

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 927 083**

51 Int. Cl.:

**F02M 63/02** (2006.01)

**F02M 69/04** (2006.01)

**F02D 41/30** (2006.01)

**F02M 55/02** (2006.01)

**F02M 59/46** (2006.01)

12

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **30.10.2018** **PCT/US2018/058270**

87 Fecha y número de publicación internacional: **09.05.2019** **WO19089637**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.10.2018** **E 18807163 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **31.08.2022** **EP 3704371**

54 Título: **Bomba GDI con inyección directa e inyección en orificio**

30 Prioridad:

**30.10.2017 US 201715797201**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la  
traducción de la patente:  
**02.11.2022**

73 Titular/es:

**STANADYNE LLC (100.0%)**  
**405 White Street**  
**Jacksonville, NC 28546, US**

72 Inventor/es:

**PELLINI, RICHARD PAULO**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

ES 2 927 083 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

Bomba GDI con inyección directa e inyección en orificio

### Antecedentes

La presente invención se refiere a bombas de combustible para motores de inyección directa de gasolina (GDI).

- 5 Los fabricantes de motores utilizan sistemas de combustible de inyección en orificio (PI) e inyección directa (DI) al mismo tiempo en algunos motores como una estrategia para mejorar los resultados de emisiones. PI y DI se usan individual o simultáneamente dependiendo de los regímenes de funcionamiento del motor. Se desea una presión de suministro DI muy alta para lograr una alta calidad de la inyección.

- 10 El sistema PI depende de la presión de la bomba de alimentación de baja presión (LPP), normalmente instalada en el tanque de combustible. La misma LPP alimenta la presión de entrada de la bomba de la bomba de alta presión (HPP), una bomba separada instalada en el compartimiento del motor para usar en el sistema DI. Las LPP son conocidas por su eficiencia y durabilidad, pero con el tiempo sufren una reducción en la presión de suministro máxima. US 2016/0377019 A1 describe métodos y sistemas para reducir la formación de vapor de combustible caliente en un riel de combustible de inyección en orificio. US 2013/233284 A1 describe una bomba de combustible de alta presión para un motor de combustión interna con inyección directa de combustible en al menos una cámara de combustión del motor de combustión interna. US 2015/337753 A1 describe sistemas y métodos para una bomba de combustible de alta presión para mitigar el ruido de tictac audible asociado con la apertura y el cierre de una válvula de entrada digital de la bomba de alta presión.

### Compendio

- 20 Según la presente descripción, la misma bomba de suministro de alta presión utilizada para la inyección directa GDI también se utiliza simultáneamente como suministradora de los sistemas DI y PI.

Con esta bomba de doble función, la capacidad de presión máxima PI puede ser mayor que la disponible con las bombas de alimentación LLP, con una mejor conservación de presión máxima hasta el final de su vida útil.

- 25 Con la función de suministro de combustible al sistema PI ahora asumida por la HPP, las demandas sobre la LPP se reducen y el diseño se puede simplificar, sin sacrificar el rendimiento del sistema PI o el sistema DI.

La modulación de la presión PI se puede lograr incorporando un dispositivo de regulación de presión separado.

La optimización del sistema de suministro de combustible puede producir requisitos de energía más bajos si la demanda de energía adicional en la bomba de doble función es menor que la energía requerida para el suministro de PI con una bomba LPP.

- 30 En condiciones de funcionamiento en las que la presión de suministro de PI se interrumpe o se ve afectada por el modo de funcionamiento DI, un acumulador en el sistema de inyección PI puede mantener la presión de entrada de PI deseada.

- 35 Para una carrera de bombeo dada, el combustible se puede suministrar solo al sistema DI, solo al sistema PI, o se puede suministrar una primera parte al sistema DI y una segunda parte al sistema PI. Para cada uno de estos tres escenarios, se puede controlar la cantidad suministrada al riel común del sistema DI y/o al acumulador del sistema PI.

- 40 No se necesita medición corriente arriba de la cámara de bombeo. La cámara de bombeo siempre se llena al máximo volumen. La medición de combustible para DI se realiza a través de un análogo de "llenar y derramar" de modo que el control de cantidad se establece mediante una válvula de control que, cuando está cerrada, suministra combustible al sistema DI y, cuando está abierta, "derrama" el combustible bombeado al sistema PI. Cualquier "derrame" a alta presión abre una válvula reguladora de presión en el sistema PI que descarga combustible con exceso de presión en una región de baja presión para mantener el sistema PI a una presión objetivo constante. La cantidad suministrada al riel común del sistema DI podría ser todo o una parte del volumen máximo bombeado, dependiendo de si se suministra combustible al sistema PI. De manera similar, la cantidad suministrada al sistema PI podría ser todo o una parte del volumen máximo bombeado, dependiendo de si se suministra combustible al sistema DI. La cantidad de combustible se mide para el riel común a través del "derrame" al sistema PI, mientras que la presión del sistema PI se regula sin medición de cantidad.

### Breve descripción de los dibujos

A continuación se describirá una realización de la invención con referencia al dibujo adjunto, en donde:

La FIG. 1 es un esquema de un circuito hidráulico para bombear combustible a los sistemas DI y PI de un motor de gasolina según la presente descripción;

- 50 La FIG. 2 muestra cómo el circuito de la FIG. 1 se configura para un modo de funcionamiento de bypass;

La FIG. 3 muestra cómo el circuito de la FIG. 1 se controla para presurización PI;

La FIG. 4 muestra cómo el circuito de la FIG. 1 se controla para regulación de presión PI;

La FIG. 5 muestra cómo el circuito de la FIG. 1 se controla para presurización DI; y

La FIG. 6 muestra cómo el circuito de la FIG. 1 se controla para regulación de presión DI.

## 5 Descripción

La FIG. 1 es un esquema del circuito hidráulico preferido para implementar la presente invención. Una bomba de doble función se muestra dentro de las líneas discontinuas oscuras, de modo que la leva de un motor 1 mueve alternativamente un émbolo 2 dentro de una cámara de bombeo 3. Una bomba de alimentación de baja presión 23 suministra combustible de alimentación a baja presión a través de una línea 4 a través de un orificio de entrada 22 de la bomba a un paso de alimentación 19, que está estabilizado por un acumulador 29. Una válvula antirretorno de entrada 5 está conectada de forma fluida a la cámara de bombeo 3, de modo que combustible de alimentación a baja presión llena la cámara de bombeo durante la carrera de retracción o de carga del émbolo 2. Durante la carrera de bombeo, el combustible a alta presión fluye hacia el paso de descarga 15, que tiene dos ramas. Un paso de inyección directa 16 con una válvula antirretorno de salida corriente abajo asociada 7 está en conexión de fluido con una primera salida de combustible bombeado 20, para el suministro al riel común 11 en un modo de funcionamiento de inyección directa, alimentando los inyectores directos 12. Una segunda línea o paso de rama auxiliar 17 también está conectada de forma fluida al paso de descarga 15 corriente arriba de la primera válvula antirretorno de salida 7. Una válvula de control 6 tiene un lado de entrada en comunicación de fluido con el paso auxiliar 17 y un lado de salida conectado a un paso de inyección en orificio 18 que se extiende a través de una segunda válvula antirretorno de salida 9 a una segunda salida de combustible bombeado 21 que conduce a los inyectores en orificio 14.

La válvula de control 6 es una válvula de solenoide normalmente abierta, de dos vías y dos posiciones, accionada directamente, que se energiza para cerrarse.

Una primera válvula de alivio de presión 8 está conectada entre el paso de inyección directa 16 corriente abajo de la primera válvula antirretorno de salida 7 y el paso auxiliar 17 (o, de otro modo, a la presión que prevalece en la cámara de bombeo 3). Una segunda válvula de alivio de presión 10 está conectada entre el paso de inyección 18 corriente abajo de la segunda válvula antirretorno de salida 9 y el paso de alimentación 19 o la región de presión de entrada o alimentación baja equivalente. Un acumulador 13 está situado corriente abajo en comunicación de fluido con la segunda válvula antirretorno de salida 9, para mantener una presión estable para los inyectores en orificio 14 durante la conmutación entre los sistemas PI y DI, como se describirá con mayor detalle a continuación.

Como puede entenderse a partir de la FIG.1, la función doble de la bomba GDI admite numerosas condiciones o estados de funcionamiento distintos, lo que permite obtener: (1) un flujo de baja presión de la bomba de alimentación al sistema PI y al riel común DI en caso de que la bomba HPP no funcione (modo bypass o "limp-home"); (2) flujo cero al riel común DI o al sistema PI; (3) una cantidad medida de flujo a alta presión al riel común DI; y (4) presión regulada al sistema PI.

El sistema se basa en el concepto de que la cantidad de combustible consumido por el motor es constante para una determinada condición de funcionamiento, independientemente del equilibrio de la inyección a través de los sistemas PI y DI. La cantidad total de combustible consumido para una determinada potencia generada es la misma independientemente del sistema o sistemas que se utilicen.

La estrategia preferida es mantener la presión deseada del sistema DI midiendo el volumen de bombeo transferido al sistema DI. Todo el volumen de bombeo restante no transferido al sistema DI se transfiere al sistema PI. La presión objetivo del sistema PI es generalmente de unos 10 bares, mientras que la presión objetivo del sistema DI es generalmente de unos 350 bares. La presión máxima del sistema PI se mantiene mediante un esquema de regulación de presión del acumulador 13 y la segunda válvula de alivio de presión 10, de modo que todo el exceso de flujo se suministra al paso de alimentación de entrada (4 o 19), y se fija para todas las condiciones de funcionamiento.

### 45 Bypass de HPP

Como se muestra en la FIG. 2, durante la condición de bypass de HPP, se asume que la HPP no funciona, con la válvula de control 6 no energizada (abierta). La presión del fluido en el paso 19 desde la bomba de suministro de baja presión 23 abre la válvula antirretorno de entrada 5. La presión corriente abajo también abrirá la segunda válvula antirretorno 9, presurizando el acumulador PI 13.

### 50 Presurización del circuito de inyección en orificio

Como se muestra en la FIG. 3, durante la condición de presurización PI, se asume que la bomba funciona, y todo o parte del volumen de bombeo se transfiere al sistema PI. Durante el ciclo de carga, la válvula de control 6 no se energiza. El fluido corriente abajo de la válvula antirretorno de entrada 5 entra en la cámara de bombeo 3 durante el ciclo de carga. Al final del ciclo de carga, la válvula antirretorno de entrada 5 se cierra mediante el resorte de desviación

de la válvula. Durante el ciclo de bombeo, el fluido fluye a través de la válvula de control 6, la presión aumenta para abrir la segunda válvula antirretorno de salida 9 y el fluido se transfiere al circuito PI. Debido a que la presión de funcionamiento del sistema DI es más alta que la presión de funcionamiento del sistema PI, la presión de bombeo no puede abrir la primera válvula antirretorno de salida 7.

- 5 El volumen transferido al circuito PI está limitado por el cierre de la válvula de control 6. Al energizar y cerrar la válvula de control 6, la presión de bombeo aumentará por encima de la presión de apertura de la primera válvula antirretorno de salida 7 y todo el volumen de bombeo restante se transferirá al circuito DI.

*Limitación de presión de inyección en orificio*

- 10 Durante la medición general para los inyectores, la bomba funciona y el combustible transferido al sistema PI se determina por el cierre de la válvula de control 6. Como se muestra en la FIG. 4, cuando la presión del sistema PI está por encima de la presión de apertura de la válvula de alivio de presión 10, la válvula se abre, haciendo fluir el exceso de volumen desde el sistema PI al paso 19 o región de presión de alimentación baja. La configuración es tal que el exceso de flujo puede ocurrir simultáneamente con el ciclo de bombeo. Por lo tanto, la cantidad de fluido transferido al sistema PI depende únicamente de la presión del sistema PI, sin medir el volumen transferido.

- 15 *Presurización del circuito de inyección directa*

- Como se muestra en la FIG. 5, durante la condición de presurización DI, se asume que la bomba funciona y todo o parte del volumen de bombeo se transfiere al sistema DI. Durante el ciclo de carga, la válvula de control 6 no se energiza. El fluido corriente abajo de la válvula antirretorno de entrada 5 entra en la cámara de bombeo 3 durante el ciclo de carga. Al final del ciclo de carga, la válvula antirretorno de entrada 5 se cierra mediante el resorte de desviación de la válvula. Durante el ciclo de bombeo, la válvula de control 6 está cerrada. La presión de bombeo aumenta y abre la válvula antirretorno de salida 7, transfiriendo volumen al circuito DI.

- El accionamiento de la válvula de control 6 se sincroniza con la posición del pistón de bombeo. Esto se logra detectando la posición de giro de la leva 24 y procesando esa entrada en la unidad de control electrónico (ECU) 25, que transmite una señal de control 26 a la válvula de control 6. Por lo tanto, el único volumen transferido es el fluido que queda en la cámara de bombeo 3 en el momento en que se energiza la válvula de control 6 (ignorando pérdidas debidas a fugas y compresibilidad del fluido). El volumen transferido al sistema PI está limitado por el cierre de la válvula de control 6. Al energizar y cerrar la válvula de control 6, la presión de bombeo aumentará por encima de la presión de apertura de la primera válvula antirretorno de salida 7. De este modo, se transfiere todo el volumen de bombeo restante al sistema DI.

- 30 Una vez cerrada, la válvula de control 6 permanece cerrada, incluso si el solenoide no se energiza, hasta que se completa el evento de bombeo y la presión de la cámara de bombeo cae casi a cero, con lo cual la válvula se abre.

*Limitación de presión de inyección directa*

- 35 Durante la medición general para los inyectores, se asume que la bomba funciona y el combustible transferido al sistema PI es el combustible medido por el cierre de la válvula de control 6. Como se muestra en la FIG. 6, cuando la presión del sistema DI está por encima de la presión de apertura de la válvula de alivio de presión 8, la válvula abre el volumen de drenaje del sistema DI a la cámara de bombeo 3.

*Cantidad variable*

- 40 Con referencia general a la FIG. 1, debe apreciarse por tanto que la presente invención puede proporcionar una cantidad y un modo variables de suministro de combustible a uno o ambos sistemas DI y PI. Si solo se va a emplear un sistema DI, el control o medición de cantidad de combustible se logra llenando la cámara de bombeo 3 con el volumen máximo de combustible mientras la válvula de control 6 está cerrada, y durante la carrera de bombeo, una cantidad de combustible correspondiente a una primera parte de la carrera de bombeo se suministra al riel común 11, hasta que la válvula de control se abre en respuesta a un algoritmo o mapeo preseleccionado, dependiendo de la posición del émbolo de bombeo durante la carrera de bombeo. El mapeo se basa en parte en la detección 27 de presión en el riel común 11, con una señal 28 suministrada a la ECU 25. Por lo tanto, la totalidad o una cantidad parcial de combustible correspondiente al volumen máximo de la cámara de bombeo puede suministrarse al riel común.

- Si solo se va a implementar inyección en orificio, la válvula de control 6 permanece abierta y todo el volumen máximo en la cámara de bombeo se suministra a través de la válvula de control 6 y la segunda válvula antirretorno de salida 9, al acumulador 13, pero tan pronto como la presión alcanza el punto de ajuste de la válvula de alivio de presión 10, la cantidad de combustible en exceso a la correspondiente al suministro al acumulador 13 pasa a través de la segunda válvula antirretorno de salida 10 a una región de presión baja. A diferencia del control de medición activo disponible para el sistema DI, el sistema PI funciona a una presión constante asociada con la presión de apertura de la válvula de alivio de presión 10.

- 55 Ambos sistemas PI y DI pueden funcionar simultáneamente. Por lo general, el sistema PI se presuriza primero, seguido del sistema DI, pero se puede invertir el orden. Aunque el volumen máximo de la cámara de bombeo se bombea fuera

de la cámara de bombeo a la línea de descarga 15, y todo ese volumen se asigna entre el sistema DI 7, 8 y 16 y el sistema PI 9, 10 y 18, las respectivas cantidades de combustible suministradas al riel común 11 y al acumulador 13, respectivamente, pueden sumar menos que el volumen máximo de la cámara de bombeo 3, debido al funcionamiento de una o ambas válvulas de alivio 8 y 10.

- 5 Si se va a presurizar primero el sistema PI, durante la carrera de carga la cámara de bombeo 3 se llena de combustible hasta un volumen máximo. Durante una primera parte de la carrera de bombeo, la válvula de control 6 se abre y se bombea una primera cantidad de combustible a través de la segunda válvula antirretorno de salida 9, correspondiente a una primera parte del volumen máximo. Durante una segunda parte de la carrera de bombeo, la válvula de control 6 se cierra y se bombea una segunda cantidad de combustible a través de la primera válvula antirretorno de salida 7, correspondiente a una segunda parte de combustible que consiste en todo el combustible que queda en la cámara de bombeo.
- 10

- Si el sistema DI se presuriza primero, durante la carrera de carga la cámara de bombeo 3 se llena de combustible hasta un volumen máximo. Durante una primera parte de la carrera de bombeo, la válvula de control 6 se cierra y se bombea una primera cantidad de combustible a través de la primera válvula antirretorno de salida 7, correspondiente a una primera parte del volumen máximo. Durante una segunda parte de la carrera de bombeo, la válvula de control 6 se abre y se bombea una segunda cantidad de combustible a través de la segunda válvula antirretorno de salida 9, correspondiente a una segunda parte de combustible que consiste en todo el combustible que queda en la cámara de bombeo.
- 15

## REIVINDICACIONES

1. Bomba de combustible para un sistema de suministro de combustible que tiene algunos inyectores alimentados por un riel común presurizado y otros inyectores alimentados a través de orificios de entrada, y una unidad de control electrónico, comprendiendo dicha bomba de combustible:

- 5 un paso de alimentación (19) con válvula antirretorno de entrada (5);
- un émbolo de bombeo (2) de movimiento alternativo en una cámara de bombeo (3) que está conectada de forma fluida al paso de alimentación corriente abajo de la válvula antirretorno de entrada, para presurizar la alimentación de combustible;
- 10 un paso de descarga (15) desde la cámara de bombeo para suministrar combustible presurizado a una primera válvula antirretorno de salida (7);
- un paso de inyección directa (16) que se extiende a través de la primera válvula antirretorno de salida para la conexión de fluido de la bomba a un riel común (11);
- un paso auxiliar (17) en comunicación de fluido con el paso de descarga (15) corriente arriba de la primera válvula antirretorno de salida;
- 15 una válvula de control (6) que tiene un lado de entrada en comunicación de fluido con el paso auxiliar (17) y un lado de salida, en donde la válvula de control se cierra selectivamente contra el flujo a través de la válvula de control o se abre para permitir el flujo a través del lado de salida de la válvula de control; y
- un paso de inyección en orificio (18) desde el lado de salida de la válvula de control para la conexión de fluido de la bomba a un orificio de entrada en inyectores individuales (14), a través de una segunda válvula antirretorno de salida (9),
- 20

### caracterizada por que

- el émbolo de bombeo tiene una carrera de carga y una carrera de bombeo, y la apertura o cierre de la válvula de control responde a una señal de la unidad de control electrónico (25) correspondiente a la posición del émbolo durante la carrera de bombeo
- 25 durante la carrera de carga la cámara de bombeo (3) se llena de combustible hasta un volumen máximo;
- durante una primera parte de la carrera de bombeo la válvula de control (6) se cierra y se bombea una primera cantidad de combustible a través de la primera válvula antirretorno de salida (7), correspondiente a una primera parte del volumen máximo; y
- 30 durante una segunda parte de la carrera de bombeo la válvula de control (6) se abre y se bombea una segunda cantidad de combustible a través de la segunda válvula antirretorno de salida (9), correspondiente a una segunda parte de combustible que consiste en todo el combustible que queda en la cámara de bombeo; o
- durante una primera parte de la carrera de bombeo la válvula de control (6) se abre y se bombea una primera cantidad de combustible a través de la segunda válvula antirretorno de salida (9), correspondiente a una primera parte del volumen máximo; y
- 35 durante una segunda parte de la carrera de bombeo la válvula de control (6) se cierra y se bombea una segunda cantidad de combustible a través de la primera válvula antirretorno de salida (7), correspondiente a una segunda parte de combustible que consiste en todo el combustible que queda en la cámara de bombeo.

2. Bomba de combustible según la reivindicación 1, que comprende:

- 40 una primera válvula de alivio de presión (8) conectada entre el paso de inyección directa (16) corriente abajo de la primera válvula antirretorno de salida (7) y una trayectoria de flujo en comunicación de fluido con la cámara de bombeo (3); y
- una segunda válvula de alivio de presión (10) conectada entre el paso de inyección en orificio (18) corriente abajo de la segunda válvula antirretorno de salida (9) y dicho paso de alimentación (19).

3. Bomba de combustible según la reivindicación 1, en donde, en un modo de funcionamiento de bypass,

- 45 el émbolo no realiza un movimiento alternativo;
- el combustible en el paso de alimentación (19) fluye a presión de alimentación a través de la cámara de bombeo (3), el paso de descarga (15), el paso auxiliar (17), la válvula de control (6) y la segunda válvula antirretorno de salida (9).

4. Bomba de combustible según la reivindicación 1, en donde, en un modo de funcionamiento de inyección en orificio, el émbolo presuriza combustible desde el paso de alimentación;

la válvula de control (6) se abre; y

5 el combustible fluye a través de la línea auxiliar (17), la válvula de control y la segunda válvula antirretorno de salida (9) mientras la primera válvula antirretorno de salida (7) está cerrada.

5. Bomba de combustible según la reivindicación 4, en donde, en un modo de funcionamiento de inyección directa,

el émbolo presuriza combustible desde el paso de alimentación;

la válvula de control (6) se cierra, impidiendo el flujo desde el paso auxiliar (17) a la segunda válvula antirretorno de salida (9); y

10 al menos parte del combustible bombeado fluye a través de la primera válvula antirretorno de salida (7).

6. Bomba de combustible según la reivindicación según la reivindicación 3, en donde

en un modo de funcionamiento de inyección en orificio,

el émbolo presuriza combustible desde el paso de alimentación;

la válvula de control (6) se abre; y

15 el combustible fluye a través de la línea auxiliar (17), la válvula de control y la segunda válvula antirretorno de salida (9) mientras la primera válvula antirretorno de salida (7) está cerrada; y

en un modo de funcionamiento de inyección directa,

el émbolo presuriza combustible desde el paso de alimentación;

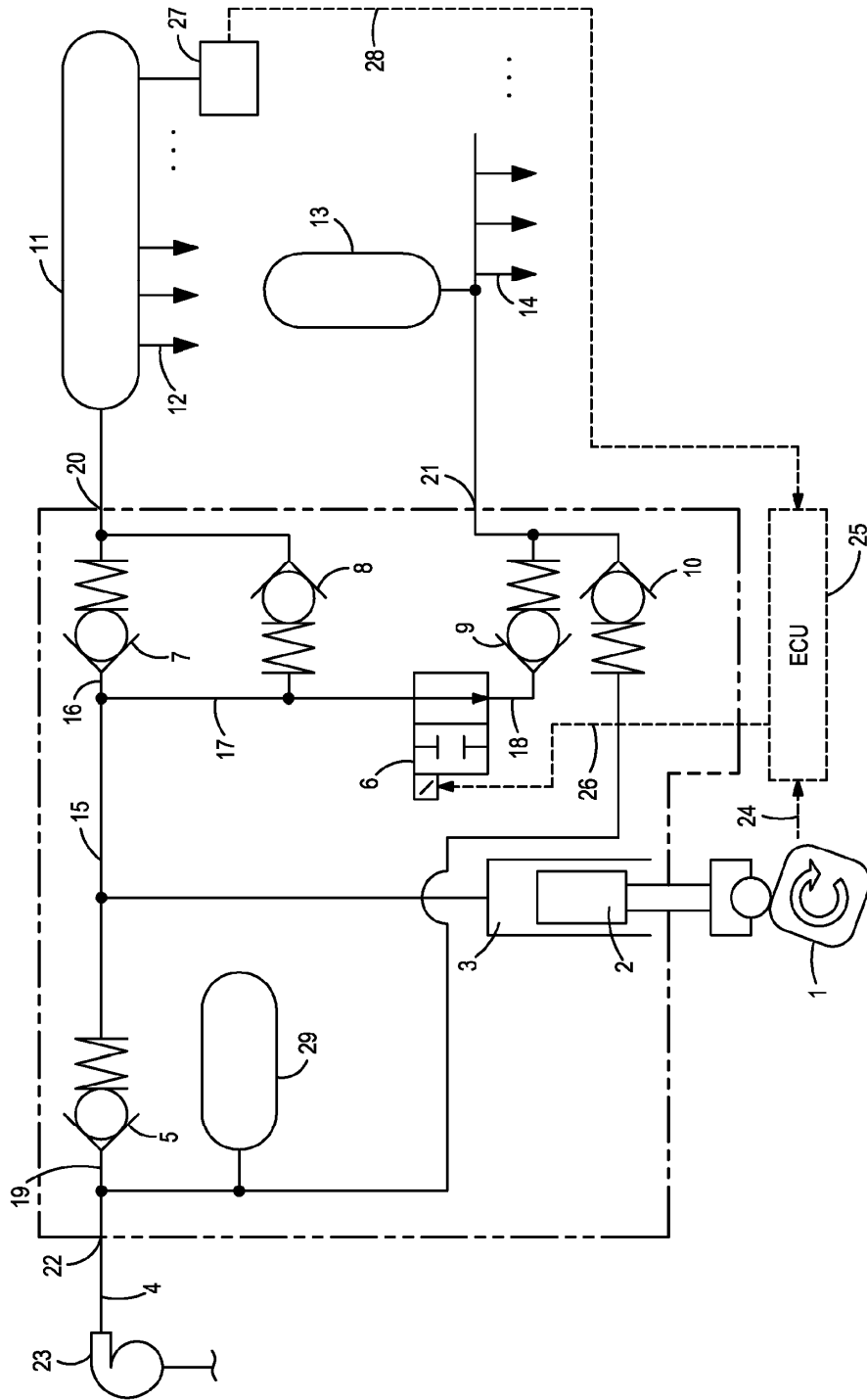
20 la válvula de control (6) se cierra, impidiendo el flujo desde el paso auxiliar (17) a la segunda válvula antirretorno de salida (9); y

al menos parte del combustible bombeado fluye a través de la primera válvula antirretorno de salida (7).

7. Bomba de combustible según la reivindicación 2, que comprende además:

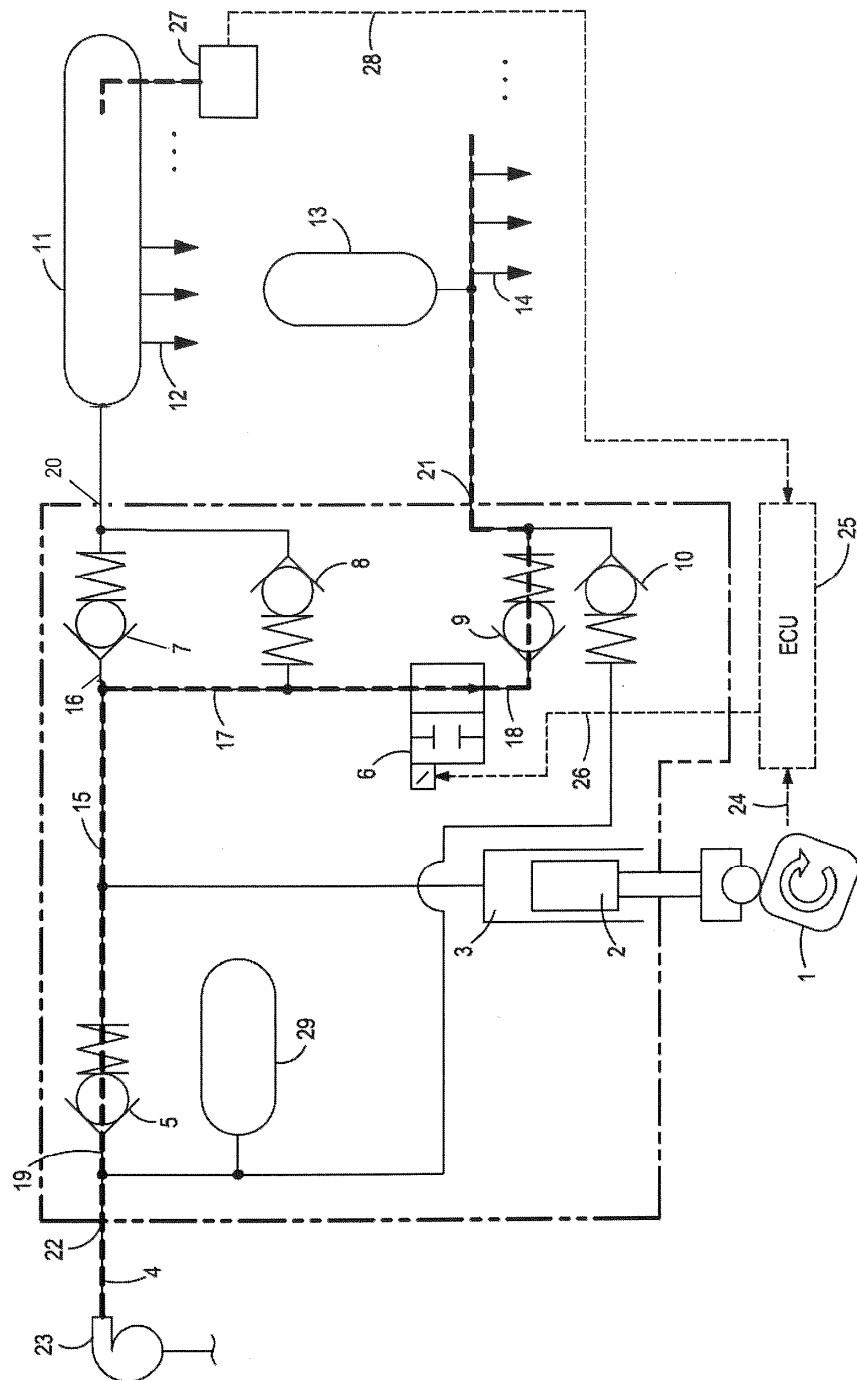
un acumulador (13) situado en fluido corriente abajo en comunicación con la segunda válvula antirretorno de salida (9).

25



**FIG. 1**





**FIG. 2**

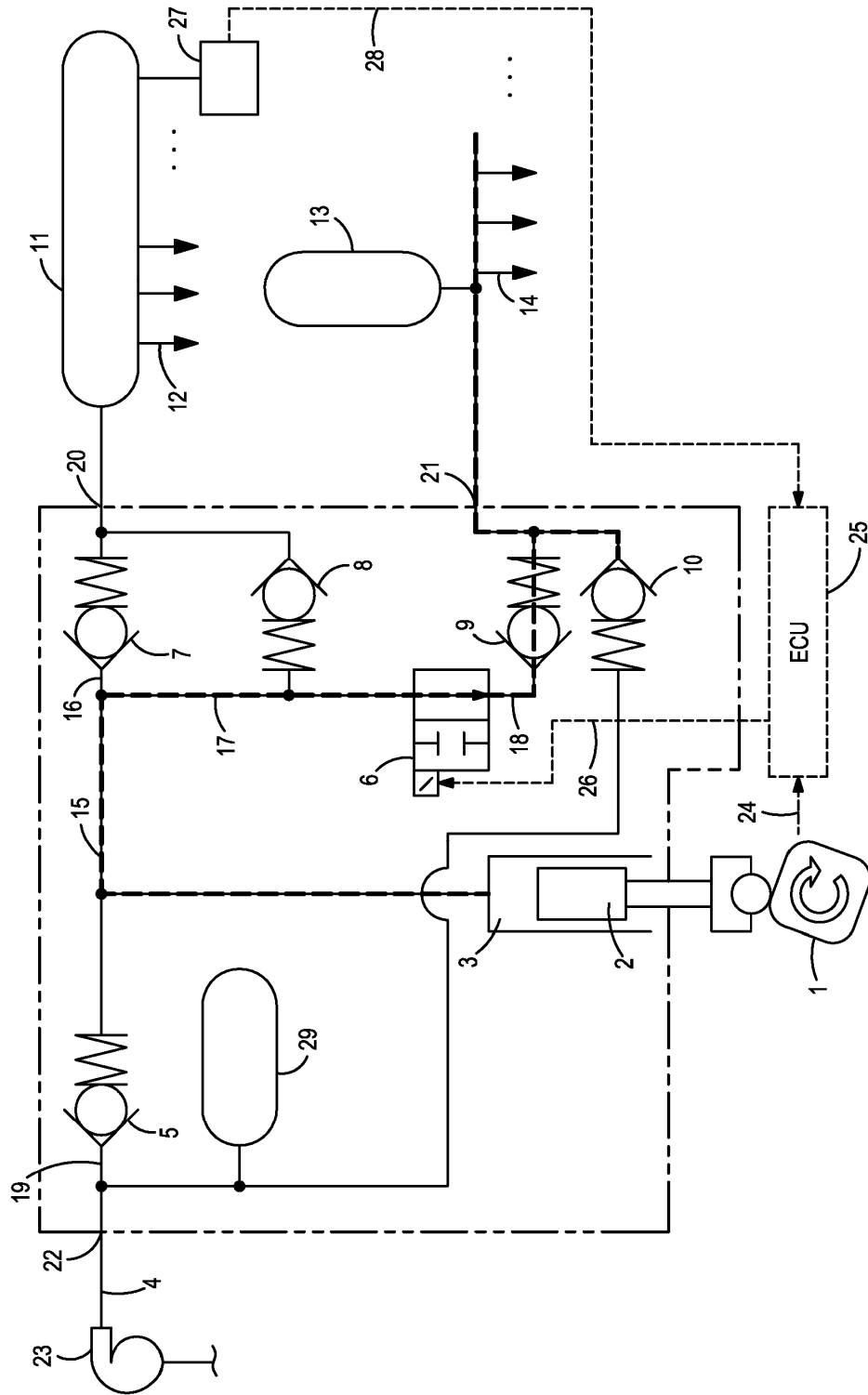


FIG. 3

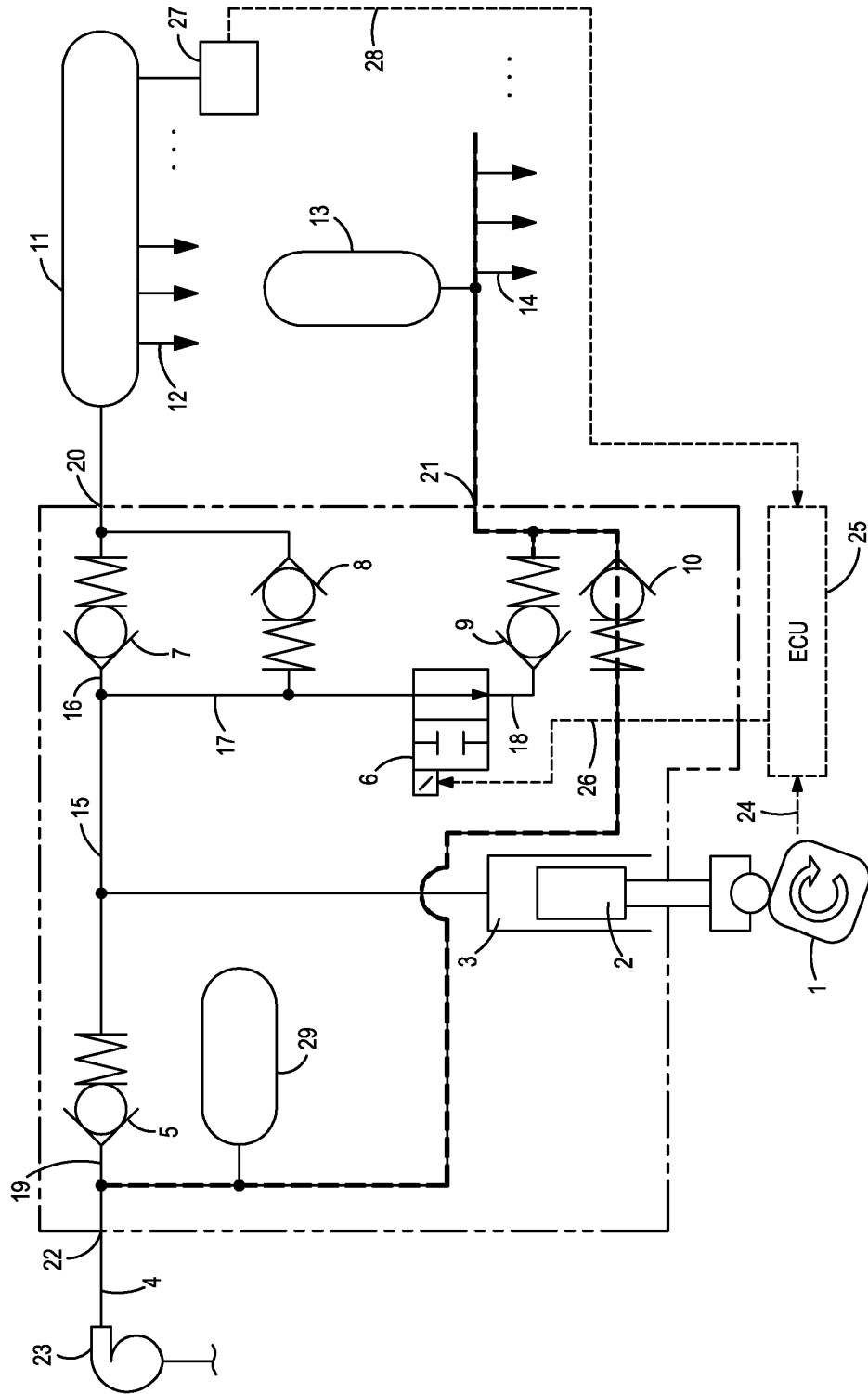
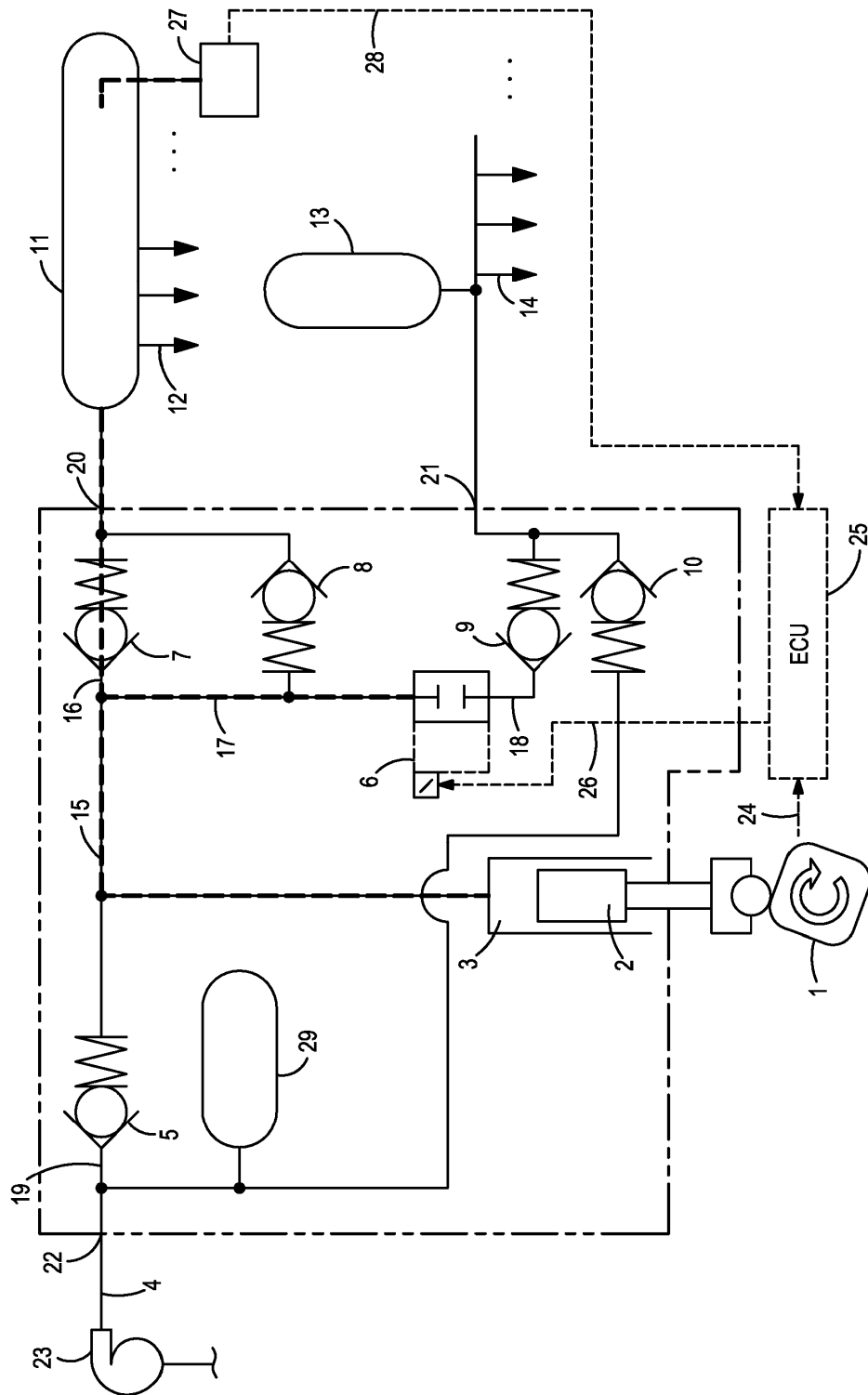
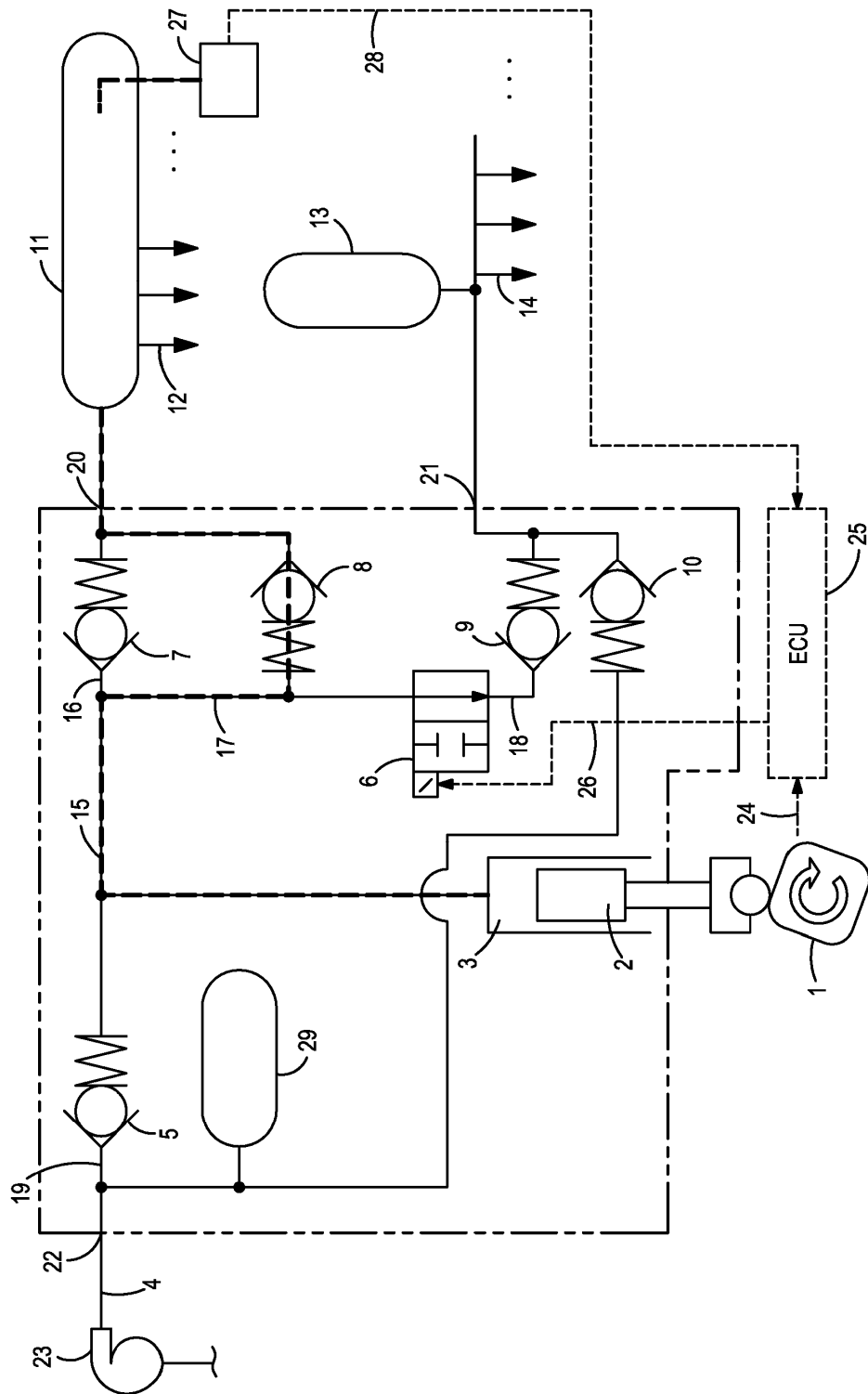


FIG. 4



**FIG. 5**



**FIG. 6**