

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 699 681**

51 Int. Cl.:

B60T 13/66 (2006.01)

B60T 13/68 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **12.11.2015 PCT/IB2015/058730**

87 Fecha y número de publicación internacional: **19.05.2016 WO16075642**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.11.2015 E 15805289 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.08.2018 EP 3218238**

54 Título: **Conjunto electro-neumático, en particular para una instalación de frenado neumático para vehículos ferroviarios**

30 Prioridad:

13.11.2014 IT TO20140945

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

12.02.2019

73 Titular/es:

**FAIVELEY TRANSPORT ITALIA S.P.A. (100.0%)
Via Volvera 51
10045 Piossasco (TO), IT**

72 Inventor/es:

**TIONE, ROBERTO;
CAVAZZIN, ANDREA y
GRASSO, ANGELO**

74 Agente/Representante:

LINAGE GONZÁLEZ, Rafael

ES 2 699 681 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

Conjunto electro-neumático, en particular para una instalación de frenado neumático para vehículos ferroviarios.

La presente invención se refiere, de una forma general, a un conjunto electro-neumático, y en particular a un conjunto para su uso en una instalación de frenado neumático de un vehículo ferroviario o un tren.

5 Más específicamente, la invención se refiere a un conjunto electro-neumático del tipo que comprende:

un cuerpo en el que se ha definido una cámara;

una válvula de suministro de solenoide adaptada para conectar selectivamente dicha cámara a una fuente de presión o a la atmósfera;

10 una válvula de descarga de solenoide adaptada para permitir e impedir selectivamente la conexión de dicha cámara a la atmósfera;

estando dichas válvulas de solenoide dotadas de solenoides de control respectivos a los que están acoplados conmutadores electrónicos respectivos, y

15 medios de control electrónico adaptados para proporcionar, como una función de los valores de al menos una señal de entrada, señales lógicas de control a dichos conmutadores electrónicos con el fin de variar, por medio de las citadas válvulas de solenoide, el valor de la presión en dicha cámara.

Un conjunto electro-neumático de este tipo se conoce a partir del documento WO 2013/182558.

La invención está destinada, en particular, a proponer un conjunto electro-neumático capacitado para ser controlado con un alto nivel de seguridad intrínseca.

20 Los sistemas de frenado existentes para vehículos ferroviarios comprenden en general conjuntos electro-neumáticos controlados por unidades electrónicas del tipo microprocesador. El diseño de esos sistemas de frenado está gobernado por estándares específicos (en Europa, por ejemplo el estándar EN 50126 relativo a la definición de sistema, el estándar EN 50128 concerniente al diseño y desarrollo de software, y el estándar EN 50129 relativo a especificaciones y diseño de hardware). Estos estándares introdujeron el concepto de "Nivel de Integridad de Seguridad" (SIL en lo que sigue), el cual define el grado de reducción del riesgo para la seguridad humana que puede estar asociada a una función dada con relación a una instalación de frenado.

25 Una instalación de frenado para vehículos ferroviarios se diseña de modo que ejecute una pluralidad de funciones, por ejemplo (aunque no únicamente) frenado de servicio, frenado de aparcamiento, frenado de seguridad, frenado de emergencia, corrección de frenado en caso de deslizamiento o bloqueo de rueda (protección de deslizamiento de rueda), y frenado de parada.

30 Se requiere un nivel SIL diferente para cada una de esas funciones: en particular, las funciones de frenado de emergencia y frenado de seguridad deben ser implementadas con niveles de seguridad comprendidos en el rango desde SIL = 3 a SIL = 4, con referencia a una escala que discurre desde un mínimo de SIL = 0 hasta un máximo de SIL = 4.

35 En el estado actual de la técnica, se usan soluciones puramente mecánico-neumáticas virtualmente en todos los casos para ejecutar las funciones de frenado de emergencia y frenado de seguridad, puesto que estas soluciones permiten los niveles de SIL requeridos sean alcanzados y verificados de una manera conveniente.

40 La Figura 1 de los dibujos anexos muestra, a título de ejemplo, una instalación de frenado electro-neumático para vehículos ferroviarios según el estado de la técnica anterior, en la que se determina la presión de frenado de seguridad por medio de una válvula 1, conocida habitualmente como LPPV (Válvula de Presión Proporcional a la Carga). Esta válvula se usa para generar una presión de frenado proporcional al peso detectado del vehículo ferroviario (o de una parte del mismo, por ejemplo un bogie), con el fin de proporcionar la mayor deceleración posible dentro de los límites de la adhesión de la rueda al raíl definidos en la fase de diseño. La válvula, de la que se conocen diversas implementaciones, ejecuta una función de transferencia del tipo mostrado en términos cuantitativos en la Figura 2, donde la presión P_i a la entrada de la válvula 1 ha sido mostrada en el eje horizontal, y la presión P_o a la salida de esta válvula ha sido mostrada en el eje vertical. De acuerdo con la Figura 2, cuando la presión P_i varía entre un valor P_{tara} y un valor máximo $P_{imáx}$, la presión de salida P_o varía entre un valor mínimo P_{omin} y un valor máximo $P_{omáx}$, a lo largo de una línea recta caracterizada por un ángulo de inclinación α . Adicionalmente, cuando la presión P_i varía entre P_{tara} y 0, la presión de salida P_o varía entre el valor P_{omin} y un valor intermedio P^*_o , según una línea recta caracterizada por un ángulo de inclinación β . La presión P^*_o es tal que el vehículo siempre se frena en caso de que ocurra un fallo en la suspensión, de tal modo que se provoca un valor de presión excesivamente bajo, según se ha mostrado en la línea discontinua a continuación de la línea recta que tiene la pendiente α .

- Haciendo de nuevo referencia a la Figura 1, la presión P_0 a la salida de la válvula 1 se envía (por ejemplo) a la cámara de control de una válvula de relé 2, a través de una o más válvulas de seguridad de solenoide 3. Estas válvulas de solenoide 3 están normalmente en estado de conducción neumática cuando están desenergizadas, y son energizadas por medio de un bucle de seguridad del sistema de frenado. El frenado de seguridad se aplica mediante la desenergización del bucle de seguridad, siendo a continuación la presión P_0 desde la salida de la válvula 1 propagada por medio de la cámara de control de la válvula de relé 2, la cual amplifica su potencia, y su salida 2a, hacia el cilindro o los cilindros de freno (no representados).
- La solución conocida descrita con anterioridad es una de las diversas soluciones posibles usadas para ejecutar una función de frenado con un nivel de seguridad igual a, o mayor que, el nivel SIL 3 definido en el estándar EN 50126.
- Aunque estas soluciones son satisfactorias en términos de nivel de seguridad, pueden tener inconvenientes considerables debido a la complejidad y naturaleza de los dispositivos y componentes usados, tal como resortes, diafragmas de caucho, anillos de sellado, y similares. El uso de estos componentes tiene un efecto negativo sobre la precisión de las características funcionales proporcionadas, y sobre su repetitividad cuando la temperatura de operación varía, en vista de los requisitos funcionales que normalmente especifican rangos de temperatura operativa desde -40 °C hasta $+70\text{ °C}$. Adicionalmente, la provisión de características operativas tales como las mostradas en la Figura 2 por medios puramente mecánico-neumáticos, requiere soluciones complicadas, tal como relaciones específicas entre las superficies del diafragma de caucho y la carga del resorte, determinando estas relaciones los ángulos de inclinación α , β y los puntos de intersección de las líneas rectas con estos ejes cartesianos.
- También, con las soluciones conocidas de tipo puramente mecánico-neumático, resulta sustancialmente imposible calibrar las características operativas a bordo de un vehículo durante el ajuste normal del vehículo (durante la puesta en servicio), y por lo tanto, si las inclinaciones α , β o los valores de presión en los puntos de intersección de las líneas rectas con los ejes cartesianos tienen que ser variados, las relaciones entre las superficies de los diafragmas de caucho y las cargas de resorte deben ser replanteadas completamente, lo que obviamente creará retardos en el ajuste del vehículo.
- Además, la variación de las características funcionales anteriormente mencionadas debido a las tolerancias de los materiales y a las fluctuaciones causadas por las variaciones de temperatura y por el envejecimiento, da como resultado una considerable falta de precisión en las distancias de parada de los vehículos ferroviarios durante al frenado de emergencia y/o de seguridad.
- También se conoce el hecho de que el uso de sistemas de microprocesador para el control de realimentación de válvulas de solenoide neumáticas, permite que la función característica de la válvula 1 descrita con anterioridad sea reproducida convenientemente, mientras que proporciona una precisión mucho mayor que la permitida por los componentes mecánico-neumáticos existentes, a través de una gama de variaciones de temperatura y de tiempo, haciendo de ese modo que las distancias de parada mencionadas con anterioridad sean mucho más precisas y repetibles. Además, algunas características tales como las inclinaciones α y β pueden ser modificadas de manera fácil y rápida usando simplemente métodos de software para reprogramar parámetros.
- La Figura 3 de los dibujos anexos muestra una realización de un conjunto electro-neumático 10 para controlar la presión neumática en una cámara o volumen 11, tal como el volumen de un cilindro de freno, o la cámara de control de una válvula de relé que controla la alimentación de presión al volumen de un cilindro de freno. Este conjunto 10 comprende una válvula de solenoide 12 de alimentación o llenado, adaptada para conectar la cámara 11 selectivamente a una fuente de presión P_s o a la atmósfera, y una válvula de ventilación o descarga 13 adaptada para permitir o impedir selectivamente la conexión de la cámara 11 a la atmósfera. Las válvulas de solenoide 12 y 13 están dotadas de solenoides de control 12a, 13a respectivos, a los que están acoplados conmutadores electrónicos respectivos de la manera que se describe en lo que sigue.
- La cámara o volumen 11 se ha conectado a un conducto 14 que conecta la salida de la válvula de solenoide 12 a la entrada de la válvula de solenoide 13.
- Cuando los solenoides 12a y 13a de las válvulas de solenoide 12 y 13 están desenergizados, estas válvulas de solenoide se encuentran en la condición mostradas en la Figura 3: el volumen o cámara 11 está conectado a la atmósfera, y la presión en el interior de la misma se reduce hasta el valor de la presión atmosférica.
- Cuando las válvulas de solenoide 12 y 13 están ambas energizadas, la primera válvula alimenta la cámara 11 con un flujo de aire tomado a partir de la fuente de presión, mientras que la segunda válvula desconecta la cámara 11 de la atmósfera. De ese modo, se incrementa la presión en la cámara 11.
- Cuando la válvula de solenoide 12 está desenergizada y la válvula 13 está energizada, la cámaras 11 está desconectada tanto de la fuente de presión como de la atmósfera, y la presión en el interior de la misma se mantiene sustancialmente sin cambio.
- El comportamiento del conjunto electro-neumático 10 de la Figura 3 con la variación de las condiciones de energización y desenergización de los solenoides 12a y 13a, se ha resumido en la Tabla 1 que sigue:

Tabla 1

12a	13a	Presión en 11
0	0	DECRECE
0	1	SE MANTIENE
1	1	SE INCREMENTA
1	0	-
0 = desenergizado 1 = energizado - = condición no usada		

5 Modulando adecuadamente las condiciones o estados de energización de las válvulas de solenoide 12 y 13 mostradas en la Tabla 1, es posible producir y mantener en el volumen o cámara 11 cualquier valor de presión entre la presión P_0 de la fuente y la presión atmosférica P_{atm} .

Las Figuras 4 y 5 muestran variantes de realización del conjunto electro-neumático 10. En esas Figuras, las partes y elementos idénticos o correspondientes a los descritos con anterioridad, han sido asignados con los mismos números de referencia que los usados previamente.

10 El modo de operación de los conjuntos electro-neumáticos 10 de las Figuras 4 y 5 puede ser resumido según se muestra en las Tablas 2 y 3 que siguen.

Tabla 2

12a	13a	Presión en 11
0	0	SE MANTIENE
0	1	DECRECE
1	0	SE INCREMENTA
1	1	-

Tabla 3

12a	13a	Presión en 11
0	0	SE INCREMENTA
1	0	SE MANTIENE
1	1	DECRECE
0	1	-

15 Una vez más, en el caso de los conjuntos electro-neumáticos 10 de las Figuras 4 y 5, modulando adecuadamente las condiciones o estados de energización de las válvulas de solenoide 12 y 13, es posible producir y mantener en el volumen o cámaras 11 cualquier valor de presión entre P_s y P_{ATM} .

20 La Figura 6 muestra, en forma de diagrama de bloques, un sistema 15 de control electrónico conforme a la técnica anterior, para controlar un conjunto electro-neumático conforme a una de las Figuras 3 a 5. Este sistema 15 comprende esencialmente una unidad 16 de procesamiento y control, del tipo de microprocesador o microcontrolador, que recibe en una entrada una señal L que contiene información sobre el peso del vehículo (o de un solo bogie del vehículo), por ejemplo el valor instantáneo de la presión P_i mostrada en el eje horizontal de la Figura 2.

25 En otra entrada, la unidad 16 recibe una señal P que representa la presión neumática en el interior del volumen o cámara 11, detectada por medio de un sensor adecuado. La unidad 16 puede recibir señales o datos de entrada II adicionales, que no son esenciales a los efectos de la presente descripción.

30 Por medio de circuitos de polarización 17 y 18, la unidad 16 controla conmutadores electrónicos 19 y 20 de esta sólida correspondientes, tal como transistores MOS de canal p, o simples transistores NPN, que controlan la condición de energización/desenergización de los solenoides 12a y 13a respectivamente, en paralelo con los cuales pueden ser conectados diodos de recirculación 21 y 22 respectivos. En el sistema de control 15 de la Figura 6, los conmutadores electrónicos 19 y 20 están conectados en serie con los bobinados 12a y 13a, entre una fuente de

alimentación V_{cc} de corriente continua y la masa GND.

La unidad 16 puede, en caso necesario, suministrar señales de salida OO adicionales, con relación a otros procesos no esenciales a los efectos de la presente descripción.

5 Mediante implementación de algoritmos de control adecuados de bucle cerrado, por ejemplo algoritmos PID, algoritmos "fuzzy", o algoritmos del tipo de on-off con histéresis (también conducidos como algoritmos de control de "bang-bang"), la unidad 16 puede estar diseñada de modo que proporcione la característica mostrada en el diagrama de la Figura 2, de tal manera que la presión en el contenedor o volumen 11 corresponda a la presión P_0 de este diagrama. A este efecto, la unidad 16 recibe, a través de un puerto de entrada, los valores de un conjunto de parámetros PP que caracterizan el algoritmo de control. Los valores de esos parámetros se almacenan en una memoria no volátil de la unidad 16.

10 Como alternativa a la implementación mostrada esquemáticamente en la Figura 6, los solenoides 12a y 13a pueden estar conectados a la masa GND, mientras que los conmutadores 19 y 20 asociados pueden estar conectados a la fuente de alimentación de corriente continua. En este caso, los conmutadores 19 y 20 pueden ser transistores MOS de canal n o transistores PNP.

15 En vista de los estándares EN 50126, EN 50128 y EN 500129, si la función implementada por la unidad 16, por ejemplo la característica de presión conforme a la Figura 2, requiere un nivel de seguridad equivalente a SIL 3 o SIL 4, entonces, dado que la unidad 16 es el único dispositivo que contribuye a la ejecución de esta función de seguridad, el software correspondiente debe ser también implementado con un proceso que tenga un nivel de seguridad de SIL 3 o SIL 4, según se especifica, en particular, en el estándar EN 50128. Sin embargo, este proceso de implementación de software se caracteriza por costes organizativos, financieros y relativos al mantenimiento, extremadamente altos, lo que hace con frecuencia que su uso sea menos atractivo en comparación con los sistemas mecánico-neumáticos más convencionales, incluso aunque estos adolezcan de todos los inconvenientes mencionados con anterioridad.

20 En vista de lo anterior, un objeto de la presente invención consiste en proporcionar un conjunto electro-neumático, en particular para una instalación de frenado neumático de un vehículo ferroviario o tren, cuyo sistema de control puede ser usado para ejecutar, de una manera simple y relativamente económica, una función con un nivel de seguridad predeterminado, por ejemplo igual a, o mayor que, el nivel SIL 3.

25 Este y otros objetos han sido alcanzados según la invención con un conjunto electro-neumático del tipo descrito con anterioridad, que se caracteriza porque:

30 los medios de control electrónico mencionados con anterioridad comprenden un primer y un segundo dispositivos electrónicos de procesamiento y control, cada uno de ellos independiente del otro, recibiendo ambos la al menos una señal de entrada mencionada con anterioridad y diseñados para ejecutar estrategias para controlar la presión en dicha cámara, equivalentes cada uno al otro; dichos primer y segundo dispositivos electrónicos de procesamiento y control están acoplados, cada uno de ellos, a los solenoides de control de la válvula de suministro de solenoide y de la válvula de descarga de solenoide a través de primeros y segundos conmutadores electrónicos respectivos;

35 los primeros conmutadores electrónicos y los segundos conmutadores electrónicos, respectivamente, asociados a dichos primer y segundo dispositivos electrónicos de procesamiento y control están acoplados entre sí de una manera predeterminada, con el fin de formar en conjunto un circuito lógico de habilitación diseñado para activar el solenoide de dichas válvulas de solenoide de una manera que,

40 cuando las señales lógicas de control proporcionadas por dichos primer y segundo dispositivos electrónicos de procesamiento y control entran en conflicto cada una con la otra, las señales lógicas de control que se activan son las suministradas por el dispositivo electrónico de procesamiento y control, el cual tiende a producir en dicha cámara una presión cuyo valor cumple con una relación predeterminada en comparación con el valor que podría ser producido como resultado de las señales lógicas de control suministradas por el otro dispositivo electrónico de procesamiento y control.

Otras características y ventajas de la invención se pondrán de relieve a partir de la descripción detallada que sigue, la cual se proporciona solamente a título de ejemplo no limitativo, con referencia a los dibujos anexos, en los que:

50 La Figura 1, descrita con anterioridad, es un diagrama de un sistema de frenado electro-neumático para vehículos ferroviarios conforme a la técnica anterior;

La Figura 2, descrita también en lo que antecede, muestra una característica de una válvula para controlar la presión de manera proporcional a la carga;

Las Figuras 3 a 5, también descritas con anterioridad, muestran tres realizaciones diferentes de la parte neumática, la cual es conocida, de un conjunto electro-neumático conforme a la presente invención;

La Figura 6, descrita también en lo que antecede, es un diagrama de bloques de un sistema de control para un conjunto electro-neumático conforme a la técnica anterior, y

Las Figuras 7 a 12 son diagramas de circuito, parcialmente en forma de bloques, que muestran varias realizaciones del sistema de control para un conjunto electro-neumático conforme a la presente invención.

5 En los dibujos anexos, la Figura 7 muestra una realización posible de un sistema de control para un conjunto electro-neumático conforme a la presente invención, adaptado para ejecutar (por ejemplo) una función neumática en base a la cual se produce un valor de presión neumática que es igual a, o mayor que, un objetivo predeterminado, por ejemplo conforme a la característica mostrada en la Figura 2, en el volumen o cámara 11 del conjunto conforme a la Figura 3.

10 El sistema según la Figura 7 comprende dos unidades electrónicas 16 y 116 de procesamiento y control, construidas por ejemplo en forma de unidades de microprocesador o de microcontrolador, siendo cada una independiente de la otra. Estas unidades 16, 116 están construidas, por ejemplo, en forma de dispositivos físicos que difieren entre sí, y están diseñadas para ejecutar estrategias de control que son equivalentes entre sí, aunque han sido implementadas usando paquetes de software correspondientes que son independientes, y que son en general diferentes, cada uno del otro.

Las mismas señales de entrada L, P y II como las que se han definido con anterioridad, se alimentan a las unidades 16 y 116, junto con datos respectivos PP y PP' que representan los valores de parámetros de los respectivos algoritmos implementados en los mismos. Las unidades 16 y 116 suministran también señales de salida OO y OO' respectivas.

20 Al igual que en el sistema conforme a la Figura 6, la unidad 16 está diseñada para activar, a través de circuitos de polarización 17 y 18 respectivos, los conmutadores electrónicos 19 y 20 que están esencialmente conectados en serie con los solenoides de energización 12a y 13a respectivos de las válvulas de solenoide 12 y 13.

A su vez, la unidad electrónica 116 tiene dos salidas para activar, a través de circuitos de polarización 117 y 118, conmutadores electrónicos 119 y 120 correspondientes conectados, respectivamente, en paralelo con los conmutadores 19 y 20, entre la masa GND y los solenoides de energización 12a y 13a.

En el diagrama conforme a la Figura 7, los conmutadores electrónicos 19, 20, 119 y 120 están acoplados entre sí de manera que forman en conjunto un circuito lógico de habilitación diseñado para activar los solenoides 12a y 13a de tal modo que:

- 30 • cuando las señales lógicas de control enviadas a estos conmutadores por las unidades de control 16 y 116 son acordes entre sí, la energización de los solenoides 12a y 13a de las válvulas de solenoide 12 y 13 permite que la presión en el volumen o cámara 11 sea controlada de acuerdo con la Tabla 1 anterior, de tal manera que la presión en este volumen o cámara 11 sea conforme (por ejemplo) con la característica mostrada en la Figura 2; y,
- 35 • a la inversa, cuando las señales lógicas de control enviadas por las unidades 16 y 116 hacia los conmutadores 19, 20 y 119, 120 asociados entran en conflicto entre sí, las señales lógicas de control que se ejecutan son las suministradas por la unidad 16 o 116 que tiende a producir la mayor presión en dicho volumen o cámara 11.

El comportamiento del sistema conforme a la Figura 7 en caso de conflicto entre las señales lógicas enviadas por las unidades 16 y 116, es fácilmente comprensible a partir de la descripción que sigue. El solenoide 12a (13a) puede ser energizado de acuerdo con una función OR lógica de los estados de los conmutadores 19 y 119 (20 y 120).

40 Con referencia a la Tabla 1, se puede apreciar que, si una de las dos unidades 16 y 116, usando los conmutadores electrónicos asociados, tiende a establecer la condición de descenso de presión en la cámara o volumen 11, mientras que la otra unidad 116 o 16 tiende a establecer la condición de mantenimiento de presión, a continuación, como resultado de la conexión OR entre los conmutadores 19 y 119 y entre los conmutadores 20 y 120, respectivamente, prevalecerá la condición de mantenimiento de presión.

De forma similar, cuando una de las unidades tiende a establecer la condición de incremento de presión mientras que la otra unidad tiende a establecer la condición de mantenimiento, entonces, de nuevo como resultado de la conexión de OR entre los conmutadores 16 y 119 y entre los conmutadores 20 y 120, respectivamente, prevalecerá la condición de incremento de presión.

50 Adicionalmente, la condición de incremento de presión prevalecerá también sobre la condición de descenso de presión.

Por consiguiente, el sistema conforme a la Figura 7 puede ser usado para ejecutar una función neumática adaptada para producir, en el volumen o cámara 11 de la Figura 3, un valor de presión igual a, o mayor que, un valor objetivo predeterminado.

La Figura 8 muestra la arquitectura de un sistema de control para un conjunto electro-neumático conforme a la presente invención, cuya parte neumática es acorde con la Figura 4.

5 En términos eléctricos, el diagrama de la Figura 8 difiere del mostrado en la Figura 7 en que los conmutadores electrónicos 19 y 119 asociados a los solenoides 12a de la válvula de solenoide 12 de la Figura 4, están conectados en serie cada uno con el otro, entre este solenoide 12a y la masa GND.

La disposición de válvula conforme a la Figura 4 y el sistema de control asociado conforme a la Figura 8, son tales que, cuando las señales lógicas de control suministradas por las unidades de control 16 y 116 entran en conflicto entre sí, las señales lógicas de control que se ejecutan son las suministradas por la unidad 16 o 116 que tiende a producir la presión más baja en el volumen o cámara 11 (en la Figura 4).

10 Esto se debe al hecho de que la disposición de válvula de solenoide conforme a la Figura 4 corresponde a la Tabla 2 mostrada con anterioridad, y también se debe a la conexión lógica AND de los conmutadores 19 y 119 y a la conexión lógica OR de los conmutadores 20 y 120.

15 De ese modo, con referencia a la Tabla 2, se puede apreciar fácilmente que, si una unidad de control 16 o 116 tiende a establecer la condición de descenso de presión en la cámara o volumen 11 mientras que la otra unidad 116 o 16 tiende a establecer la condición de mantenimiento de presión, entonces, como resultado de la conexión AND entre los conmutadores 19 y 119, prevalecerá la condición de descenso de presión. De forma similar, cuando una de las dos unidades 16 y 116 tiende a establecer la condición de incremento de presión mientras que la otra unidad 116 o 16 tiende a establecer la condición de mantenimiento, entonces, como resultado de la conexión lógica OR entre los conmutadores 20 y 120 y de la conexión lógica AND entre los conmutadores 19 y 119, prevalecerá la condición de mantenimiento de presión. Finalmente, se puede apreciar fácilmente que la condición de mantenimiento de presión, "comandada" por una de las dos unidades, prevalece sobre la condición de incremento de presión "comandada" por la otra unidad.

20 Por consiguiente, en un conjunto electro-neumático cuya parte neumática 10 es acorde con la Figura 4, y cuya arquitectura de control es acorde con el diagrama de la Figura 8, se ejecuta una función neumática que está adaptada para producir una presión igual a, o menor que, un valor objetivo predeterminado en el volumen o cámara 11.

25 Además, se puede apreciar fácilmente que un conjunto electro-neumático cuya parte de válvula de solenoide es acorde con la Figura 5 y la cual está controlada por un sistema que tiene la arquitectura mostrada en el diagrama de la Figura 9, puede ser usado para obtener una presión neumática igual a, o mayor que, una presión objetivo predeterminada en el volumen o cámara 11. En el diagrama conforme a la Figura 9, ambos conmutadores 19 y 119 asociados al solenoide 12a y los conmutadores 20 y 120 asociados al solenoide 13a, están acoplados entre sí de acuerdo con una configuración lógica AND.

30 Finalmente, en un conjunto electro-neumático con una parte de válvula de solenoide según la Figura 3, el sistema de control puede tener la configuración mostrada en la Figura 10. Esto difiere del sistema conforme a la Figura 9 en que los conmutadores 19 y 119 están acoplados entre sí conforme a una configuración lógica de OR.

35 Se puede apreciar fácilmente que un conjunto electro-neumático de este tipo puede ser usado para ejecutar una función neumática adaptada para producir un valor de presión igual al, o mayor que, un valor objetivo predeterminado en el volumen o cámara 11 de la Figura 3.

40 La Figura 11 muestra un sistema de control para ejecutar una función neumática adaptada para producir un valor de presión de acuerdo con una función de transferencia predeterminada, conforme a la característica mostrada en la Figura 2, por ejemplo, usando una parte de válvula de solenoide que puede ser conforme con una cualquiera de entre la Figura 3, la Figura 4 y la Figura 5.

45 El sistema de control conforme a la Figura 11 comprende, al igual que los sistemas descritos con anterioridad, dos unidades de control de microprocesador o de microcontrolador, indicadas mediante 16 y 116, las cuales reciben las señales L, P, II y PP (PP') descritas con anterioridad.

La unidad 16 está diseñada de modo que suministra en su salida dos señales lógicas X1, X2, para controlar, respectivamente, los solenoides 12a y 13a de las válvulas de solenoide 12 y 13.

De forma similar, la unidad de control 116 está diseñada para suministrar en su salida dos señales lógicas de control X11, X12, para controlar los solenoides 12a y 13a.

50 El número 1016 indica una unidad de control adicional de microprocesador o de microcontrolador, basada en lógicas programables tal como lógicas de FPGA. Esta unidad 1016 recibe en su entrada esencialmente las mismas señales que las que llegan a las unidades 16 y 116, a las que está conectada por medio de líneas de comunicación 23 y 123 respectivas de dos sentidos.

Ejecutando algoritmos de control de bucle cerrado tal como algoritmos PID, algoritmos "fuzzy" o algoritmos del tipo

- de on-off con histéresis, por otra parte conocidos como algoritmos de control de bang-bang, las unidades de control 16 y 116 pueden producir, por ejemplo, la característica según el diagrama de la Figura 2, donde el valor de la presión en el eje horizontal P_i es la presión indicada por las señales de carga L , y la presión de realimentación para el algoritmo de control ha sido representada por medio de la señal P , correspondiente a la presión P_o en el diagrama de la Figura 2.
- Al igual que en los sistemas conforme a las Figuras 7 a 10, las unidades electrónicas 16 y 116 ejecutan diferentes programas, derivados por ejemplo de dos algoritmos diferentes.
- Las unidades 16 y 116 comunican con la unidad 1016 a través de las líneas 23 y 123, es decir por medio de señales que comprenden protocolos de comunicación, o alternativamente un conjunto de señales alámbricas de control de flujo. A través de las líneas 23 y 123, las unidades 16 y 116 comunican señales respectivas de auto-diagnóstico a la unidad 1016, la cual está diseñada para ejecutar procedimientos de diagnóstico para verificar la correcta operación de las unidades 16 y 116, usando un algoritmo específico.
- La unidad 1016 controla el estado de un dispositivo de conmutación indicado en su conjunto mediante 30. Este dispositivo 30 puede estar construido usando conmutadores electromecánicos (relé) o conmutadores de estado sólido, y tiene dos salidas que, a través de circuitos excitadores 31, 131, controlan el estado de los solenoides 12a y 13a de las válvulas de solenoide 12 y 13.
- La unidad 1016 está diseñada para determinar, por medio de un algoritmo de decisión, a cuál de las dos unidades 16 y 116 debe ser asignado el control directo de los solenoides 12a y 13a inicialmente, mediante acoplamiento de las salidas del dispositivo de conmutación 30 electivamente a las salidas X1, X2 de la unidad 16 o a las salidas X11 y X12 de la unidad de control 116.
- Ejecutando el algoritmo de decisión mencionado con anterioridad, la unidad 1016 verifica que la unidad de control seleccionada está ejecutando correctamente la función neumática predeterminada, por ejemplo la función de acuerdo con la característica mostrada en la Figura 2.
- La unidad 1016 está diseñada también para provocar periódicamente la conmutación del dispositivo de conmutación 30, asignando el control de los solenoides 12a y 13a a una y otra de las unidades 16, 116 en periodos alternos, con el fin de verificar las disponibilidad de esas unidades, es decir para verificar que ambas están capacitadas para ejecutar el control de dichos solenoides, en caso de que una de estas dos unidades demuestre estar más capacitada para controlar dichos solenoides de acuerdo con la función neumática que va a ser ejecutada.
- La Figura 12 muestra una realización adicional en la que los conmutadores electrónicos 19, 20, 119 y 120 están conectados entre sí y a los solenoides 12a y 13a de la manera que se ha representado en la Figura 7. Sin embargo, la realización conforme a la Figura 12 puede ser implementada no sólo con la configuración según la Figura 7, sino también con una cualquiera de las otras configuraciones descritas en lo que antecede o con cualesquiera otras que puedan ser implementadas por un experto en la materia en base a las enseñanzas de la presente invención.
- En el sistema según la Figura 12, las unidades de control 16 y 116 están monitorizados por medio de dispositivos 16M y 116M respectivos de monitorización y diagnóstico, construidos con el uso de microcontroladores, por ejemplo.
- Cuando un dispositivo de monitorización 16M o 116M detecta una anomalía o fallo operativo en la unidad 16 o 116 asociada, éste deshabilita las señales lógicas enviadas por la unidad 16 o 116 asociada a los conmutadores 19, 20 o 119, 120 correspondientes, por ejemplo ajustando los circuitos de polarización 17, 18 o 117, 118 asociados.
- En todas las realizaciones, las unidades 16 y 116, así como los dispositivos 16M, 116M de monitorización y diagnóstico, en caso de que sean necesarios, pueden estar implementados en un único dispositivo, por ejemplo en un chip de doble núcleo o en un dispositivo de FPGA.

REIVINDICACIONES

1.- Conjunto electro-neumático (10), en particular para una instalación de frenado neumático de un vehículo ferroviario o un tren, que comprende:

un cuerpo (10) en el que se ha definido una cámara (11);

5 una válvula de suministro de solenoide (12) adaptada para acoplar selectivamente dicha cámara (11) a una fuente de presión (P_s) o a la atmósfera;

una válvula de solenoide de ventilación o de descarga (13), adaptada para permitir e impedir selectivamente la conexión de dicha cámara (11) a la atmósfera;

10 estando dichas válvulas de solenoide (12, 13) dotadas de solenoides de control (12a, 13a) respectivos a los que están acoplados conmutadores electrónicos (19, 20; 19, 119; 20, 120) respectivos, y

medios de control electrónico (16, 116; 1016) adaptados para proporcionar, como función de los valores de al menos una señal de entrada (L, P), señales lógicas de control a dichos conmutadores electrónicos (19, 119; 20, 120) tal como para controlar, a través de dichas válvulas de solenoide (12, 13), el valor de la presión (P) en dicha cámara (11);

15 estando el conjunto electro-neumático (10) **caracterizado porque:**

dichos medios de control electrónico comprenden un primer y un segundo dispositivos electrónicos (16; 116) de procesamiento y control independientes entre sí, recibiendo ambos dicha al menos una señal de entrada (L, P) y diseñados para ejecutar estrategias para controlar la presión en dicha cámara (11), equivalentes entre sí; estando dichos primer y segundo dispositivos electrónicos (16; 116) de procesamiento y control acoplados, cada uno de ellos, a los solenoides de control (12a, 13a) de la válvula de suministro de solenoide (12) y de la válvula de descarga de solenoide (13) a través de primeros (19, 20) y segundos (119, 120) conmutadores electrónicos;

20 estando los primeros conmutadores electrónicos (19, 20) y los segundos conmutadores electrónicos (119, 120) asociados respectivamente a dichos primer y segundo dispositivos electrónicos (16; 116) de procesamiento y control, acoplados entre sí de una manera predeterminada, de modo que forman en conjunto un circuito lógico de habilitación (19, 20; 119, 120) diseñado para activar los solenoides (12a, 13a) de dichas válvulas de solenoide (12, 13) de una manera tal que:

cuando las señales lógicas de control proporcionadas por dichos primer y segundo dispositivos electrónicos (16; 116) de procesamiento y control entran en conflicto entre sí, las señales lógicas de control que se activan son las suministradas por el dispositivo electrónico de procesamiento y control que tiende a producir, en dicha cámaras (11), una presión cuyo valor cumple con una relación predeterminada en comparación con el valor que podría producir como resultado de las señales lógicas de control suministradas por el otro dispositivo electrónico de procesamiento y control.

2.- Conjunto electro-neumático según la reivindicación 1, en donde dicho circuito lógico de habilitación (19, 20; 119, 120) está diseñado para activar los solenoides (12a, 13a) de dichas válvulas de solenoide (12, 13) de tal modo que cuando las señales lógicas de control suministradas por dichos primer y segundo dispositivos electrónicos (16; 116) de procesamiento y control entran en conflicto entre sí, las señales lógicas de control que se activan son las suministradas por el dispositivo electrónico de procesamiento y control que tiende a producir la presión más alta en dicha cámara (11).

3.- Conjunto electro-neumático según la reivindicación 1, en donde dicho circuito lógico de habilitación (19, 20; 119, 120) está diseñado para activar los solenoides (12a, 13a) de dichas válvulas de solenoide (12, 13) de tal modo que cuando las señales lógicas de control proporcionadas por dichos primer y segundo dispositivos electrónicos (16; 116) de procesamiento y control entran en conflicto entre sí, las señales lógicas de control que se activan son las suministradas por el dispositivo electrónico de procesamiento y control que tiende a producir la presión más baja en dicha cámara (11).

4.- Conjunto electro-neumático según una de las reivindicaciones anteriores, en donde dicha válvula de suministro de solenoide (12) y dicha válvula de ventilación o descarga de solenoide (13), respectivamente, son válvulas de dos posiciones, tres circuitos, normalmente cerrada y normalmente abierta, respectivamente, y están conectadas en serie; estando la válvula de suministro de solenoide (12) conectada entre la fuente de presión (P_s) y dicha cámara (11), estando la válvula de ventilación o descarga de solenoide (13) conectada a la salida de la válvula de suministro de solenoide (12) y a dicha cámara (11).

5.- Conjunto electro-neumático según las reivindicaciones 2 y 4, en donde el solenoide (12a, 13a) de cada una de dichas válvulas de solenoide (12, 13) está conectado a un primer y un segundo conmutadores electrónicos (19, 119; 20, 120), los cuales están eléctricamente conectados entre sí de modo que forman un circuito lógico de tipo OR que tiene dos entradas conectadas al primer y al segundo dispositivos electrónicos (16; 116) de procesamiento y control,

respectivamente.

5 6.- Conjunto electro-neumático según una de las reivindicaciones 1 a 3, en donde dicha válvula de suministro de solenoide (12) y dicha válvula de ventilación o descarga de solenoide (13), respectivamente, son válvulas de dos posiciones, tres circuitos, normalmente cerradas, y están conectadas en serie; estando la válvula de suministro de solenoide (12) conectada entre la fuente de presión (P_s) y la citada cámara (11), estando la válvula de ventilación o descarga de solenoide (13) conectada a la salida de la válvula de suministro de solenoide (12) y a dicha cámara (11).

7.- Conjunto electro-neumático según las reivindicaciones 3 y 6, en donde:

10 el solenoide (12a) de la válvula de suministro de solenoide (12) está conectado a un primer y un segundo conmutadores electrónicos (19, 119), los cuales están conectados eléctricamente entre sí de modo que forman un circuito lógico de tipo AND, que tiene dos entradas conectadas al primer y al segundo dispositivos electrónicos (16; 116) de procesamiento y control, respectivamente, y en donde,

15 el solenoide (13a) de la válvula de ventilación o descarga de solenoide (13) está conectado a un primer y un segundo conmutadores electrónicos (20, 120), los cuales están eléctricamente conectados entre sí de modo que forman un circuito lógico de tipo OR que tiene entradas conectadas al primer y al segundo dispositivos electrónicos (16; 116) de procesamiento y control, respectivamente.

20 8.- Conjunto electro-neumático según una de las reivindicaciones 1 a 3, en donde dicha válvula de suministro de solenoide (12) y dicha válvula de ventilación o descarga de solenoide (13), respectivamente, son válvulas de dos posiciones, tres circuitos, normalmente abierta y normalmente cerrada respectivamente, y están conectadas en serie; estando la válvula de suministro de solenoide (12) conectada entre la fuente de presión (P_s) y dicha cámara (11), estando la válvula de ventilación o descarga de solenoide (13) conectada a la salida de la válvula de suministro de solenoide (12) y a dicha cámara (11).

25 9.- Conjunto electro-neumático según las reivindicaciones 2 y 4, en donde el solenoide (12a, 13a) de cada una de dichas válvulas de solenoide (12, 13) está conectado a un primer y un segundo conmutadores electrónicos (19, 119), los cuales están conectados eléctricamente entre sí de modo que forman un circuito lógico de tipo AND que tiene dos entradas acopladas al primer y al segundo dispositivos electrónicos (16; 116) de procesamiento y control, respectivamente.

10.- Conjunto electro-neumático según las reivindicaciones 2 y 4, en donde:

30 el solenoide (12a) de la válvula de suministro de solenoide (12) está conectado a un primer y un segundo conmutadores electrónicos (19, 119) que están eléctricamente conectados entre sí de modo que forman un circuito lógico de tipo OR que tiene dos entradas conectadas al primer y al segundo dispositivos electrónicos (16; 116) de procesamiento y control, respectivamente, y en donde,

35 el solenoide (13a) de la válvula de ventilación o descarga de solenoide (13) está conectado a un primer y a un segundo conmutadores electrónicos (20, 120) que están eléctricamente conectados entre sí de modo que forman un circuito lógico de tipo AND que tiene entradas conectadas al primer y al segundo dispositivos electrónicos (16; 116) de procesamiento y control, respectivamente.

40 11.- Conjunto de control electro-neumático según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde dichos primer y segundo dispositivos electrónicos (16; 116) de procesamiento y control están asociados a medios electrónicos (16M; 116M) respectivos de monitorización y diagnóstico, adaptados para detectar anomalías operativas o fallos de los mismos, y para deshabilitar en ese caso sus señales para los conmutadores electrónicos (19, 20; 119, 120) correspondientes.

45 12.- Conjunto electro-neumático según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde dichos dispositivos (16; 116) de procesamiento y control y cualquiera de los medios (16M; 116M) de monitorización y diagnóstico asociados a los mismos, están integrados en el mismo dispositivo electrónico.

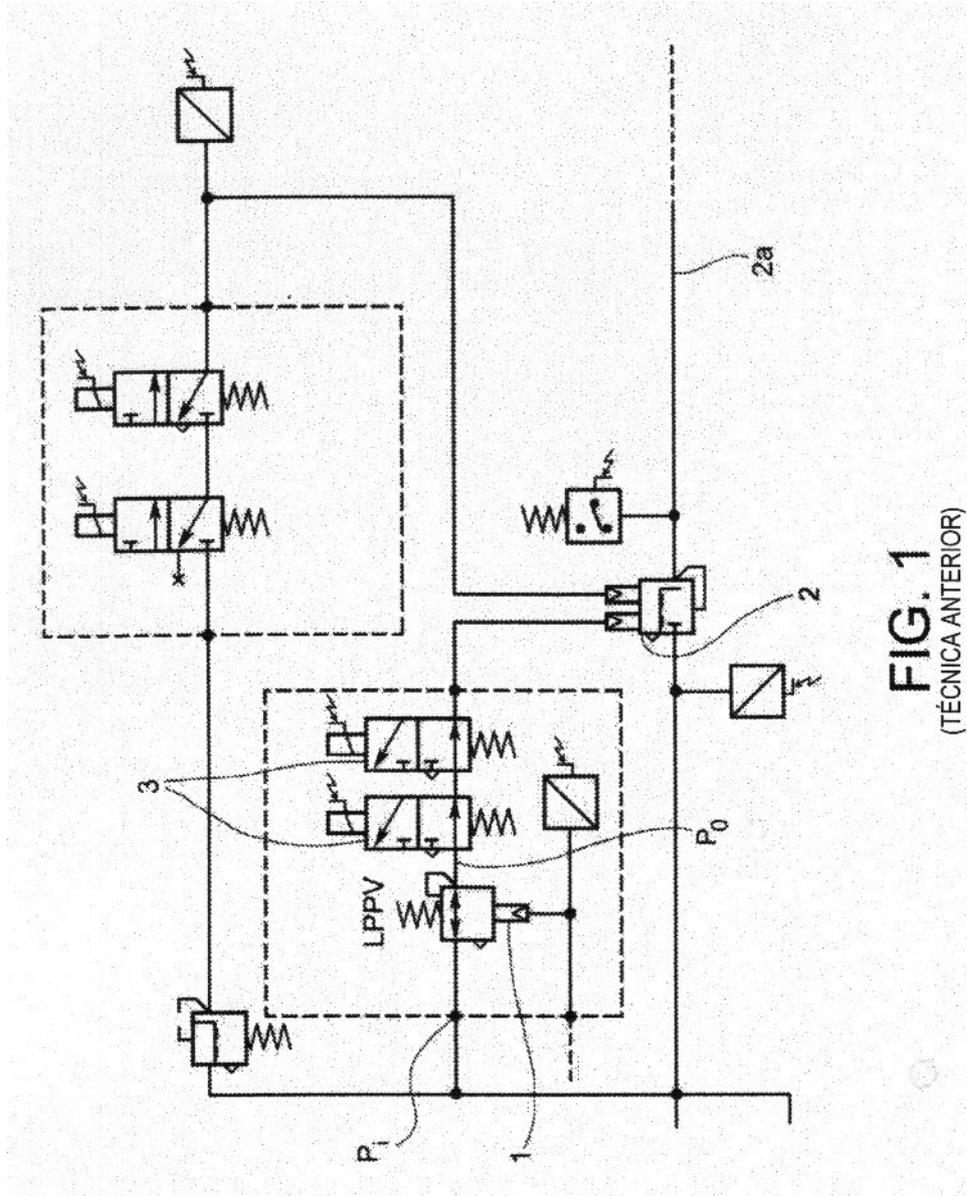


FIG. 1
(TÉCNICA ANTERIOR)

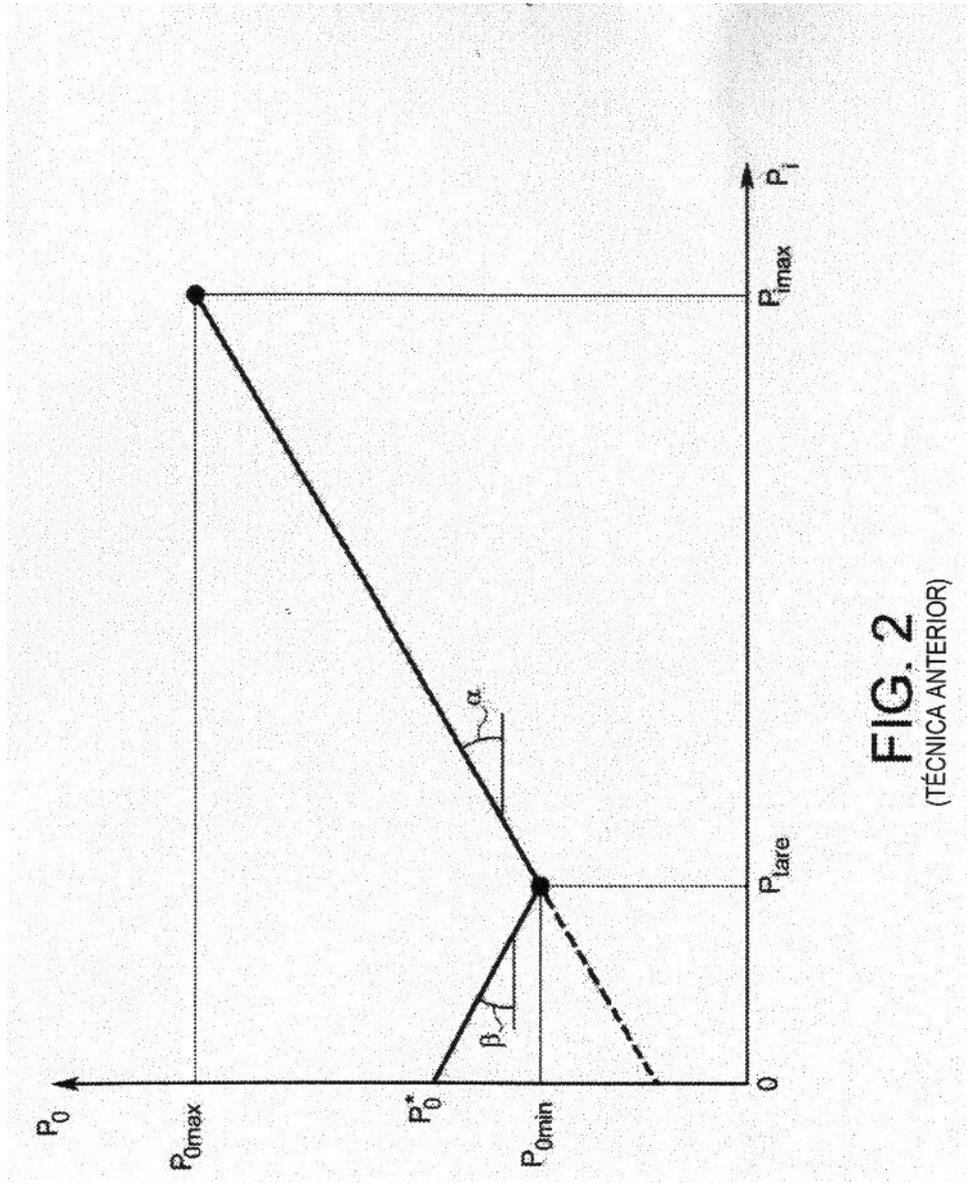


FIG. 2
(TÉCNICA ANTERIOR)

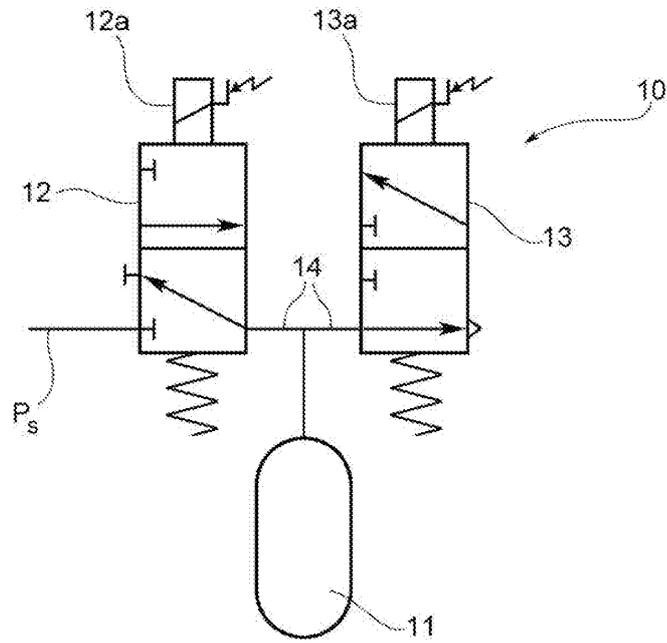


FIG. 3

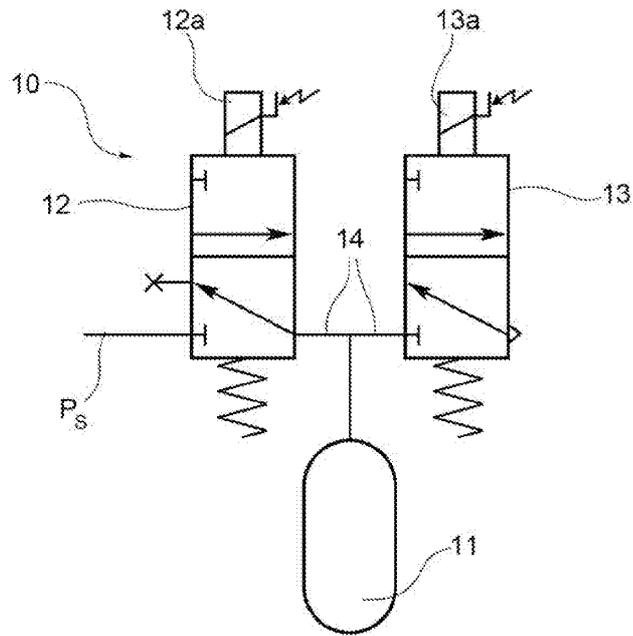


FIG. 4

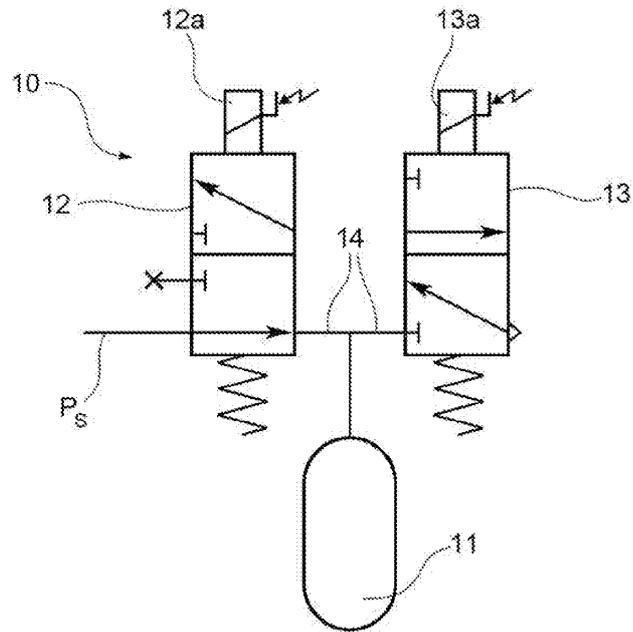


FIG. 5

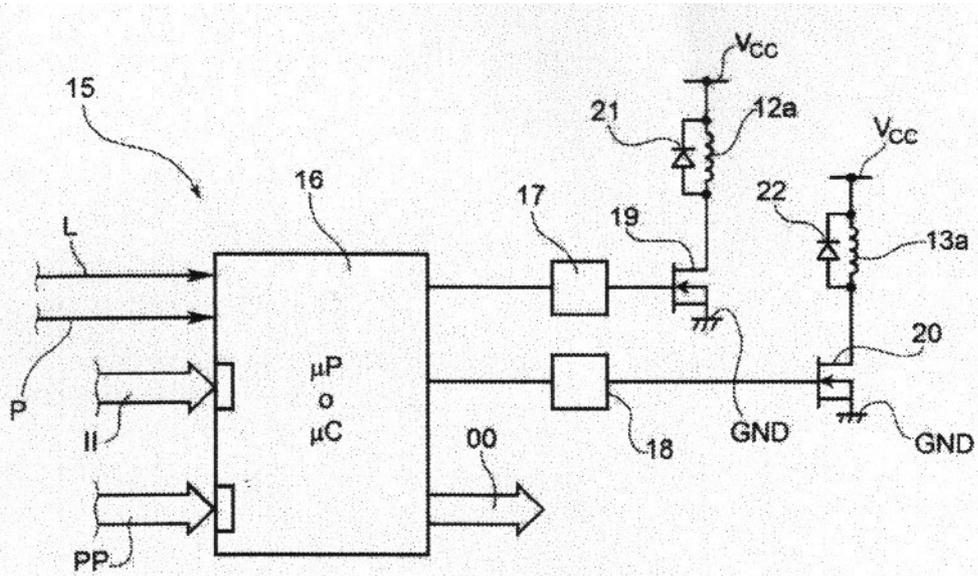


FIG. 6
(TÉCNICA ANTERIOR)

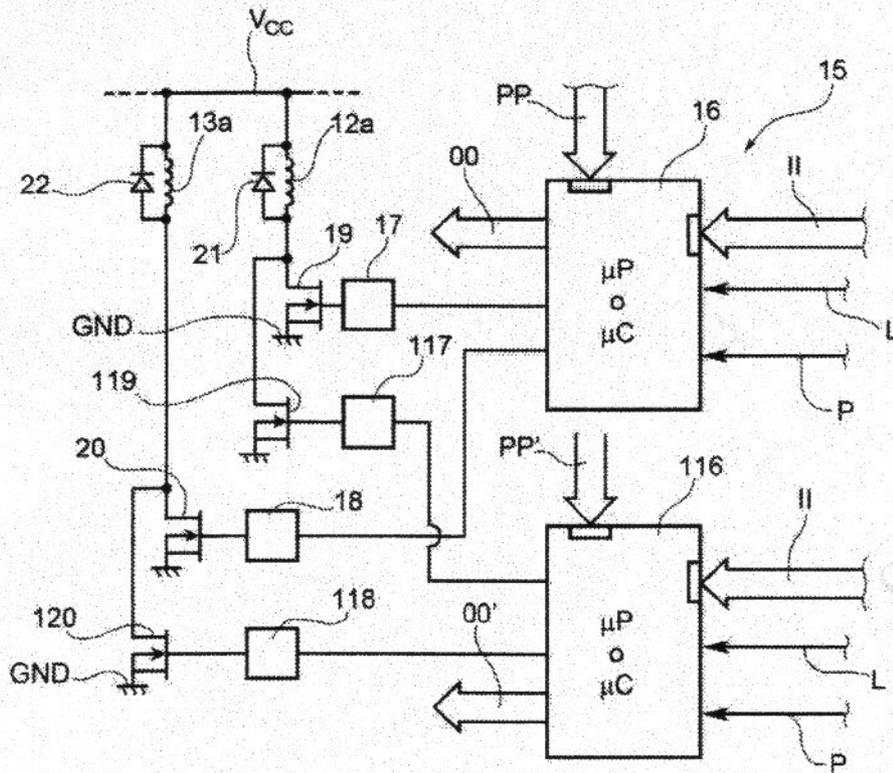


FIG. 7

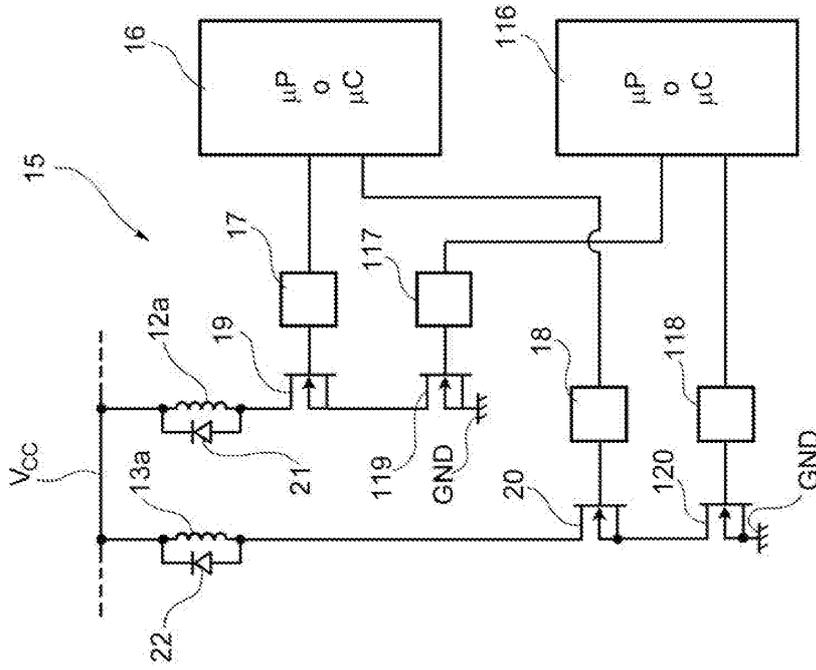


FIG. 9

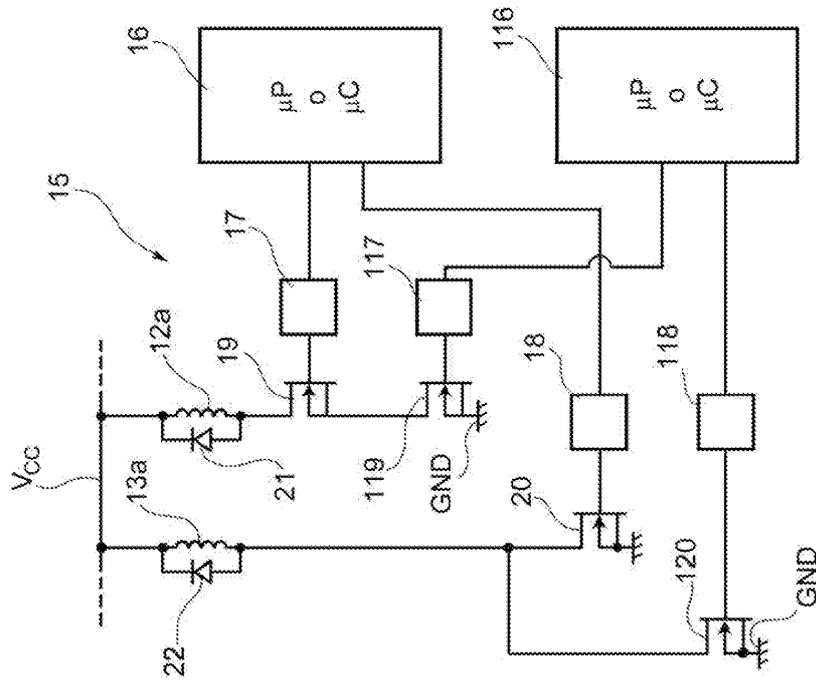


FIG. 8

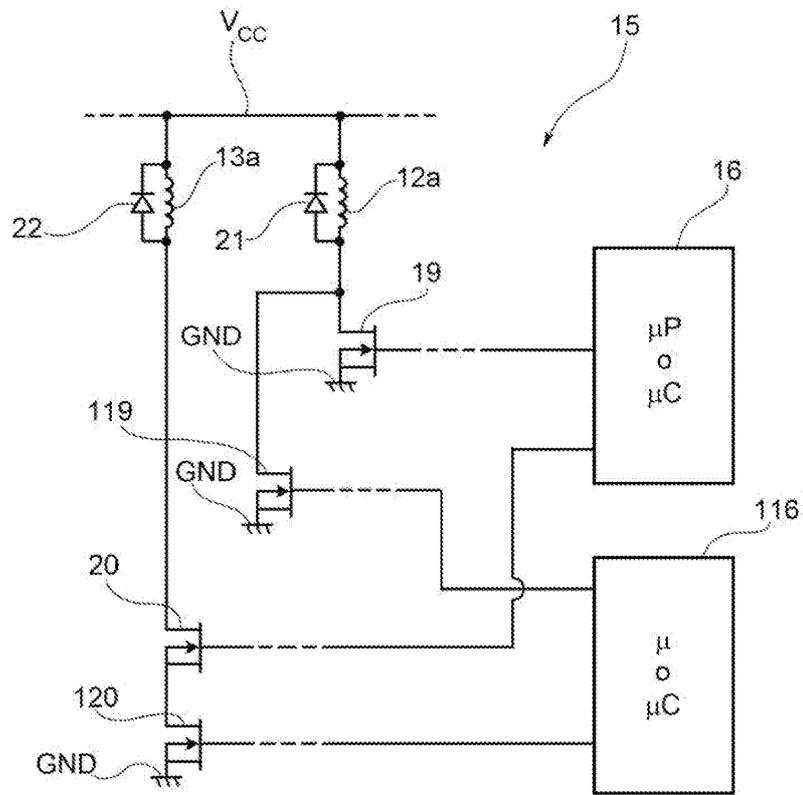


FIG. 10

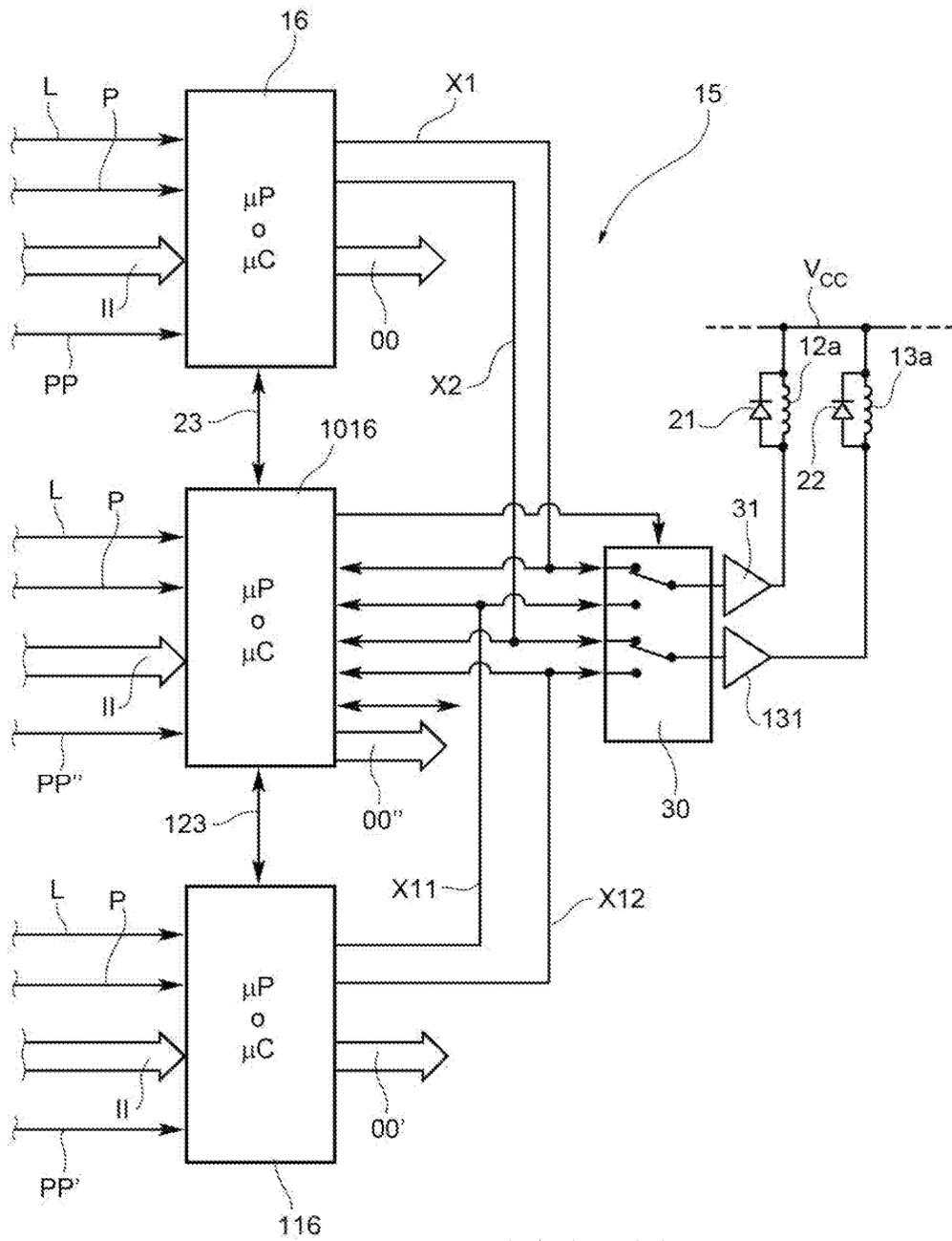


FIG. 11

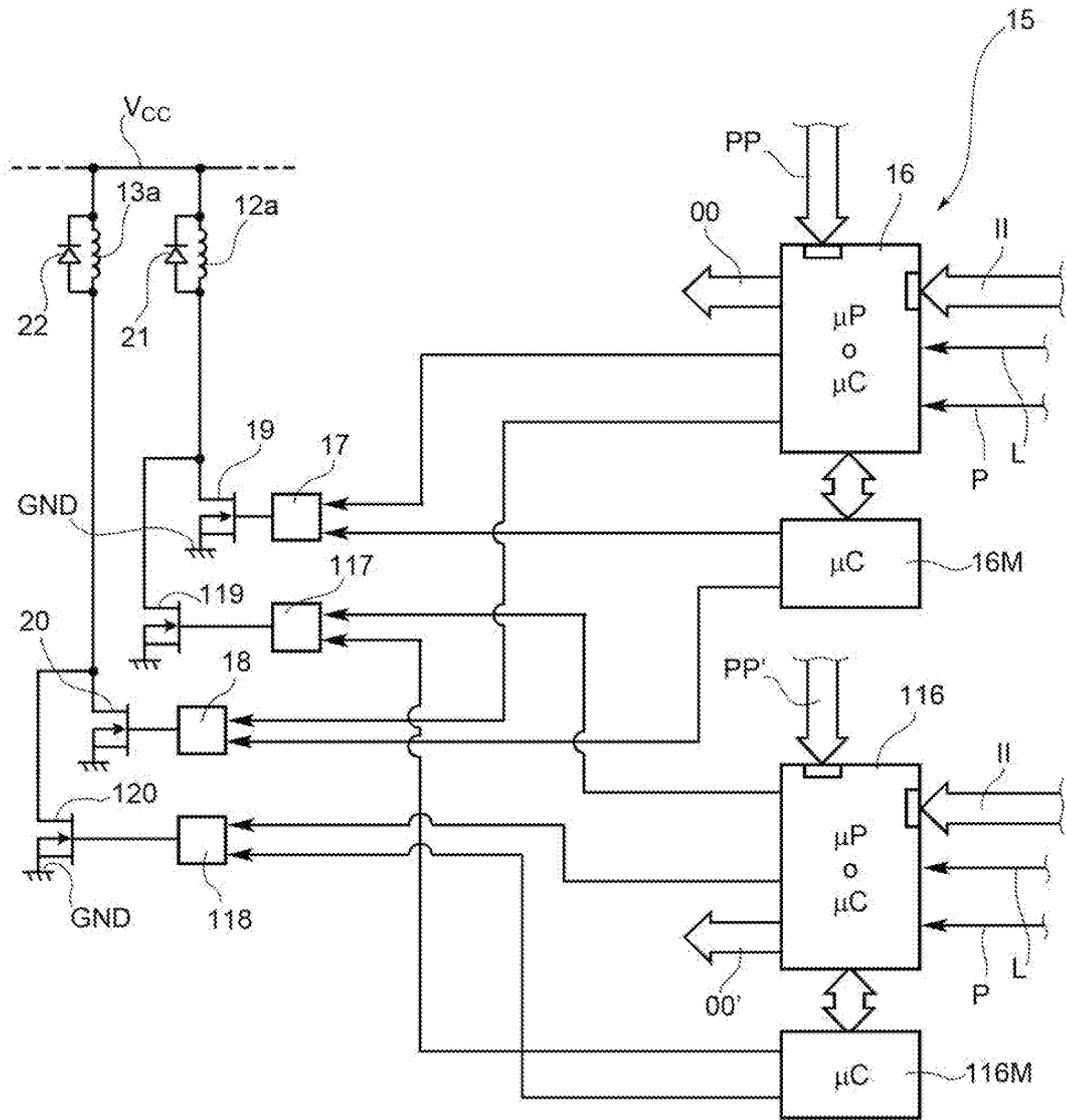


FIG. 12