(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 785 249**

(51) Int. CI.:

A47L 15/00 (2006.01)
D06F 39/08 (2006.01)
D06F 33/02 (2006.01)
A47L 15/42 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.12.2011 E 11382388 (4)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.03.2020 EP 2606803**

(54) Título: **Procedimiento de control para un aparato electrodoméstico de lavado, y aparato electrodoméstico de lavado**

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
06.10.2020

(73) Titular/es:

COPRECI, S.COOP. (100.0%)
Avda. de Alava, 3
20550 Aretxabaleta (Guipuzkoa), ES

(72) Inventor/es:

ORUE ORUE, RODRIGO y
RUBIALES GARRIDO, JAVIER

(74) Agente/Representante:

IGARTUA IRIZAR, Ismael

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

Procedimiento de control para un aparato electrodoméstico de lavado, y aparato electrodoméstico de lavado

SECTOR DE LA TÉCNICA

La presente invención se relaciona con procedimientos de control para aparatos electrodomésticos, y más concretamente para aparatos electrodomésticos de lavado tales como lavavajillas y/o lavadoras, que comprenden un conjunto de bomba de desagüe. La presente invención se relaciona también con aparatos electrodomésticos de lavado adaptados donde se implementa dicho procedimiento.

ESTADO ANTERIOR DE LA TÉCNICA

Los aparatos electrodomésticos de lavado tales como lavavajillas y/o lavadoras, comprenden un conjunto de bomba de circulación de agua para provocar la recirculación del agua durante los procesos de lavado, y un conjunto de bomba de desagüe para evacuar o desaguar el agua del aparato durante un proceso de desagüe, que normalmente gira a una velocidad de giro determinada y durante un tiempo determinado.

Los conjuntos de bomba de desagüe comprenden un rodete y, generalmente, un motor síncrono de imanes permanentes para provocar el giro del rodete a una velocidad de giro determinada mediante la cuál se provoca el desagüe, como es el caso por ejemplo los divulgados en los documentos de patente EP 287984 B1 y ES 2162544 B1. Los motores síncronos se conectan a la red eléctrica, que comprenden una frecuencia de red determinada, dependiendo la velocidad de giro del rodete de dicha frecuencia de red, que suele ser sustancialmente constante. El caudal de desagüe depende de la velocidad de giro del rodete, y por tanto de la frecuencia aplicada al motor síncrono.

Los aparatos electrodomésticos de lavado pueden comprender además unos medios de control para controlar la alimentación del conjunto de bomba de desagüe, que permiten que dichos conjuntos se activen a partir de un determinado momento y se desactiven tras un intervalo de tiempo determinado, cuando se haya terminado el ciclo de programa o cuando se haya creído conveniente. Esto se puede establecer de antemano en función del programa de lavado que se utilice por ejemplo, y los medios de control se encargan de activar el conjunto de bomba para dar comienzo a un proceso de desagüe durante el cuál el conjunto de bomba de desagüe provoca la evacuación del agua, y de desactivar dicho conjunto para finalizar dicho proceso de desagüe. De esta manera, los procesos de desagüe conllevan que el conjunto de bomba de desagüe esté activo durante un tiempo preestablecido a la frecuencia predeterminada, sin tener en cuenta parámetros que puedan optimizar o mejorar la eficiencia de dichos procesos o que puedan incluso mejorar la fiabilidad de los conjuntos de bombas de desagüe. Esto puede implicar fallo prematuro del conjunto de bomba de desagüe, y debido a la tendencia a concentrar componentes en los aparatos de lavado, la sustitución de dicho conjunto puede resultar cada vez más dificultosa.

Se conocen aparatos electrodomésticos de lavado que resuelven este inconveniente dimensionando más generosamente el conjunto de bomba, pero esto puede dar como resultado un coste excesivo que no siempre se puede asumir. Algunos aparatos electrodomésticos de lavado comprenden unos medios de control para hacer frente a estas desventajas, evitando la necesidad de un dimensionamiento generoso, estando dichos medios de control adaptados para controlar la alimentación del conjunto de bomba de desagüe no sólo para comenzar y finalizar el proceso de desagüe, sino que también para controlar dicha alimentación durante dicho proceso de desagüe.

En el documento EP1942219A1, por ejemplo, se divulga un aparato electrodoméstico de lavado de este tipo. Los medios de control comprendidos en dicho aparato pueden provocar la activación y/o desactivación del conjunto de bomba de desagüe durante el proceso de desagüe. Para ello, el aparato electrodoméstico comprende unos sensores de nivel para detectar el nivel de agua, y los medios de control pueden determinar dicho nivel de agua en función de la detección del sensor de nivel. Así, los medios de control provocan, durante el proceso de desagüe, la activación del conjunto de bomba de desagüe a una frecuencia determinada o la desactivación de dicho conjunto de bomba, en función de dicho nivel de agua determinado, consiguiéndose un proceso más efectivo y aumentándose además la fiabilidad del conjunto de bomba de desagüe al estar activado durante un menor tiempo en cada proceso de desagüe.

En algunos aparatos electrodomésticos de lavado se emplea un conjunto de bomba de desagüe de frecuencia variable, que comprende un rodete y un motor tipo BLDC para provocar el giro de dicho rodete. En el documento EP1783264A2 por ejemplo se divulga un aparato que comprende un motor de este tipo, y divulga además un método de control para mejorar el control sobre el conjunto de bomba de desagüe. Se determina la corriente de consumo del motor, y se asocia dicha corriente a un nivel de agua. La frecuencia de la tensión de alimentación del motor se modifica para variar el caudal de agua de desagüe, en función del nivel de agua asociado. Para ello los medios de control comparan además el nivel asociado con un nivel preestablecido.

En el documento EP 2248935 A1 se divulga un aparato electrodoméstico de lavado que comprende un conjunto de bomba de desagüe, con un rodete y un motor alimentado con una tensión de alimentación alterna de una determinada frecuencia de entre una pluralidad de frecuencias preestablecidas posibles, y unos medios de control adaptados para regular la frecuencia de la tensión de alimentación del motor entre las frecuencias preestablecidas.

El documento EP 664603 A1 describe un controlador de motor de bomba para hacer que la velocidad del motor de la bomba sea independiente de la presión del fluido en la entrada y la salida de la bomba. El controlador del motor de la bomba detecta la velocidad del motor y la compara con una entrada de referencia. Si la velocidad del motor difiere de la entrada de referencia, un circuito de accionamiento recibe una señal relativa a la diferencia entre la velocidad del motor y la entrada de referencia y aumenta o disminuye la velocidad del motor de manera que converja a la entrada de referencia.

El documento US2004/088797 A1 describe una lavadora que incorpora una bomba de drenaje alimentada por un motor eléctrico y un inversor de frecuencia variable de ciclo de trabajo variable con ancho de pulso modulado cuya salida suministra energía al motor eléctrico, un medio de detección de nivel de agua para detectar niveles de agua bajos en la lavadora, y un controlador que, en respuesta a la detección del nivel de agua, disminuye la frecuencia del inversor a niveles bajos de agua de la lavadora para reducir así los efectos de la ventilación. El motor se acciona con la salida del inversor modulado por ancho de pulso de frecuencia variable, y la frecuencia de dicho inversor disminuye a niveles bajos de agua de la lavadora para reducir los efectos de la ventilación.

EXPOSICIÓN DE LA INVENCIÓN

Un objeto de la presente invención es el de proporcionar un procedimiento de control para un aparato electrodoméstico de lavado que comprende un conjunto de bomba de desagüe, según se describe en las reivindicaciones. Otro objeto de la invención es el de proporcionar un aparato electrodoméstico de lavado adaptado para soportar dicho procedimiento.

El procedimiento de control de la invención se puede emplear en aparatos electrodomésticos de lavado que comprenden un conjunto de bomba de desagüe con un rodete y un motor alimentado con una tensión de alimentación alterna de una determinada frecuencia de entre una pluralidad de frecuencias preestablecidas posibles. El procedimiento comprende una etapa de ajuste en la que se regula la frecuencia de la tensión de alimentación del motor entre las frecuencias preestablecidas y una etapa de aplicación en la que se aplica una tensión de estator al motor, regulándose la frecuencia de la tensión de alimentación del motor entre las frecuencias preestablecidas en función de la tensión de estator aplicada.

El método comprende además una etapa de determinación en la que se determina si el voltaje del estator aplicado tiene asociado un valor de una característica determinada del motor entre su voltaje del estator y su corriente, que está dentro de un rango de valores delimitados entre valores máximo y mínimo preestablecidos para dicha característica determinada, y una etapa de comparación en la que, si dicho valor está dentro de dicho rango de valores, dicho valor se compara con los valores óptimos correspondientes preestablecidos para dicha característica determinada, correspondiéndose cada valor óptimo con el valor de dicha característica que permite que la unidad de bomba funcione de la manera más cómoda posible en el proceso de drenaje de flujo completo y que cada frecuencia predeterminada tenga un valor óptimo correspondiente.

La frecuencia de la tensión de alimentación del motor se regula en la etapa de ajuste teniendo en cuenta el resultado de la comparación de la etapa de comparación, de modo que el valor de dicha característica del motor es sustancialmente igual o lo más cercano posible a su valor óptimo. Se usa un control vectorial para aplicar el voltaje del estator en la etapa de aplicación y para determinar el voltaje del estator del motor en la etapa de determinación, obteniéndose un primer componente y un segundo componente del voltaje del estator perpendicular al primer componente del estator voltaje, siendo la característica determinada del motor el segundo componente del voltaje del estator.

De esta manera, se puede conseguir un uso más óptimo y fiable del conjunto de bomba al provocar que dicho conjunto pueda proporcionar un correcto proceso de desagüe con una frecuencia que resulta en un consumo de corriente óptimo (el mínimo necesario que permiten las condiciones de instalación del aparato electrodoméstico garantizando una función correcta). Así, el conjunto de bomba puede trabajar de una manera más holgada, lo más alejada posible de los valores límite corriente. Además, al emplearse la tensión del estator como el valor de referencia para regular la frecuencia de la tensión de alimentación del motor entre las frecuencias preestablecidas se elimina o disminuye el riesgo a que, debido a que diferentes motores pueden tener características constructivas diferentes fruto de producciones masivas en serie por ejemplo, la regulación de la frecuencia no sea la más óptima, puesto que la característica de la tensión de estator presenta una menor dispersión entre diferentes motores así fabricados.

Estas y otras ventajas y características de la invención se harán evidentes a la vista de las figuras y de la descripción detallada de la invención.

DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La FIG. 1 muestra esquemáticamente una realización del aparato electrodoméstico de lavado de la invención.

La FIG. 2 muestra las curvas características de un conjunto de bomba del aparato de la FIG. 1 para una realización del procedimiento que no forma parte de la invención, en las que se puede ver el consumo en corriente del motor en función de la frecuencia de alimentación del motor de dicho conjunto y las características de la instalación, caudal y presión generadas por dicho conjunto.

La FIG. 3 muestra un área de trabajo para el conjunto de bomba de desagüe del aparato de la Fig. 1 para la realización del procedimiento que no forma parte de la invención, delimitado por los límites de la instalación.

La FIG. 4 muestra el área de trabajo del conjunto de bomba del aparato de la FIG. 1, para la realización del procedimiento que no forma parte de la invención y para un proceso de desagüe a pleno caudal.

La FIG. 5 muestra el área de trabajo de la FIG. 4, en una gráfica que relaciona la corriente y la frecuencia del motor del conjunto de bomba del aparato de la FIG. 1.

La FIG. 6 muestra un diagrama de bloques representativo de una realización del procedimiento que no forma parte de la invención para el aparato de la FIG. 1.

a FIG. 7 muestra un primer ejemplo para la primera realización del procedimiento que no forma parte de la invención.

La FIG. 8 muestra un segundo ejemplo para la realización del procedimiento que no forma parte de la invención.

La FIG. 9 muestra un tercer ejemplo para la realización del procedimiento que no forma parte de la invención.

La FIG. 10 muestra un ejemplo en el que se tiene una instalación fuera del área de trabajo mostrada en la FIG. 4.

EXPOSICIÓN DETALLADA DE LA INVENCIÓN

El procedimiento de control de la invención está adaptado para su empleo en aparatos electrodomésticos de lavado tales como como lavavajillas o lavadoras por ejemplo, del tipo que comprenden un conjunto de bomba 1 de desagüe para evacuar o desaguar el agua de su interior, que a su vez comprende un rodete y un motor que provoca el giro del rodete a una velocidad de giro Vg para provocar el desagüe. En la figura 1 se muestra esquemáticamente, a modo de ejemplo, una realización de uno de estos aparatos 100, que en este caso se corresponde con un lavavajillas.

El motor es alimentado por una tensión de alimentación alterna variable, con una frecuencia F determinada, y en consecuencia provoca el giro del rodete a una velocidad de giro Vg determinada en función del número de polos del rotor del motor, siguiendo la siguiente ecuación:

$$Vg = F * \frac{60}{P}.$$

En donde:

Vg: velocidad de giro del rodete,
F: frecuencia de la tensión de alimentación del motor, y
P: número de pares de polos del rotor.

La velocidad de giro Vg depende de la frecuencia F de la tensión de alimentación del motor, y mediante la regulación de la frecuencia F se regula la velocidad de giro Vg pudiéndose regular así las condiciones de trabajo del conjunto de bomba 1 en la instalación en la que se dispone, y disminuir, por ejemplo, el consumo de corriente del motor en función de las necesidades.

El conjunto de bomba 1 del aparato 100 puede realizar diferentes procesos de desagüe. Uno puede ser por ejemplo un proceso específico que ocurre en el ciclo de centrifugado de una lavadora, durante el cual el caudal Q de agua que se desagua va disminuyendo a medida que avanza dicho proceso de desagüe específico debido a una disminución del agua presente en el aparato y no a la velocidad de giro del rodete. En otro proceso de desagüe, conocido como proceso de desagüe a pleno caudal Pc, el caudal Q de agua que se desagua se mantiene sustancialmente constante a menos que se modifique la velocidad de giro del rodete como resultado de un cambio

en la frecuencia F de la tensión de alimentación del motor. En otro proceso se desagüe, conocido como proceso de desagüe aire – agua Pag y que se da después del proceso de desagüe a pleno caudal Pc, generalmente se disminuye la frecuencia F de la tensión de alimentación del motor hasta una frecuencia mínima predeterminada previamente, puesto que la cantidad de agua a desaguar ha disminuido considerablemente.

Para el proceso de desagüe a pleno caudal Pc, el fabricante define o preestablece una pluralidad de frecuencias F posibles para la tensión de alimentación del motor, limitadas por una frecuencia máxima Fmax posible y una frecuencia mínima Fmin. Las frecuencias máxima y mínima Fmax y Fmin se eligen en función de consideraciones hidráulicas y mecánicas para no forzar el funcionamiento del conjunto de bomba 1. Las frecuencias F preestablecidas están por tanto dentro de un rango delimitado entre las frecuencias máxima y mínima Fmax y Fmin, incluyéndose dichas frecuencias máxima y mínima Fmax y Fmin entre dichas frecuencias F preestablecidas. A modo de ejemplo, las frecuencias máxima y mínima Fmax y Fmin pueden ser de 60Hz y 30Hz respectivamente, y pueden preestablecerse 5 frecuencias F intermedias de 35, 40, 45, 50 y 55Hz. Este ejemplo no es limitativo, pudiendo seleccionarse otros valores de frecuencia F, y un número diferente de frecuencias F intermedias.

El motor es un motor tipo PMSM y la corriente que consume dicho motor se puede determinar, e incluso monitorizar, mediante un control apropiado para tal fin que es conocido y empleado en este tipo de motores y que permite asociar la corriente del motor con la frecuencia F de la tensión de alimentación del motor. Para una frecuencia F determinada la corriente en el motor produce un par que provoca el giro del rodete proporcionando un caudal Q determinado de desagüe, y el control apropiado adapta el consumo de corriente del motor para dar siempre un caudal con el consumo mínimo de corriente posible. Así, el fabricante puede preestablecer o definir un conjunto de bomba 1 para el aparato 100, cuyas características se representan a modo de ejemplo en la figura 2. En la figura 2 se muestran las características del conjunto de bomba 1 que asocian el consumo de corriente del motor con la frecuencia F de alimentación del mismo (frecuencias F1, F2 y F3 de ejemplo en este caso) y las características de la instalación (altura manométrica H y caudal Q).

El fabricante preestablece o define además unos parámetros límite para la instalación del aparato 100, dentro de los cuales tiene que operar o trabajar el conjunto de bomba 1. En la figura 3 se muestran a modo de ejemplo dichos límites en forma de curvas de instalación H1 y H2 que representan, para un aparato 100 dado y teniendo en cuenta las diferentes posibilidades de instalación (tipo de manguera para el desagüe, el diámetro y la longitud de dicha manguera), la altura mínima y máxima respectivamente a la cual se permite disponer un punto de desagüe para dicha instalación. Estas curvas de instalación H1 y H2 relacionan el caudal Q de desagüe del conjunto de bomba 1 (eje de abscisas) con la altura manométrica H (presión, eje de ordenadas) que genera dicho conjunto de bomba 1 en la instalación correspondiente, estando el conjunto de bomba adaptado para operar entre ambas curvas H1 y H2.

Para proporcionar un correcto proceso de desagüe a pleno caudal Pc, el fabricante preestablece o define también un caudal mínimo Qmin que debe estar garantizado para cualquier instalación del aparato 100 posible. En la figura 4 se representa un ejemplo de un área de trabajo AT del conjunto de bomba 1 para el proceso de desagüe a pleno caudal Pc, que está delimitado por las curvas de instalación H1 y H2, por las frecuencias máxima y mínima Fmax y Fmin permitidas para la tensión de alimentación del motor, y por dicho caudal mínimo Qmin (que se representa con una línea recta en dicha figura 4). Cuando el conjunto de bomba 1 está operando en el área de trabajo AT, está cumpliendo los requisitos exigidos para proporcionar un correcto proceso de desagüe a pleno caudal Pc: asegura el caudal mínimo Qmin operando dentro de los límites de frecuencia Fmax y Fmin preestablecidos. En la gráfica que relaciona la altura manométrica H con el caudal Q, el área de trabajo AT está delimitada por los puntos A, B, C, D y E, mientras que en la gráfica que relaciona dicho caudal Q con la corriente del motor el área de trabajo AT’ está delimitada por los puntos A’, B’, C’, D’ y E’, que se corresponden respectivamente con los puntos A, B, C, D y E de la gráfica que relaciona la altura manométrica H con el caudal Q.

Con el procedimiento de la invención el conjunto de bomba 1 se adapta a la instalación del aparato 100, de tal manera que, durante el proceso de desagüe a pleno caudal Pc por ejemplo se trabaje lo más holgadamente posible. Por trabajar más holgado durante el proceso de desagüe a pleno caudal Pc se entiende como trabajar a frecuencias F y/o corrientes I lo más alejadas posibles de los límites Imax y Fmax que aseguren un caudal mínimo Qmin.

El objetivo de trabajar de manera más holgada en el proceso de desagüe a pleno caudal Pc se consigue provocando que el conjunto de bomba 1 trabaje en la línea C’, D’, E’ mostrada en el ejemplo de la figura 4, que se corresponde con la situación en el que el caudal Q de desagüe es sustancialmente igual al caudal mínimo Qmin requerido (línea D’ – E’) o con la situación en la que la frecuencia F del la tensión de alimentación del motor es igual a la frecuencia mínima Fmin permitida (línea C’ - D’). A ese punto de trabajo le corresponde un consumo de corriente determinado, y a este valor de la corriente se le denomina valor óptimo de la corriente, de tal manera que a cada frecuencia F le corresponde un valor óptimo de corriente determinado. Así, el valor óptimo de corriente se corresponde con el mínimo valor de corriente posible del motor para asegurar la función exigida al conjunto de bomba 1 en el proceso de desagüe a pleno caudal Pc, de tal manera que dicho conjunto de bomba 1 trabaja de la manera más holgada posible y con una frecuencia F de la tensión de alimentación del motor lo más baja posible, siendo dicho valor óptimo de corriente el valor de corriente objetivo o consigna para el consumo del motor.

En la figura 5 se muestra el área de trabajo AT’ de la figura 4 transformada a una relación entre la corriente del

motor y la frecuencia F de la tensión de alimentación de dicho motor, mostrándose además el límite fijado por la corriente mínima para el proceso de desagüe a pleno caudal Pc (límite aire - agua). El límite aire - agua mostrado no es limitativo, y puede comprender formas diferentes a la línea curva mostrada en la figura 5. Los puntos A'', B'', C'', D'' y E'' se corresponden con los puntos A', B', C', D' y E' de la figura 3 respectivamente, y el valor óptimo de la corriente se corresponde con la línea D'' – E – G'' (la línea E'' – G'' está fuera del rango delimitado entre las curvas de instalación H1 y H2).

Si se preestablecen unos valores óptimos de corriente para diferentes situaciones, diferentes caudales y/o diferentes frecuencias F, se ha detectado que dichos valores óptimos no funcionan igual en todos los aparatos 100. Se ha detectado además que esto puede estar causado porque los diferentes motores pueden tener comportamientos diferentes, especialmente cuando se fabrican en cadenas de producción de manera masiva, debido a una dispersión de tolerancias en las características constructivas del motor. Aunque las dispersiones no son muy grandes sí puede implicar que el conjunto de bomba 1 de un aparato 100 no trabaje lo más holgadamente posible que permita la instalación en el proceso de desagüe a pleno caudal Pc, puesto que puede ser que los valores óptimos de corriente obtenidos para un motor no se correspondan con los valores óptimos de corriente para otro motor.

Tal y como se muestra a modo de ejemplo en la figura 6, el procedimiento de control de la invención comprende una etapa de ajuste Ea en la que se regula la frecuencia F de la tensión de alimentación del motor entre las frecuencias F preestablecidas previamente, para un proceso de desagüe de pleno caudal Pc, y una etapa de aplicación Em en la que se genera y aplica una tensión de estator Vs al motor, regulándose la frecuencia F de la tensión de alimentación del motor entre las frecuencias F preestablecidas en función de la tensión de estator Vs generada y aplicada. Las dispersiones en las tensiones de estator Vs de diferentes motores es menor que las dispersiones de otras características, como puede ser la dispersión de corriente, por lo que teniendo en cuenta la tensión de estator Vs para regular la frecuencia F se pueden obtener un funcionamiento más eficaz del aparato 100 que si se emplease otra característica.

En el procedimiento se selecciona además una característica determinada del motor entre su tensión de estator Vs y su corriente, y en una etapa de determinación Ei se determina si a la tensión de estator Vs generada y aplicada en la etapa de aplicación Em le corresponde un valor de la característica determinada del motor que está dentro de un rango de valores delimitado por el valor mínimo determinado y un valor máximo preestablecido para dicha característica determinada y para cada frecuencia F. El procedimiento comprende además una etapa de comparación Ec en la que, si el valor de la característica determinada está dentro del rango de valores preestablecido, se compara dicho valor con unos valores óptimos correspondientes preestablecidos para dicha característica determinada, correspondiéndose cada valor óptimo con el valor de dicha característica que permite que el conjunto de bomba 1 trabaje de la manera más holgada posible en un proceso de desagüe a pleno caudal Pc y correspondiéndole un valor óptimo a cada frecuencia F preestablecida. Así, en la etapa de ajuste Ea se regula la frecuencia F de la tensión de alimentación del motor teniendo en cuenta el resultado de dicha comparación con el objeto de que valor de dicha característica del motor sea sustancialmente igual o esté lo más próximo posible a su valor óptimo.

En general, en la etapa de ajuste Ea:

- se provoca una disminución de la frecuencia F de la tensión de alimentación si en la etapa de comparación Ec se determina que el valor de la característica determinada es mayor que su valor óptimo y si la frecuencia F de dicha tensión de alimentación es mayor que la frecuencia mínima Fmin;

- se mantiene la frecuencia F de la tensión de alimentación del motor si en la etapa de comparación Ec se determina que el valor de la característica determinada es mayor que su valor óptimo y la frecuencia F es igual a la frecuencia mínima Fmin;

- se provoca un aumento de la frecuencia F de la tensión de alimentación si en la etapa de comparación Ec se determina que el valor de la característica determinada es menor que su valor óptimo y si la frecuencia F de dicha tensión de alimentación es menor que la frecuencia máxima Fmax; y

- se mantiene la frecuencia F de la tensión de alimentación del motor si en la etapa de comparación Ec se determina que el valor de la característica determinada es menor que su valor óptimo y la frecuencia F es igual a la frecuencia máxima Fmax.

Preferentemente, en el procedimiento se emplea un control vectorial o FOC ("*Field Oriented Control*") para aplicar la tensión de estator Vs en la etapa de aplicación Em y para determinar la tensión de estator Vs del motor en la etapa de determinación Ei, obteniéndose un primer componente Vsd y un segundo componente Vsq de la tensión de estator Vs perpendicular al primer componente Vsd de la tensión de estator Vs. En el control vectorial, además, se aplica una consigna de componente Id igual a cero, siendo la corriente I del motor igual a la componente Iq de corriente. El control vectorial es conocido por un experto en la materia, y no se detalla puesto que no es el objeto de la invención.

En una realización que no forma parte de la invención, la característica determinada del motor seleccionada se corresponde con la corriente del motor, de tal manera que los valores óptimos almacenados se corresponden con los valores óptimos Io de la corriente del motor para las diferentes frecuencias F preestablecidas. En dicha realización que no forma parte de la invención se almacenan además unos valores preestablecidos de corrientes I asociados cada uno a una tensión de estator Vs determinada, y estos valores se determinan en fábrica por ejemplo, seleccionando unos valores medidos de un motor o unos valores medios sobre lecturas realizadas a diferentes motores por ejemplo

En dicha realización que no forma parte de la invención, al encender el aparato 100 y generarse la tensión de estator Vs en la etapa de aplicación Em, los componentes Vsd y Vsq de dicha tensión de estator Vs, se determina el valor del componente I de la corriente en función del componente Vsd generada, y dicho valor determinado se compara con el valor asociado a la tensión de estator Vs generada. Si son diferentes, se determina un factor de multiplicación por el cual se pretende igualar el valor del componente I determinado con el almacenado, y dicho factor de multiplicación se aplica a todos los valores óptimos Io preestablecidos. De esta manera se compensa una posible dispersión en las características constructivas del motor, y se puede obtener un aparato 100 más eficaz. Evidentemente si el valor determinado es igual que el valor preestablecido no hay que aplicar ningún factor de multiplicación a los valores óptimos correspondientes, que se mantendrían tal y como se habían preestablecido.

En dicha realización que no forma parte de la invención, en la etapa de determinación Ei se determina si el valor determinado del componente I de la corriente del motor está dentro de un rango de valores delimitado por el valor mínimo determinado y el valor máximo preestablecidos para dicha componente I, para la frecuencia F correspondiente. Si el valor de dicho componente I de la corriente del motor está dentro de dicho rango, en la etapa de comparación Ec se compara dicho valor con el valor óptimo Io correspondiente (que se corresponde con el preestablecido o con el nuevo valor una vez aplicado el factor de multiplicación si corresponde), y en la etapa de ajuste Ea se regula la frecuencia F de la tensión de alimentación del motor teniendo en cuenta el resultado de dicha comparación con el objeto de que valor de dicha característica del motor sea sustancialmente igual o esté lo más próximo posible a su valor óptimo Io.

En las figuras 7 a 9 se muestran tres ejemplos de la manera de actuar del procedimiento en dicha realización que no forma parte de la invención, durante un proceso de desagüe a pleno caudal Pc, para una curva de instalación H dada a modo de ejemplo en cada caso. En las tres figuras 7 a 9 se muestran una pluralidad de frecuencias F1, F2 y F3 preestablecidas para la tensión de alimentación del motor, el área de trabajo AT' y una línea correspondiente a la corriente mínima permitida en dicho motor para dicho proceso de desagüe a pleno caudal Pc. Para cada frecuencia F1, F2 y F3 se muestran los tres valores almacenados mediante un círculo: valor máximo Imax para el componente I de la corriente del motor (se corresponde con la curva H1), valor mínimo Imin para el componente I de la corriente del motor (con la curva Imin) y valor óptimo Ido del componente I de la corriente del motor (con la línea D'' – E – G'').

En el primer ejemplo representado en la figura 7, el motor es alimentado con una tensión de alimentación con una frecuencia F1 preestablecida. Se determina que el valor del componente I de la corriente (punto L) del motor a esa frecuencia F1 es inferior al valor óptimo Io correspondiente (un punto de la línea D'' – E'' en este caso), y en la etapa de ajuste Ea se aumenta la frecuencia F de la tensión de alimentación hasta una frecuencia F2. A dicha frecuencia F2 se determina que el nuevo valor del componente I de la corriente (representada con una X) sigue siendo inferior al valor óptimo Io correspondiente para dicha frecuencia F2 (un punto de la línea D'' – E'' en este caso), y se aumenta la frecuencia F hasta una frecuencia F3. A dicha frecuencia F3 se determina que el nuevo valor del componente I de la corriente (punto L') es sustancialmente igual al valor óptimo Io correspondiente para dicha frecuencia F3, y se mantiene la frecuencia F3 de la tensión de alimentación, hasta completar la función de desagüe a pleno caudal Pc. Una vez establecida la frecuencia F3, se puede seguir comprobando cíclicamente si el valor del componente I de la corriente se mantiene sustancialmente igual al valor óptimo Io correspondiente, cosa que sucederá mientras dure el proceso de desagüe a de pleno caudal Pc. Cuando se acabe el agua y el valor del componente I de la corriente sea inferior al valor correspondiente para el límite aire - agua, se actúa en consecuencia.

En el segundo ejemplo representado en la figura 8, el motor es alimentado con una tensión de alimentación con una frecuencia F3 preestablecida. Se determina que el valor determinado del componente I de la corriente (punto K) del motor a esa frecuencia F3 es superior al valor óptimo Io preestablecido para dicha frecuencia F3 (un punto de la línea D'' – E'' en este caso), y se disminuye la frecuencia de la tensión de alimentación hasta una frecuencia F2. A dicha frecuencia F2 se determina que el valor determinado del componente I de la corriente (representada con una X) sigue siendo superior al valor óptimo Io preestablecido para dicha frecuencia F2 (un punto de la línea D'' – E'' en este caso), y se disminuye la frecuencia F de la tensión de alimentación hasta una frecuencia F1. A dicha frecuencia F1 se determina que el valor determinado del componente I de la corriente (punto K') es sustancialmente igual al valor óptimo Io preestablecido para dicha frecuencia F1, y se mantiene la frecuencia F1 de la tensión de alimentación, hasta completar el proceso de desagüe a pleno caudal Pc. Una vez establecida la frecuencia F1, se puede seguir comprobando cíclicamente si el valor del componente I de la corriente se mantiene sustancialmente igual al valor óptimo Io correspondiente, cosa que sucederá mientras dure el proceso de desagüe a pleno caudal Pc. Cuando se acabe el agua y el valor del componente I de la corriente sea inferior al valor correspondiente para el límite aire - agua, se actúa en consecuencia.

En el tercer ejemplo representado en la figura 9, el motor es alimentado con una tensión de alimentación con una frecuencia F3 preestablecida. Se determina que el valor determinado del componente I de la corriente del motor (punto M) a esa frecuencia F3 es superior al valor óptimo Io preestablecido para dicha frecuencia F3 (un punto de la línea D'' – E'' en este caso), y se disminuye la frecuencia de la tensión de alimentación hasta una frecuencia F2. A dicha frecuencia F2 se determina que el valor del componente I de la corriente (representada con una X) sigue siendo superior al valor óptimo Io preestablecido para dicha frecuencia F2, y se disminuye la frecuencia F de la tensión de alimentación hasta una frecuencia F1. Como la frecuencia F1 se corresponde con la frecuencia mínima Fmin se determina que ya no se puede seguir disminuyendo la frecuencia F y se mantiene el punto de funcionamiento en M' con un valor determinado de la corriente superior al valor óptimo Io preestablecido correspondiente a la frecuencia mínima Fmin, hasta completar el proceso de desagüe en pleno caudal Pc. Cuando se acabe el agua y el valor del componente I de la corriente sea inferior al valor correspondiente para el límite aire - agua, se actúa en consecuencia.

En algunos casos se puede permitir al conjunto de bomba 1 operar en un rango fuera de los límites establecidos por las curvas de instalación H1 y H2, casos en los que el aparato 100 trabajará como si estuviera dentro de dichos rangos (ejemplo de la figura 10). Para este caso, el valor óptimo Io preestablecido para el componente I de la corriente del motor se corresponde con la línea D'' - E'' - G''.

Según la invención, la característica determinada del motor seleccionada se corresponde con la tensión de estator Vs del motor, de tal manera que los valores óptimos almacenados se corresponden con los valores óptimos de la tensión de estator Vs del motor para las diferentes frecuencias F preestablecidas.

Al encender el aparato 100 y generarse la tensión de estator Vs en la etapa de aplicación Em, los componentes Vsd y Vsq de dicha tensión de estator Vs, el componente de la tensión de estator Vs que se tiene en cuenta es el segundo componente Vsq, que se ha comprobado que comprende una dispersión muy pequeña en comparación con el primer componente Vsd por ejemplo, de tal manera que las variaciones del valor de dicho segundo componente Vsq de un motor a otro es muy pequeño. Así, los valores óptimos almacenados se corresponden con los valores óptimos del segundo componente Vsq de la tensión de estator Vs, y en este caso no se necesita ningún factor de multiplicación como se requería en la realización que no forma parte de la invención.

Para procesos de desagüe diferentes al proceso de desagüe de pleno caudal Pc tales como el proceso de desagüe aire – agua Pag, se establece un consumo de corriente mínimo para cada frecuencia F que se corresponde con un límite aire - agua. En una etapa de cambio no representada en las figuras, se compara el valor de la corriente I con el valor mínimo de la corriente correspondiente para la frecuencia F actual y, si dicho valor de corriente es igual o menor que dicho valor de corriente mínimo se determina que el proceso de desagüe a pleno caudal Pc ha concluido y que comienza el proceso de desagüe aire – agua. Dicha etapa de cambio puede se da durante el proceso de desagüe a pleno caudal Pc.

Como se ha comentado anteriormente, en el proceso de desagüe aire – agua generalmente se disminuye la frecuencia F de la tensión de alimentación del motor hasta una frecuencia mínima predeterminada previamente, puesto que la cantidad de agua a desaguar ha disminuido considerablemente. Esto puede implicar en algunos casos un ruido acústico molesto para el usuario del aparato 100, puesto que la frecuencia empleada en dicho proceso de desagüe aire – agua comprende un mismo valor predeterminado desde fábrica. El procedimiento de la invención puede comprender además, una vez finalizado el proceso de desagüe a pleno caudal Pc, una etapa de asignación en la que se asigna una frecuencia determinada que depende de la instalación para aplicársela al motor en el proceso de desagüe aire – agua, en vez de asignar una frecuencia predeterminada de fábrica. La selección de la frecuencia determinada a asignar depende de la frecuencia F de trabajo que se haya determinado en el proceso de desagüe a pleno caudal Pc, para que el conjunto de bomba 1 trabajase de la manera más holgada posible durante dicho proceso de desagüe a pleno caudal Pc, puesto que dicha frecuencia F de trabajo determinada es fruto tanto de la instalación del aparato 100 como de las características del motor. Así, previamente (en fábrica por ejemplo), a cada frecuencia F posible se le asocia una frecuencia determinada a asignar, de tal manera que cuando de determina que concluye el proceso de desagüe a pleno caudal Pc y que comienza el proceso de desagüe aire – agua, a la frecuencia de la tensión de alimentación del motor se le asigna la frecuencia determinada asociada a la frecuencia F de trabajo determinada en el proceso de desagüe a pleno caudal Pc, estando el motor alimentado con la frecuencia determinada asignada en la etapa de asignación durante el proceso de desagüe aire – agua.

Como se ha comentado la frecuencia F que se determina en el proceso de desagüe a pleno caudal Pc es la que sirve para obtener después la frecuencia determinada a asignar, y en la invención dicha frecuencia F se determina en función de la tensión de estator Vs aplicada, aunque es evidente que la manera de obtener la frecuencia F no es limitativa en cuanto a la asociación de la frecuencia determinada y a la etapa de asignación, que pueden realizarse además si la frecuencia F se determina en función de la corriente I como ocurría en EP 2248935 A1, o incluso de otra manera en la que se tenga en cuenta la instalación.

La invención se refiere también a un aparato 100 donde se implementa el procedimiento arriba comentado, en cualquiera de sus realizaciones. El aparato 100 comprende unos medios de control 3 adaptados para llevar a cabo

las diferentes etapas del procedimiento, y pueden comprender por ejemplo un microprocesador, un controlador, una FPGA o un dispositivo equivalente. El aparato 100 comprende además unos medios de almacenamiento 4 donde se almacenan los valores necesarios para llevar a cabo el procedimiento, como son los valores óptimos de la característica seleccionada, los límites para dicha característica, las frecuencias F preestablecidas, los límites de frecuencia, y las frecuencias determinadas Fs asociadas a las frecuencias F preestablecidas, por ejemplo. Los medios de almacenamiento 4 comprenden al menos una memoria, de cualquier tipo conocido, que puede estar integrada o no en los medios de control 3.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de control para un aparato electrodoméstico de lavado que comprende un conjunto de bomba (1) de desagüe con un rodete y un motor alimentado con una tensión de alimentación alterna de una determinada frecuencia (F) de entre una pluralidad de frecuencias (F) preestablecidas posibles, comprendiendo el procedimiento una etapa de ajuste (Ea) en la que se regula la frecuencia (F) de la tensión de alimentación del motor entre las frecuencias (F) preestablecidas, en donde el procedimiento comprende, para un proceso de desagüe a pleno caudal, una etapa de aplicación (Em) en la que se aplica una tensión de estator al motor, regulándose la frecuencia (F) de la tensión de alimentación del motor entre las frecuencias (F) preestablecidas en función de la tensión de estator aplicada, una etapa de determinación (Ei) en la que se determina si a la tensión de estator aplicada le corresponde un valor de una característica determinada del motor entre su tensión de estator y su corriente, que está dentro de un rango de valores delimitado por unos valores máximo y mínimo preestablecidos para dicha característica determinada, y una etapa de comparación (Ec) en la que, si dicho valor está dentro de dicho rango de valores, se compara dicho valor con unos valores óptimos correspondientes preestablecidos para dicha característica determinada, correspondiéndose cada valor óptimo con el valor de dicha característica que permite que el conjunto de bomba (1) trabaje de la manera más holgada posible en el proceso de desagüe a pleno caudal y correspondiéndole un valor óptimo a cada frecuencia (F) preestablecida, regulándose la frecuencia (F) de la tensión de alimentación del motor en la etapa de ajuste (Ea) teniendo en cuenta el resultado de dicha comparación con el objeto de que valor de dicha característica del motor sea sustancialmente igual o esté lo más próximo posible a su valor óptimo, empleándose un control vectorial para aplicar la tensión de estator en la etapa de aplicación (Em) y para determinar la tensión de estator del motor en la etapa de determinación (Ei), obteniéndose un primer componente y un segundo componente de la tensión de estator perpendicular al primer componente de la tensión de estator, correspondiéndose la característica determinada del motor con el segundo componente de la tensión de estator.

2. Procedimiento según la reivindicación 1, en donde se preestablece una frecuencia mínima (Fmin) para la tensión de alimentación del motor, correspondiéndose el valor óptimo de la característica determinada del motor con el valor de dicha característica con el que se proporciona un caudal mínimo (Qmin) preestablecido para el proceso de desagüe a pleno caudal cuando la frecuencia (F) es mayor que la frecuencia mínima (Fmin), y con el valor de dicha característica con la que se asegura al menos dicho caudal mínimo (Qmin) cuando la frecuencia (F) es igual a la frecuencia mínima (Fmin).

3. Procedimiento según la reivindicación 2, en donde en la etapa de ajuste (Ea) se provoca una disminución de la frecuencia (F) de dicha tensión de alimentación si en la etapa de comparación (Ec) se determina que el valor de la característica determinada es mayor que su valor óptimo y si la frecuencia (F) de dicha tensión de alimentación es mayor que la frecuencia mínima (Fmin).

4. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 2 o 3, en donde en la etapa de ajuste (Ea) se mantiene la frecuencia (F) de la tensión de alimentación del motor si en la etapa de comparación (Ec) se determina que el valor de la característica determinada es mayor que su valor óptimo y la frecuencia (F) es igual a la frecuencia mínima (Fmin).

5. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 2 a 4, en donde se preestablece una frecuencia máxima (Fmax) para la tensión de alimentación del motor, provocándose en la etapa de ajuste (Ea) un aumento de la frecuencia (F) de dicha tensión de alimentación si en la etapa de comparación (Ec) se determina que el valor de la característica determinada es menor que su valor óptimo y si la frecuencia (F) de dicha tensión de alimentación es menor que la frecuencia máxima (Fmax).

6. Procedimiento según la reivindicación 5, en donde en la etapa de ajuste (Ea) se mantiene la frecuencia (F) de la tensión de alimentación del motor si en la etapa de comparación (Ec) se determina que el valor de la característica determinada es menor que su valor óptimo y la frecuencia (F) es igual a la frecuencia máxima (Fmax).

7. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende una etapa de cambio en la que se compara el valor de la corriente (I) con un valor de corriente mínimo predeterminado correspondiente para la frecuencia (F) actual y en la que se determina que se ha concluido un proceso de desagüe a pleno caudal si el valor de la corriente (I) es igual o menor que el valor de corriente mínimo predeterminado, y una etapa de asignación en la que se asigna una frecuencia determinada para la alimentación del motor cuando se ha determinado que el proceso de desagüe a pleno caudal ha concluido, siendo la frecuencia determinada dependiente de la frecuencia (F) de la tensión de alimentación del motor determinada para el proceso de desagüe de pleno caudal.

8. Procedimiento según la reivindicación 7, en donde cada una de las frecuencias (F) de la tensión de alimentación del motor posibles tiene asociada una frecuencia determinada, asignándose en la etapa de asignación la frecuencia determinada asociada a la frecuencia (F) de la tensión de alimentación del motor determinada para el proceso de desagüe de pleno caudal.

9. Aparato electrodoméstico de lavado que comprende un conjunto de bomba (1) de desagüe con un rodete y un

motor alimentado con una tensión de alimentación alterna de una determinada frecuencia (F) de entre una pluralidad de frecuencias (F) preestablecidas posibles, y unos medios de control (3), **caracterizado porque** los medios de control (3) están adaptados para llevar el procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores.

10. Aparato según la reivindicación 9, que comprende unos medios de almacenamiento (4) donde se almacenan los datos necesarios para llevar a cabo el procedimiento.

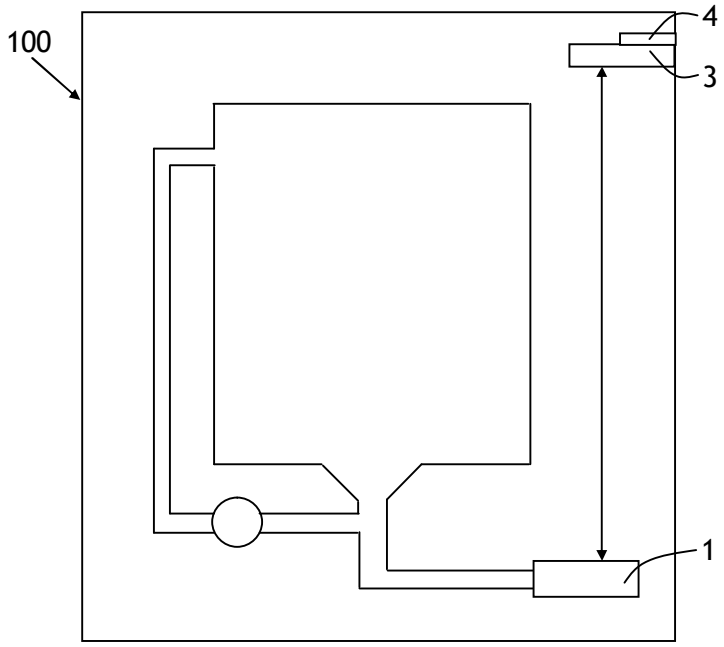

FIG. 1

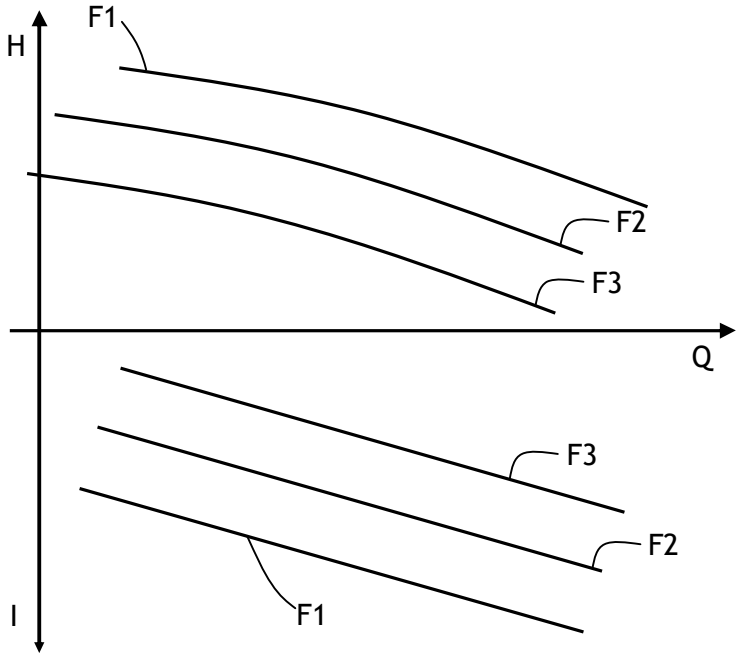

FIG. 2

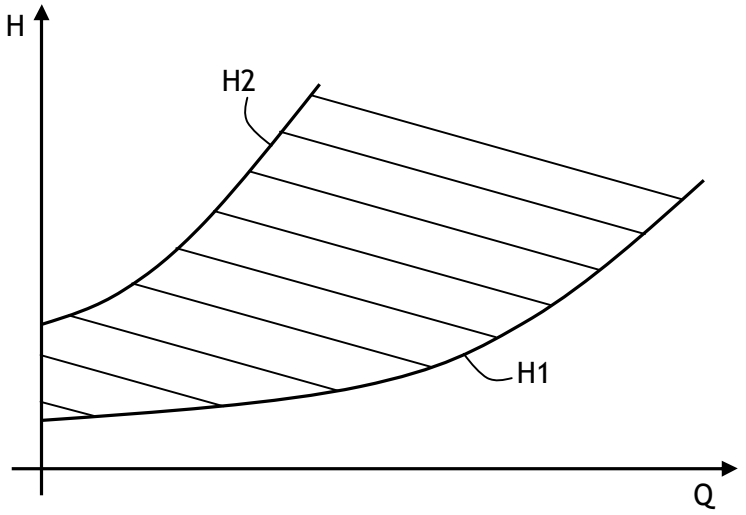

FIG. 3

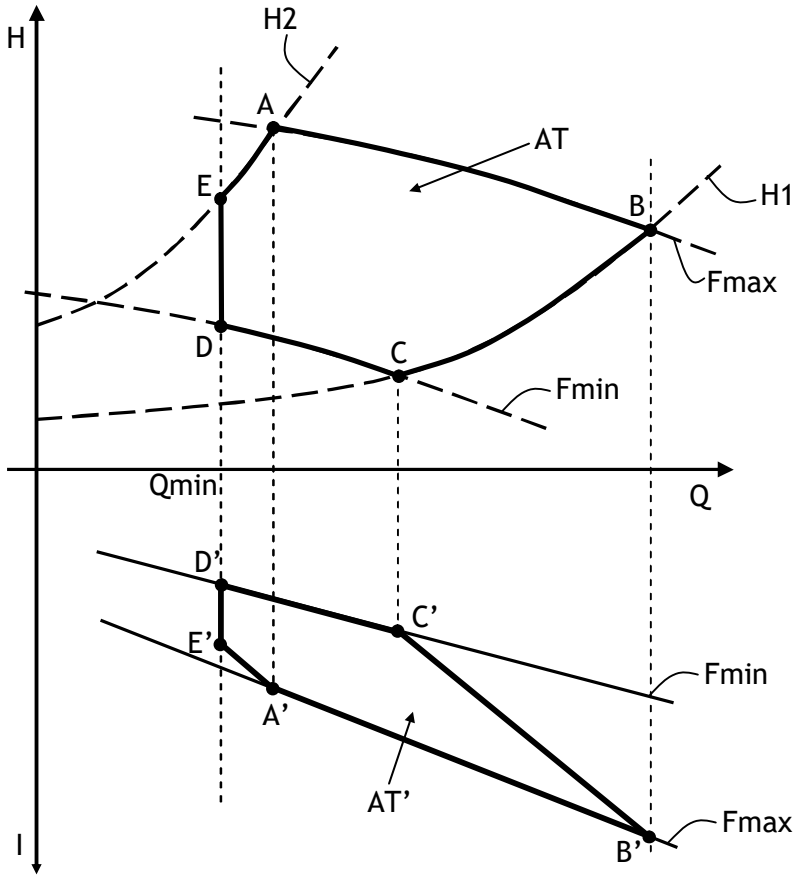

FIG. 4

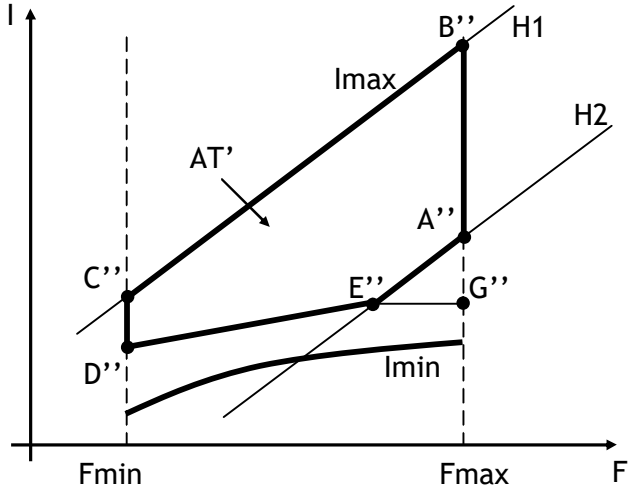

FIG. 5

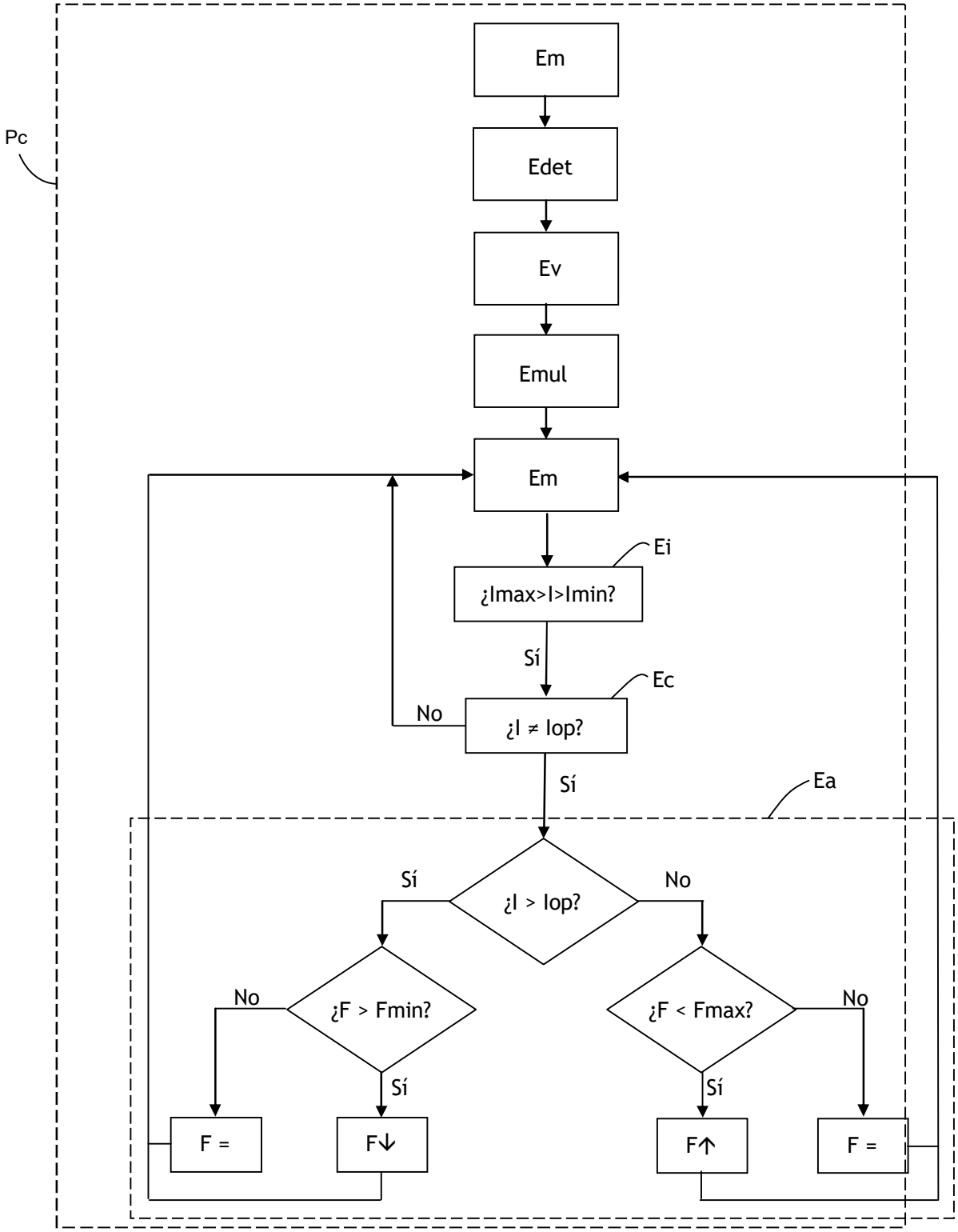
Pc
Em
Edet
Ev
Emul
Em
Ei
¿Imax>I>Imin?
Sí
Ec
No
¿I ≠ Iop?
Sí
Ea
Sí
¿I > Iop?
No
No
¿F > Fmin?
¿F < Fmax?
No
Sí
Sí
F =
F↓
F↑
F =

FIG. 6

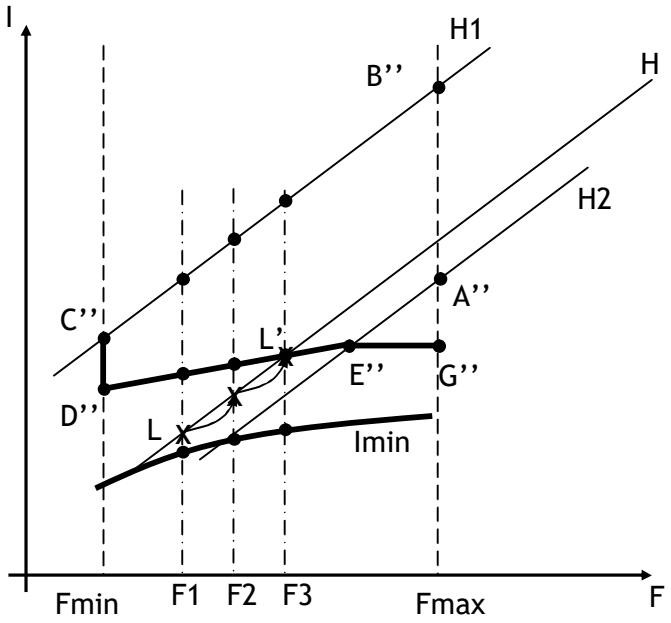
I
H1
B''
H
H2
A''
C''
L'
E''
G''
D''
L
Imin
Fmin
F1
F2
F3
Fmax
F

FIG. 7

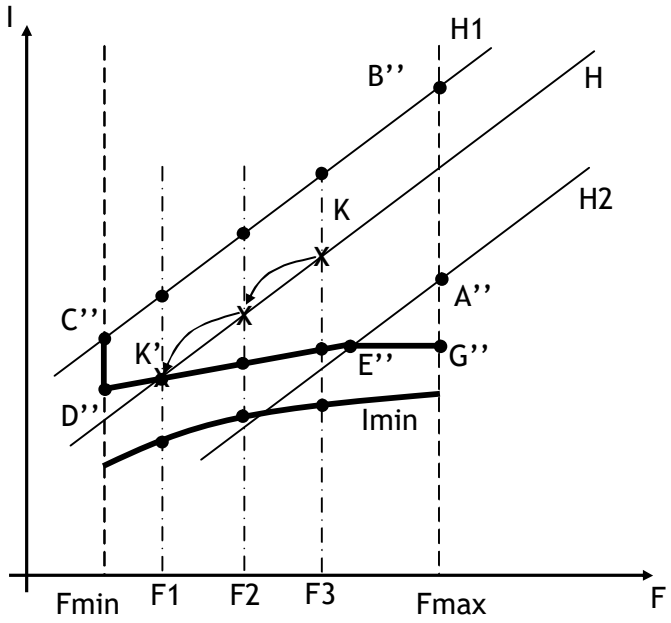
I
H1
B''
H
K
H2
A''
C''
K'
E''
G''
D''
Imin
Fmin
F1
F2
F3
Fmax
F

FIG. 8

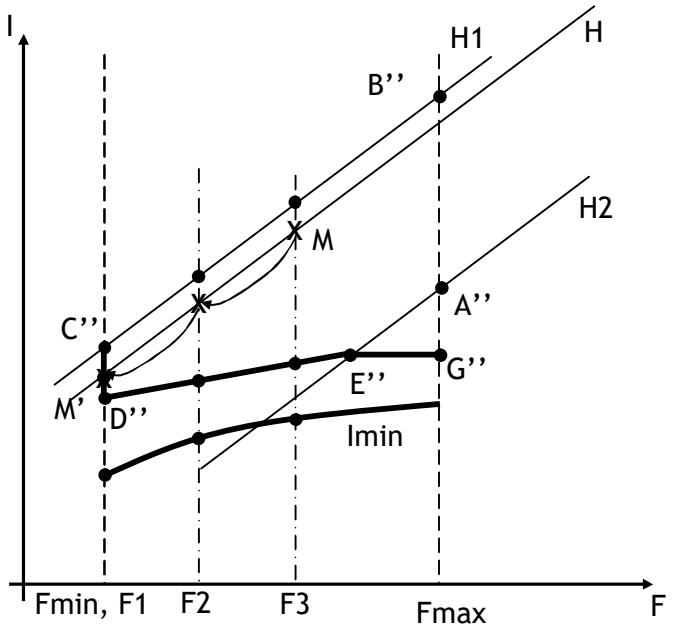
I
H1
H
B''
H2
M
A''
C''
G''
E''
M'
D''
Imin
Fmin, F1
F2
F3
Fmax
F

FIG. 9

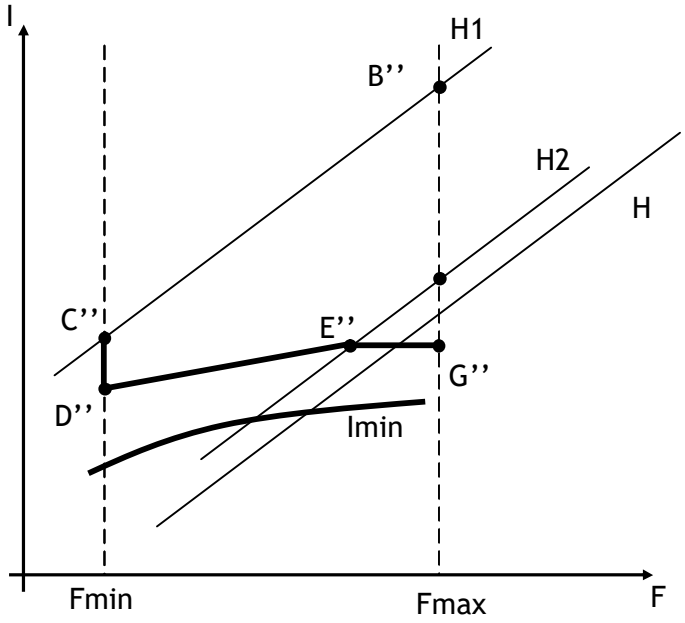
I
H1
B''
H2
H
C''
E''
G''
D''
Imin
Fmin
Fmax
F

FIG. 10