(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 813 951**

(51) Int. CI.:

H02J 3/14 (2006.01)
B63H 23/24 (2006.01)
B63H 21/21 (2006.01)
G05F 1/10 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **02.05.2013 PCT/EP2013/059120**

(87) Fecha y número de publicación internacional: **07.11.2013 WO13164392**

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.05.2013 E 13721949 (9)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.06.2020 EP 2856599**

(54) Título: **Sistema de control predictivo**

(30) Prioridad:

03.05.2012 NO 20120507

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
25.03.2021

(73) Titular/es:

KONGSBERG MARITIME AS (100.0%)
Postboks 111
3191 Horten, NO

(72) Inventor/es:

MATHIESEN, EIRIK;
REALFSEN, BJØRNAR;
JØRGENSEN, OLE HENRIK y
JOHANNESSEN, PETTER FAUGSTAD

(74) Agente/Representante:

GONZÁLEZ PECES, Gustavo Adolfo

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

Sistema de control predictivo

La invención es un procedimiento para reducir las variaciones de frecuencia y/o tensión que se inducen por las variaciones en la carga de grandes consumidores o fallas en los equipos y cambios controlados en un sistema de distribución de energía en la marina.

Campo de la invención

La presente invención se refiere a un procedimiento para reducir las variaciones de frecuencia y/o tensión en la distribución de energía mediante el uso de cambios de carga futuros previstos usados como control anticipado para sistemas de control de velocidad/energía en un Grupo Motor Generador (MGS), o un sistema de asistencia de turborreactor para el motor, o un Regulador de Tensión Automático (AVR) en el generador.

Antecedentes de la invención

Un sistema de energía ampliamente utilizado hoy en día en la marina es el diésel-eléctrico, lo que significa que los propulsores y/o las hélices se accionan con electricidad y que la energía se proporciona por grupos motor generador accionador por motores diésel, celdas de combustible, turbinas de gas, motores de combustible dual, etc. La forma más común de realizar el control de velocidad en un MGS es mediante un regulador con ajuste del punto de ajuste desde un Sistema de Gestión de Energía (PMS) general o realizarlo todo mediante el propio PMS. La energía se toma de una planta de energía con muchos consumidores, donde los propulsores normalmente son los dominantes. Normalmente se requiere una alta cantidad de MGS para conectarse a la planta de energía para mantener una frecuencia y/o tensión estables en la ocurrencia de variaciones de carga del consumidor, por ejemplo, compensación de elevación eléctrica, trabajo de tracción, cabrestante, grúa y propulsores o reconfiguración repentina del sistema de distribución. Las variaciones de frecuencia y/o tensión pueden ser fatales para el sistema de energía y pueden provocar un corte brusco de energía, caída de subsistemas y problemas de sincronización para los generadores que se conectan a la red de energía y el aumento del consumo de combustible. La industria de alta mar ha deseado por muchos años reducir la cantidad de MGS en línea sin aumentar el riesgo de variaciones de frecuencia y/o tensión y un potencial corte brusco de energía, pero no se ha proporcionado una solución sustancial para este problema. Existen varios beneficios al reducir la cantidad de MGS en línea, como la reducción de las emisiones de NOx, la reducción del hollín, la reducción del consumo de combustible y la reducción del mantenimiento de los motores.

Los sistemas para manejar la carga y el suministro de energía para compensar las variaciones en la carga se conocen en el campo, como se ejemplifica en el documento US2006/111855 donde la energía puede ser redirigida desde el propulsor, por ejemplo, para compensar la elevación, y en el documento US2008/284369 donde el suministro de energía se controla con base en la información sobre el par en los motores y, por ejemplo, las señales de un sistema de control de posicionamiento dinámico. De esta manera, los sistemas conocidos son reactivos en el sentido de que se relacionan con la medición de desviaciones ya ocurridas y se relacionan con los requisitos de energía detectados, así, por ejemplo, un aumento simultáneo en la carga de uno o más consumidores puede exceder la tasa de aumento de energía disponible y así resultar en una reducción de la frecuencia del sistema. El documento US2008/058998 también muestra un ejemplo de esto donde el sistema es capaz de encontrar, a partir de datos medidos, si un sistema es capaz de soportar una carga eléctrica con base en un perfil de niveles de umbral predeterminados.

La invención propuesta resuelve el problema de las variaciones significativas de frecuencia y/o tensión cuando se reduce el número de MGS en línea con el uso del equipo normalmente instalado en una embarcación, como se describe en las reivindicaciones acompañantes.

La presente invención presenta, de esta manera, formas de integrar los cambios de carga generales previstos en grandes consumidores u otra reconfiguración repentina del sistema de distribución junto con el sistema de control de velocidad/energía/tensión, combinado con métodos para predecir variaciones de carga de una manera nunca antes hecha.

Ninguna de las soluciones conocidas aborda el hecho de que el control anticipado del cambio de carga total previsto se puede usar para obtener una frecuencia y/o tensión más estable, en comparación con la compensación de retroalimentación tradicional.

La invención se define por las reivindicaciones adjuntas y se describirá con más detalle a continuación con referencia a los dibujos acompañantes que ilustran la invención a modo de ejemplos.

La Figura 1 ilustra la parte de predicción y distribución de la invención.

La Figura 2 ilustra el uso de los valores de control anticipado previstos en el control del MGS.

Descripción detallada.

La invención se relaciona con un procedimiento y un sistema como se ilustra en las figuras 1 y 2 para la Predicción de Carga Dinámica (DLP) dentro de un sistema de gestión de energía. El sistema DLP comprende preferentemente una cantidad de funciones de predicción 120.1-6, una función global de asignación de carga prevista 121 con una distribución de valores de control anticipado y un controlador de MGS 122.

El objetivo de las funciones de predicción es predecir el cambio de carga para el MGS. Una de estas predicciones puede ser, por ejemplo, el cambio de carga debido a un cambio de velocidad planificado de la embarcación, el cual puede calcularse mediante el sistema de control de DP 120.1 con base en la demanda de fuerza resultante en cada uno de los ejes controlados para lograr la velocidad deseada de la embarcación. La carga prevista puede ser una predicción a corto o largo plazo (descrita en detalles a continuación).

La predicción a corto plazo puede usarse para aumentar / disminuir instantáneamente el período típico del MGS de 1 segundo, las predicciones típicas a largo plazo de 10-30 segundos pueden usarse para permitir desviaciones de frecuencia / tensión que se compensarán con un aumento / disminución de carga posterior.

Otro posible cambio previsto puede relacionarse con un cambio en la carga del MGS debido a un cambio del punto de ajuste en cualquiera de los grandes consumidores dinámicos 120.2, como grúas, compensación de elevación, perforación y/o una palanca manual del propulsor. Como ejemplo, una palanca manual puede enviar señales tanto al controlador del propulsor como a la función de predicción de cambio del punto de ajuste 120.2 que predice la acción y la amplitud del cambio pretendido. El apagado del MGS / la limitación de carga / el disparo del interruptor del generador, o conjuntor, que predicen la cantidad de carga adicional en el MGS 120.3 restante también pueden incluirse en el sistema de acuerdo con la invención, así como el control de arranque de grandes consumidores que predice la carga necesaria para el arranque de un consumidor 120.4.

También se puede usar la desconexión de carga prevista, que predice la cantidad de carga que se reducirá cuando un consumidor se dispara 120.5

El patrón de cualquier carga cíclica, por ejemplo, la compensación de elevación, reconocerá el consumo de carga y este patrón se usa para una predicción de escala de mayor duración dentro de la función de reconocimiento de patrón 120.6

La función de reconocimiento de patrón se usa para permitir que el sistema opere con una desviación de frecuencia / tensión, si se tiene un aumento / disminución de carga en el futuro que se compensará con la desviación de frecuencia / tensión. El reconocimiento de patrón también puede usarse para predecir un control anticipado antes de que cambie la carga actual. Como ejemplo, el sistema puede experimentar una frecuencia de operación reducida debido a una carga alta, pero decide no aumentar la energía generada porque la predicción muestra que la carga disminuirá dentro de un intervalo de tiempo aceptable y la frecuencia de operación volverá así a la normalidad. De esta forma, la generación de energía será estable y se reducirá el uso innecesario del sistema, así como también la contaminación.

De esta forma, los medios y la naturaleza de las predicciones en sí mismas pueden diferir en función del consumidor, desde los horarios planificados hasta las evaluaciones de las condiciones y el desgaste del equipo. El consumo de energía previsto puede determinarse en un horizonte de tiempo largo o corto, por ejemplo, como en una compensación de elevación (a largo plazo), o como un aumento único en el consumo (a corto plazo), por ejemplo, como resultado de una falla o el apagado de un generador.

Los cambios de carga previstos se envían además a la función de asignación de carga prevista 121, donde los cambios de carga previstos totales de todas las funciones de predicción individuales (120.1-6) se suman, verifican y distribuyen como valores de control anticipado a cada MGS afectado de acuerdo con el estado de la configuración del tablero de mando recibido desde el sistema de gestión de energía 123, incluido el suministro de energía de los consumidores relevantes.

El estado de la configuración del tablero de mando enviado de 123 a 121 proporcionará información sobre las combinaciones disponibles de propulsores y generadores, etc., así, por ejemplo, proporcionará información sobre qué generadores pueden suministrar energía a cada uno de los consumidores.

Cada valor de control anticipado puede enviarse además a una curva de consulta o tabla relacionada con la relación combustible / rpm / kW en un sistema de bus de CC para ajustar las rpm base en un MGS de rpm variable para lograr el par necesario, que se maneja por un Controlador de Velocidad Base del MGS 122.1. También puede enviarse al sistema de control de energía /velocidad para cada MGS, donde el valor se agrega como una contribución de carga adicional 122.2 y/o al sistema de asistencia de turborreactor para mejorar la respuesta del motor 122.3 y/o al sistema generador AVR para mejorar la respuesta de tensión 122.4.

Predicción de carga del propulsor en DP, 120.1

El sistema DP utiliza un generador de trayectoria jerk constante para calcular los puntos de ajuste de posición, velocidad y aceleración para el controlador DP. El generador de trayectoria jerk es un procedimiento bien conocido, por ejemplo, descrito en Haschke y otros, "On-line Planning of Time-Optimal, Jerk-Limited Trajectories" Conferencia IROS, Niza 2008. Un aumento del punto de ajuste de velocidad conducirá a un cambio en la aceleración de la

embarcación. Esta demanda de aceleración se convierte en energía y se envía al DLP. El generador de trayectoria proporciona un progreso de aceleración bien definido y es bien adecuado para calcular las demandas futuras a largo plazo.

Una embarcación posicionada por DP que navega a la deriva lejos del punto de ajuste de posición tendrá una demanda de energía creciente hasta que deje de irse a la deriva y la embarcación se mueva nuevamente hacia el punto de ajuste de posición. El sistema de control de DP puede estimar mediante la predicción del modelo el uso máximo de energía para cuando está a la deriva, y puede dar este resultado al DLP.

El sistema de control de DP también puede predecir la demanda de carga con base en las mediciones ambientales, por ejemplo, la velocidad y dirección del viento que pueden afectar la posición y/o el movimiento de la embarcación, esta es una predicción típica a corto plazo.

El sistema de control de DP también puede ejecutar un análisis que simula un corte brusco de energía en las secciones del tablero de mando y/o la pérdida de propulsores. Este análisis es obligatorio en todas las embarcaciones de DP clase 2 y 3. El análisis estimará el uso de energía en las secciones restantes del tablero de mando cuando hay un corte brusco de energía en una sección del tablero de mando. El análisis también puede calcular el cambio en la demanda de carga en caso de pérdida de los propulsores. Esto se puede enviar al DLP, de modo que la función de asignación de carga prevista 121 conocerá al instante la demanda de energía cuando un corte brusco de energía / pérdida de propulsor se detecte en una sección del tablero de mando.

Así, para resumir, la invención se refiere a un sistema para reducir las variaciones de frecuencia y/o tensión en el sistema de distribución de energía. El sistema comprende una unidad de control de energía que se conecta al menos a un generador de energía y al menos a un consumidor, el sistema de control de energía que se adapta para monitorear la carga medida en el sistema desde dicho al menos un generador de energía y el consumo de energía de dicho al menos un consumidor. El sistema también incluye un sistema de asignación de predicción que se adapta para recibir información de cada consumidor. Esta información se relaciona con el consumo de energía planificado o previsto y el sistema se adapta, de esta manera, para calcular el consumo de energía esperado del sistema y suministrar el consumo de energía asignado a un controlador del sistema motor generador (MGS).

El sistema de asignación de predicción también se adapta para recibir información del sistema de gestión de energía sobre el estado de la configuración del tablero de mando y la información relacionada con los generadores de energía y propulsores disponibles. De esta manera, la energía disponible requerida puede asignarse de acuerdo con la información sobre los generadores disponibles conectados a los consumidores específicos.

El sistema incluye preferentemente un sistema de control de posicionamiento dinámico, en el que el sistema de control de posicionamiento dinámico se adapta para definir la fuerza convertida en carga con base en un cambio de velocidad o aceleración. El sistema de energía se adapta para ajustar la velocidad en el motor diésel y/o activar el sistema de asistencia de turborreactor, con base en la contribución del control anticipado de carga previsto. De esta manera, la variación total de frecuencia / tensión puede reducirse en función de las variaciones de carga forzadas por los propulsores u otros grandes consumidores controlados dinámicamente.

La información prevista puede representar diferentes consumidores y generadores en el sistema, por ejemplo, un sistema de control de posicionamiento dinámico, un posible apagado del generador, un disparo del interruptor, sistemas de desconexión de carga e incluir información tal como un cambio del punto de ajuste de al menos un consumidor de energía, cargas que varían en el tiempo o periódicas, operaciones de controles manuales o de apagado planificado en consumidores, generadores, tableros de mando, etc, reducir o aumentar la energía disponible en el sistema. Esto puede realizarse a corto plazo (por ejemplo, 1 segundo) o a largo plazo (por ejemplo, más de 20 segundos) en función de la situación y el consumidor.

El consumo de energía previsto calculado es preferentemente una suma del consumo previsto de cada consumidor que se asigna al controlador del motor generador. Si la energía prevista es una tabla o curva que varía en el tiempo, los valores de las predicciones individuales, escalonadas y variables en el tiempo se suman en una tabla o curva que indica el consumo de energía anticipado con relación a una escala de tiempo.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema para reducir la variación de frecuencia o tensión en el sistema de distribución de energía de una embarcación marina, comprendiendo el sistema:

un sistema de control de Posicionamiento Dinámico (DP) (120.1);

una función de reconocimiento de patrón (120.6);

una unidad de control de energía que se conecta al menos a un generador de energía (G) y al menos a un consumidor que incluye al menos un propulsor u otros grandes consumidores controlados dinámicamente (120.1, 120.4), estando la unidad de control de energía adaptada para monitorear una carga medida en el sistema de dicho al menos un generador de energía (G) y el consumo de energía de dicho al menos un consumidor;

un sistema de asignación de predicción (121) adaptado para recibir información de cada consumidor relacionada con un consumo de energía planificado o previsto y calcular el consumo de energía esperado del sistema, y suministrar el consumo de energía asignado a un controlador del sistema motor generador (MGS) (122) para aumentar o disminuir la generación de energía con base en el consumo de energía planificado o previsto para reducir la variación de frecuencia total en función de las variaciones de carga forzadas por dicho al menos un consumidor;

caracterizado porque el sistema de control de DP está adaptado para calcular un cambio en la carga de dicho al menos un propulsor (120.1) u otros grandes consumidores controlados dinámicamente (120.4) con base en una demanda de fuerza relacionada con al menos uno de los ejes controlados de una embarcación marina;

porque la función de reconocimiento de patrón (120.6) está configurado para utilizar un patrón de consumo de carga de una carga cíclica y

porque el sistema está configurado para reducir, a través del sistema de asignación de predicción (121) y el MGS, al menos una de las variaciones de frecuencia y tensión en el sistema de distribución de energía en la embarcación marina.

2. Un sistema de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el sistema de asignación de predicción (121) también está adaptado para recibir información de un tablero de mando del sistema de gestión de energía (123) que incluye información relacionada con generadores de energía (G) y propulsores disponibles, asignando así la energía disponible de acuerdo con los generadores disponibles.

3. Un sistema de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el sistema de control de DP está adaptado para definir la fuerza convertida en carga con base en un cambio de velocidad o aceleración, y dicha unidad de control de energía está adaptada para ajustar la velocidad en el motor diésel y/o activar el sistema de asistencia de turborreactor, con base en el control anticipado de carga previsto.

4. Un sistema de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la información prevista representa un cambio en el punto de ajuste (120.2) de al menos un consumidor de energía.

5. Un sistema de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la información prevista está relacionada con un apagado del generador que reduce la energía disponible en el sistema.

6. Un sistema de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la predicción está en una escala de tiempo de 1 segundo que indica cambios a corto plazo en el sistema.

7. Un sistema de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la predicción incluye un consumo de energía variable en el tiempo, por ejemplo, una variación periódica en la carga.

8. Un sistema de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el consumo previsto se usa para ajustar un rpm base en una máquina de rpm variable de riel común en un sistema de bus de CC, lo que permite que la máquina suministre el par necesario.

9. Un sistema de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el cálculo incluye una suma de los requisitos de energía previstos.

10. Un sistema de acuerdo con la reivindicación 9, en el que la suma resulta en una curva o tabla que incluye el consumo de energía previsto con relación al tiempo.

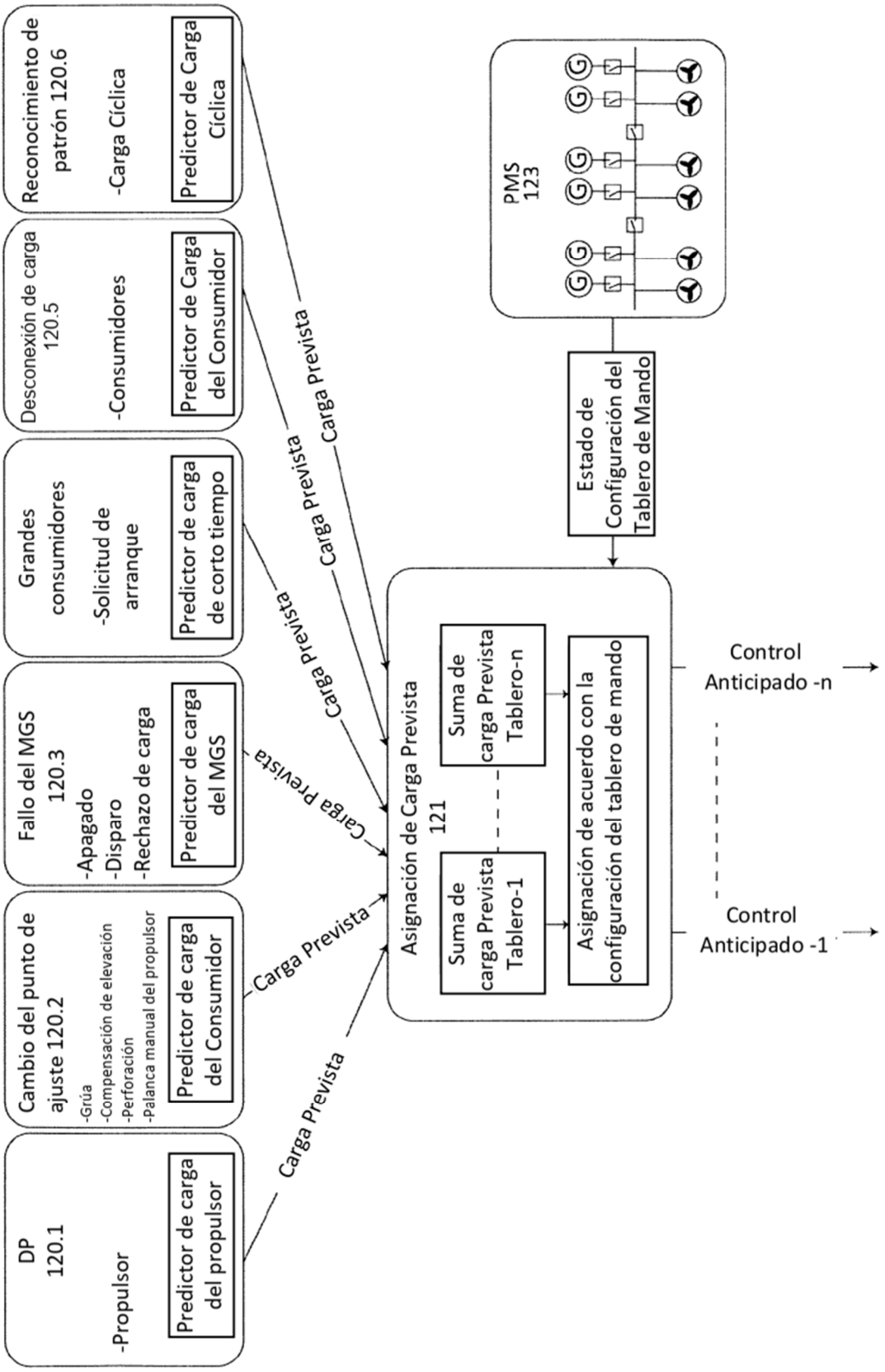
DP
120.1
-Propulsor
Predictor de carga del propulsor
Cambio del punto de ajuste 120.2
-Grúa
-Compensación de elevación
-Perforación
-Palanca manual del propulsor
Predictor de carga del Consumidor
Fallo del MGS
120.3
-Apagado
-Disparo
-Rechazo de carga
Predictor de carga del MGS
Grandes consumidores
-Solicitud de arranque
Predictor de carga de corto tiempo
Desconexión de carga
120.5
-Consumidores
Predictor de Carga del Consumidor
Reconocimiento de patrón 120.6
-Carga Cíclica
Predictor de Carga Cíclica
Carga Prevista
Asignación de Carga Prevista
121
Suma de carga Prevista Tablero-1
Suma de carga Prevista Tablero-n
Asignación de acuerdo con la configuración del tablero de mando
Estado de Configuración del Tablero de Mando
PMS
123
Control Anticipado -n
Control Anticipado -1

Figura 1

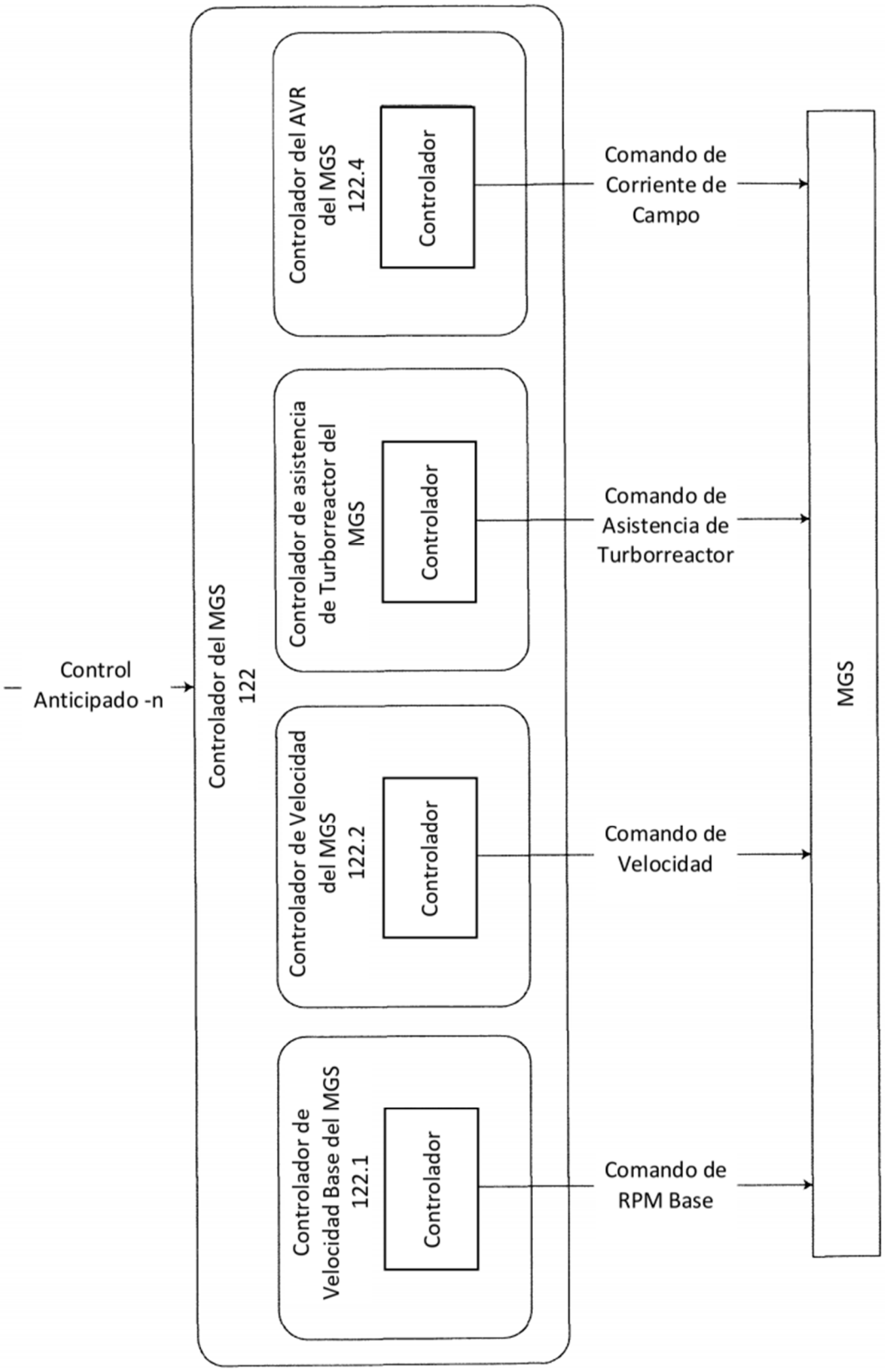
Control Anticipado -n
Controlador del MGS 122
Controlador del AVR del MGS 122.4
Controlador
Controlador de asistencia de Turborreactor del MGS
Controlador
Controlador de Velocidad del MGS 122.2
Controlador
Controlador de Velocidad Base del MGS 122.1
Controlador
Comando de Corriente de Campo
Comando de Asistencia de Turborreactor
Comando de Velocidad
Comando de RPM Base
MGS

Figura 2