

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 957 693**

51 Int. Cl.:

F04B 7/00 (2006.01)

F04B 49/03 (2006.01)

F04B 49/035 (2006.01)

F04B 49/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **20.12.2019 PCT/NO2019/050287**

87 Fecha y número de publicación internacional: **25.06.2020 WO20130851**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.12.2019 E 19836615 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.08.2023 EP 3899271**

54 Título: **Máquina hidráulica con válvulas controlables y método para poner en ralentí tal máquina hidráulica**

30 Prioridad:

20.12.2018 NO 20181659

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
24.01.2024

73 Titular/es:

**DIINEF AS (100.0%)
Bark Silas Vei 5
4876 Grimstad, NO**

72 Inventor/es:

**LINDHOLDT, PER NIELSEN;
NERLAND, GEIR-KJETIL y
LARSEN, HENRIK BOLLERUP**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 957 693 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

Máquina hidráulica con válvulas controlables y método para poner en ralentí tal máquina hidráulica

Campo técnico

5 La presente invención se refiere a máquinas hidráulicas, tales como motores hidráulicos y bombas hidráulicas. Más específicamente, se refiere al ralentí total o parcial de máquinas hidráulicas con válvulas controladas desde un sistema de control, tales como válvulas controladas electrónicamente.

Antecedentes

10 Para reducir las pérdidas en los motores hidráulicos en determinadas condiciones de funcionamiento, tales como p. ej., se conocen sistemas de tracción, operaciones de caída libre, desbloqueo de emergencia, etc., funcionamiento en ralentí o en giro libre del motor hidráulico. En el estado de marcha libre, el motor hidráulico debería absorber la menor potencia posible con velocidades de rotación variables.

15 Una forma de implementar el giro libre es vaciar los cilindros en los motores tradicionales de pistón radial de alto par y baja velocidad (HTLS). Es conocido hacer funcionar el motor con cilindros parcialmente llenados de aceite, con aire, con aire presurizado y con puertos de entrada y salida en cortocircuito. La configuración real se selecciona en base a la velocidad de rotación, los requisitos de control, la duración del giro libre, etc.

20 Además, con válvulas activadas eléctricamente se ha hecho posible mantener los cilindros en ralentí conectando el cilindro al lado de baja presión durante ciclos de trabajo completos. De esta forma, el aceite se bombea dentro y fuera del cilindro, siendo las pérdidas dominantes las pérdidas de la válvula debido al paso del aceite hacia delante y hacia atrás a través de la válvula de baja presión abierta hasta el colector de baja presión, y debido a la fricción del pistón que se desliza en el cilindro y otras pérdidas por fricción dentro del motor que dependen de la topología del motor, pero la mayoría de las cuales aumentan con la presión del cilindro. En modo de ralentí, esta presión varía alrededor de la presión en el colector de baja presión.

25 Otro desafío, que está relacionado con las pérdidas de la válvula, son las siguientes características de par-velocidad. La velocidad máxima definida por la capacidad de la válvula es la misma desde el ralentí hasta el desplazamiento total. Para una serie de aplicaciones, sería más ventajoso si se pudiera obtener una velocidad más alta mediante un desplazamiento reducido.

Las pérdidas de presión en las válvulas de baja presión aumentan con el cuadrado del flujo que pasa a través de dicha válvula, lo que significa que las pérdidas aumentarán bruscamente con el cuadrado de la velocidad del motor.

30 El documento US2010243067 A1 describe una máquina hidráulica que tiene al menos una cámara de trabajo de volumen que cambia cíclicamente, y medios de válvula de baja y alta presión para controlar la conexión de la o de cada cámara a líneas de baja y alta presión), respectivamente. Un método para hacer funcionar la máquina incluye mantener cerrados los medios de válvula de baja presión durante al menos un ciclo completo de la cámara, comenzando con un volumen mínimo de la cámara, de tal manera que el gas disuelto en líquido en la cámara se libere de la misma durante una expansión del volumen de la cámara y se vuelva a disolver durante una reducción del mismo.

35 El documento US2013221676 A1 describe un circuito hidráulico que comprende una bomba hidráulica accionada por un árbol giratorio y un motor hidráulico que acciona un generador de electricidad u otra carga. Un colector de alta presión que se extiende entre la bomba y el motor está en comunicación con un acumulador. Un controlador recibe una señal de control y regula el desplazamiento del fluido de trabajo por la bomba hidráulica y el motor hidráulico entre sí.

40 El documento US2011017308 A1 describe un aparato que comprende una serie de unidades, siendo cada una de ellas capaz de producir un flujo volumétrico; un primer canal para suministrar fluido hidráulico al aparato; un segundo canal para suministrar fluido hidráulico desde el aparato; una primera serie de válvulas que comprende al menos una válvula controlada para cada unidad; un tercer canal para suministrar fluido hidráulico desde el aparato; y varias válvulas auxiliares controladas, estando cada una de ellas prevista para una unidad.

45 El documento US2012186659A1 describe un sistema de válvula de control de fluido que incluye al menos un conjunto de válvula de retención que tiene una capacidad de flujo bidireccional controlable. El sistema de válvula y su conjunto de válvula de retención se pueden instalar en un sistema de fluido que contiene una bomba/motor para permitir controlar la salida de desplazamiento de la bomba/motor. El sistema de válvula incluye además un conjunto de válvula piloto y un dispositivo para controlar los conjuntos de válvula de retención y piloto.

50 El documento EP1979614 describe un método en donde tanto la válvula de alta presión como la válvula de baja presión se cierran cuando el volumen del cilindro durante un ciclo alcanza exactamente su posición de volumen mínimo, después de lo cual se continúa la rotación y se libera vapor del aceite durante la expansión.

Sin embargo, este último método tiene algunas limitaciones relacionadas con máquinas hidráulicas con válvulas del mundo real y con fugas internas, aumentando las pérdidas y el desgaste. Además, y como consecuencia de las pérdidas, el método también está asociado con un ruido.

El documento US 2017/284388 A1 describe otra máquina según el estado de la técnica.

5 Breve compendio

Un objetivo de la presente invención es superar los problemas de la técnica anterior y reducir las pérdidas de las cámaras de trabajo en ralentí. Además, se puede reducir el nivel de ruido de tales máquinas en ralentí. Esto se consigue mediante la máquina hidráulica y el método para mantener en ralentí una máquina hidráulica según las reivindicaciones independientes adjuntas.

10 Uno de los problemas con las pérdidas y el desgaste en la técnica anterior es que tiene un riesgo inherente de tener ligeramente más aceite encerrado dentro del cilindro que el volumen mínimo del cilindro, ya que en la práctica no se puede conseguir un cierre preciso de las válvulas. Como consecuencia, la presión dentro del cilindro alcanzará un pico de alta presión cada vez que el volumen del cilindro esté en su mínimo, y estos picos pueden aumentar el desgaste del motor, así como aumentar las pérdidas y el ruido.

15 Como resultado de la invención, estos problemas se han abordado y resuelto. Una de las ventajas de las realizaciones de la invención es que se ha reducido la caída de presión en las válvulas. Otra ventaja de las realizaciones de la invención es que se ha reducido la presión en la cámara de trabajo en la parte en ralentí del ciclo donde no se produce impulso.

20 Así, la invención permite el ralentí de una máquina de trabajo con válvulas reales y con algunas fugas internas tanto en válvulas como en motor.

Cuando se reducen las pérdidas y el desgaste, también es posible aumentar la velocidad de rotación de la máquina hidráulica cuando una o más de las cámaras de trabajo están en ralentí. Esto a su vez aumenta la versatilidad y eficiencia de la máquina hidráulica en diferentes condiciones de funcionamiento y aplicaciones.

Breve descripción de los dibujos

25 Las Figs. 1 y 2 ilustran en una vista esquemática una máquina hidráulica (1) según la invención.

La Fig. 3 ilustra en un diagrama combinado del estado de la válvula y del volumen de la cámara de trabajo, el modo de ralentí del cilindro vacío de la máquina hidráulica, según una realización de la invención, donde la máquina hidráulica está en modo de bombeo. En el gráfico superior, el ángulo (Θ) del árbol se puede ver a lo largo del eje horizontal y el volumen (V) que varía cíclicamente de la cámara de trabajo se puede ver en el eje vertical.

30 Debajo del diagrama de volumen, se han mostrado posibles diagramas de estado para la válvula (24) de seguridad en ralentí, la válvula (10H) de alta presión y la válvula (10L) de baja presión. "0" indica una válvula cerrada, mientras que "1" indica que la válvula está abierta.

35 Para fines ilustrativos, en la parte inferior se ilustra un ejemplo de la presión resultante de la cámara (4) de trabajo, donde la línea grapada más baja indica la presión (Pv) de vapor, la línea grapada de arriba, una presión baja (Pl) y la línea más alta, alta presión (Ph).

La Fig. 4 ilustra una representación similar a la de la Fig. 3 la máquina hidráulica en un modo de par bajo, según una realización de la invención, donde la cámara de trabajo está en ralentí durante la mayor parte del ciclo. En el ejemplo ilustrado, la máquina hidráulica (1) está en modo de motor normal a la izquierda en la figura antes de entrar en el modo de motor de par bajo durante tres ciclos y luego regresa al modo de motor normal nuevamente.

40 La Fig. 5 ilustra una representación similar a la de la Fig. 4, la máquina hidráulica en un modo de par bajo, según una realización de la invención, donde la cámara de trabajo está en ralentí durante la mayor parte del ciclo. En el ejemplo ilustrado, la máquina hidráulica (1) está en modo de bomba normal a la izquierda en la figura antes de entrar en el modo de bomba de par bajo durante dos ciclos y luego regresa al modo de bomba normal nuevamente.

45 En los gráficos anteriores, se supone que los cambios de válvula son instantáneos, la compresibilidad del fluido hidráulico es independiente de la presión y que la presión de evaporación es constante. No se incluye la caída de presión en las válvulas.

Realizaciones de la invención

50 En la siguiente descripción, se exponen diferentes ejemplos y realizaciones de la invención para proporcionar al experto una comprensión más profunda de la invención. Los detalles específicos descritos en el contexto de las diferentes realizaciones y con referencia a los dibujos adjuntos no pretenden ser interpretados como limitaciones. Más bien, el alcance de la invención se define en las reivindicaciones adjuntas.

- 5 Las realizaciones que se describen a continuación están numeradas. Además, se describen realizaciones dependientes definidas en relación con las realizaciones numeradas. A menos que se especifique lo contrario, cualquier realización que pueda combinarse con una o más realizaciones numeradas también puede combinarse directamente con cualquiera de las realizaciones dependientes de la realización o realizaciones numeradas mencionadas.
- 10 La máquina hidráulica (1) comprende en una primera realización de la máquina de la invención, ilustrada en la Fig. 1, una cámara (4) de trabajo con un volumen (V) que varía cíclicamente. La cámara de trabajo está aquí limitada por un pistón (3) dentro de un cilindro (2). Además, la máquina hidráulica (1) comprende válvulas (10H, 101L) de alta y baja presión dispuestas entre la fuente de fluido y el sumidero con alta y baja presión (Ph, Pl) y la cámara (4) de trabajo, respectivamente. Las válvulas son controlables, tales como válvulas activadas hidráulica o electrónicamente.
- 15 La máquina hidráulica también comprende un sistema (100) de control dispuesto para controlar la apertura y el cierre de las válvulas (10H, 10L) de alta y baja presión.
- En una realización dependiente, la máquina hidráulica comprende una disposición (24) de válvula de seguridad en ralentí dispuesta entre la cámara (4) de trabajo y un sumidero de fluido con una presión igual o menor que la alta presión (Ph). En una realización, la presión puede ser igual o menor que la baja presión (Pl). También puede ser la presión (Pt) del depósito.
- 20 La primera disposición (24) de válvula de seguridad en ralentí puede estar configurada para liberar fluido hidráulico al sumidero de fluido cuando está habilitado y si la presión del fluido en la primera cámara (4) de trabajo aumenta por encima de un umbral establecido.
- 25 En una segunda realización de máquina de la máquina hidráulica (1) mostrada en la Fig. 2, el primer medio (30h) de control de presión piloto se implementa como una válvula hidráulica dispuesta para conectarse a una línea de alta presión (Ph) y una línea (Pt) del depósito, y la presión piloto de salida en el puerto principal piloto (31) se puede cambiar entre alta presión (Ph) y presión (Pt) del depósito abriendo o cerrando la válvula. El valor de la señal (32) de control determina el estado de la válvula y, de este modo, la presión hidráulica piloto (Pp). Las válvulas de los medios (30h, 301) de control de presión piloto pueden ser, p. ej., válvulas de carrete o válvulas de asiento. Las válvulas (10H, 10L) de alta y baja presión son hechas funcionar hidráulicamente por la presión piloto del primer y segundo medios (30h, 301) de control de presión piloto.
- 30 En una realización alternativa, el primer medio (30h) de control de presión piloto se implementa como una válvula de control de presión dispuesta para conectarse a una línea de alta presión (Ph) y una línea (Pt) de depósito, y la presión piloto de salida en el puerto principal piloto (31) se puede variar entre alta presión (Ph) y presión (Pt) del depósito abriendo o cerrando la válvula. El valor de la señal (32) de control determina el estado de la válvula y, de este modo, la presión hidráulica piloto (Pp).
- 35 Alternativamente, la válvula hidráulica o las válvulas de control de presión están conectadas a la línea de alta presión (Ph) y a una línea de baja presión (Pl) de los sistemas mostrados en la Fig. 2. Aún otra realización alternativa es que al menos una de las fuentes sea independiente de las líneas de presión utilizadas por la máquina hidráulica, p.ej., una línea de presión más alta con una presión más alta que la línea de alta presión (Ph), y una línea de presión más baja con una presión más baja que la línea de alta presión (Pl). Siempre que las líneas de presión utilizadas permitan que el primer y segundo medios (30h, 301) de control de presión piloto abran y cierren las válvulas (10h, 10l) según lo previsto por la operación, la fuente real no es crítica para la invención.
- 40 Se puede utilizar una presión piloto variable para conseguir el control del par de la máquina hidráulica. En una realización, el par del motor se controla variando la presión hidráulica piloto (Pp) en el puerto piloto (21) de la válvula conectada a la línea de baja presión (Pl) durante la compresión.
- 45 En una realización dependiente, la máquina hidráulica (1) comprende una primera disposición (24) de válvula de seguridad en ralentí dispuesta entre la primera cámara (4) de trabajo y un depósito de baja presión (Pt), y configurada para liberar fluido hidráulico al depósito (Pt). si la presión en la primera cámara (4) de trabajo aumenta por encima de un umbral establecido.
- 50 En una tercera realización de la máquina que se puede combinar con la primera o segunda realizaciones de la máquina anteriores, y cualquiera de sus realizaciones dependientes, el sistema (100) de control está configurado para mantener las válvulas (10H, 10L) de alta y baja presión cerradas en un la mayor parte de la fase de expansión y compresión de la primera cámara (4) de trabajo para dejar en ralentí la máquina hidráulica (1).
- En una primera realización dependiente, el sistema (100) de control está configurado para mantener la presión del fluido en la cámara (4) de trabajo a presión (Pv) de vapor cuando las válvulas (10H, 10L) de alta y baja presión están ambas cerradas.
- 55 En una cuarta realización de la máquina, que puede combinarse con cualquiera de la tercera realización de la máquina y sus realizaciones dependientes, el sistema (100) de control está configurado para hacer funcionar la máquina hidráulica (1) en un modo de ralentí con cilindro vacío, y para mantener las válvulas (10H, 10L) de alta y baja presión

- 5 cerradas simultáneamente durante al menos un ciclo completo del volumen variable (V), en donde la máquina hidráulica (1) comprende una primera disposición (24) de válvula de seguridad en ralentí dispuesta entre la primera cámara (4) de trabajo y un sumidero de fluido con una presión igual o inferior a la alta presión (Ph), en donde la primera disposición (24) de válvula de seguridad en ralentí está configurada para liberar fluido hidráulico al sumidero de fluido cuando está habilitado y si una presión de fluido en la primera cámara (4) de trabajo aumenta por encima de un umbral establecido, en donde el sistema (100) de control está dispuesto para
- habilitar la primera disposición (24) de válvula de seguridad en ralentí cuando la máquina hidráulica funciona en el modo de ralentí con cilindro vacío, y
- 10 - deshabilitar la primera disposición (24) de válvula de seguridad en ralentí cuando la máquina hidráulica no funcione en el modo de ralentí con cilindro vacío.
- La presión del sumidero de fluido puede, en realizaciones alternativas, ser igual o menor que la baja presión (PI) o la presión (Pt) del depósito.
- 15 En una primera realización dependiente, la disposición (24) de válvula comprende una válvula (25) de retención dispuesta para liberar presión al sumidero de fluido. La disposición (24) de válvula puede comprender además una válvula (23) dispuesta en serie con la válvula (25) de retención. La válvula (23) puede comprender cualquier combinación de las siguientes características:
- una válvula de dos vías,
 - un solenoide conectado al sistema (100) de control.
 - normalmente abierto o normalmente cerrado
- 20 - el orden de la válvula (25) de retención y la válvula (23) se puede intercambiar.
- Son posibles otras implementaciones, como entenderá un experto en la técnica.
- La máquina hidráulica (1) puede ser un motor o una bomba.
- La invención comprende en una primera realización general un método para dejar en ralentí una máquina hidráulica (1), en donde la máquina hidráulica (1) comprende
- 25 - al menos una cámara (4) de trabajo con volumen (V) que varía cíclicamente,
- válvulas controlables (10H, 10L) de alta y baja presión dispuestas entre la fuente de fluido y el sumidero con alta y baja presión (Ph, PI) y la cámara (4) de trabajo, respectivamente, y
 - un sistema (100) de control dispuesto para controlar la apertura y el cierre de dichas válvulas (10H, 10L) de alta y baja presión, en donde el método comprende;
- 30 - mantener las válvulas (10H, 10L) de alta y baja presión cerradas durante la mayor parte de la fase de expansión y compresión de la primera cámara (4) de trabajo para dejar en ralentí la máquina hidráulica (1).
- En una primera realización dependiente, el método comprende;
- mantener cerradas las válvulas (10H, 10L) de alta y baja presión cuando el volumen (V) es mayor que el volumen establecido. El volumen establecido puede ser, en diferentes realizaciones, p.ej., 10%, 20% o 30%.
- 35 En una segunda realización dependiente que se puede combinar con cualquiera de la primera realización general y la primera realización dependiente anterior, el método comprende mantener la presión del fluido en la cámara (4) de trabajo a presión (Pv) de vapor cuando las válvulas (10H, 10L) de alta y baja presión están ambas cerrados.
- La invención es, en una primera realización en modo de cilindro vacío, un método que se puede combinar con la realización general anterior, o cualquiera de sus realizaciones dependientes, en donde el método comprende hacer
- 40 funcionar la máquina hidráulica (1) en un modo de ralentí con cilindro vacío, en donde las válvulas (10H, 10L) de alta y baja presión se cierran simultáneamente durante al menos un ciclo completo del volumen variable (V), y liberan fluido hidráulico al sumidero de fluido solo cuando el modo de cilindro vacío está habilitado si hay presión de fluido en la cámara (4) de trabajo aumenta por encima de un umbral establecido.
- En una primera realización dependiente, la máquina hidráulica (1) comprende
- 45 - una primera disposición (24) de válvula de seguridad en ralentí dispuesta entre la primera cámara (4) de trabajo y un sumidero de fluido con una presión (Pt) del depósito menor que la baja presión (PI), en donde el método comprende;
- habilitar la primera disposición de válvula (24) de seguridad en ralentí cuando la máquina hidráulica funciona en el modo de ralentí con cilindro vacío, y

- deshabilitar la primera disposición (24) de válvula de seguridad en ralentí cuando la máquina hidráulica no funciona en el modo de ralentí con cilindro vacío.

5 La Fig. 3, ilustra a la izquierda un posible punto de entrada para este modo, donde un modo de cilindro vacío donde la cámara (4) de trabajo viene del modo motor donde la válvula (10H) de alta presión está cerrada y la válvula (10L) de baja presión está abierta durante la compresión. Además, se deshabilita la primera disposición (24) de válvula de seguridad en ralentí.

En una segunda realización del modo de cilindro vacío, un método que se puede combinar con cualquiera del primer modo de cilindro vacío y sus realizaciones dependientes, el método comprende cerrar la válvula (10L) de baja presión inmediatamente después de que se pase (102) el volumen mínimo (V_{min}) de la cámara de trabajo.

10 En una primera realización dependiente que se puede combinar con cualquiera de la segunda realización del modo de cilindro vacío y sus realizaciones dependientes anteriores, el método comprende habilitar la primera disposición (24) de válvula de seguridad en ralentí después del cierre de la válvula (10L) de baja presión y antes de que se reduzca el volumen (V) de la cámara de trabajo al mismo volumen que estaba presente cuando se cerró (10) la válvula (10L) de baja presión.

15 La primera disposición (24) de válvula de seguridad en ralentí dejará salir el exceso de volumen de aceite durante la última parte del primer ciclo (104) en ralentí, es decir, cuando la cámara de trabajo alcanza el volumen mínimo (V_{min}) la primera vez después de la primera disposición (24) de válvula de seguridad en ralentí estaba habilitada.

20 La segunda vez que el volumen (V) de la cámara de trabajo alcanza el mínimo (no ilustrado), la disposición (24) de válvula de seguridad en ralentí dejaría salir el aceite que haya entrado en la cámara (4) de trabajo debido a fugas internas.

25 En la Fig. 3, se ilustra que la válvula (10L) de baja presión se puede cerrar en una realización después de que se haya pasado (102') el volumen mínimo (V) de la cámara de trabajo y que se puede habilitar la primera disposición (24) de válvula de seguridad en ralentí algún tiempo después (103'). La válvula (24) de retención debería abrirse aquí con suficiente antelación para permitir que la cantidad de fluido que entró en la cámara de trabajo cuando la válvula (10L) de baja presión se dejó abierta en la primera parte de la fase de expansión, salga de la cámara (4) de trabajo, tan pronto como el fluido se comprime por encima del umbral de apertura de la válvula de retención.

30 En este caso, la cámara de trabajo se llena con algo de aceite al comienzo de la compresión hasta que se cierra la válvula (10L) de baja presión, pero siempre y cuando la válvula (24) de retención esté habilitada (E) lo suficientemente temprano antes de que el aceite se comprima, la válvula (24) de retención se abrirá y dejará salir el aceite de la cámara (4) de trabajo.

En una tercera realización del modo de cilindro vacío que se puede combinar con la primera realización del modo de cilindro vacío y cualquiera de sus realizaciones dependientes, la cámara (4) de trabajo proviene del modo de bomba donde la válvula (10H) de alta presión está abierta, la válvula (10L) de baja presión se cierra durante la compresión y la válvula de retención está deshabilitada (D), el sistema de control realiza las siguientes etapas;

35 - cerrar la válvula (10H) de alta presión inmediatamente después de pasar el volumen mínimo (V) de la cámara de trabajo.

- habilitar la primera disposición (24) de válvula de seguridad en ralentí después del cierre de la válvula (10H) de alta presión y antes de que el volumen (V) de la cámara de trabajo se reduzca al mismo volumen que estaba presente cuando se cerró la válvula (10H) de alta presión.

40 La primera disposición (24) de válvula de seguridad en ralentí dejará salir el exceso de volumen de aceite durante la última parte del primer ciclo de ralentí, es decir, cuando el volumen (V) de la cámara de trabajo alcance el mínimo por primera vez.

La segunda vez que el volumen (V) de la cámara de trabajo alcance el mínimo, la válvula de retención dejaría salir el aceite que haya entrado en la cámara (4) de trabajo debido a fugas internas.

45 Cuando regresa al modo de bomba o al motor desde el modo inactivo del cilindro vacío, el método puede comprender;

- deshabilitar la primera disposición (24) de válvula de seguridad en ralentí,

- abrir la válvula (10L) de baja presión, preferiblemente cuando el volumen del cilindro está cerca del mínimo (106).

Ahora se puede reanudar el modo bomba o motor. En la Fig. 3, la cámara (4) de trabajo regresa al modo motor.

50 Al abrir la válvula (10L) de baja presión cuando el volumen (V) de la cámara de trabajo es pequeño, el flujo necesario para llenar el cilindro se reduce al mínimo, reduciendo el riesgo de ruido, cavitación y pulsaciones.

En lugar de abrir la válvula (10L) de baja presión al reanudar, se podría abrir la válvula (10L) de alta presión en lugar de la válvula (10L) de baja presión. Sin embargo, al utilizar la válvula (10L) de baja presión, se reduce el riesgo de cavitación.

5 En una primera realización general de bajo par, que puede combinarse con cualquiera de la primera realización general y sus realizaciones dependientes, la invención es un método que comprende;

- hacer funcionar la máquina hidráulica en un modo de par bajo, que comprende

- mantener abierta una de la válvula (10H) de alta presión y la válvula (10L) de baja presión al comienzo de la fase de expansión para permitir que una primera cantidad de fluido (F1) entre en la cámara (4) de trabajo, y mantener una de la válvula (10H) de alta presión y la válvula (10L) de baja presión cerrada en el resto del ciclo.

10 En una primera realización dependiente, el método comprende

- mantener la otra de la válvula (10H) de alta presión y la válvula (10L) de baja presión abierta al final de la fase de compresión para permitir que la primera cantidad de fluido (F1) salga de la cámara (4) de trabajo, y mantener la otra de la válvula (10H) de alta presión y la válvula (10L) de baja presión cerrada en el resto del ciclo.

15 Si la máquina hidráulica funciona como un motor, la de la válvula (10H) de alta presión y la válvula (10L) de baja presión es la válvula (10H) de Alta Presión y la otra de la válvula (10H) de alta presión y la válvula (10L) de baja presión es la válvula (10L) de Baja presión.

Si la máquina hidráulica funciona como una bomba, la de la válvula (10H) de alta presión y la válvula (10L) de baja presión es la válvula (10L) de Baja Presión y la otra de la válvula (10H) de alta presión y la válvula (10L) de baja presión es la válvula (10H) de Alta presión.

20 En una realización del método del primer motor de bajo par de la invención que se puede combinar con cualquiera de la primera realización general y sus realizaciones dependientes, e ilustrada en la Fig. 4, la cámara (4) de trabajo proviene del modo (M) de motor, en donde la válvula (10L) de baja presión se cierra (201) antes de alcanzar el volumen mínimo (V_{min}) de la cámara de trabajo desde la fase de expansión. En un ciclo de cámara de trabajo, el método comprende mantener abierta la válvula (10H) de alta presión en un comienzo de la fase de expansión para permitir
25 que una primera cantidad de fluido (F1) entre en la cámara (4) de trabajo, y mantener la válvula (10H) de alta presión cerrada en el resto del ciclo.

En una primera realización dependiente, el método comprende mantener abierta la válvula (10L) de baja presión al final de la fase de compresión para permitir que la primera cantidad de fluido (F1) salga de la cámara (4) de trabajo, y mantener la válvula (10L) de baja presión cerrada en el resto del ciclo.

30 En una segunda realización dependiente que se puede combinar con cualquiera de la realización de motor de bajo par y la primera realización dependiente anterior, la válvula (10L) de baja presión se abre (203) en la fase de compresión cuando la presión de la cámara de trabajo alcanza la baja presión (PI).

35 En una tercera realización dependiente que se puede combinar con cualquiera de las realizaciones de motor de bajo par y cualquiera de sus realizaciones dependientes anteriores, la válvula (10L) de baja presión se cierra (204) un tiempo (T1) antes de alcanzar el volumen mínimo (V_{min}) de la cámara de trabajo suficiente para comprimir el fluido de la cámara de trabajo a alta presión (Ph).

En una cuarta realización dependiente que se puede combinar con cualquiera de las realizaciones de motor de bajo par y su realización dependiente anterior, la válvula (10L) de alta presión se abre (205) cuando se alcanza la alta presión (Ph) en la cámara (4) de trabajo.

40 En una quinta realización dependiente que se puede combinar con cualquiera de las realizaciones de motor de bajo par y su realización dependiente anterior, la válvula (10H) de alta presión se cierra antes de que el volumen (V) de la cámara de trabajo se haya expandido a 1/3 o 1/4. del volumen máximo de la cámara (4) de trabajo (202). Una mayor expansión reducirá la presión en la cámara (4) de trabajo a presión (Pv) de vapor.

Siempre que se desee el modo de bajo par, se puede repetir el ciclo.

45 Cualquiera de las realizaciones dependientes primera a quinta anteriores también se puede combinar de forma independiente, o junto con la primera realización general de bajo par anterior, o su realización dependiente.

50 La apertura exacta de la válvula (10L) de baja presión (203) puede ser en una realización donde la presión de la cámara de trabajo aumenta desde presión (Pv) de vapor hasta baja presión (PI). El cierre (204) de la válvula de baja presión se producirá antes de que se abra (205) la válvula (10H) de alta presión. En el intervalo entre el cierre de la válvula (10L) de baja presión y la apertura de la válvula (10L) de alta presión, la presión del fluido atrapado en la cámara (4) de trabajo aumentará de baja (PI) a alta presión (Ph).

En la Fig. 4 se ilustra un ejemplo de una parte en ralentí del ciclo (I) y una parte motora (M) del ciclo. La parte motora (M) comprende una fase de compresión antes de la fase de expansión que produce el par, donde este último es indicado con un segmento de línea en negrita en el gráfico de volumen.

5 En una realización alternativa, la invención es una realización de bomba de bajo par, en donde la cámara (4) de trabajo sale del modo de bomba, como se ilustra en la Fig. 5, en donde la válvula (10H) de alta presión se cierra al alcanzar o después de alcanzar El volumen mínimo (V) de la cámara de trabajo desde la fase de expansión. En un ciclo de cámara de trabajo, el método comprende mantener abierta la válvula (10L) de baja presión al comienzo de la fase de expansión para permitir que una primera cantidad de fluido (F1) entre en la cámara (4) de trabajo, y mantener la válvula (10L) de baja presión cerrada en el resto del ciclo.

10 En una primera realización dependiente, el método comprende mantener abierta la válvula (10H) de alta presión al final de la fase de compresión para permitir que la primera cantidad de fluido (F1) salga de la cámara (4) de trabajo, y mantener la válvula (10H) de alta presión cerrada en el resto del ciclo.

15 En una segunda realización dependiente que se puede combinar con cualquiera de la realización de bomba de bajo par y la primera realización dependiente anterior, la válvula (10H) de alta presión se abre (303) en la fase de compresión cuando la presión de la cámara de trabajo alcanza la alta presión (Ph).

En una tercera realización dependiente que se puede combinar con cualquiera de las realizaciones de bajo par de la bomba y cualquiera de sus realizaciones dependientes anteriores, la válvula (10H) de alta presión se cierra (304) al alcanzar o justo después de alcanzar el volumen mínimo (Vmin) de la cámara de trabajo.

20 En una cuarta realización dependiente que se puede combinar con cualquiera de las realizaciones de bajo par de la bomba y sus realizaciones dependientes anteriores, la válvula (10L) de baja presión se abre (305) cuando se alcanza la baja presión (l) en la cámara (4) de trabajo. Después de cerrar la válvula (10H) de alta presión, hay un breve período en el que ambas válvulas se cierran en la fase de expansión y la presión caerá.

25 En una quinta realización dependiente que se puede combinar con cualquiera de las realizaciones de bajo par de la bomba y su realización dependiente anterior, la válvula (10L) de baja presión se cierra (302) antes de que el volumen (V) de la cámara de trabajo se haya expandido a 1/3 o 1/4 del volumen máximo de la cámara (4) de trabajo. Una mayor expansión reducirá la presión en la cámara (4) de trabajo a presión (Pv) de vapor.

Cualquiera de las realizaciones dependientes primera a quinta anteriores también se puede combinar de forma independiente o junto con la primera realización general de bajo par anterior, o su realización dependiente.

Siempre que se desee el modo de bomba de bajo par, se puede repetir el ciclo.

30 La apertura exacta de la válvula (10H) de alta presión puede ser en una realización donde la presión aumenta desde presión (Pv) de vapor hasta alta presión (Ph) en la fase de expansión.

El par medio producido depende de la fracción del ciclo en modo motor o bomba (M, P), como se ilustra en las Fig. 4 y 5. Cuando esta fracción es pequeña, el flujo a través de las válvulas y la correspondiente pérdida de presión en las válvulas son limitados.

35 En las realizaciones ejemplares se han mostrado combinadas diferentes características y detalles. El hecho de que se describan varias características con respecto a un ejemplo particular no debería interpretarse como que implica que esas características necesariamente deban incluirse juntas en todas las realizaciones de la invención, que se define en las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Una máquina hidráulica (1) que comprende;
- al menos una cámara (4) de trabajo con volumen (V) que varía cíclicamente,
 - válvulas controlables (10H, 10L) de alta y baja presión dispuestas entre una fuente de fluido y un sumidero de fluido con alta y baja presión (Ph, PL) y la cámara (4) de trabajo, respectivamente, y
 - un sistema (100) de control dispuesto para controlar la apertura y el cierre de dichas válvulas (10H, 10L) de alta y baja presión, caracterizado por que;
- el sistema (100) de control está configurado para
- hacer funcionar la máquina hidráulica (1) en un modo de ralentí con cilindro vacío manteniendo las válvulas (10H, 10L) de alta y baja presión simultáneamente cerradas durante al menos un ciclo completo del volumen variable (V), en donde la máquina hidráulica (1) comprende una primera disposición (24) de válvula de seguridad en ralentí dispuesta entre la primera cámara (4) de trabajo y un sumidero de fluido de seguridad con una presión inferior a la alta presión (Ph), en donde la primera disposición (24) de válvula de seguridad en ralentí está configurada para liberar fluido hidráulico al sumidero de fluido de seguridad cuando está habilitado y si la presión del fluido en la primera cámara (4) de trabajo aumenta por encima de un umbral establecido, en donde el sistema (100) de control está dispuesto para
 - habilitar la primera disposición (24) de válvula de seguridad en ralentí cuando la máquina hidráulica funciona en el modo de ralentí con cilindro vacío, y
 - deshabilitar la primera disposición (24) de válvula de seguridad en ralentí cuando la máquina hidráulica no funciona en el modo de ralentí con cilindro vacío.
2. La máquina hidráulica (1) de la reivindicación 1, en donde la disposición (24) de válvula comprende una válvula (25) de retención dispuesta para liberar fluido al sumidero de fluido de seguridad.
3. La máquina hidráulica (1) de la reivindicación 2, en donde la disposición (24) de válvula comprende además una válvula (23) que comprende cualquiera de las siguientes características;
- una válvula de dos vías,
 - una electroválvula conectada al sistema (100) de control,
 - una válvula normalmente abierta o normalmente cerrada.
4. Un método para dejar en ralentí una máquina hidráulica (1), en donde la máquina hidráulica (1) comprende;
- al menos una cámara (4) de trabajo con volumen (V) que varía cíclicamente,
 - válvulas (10H, 10L) de alta y baja presión controladas electrónicamente dispuestas entre una fuente de fluido y un sumidero de fluido con alta y baja presión (Ph, PL) y la cámara (4) de trabajo, respectivamente, y
 - un sistema (100) de control dispuesto para controlar la apertura y el cierre de dichas válvulas (10H, 10L) de alta y baja presión, en donde el método está caracterizado en;
 - una primera disposición (24) de válvula de seguridad en ralentí dispuesta entre la primera cámara (4) de trabajo y un sumidero de fluido de seguridad con una presión igual o menor que la alta presión (Ph), en donde el método comprende;
 - hacer funcionar la máquina hidráulica (1) en un modo de ralentí con cilindro vacío, en donde las válvulas (10H, 10L) de alta y baja presión están cerradas simultáneamente durante al menos un ciclo completo del volumen variable (V), y
 - liberar fluido hidráulico al sumidero de fluido de seguridad solo cuando la presión del fluido en la cámara (4) de trabajo aumenta por encima de un umbral establecido y el modo de cilindro vacío está habilitado,
 - habilitar la primera disposición (24) de válvula de seguridad en ralentí cuando la máquina hidráulica funciona en el modo de ralentí con cilindro vacío, y
 - deshabilitar la primera disposición (24) de válvula de seguridad en ralentí cuando la máquina hidráulica no funciona en el modo de ralentí con cilindro vacío.

5. El método de la reivindicación 4, que comprende;

- cerrar la válvula (10L) de baja presión inmediatamente después de pasar (102) un volumen mínimo (V_{min}) de la cámara de trabajo.

6. El método de la reivindicación 4 o 5, que comprende;

5 - habilitar la primera disposición (24) de válvula de seguridad en ralentí después del cierre de la válvula (10L) de baja presión y antes de que el volumen (V) que varía cíclicamente se reduzca al mismo volumen que estaba presente cuando se cerró (10) la válvula (10L) de baja presión.

7. El método de la reivindicación 4, que comprende;

10 - cerrar la válvula (10H) de alta presión inmediatamente después de pasar un volumen mínimo (V) de la cámara de trabajo.

- habilitar la primera disposición (24) de válvula de seguridad en ralentí después del cierre de la válvula (10H) de alta presión y antes de que el volumen variable (V) se reduzca al mismo volumen que estaba presente cuando se cerró la válvula (10H) de alta presión.

8. El método de cualquiera de las reivindicaciones 4 a 7, que comprende;

15 - deshabilitar la primera disposición (24) de válvula de seguridad en ralentí,
- abrir la válvula (10L) de baja presión.

9. El método de cualquiera de las reivindicaciones 4 a 7, que comprende;

- deshabilitar la primera disposición (24) de válvula de seguridad en ralentí,
- abrir la válvula (10H) de alta presión.

20

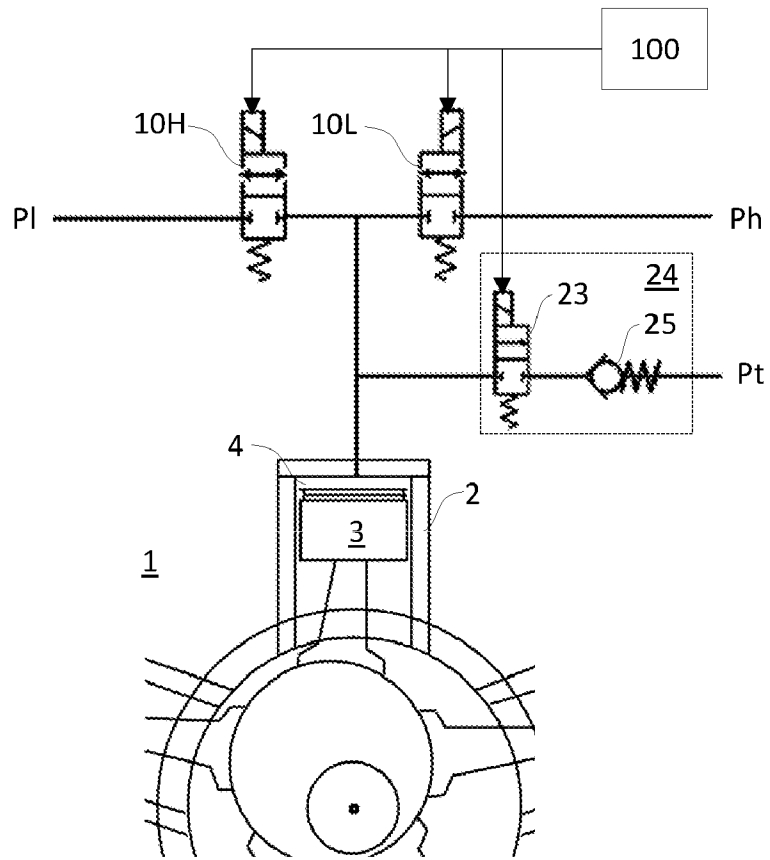


Fig. 1

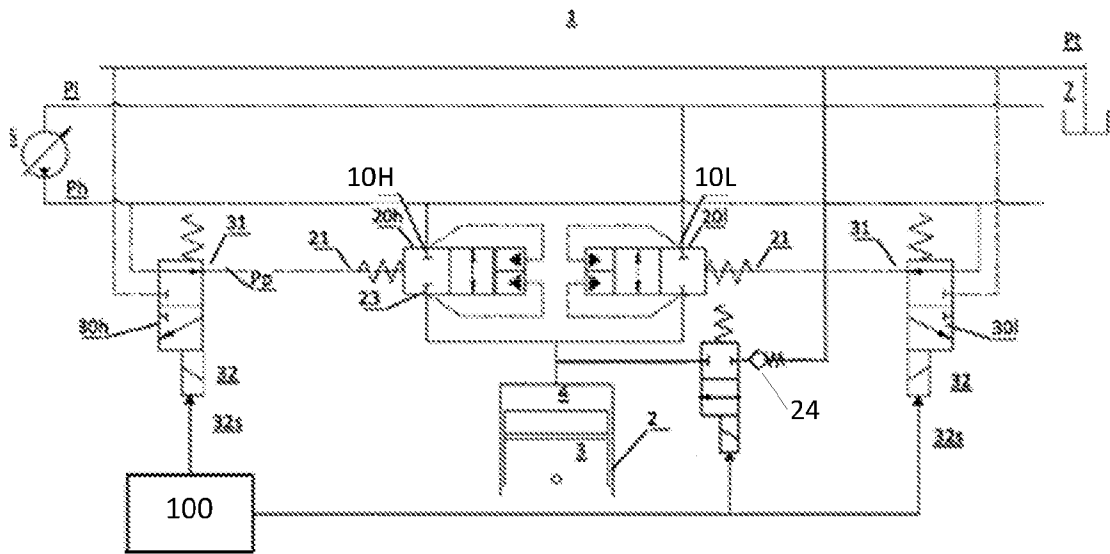


Fig. 2

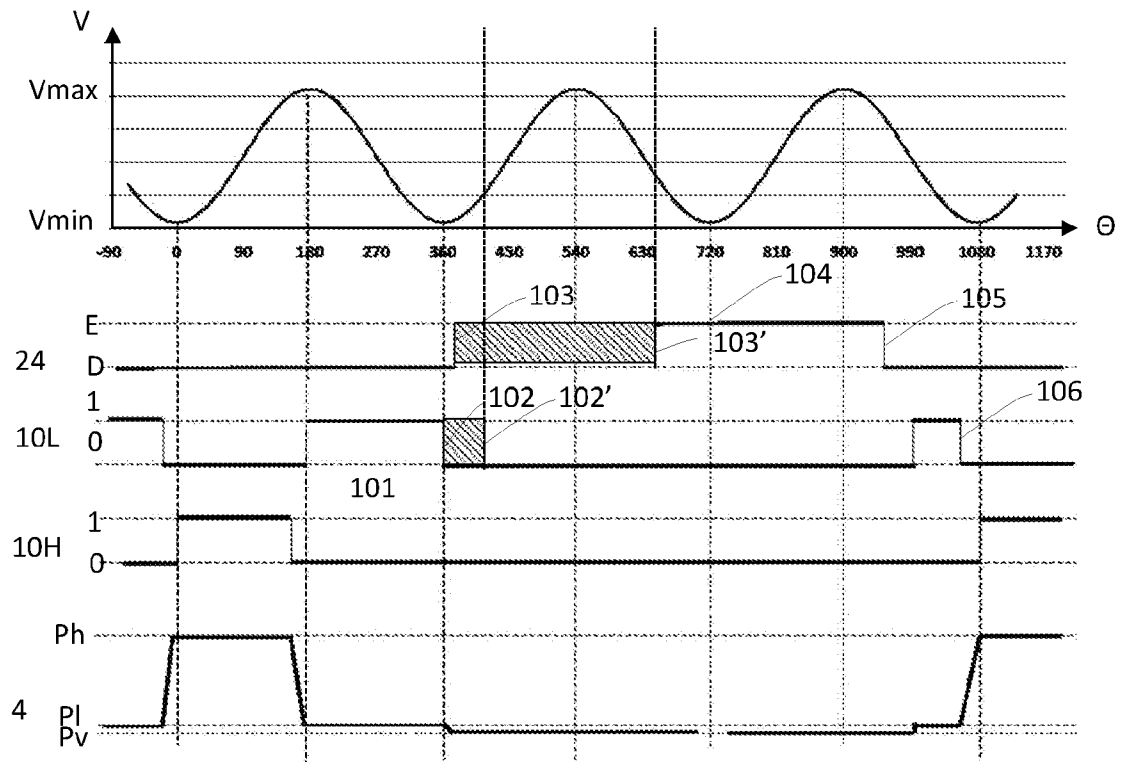


Fig. 3

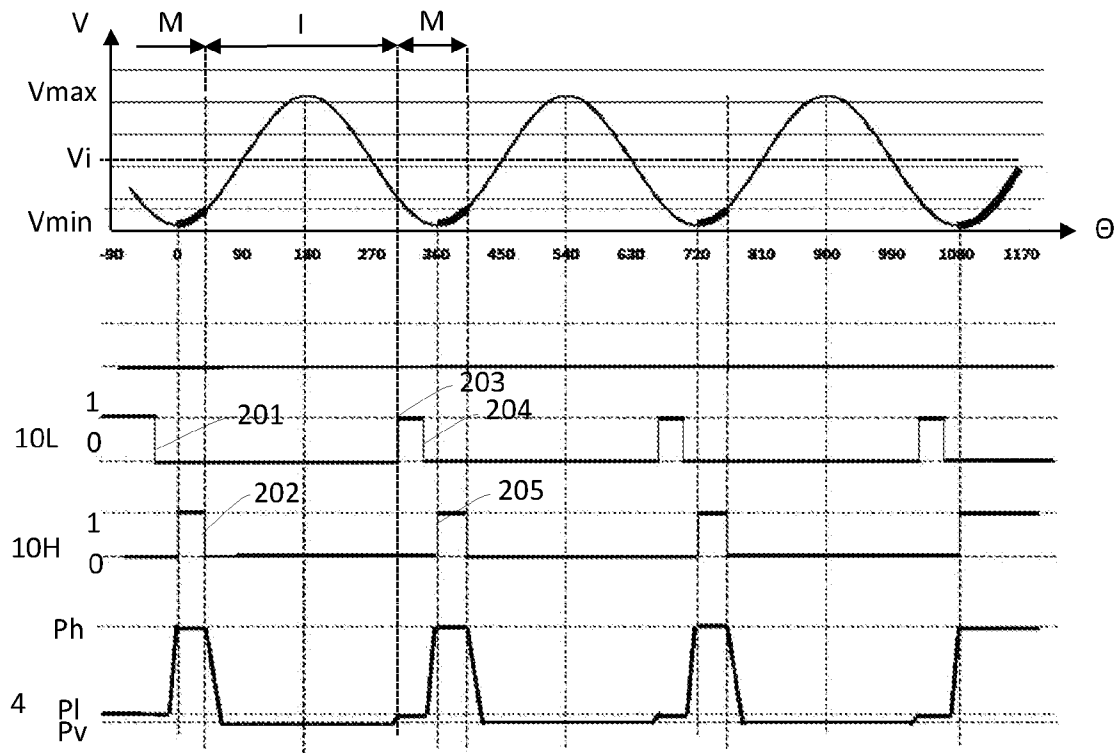


Fig. 4

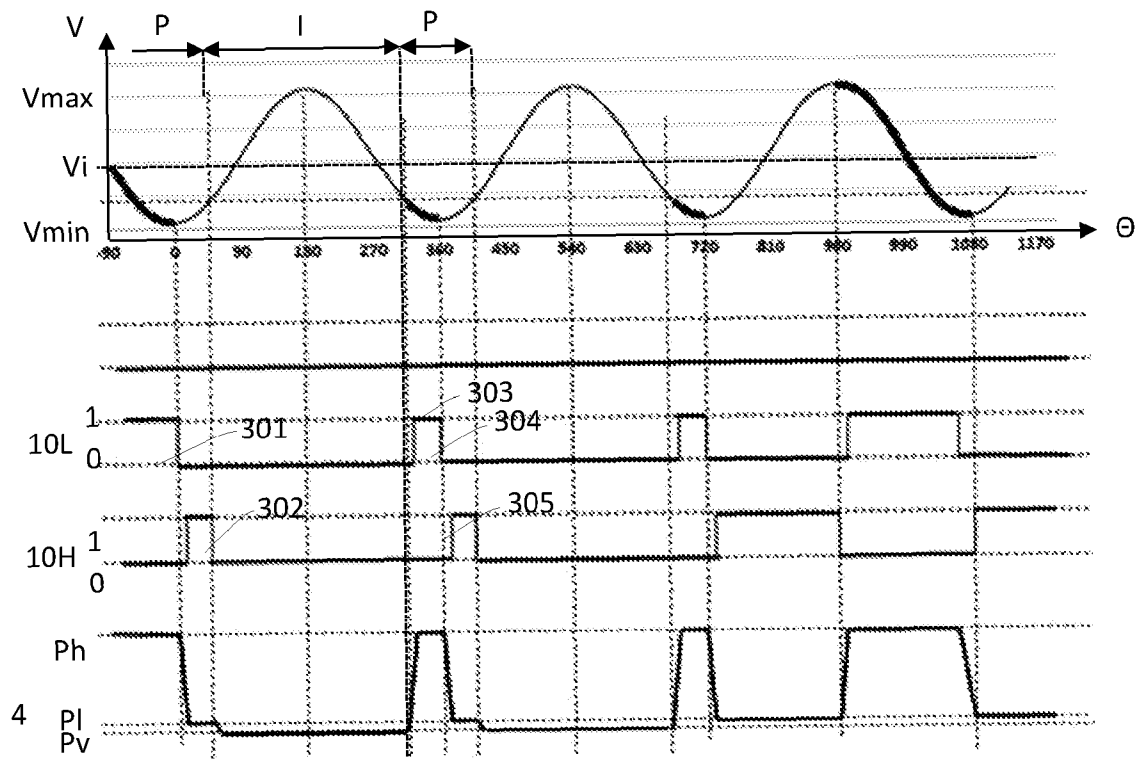


Fig. 5