

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 440 216**

51 Int. Cl.:

G05D 16/20 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.12.2002 E 02795411 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.09.2013 EP 1474731**

54 Título: **Sistema de suministro de agua**

30 Prioridad:

08.01.2002 IL 14750602

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

28.01.2014

73 Titular/es:

**OPTIMUS WATER TECHNOLOGIES LTD. (100.0%)
P.O. BOX 306
24952 MAALOT TARSHIBA, IL**

72 Inventor/es:

**EPHRAT, URI y
GLEICHMAN, ABRAHAM**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 440 216 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

Sistema de suministro de agua

Campo de la invención

5 La presente invención pertenece, en general, al campo de flujo de agua y control de la presión. Más particularmente, la invención se refiere a un sistema de control para una red de suministro de agua. La invención también se refiere a un dispositivo que se utiliza con el sistema.

Antecedentes de la invención

10 Un sistema de suministro de agua, por ejemplo, un sistema de agua municipal, típicamente comprende una línea de suministro principal alimentada desde una fuente de agua (depósito de agua, pozo, lago, etc.) y los medios de bombeo para impulsar el agua a través de una red de tuberías por lo que puede llegar a diversos consumidores aguas abajo.

15 Típicamente, se proporcionan también varios medios de regulación de la presión y de control a lo largo de la red de la tubería con el fin de controlar el flujo de agua y para reducir la presión de agua a un nivel tal que, por una parte, garantice el buen funcionamiento de los diversos sistemas que son activados por la presión, por ejemplo, medios de válvula de sistemas de riego, etc. y, por otro lado, no dañará cualquier equipo final de los consumidores por una presión excesiva, por ejemplo, explosión de las tuberías, daños de los calentadores solares, y otros equipos domésticos conectados a la red de agua (lavavajillas, lavadoras, etc.). Una presión excesiva puede ser perjudicial para las instalaciones industriales que reciben agua de la red.

20 De aquí en adelante en la descripción y reivindicaciones, el término "red de tuberías" se refiere a la tubería y las instalaciones que se extienden desde la fuente de agua a los consumidores.

Los consumidores de un sistema de suministro de agua pueden ser por ejemplo los consumidores domésticos, instalaciones industriales, instalaciones públicas y municipales, consumidores agrícolas, etc., todos los cuales son referenciados en el presente documento en la memoria y reivindicaciones en conjunto como una "red de consumidores".

25 Entre la red de consumidores hay al menos un consumidor en un lugar donde la presión medida es más baja que la presión medida en los otros sitios de consumo. Dicho un consumidor puede ser por ejemplo uno remoto donde se produce una pérdida de presión debido a que fluye a través de una tubería larga y ramificada (fricción y pérdida de carga), o un consumidor en una ubicación elevada (en un edificio alto o en una montaña) etc.

30 En lo sucesivo en la memoria descriptiva y las reivindicaciones, el uno o más de los consumidores en los que se mide la presión más baja se conocen como un "consumidor monitorizado" (también conocido como un "consumidor crítico").

35 El consumo de agua en un sistema de suministro de agua municipal varía a lo largo del día. El aumento del consumo se mide en horas de la mañana (entre 6 y 9 de la mañana) y de nuevo en las horas de la tarde (entre 7 y 9 de la tarde). Sin embargo, estos picos están sujetos a cambios, por ejemplo, los fines de semana, previa fijación de horario de verano, cambios de estación, grandes eventos, tales como un encuentro deportivo importante, etc.

40 Es la preocupación de la autoridad de suministro del agua, por ejemplo, un municipio o una empresa de suministro de agua, que el consumidor monitorizado reciba agua a una presión mínima, dicen, por ejemplo, alrededor de 2 ½ atmósferas para garantizar el buen funcionamiento de los diferentes equipos activados por presión y para disfrutar de una presión razonable en unas instalaciones domésticas de agua, por ejemplo, grifos, duchas, etc. El aumento de la presión en el consumidor monitorizado implicará necesariamente un aumento mucho más significativo de presión a los consumidores aguas arriba, incluso tan perjudicial como la sobre presión.

Por un lado, la sobre presión exige unidades de bombeo más potentes y es más costosa. En segundo lugar, se requiere una red de tuberías que pueda soportar tal sobre presión. Entonces hay un problema de sobrepresión que puede causar daño a los consumidores como ya se mencionó anteriormente.

45 Más aún, las fugas no significativas en la red de tuberías, por ejemplo, orificios menores o malas conexiones de los elementos de tubería, se vuelven proporcionalmente significativos ante un aumento de presión y pueden ser la causa de alguna pérdida significativa de agua potable, que puede perderse. Los informes muestran que las tasas de pérdida de agua potable por fugas llegan hasta aproximadamente 15 a 40% del suministro de flujo de un proveedor.

50 Una variedad de sistemas de presión de agua y de control son conocidos. Una disposición básica comprende una válvula reductora de presión (PRV) que funciona para reducir la presión entre una entrada y una salida de la misma, independientemente de los cambios de flujo a través del dispositivo o el cambio de la presión aguas arriba. Varias de estas PRV normalmente se colocan a lo largo de una red de tuberías, por ejemplo, en las ramificaciones a los barrios, a las principales instalaciones consumidoras adyacentes, edificios, etc.

Una PRV típica comprende un puerto de entrada en comunicación de flujo con un orificio de salida a través de un pasaje de flujo regulado por una cámara de control de presión. Cuando se presuriza la cámara de control de presión, el pasaje de flujo es restringido para restringir así el flujo entre la entrada y el orificio de salida para obtener una presión de salida esencialmente constante.

- 5 La presión dentro de la cámara de control se rige por diversos medios de control de flujo que finalmente sirven para el propósito de controlar el caudal de agua a través de la cámara de control.

De acuerdo con una realización de la técnica anterior, se proporciona una llamada válvula hidráulica, en la que la cámara de presión es cargada mediante un orificio de restricción que tiene una velocidad de flujo de entrada constante Q_1 conectado aguas arriba de la PRV y se descarga mediante una válvula piloto que tiene un flujo de salida nominal ajustado Q_2 conectado aguas abajo de dicha PRV. Cuando Q_1 es mayor que Q_2 , la presión dentro de la cámara de control de presión aumenta para restringir (o cerrar) de este modo el pasaje de flujo entre el orificio de entrada y el orificio de salida de la PRV para restringir así el flujo de salida Q_{out} de la PRV, lo que supone una caída correspondiente en la presión de salida P_{out} de la PRV.

De acuerdo con una disposición diferente, en lugar del orificio de restricción y la válvula piloto, se proporcionan solenoides (opcionalmente solenoides proporcionales) conectados a los controladores eléctricos, que permiten controlar el flujo de entrada de agua Q_1 y el flujo de salida Q_2 para gobernar de este modo la presión dentro de la cámara de control.

De acuerdo con todavía una realización diferente de una cámara de carga se ajusta sobre un émbolo de la válvula piloto para la activación hidráulica de un diafragma interno de la válvula piloto. Dicha cámara de carga está conectada a un suministro de agua aguas arriba por el que un émbolo de la válvula piloto es desplazable para restringir el flujo de salida Q_2 de la válvula piloto.

Todavía otro sistema de control tiene que ver con el ajuste de una cámara de carga en un elemento de ajuste de una alimentación de la válvula piloto por lo que el elemento de ajuste de la válvula piloto es desplazable para restringir el flujo de salida Q_2 de la válvula piloto.

De acuerdo con una realización de la solución anterior, se proporciona una cámara de carga integralmente ajustada con la válvula piloto. Sin embargo, aún se requieren solenoides de control para restringir el flujo de entrada Q_1 y el flujo de salida Q_2 .

Cada uno de los sistemas de control anteriores tiene al menos una de varias deficiencias y desventajas de la siguiente manera:

- 30 i. El mal funcionamiento de uno o ambos de los solenoides vuelve inactiva a la PRV. Esto puede resultar en una de dos posiciones extremas no deseadas, siendo la primera de corte completo del suministro de agua y siendo la segunda para proporcionar a los consumidores con una presión que es igual a una alta presión aguas arriba (dado que la PRV no cumple su función) por la cual el proveedor de agua está expuesto a responsabilidad por el mal funcionamiento debido a los daños causados a los consumidores.
- 35 ii. Cada cambio de presión o de flujo reconocible implica la activación de los solenoides por lo que una fuente de alimentación asociada se agota rápidamente.
- iii. El aumento de las aberturas/cierres de los solenoides y componentes de la válvula puede hacer que el sistema sea vulnerable a fallos de funcionamiento.
- 40 iv. El uso de solenoides requiere la filtración del agua a un alto nivel (típicamente tanto como micras). Por lo tanto se espera un mayor mantenimiento.
- v. Un factor importante es la opción de instalar el sistema de control de actualización. En la mayoría de los casos se requieren accesorios e instalaciones individuales que hacen que la instalación no sea rentable.
- vi. A bajas tasas de flujo, el sistema entra en el llamado estado de caza donde el sistema no tiene éxito en alcanzar un estado de equilibrio.
- 45 vii. La cámara de carga es un elemento sensible que requiere ajustes finos y que es susceptible a la suciedad.
- viii. Los sistemas no ofrecen disposiciones de derivación, por lo que el mal funcionamiento de un sistema de este tipo puede dar lugar a que el consumidor recibirá una presión excesivamente alta, lo que puede causar daño.

50 Por lo tanto, es un objeto de la presente invención proporcionar un sistema de control de suministro de agua capaz de proporcionar la presión esencialmente deseada en el consumidor monitorizado independientemente de los cambios en el consumo, es decir, el caudal a través del sistema. Un sistema de suministro de agua de acuerdo con la invención proporciona una presión esencialmente constante medida en el consumidor monitorizado

independientemente de su ubicación y de la pérdida de carga en la red de tuberías y también independientemente de los cambios repentinos en el consumo o de dichos cambios periódicos.

También se describe una válvula de control diferencial útil en la obtención de una velocidad de flujo constante a pesar de los cambios de presión en la línea mediante la eliminación de dichas alteraciones de la presión.

- 5 La memoria de la patente de Estados Unidos N° US-A- 4 562 552 divulga un procedimiento de control y un aparato que incorpora un modelo de simulación de los fenómenos hidráulicos de red dentro de una red de distribución de agua. Las presiones y tasas de flujo dentro de la red de distribución de agua son controladas por una unidad de optimización para la introducción de la demanda total de corriente como una entrada de modelo y el cálculo de variables manipuladas o las cantidades de control para la optimización de las presiones y tasas de flujo de acuerdo con un algoritmo de red. Se proporciona una unidad de corrección de computación para calcular los valores de corrección de cantidad de control necesaria para la corrección de las desviaciones de las presiones estimadas y las tasas de flujo de acuerdo con una matriz de sensibilidad que indican los efectos de las variaciones en las cantidades de control sobre las presiones y tasas de flujo.

Sumario de la invención

- 15 De acuerdo con un aspecto de la presente invención, se proporciona un sistema de suministro de agua tal como se especifica en la reivindicación 1.

La presente invención requiere un sistema de suministro de agua que comprende una red o consumidores y un sistema de regulación de presión que a pesar de la alternancia del caudal a través del sistema mantiene la presión en el consumidor monitorizado en un nivel de presión deseado.

- 20 De acuerdo con un aspecto de la invención, se proporciona un sistema de suministro de agua que comprende una línea de suministro y una red de consumidores, uno de los cuales es un consumidor monitorizado que recibe la menor cantidad de presión, un sistema de regulación de la presión que comprende una válvula de reducción de presión (PRV) asociada con una válvula piloto preestablecida a una presión nominal de salida, y un sistema de control de presión que comprende una válvula de control diferencial (DCV); una unidad de recogida para medir un parámetro de flujo indicativo de la presión en el consumidor monitorizado y emitir una señal de presión a un controlador; generando dicho controlador una señal de control sensible a la señal de presión para activar un accionador de la DCV que gobierna de este modo el caudal a través de la DCV, para obtener la presión deseada en el consumidor monitorizado, independientemente de la alteración de velocidad de flujo a través de la PRV.

- 30 De acuerdo con una realización, el parámetro de flujo es el caudal medido adyacente a la PRV y convertido en una señal de presión representativa de la presión en el consumidor monitorizado, basada en cálculos de conversión. Y de acuerdo con otra realización, el parámetro de flujo es la presión medida en el consumidor monitorizado.

Cuando el parámetro de flujo es el caudal, se proporciona típicamente una pastilla de presión para la lectura de presión en una línea de salida de la DCV para generar una señal de presión local, por lo que dicha señal de presión local y la señal de presión se comparan en el controlador.

- 35 De acuerdo con todavía otra para, el sistema de suministro de agua comprende además una puerta de derivación para anular la DCV en caso de que se detecte un mal funcionamiento de la DCV y/o del controlador (incluyendo cualesquiera parámetros de control, por ejemplo, problemas de software, errores de señal de control, etc.).

También se describe una válvula de control diferencial útil en un sistema de control de presión de acuerdo con la presente invención. La válvula de control diferencial comprende:

- 40 una carcasa provista de una entrada estática, una entrada dinámica y una salida de válvula;
una cámara de control herméticamente dividida por un diafragma flexible que divide la cámara en una primera cámara que comunica con la entrada estática, y una segunda cámara que comunica con la salida de la válvula y con un pasaje de flujo controlado que sirve para efectuar la comunicación entre dicha segunda cámara y dicha entrada dinámica;
- 45 un elemento de obturación cargado por un muelle articulado con el diafragma y siendo axialmente desplazable dentro del pasaje de flujo controlado sensible a la presión diferencial de desplazamiento del diafragma flexible;
- y un accionador controlado para desplazar axialmente el elemento de obturación de ese modo para gobernar el flujo a través del pasaje de flujo controlado sensible a la presión diferencial sobre el diafragma flexible y una fuerza opuesta impartida por el accionador y el muelle.

De acuerdo con una realización particular de la válvula de control diferencial el elemento de obturación es un elemento de sellado de tipo aguja equipado para un acoplamiento sellado con un asiento de sellado correspondiente del pasaje de flujo; siendo el elemento de sellado y el asiento de sellado esencialmente igualmente cónicos y donde la sección transversal del área de flujo entre el asiento de sellado y el elemento de sellado es proporcional respecto

al desplazamiento axial del elemento de sellado.

También se divulga un procedimiento para controlar la presión en el sistema de suministro de agua. El procedimiento incluye una línea de suministro y una red de consumidores, uno de los cuales es un consumidor monitorizado que recibe la menor cantidad de presión; un sistema de regulación de la presión que comprende una válvula reductora de presión (PRV) ajustada con una válvula piloto preajustada a una presión de salida nominal, un sistema de control de presión que comprende una válvula de control diferencial (DCV) conectada en serie a dicha válvula piloto, una unidad de recogida del parámetro de flujo y un controlador;

comprendiendo el procedimiento las siguientes etapas:

(i) medir un parámetro de flujo indicativo de la presión en el consumidor de seguimiento y emitir una señal de presión al controlador;

(ii) generar una señal de control por el controlador, siendo dicha señal de control sensible a la señal de presión;

(iii) activar un accionador de la DCV mediante la señal de control, que regula por lo tanto el caudal a través de la DCV con el fin de controlar la velocidad de flujo a través de la válvula piloto y para obtener la presión deseada en el consumidor monitorizado, independientemente de la alteración de velocidad de flujo a través de la PRV.

Cuando el parámetro de flujo es el caudal, el procedimiento comprende las etapas adicionales de:

(iv) medir el caudal adyacente a la PRV y transmitir una señal de flujo al controlador;

(v) convertir la señal de caudal en una señal de presión representativa de la presión en el consumidor monitorizado, basado en cálculos de conversión;

(vi) medir la presión local en una línea de salida de la DCV y generar una señal de presión local correspondiente;

(vii) comparar la señal de presión local y la señal de presión y generar una señal de control correspondiente

(viii) volver a la etapa (iii).

Es ventajoso que el sistema de suministro de agua esté equipado con una puerta de derivación reemplazando la DCV de tal manera que en el caso de mal funcionamiento del sistema, la derivación se abre para proporcionar con ello la presión de salida P_{out} en una salida de la PRV correspondiente con la presión de salida nominal ajustada en la válvula piloto.

La invención también se refiere a un sistema de suministro de agua que es capaz de manejar también las tasas de flujo significativamente bajas evitando así la llamada "caza", es decir, una situación en la que un sistema de suministro de agua típico no puede estabilizar sus parámetros de presión en caudales bajos.

En consecuencia, se proporciona un sistema de suministro de agua que comprende una línea conectada a al menos un consumidor, un sistema de regulación de la presión que comprende un pasaje de alto caudal y una derivación de baja caudal instalada paralelamente; comprendiendo dicho pasaje de alta velocidad de flujo una válvula de regulación de presión de flujo alto (HFPRV) que tiene una salida nominal de flujo alto y asociada con una válvula piloto predeterminada a una primera presión de salida nominal, y un sistema de control de presión que comprende un controlador, una válvula de control diferencial (DCV), una unidad de recogida para medir el caudal a través del sistema; dicho pasaje de bajo caudal que comprende una válvula de reducción de presión de flujo bajo (LFPRV) que tiene una salida nominal de flujo bajo y asociado con una válvula piloto predeterminada a una segunda presión de salida nominal, en el que dicha unidad de recogida emite una señal de parámetro de flujo al controlador que genera una señal de control sensible para activar un accionador de la DCV para gobernar este modo el caudal a través de la DCV; mediante el cual cuando la señal de parámetro de flujo disminuye por debajo de un valor preestablecido, dicha DCV se cierra implicando el cierre de la HFPRV y simulaciones de apertura de la LFPRV; y cuando el parámetro de flujo excede dicho valor preestablecido de la LFPRV se cierra y la HFPRV se abre.

Cuando el parámetro de flujo es el caudal medido antes o después de la HFPRV, pero antes o después de la ramificación del circuito de control de flujo bajo, respectivamente, el DCV comprende:

una carcasa equipada con una entrada estática y una entrada dinámica ambas en comunicación de flujo con una salida de la válvula piloto predeterminada a una presión nominal de salida alta, y a una salida de válvula en comunicación de flujo con una salida de la HFPRV;

una cámara de control herméticamente dividida por un diafragma flexible que divide la cámara en una primera cámara que comunica con la entrada estática, y una segunda cámara que comunica con la salida de la válvula y con un pasaje de flujo controlado que sirve para efectuar la comunicación entre dicha

segunda cámara y dicha entrada dinámica;

un elemento de obturación cargado por un muelle articulado con el diafragma y siendo desplazable axialmente dentro del pasaje de flujo controlado sensible a la presión diferencial de desplazamiento del diafragma flexible; y

- 5 un accionador controlado por el controlador, para desplazar axialmente el elemento de obturación para gobernar de ese modo el flujo a través del pasaje de flujo controlado sensible a la presión diferencial sobre el diafragma flexible y una fuerza opuesta impartida por el muelle y el accionador.

Breve descripción de los dibujos

- 10 Para entender la invención y para ver cómo se puede llevar a cabo en la práctica, se describirán ahora algunas formas de realización preferidas, a modo de único ejemplo no limitativo, con referencia a los dibujos que se acompañan, en los cuales:

La **figura 1** es una representación esquemática de un sistema de suministro de agua de acuerdo con una realización de la presente invención;

- 15 La figura 2 es una representación esquemática que muestra en algo más de detalle un sistema de control del sistema de suministro de agua ilustrado en la figura 1;

Las **figuras 3A a 3C** ilustran una válvula de control diferencial utilizada en un sistema de control de flujo de acuerdo con la presente invención, en la que:

La **figura 3A** ilustra la válvula en una posición cerrada;

La **figura 3B** ilustra la válvula en una posición parcialmente abierta; y

- 20 La **figura 3C** ilustra la válvula en una posición totalmente abierta;

La **figura 4** ilustra una realización de una válvula de control diferencial de acuerdo con la presente invención, la válvula en su posición cerrada;

La **figura 5** es una representación esquemática de un sistema de suministro de agua de acuerdo con una realización diferente de la presente invención;

- 25 La **figura 6** es una representación esquemática del sistema de control utilizado en un sistema de suministro de agua de acuerdo con la realización de la figura 5; y

La **figura 7** es una representación esquemática de un sistema de control para la prevención de la caza, en asociación con un sistema de suministro de agua de acuerdo con la presente invención.

Descripción detallada de la invención

- 30 La atención se dirige en primer lugar a la figura 1 de los dibujos, que ilustran a modo de una representación esquemática, un sistema de suministro de agua de acuerdo con la presente invención que representa una porción de ramificación de un sistema de suministro de agua municipal típico. El sistema comprende una red de tuberías que se originan en una fuente de agua, por ejemplo, un lago, depósito de agua, pozo, etc. (no se muestra). El agua puede ser impulsada a través de la red de tuberías **20** por medio de una o más unidades de bombeo **24** u otros medios adecuados, como se conocen de por sí, por ejemplo, gravedad, etc. El agua que fluye a través de la red de tuberías se bombea a alta presión esencialmente hasta que alcanza las secciones de ramificación en cada vecindario o bloque en el que una válvula reductora de presión (PRV) **26** está ajustada para reducir la presión del agua como se hará evidente en lo sucesivo con más detalle también al sistema de control designado generalmente **30** que se ilustra en algo más de detalle en la figura 2.

- 40 Es una preocupación de la empresa de suministro de agua (normalmente el municipio, etc.) que todos los consumidores a lo largo de una línea de suministro reciban por lo menos una cierta presión nominal para asegurar la operación y el funcionamiento apropiados de diversos equipos que se activan por presión, por ejemplo, los aspersores, válvulas y medios de filtrado, etc., así como para disfrutar de una presión razonable y las instalaciones domésticas de agua, por ejemplo, en las duchas, etc. Por otro lado, es una preocupación importante de la empresa
- 45 suministradora de agua que la presión en los consumidores no exceda de una cierta presión nominal para no ser responsable de los daños causados por sobrepresión, por ejemplo, explosión de los conductos (que se producen típicamente en colectores solares), fugas significativas, etc.

- Una tubería principal **32** que se extiende desde PRV **26** se ramifica en tuberías **34** que conducen a una red de consumidores que comprende varias casas **36** y un grifo municipal o doméstico **38** y un consumidor significativamente remoto designado como **40** colocado en la cima de una colina y que se conecta a la tubería principal **32** por una tubería **42**. En condiciones normales, la presión controlada a este último consumidor **40** es más

baja, debido a la larga tubería de llegar hasta él (pérdida por fricción y de carga en el acoplamiento y elementos de ramificación) y debido a la pérdida de carga en vista de las diferencias de altitud. El consumidor 40 se conoce como un consumidor monitorizado (a veces también referido como un consumidor crítico).

5 Una descripción adicional se dirige al sistema de control designado generalmente como **30**, con que se hace referencia también a la figura 2. La PRV 26 comprende una entrada 50 acoplada a una sección de la tubería principal aguas arriba 20 y una salida 52 junto a una línea de tubería principal aguas abajo **32**. Un pasaje de flujo **56** se forma dentro de la PRV entre la entrada 50 y la salida 52 que se puede sellar mediante un elemento de válvula 58 acoplable de forma hermética sobre un asiento de la válvula 62. La PRV comprende además una cámara de control 64 formada con un diafragma flexible 66 de soporta axialmente el elemento de válvula 58.

10 La disposición es tal que la presurización de la cámara de presión 64 hace que el diafragma 66 se deforme hacia abajo, lo que implica el desplazamiento correspondiente de elemento de válvula 58 hacia el asiento de válvula 62, restringiendo o cerrando así completamente el pasaje de flujo 56. La despresurización de la cámara de presión 64 resulta en el desplazamiento axial del elemento de válvula 58 para desvincularse del asiento de la válvula 62 con el fin de reabrir el pasaje de flujo 62.

15 La presión dentro de la cámara de control 64 se rige por la cantidad de agua introducida o drenada desde la cámara 64. Una línea de derivación de control 72 está conectada a la PRV aguas arriba en 74 en comunicación de flujo con una presión de entrada P_{in} que se corresponde con la presión aguas arriba. Ajustada en la línea de derivación de control 72 hay una unidad de filtro 78 y un orificio de restricción de flujo 80 que tiene una velocidad de flujo constante. Extendiéndose en la cámara de control 64 hay una línea de control de presión 82. Además ajustada en el
20 conducto de derivación de control 72 hay una válvula piloto 86 que tiene una presión de salida nominal, ajustable manualmente mediante un gobernador de tipo tornillo 88.

Extendiéndose aguas abajo de la válvula piloto 86 y conectada a la sección de la tubería 87 existe una válvula de control diferencial (DCV) 90 que tiene una salida acoplada a la salida 52 de la PRV 26. La DCV comprende un accionador accionado eléctricamente 92. La construcción de la DCV 90 se explicará con más detalle con referencia
25 a las figuras 3 y 5.

La DCV está acoplada a la PRV en 96 por una sección del tubo 94 en comunicación de flujo con una porción de aguas abajo de la tubería principal 32 a presión P_{out} .

Como puede verse en la figura 1, un equipo de captura por presión 100 se monta en el sitio del consumidor monitorizado 40, comprendiendo dicha unidad de captura 100 un transmisor para transmitir una señal de presión PS
30 que puede ser recibida por un controlador 108. Se aprecia que en lugar de transmitir la señal de presión PS por medios de comunicación inalámbrica, esto puede llevarse a cabo por otros medios, por ejemplo, telecomunicaciones por cable (por ejemplo, líneas telefónicas, líneas eléctricas, señalización óptica, etc.) El bucle de control se cierra ante la emisión de una señal de control CS que es sensible a la señal de presión PS y que activa el accionador 92 de la DCV, como se explicará a continuación con más detalle.

35 Un sistema de suministro de agua que no está soportado por un sistema de control de bucle cerrado normalmente tendría varias caídas de presión durante el día, como resultado de un aumento del consumo medido normalmente a las horas de la mañana (entre 6 y 9 de la mañana) y de nuevo por la noche hora (entre aproximadamente 7 y 9 de la tarde). Sin embargo, estos picos están sujetos a cambios, por ejemplo, los fines de semana, previa fijación del horario de verano, cambios de estación, grandes eventos, como un encuentro deportivo importante, etc. Cada vez
40 que se mide una caída de presión tal, el consumidor monitorizado 40 experimentará una caída más significativa de la presión que puede tener influencia en el funcionamiento de algunos electrodomésticos o incluso afectar la calidad de vida. Por otro lado, con el fin de compensar la pérdida de presión durante las horas críticas, el sistema puede ser programado de tal modo que se evite la caída de presión por debajo de una presión nominal mínima predeterminada en dicho consumidor monitorizado. El resultado de tal disposición es que en las llamadas horas muertas del día, es
45 decir, aquellas horas en que el consumo de agua se mantiene en un mínimo (por ejemplo, después de la medianoche y antes del amanecer) el consumo es muy bajo y por lo tanto las fugas menores en la tubería, por ejemplo, en las conexiones y acoplamientos, por ejemplo, 109 en la figura 1, o fugas en los grifos domésticos o públicos, por ejemplo, el grifo 38, se convertirá fugas significativas.

El sistema de suministro de agua de acuerdo con la presente invención, como se ilustra por un ejemplo en la figura
50 1, supera este problema al monitorear continuamente la presión en el consumidor monitorizado 40 donde se determina la presión nominal mínima. Una señal de presión correspondiente a la presión medida en la unidad de captación de presión 100 es transmitida y recogida por la antena 113 del controlador 108. En respuesta a la señal de presión PS, el controlador genera una señal de control CS al accionador 92 de la DCV 90 para de ese modo abrir o cerrar una trayectoria de flujo a través de la DCV 90 de tal manera que la PRV 26 se ajusta continuamente para
55 proporcionar la presión deseada en el consumidor monitorizado 40, independientemente de la alteración del caudal debido a los cambios de consumo.

El controlador 108 está programado previamente o es programable para controlar el accionador 92 dentro de los intervalos preseleccionados de operación con el fin de no agotar la fuente de energía (típicamente baterías) y para

ES 2 440 216 T3

reducir el desgaste del sistema que se produce por el uso excesivo. Por consiguiente, es ventajoso que el controlador 108 sea programado para generar una señal de control CS correspondiente con una gama de señales de presión PS con el fin de responder sólo a los cambios de presión significativos, por ejemplo, una señal de control CS sería generada por el controlador 108 sólo cuando la señal de presión se aleja de un cierto rango de valor.

- 5 Cada vez que una señal de control CS es emitida por el controlador 108, el accionador 92 de la DCV 90 cambia un pasaje de flujo en la DCV para controlar así la cantidad de agua que fluye a través de la sección de tubería 94, es decir, la medida en que la cámara de presión 64 de la PRV 26 se somete a presión, controlando eventualmente la presión de salida P_{out} de la PRV 26.

- 10 La atención se dirige ahora a las figuras 3A a 3C de los dibujos en cuestión con un diseño particular de la válvula de control diferencial (DCV) 90 que es una válvula de tipo aguja.

- 15 La válvula de control diferencial comprende una carcasa 132 que tiene un puerto de entrada estática 136 (que en la configuración del sistema de control que se ilustra en la figura 2 está acoplado a la sección de tubo 87) y una entrada dinámica 134 (que en la configuración de un sistema de control de la figura 2 también está acoplada a la sección de tubería 87). La carcasa 132 está formada adicionalmente con una salida de la válvula 140 (que en la configuración del sistema de control de la figura 2 está acoplada a la sección de tubo 94 que se extiende hasta el puerto de salida de la PRV 26).

Formada en la DCV 90 hay una cámara de control 144 herméticamente dividida por un diafragma flexible 146 que divide la cámara de control en una primera cámara superior 148 en comunicación de flujo con la entrada estática 134, y, una segunda cámara inferior 150 en comunicación de flujo con el orificio de salida 140.

- 20 Un pasaje de flujo 154 está formado con una superficie de sellado 156. El pasaje de flujo 154 se comunica entre la entrada dinámica 134 y la segunda cámara 150, y de hecho sirve para efectuar la comunicación entre la entrada dinámica 136 y la salida 140. Un elemento de obturación 160 está articulado en 162 al diafragma 146 y comprende una porción de sellado 164 que se estrecha correspondiendo con el asiento de sellado ahusado 156 (mejor visto en la figura 3C). Está prevista una junta tórica 166 para un sellado completo.

- 25 El elemento de obturación 160 es desplazable axialmente dentro del pasaje de flujo entre una posición completamente cerrada y posiciones abiertas en las que se efectúa la comunicación de flujo entre la entrada dinámica 134 y la salida 140.

- 30 El elemento de obturación 160 normalmente está sesgado hacia acoplamiento de sellado (cierre) del pasaje de flujo 154 por medio de un mecanismo de accionamiento 169 que comprende un elemento de muelle en espiral 170 teniendo en un extremo contra una placa de soporte 172 ajustada en un extremo del elemento de obturación 160 y en su extremo opuesto contra un elemento de placa desplazable axialmente 174 montado en una varilla roscada 176 soportada por un cojinete 178 y que puede girar por medio del accionador 92.

- 35 La disposición es tal que la rotación de la varilla 176 implica el desplazamiento axial del elemento de placa 174 para aumentar o disminuir de ese modo la fuerza axial del muelle 174, lo que resulta en el desplazamiento axial de la placa de soporte 172 y, respectivamente, del elemento de obturación 160 hacia la apertura o el cierre de pasaje de flujo 154. Sin embargo, se apreciará que los dos puertos de entrada, es decir, la entrada estática 136 y la entrada dinámica 134 están acopladas a la misma línea de suministro de agua y, por lo tanto, se presionan por igual. En consecuencia, la primera cámara 148 y la segunda cámara 150 están presionadas por igual, lo que resulta en que el diafragma 146 está en una posición neutra, separada de la presión axial aplicada por el mecanismo de accionamiento 169. La presión dentro de la segunda cámara 150 con la fuerza aplicada por el muelle 170 convertida en presión, que es esencialmente igual a la presión en la primera cámara 148. El resultado de esta disposición es que se diferencia la presión dinámica y la apertura real de la trayectoria de flujo se rige por la presión axial aplicada por el mecanismo de accionamiento 169, a saber, mediante la fuerza del muelle 170 y el desplazamiento axial impartido por el accionador 92.

- 45 Sin embargo, se debe apreciar que el elemento de obturación 160 puede desplazarse axialmente por medios distintos del mecanismo de accionamiento 169, por ejemplo, mediante un mecanismo de accionamiento hidráulico, etc.

- 50 En la posición de la figura 3A, la DCV 90 está en su posición denominada cerrada en la que la porción de sellado 164 del elemento de obturación 160 se acopla herméticamente al asiento 156 para cerrar de manera efectiva el paso de flujo 154. En la figura 3B, la DCV 90 se ilustra en una posición parcialmente abierta en la que el paso de flujo 154 se abre hasta cierto punto para efectuar la comunicación entre la entrada dinámica 134 y la salida 140, a través de la segunda cámara 150. Se apreciará que las correspondientes superficies cónicas 156 y 164 provocan un paso de flujo suficientemente amplio, que es menos susceptible a la obstrucción por la arena, la suciedad, etc. En la posición de la figura 3C, la DCV 90 se ilustra en una posición completamente abierta en la que el elemento de placa 174 está completamente retraído y no se aplica esencialmente ninguna fuerza mediante el muelle 170 para efectuar así el flujo máximo entre la entrada dinámica 134 y la salida 140.

Además se dirige la atención a la figura 4 de los dibujos, que ilustra una DCV generalmente designada 190 que es

esencialmente similar en principio a la DCV 90 que se ilustra en las figuras 3A a 3C, residiendo la principal diferencia en la construcción de los puertos de entrada. Como se ve en la figura 4, la carcasa 194 comprende una entrada principal 196 que se divide en una entrada dinámica 198 y una entrada de estática 200 que se comunica con la entrada principal 196 a través del conducto 204 integral con la carcasa 194. Otros componentes y la construcción de la DCV 190 son similares a los descritos en relación con la DCV 90 que se ilustra en las figuras 3A a 3C y la parte trasera está dirigida a la descripción que hace referencia a estas figuras.

La atención se dirige ahora a las figuras 5 y 6, que ilustra un sistema de suministro de agua de acuerdo con una realización de la presente invención. La presente realización difiere de la realización anterior que se ilustra con referencia a las figuras 1 y 2, en particular en lo que se refiere al sistema de control generalmente designado 220. En consecuencia, los elementos de la realización de las figuras 5 y 6 que son similares a los de la realización representada en las figuras 1 y 2 se designan con los mismos números de referencia, con una indicación de prima (').

En el presente ejemplo, se proporciona agua a un barrio de una ciudad para suministrar agua a una pluralidad de casas 225, algunas instalaciones industriales 227 y a los servicios públicos 229, por ejemplo, un edificio de oficinas y un rascacielos 230 que constituyen el llamado consumidor monitorizado en la que la presión medida es más baja.

A diferencia de en la realización de la figura 1, un medidor de flujo 240 está instalado en una línea de suministro 242 que se extiende desde la PRV 26' para medir un parámetro de flujo que en el presente caso es una señal de caudal FRS, cuya señal se transfiere entonces al controlador 250. La señal de caudal se convierte en el controlador 250 en una correspondiente señal de presión representativa de la presión del domicilio del consumidor monitorizado 230. Esto se obtiene mediante cálculos de conversión que se basan en la experiencia y las mediciones que convierten una señal de caudal en una señal de presión. En respuesta a la FRS (y a la señal de presión PS correspondiente a la misma) se genera una señal de control CS en el controlador 250, cuya señal de control CS a continuación se dirige al actuador 92' de una DCV 90' para activar de este modo el mecanismo de accionamiento de la DCV 90', tal como se ha explicado anteriormente con referencia a las figuras 3A a 3C.

Además, un sensor de presión 258 está instalado en la sección de línea 94' que se extiende entre una salida 140' de la DCV 90' y la salida 52' de la PRV 26'. La presión detectada por el medidor de presión 258 que transmite una señal de presión local general PS' se compara con la señal de presión convertida obtenida por la señal de caudal FRS para cerrar el bucle de control y proporcionar así un bucle de control más exacto.

La disposición de acuerdo con la realización de la figura 5 es tal que, al aumentar el caudal detectado por el medidor de flujo 240, una señal de caudal correspondiente FRS se transmite al controlador 250, con lo que se obtiene una señal de presión correspondiente, en respuesta a la cual se genera una señal de control CS mediante el controlador 250, así como para accionar el actuador 92' de la DCV 90' para drenar de esta manera la cámara de presión de la PRV 26' para aumentar así el flujo a través de la PRV y proporcionar el aumento de la demanda, por ejemplo, en horas punta, como se explica anteriormente en este documento.

Sin embargo, cuando el caudal detectado en el medidor de flujo 240 disminuye, se transmite una señal de control correspondiente CS mediante el controlador 250 al actuador 92' de la DCV 90' para cerrar de este modo el paso de flujo de la misma, con lo que la cámara de presión de la PRV 26' es presionada para realizar así la restricción del paso de flujo de la PRV 26'.

La realización de la figura 6 ilustra un sistema de control designado en general 260 que comprende los mismos elementos que en el sistema de control 30 de la figura 2 y, por lo tanto, elementos similares se designan con los mismos números de referencia que se distinguen mediante una indicación de doble prima.

El sistema de control 260 de la figura 6 comprende una puerta de derivación adicional 264 que anula la DCV 90" con una puerta accionada eléctricamente 268, que es típicamente un solenoide conectado por una línea de control 270 al controlador 108".

La disposición es tal que cuando el sistema detecta una posición defectuosa, por ejemplo, un resorte roto de la DCV o un error en el controlador 108", se descarga un condensador 274 instalado en el controlador 108" para activar el solenoide 268, mediante el cual la puerta de derivación 264 se abre para anular la DCV 90". Al abrir la puerta de anulación 264, la DCV 90" se vuelve inactiva, con lo cual la válvula piloto 86" se conecta directamente a la salida 96" de la PRV 26".

Es obvio que una puerta de derivación 264 como se ilustra en la figura 6 también puede aplicarse a un sistema de control del tipo descrito con referencia a la figura 5. Además, se aprecia que en lugar de la activación del solenoide 268 por descarga del condensador 274, una señal de control de anulación ORCS puede generarse mediante el controlador 108" cada vez que se detecta una especie de estado de fallo. Por ejemplo, en caso de un problema de comunicación donde cualquiera de las señales no se recibe o se transmite mediante el controlador, un fallo de energía, un problema mecánico relacionado con la DCV (por ejemplo, la rotura del muelle), problemas de software, etc. Más aún, en lugar de una puerta activa de solenoide, otros medios pueden ser utilizados para la apertura de la puerta, tal como, por ejemplo, medios hidráulicos o neumáticos.

Volviendo ahora a la figura 7, se ilustra un sistema de control de acuerdo con una variación de la invención, designado en general 300. En la realización de la figura. 7, a los elementos que se corresponden con los elementos mencionados en la figura 2 se les dan los mismos números de referencia cambiados por 200. El sistema de control 300 es particularmente adecuado para gestionar situaciones indicadas en la técnica como caza, donde el flujo a través de la línea de suministro 332 es significativamente más bajo, y donde la PRV 326 no es capaz de proporcionar una presión de salida estabilizada. Esto ocurre, en particular, porque la PRV 326 está diseñada para la gestión de caudales altos, y donde un desplazamiento insignificante del elemento de válvula 358 respecto al asiento de la válvula 62' hace que el dispositivo sea inestable.

Esta situación se supera proporcionando un sistema de control 300 como se ilustra en la figura 7, que comprende un circuito de control de alto flujo 319 y un circuito de control de bajo flujo 321. El circuito de control de alto flujo 319 comprende una válvula de regulación de presión de alto flujo HFPRV 326 equipada con un sistema de control similar al descrito en relación con la figura 2, es decir, que comprende una unidad de filtro 378, un orificio de restricción de flujo 380, una línea de control de presión 382, una válvula piloto 386 y una DCV 390. Se proporciona un controlador 408 para gobernar el actuador 392 de la DCV 390 y recibir además una señal de caudal FR detectada por un medidor de flujo 325 equipado para medir el flujo total a través del sistema. El medidor de flujo 325 puede montarse antes o después de la HFPRV 326, pero antes o después de la ramificación del circuito de control de bajo flujo 321, respectivamente.

El circuito de control de presión de bajo flujo LFPRV designado **321** es en realidad un sistema de tuberías que anula la válvula de regulación de presión alto de flujo HFPRV 326 mediante una sección de tubo **327** que se extiende desde un tubo de entrada aguas arriba **320** y una sección de tubería de salida **329** conectada aguas abajo a la línea de alimentación principal **332**. Una válvula de regulación de presión de bajo flujo LFPRV **331** está montada a lo largo de la derivación equipada con el circuito de control de baja presión **321**, que comprende elementos similares, a saber, una unidad de filtrado **333**, un orificio de restricción de flujo **335** y una válvula piloto **337** conectada aguas abajo de la LFPRV **331** en **339**. La extensión entre el orificio de restricción de flujo **335** y la válvula piloto **337** es una línea de control de presión **341** conectada a la cámara de presión **347** de la LFPRV **331**, similar a la disposición del circuito de control de la presión de alto flujo **319** y para el sistema de control designado generalmente **30** de la figura 2.

La disposición de acuerdo con la realización de la figura 7 es tal que la velocidad de flujo se controla continuamente mediante un medidor de flujo **325** que emite una señal de caudal FR al controlador 408. Al detectar que el caudal ha caído por debajo de un límite mínimo, el controlador **408** genera una señal de control CS al actuador **392** de la DCV **390** para comprimir de este modo el muelle en espiral de la DCV, cerrando de este modo el flujo a través de la DCV **390**. Como resultado, el agua ya no fluye a través de la válvula piloto **386**, por lo que la cámara de control **364** de la HFPRV **326** está muy presionada para cerrar de este modo el paso de flujo de la HFPRV **326** mediante el elemento de válvula **358**. Como ya se ha mencionado, el medidor de flujo **335** puede estar situado en cualquier lugar adecuado para medir el flujo total a través del sistema.

Como resultado de ello, la presión cae en la salida **339** de la LFPRV 331 por debajo de la presión preestablecida en la válvula piloto **337**, por lo que se abre el paso del flujo a través de la misma para facilitar el flujo de agua a través de la derivación en un caudal bajo.

El sistema de control **300** vuelve a su circuito de alto caudal, cuando el medidor de flujo **325** genera una señal de caudal correspondiente con una señal de alto caudal (que precede a un límite predeterminado) al controlador **408**, que a su vez genera una señal de control al actuador **392** de la DCV **390** para abrir de este modo su paso de flujo, lo que resulta en la apertura de la HFPRV **326** y el cierre simultáneo de la LFPRV **331**.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Sistema de suministro de agua, que comprende una línea de suministro (32) y una red de consumidores, uno de los cuales es un consumidor monitorizado (40) que recibe la menor cantidad de presión, comprendiendo un sistema de regulación de presión una válvula reductora de presión (PRV) (26) asociada con una válvula piloto (86) predeterminada a una presión nominal de salida;
- dicho sistema de suministro **caracterizado porque:**
- 10 dicho sistema de regulación de presión está asociado con un sistema de control de presión (30) que comprende una válvula de control diferencial (DCV) (90); una unidad de captación (100) para medir un parámetro de flujo indicativo de la presión en el consumidor monitorizado (40) y que emite una señal de presión a un controlador (108); generando dicho controlador (108) una señal de control sensible a la señal de presión para activar un actuador (92) de la DCV (90), gobernando así el caudal a través de la DCV (90), de modo que se obtiene la presión deseada en el consumidor monitorizado (40), independientemente de la alteración del caudal a través de la PRV.
- 15 2. Sistema de suministro de agua de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la DCV (90) está instalada en una salida de la válvula piloto (86) para controlar el caudal a través de la misma.
3. Sistema de suministro de agua de acuerdo con la reivindicación 1, en el que una salida de la DCV (90) está en comunicación de fluido con una salida (52) de la PRV (26).
4. Sistema de suministro de agua de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el parámetro de flujo es monitorizado todas las horas del día y de la noche.
- 20 5. Sistema de suministro de agua de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el controlador (108) está programado para generar señales de control representativas de niveles preestablecidos de señales de presión.
6. Sistema de suministro de agua de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el parámetro de flujo es el caudal medido adyacente a la PRV (26) y convertido en una señal de presión representativa de la presión en el consumidor monitorizado (40), sobre la base de cálculos de conversión.
- 25 7. Sistema de suministro de agua de acuerdo con la reivindicación 6, que comprende además una toma de presión (100) para la lectura de la presión en una línea de salida de la DCV (90) para generar una señal de presión local, con lo que dicha señal de presión local y la señal de presión son comparadas en el controlador (108).
8. Sistema de suministro de agua de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el parámetro de flujo es la presión medida en el consumidor monitorizado (40).
- 30 9. Sistema de suministro de agua de acuerdo con la reivindicación 8, en el que la señal de presión es transmitida al controlador (108) por medios de comunicación inalámbrica.
10. Sistema de suministro de agua de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la DCV (90) está instalada en una posición intermedia en un puerto de salida de la válvula piloto (86) y un puerto de salida (52) de la PRV (26).
- 35 11. Sistema de suministro de agua de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la presión en la salida de la DCV (90) no excede de la presión de salida nominal preestablecida en la válvula piloto (86).
12. Sistema de suministro de agua de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la DCV (90) es una válvula de tipo de aguja integrada diferencial dinámica.
- 40 13. Sistema de suministro de agua de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el sistema de control de presión es un sistema de control de tipo de bucle cerrado, en el que los cambios de presión en una salida de la DCV (90) son monitorizados continuamente y comparados con la señal de presión.
14. Sistema de suministro de agua de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende además una puerta de derivación (264) para anular la DCV (90) después de que se produzca la detección de un estado de fallo en cualquiera del controlador (108) y la DCV (90).
- 45 15. Sistema de suministro de agua de acuerdo con la reivindicación 14, en el que la puerta de derivación (264) es activada en una posición abierta mediante una señal de control de anulación emitida por el controlador (108).
16. Sistema de suministro de agua de acuerdo con la reivindicación 15, en el que la puerta de derivación (264) se abre mediante un solenoide (268) y donde el controlador (108) comprende un condensador (274) que está diseñado para descargar y activar el solenoide (268) en caso de detectar el fallo en el actuador (100) o el controlador (108).

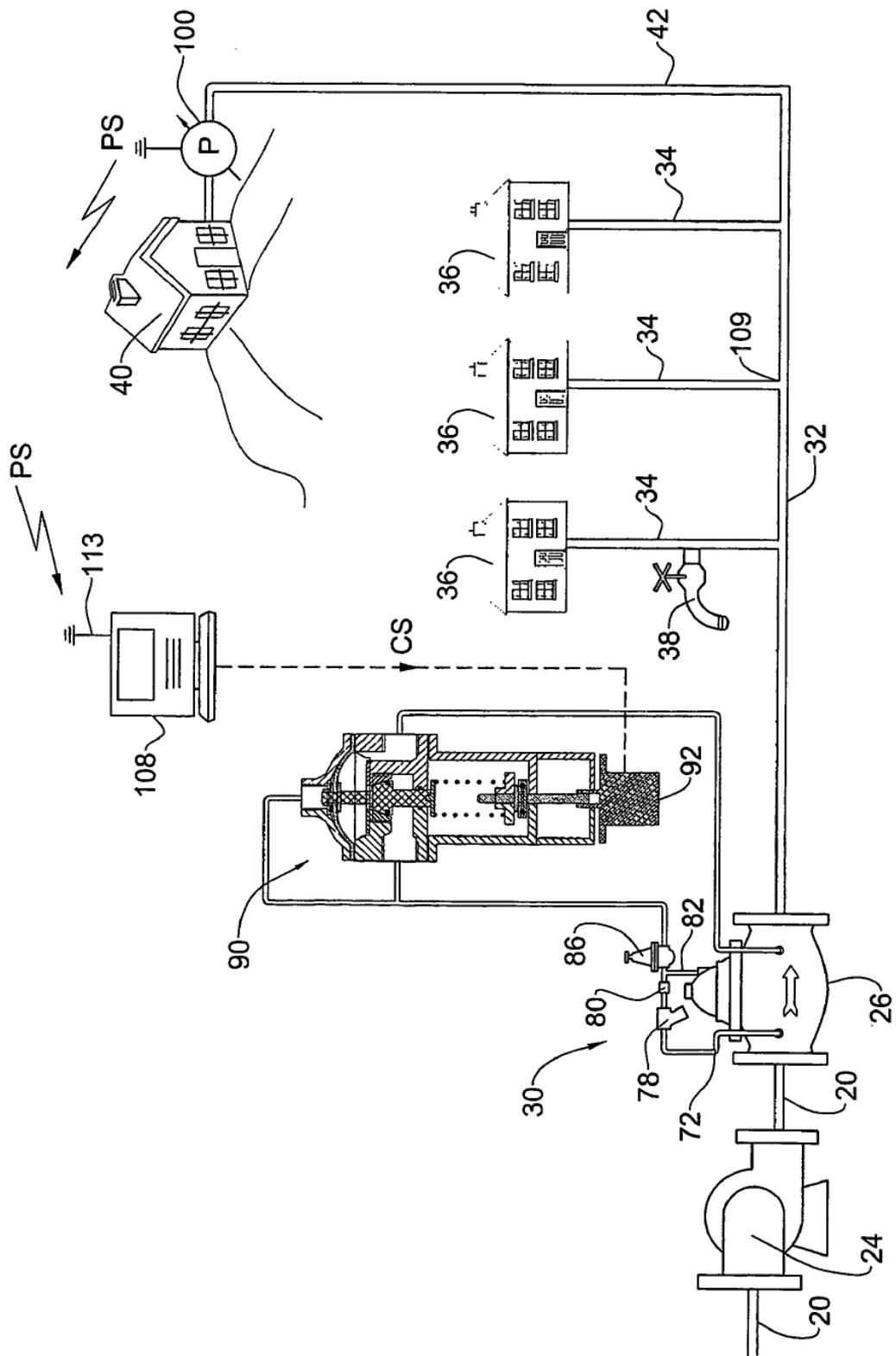


FIG. 1

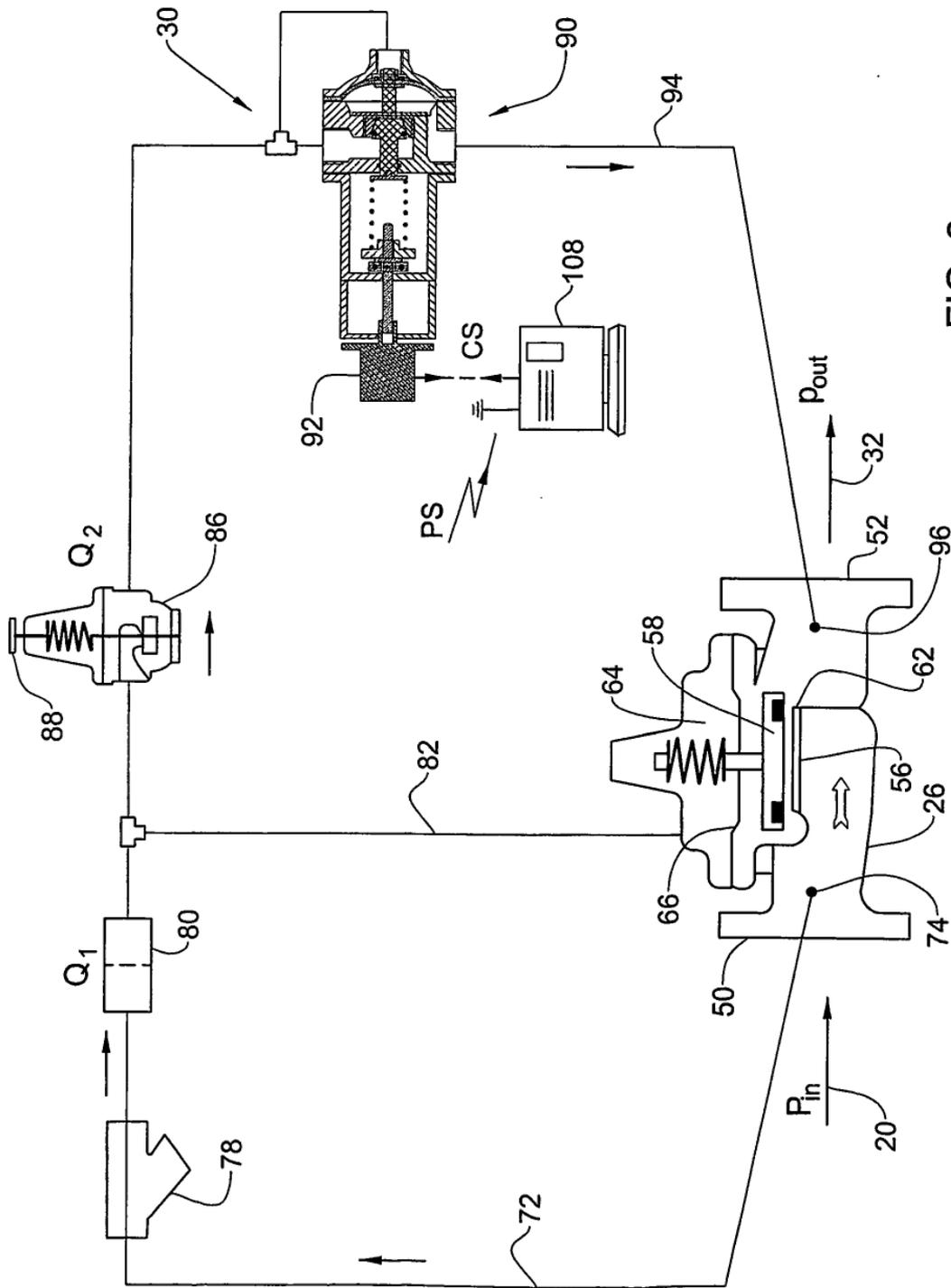


FIG. 2

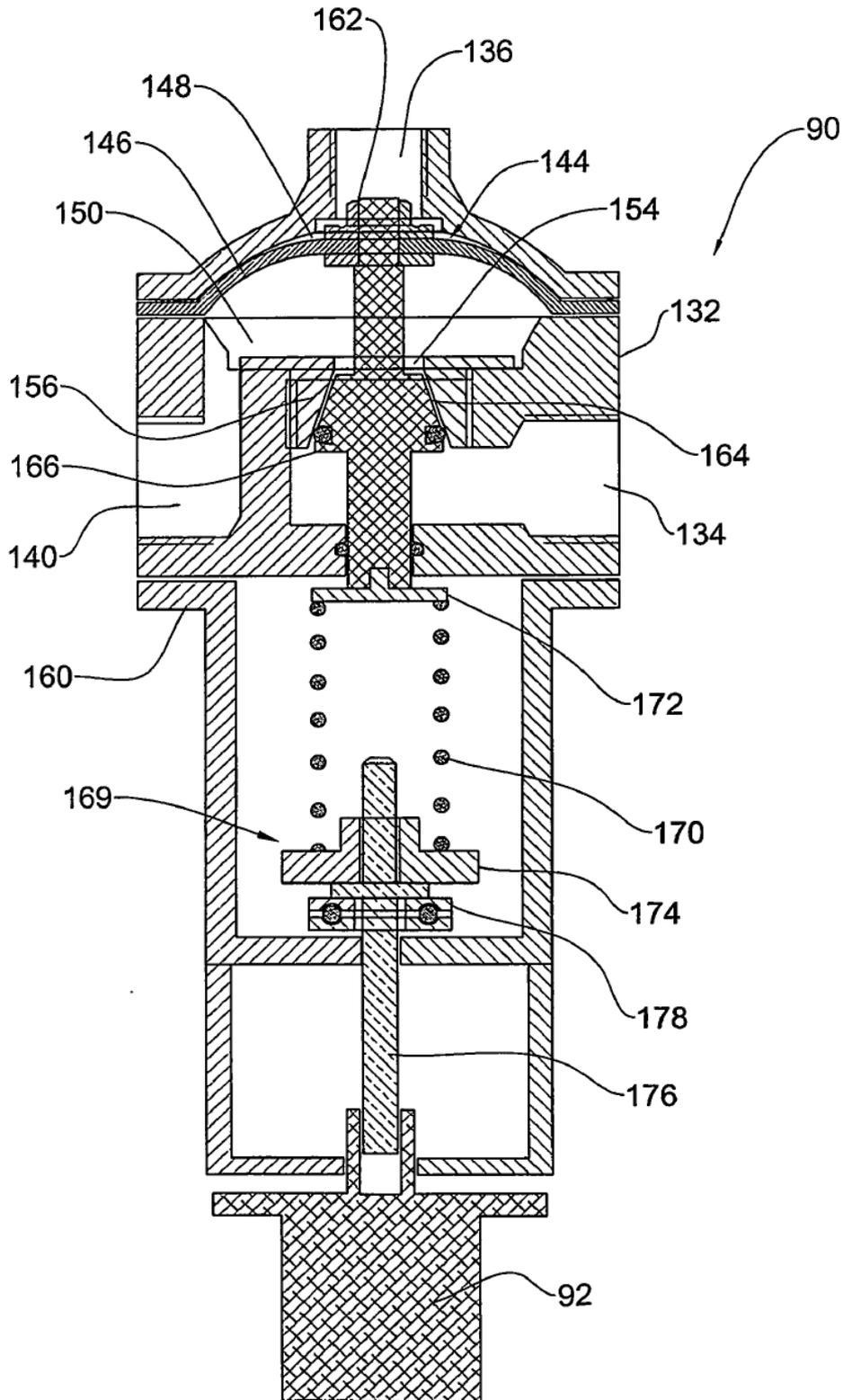


FIG. 3A

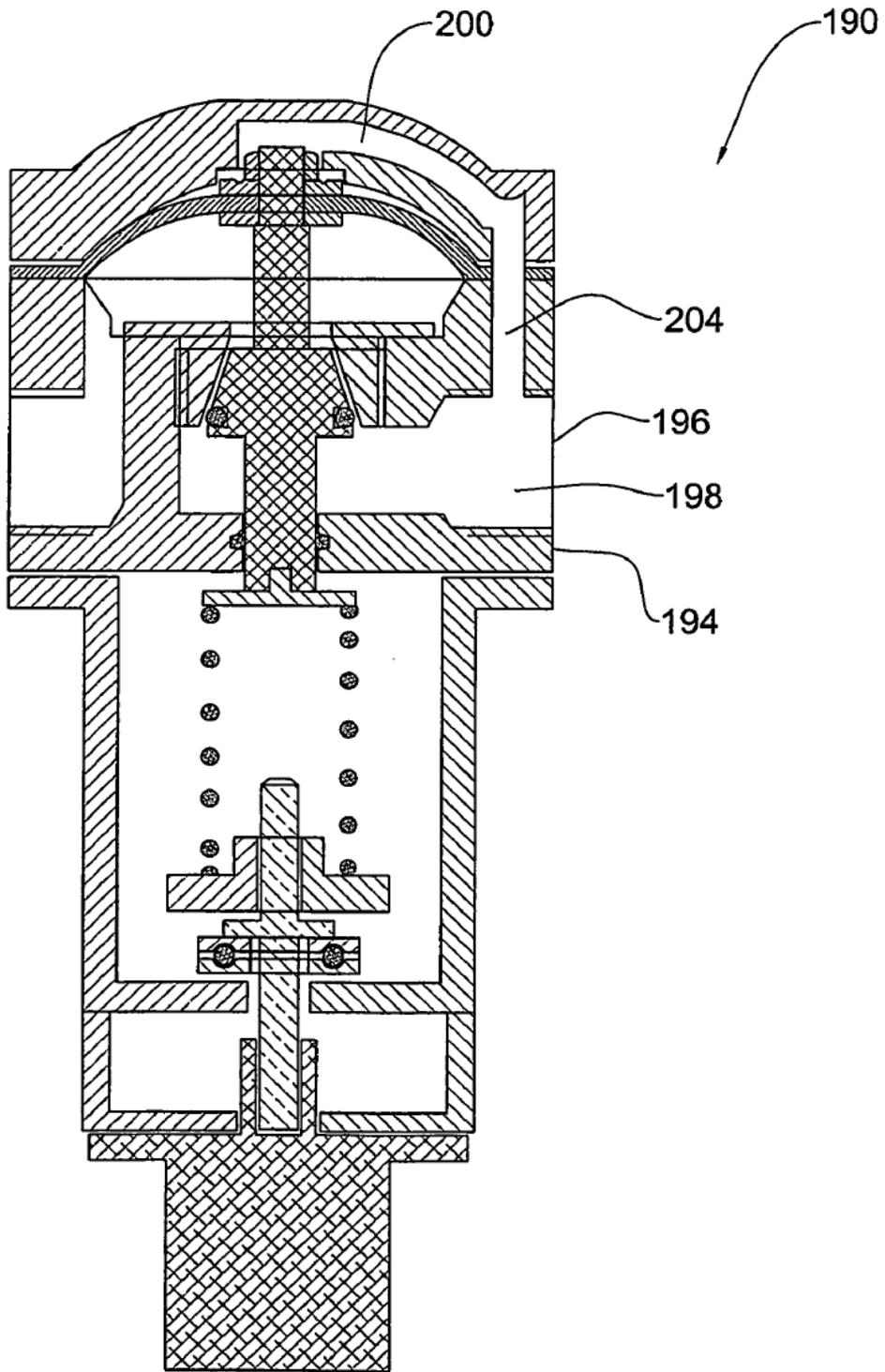


FIG. 4

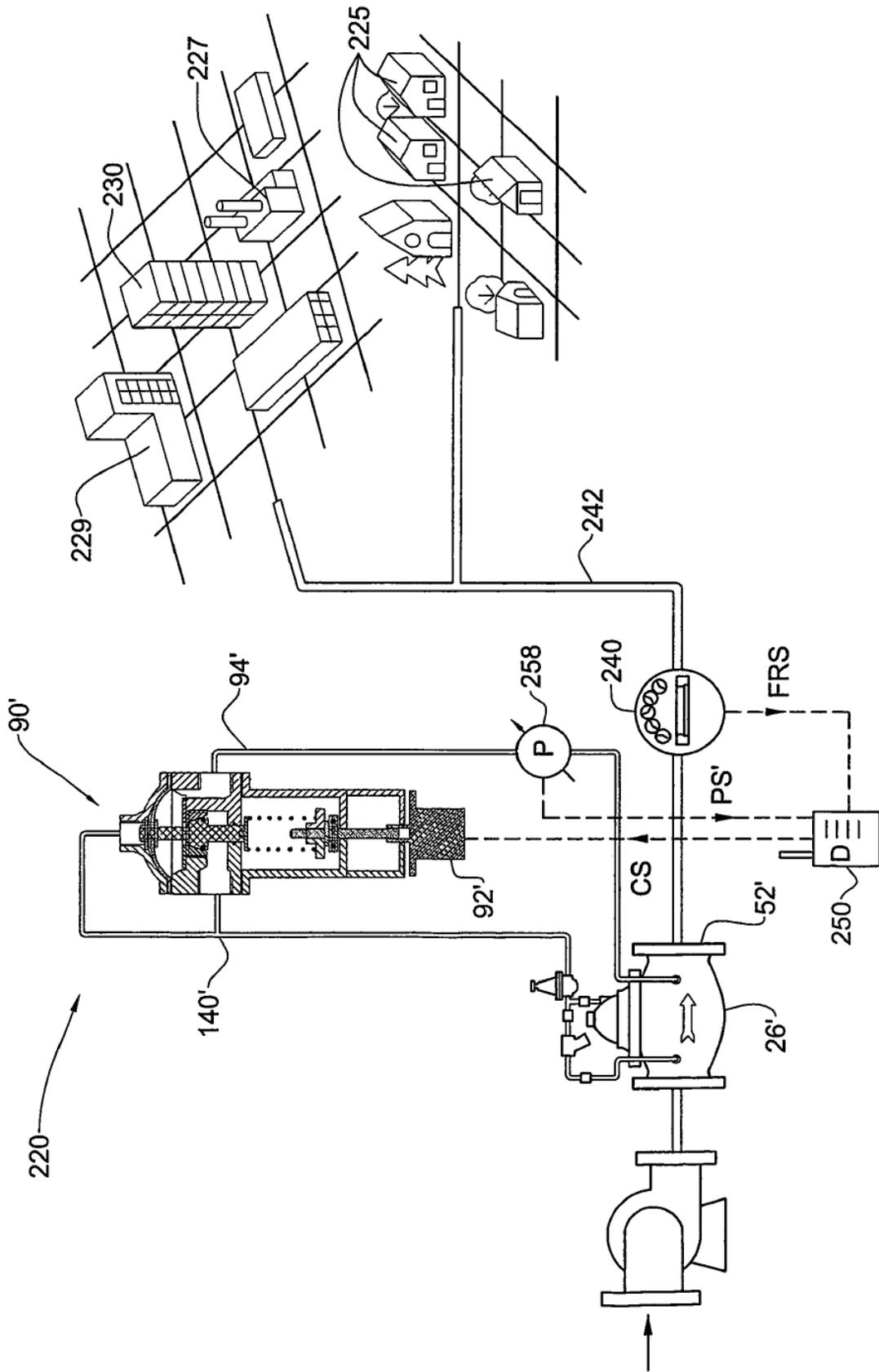


FIG. 5

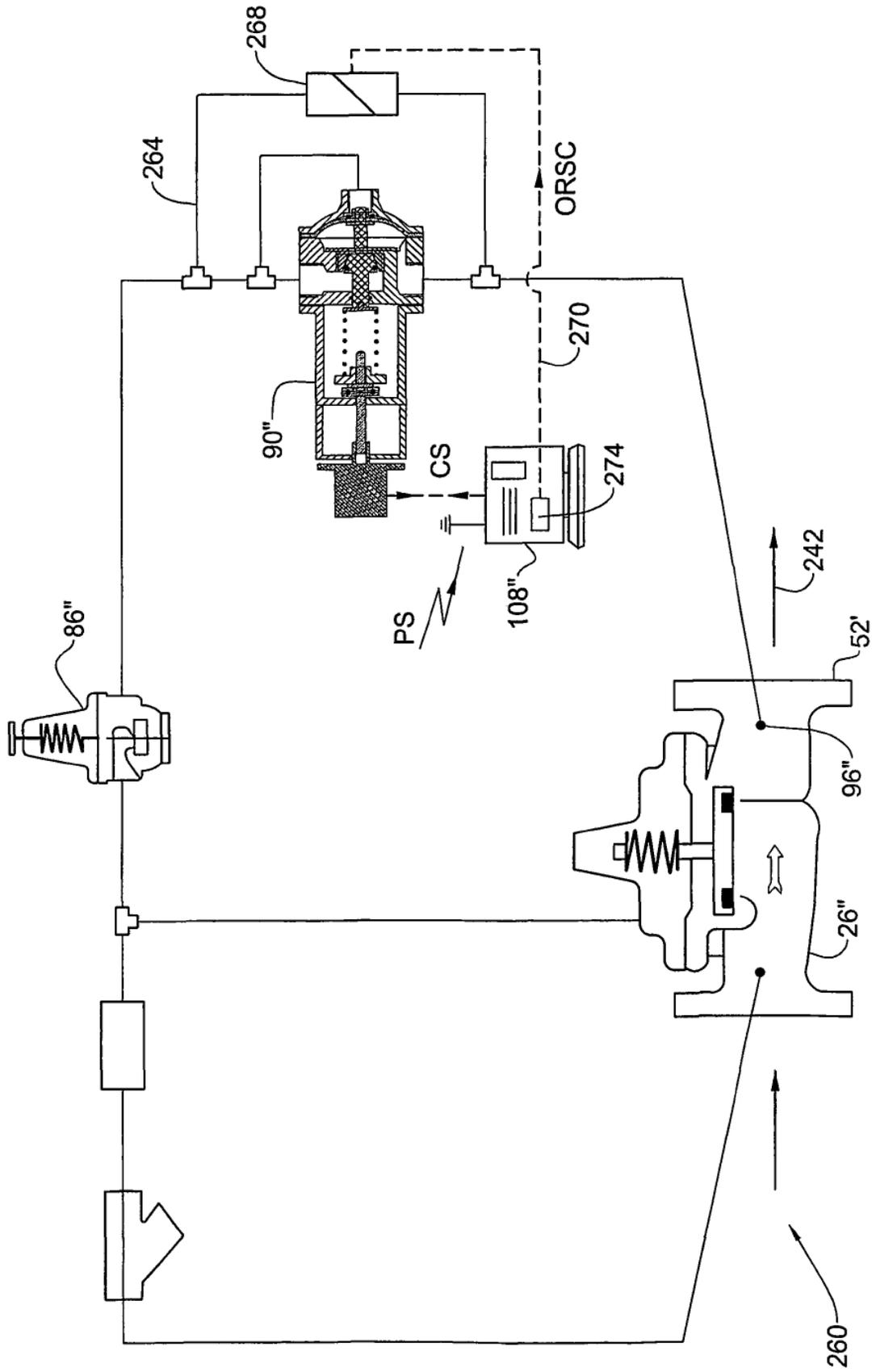


FIG. 6

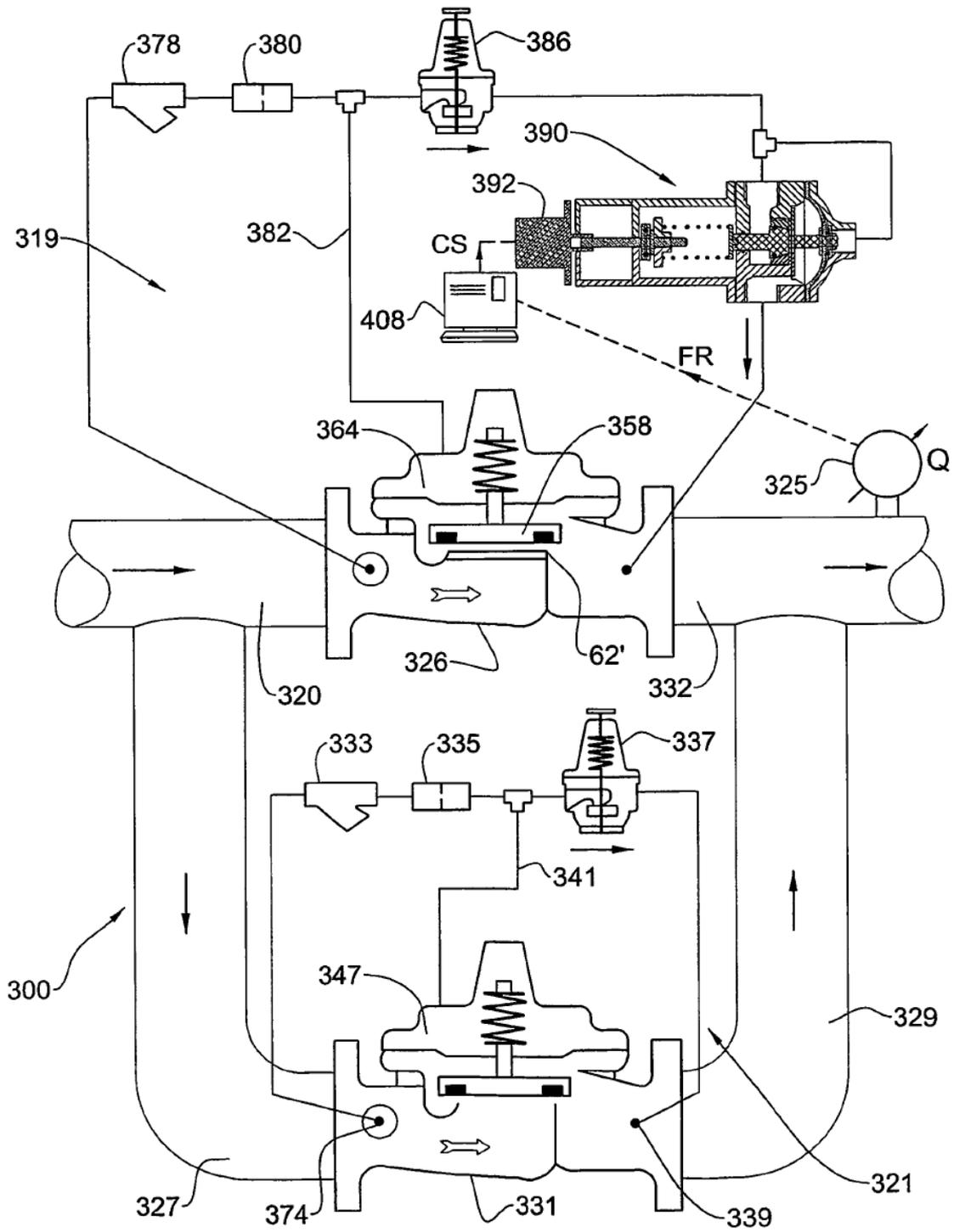


FIG. 7