

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 807 826**

51 Int. Cl.:

H02J 3/14 (2006.01)

H02J 3/28 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **17.03.2016 PCT/EP2016/055823**

87 Fecha y número de publicación internacional: **29.09.2016 WO16150815**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.03.2016 E 16713773 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.05.2020 EP 3271988**

54 Título: **Control híbrido dinámico**

30 Prioridad:

20.03.2015 NO 20150349

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

24.02.2021

73 Titular/es:

**KONGSBERG MARITIME AS (100.0%)
483 Postboks 483
3601 Kongsberg, NO**

72 Inventor/es:

**MATHIESEN, EIRIK;
REALFSEN, BJØRNAR;
JOHANNESSEN, PETTER FAUGSTAD;
JENSSEN, NILS ALBERT y
JØRGENSEN, OLE HENRIK**

74 Agente/Representante:

GONZÁLEZ PECES, Gustavo Adolfo

ES 2 807 826 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

Control híbrido dinámico

La presente invención se refiere a un sistema de gestión de potencia utilizado en embarcaciones o instalaciones marítimas híbridas.

5 La mayoría de las embarcaciones marítimas modernas de hoy en día utilizan un sistema de potencia de combustible diesel y eléctrico, lo que significa que los dispositivos de propulsión, como los propulsores, son accionados eléctricamente con la potencia que les proporcionan los grupos electrógenos (MGS) accionados por combustible diesel. Algunas otras alternativas de MGS para los motores de combustible diesel pueden ser celdas de combustible, turbinas de gas, motores de combustible dual y similares. La implementación más común de un sistema de control MGS comprende un regulador para el control de la velocidad y una unidad para el control automático de la tensión con ajuste del valor de consigna a través de un Sistema de Gestión de Potencia (PMS), o alternativamente todo esto se hace dentro de una sola unidad.

10 La mayoría de las embarcaciones marítimas comprenden además al menos dos sistemas de control, un primer sistema de control que regula los parámetros en la red general o red de la planta de potencia, y un segundo sistema de control que regula el movimiento de dicha embarcación. El segundo sistema de control generalmente logra la regulación mediante el control de los parámetros que incluyen, la posición, la velocidad y el rumbo. En embarcaciones más avanzadas, los movimientos como bandazos, cabeceo, balanceo, oscilación, ladeo y oleaje también pueden controlarse mediante un sistema de control separado u otro sistema de control.

15 Dicho primer sistema de control, o el PMS, mantiene condiciones de operación seguras en la red. Las funciones dentro del ámbito del PMS incluyen el monitoreo de los parámetros de la red, como la tensión y la frecuencia, y la capacidad de desconectar los MGS y consumidores de acuerdo con situaciones específicas. El PMS puede iniciar o detener los MGS de acuerdo con las condiciones frecuentes en la red. Para una regulación menor de los parámetros de la red, el PMS puede variar las condiciones de carga en los MGS en funcionamiento, en lugar de iniciar o detener uno o más de los MGS en espera. Otras funciones del PMS pueden incluir la gestión de varias protecciones y disyuntores en la red y aquellos de los consumidores.

20 Las funciones de dicho segundo sistema de control, por ejemplo, un sistema de Posicionamiento Dinámico (DP), generalmente incluyen el control de los dispositivos de propulsión para cumplir con los requisitos relacionados con el posicionamiento, tales como la velocidad, el rumbo y la posición, y pueden incluir además el control de estabilidad de la embarcación, por ejemplo, mediante la compensación de movimientos tales como la oscilación y el ladeo en la embarcación.

25 En un escenario dinámico típico, cuando el sistema DP está tratando de mantener la posición de la embarcación, emite instrucciones o señales a varios dispositivos de propulsión, como los propulsores, para controlar los parámetros de la embarcación. Dichas instrucciones generalmente conducen a fluctuaciones en la red, dichas fluctuaciones están asociadas con la demanda variable de energía de los consumidores. El PMS luego intenta regular los parámetros de la planta de potencia de acuerdo con las variaciones observadas en la red. Para satisfacer una mayor demanda, el PMS puede variar la carga de los MGS en línea o emitir instrucciones de inicio para los MGS que se encuentran en espera. Puede tomar varios segundos desde la emisión del comando de inicio para que el MGS comience a suministrar potencia a la red. Dependiendo de la dinámica de las fluctuaciones y los retrasos en los lazos de control, dichos sistemas de control pueden volverse inestables y pueden dar lugar a situaciones tales como un apagón parcial o total de la red. Para evitar que tales situaciones ocurran con frecuencia, los sistemas se ejecutan generalmente con cierto margen de maniobra, por ejemplo, los MGS se ejecutan con carga parcial, para enfrentar situaciones con regímenes transitorios repentinos en el sistema. La carga parcial del MGS no es deseable ya que conduce a un alto consumo de combustible, así como a la contaminación. La carga por debajo de cierto límite puede ser perjudicial para la salud y la vida útil del MGS.

35 La industria ultramar durante muchos años ha deseado reducir el número de MGS en línea sin el riesgo de mayores variaciones de frecuencia y/o tensión o posibles apagones. Como se describió anteriormente, existen varios beneficios al reducir la cantidad de MGS en línea, como la reducción de emisiones, menor consumo de combustible y la reducción del mantenimiento del motor. Para una salida total de potencia dada en una red, generalmente es más económico y amigable con el medio ambiente hacer funcionar un grupo más pequeño de MGS a una carga alta, en lugar de hacer funcionar un grupo más grande de MGS a baja carga. Sin embargo, los requisitos del margen de maniobra para poder manejar regímenes transitorios, como las variaciones de frecuencia y de tensión en la red, generalmente exigen el requisito de un mayor número de MGS que los requeridos para el funcionamiento en estado estable o de carga constante.

40 En el documento N° 334364 se muestra un sistema para reducir las variaciones de frecuencia y de tensión en el sistema de distribución de potencia. Dicho sistema utiliza señales de acción directa de los cambios de carga previstos para minimizar dichas variaciones en la red. Aunque el sistema que se muestra en el documento N° 334364 reducirá los regímenes transitorios rápidos en los MGS, el mismo no elimina las condiciones de carga variable en los MGS.

El método de almacenamiento y obtención de la capacidad de reserva de las baterías está ampliamente cubierto en la técnica anterior. Dichos sistemas, también conocidos como sistemas de potencia híbridos, combinan los MGS convencionales con baterías recargables con el objetivo de reducir el consumo de combustible y los requisitos de margen de maniobra del MGS. Por ejemplo, en el artículo, "Eficiencia optimizada de barcos totalmente eléctricos mediante sistemas de potencia híbridos de corriente continua ", Zahedi, B., y otros, Journal of Power Sources (Elsevier), Volumen 255, 1 de junio de 2014, páginas 341 - 352, se propone un algoritmo de optimización para minimizar el consumo de combustible en diversas condiciones de carga.

El estudio se realiza mediante la inclusión de motores de combustible diesel, generador síncrono - unidades rectificadoras, un convertidor bidireccional de puente completo y un banco de baterías de iones de litio como almacenamiento de energía.

El artículo, "Possible application of Plug-in Hybrid Electric Ships", De Bruecker, S. y otros, Simposio de tecnologías de barcos eléctricos, 2009. ESTS 2009. IEEE, páginas de la 310 a la 352, describe varias opciones para almacenar energía en baterías en barcos híbridos.

El documento US2011 / 0281478 A1 (Blumenthal) describe una combinación de fuentes de energía para propulsión marítima para reducir el consumo de combustibles fósiles y la contaminación. Entre las soluciones propuestas, también se incluye el uso de baterías recargables.

El documento WO2009 / 030807 A2 se relaciona con una disposición para mejorar la respuesta de carga en una embarcación marítima.

El documento WO 2013/139609 A1 divulga un sistema para controlar una planta de potencia en una embarcación marítima de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1.

Ninguna de las publicaciones mencionadas muestra un sistema o procedimiento para planificar y controlar la distribución de potencia y energía entre los elementos de almacenamiento de energía, o las baterías, y los generadores de potencia, o los MGS. Este y otros problemas inherentes a la técnica anterior se mostrarán resueltos mediante las características de la invención descrita en la siguiente descripción y especificada en las reivindicaciones adjuntas.

La presente invención se refiere a un Sistema de Control Híbrido Dinámico (DHS) que comprende mecanismos para una mejor utilización de las características de cada proveedor de potencia en un sistema de distribución de potencia híbrido sin comprometer el control de la embarcación para una embarcación posicionada dinámicamente.

En este texto se usan los términos como MGS, generadores o proveedores de potencia, a menos que se indique específicamente, sin limitación o pérdida de generalidad, para hacer referencia a generadores de potencia eléctrica, incluyendo dispositivos mecánicos como generadores de combustible diesel (DG), turbinas de gas, motores de combustible dual y sus similares independientemente del tipo de combustible.

Además, se utilizarán los términos dispositivos de almacenamiento de energía, unidad de almacenamiento de energía, batería o condensador, indistintamente, a menos que se indique específicamente, sin limitación o pérdida de generalidad, para hacer referencia a los proveedores de potencia eléctrica que se caracterizan por el almacenamiento y la liberación de energía, por ejemplo, como se asocia con la carga y descarga, respectivamente, en el caso de una batería.

El sistema propuesto en la presente invención comprende un Sistema de Control de Energía (ECS) que se acopla al menos a dos proveedores de potencia diferentes que proporcionan potencia a un sistema DP que comprende un sistema de control DP y propulsores alimentados por dichos proveedores de potencia. Al menos uno de estos proveedores de potencia es un generador de potencia y al menos uno de dichos proveedores de potencia es un dispositivo de almacenamiento de energía. El ECS se adapta para planificar y controlar la asignación y el flujo de potencia y energía a varias partes del sistema.

El sistema de control DP de acuerdo con la presente invención predice la baja frecuencia (LF) o una demanda de potencia y energía que varía gradualmente. Dicha predicción es utilizada por el ECS para compartir la carga entre proveedores de potencia lentos y rápidos. En este sentido, los generadores de potencia, MGS y similares pueden denominarse proveedores de potencia lenta, mientras que los dispositivos de almacenamiento de energía o baterías pueden denominarse proveedores de potencia rápida. La terminología propuesta de proveedores de potencia lenta y rápida es más bien cualitativa, es decir, en ciertas realizaciones el MGS, que generalmente requiere un tiempo de respuesta del orden de unos segundos o mayor para comenzar a suministrar potencia a la carga, se clasifica como un proveedor de potencia lenta. En otra realización, los proveedores de potencia tales como baterías con carga adecuada o condensadores con carga adecuada o similares se clasifican como proveedores de potencia rápida, ya que pueden suministrar potencia a la carga casi instantáneamente.

Los sistemas de gestión de potencia convencionales son generalmente de naturaleza reactiva, en otras palabras, tales sistemas comienzan a actuar después de detectar la desviación en los parámetros de la red. Los parámetros críticos de la red generalmente incluyen tensión y frecuencia, además los generadores que se conectan a la red

deben sincronizarse en fase. En un sistema reactivo típico, el comando para regular los generadores se envía después de que el sistema detecta un cambio en los parámetros de la red a partir de sus respectivos valores nominales. Si dichas desviaciones o regímenes transitorios en los parámetros de la red son causados por altos consumidores de potencia como los propulsores, entonces dichos regímenes transitorios normalmente serán grandes. Este escenario exigirá que el sistema de gestión de potencia ignore de alguna manera a los regímenes transitorios temporales, por ejemplo, como se propone en la patente noruega NO 20131161, de lo contrario, puede generar regímenes transitorios innecesarias en los generadores de potencia, lo que provocará un mayor desgaste, consumo de combustible y contaminación, y en el peor de los casos, el colapso de la red, dependiendo de la estabilidad del lazo de retroalimentación que regula los parámetros de la red. Este problema aumenta en complejidad a medida que aumenta el número de altos consumidores de potencia conectados a la red.

La presente invención propone una funcionalidad que permite la planificación de varios escenarios y no sólo la preparación de antemano del PMS para manejar los regímenes transitorios futuras, sino también el despliegue de proveedores de potencia rápida utilizando control en adelante cuando sea apropiado de tal manera que el sistema resultante propuesto por la invención resulte en la eliminación sustancial de las fluctuaciones en la red.

En su tesis doctoral "Control Integrado de Sistemas de Potencia Eléctrica Marítima", D. Radan menciona la limitación del índice de carga de propulsión para reducir el estrés excesivo en las máquinas motrices primarias (motores) debido a la carga de propulsión, que es un enfoque común en la industria marítima, mediante la cual se establecen límites fijos en la velocidad de cambio de dirección en los propulsores eléctricos. Mucho más adelante, en otra parte de la tesis, Radan enumera los dispositivos de almacenamiento de energía, como baterías, condensadores y similares, como una de las posibilidades para atenuar las variaciones de frecuencia en los generadores. Dicho documento no muestra la adaptación de la rampa de carga en base a la disponibilidad de los proveedores de potencia de manera que la respuesta, por ejemplo, la aceleración, del control de posición se escala en relación con la respuesta del sistema de distribución de potencia. La presente invención presenta además una forma de vincular el control de carga con el control de posición/velocidad de la embarcación que es novedoso con respecto a la técnica anterior que se encuentra hasta la fecha.

La invención se describirá con más detalle posteriormente con referencia a los dibujos adjuntos, se muestra la invención mediante ejemplos.

La Figura 1 ilustra una realización de una planta de potencia típica que comprende diferentes proveedores y consumidores de potencia

La Figura 2 ilustra una realización del sistema propuesto de acuerdo con la presente invención

La Figura 3 ilustra una realización del sistema de manejo del control en adelante de acuerdo con la presente invención

La Figura 4 ilustra una realización del mecanismo de manejo del control en adelante que adapta los proveedores de potencia de acuerdo con la presente invención

La Figura 1 muestra un ejemplo de la configuración típica de una planta de potencia que comprende varios generadores de potencia como MGS que en este ejemplo se denominan conjuntos de Generadores de combustible Diesel (DG) (103), los dispositivos de almacenamiento de energía son baterías (101) en este ejemplo específico. El flujo de potencia y energía hacia y desde las baterías se adapta mediante un convertidor (102). Dicho convertidor (102) generalmente realiza una primera conversión a partir de una señal de tipo de Corriente Alterna (CA), corriente o tensión, a una señal de Corriente Continua (CC), corriente o tensión, mientras envía carga a las baterías. Otro término para describir dicha primera conversión es la rectificación. Dicho convertidor (102) también realiza una segunda conversión a partir de la tensión de CC de la batería a una señal en el dominio de CA, generalmente tensión, mientras envía la carga desde las baterías al cuadro de distribución o la red. Otro término para describir dicha segunda conversión es inversión. Según una realización de la invención, el sistema puede usar acondicionamiento adicional de dicha tensión de CA, por ejemplo, usando transformadores (115) u otros dispositivos con una funcionalidad similar. Dichos transformadores (115) pueden usarse para lograr tensiones de CA más altas (intensificadas) en el lado del cuadro de distribución en comparación con el lado de la batería. De manera similar, mientras se cargan las baterías (101), los mismos transformadores (115) realizan una operación de reducción, es decir, reducen los niveles de tensión desde el lado del cuadro de distribución hasta el lado de la batería. En otra realización de la invención, los dispositivos de almacenamiento de energía (101) son condensadores. En una realización alternativa de la presente invención, el sistema puede utilizar una mezcla de pluralidades de baterías, condensadores u otros dispositivos con una funcionalidad similar para aprovechar las ventajas asociadas con cada tipo de dispositivo de almacenamiento de energía.

Aunque el ejemplo que se muestra en la figura 1 trata de una realización particular que comprende un cuadro de distribución de CA y ciertos componentes de CC, la presente invención no está limitada de ninguna manera hacia una configuración específica del cuadro de distribución o la extensión de los dominios de CA o CC en el sistema. El concepto de DHC propuesto se aplica igualmente bien a otros sistemas de bus que incluyen, los sistemas completamente de CC u otros sistemas mixtos de CA/CC.

En una realización, el cuadro de distribución principal se divide en diferentes secciones. Haciendo referencia específicamente al ejemplo en la figura 1, la primera sección se llama lado a babor del cuadro de distribución principal (110) y la segunda sección lado a estribor del cuadro de distribución principal. Dichas secciones se acoplan normalmente con un disyuntor de conexión (112). Dicho cuadro de distribución se puede subdividir además en otras secciones, por ejemplo, para mejorar la disponibilidad del sistema en caso de fallas o mantenimiento en secciones específicas del cuadro de distribución principal. El cuadro de distribución principal puede además suministrar potencia a los cuadros de distribuciones de baja tensión (120), en este caso se logra una conversión de tensión utilizando, por ejemplo, transformadores (116) o similares.

El cuadro de distribución principal se conecta además a una pluralidad de consumidores (104), o propulsores que hacen referencia específicamente a la ejemplificación que se muestra en la figura 1. Cada propulsor (104) está adaptado mediante un módulo de control individual (114), que se utiliza, por ejemplo, para establecer la limitación de potencia y la velocidad de carga en los propulsores.

Cada proveedor y consumidor de potencia se acopla a la sección específica del cuadro de distribución a través de un disyuntor de protección individual (113). Dicho disyuntor se utiliza para desconectar al proveedor o consumidor de potencia específico del cuadro de distribución cuando sea necesario, por ejemplo, en caso de falla o para aislar un dispositivo específico para mantenimiento.

La figura 2 muestra una realización del sistema que comprende una unidad de Control Híbrida Dinámica (220) como se propone en la presente invención. El sistema propuesto comprende módulos que incluyen, la Ley de Control (210), la Lógica de Asignación de Empuje (211), la Optimización de Asignación de Empuje (212), la Unidad de Control de Energía (213) y el Control de Carga del Consumidor (206).

En aras de la simplicidad, sólo se muestran los nombres y flujos de señales típicas en la figura 2. Dichos nombres de señales se etiquetan en las flechas que representan el flujo de señal entre los diversos módulos en el sistema.

El ámbito del módulo de la Ley de Control propuesto (210) incluye el cálculo de la demanda de la fuerza en cada uno de los ejes controlados con el fin de compensar las desviaciones entre el operador o la posición y la velocidad especificadas del sistema y las mediciones de la posición y velocidad reales de la embarcación (201), por ejemplo, mediante un controlador PID. La Ley de Control (210) recibe un valor de señal que indica la rampa de carga máxima calculada por la Unidad de Control de Energía (213). Dicha rampa de carga generalmente limita el tiempo de respuesta para los propulsores y, por lo tanto, el cambio disponible en la aceleración o sacudida para la embarcación. El módulo de la Ley de Control (210) convierte el valor de rampa de carga máxima recibido en un valor máximo de sacudida. La Ley de Control (210) utiliza dicho valor máximo de sacudida para ajustar los parámetros, por ejemplo, adaptando los valores de ganancia del PID, en el controlador de posición y velocidad para garantizar que dicho controlador no se vuelva inestable si la rampa de carga cae a un valor muy bajo. En otras palabras, el ámbito del módulo de la Ley de Control (210) incluye el monitoreo de dichos valores de ganancia del PID para asegurar la estabilidad del controlador.

Para cambiar la posición o rumbo de la embarcación, la Ley de Control (210) genera una trayectoria de sacudida constante para obtener valores de referencia para los parámetros que incluyen, la posición, la velocidad y la aceleración que serán utilizados por el controlador de posición y velocidad durante el procedimiento de dicho cambio. Un generador típico de trayectoria de sacudida se describe, por ejemplo, en Haschke y otros, "Planificación en Línea de Trayectorias de Sacudidas Limitadas y de Tiempo-Óptimo" Conferencia IROS, Niza 2008. La generación de la trayectoria tiene en cuenta la sacudida máxima cuando se produce una trayectoria para garantizar que la embarcación sea capaz de seguir la referencia de trayectoria obtenida.

El módulo Sumador de Demanda de Fuerza (203) recibe entradas que comprenden mediciones en tiempo real de fuerzas que incluyen, el viento y la tensión, a partir de un módulo de medición (202). El módulo de Optimización de Asignación de Empuje (212) resuelve un problema de optimización no lineal para calcular los parámetros que incluyen, la cantidad de empuje y la dirección de cada propulsor, la hélice y el timón controlados por el sistema de control DP, de modo que se cumpla la demanda de empuje dada en cada eje por el Sumador de Demanda de Fuerza (203). También pueden aplicarse otras restricciones para el problema de optimización, como las limitaciones de potencia y los sectores de empuje restringidos. Uno de los objetivos principales para el problema de minimización resuelto en el módulo de Optimización de Asignación de Empuje (212) es minimizar el uso de potencia total para los consumidores, tales como los propulsores y las hélices. La Lógica de Asignación de Empuje (211) generalmente establece los objetivos y las restricciones para el problema de optimización que debe resolver el módulo de Optimización de Asignación de Empuje (212).

En una realización del sistema DHC que se presenta en la invención, se resuelven dos problemas de optimización. El primer problema implica la asignación de las fuerzas que necesita el sistema de control DP, y que dan como resultado que el sistema proporcione señales de comando y las envíe a los propulsores. Dicha asignación tiene en cuenta la rampa de carga máxima calculada por la Unidad de Control de Energía (213) para que los cambios en las señales de comando del propulsor, que proporciona la Optimización de Asignación de Empuje (212), siempre estén armonizados con los cambios en las señales de rampa de carga máxima. El segundo problema resuelto por el módulo de Optimización de Asignación de Empuje (212) utiliza una demanda de fuerza de baja frecuencia (LF)

proporcionada por el Sumador de Demanda de Fuerza (203) a la Lógica de Asignación de Empuje (211). Dicha demanda de fuerza de LF se convierte en valor de empuje de LF para cada propulsor mediante la Optimización de Asignación de Empuje (212) y se utiliza para calcular una demanda de potencia de LF para cada propulsor. Dicha demanda de potencia de LF se envía a la Unidad de Control de Energía (213) donde se usa como una de las referencias para calcular la carga base para los MGS.

Una embarcación controlada por DP que se está alejando del valor de consigna de la posición generalmente tendrá una demanda de potencia creciente hasta que el sistema de control alinee la posición de la embarcación nuevamente con el valor de consigna de la posición. El sistema de control DP estima el uso máximo de potencia para cada desviación específica, por ejemplo, utilizando modelos de predicción y calcula la integral del uso de potencia como se indica en el documento NO 334364. En otra realización de la presente invención, dichas estimaciones de potencia se usan en el DHC para planificar y ejecutar la distribución de potencia. En otra realización de la presente invención, dicho modelo de predicción se actualiza rutinariamente en base a las características de tiempo de ejecución reales de la embarcación para mejorar la precisión de dicho modelo.

Para demostrar aún más algunas de las capacidades claves de la presente invención, se presenta la siguiente lista de características logradas por la invención.

Capacidad dinámica:

En el sistema y procedimiento de acuerdo con la presente invención, el ECS (213) se adapta automáticamente a la configuración de la planta de potencia y los tipos de MGS y unidades de almacenamiento de energía, como baterías o condensadores, y calcula la cantidad total de rampa de carga disponible en cualquier instante particular (kW/s). Los valores calculados de la rampa de carga total se envían al sistema de control DP y se utilizan de forma que los cambios en las señales de comando del propulsor proporcionados por la Optimización de Asignación de Empuje (212) siempre estén armonizados con los cambios en las señales de rampa de carga máxima. En otra realización, el sistema tiene en cuenta automáticamente el cambio en la capacidad de potencia instantánea dinámica o disponible en base a las características de las unidades de batería y MGS conectadas, ya que la capacidad dinámica de la batería puede variar sustancialmente en base a la velocidad de carga/descarga de la batería. Las velocidades de carga/descarga suelen estar generalmente asociadas con las condiciones de operación, como la temperatura, de la batería. Si, por ejemplo, la batería se ha forzado cerca de o por encima de su categoría C normal, la temperatura de la batería generalmente aumentará, lo que puede requerir que dicha batería funcione a una velocidad de suministro de potencia más bajo (kW/s) y/o a una descarga total máxima (kW) durante un cierto tiempo después de una operación de carga alta, por ejemplo, una descarga rápida. El valor de kW/s se envía posteriormente y se utiliza dentro del Control de Carga del Consumidor (206) como una protección adicional o para otros consumidores no controlados mediante DP.

Todavía en otra realización de la presente invención, si el sistema de control DP encuentra que el valor de la rampa de carga disponible total (kW/s) es menor que el requerido en un escenario particular, el sistema DP comunica una señal al módulo ECS (213) indicando el déficit de dichos requisitos. En otra realización de la presente invención, el ECS (213) eleva el valor de consigna de uno o más MGS, o emite un comando de inicio a uno o más MGS en espera para cumplir con los requisitos comunicados mediante el sistema DP.

Control en adelanto a baja frecuencia (LF) a partir de un DP:

En una realización de la presente invención, el sistema usa el pronóstico de demanda de potencia con control en adelanto LF en el ECS para establecer el valor de consigna de carga base en las unidades MGS en funcionamiento. Al hacer esto, se logra una carga estable de las unidades MGS en funcionamiento. Los MGS se compensan de acuerdo con el pronóstico del clima LF y los modelos de predicción en el sistema DP. Las condiciones de carga variable son absorbidas por las unidades de almacenamiento de energía, como las baterías o condensadores. Según la característica propuesta, el sistema no necesita esperar a que cambie el estado de carga de la batería para mover los valores de consigna para las unidades MGS. El sistema, por lo tanto, actúa de manera proactiva en oposición a la naturaleza reactiva de los sistemas convencionales, incluidos aquellos que emplean proveedores de potencia híbrida. Esto se resume como una comparación simplificada de la presente invención con los esquemas tradicionales no híbridos e híbridos en la siguiente tabla (Tabla I).

TABLA I: Comparación de la presente invención con los sistemas de potencia tradicionales.

Sistema de potencia tradicional	Sistema de potencia híbrida tradicional	Presente invención
1. El sistema DP envía comandos a los propulsores 2. Los propulsores comienzan a reaccionar, por lo tanto, "solicitan" más potencia 3. La frecuencia de línea y la tensión caerán ligeramente 4. Los motores de combustible diesel se acelerarán para restablecer la frecuencia y la tensión de línea (lazo de retroalimentación)	1. El sistema DP envía comandos a los propulsores 2. Los propulsores comienzan a reaccionar, por lo tanto, "solicitan" más potencia 3. La frecuencia de línea y la tensión caerán ligeramente 4. La batería se "abrirá" para restablecer la tensión y los motores de combustible diesel se acelerarán para restablecer la frecuencia y la tensión de línea (lazo de retroalimentación)	1. El sistema DP envía comandos a los propulsores 2. Los propulsores comienzan a reaccionar, por lo tanto, "solicitan" más potencia y la batería se "abre" para proporcionar potencia adicional (control en adelante) 3. La tensión y la frecuencia de línea no caerán y, por lo tanto, permanecerán sustancialmente estables. 4. Los Motores de combustible diesel <u>no</u> acelerarán

Unidad de control de carga del estado de carga (SLCU):

5 En otra realización de la presente invención, la ECU (213) incluye una Unidad de Control de Carga del Estado de Carga (SLCU) que mantiene un cierto nivel de carga en los MGS calculados en base a una señal de retroalimentación de Estado de Carga de batería (SOC). La SLCU calcula el delta requerido en la carga general del sistema MGS y distribuye dicha carga entre los MGS en funcionamiento al agregar una fracción predeterminada de dicho delta al valor de consigna LF de cada una de las unidades de MGS que funcionan en modo de carga base. Las ventajas de dicha distribución incluyen una carga estable en las unidades MGS. En una realización adicional de 10 la presente invención, la fracción predeterminada añadida a un MGS en funcionamiento es diferente de la fracción añadida a otro MGS en funcionamiento para optimizar aún más la carga, por ejemplo, en base a las características de un MGS específico.

15 Todavía en otra realización de la presente invención, la SLCU también responde a todos los demás cambios de carga en el sistema de potencia e incluye estos cambios de carga en el cálculo para dicho delta. Dichos otros cambios de carga generalmente hacen referencia a la carga asociada con los consumidores, excepto el DP y los sistemas de predicción.

En una realización de la presente invención, en casos extremos, si la unidad de almacenamiento de energía no puede manejar el paso en carga instantánea (kW/s), la carga adicional correspondiente se agrega directamente a los valores de consigna de las unidades MGS en lugar de esperar a que la SLCU se adapte a la nueva situación.

20 En otra realización de la presente invención, la SLCU recibe señales para el pronóstico o predicción del consumo de potencia que incluye, el consumo de carga total a partir del sistema DP. Dichas señales se relacionan generalmente con parámetros de movimiento que incluyen, los movimientos previstos o planificados de la embarcación, por ejemplo, basados en cálculos de trayectoria y datos relacionados con el clima. Todavía en otra realización de la presente invención, dichas señales se usan en el esquema de control en adelante propuesto para adaptar el comportamiento de la SLCU. En otra realización de la presente invención, el sistema compara rutinariamente la precisión de las predicciones o pronósticos y adapta el sistema DP para mejorar la precisión de las predicciones o pronósticos futuros.

Control en adelante de alta frecuencia, predicción de carga dinámica (DLP):

30 En la patente noruega NO334364 se introdujo un sistema DLP. En otra realización de la presente invención, los cambios de carga a corto plazo de los consumidores DP se distribuyen desde el ECS (213) a las unidades de almacenamiento de energía, tales como las baterías, para manejar variaciones de carga rápida otros regímenes transitorios. El ECS (213) recibe señales de acción directa desde el sistema DP y distribuye los regímenes transitorios de carga rápida entre las unidades de batería. Al recibir comandos desde el ECS (213), las unidades de batería comienzan a suministrar potencia para dichas variaciones de carga rápida. Las unidades MGS siguen el 35 valor de consigna de carga base establecido por el ECS (213) para mantener una carga estable. De acuerdo con el

sistema propuesto, las baterías se mantienen listas de antemano para suministrar potencia para condiciones de regímenes transitorios nominales futuras, de modo que las unidades MGS no necesiten variar su carga para satisfacer dicha demanda y, por lo tanto, puedan seguir operando en el valor de consigna de carga base de MGS. En otra realización de la presente invención, el sistema alinea el valor de consigna de carga base de MGS de acuerdo con la capacidad de batería disponible y el pronóstico o predicción de los futuros perfiles de carga y datos relacionados con el clima, de modo que el sistema evita que los MGS manejen los regímenes transitorios de carga rápida. Todavía en otra realización de la presente invención, la capacidad disponible de la batería se estima o mide de manera rutinaria, por ejemplo, mediante mediciones de temperatura, perfiles de carga o descarga, historial de operación de la batería, modelos de batería o similares, u otras mediciones que proporcionan una indicación de la capacidad disponible de la batería en un caso particular. En una realización adicional de la presente invención, el sistema adapta el funcionamiento de las unidades de almacenamiento de energía o baterías de manera que se maximiza la vida útil de dichas unidades de almacenamiento. En otra realización de la presente invención, el sistema distribuye la carga entre las unidades de almacenamiento de manera que se optimizan ciertos parámetros predeterminados. En otra realización de la presente invención, dichos parámetros predeterminados incluyen duración de la batería, los regímenes transitorios de carga máxima, los costos, el tiempo medio entre fallas, el consumo de combustible y el consumo total de potencia.

En la figura 3 se ejemplifica una realización de los mecanismos de manejo de control en adelanto en el DHC de acuerdo con la presente invención. El manejo de señal de las señales de acción directa se divide en dos categorías principales, es decir, a corto plazo (301) y a largo plazo (302). El sistema puede comprender subdivisiones adicionales de señales de acción directa, por ejemplo, señales de acción directa de mediano plazo, pero en aras de la simplicidad, sólo se muestran dos categorías en la figura 3. Las señales a corto plazo pueden, por ejemplo, definirse como aquellas asociadas con eventos que ocurren dentro de los marcos de tiempo en el orden de los 2 segundos o menos. Dichos eventos a corto plazo pueden incluir, el cambio del valor de consigna de asignación del propulsor DP, la detección de disparo MGS o DG y el preaviso de disparo de MGS. El mecanismo de control en adelanto a largo plazo (302) también está asociado con la predicción a largo plazo y el control de carga de supervisión. El módulo de control en adelanto a largo plazo (302) emite comandos relacionados con aquellos que incluyen, el nivel de carga MGS deseado, o la carga base MGS, el modo de carga compartida, el nivel mínimo de carga de batería requerido y los modos de control específicos para funcionamiento híbrido como, sólo carga, nivelación de picos y modo independiente. Dicho módulo (302) recibe entradas que incluyen, el modo de operación DP, las ganancias del sistema DP, los pronósticos relacionados con el clima y la actividad marítima, y requisitos de nivel de carga de la batería u otras restricciones. El módulo (302) también puede recibir señales relacionadas con la planta de potencia, incluida la configuración de la planta de potencia, como el estado de los disyuntores, los MGS y otros componentes, las condiciones de carga y los parámetros relacionados con la batería, como el nivel de carga, la temperatura u otras señales relacionadas con el estado y la salud de la batería.

La figura 4 ilustra una realización del sistema de acuerdo con la presente invención, donde se muestra cómo se usan las señales de acción directa dentro del control MGS y el control ESU. Los comandos del control en adelanto emitidos a los MGS son recibidos por el controlador MGS (401), dicho controlador evalúa el comando recibido y adapta los controladores internos para lograr el estado deseado del sistema. Dichos controladores internos para el sistema MGS incluyen, el controlador de velocidad base, el controlador de velocidad, el controlador de asistencia de inyección y el regulador de tensión automático (AVR). Dichos controladores internos adaptan los parámetros de funcionamiento de MGS. Las señales de acción directa emitidas a las ESU son recibidas por un controlador en la unidad de accionamiento bidireccional (402). Las funciones de dicha unidad (402) incluyen la conversión entre la tensión de la ESU, que es generalmente CC, y la tensión de la planta de potencia, que es generalmente CA, el control de carga y descarga de las ESU y la emisión de comandos a las ESU de acuerdo con la potencia o suministro disponible y demanda. Dichos comandos son recibidos por un controlador para las ESU (403) que adapta las ESU de acuerdo con los comandos recibidos y el estado de las respectivas ESU.

Para resumir, la presente invención es un sistema y procedimiento para controlar una planta de potencia en una embarcación marítima. Dicha planta de potencia comprende al menos un cuadro de distribución y dicho cuadro de distribución incluye al menos un dispositivo de conmutación, tal como un disyuntor. El sistema comprende además al menos un consumidor; Los consumidores típicos incluyen dispositivos de propulsión como los propulsores y hélices, y el timón. Dicho sistema incluye, además, al menos un generador de potencia que suministra potencia eléctrica, y por medio de esa energía de suministro, a dicho cuadro de distribución, y al menos un dispositivo de almacenamiento de energía acoplado al cuadro de distribución. Por acoplado, aquí se quiere decir que otros dispositivos o componentes eléctricos pueden estar conectados entre dicho dispositivo de almacenamiento de energía y el cuadro de distribución. Dichos otros dispositivos o componentes eléctricos pueden ser disyuntores, transformadores y convertidores de potencia.

Los dispositivos típicos de almacenamiento de energía incluyen baterías y condensadores. El dispositivo de almacenamiento de energía es capaz de almacenar el exceso de energía del cuadro de distribución, y capaz de abastecer dicha energía almacenada a través del cuadro de distribución a uno o más consumidores acoplados a dicho cuadro de distribución.

Los miembros de la planta de potencia, incluido dicho generador de potencia o una pluralidad de generadores de potencia, dicho dispositivo de almacenamiento de energía o una pluralidad de dispositivos de almacenamiento de

energía, y dicho consumidor o una pluralidad de consumidores están acoplados a una unidad de Control Híbrido Dinámico (DHC). Dicha unidad DHC es capaz de adaptar y controlar cada uno de dichos miembros de la planta de potencia para controlar la asignación y el flujo de potencia y energía en dicho cuadro de distribución. Por ejemplo, la unidad DHC es capaz de elevar el valor de consigna de uno o más generadores de potencia de modo que la potencia (o energía) en exceso a la utilizada por los consumidores, se usa para cargar los dispositivos de almacenamiento de energía, como las baterías. La unidad DHC es además capaz de emitir un comando de inicio a uno o más generadores de potencia que están en estado de espera, de modo que dichos generadores en estado de espera puedan conectarse a la línea. Del mismo modo, la unidad DHC puede emitir comandos para enviar uno o más generadores en línea al estado de espera, si corresponde. La unidad DHC también es capaz de decidir la velocidad de carga y descarga para uno o más dispositivos de almacenamiento de energía.

Dicha unidad DHC comprende además un medio de medición para monitorear una planta de potencia predeterminada y parámetros relacionados con una embarcación, dicha planta de potencia y los parámetros relacionados a una embarcación incluyen las fuerzas, la tensión mecánica, el clima y parámetros marítimos, la velocidad, la aceleración, el rumbo, la tensión, la corriente, la frecuencia, la potencia, la fase y los parámetros del dispositivo de almacenamiento de energía. Dicha unidad de DHC también comprende un medio computacional para calcular y predecir los requisitos de potencia y energía en la planta de potencia para períodos de tiempo variables en el futuro, en base a datos que incluyen; los parámetros monitoreados por los medios de medición, los modelos predeterminados, las tablas de consulta y las tendencias de flujo de energía esperadas relacionadas con uno o más generadores de potencia, uno o más elementos de almacenamiento de energía y uno o más consumidores. Dichos medios computacionales también comprenden un medio de almacenamiento para almacenar o registrar dichos datos. Dicho medio de almacenamiento es, por ejemplo, una memoria digital tal como un disco duro, memoria tipo flash o tipos de memorias o medios de almacenamiento.

El sistema de acuerdo con la presente invención utiliza dichos requisitos de potencia y energía previstos por los medios computacionales para la planificación previa y la asignación de potencia y energía entre uno o más generadores de potencia, uno o más elementos de almacenamiento de energía y uno o más consumidores. En otras palabras, el sistema planifica previamente el escenario de requisito de potencia (y con ello, también de energía) para los eventos futuros y divide dicho escenario en un mínimo de dos categorías diferentes, la primera categoría comprende requisitos de baja frecuencia y la segunda requisitos de alta frecuencia. Los requisitos de potencia de baja frecuencia (o energía) se usan generalmente para regular los valores de consigna de uno o más generadores de potencia, mientras que los requisitos de potencia de alta frecuencia (o energía) se usan para preparar uno o más dispositivos de almacenamiento de energía por adelantado de modo que las condiciones de carga de los regímenes transitorios en el cuadro de distribución o en la red puedan ser manejadas por dicho uno o más elementos de almacenamiento de energía. Al hacer esto, el sistema es capaz de no sólo minimizar la fluctuación de los parámetros de la red, como la tensión y la frecuencia, sino que también puede mantener una carga óptima relativamente constante en los generadores de potencia que funcionan en línea. Por dicha carga óptima, se entienden criterios tales como, la región de operación o el punto de operación de los generadores de potencia donde dichos generadores de potencia son, por ejemplo, eficientes en términos de consumo de combustible, y/o donde el desgaste de dichos generadores de potencia está alrededor del mínimo, y/o donde las emisiones de dichos generadores de energía están alrededor del mínimo. Dichos criterios pueden ser especificados por un operador o usuario del sistema como una de las entradas predeterminadas que el sistema utiliza para adaptar o controlar los miembros de la planta de potencia. El sistema puede utilizar además las mediciones de los medios de medición para monitorear, calcular y actualizar los criterios de optimización para cada uno de los miembros de la planta de potencia.

El sistema también puede calcular, programar y monitorear parámetros tales como la carga de batería requerida, las velocidades de carga/descarga, la cantidad de generadores de potencia que necesitan estar en línea, los valores de consigna de los generadores en línea, el empuje y las limitaciones de carga que deben imponerse a diferentes consumidores, de tal manera que se minimiza el consumo de potencia general en la planta de potencia para cada escenario diferente. El sistema monitorea y actualiza de forma continua dichos parámetros para mantener un funcionamiento eficiente de toda la planta de potencia.

Dado que las fluctuaciones de la red se reducen drásticamente, los requisitos del sistema generador de potencia también se reducen drásticamente. Los generadores de potencia de acuerdo con la presente invención normalmente no requieren manejar condiciones de carga con regímenes transitorios, y pueden operar a una carga constante óptima de modo que el desgaste y la contaminación también se reducen drásticamente. Generalmente y para minimizar los regímenes transitorios, incluyendo la tensión, las variaciones de frecuencia en la planta de potencia y las variaciones de carga en dicho al menos un generador de potencia debido a dichos regímenes transitorios.

El sistema logra además una coordinación inusual entre el sistema de control de carga y el sistema de control de posición /velocidad, de modo que dichos sistemas funcionan juntos en lugar de potencialmente trabajar uno contra el otro como se observa en los sistemas tradicionales.

Por lo tanto, el sistema logra varias ventajas de rendimiento, costo y operación sobre los sistemas tradicionales. El sistema también se puede configurar para funcionar como un sistema tradicional si así se desea.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema para controlar una planta de potencia en una embarcación marítima, para minimizar regímenes transitorios, incluidas la tensión, las variaciones de frecuencia en la planta de potencia y las variaciones de carga en al menos una planta de potencia en el sistema, comprendiendo dicho sistema:

5 al menos un cuadro de distribución que incluye al menos un dispositivo de conmutación y al menos un consumidor; y

dicha al menos una planta de potencia configurada para suministrar energía eléctrica a dicho al menos un cuadro de distribución; y

10 al menos un dispositivo de almacenamiento de energía acoplado al cuadro de distribución capaz de almacenar el exceso de energía del cuadro de distribución, y capaz de suministrar dicha energía almacenada a través del cuadro de distribución a dicho al menos un consumidor;

dicha al menos una planta de potencia, dicho al menos un dispositivo de almacenamiento de energía y dicho al menos un consumidor acoplado a una unidad de Control Híbrido Dinámico (DHC) (220), estando dicha unidad de DHC configurada para controlar el flujo de energía en dicho al menos un cuadro de distribución;

15 comprendiendo además la unidad de DHC:

medios de medición configurados para monitorear una planta de potencia predeterminada y parámetros relacionados con una embarcación; y

20 medios computacionales configurados para calcular y predecir los requisitos de potencia y energía en la planta de potencia para períodos de tiempo variables en el futuro, basados en datos que incluyen, dichos parámetros monitoreados por los medios de medición, modelos predeterminados y tendencias esperadas de flujo de energía relacionadas con dicho al menos un generador de potencia, dicho al menos un elemento de almacenamiento de energía, y dicho al menos un consumidor,

en el que

25 el sistema está configurado para utilizar dichos requisitos de potencia y energía previstos mediante los medios computacionales para la planificación previa y la asignación de potencia y energía entre dicho al menos un generador de potencia, dicho al menos un elemento de almacenamiento de energía y dicho al menos un consumidor para minimizar los regímenes transitorios, incluyendo la tensión, las variaciones de frecuencia en la de potencia y las variaciones de carga en dicho al menos un generador de potencia debido a dichos regímenes transitorios; y en el que

30 el sistema está configurado para transmitir señales de acción directa para funciones que incluyen, dicha predicción, dicha planificación previa y dicha asignación; incluyendo dichas señales de acción directa,

demanda de potencia;

adaptación de los dispositivos de almacenamiento de energía para manejar dichos regímenes transitorios;

adaptación del valor de consigna de dicho al menos un generador de potencia; y

35 establecimiento de la limitación de carga en dicho al menos un consumidor; y

40 **caracterizado porque** el sistema comprende además un módulo de Optimización de Asignación de Empuje (212) y un módulo de Adición de Demanda de Fuerza (203), que está configurado para resolver un problema de optimización, utilizando una señal de demanda de fuerza de baja frecuencia calculada por dicho módulo de Adición de Demanda de Fuerza, para calcular posteriormente un valor de demanda de potencia de baja frecuencia para dicho dispositivo de propulsión; y dicho valor de demanda de potencia de baja frecuencia se transmite posteriormente como una señal de acción directa para dicha planificación previa y dicha asignación de potencia y energía en la planta de potencia y

45 en el que dicha unidad DHC comprende además una Unidad de Control de Energía (213), configurada para calcular un valor de rampa de carga máxima disponible (kW/s) basado en el estado de dicho al menos un dispositivo de almacenamiento de energía y dicha al menos una planta de potencia.

2. Sistema de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dichos requisitos de potencia y energía previstos por los medios computacionales se usan adicionalmente en el sistema para asignar y adaptar el flujo de energía entre dicha al menos una planta de potencia, dicho al menos un elemento de almacenamiento de energía y dicho al menos un consumidor, de modo que se minimiza el consumo total de energía en dicha planta de potencia.

3. Sistema de acuerdo con las reivindicaciones 1 y 2, en el que dicho dispositivo de almacenamiento de energía es una batería.
4. Sistema de acuerdo con las reivindicaciones 1 y 2, en el que dicho dispositivo de almacenamiento de energía es un condensador.
- 5 5. Sistema de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dichos medios computacionales y de medición comprenden, al menos parcialmente, un sistema de Predicción de Carga Dinámica.
6. Sistema de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicho al menos un consumidor incluye un dispositivo de propulsión, como un propulsor y una hélice, y un timón.
- 10 7. Sistema de acuerdo con las reivindicaciones 1, 2 y 6, en el que dicho al menos un consumidor está adaptado mediante un módulo de control individual asociado con cada uno de los consumidores.
8. Sistema de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicha unidad DHC comprende al menos parcialmente un sistema de posicionamiento dinámico, DP.
- 15 9. Sistema de acuerdo con las reivindicaciones 1 y 2, en el que el sistema también comprende un Módulo de Asignación de Empuje (211), estando dicho Módulo de Asignación de Empuje configurado para resolver uno o más problemas de optimización no lineal para calcular parámetros que incluyen, cantidad de empuje, velocidad de carga y dirección para cada uno de los dispositivos de propulsión, para minimizar dicho consumo total de energía en la planta de potencia.
- 20 10. Sistema de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la unidad DHC comprende un sistema configurado para resolver un problema de optimización basado en una señal de asignación de fuerza emitida por el sistema DP y dicho valor de rampa de carga máxima disponible, y luego emitir una señal de comando para dicho dispositivo de propulsión de manera que dicha señal de comando para dichos dispositivos de propulsión siempre esté armonizada con dicha señal de rampa de carga máxima disponible.
- 25 11. Sistema de acuerdo con la reivindicación 10, en el que dicha señal de acción directa relacionada con el valor de demanda de potencia de baja frecuencia es utilizada por la Unidad de Control de Energía para adaptar la carga base para dicho al menos un generador de potencia.
12. Sistema de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el sistema también comprende un Módulo de Ley de Control (210), configurado para convertir el valor de rampa de carga máxima disponible en un valor máximo de sacudida, y dicho valor máximo de sacudida se usa adicionalmente para adaptar los valores de ganancia dentro de dicho Módulo de Ley de Control para evitar la inestabilidad del controlador en dicho Módulo de Ley de Control.
- 30 13. Sistema de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el sistema también comprende una Unidad de Control de Carga del Estado de Carga para dicho al menos un dispositivo de almacenamiento de energía, configurado para emitir una señal de Estado de Carga (SOC) de batería, en el que el sistema está configurado para usar dicha señal de SOC y dichos requisitos de energía pronosticados por los medios computacionales para adaptar el valor de consigna o la carga base de dicho al menos un generador de potencia.
- 35 14. Sistema de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que las señales de acción directa, que también comprenden señales de acción directa de alta frecuencia, se utilizan para asignar condiciones de carga con regímenes transitorios a dicho al menos un dispositivo de almacenamiento de energía.
- 40 15. Sistema de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicha predicción de requisitos de potencia y energía incluye modelos, tablas de consulta y perfiles de consumo de energía para dicho al menos un consumidor en diferentes condiciones de operación.
16. Sistema de acuerdo con la reivindicación 15, en el que dichos modelos, tablas de consulta y perfiles se actualizan a intervalos de tiempo predeterminados para mejorar la precisión o validez de dichos modelos, tablas de consulta y perfiles.

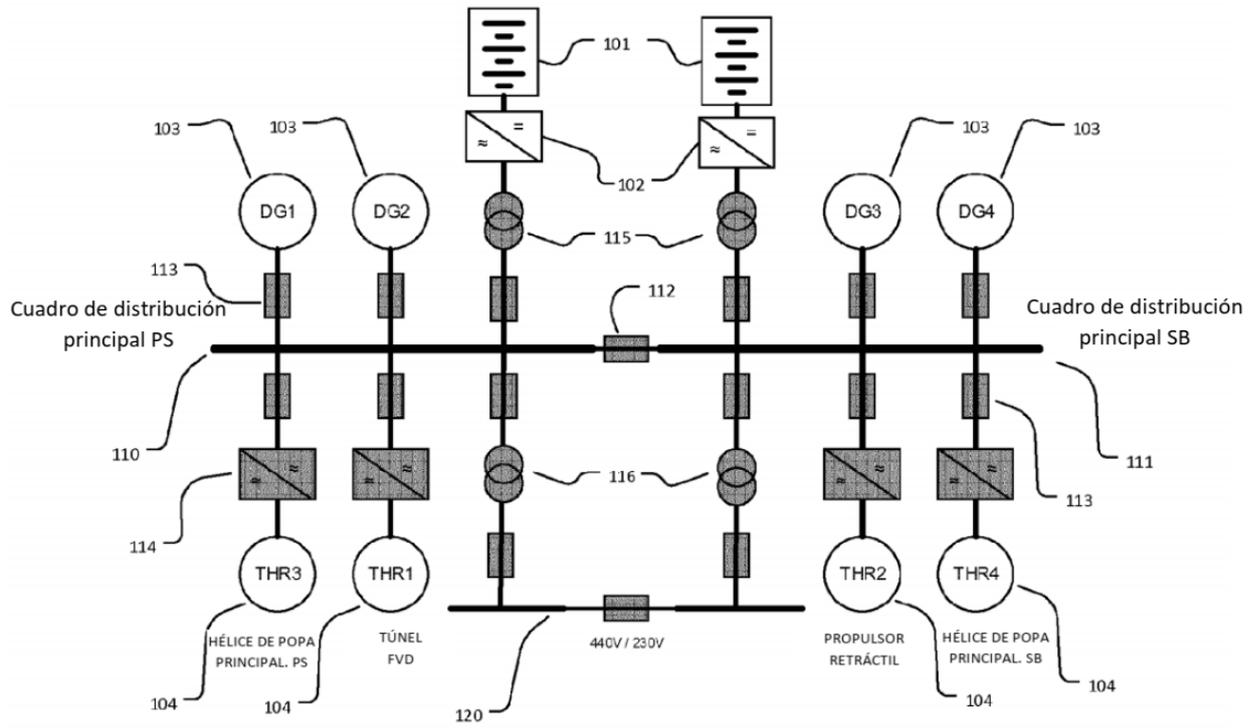


Figura 1

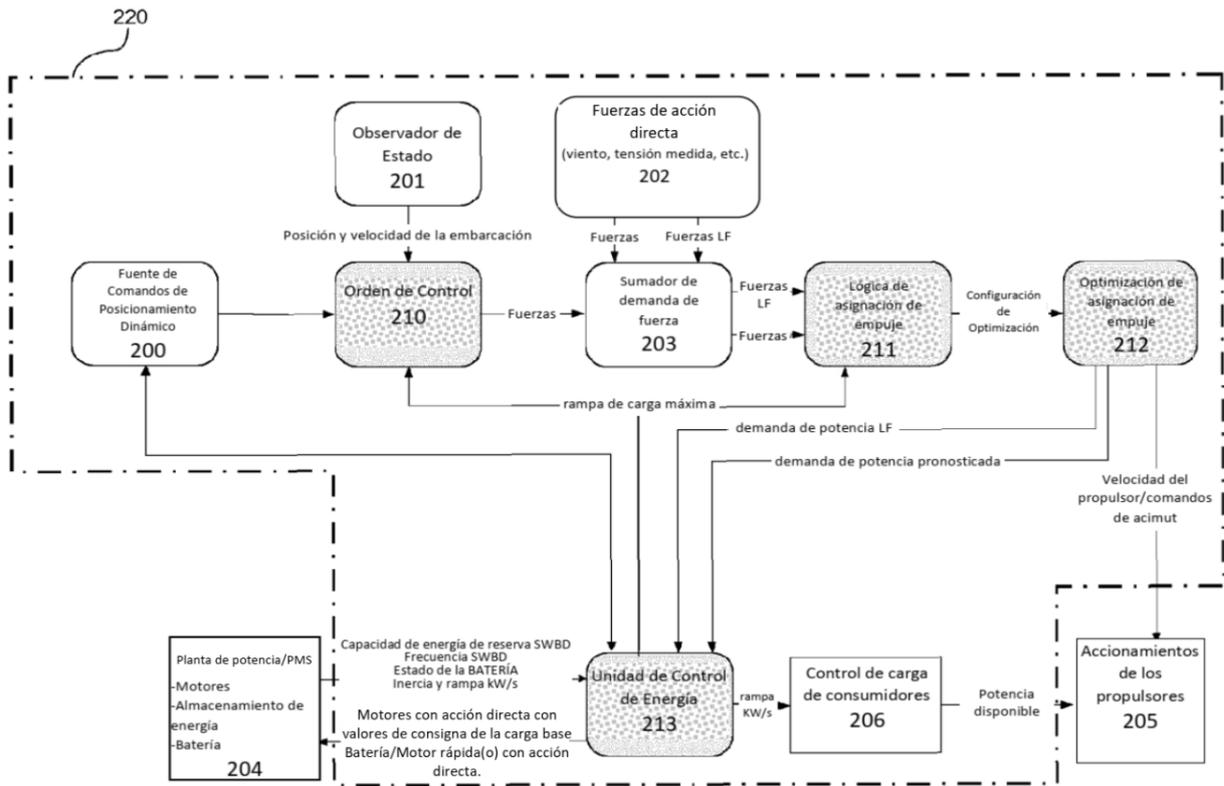


Figura 2

Manejo de la acción directa en DHC

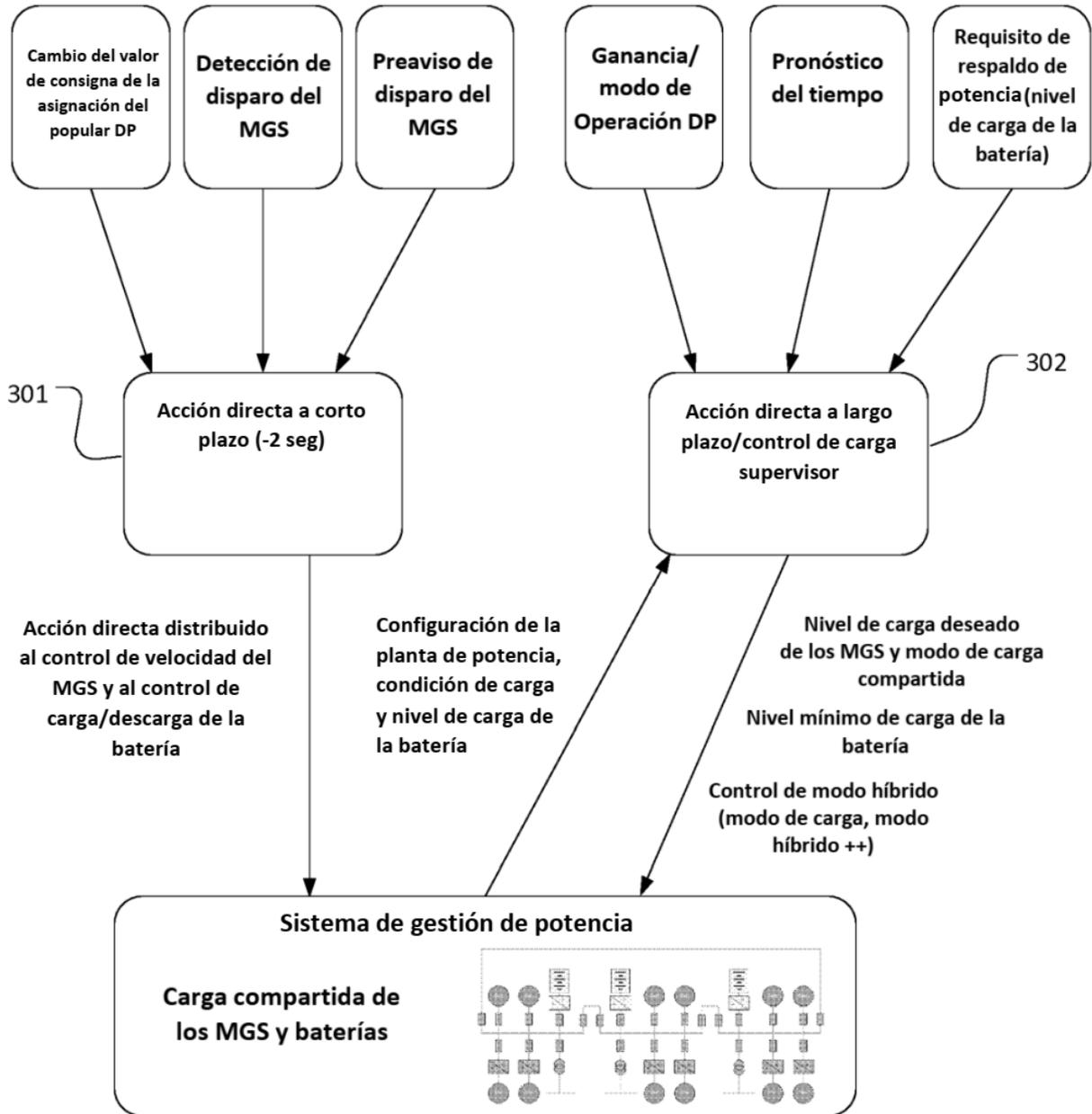


Figura 3

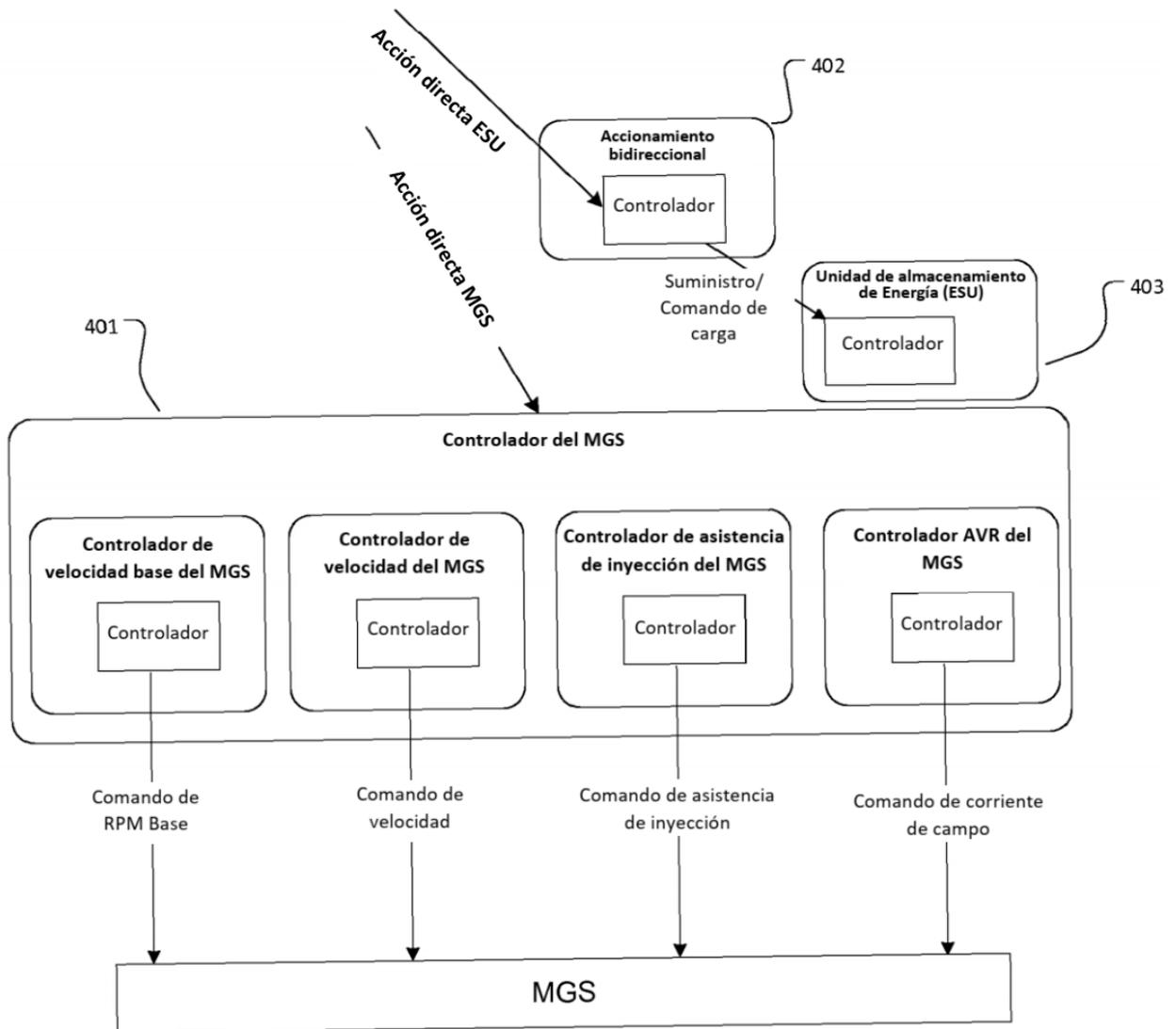


Figura 4