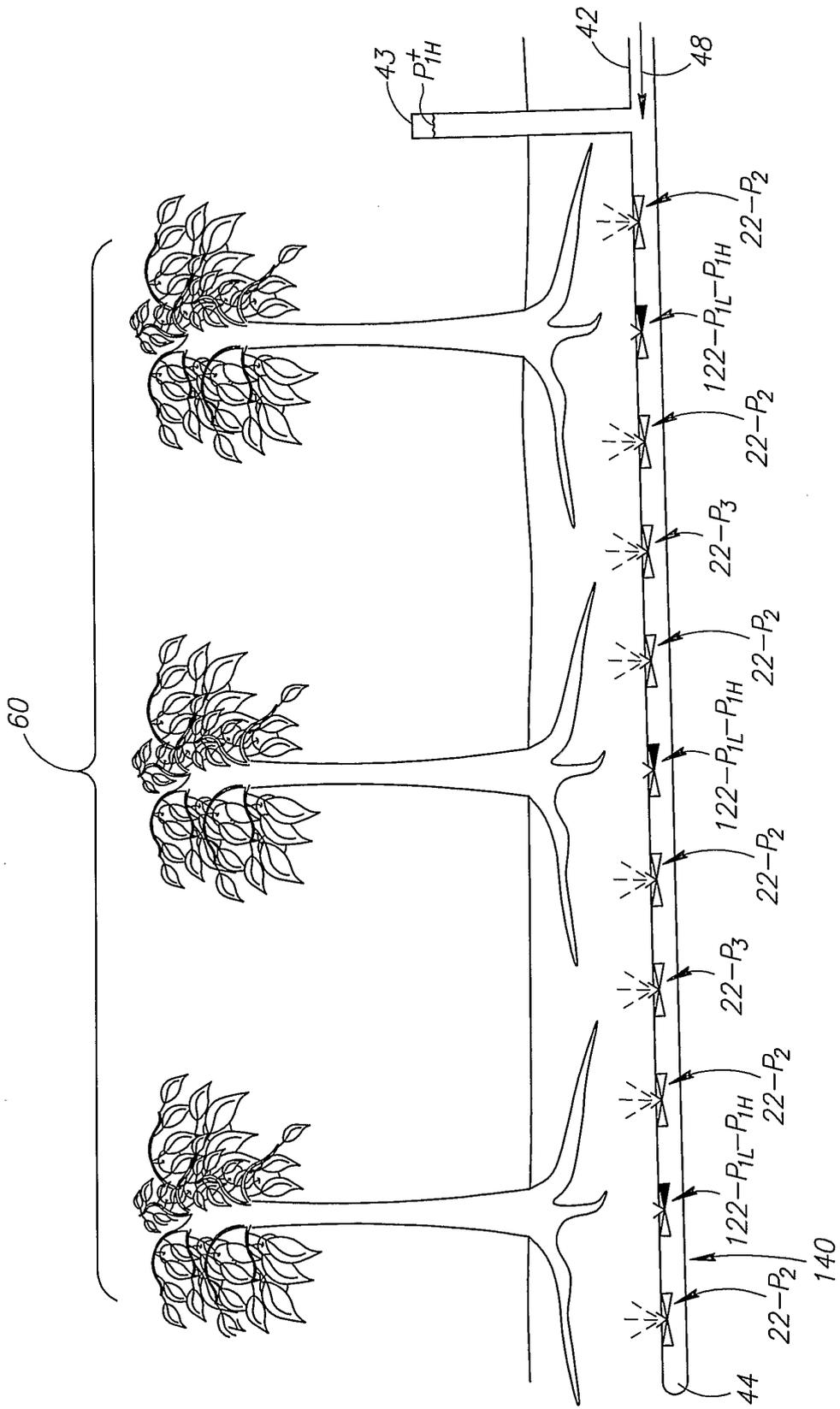


FIG.3B

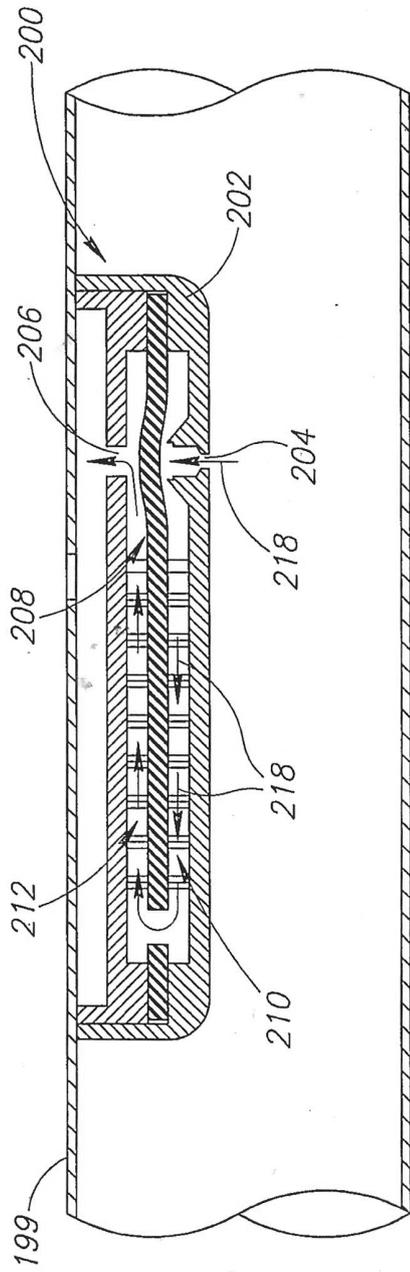


FIG. 4A

Técnica anterior

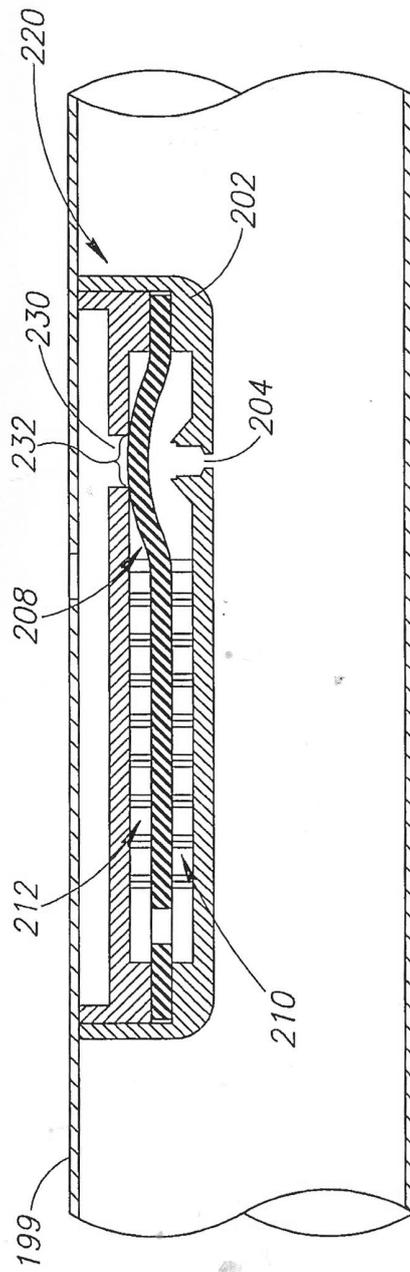


FIG. 4B

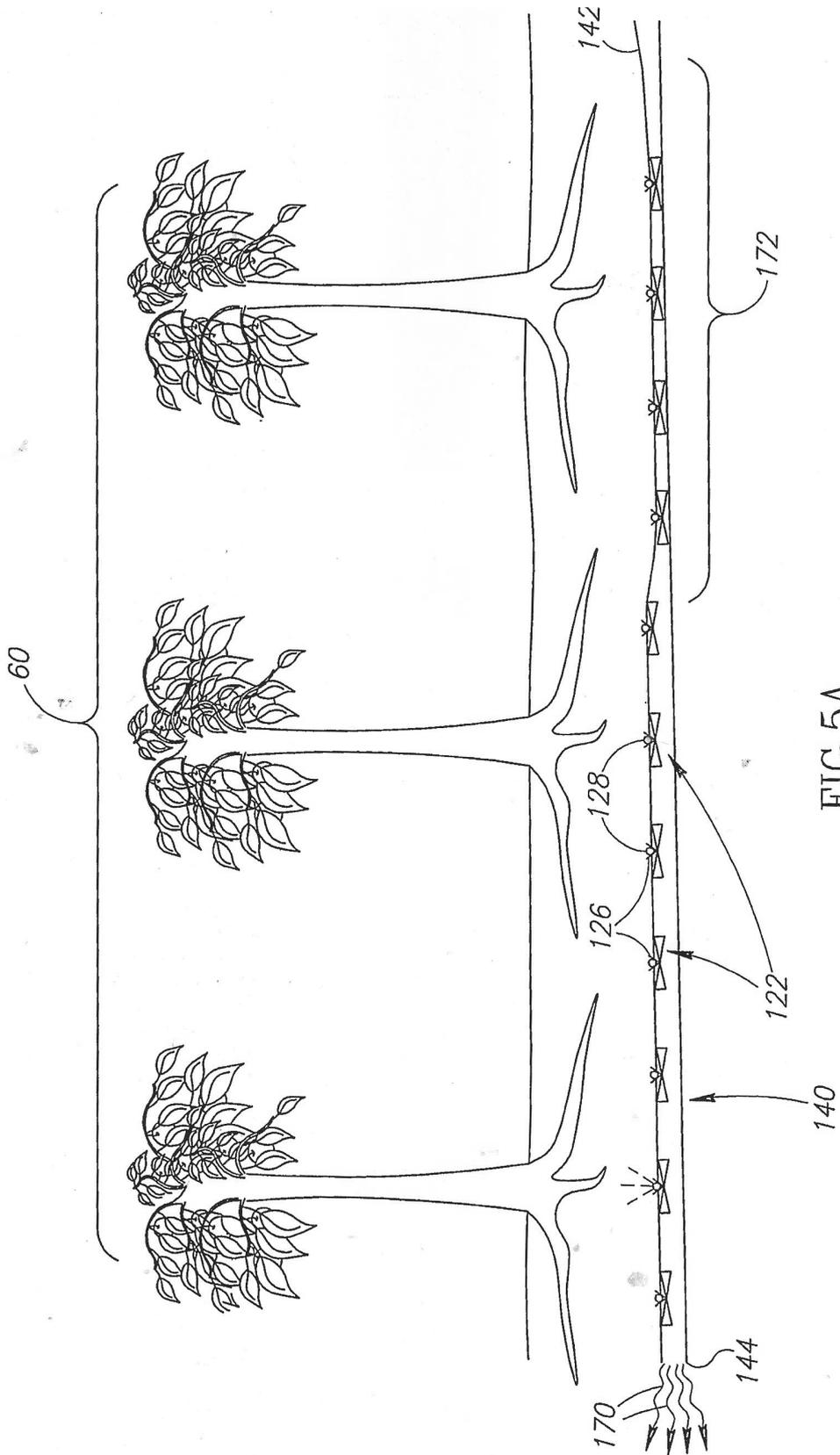


FIG.5A
Técnica anterior

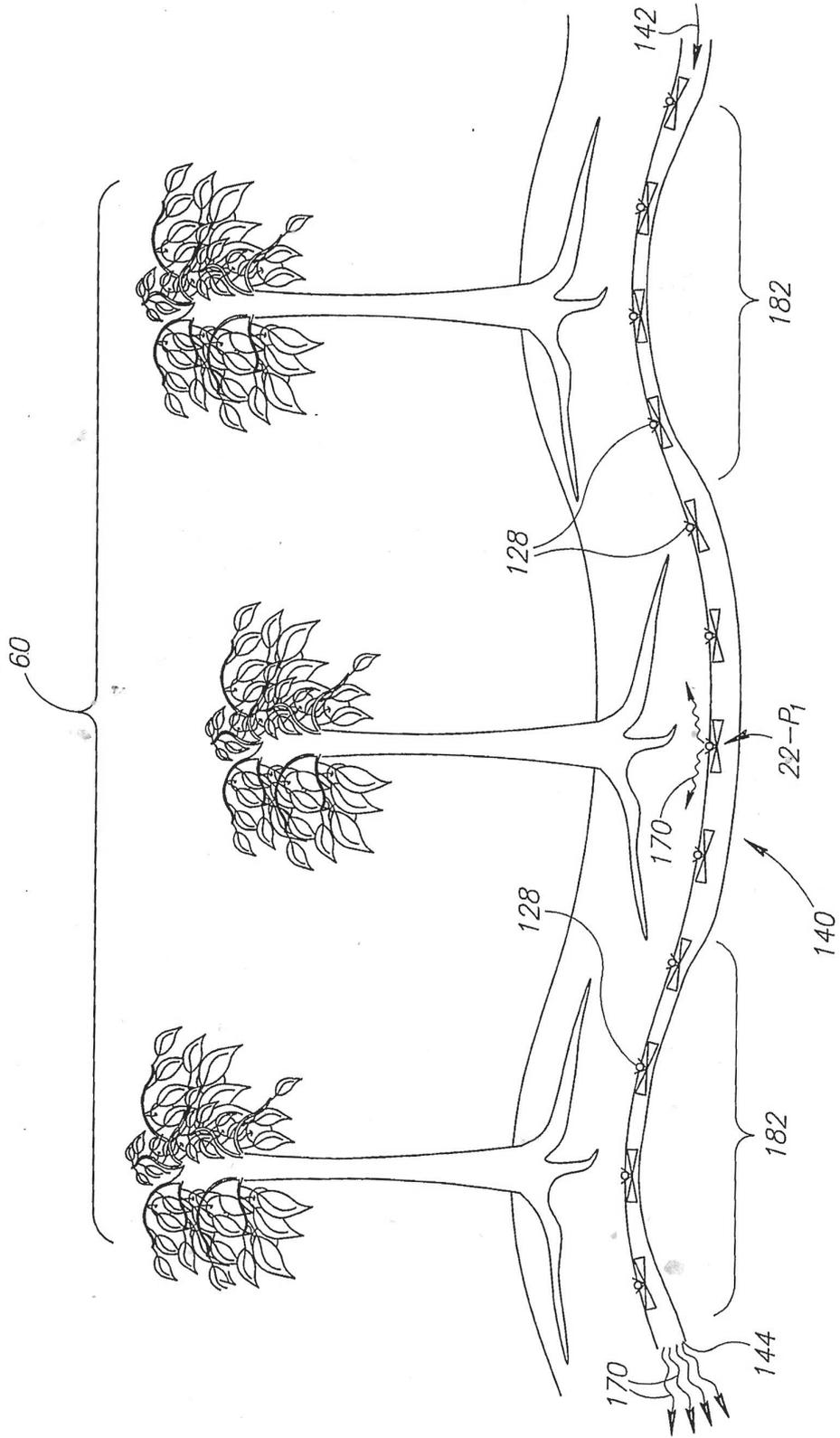


FIG.5B
Técnica anterior

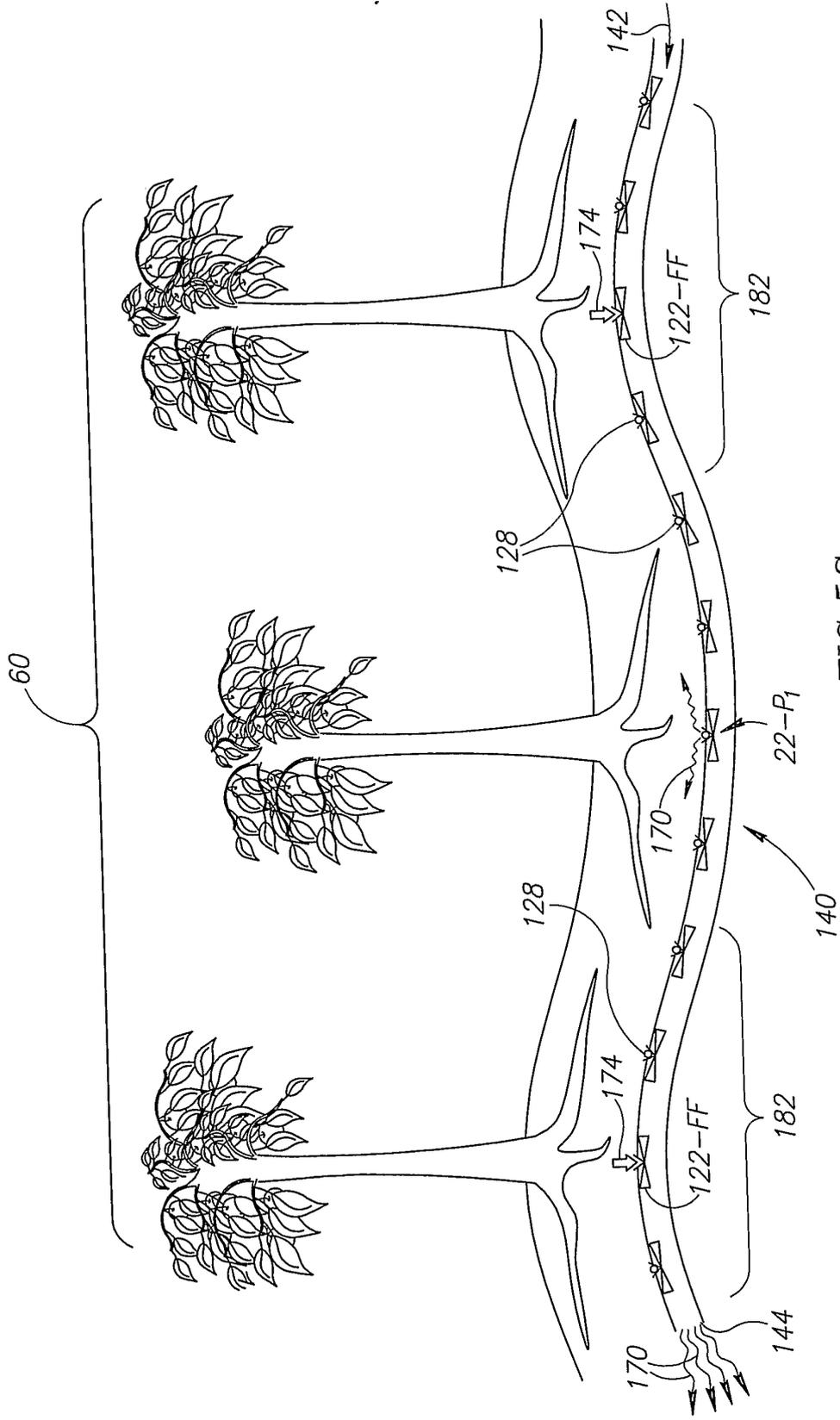


FIG.5C