

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 433 373**

51 Int. Cl.:

H02P 9/04 (2006.01)
B60K 6/48 (2007.01)
B60L 11/12 (2006.01)
B60W 10/06 (2006.01)
B60W 20/00 (2006.01)
F01N 11/00 (2006.01)
B60L 11/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.06.2007 E 07720049 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.08.2013 EP 2035270**

54 Título: **Procedimiento, aparatos, señales y medios, para la selección de las condiciones de funcionamiento de un grupo generador**

30 Prioridad:

26.06.2006 US 816503 P

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

10.12.2013

73 Titular/es:

MOSAID TECHNOLOGIES INC. (100.0%)
11 Hines Road, Suite 203
Ottawa, ON K2K 2X1, CA

72 Inventor/es:

LIU, WEI y
BOUCHON, NICOLAS LOUIS

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 433 373 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

Procedimiento, aparatos, señales y medios, para la selección de las condiciones de funcionamiento de un grupo generador

Antecedentes de la invención

5 1. Campo de la invención

La presente invención se refiere, en general, a la selección de las condiciones de funcionamiento de un motor acoplado a un generador de energía eléctrica para la generación de energía eléctrica.

2. Descripción de la técnica relacionada

10 El documento US 2004/0254695 desvela un aparato de selección de las condiciones de funcionamiento de un grupo generador que comprende las características del preámbulo de las reivindicaciones 1 y 15.

15 Los avances en la tecnología de motores y vehículos híbridos han reducido continuamente las emisiones de contaminantes peligrosos. Los vehículos híbridos que tienen un motor que acciona un generador (grupo generador) producen emisiones tales como óxidos de nitrógeno, monóxido de carbono, hidrocarburos, y partículas. Cada emisión tiene una dependencia característica de un nivel de salida de potencia del generador, y una velocidad de rotación del motor. Adicionalmente, dado el clima actual de altos precios de los combustibles fósiles, hay un deseo correspondiente en reducir el consumo de combustible del motor, reduciendo de este modo el coste de funcionamiento del grupo generador.

20 En particular, en los vehículos híbridos eléctricos en los que el grupo generador puede suministrar energía eléctrica para alimentar a un motor eléctrico de tracción y/o un cargador para la carga de una batería de almacenamiento, la elección de los puntos de funcionamiento para el vehículo que minimicen el consumo de combustible mientras simultáneamente minimizan las emisiones u otras condiciones de funcionamiento, es un problema multivariable y la selección de los puntos de funcionamiento para el grupo generador implica normalmente un compromiso entre varias emisiones y consumo de combustible para satisfacer un criterio deseado.

25 Continúa existiendo la necesidad de mejores procedimientos y aparatos para la selección de los puntos de funcionamiento de un grupo generador, para su uso en vehículos híbridos y otras aplicaciones.

Sumario de la invención

30 De acuerdo con un aspecto de la invención se proporciona un aparato para la selección de las condiciones de funcionamiento del grupo de generador, incluyendo el grupo generador un motor acoplado a un generador de energía eléctrica, teniendo el grupo generador una pluralidad de puntos de funcionamiento, incluyendo cada uno un valor de la velocidad del motor y un valor de la salida de potencia eléctrica del generador, y teniendo una pluralidad de valores de coste asociados con el funcionamiento del grupo generador en puntos de funcionamiento respectivos. El aparato incluye provisiones para la selección de un conjunto de puntos de funcionamiento de entre la pluralidad de puntos de funcionamiento, de modo que se minimice una suma de los valores de coste asociados con los puntos de funcionamiento en el conjunto y de modo que los valores de la velocidad del motor y de la salida de potencia eléctrica del generador de los puntos de funcionamiento en el grupo se incrementen o disminuyan monótonamente.

35 El aparato puede incluir provisiones para la asignación de una ponderación a cada uno de los valores de salida de potencia de modo que los valores de coste que correspondan a valores de salida de potencia más frecuentemente demandados tengan asignada una ponderación más alta en la suma de los valores de coste que los valores de coste correspondientes a los valores de salida de potencia eléctrica menos frecuentemente demandados.

40 Las provisiones para asignación de la ponderación pueden incluir provisiones para la asignación de una ponderación más grande a valores de salida de potencia eléctrica próximos al punto medio de un intervalo de valores de salida de potencia que el generador sea capaz de suministrar.

45 El aparato puede incluir provisiones para la generación de un registro de demandas recibidas para salida de potencia durante el funcionamiento del grupo generador durante un período de tiempo, y las provisiones para la asignación de las ponderaciones pueden incluir provisiones para la asignación de la ponderación más grande a los valores de salida de potencia más frecuentemente utilizados.

Las provisiones para la generación del registro pueden incluir provisiones para la actualización de las ponderaciones mientras funciona el grupo generador, y las provisiones para la selección pueden configurarse funcionalmente para seleccionar un nuevo conjunto de puntos de funcionamiento cuando las ponderaciones han sido actualizadas.

50 Las provisiones para la selección pueden incluir provisiones para aplicar sucesivamente un algoritmo de programación dinámica para seleccionar conjuntos de puntos de funcionamiento en valores de salida de potencia sucesivos dentro de un intervalo de salidas de potencia que el generador es capaz de proporcionar, y provisiones para la selección de un conjunto de puntos de funcionamiento correspondientes a al menos un valor de salida de

potencia en el intervalo como el conjunto minimizado de puntos de funcionamiento para el grupo generador.

5 Las provisiones para la aplicación del algoritmo de programación dinámica pueden incluir provisiones para la producción de una primera pluralidad de las sumas de valores de coste a un primer valor de salida de potencia, provisiones para la memorización de un resultado de al menos una de la primera pluralidad de las sumas, y provisiones para el uso de al menos algunos de los resultados memorizados para producir una suma adicional de valores de coste a un valor de salida de potencia posterior.

10 Las provisiones para la selección pueden incluir provisiones para la localización de un valor de coste mínimo en cada valor de salida de potencia y las provisiones para la aplicación de modo sucesivo del algoritmo de programación dinámica pueden incluir provisiones para producir primero las sumas de los valores de coste que corresponden al valor de coste mínimo en cada valor de salida de potencia sucesivo.

Las provisiones para la localización del valor de coste mínimo pueden incluir provisiones para la realización de una técnica de búsqueda de la sección dorada.

15 El aparato puede incluir provisiones para la recepción de una demanda para suministrar potencia en un valor de salida de potencia demandado y provisiones para el funcionamiento del grupo generador en un punto de funcionamiento entre el conjunto de puntos de funcionamiento que corresponden al valor de salida de potencia demandado.

20 El grupo generador se puede usar para generar energía eléctrica para su uso en un vehículo eléctrico híbrido y las provisiones para la recepción de la demanda pueden incluir provisiones para recibir una demanda de suministro de potencia a al menos uno de entre un motor de tracción, un cargador operativo para cargar un elemento de almacenamiento, y un accesorio asociado con el vehículo híbrido.

Las provisiones para la recepción de la demanda para suministrar potencia al cargador pueden incluir medios para la recepción de una demanda para suministrar potencia al cargador mientras el vehículo eléctrico híbrido permanece estacionario.

25 El elemento de almacenamiento puede incluir al menos uno de entre una batería de almacenamiento, un condensador y un volante de inercia eléctricamente acoplado.

Las provisiones para la recepción de la demanda para suministrar potencia al motor de tracción pueden incluir provisiones para la recepción de una señal de tracción desde el pedal del operador que representa una potencia de tracción deseada para su suministro por el motor de tracción a las ruedas del vehículo híbrido.

30 El elemento de accionamiento puede ser operativo para suministrar al menos una primera parte de la potencia de tracción deseada, y la demanda puede incluir una demanda de una segunda parte de la potencia de tracción deseada.

Las provisiones para la recepción de la demanda para suministro de potencia al cargador pueden incluir provisiones para la recepción de una señal de carga desde un controlador del elemento de almacenamiento, siendo producida la señal de carga en respuesta a un estado de carga asociado con el elemento de almacenamiento.

35 El aparato puede incluir provisiones para la recepción de una pluralidad de valores de coste.

El aparato puede incluir provisiones para la selección de un nuevo conjunto de puntos de funcionamiento en respuesta a la recepción de la pluralidad de valores de coste.

Las provisiones para la selección pueden incluir provisiones para la selección del conjunto de puntos de funcionamiento del grupo generador previamente al funcionamiento del grupo generador.

40 De acuerdo con otro aspecto de la invención, se proporciona un aparato para la selección de las condiciones de funcionamiento del grupo generador, incluyendo el grupo generador un motor acoplado a un generador de energía eléctrica, teniendo el grupo generador una pluralidad de puntos de funcionamiento incluyendo cada uno, un valor de la velocidad del motor y un valor de la salida de potencia eléctrica del generador, y teniendo una pluralidad de valores de coste asociados con el funcionamiento del grupo generador en puntos de funcionamiento respectivos. El aparato incluye un circuito procesador operativo para seleccionar un conjunto de puntos de funcionamiento de entre la pluralidad de puntos de funcionamiento, de modo que se minimice una suma de los valores de coste asociados con los puntos de funcionamiento en el conjunto y de modo que los valores de la velocidad del motor y de la salida de potencia eléctrica del generador de los puntos de funcionamiento en el grupo se incrementen o disminuyan monótonamente.

50 El circuito procesador puede estar configurado funcionalmente para asignar una ponderación a cada uno de los valores de salida de potencia de modo que los valores de coste que correspondan a valores de salida de potencia más frecuentemente demandados tengan asignada una ponderación más alta en la suma de los valores de coste que los valores de coste correspondientes a los valores de salida de potencia eléctrica menos frecuentemente demandados.

- El circuito procesador puede estar configurado funcionalmente para asignar una ponderación más grande a valores de salida de potencia eléctrica próximos al punto medio de un intervalo de valores de salida de potencia que el generador sea capaz de suministrar.
- 5 El circuito procesador puede estar configurado funcionalmente para generar un registro de demandas recibidas para salida de potencia durante el funcionamiento del grupo generador durante un período de tiempo, y para asignar la ponderación más grande a los valores de salida de potencia más frecuentemente utilizados.
- El circuito procesador puede estar configurado funcionalmente para actualizar las ponderaciones mientras funciona el grupo generador, y para seleccionar un nuevo conjunto de puntos de funcionamiento cuando las ponderaciones han sido actualizadas.
- 10 El circuito procesador puede estar configurado funcionalmente para aplicar sucesivamente un algoritmo de programación dinámica para seleccionar conjuntos de puntos de funcionamiento en valores de salida de potencia sucesivos dentro de un intervalo de salidas de potencia que el generador es capaz de proporcionar y seleccionar un conjunto de puntos de funcionamiento correspondientes a al menos un valor de salida de potencia en el intervalo como el conjunto minimizado de puntos de funcionamiento para el grupo generador.
- 15 El circuito procesador puede estar configurado funcionalmente para producir una primera pluralidad de las sumas de valores de coste en un primer valor de salida de potencia, memorizar un resultado de al menos una de la primera pluralidad de las sumas, y usar al menos algunos de los resultados memorizados para producir una suma adicional de valores de coste a un valor de salida de potencia posterior.
- 20 El circuito procesador puede estar configurado funcionalmente para localizar un valor de coste mínimo en cada valor de salida de potencia y aplicar el algoritmo de programación dinámica para producir primero las sumas de los valores de coste que corresponden al valor de coste mínimo en cada valor de salida de potencia sucesivo.
- El circuito procesador puede estar configurado funcionalmente para localizar el valor de coste mínimo usando una técnica de búsqueda de la sección dorada.
- 25 El circuito procesador puede estar configurado funcionalmente para recibir una demanda para suministrar potencia en un valor de salida de potencia demandado y para hacer funcionar el grupo generador en un punto de funcionamiento en el conjunto de puntos de funcionamiento que corresponden al valor de salida de potencia demandado.
- El grupo generador se puede usar para generar energía eléctrica para su uso en un vehículo eléctrico híbrido y el circuito procesador puede configurarse funcionalmente para recibir una demanda para suministro de potencia a al menos uno de entre un motor de tracción, un cargador operativo para cargar un elemento de almacenamiento, y un accesorio asociado con el vehículo híbrido.
- 30 El circuito procesador puede estar configurado funcionalmente para recibir la demanda para el suministro de potencia al cargador mientras el vehículo eléctrico híbrido permanece estacionario.
- 35 El elemento de almacenamiento puede incluir al menos uno de entre una batería de almacenamiento, un condensador y un volante de inercia eléctricamente acoplado.
- El circuito procesador puede estar configurado funcionalmente para recibir una señal de tracción desde el pedal del operador que representa una potencia de tracción deseada para su suministro por el motor de tracción a las ruedas del vehículo híbrido.
- 40 El elemento de accionamiento puede ser operativo para suministrar al menos una primera parte de la potencia de tracción deseada, y la demanda puede incluir una demanda de una segunda parte de la potencia de tracción deseada.
- El circuito procesador puede estar configurado funcionalmente para recibir una señal de carga desde un controlador del elemento de almacenamiento, siendo producida la señal de carga en respuesta a un estado de carga asociado con el elemento de almacenamiento.
- 45 El circuito procesador puede estar configurado funcionalmente para recibir una pluralidad de valores de coste.
- El circuito procesador puede estar configurado funcionalmente para seleccionar un nuevo conjunto de puntos de funcionamiento en respuesta a la recepción de la pluralidad de valores de coste.
- El circuito procesador puede estar configurado funcionalmente para seleccionar el conjunto de puntos de funcionamiento del grupo generador previamente al funcionamiento del grupo generador.
- 50 De acuerdo con otro aspecto de la invención se proporciona un medio que pueda leer un ordenador codificado con códigos para dirigir a un circuito procesador para realizar un procedimiento para la selección de las condiciones de funcionamiento óptimas de un grupo generador, incluyendo el grupo generador un motor acoplado a un generador

- de energía eléctrica, teniendo el generador una pluralidad de puntos de funcionamiento, incluyendo cada uno un valor de la velocidad del motor y un valor de la salida de potencia eléctrica del generador, y teniendo una pluralidad de valores de coste asociados con el funcionamiento del grupo generador en los puntos de funcionamiento respectivos. El procedimiento implica la selección de un conjunto de puntos de funcionamiento de entre la pluralidad de puntos de funcionamiento de modo que se minimice una suma de los valores de coste asociados con los puntos de funcionamiento del conjunto y de modo que los valores de velocidad del motor y de salida de potencia eléctrica del generador de los puntos de funcionamiento en el conjunto se incrementen o disminuyan monótonamente.
- De acuerdo con otro aspecto de la invención, se proporciona un aparato para la producción de una pluralidad de valores de coste asociados con el funcionamiento del grupo generador en puntos de funcionamiento respectivos, incluyendo el grupo generador un motor acoplado a un generador de energía eléctrica, teniendo el generador una pluralidad de puntos de funcionamiento, incluyendo cada uno un valor de la velocidad del motor y un valor de la salida de potencia eléctrica del generador. El aparato incluye provisiones para la asignación de ponderaciones a cada una de la pluralidad de condiciones de funcionamiento asociadas con el funcionamiento del grupo generador, representando las ponderaciones un compromiso deseado entre la pluralidad de condiciones de funcionamiento, provisiones para la recepción de los valores de las condiciones de funcionamiento que corresponden a cada una de la pluralidad de condiciones de funcionamiento, valores de las condiciones de funcionamiento asociados con el funcionamiento del grupo generador en cada uno de la pluralidad de puntos de funcionamiento, y provisiones para la producción de valores de coste para cada punto de funcionamiento mediante la combinación de los valores de las condiciones de funcionamiento de acuerdo con las ponderaciones de cada punto de funcionamiento respectivo.
- Las provisiones para la recepción de los valores de las condiciones de funcionamiento pueden incluir una de entre provisiones para la recepción de una señal que pueda leer un ordenador codificada con códigos que representan los valores de las condiciones de funcionamiento, y provisiones para la lectura de un medio que pueda leer un ordenador codificado con códigos que representan los valores de las condiciones de funcionamiento.
- Las provisiones para la recepción pueden incluir provisiones para la recepción de un conjunto de valores de datos que representan los valores esperados de las condiciones de funcionamiento.
- El aparato puede incluir provisiones para la producción de una señal que represente un valor en tiempo real de al menos uno de entre los valores de las condiciones de funcionamiento, y el aparato puede incluir adicionalmente provisiones para la recepción de la señal.
- Las provisiones para la recepción de los valores de las condiciones de funcionamiento pueden incluir provisiones para la recepción de valores que representan al menos uno de entre un nivel de consumo de combustible, un nivel de emisión de óxidos de nitrógeno, un nivel de emisión de monóxido de carbono, un nivel de emisión de hidrocarburos y un nivel de emisión de partículas.
- Las provisiones para la recepción de la pluralidad de valores de las condiciones de funcionamiento pueden incluir provisiones para la recepción de un nivel de consumo de combustible y un nivel de al menos una emisión del motor.
- Las provisiones para la asignación de las ponderaciones pueden incluir provisiones para la recepción de una entrada del usuario en una interfaz de usuario asociada con el grupo generador y provisiones para la actualización de las ponderaciones de acuerdo con la entrada del usuario.
- Las provisiones para la producción de los valores de costes pueden incluir provisiones para el cálculo de una suma ponderada de los valores de las condiciones de funcionamiento para cada uno de la pluralidad de puntos de funcionamiento del grupo generador.
- El aparato puede incluir provisiones para la normalización de los valores de las condiciones de funcionamiento previamente a la combinación de los valores de las condiciones de funcionamiento.
- De acuerdo con otro aspecto de la invención se proporciona un aparato para la producción de una pluralidad de valores de costes asociados con el funcionamiento de un grupo generador en puntos de funcionamiento respectivos, incluyendo el grupo generador un motor acoplado a un generador de energía eléctrica, teniendo el generador una pluralidad de puntos de funcionamiento, incluyendo cada uno un valor de la velocidad del motor y un valor de la salida de potencia eléctrica del generador. El aparato incluye un circuito procesador, funcionalmente configurado para asignar ponderaciones a cada una de la pluralidad de condiciones de funcionamiento asociadas con el funcionamiento del grupo generador, representando las ponderaciones un compromiso deseado entre la pluralidad de condiciones de funcionamiento. El circuito procesador está configurado funcionalmente para recibir los valores de las condiciones de funcionamiento que corresponden a cada una de la pluralidad de condiciones de funcionamiento, valores de las condiciones de funcionamiento asociados con el funcionamiento del grupo generador en cada uno de la pluralidad de puntos de funcionamiento. El circuito procesador está configurado funcionalmente para producir los valores de coste para cada punto de funcionamiento mediante la combinación de los valores de las condiciones de funcionamiento de acuerdo con las ponderaciones de cada punto de funcionamiento respectivo.
- El circuito procesador se puede configurar funcionalmente para recibir una de entre una señal que pueda leer un ordenador codificada con códigos que representan los valores de las condiciones de funcionamiento, y un medio que

pueda leer un ordenador codificado con códigos que representan los valores de las condiciones de funcionamiento.

El circuito procesador puede estar configurado funcionalmente para recibir un conjunto de valores de datos que representan los valores esperados de las condiciones de funcionamiento.

5 El aparato puede incluir un sensor configurado funcionalmente para producir una señal que represente un valor en tiempo real de al menos uno de entre los valores de las condiciones de funcionamiento y el circuito procesador se puede configurar funcionalmente para recibir la señal.

10 El circuito procesador puede estar configurado funcionalmente para recibir valores de las condiciones de funcionamiento que representan al menos una de entre un nivel de consumo de combustible, un nivel de emisión de óxidos de nitrógeno, un nivel de emisión de monóxido de carbono, un nivel de emisión de hidrocarburos y un nivel de emisión de partículas.

El circuito procesador puede estar configurado funcionalmente para recibir valores de las condiciones de funcionamiento que representen un nivel de consumo de combustible y un nivel de al menos una emisión del motor.

El circuito procesador puede estar configurado funcionalmente para recibir una entrada del usuario en una interfaz de usuario asociada con el grupo generador y actualizar las ponderaciones de acuerdo con la entrada del usuario.

15 El circuito procesador puede estar configurado funcionalmente para calcular una suma ponderada de las condiciones de funcionamiento para cada uno de la pluralidad de puntos de funcionamiento del grupo generador.

El circuito procesador puede estar configurado funcionalmente para normalizar los valores de las condiciones de funcionamiento previamente a la combinación de los valores de las condiciones de funcionamiento.

20 De acuerdo con otro aspecto de la invención se proporciona un medio que pueda leer un ordenador codificado con códigos para la dirigir a un circuito procesador para la realización de un procedimiento para la producción de una pluralidad de valores de coste asociados con el funcionamiento de un grupo generador en puntos de funcionamiento respectivos, incluyendo el grupo generador un motor acoplado a un generador de energía eléctrica, teniendo el generador una pluralidad de puntos de funcionamiento, incluyendo cada uno un valor de la velocidad del motor y un valor de la salida de potencia eléctrica del generador. El procedimiento implica la asignación de ponderaciones a cada una de la pluralidad de condiciones de funcionamiento asociadas con el funcionamiento del grupo generador, representando las ponderaciones un compromiso deseado entre la pluralidad de condiciones de funcionamiento, recepción de los valores de las condiciones de funcionamiento que corresponden a cada una de la pluralidad de condiciones de funcionamiento, valores de las condiciones de funcionamiento asociados con el funcionamiento del grupo generador en cada uno de la pluralidad de puntos de funcionamiento y la producción de valores de coste para cada punto de funcionamiento mediante la combinación de los valores de las condiciones de funcionamiento de acuerdo con las ponderaciones de cada punto de funcionamiento respectivo.

Otros aspectos y características de la presente invención se harán evidentes para los expertos en la materia tras la revisión de la descripción a continuación de realizaciones específicas de la invención en conjunto con las figuras que la acompañan.

35 **Breve descripción de los dibujos**

En los dibujos que ilustran las realizaciones de la invención,

la Figura 1 es un diagrama esquemático de un aparato para la selección de las condiciones de funcionamiento de un grupo generador de acuerdo con una primera realización de la invención;

40 la Figura 2 es un circuito procesador para su uso en el aparato mostrado en la Figura 1;

la Figura 3 es una tabla, que representa la estructura de datos para su uso en el aparato mostrado en las Figuras 1 y 2;

45 la Figura 4 es un diagrama esquemático de un aparato para la selección de las condiciones de funcionamiento de un grupo generador de acuerdo con una segunda realización de la invención;

la Figura 5 es un diagrama de flujo de un proceso para la producción de valores de coste, ejecutado por el circuito procesador mostrado en la Figura 2;

50 la Figura 6 es una tabla de valores de las condiciones de funcionamiento usada en la producción de los valores de coste en el proceso mostrado en la Figura 5;

55 la Figura 7 es un diagrama de flujo de un proceso para la selección de un conjunto de condiciones de funcionamiento, ejecutado por el circuito procesador mostrado en la Figura 2;

la Figura 8 es una representación gráfica de los puntos de funcionamiento seleccionados en el proceso mostrado en la Figura 7; y

la Figura 9 es un diagrama esquemático de un vehículo eléctrico híbrido.

5 Descripción detallada

Selección de los puntos de funcionamiento

Con referencia a la Figura 1, se muestra en general en 12 un aparato para la selección de las condiciones de funcionamiento de un grupo generador 10. El grupo generador 10 incluye un motor 14 y un generador 16. Estando acoplado el motor al generador mediante el eje 20. El grupo generador 10 tiene una pluralidad de puntos de funcionamiento, incluyendo cada uno un valor de la velocidad del motor y un valor de salida de la potencia eléctrica del generador. El grupo generador 10 define también una pluralidad de valores de coste asociados con el funcionamiento del grupo generador en los puntos de funcionamiento respectivos. El aparato 12 se incluye además un circuito procesador 18, que es operativo para seleccionar un conjunto de puntos de funcionamiento de entre la pluralidad de puntos de funcionamiento de modo que se minimice una suma de los valores de coste asociados con los puntos de funcionamiento en el conjunto y de modo que los valores de velocidad del motor y de salida de potencia eléctrica del generador de los puntos de funcionamiento en el conjunto se incrementen o disminuyan monótonamente.

El generador 16 incluye adicionalmente una salida 22 para el suministro de una salida de potencia eléctrica para su uso, por ejemplo, en el funcionamiento de un vehículo eléctrico híbrido. En la realización mostrada el circuito procesador 18 incluye también una salida 28 para la producción de señales de control y el motor 14 incluye una interfaz 30 para la recepción de una señal de control del motor desde el circuito procesador. Opcionalmente, el generador 16 puede incluir una interfaz 32, para la recepción de una señal de control del generador desde el circuito procesador 18 (por ejemplo, para fijar un nivel de corriente de campo en un generador eléctrico de corriente continua).

El circuito procesador 18 incluye también una entrada 24 para la recepción de valores de datos tales como valores de coste, y una entrada 26 para la recepción de una demanda para el suministro de potencia eléctrica.

El circuito procesador 18 se muestra con mayor detalle en la Figura 2. Con referencia a la Figura 2, el circuito procesador 18 incluye una unidad de procesamiento central (CPU) 40, una memoria 42 de programa, una memoria 44 de acceso aleatorio (RAM), un medio 46 de lectura/escritura y un puerto 48 de entrada y salida (I/O). La memoria 42 del programa, la RAM 44, el medio 46 de lectura/escritura y la I/O 48, están todos en comunicación con la CPU 40.

La I/O 48 incluye la entrada 26 para la recepción de la demanda de potencia. En la realización mostrada la I/O 48 incluye también la salida 28 para la producción de una señal de control del motor/generador para controlar el motor 14. La I/O 48 puede incluir opcionalmente una entrada 62 para la recepción de una entrada de usuario, como se describe a continuación en el presente documento.

El medio 46 de lectura/escritura facilita la carga de códigos de programa en la memoria 44 RAM desde un medio que puede leer un ordenador, tal como un disco 52 CD ROM, o una señal 54 que pueda leer un ordenador tal como se puede recibir desde una red tal como una red telefónica o la Internet, por ejemplo. Opcionalmente, la pluralidad de valores de coste se puede codificar sobre el medio 50 que puede leer un ordenador y la CPU 40 se puede configurar para cargar los valores de coste en el circuito procesador 18, y almacenar los valores de coste en una localización 56 en la RAM 44. La RAM 44 incluye adicionalmente localizaciones 58, 60 y 64 para el almacenamiento de los valores de las condiciones de funcionamiento, ponderaciones a_i , y puntos de funcionamiento (valores de salida de potencia y valores de velocidad correspondientes), respectivamente, como se describe a continuación en el presente documento.

Estructura de datos-valores de coste

Con referencia a la Figura 3, se muestra en un formato tabular en 70 la pluralidad de valores de coste. La tabla 70 incluye una pluralidad de filas 71 de valores de salida de potencia, correspondiente cada fila a un valor de salida de potencia del generador, que el generador es capaz de suministrar. En la realización mostrada en la Figura 3, el grupo generador 10 es capaz de suministrar potencia en incrementos de 5 kW, hasta una potencia máxima de 35 kW. En otras realizaciones el incremento de potencia puede ser mayor que, o menor que, 5 kW, y la potencia máxima puede ser más alta de 35 kW. La pluralidad de filas 71 incluye una fila 72 correspondiente a un valor de salida de potencia de no carga, una fila 74 correspondiente a un valor de salida de potencia de 5 kW y una fila 76 correspondiente a un valor de salida de potencia de 10 kW, etc. Cada fila 71 incluye una pluralidad de velocidades 80 de rotación en las que el grupo generador 10 tiene capacidad de suministro de potencia. Por ejemplo, la fila 76, correspondiente al valor de salida de potencia de 10 kW, puede suministrarse a cualquiera de las velocidades 80 de rotación.

Los valores **82**, en la tabla **70**, representan valores de coste asociados con el funcionamiento del grupo generador **10** en varios puntos de funcionamiento, siendo definido cada punto de funcionamiento por un valor de salida de potencia y una velocidad **80** de rotación correspondiente. Por ejemplo, el valor **84** representa el coste de funcionamiento asociado con el funcionamiento del grupo generador **10** a una velocidad de **2800** rpm mientras suministra una potencia de salida de **10** kW.

Puede no ser práctico suministrar algunos valores de salida de potencia en algunas de las velocidades **80** de rotación listadas. Por ejemplo, la zona **90** en la tabla **70** incluye velocidades **80** de rotación elevadas a las que puede no ser práctico suministrar valores de salida de potencia bajos o sin carga. De modo similar, la zona **92** en la tabla **70** incluye velocidades **80** de rotación reducidas a las que puede no ser práctico suministrar valores de salida de potencia elevados. En consecuencia, en la presente realización, no se asigna ningún valor de coste a los puntos de funcionamiento en las zonas **90** y **92**.

La pluralidad de valores **82** en la tabla **70**, representa por lo tanto costes de funcionamiento asociados con el funcionamiento en una pluralidad de puntos de funcionamiento diferentes en los que el grupo generador **10** es capaz de suministrar energía eléctrica.

En una realización los datos representados en la tabla **70** se codifican en un disco CD-ROM y se cargan en la localización **56** en la RAM **44**, mostrada en la Figura **2**. Alternativamente, los datos representados en la tabla **70** se pueden codificar sobre una señal que puede leer un ordenador y cargarse en la localización **56**. La señal que puede leer un ordenador se puede recibir a través de una conexión de Internet, a través de un cable serie o paralelo, una conexión inalámbrica o cualquier otro medio para la transferencia de datos, por ejemplo.

20 Generación de valores de coste

Con referencia a la Figura **4**, se muestra en general en **110** un aparato para la producción de la pluralidad de valores de coste de acuerdo con una realización de la invención. El aparato **110** incluye el grupo generador **10**, mostrado en la Figura **1**, y también incluye el circuito procesador **18**, mostrado en la Figura **1** y la Figura **2**. Sin embargo, se debería entender que el aparato **110** se puede implementar usando un circuito procesador separado.

Como se ha descrito anteriormente la salida **28** del circuito procesador **18** está en comunicación con la interfaz **30** del motor **14** para el control del motor, y opcionalmente la salida **28** puede estar en comunicación con la interfaz **32** del generador **16**, para el control del generador. El circuito procesador **18** incluye también una entrada **112** para la recepción de los valores de las condiciones de funcionamiento. El motor **14** incluye adicionalmente una pluralidad de sensores **114** para la detección de las condiciones de funcionamiento del motor. Los sensores **114** pueden incluir, por ejemplo, un sensor **116** de combustible, un sensor **118** de hidrocarburos (HC), uno **120** de monóxido de carbono (CO) y un sensor **122** de óxido de nitrógeno (NOx). Se pueden incluir otros sensores en la pluralidad de sensores **114**, tal como un detector de partículas (no mostrado). Los sensores **114 - 122** tienen cada uno una salida **124 - 130** asociada respectivamente. Cada una de las salidas **124 - 130** produce una señal que representa las condiciones de funcionamiento respectivas. Las salidas **124 - 130** están en comunicación con la entrada **112** del circuito procesador **18**.

35 Funcionamiento - generación de valores de coste

El funcionamiento del aparato **110** se describe con referencia a la Figura **2**, la Figura **4**, la Figura **5** y la Figura **6**. Con referencia a la Figura **5**, se muestra en general en **160** un diagrama de flujo que representa bloques de código para dirigir al circuito procesador **18** de la Figura **2** para producir la pluralidad de valores de coste. Los bloques representan en general códigos que se pueden leer desde el medio **50** que puede leer un ordenador, y almacenarse en la memoria **42** del programa, para dirigir a la CPU **40** para la realización de diversas funciones relacionadas con la producción de la pluralidad de valores de coste. El código real a implementar en cada bloque se puede escribir en cualquier lenguaje adecuado de programación, tal como C, C++ y/o código ensamblador, por ejemplo.

El proceso comienza con un primer bloque **162** de códigos, que dirige a la CPU **40** para asignar ponderaciones a_i a las condiciones de funcionamiento y para almacenar las ponderaciones de condiciones de funcionamiento en la localización **60** en la RAM **44**.

En una realización el circuito procesador puede implementar una interfaz de usuario (no mostrada) y el bloque **164** puede dirigir opcionalmente a la CPU **40** para recibir las entradas de usuario en la entrada **62** de I/O (mostrada en la Figura **2**). La entrada del usuario se puede recibir desde un teclado o cualquier otro dispositivo de entrada de usuario, por ejemplo.

El bloque **166** dirige al circuito procesador **18** para recibir los valores de las condiciones de funcionamiento desde los sensores **114** (mostrados en la Figura **4**) en la entrada **112**. El bloque **166** dirige adicionalmente al circuito procesador **18** para hacer que los valores de las condiciones de funcionamiento se almacenen en la localización **58** en la RAM **44**.

Con referencia a la Figura **6** se presentan en formato tabular en **200** los valores de las condiciones de funcionamiento. La tabla **200** incluye valores **224** de condiciones de funcionamiento para una pluralidad de

condiciones **210** de funcionamiento, que incluyen una condición **202** de funcionamiento de consumo de combustible, una condición **204** de funcionamiento de emisión de hidrocarburos, una condición **206** de funcionamiento de emisión de monóxido de carbono y una condición **208** de funcionamiento de emisión de óxidos de nitrógeno.

5 Los valores de las condiciones de funcionamiento recibidos desde la pluralidad de sensores **114** pueden incluir valores de las condiciones de funcionamiento expresados en un cierto número de unidades de medición diferentes. Por ejemplo, los valores de las condiciones de funcionamiento de hidrocarburos, monóxido de carbono y óxidos de nitrógeno, que representan las emisiones del motor, se pueden expresar en partes por millón (ppm), mientras que el valor de la condición de funcionamiento de consumo de combustible se puede expresar en kilogramos de combustible consumido por hora de funcionamiento (kg/h). En consecuencia, el bloque **168** dirige al circuito procesador **18** para normalizar los valores de las condiciones de funcionamiento almacenados en la localización **58** de la RAM **44**.

15 Los valores **224** de condiciones de funcionamiento en la tabla **200** que corresponden a cada una de las condiciones **210** de funcionamiento se normalizan por separado de modo que cada condición de funcionamiento incluye valores que varían desde **0,000** a **1,000**. Por ejemplo, los valores de la condición de funcionamiento de consumo de combustible pueden variar generalmente desde **0** kg/h a aproximadamente **8,4** kg/h para un motor **14** particular, y los valores en la tabla **200** se normalizan de modo que a no carga, **1600** rpm el valor de consumo de combustible es **0,000** mientras que a **35** kW, **3400** rpm el valor de consumo es **1,000**. Los valores de las condiciones de funcionamiento para otras condiciones de funcionamiento se normalizan de modo similar a través del intervalo de valores **222** de potencia de funcionamiento y el intervalo de valores **220** de velocidad del motor. Nótese que los valores de las condiciones de funcionamiento en la Tabla **200** se determinaron mediante experimentación y pueden incluir errores por ruido y/o experimentales y se usan en el presente documento con finalidades solamente ilustrativas.

25 Con referencia de nuevo a la Figura **5**, el proceso continúa en el bloque **170**, que dirige al circuito procesador **18** para leer la RAM **44** y recuperar los valores de las condiciones de funcionamiento normalizados desde la localización **58** y para leer las ponderaciones a_i almacenadas en la localización **60**. El bloque **170** dirige adicionalmente al circuito procesador **18** para aplicar las ponderaciones a los valores de las condiciones de funcionamiento **224** para producir los valores de coste **82** en la tabla **70** (mostrada en la Figura **3**). Los valores de coste **82** en la tabla **70** se generaron mediante la aplicación de la función siguiente a los valores de las condiciones de funcionamiento normalizados en la tabla **200**:

30
$$O_j = \sum_{i=1}^n a_i \cdot C_i \quad \text{(Ecuación 1)}$$

en la que O_j son los valores de coste asociados con la pluralidad de puntos de funcionamiento, C_i son los valores **224** de condiciones de funcionamiento correspondientes a la pluralidad de condiciones **210** de funcionamiento. Por razones de simplicidad, en la generación de los valores de coste en la tabla **70** las ponderaciones a_i se fijaron en la unidad, lo que asigna igual ponderación a cada una de las condiciones de funcionamiento **210**.

35 Se pueden usar otras funciones de combinaciones de valores de coste para combinar los valores de coste C_i en otras formas.

Los valores **224** de condiciones de funcionamiento en la tabla **200** se pueden producir haciendo funcionar el grupo generador **10** (mostrado en la Figura **4**) con los valores **222** de salida de potencia mientras se reciben señales desde los sensores **114**, que representan los valores en tiempo real de las condiciones **210** de funcionamiento.

40 En otras realizaciones, los valores de las condiciones de funcionamiento se pueden producir antes del funcionamiento del grupo generador **10**. Por ejemplo, un fabricante del motor **14** puede proporcionar valores de las condiciones de funcionamiento esperadas para un tipo específico de motor. Alternativamente los valores de las condiciones de funcionamiento se pueden establecer mediante la realización de ensayos sobre un motor de tipo y/o rendimiento similar al motor **14**. Tales valores se pueden proporcionar sobre el medio **50** que puede leer un ordenador y se pueden cargar en el circuito procesador **18** usando un lector de medios, tal como el lector/escritor de medios mostrado en **46** en la Figura **2**.

45 Con referencia de nuevo a la Figura **5**, en realizaciones en las que al menos uno de los valores de las condiciones de funcionamiento es un valor en tiempo real proporcionado por un sensor **114**, el circuito procesador puede repetir periódicamente la ejecución de los bloques **166**, **168** y **170**, produciendo de ese modo un nuevo conjunto de valores de coste en base a los valores de las condiciones de funcionamiento cambiados.

50 En otras realizaciones, puede ser deseable alterar las ponderaciones a_i a lo largo del tiempo para compensar los cambios en el entorno del grupo generador **10**, en cuyo caso los bloques **166** a **170** se pueden repetir con las ponderaciones actualizadas, produciendo así nuevos valores de coste **82**.

Hallando valores de coste mínimos locales

Con referencia de nuevo a la Figura 3, se puede identificar fácilmente un valor de coste mínimo para cada fila **71** de salida de potencia mediante la inspección de los valores **82**, o mediante la realización de una búsqueda lineal simple de un valor mínimo en la fila. Sin embargo, en algunas realizaciones el grupo generador **10** puede incluir una pluralidad mayor de puntos de funcionamiento posibles, en cuyo caso una búsqueda lineal simple de un valor mínimo para cada fila **71** de salida de potencia puede ser lenta o no práctica, particularmente en implementaciones en tiempo real.

En una realización, se usa una búsqueda de la sección dorada para hallar el valor de coste mínimo en cada valor de salida de potencia sucesivo. La búsqueda de la sección dorada es una técnica de confinamiento, que se puede aplicar a un conjunto de valores para hallar un valor mínimo único en el conjunto entre un valor de confinamiento límite superior y un valor de confinamiento límite inferior. La búsqueda comienza seleccionando los confinamientos límite superior e inferior en los puntos extremos del intervalo de velocidades **80** del motor en la tabla **70**. Los valores de confinamiento límite superior e inferior se estrechan a continuación sucesivamente hasta que se halla un mínimo. La técnica deriva su nombre de la relación dorada, que se ha descubierto que es una relación de confinamiento efectiva. La aplicación de la relación dorada involucra la selección de una velocidad de motor **80** intermedia entre el confinamiento límite superior y el confinamiento límite inferior que es **0,38197** en un extremo y **0,61803** en el otro extremo, y moviendo a continuación del confinamiento que tienen un valor de coste **82** correspondiente mayor, a la velocidad de motor intermedia, que a continuación se convierte en el nuevo confinamiento límite superior o inferior. El proceso se repite entonces hasta que el valor de coste mínimo coincide con o bien el confinamiento límite superior o bien el confinamiento límite inferior, en cuyo caso el menor de los valores de coste que corresponde a los confinamientos límite superior e inferior es el valor de coste mínimo.

La aplicación de la técnica de búsqueda de la sección dorada para hallar el valor de coste mínimo para cada fila **71** de salida de potencia se describe con referencia a la fila **76** de la tabla **70**. La primera etapa en la aplicación de la técnica es seleccionar **1600** rpm como el confinamiento límite inferior y **3400** rpm como el confinamiento límite superior, y calcular su intermedio entre el confinamiento límite superior y el confinamiento límite inferior usando la relación de sección dorada de **0,38197**, conduciendo a un punto intermedio de **2287** rpm. El valor de velocidad **2200** rpm es el valor más próximo al valor intermedio calculado que **2287** rpm. Dado que el valor de coste a **3400** rpm es de **0,791**, que es mayor que los valores de coste a **2200** rpm y **1600** rpm, se selecciona un nuevo confinamiento límite superior de **2200** rpm. Usando el nuevo confinamiento límite superior de **2200** rpm y el confinamiento límite inferior de **1600** rpm, se aplica de nuevo la relación dorada para hallar un punto intermedio, que en este caso se evalúa en **1829** rpm. Este punto intermedio es más próximo al valor de velocidad de **1800** rpm. De nuevo el valor de confinamiento límite superior de **2200** rpm tiene un valor de coste correspondiente de **0,550** que es mayor que los valores de coste a **1800** y **1600** rpm. En consecuencia el nuevo confinamiento límite superior se elige en **1800** rpm. Dado que no hay valores intermedios entre el valor de confinamiento límite superior de **1800** rpm y el valor de confinamiento límite inferior de **1600** rpm, el mínimo de estos dos valores representa el valor de coste mínimo en la fila **76**, que en este caso es **0,526** ó **1800** rpm.

Ventajosamente, la búsqueda por sección dorada permite una rápida convergencia sobre un valor mínimo en una pluralidad de valores que tienen un mínimo único entre un límite superior y un límite inferior. Con referencia la Figura 3, el valor de coste mínimo para cada fila de salida de potencia **71** es indicado en tipo de letra cursiva negra en la tabla **70**.

Selección de los puntos de funcionamiento

Un conjunto de puntos de funcionamientos correspondientes a cada uno de los valores de coste en negrita en la tabla **70** minimizaría los costes de funcionamiento globales del grupo generador. Sin embargo, tal conjunto de valores daría como resultado una velocidad de rotación del motor incrementándose de algún modo de forma esporádica en respuesta a valores de salida de potencia **71** que se incrementan monótonamente. Por ejemplo, si la salida de potencia se incrementase desde un valor de no carga a **15** kW, la velocidad de funcionamiento sin carga comenzaría en **1600** rpm, y entonces saltaría a **2000** rpm dado que la salida de potencia se incrementa a **10** kW y entonces la velocidad se reduciría a **1800** rpm de nuevo a **15** kW. Aunque tal conjunto de puntos de funcionamiento pueda optimizar la suma de los valores de coste mostrados en la tabla **70**, otras condiciones de funcionamiento tales como la vida útil del motor, tensiones mecánicas en el motor, la maniobrabilidad para implementaciones en vehículos híbridos y otros factores, pueden no optimizarse mediante la selección de estos valores de coste mínimos locales en cada valor de salida de potencia.

En consecuencia se sitúa una limitación adicional en la selección del conjunto de valores de funcionamiento. La limitación adicional requiere que la velocidad del motor se incremente (o disminuya) monótonamente con incrementos (o disminuciones) monótonos del valor de salida de la potencia eléctrica. En consecuencia, en respuesta a cada incremento en el valor de salida de potencia, el valor de la velocidad del motor debería o bien permanecer el mismo o incrementarse.

En general, la selección de un conjunto óptimo de puntos de funcionamiento implica la selección de un conjunto de puntos de funcionamiento desde la tabla **70**. Esto implica la selección de una velocidad de rotación particular en

cada valor de salida de potencia y a continuación el cálculo de una suma de valores de coste para el conjunto de puntos de funcionamiento. Un conjunto de puntos de funcionamiento que tenga la suma más baja de valores de coste, en tanto que satisface las limitaciones de incremento de velocidad monótonamente, será el conjunto óptimo de puntos de funcionamiento.

5 La suma de los valores de coste para el conjunto de puntos de funcionamiento se puede escribir como:

$$\text{Suma} = \sum_{j=1}^n O_j \quad \text{(Ecuación 2)}$$

en la que O_j son los valores de coste **82** en cada uno de los n valores **71** de salida de potencia (en la Figura **3** $n=8$).

10 En general, cuando funciona el grupo generador **10**, algunas salidas de potencia pueden usarse más frecuentemente que otras salidas de potencia. Por ejemplo, cuando funciona un vehículo eléctrico híbrido, los valores de salida de potencia próximos a un punto medio del intervalo de salidas de potencia que el generador es capaz de suministrar, pueden ser más frecuentemente usados que valores de salida de potencia en el extremo más bajo y en un extremo más alto del intervalo. En consecuencia, en una realización, la suma se puede calcular usando la función a continuación:

$$\text{Suma} = \sum_{j=1}^n b_j \cdot O_j \quad \text{(Ecuación 3)}$$

15 en la que b_j son ponderaciones que hacen que a valores de coste correspondientes a los valores de salida de potencia más frecuentemente demandados se les asigne una ponderación más alta en la suma que a valores de coste correspondientes a valores de salida de potencia eléctrica demandados menos frecuentemente. En un vehículo eléctrico híbrido, las ponderaciones b_j se pueden usar para reflejar ciclos de conducción del mundo real cuando el vehículo se hace funcionar en un terreno particular. Los factores de ponderación b_j se pueden modificar
20 adicionalmente cuando cambian las condiciones de funcionamiento del grupo generador, facilitando así la adaptación del grupo generador a un entorno cambiante.

Técnica de selección por programación dinámica

25 En una realización se usa una técnica de programación dinámica para seleccionar el conjunto de puntos de funcionamiento para el grupo generador **10**. En la programación dinámica, un problema de optimización se divide en problemas de suboptimización, que se optimizan sucesivamente para obtener una solución optimizada global. En la descripción a continuación, por razones de claridad se supone que las ponderaciones b_j son todas la unidad (es decir todos los valores de salida de potencia tienen la misma importancia de acuerdo con la Ecuación **2**). En la práctica, se pueden fijar ponderaciones más altas para algunas condiciones de funcionamiento que para otras
30 condiciones de funcionamiento de acuerdo con el impacto relativo de las diversas condiciones en el entorno, y/o el coste de funcionamiento del grupo generador, por ejemplo.

La selección del conjunto de puntos de funcionamiento usando el algoritmo de programación dinámica se describe con referencia a la Figura **3**, la Figura **7** y la Figura **8**. Con referencia a la Figura **7** se muestra en general en **230** un diagrama de flujo que representa bloques de código para dirigir al circuito procesador **18** (mostrado en la Figura **2**) para seleccionar el conjunto de condiciones de funcionamiento. Los bloques representan en general códigos que se
35 pueden leer desde un medio **50** que puede leer un ordenador, y almacenarse en la memoria **42** de programa, para dirigir a la CPU **40** para que realice varias funciones relativas a la producción de la pluralidad de valores de coste. El código real para implementar cada bloque se puede escribir en cualquier lenguaje adecuado de programación, tal como C, C++ y/o código ensamblador, por ejemplo.

40 El proceso comienza con un primer bloque **232** de códigos, que dirige al circuito procesador **18** para recuperar el primer valor de salida de potencia de la localización **64** de la RAM **44**.

45 La Figura **8** muestra una representación gráfica de los puntos **82** de funcionamiento mostrados en la Figura **3**, en la que cada círculo **250** representa un punto de funcionamiento que tiene un valor **252** de salida de potencia (eje x) particular, y una velocidad **254** de rotación (eje y) particular. El primer valor **252** de salida de potencia es **0** kW. Sin embargo, en otras realizaciones la optimización puede comenzar en un valor de salida de potencia máxima, por ejemplo.

Con referencia de nuevo a la Figura **7**, el proceso continúa en el bloque **234** que dirige al circuito procesador **18** para calcular la suma de valores de coste en el primer valor de salida de potencia de **0** kW.

50 Con referencia a la Figura **3**, en un valor de salida de potencia de no carga (**0** kW), el coste mínimo para la fila **72** del valor de salida de potencia en la tabla **70** tiene lugar a **1600** rpm. El bloque **236** dirige así al circuito procesador **18** para seleccionar la velocidad del motor de **1600** rpm como el primer punto de funcionamiento, dado que este punto tiene un valor de coste mínimo. El punto de funcionamiento se muestra en la Figura **8** en **260**. Dado que se selecciona el valor de coste mínimo en la fila **72**, la suma de valores de coste es el coste de funcionamiento mínimo

a 0 kW (es decir $\text{Suma} = 1,221$).

El bloque 238 dirige al circuito procesador 18 para determinar si el valor de salida de potencia actual es el último valor de salida de potencia. Si "NO", entonces el proceso continúa en el bloque 240, en el que se lee el siguiente valor de salida de potencia desde la RAM 44 en la localización 64. El proceso vuelve entonces al bloque 234.

5 Se lee el siguiente valor de salida de potencia (5 kW) desde los puntos de funcionamiento almacenados en la localización 64 en la RAM 44. El bloque 234 dirige de nuevo al circuito procesador para calcular la suma de valores de coste. A una potencia de salida de 5 kW, cualquiera de las velocidades 1600 rpm – 3400 rpm satisfaría la limitación de incremento de modo monótono de la velocidad dado que la salida de potencia se incrementa. Dado que el coste mínimo (0,819) satisface la limitación, la suma de este valor de coste y el valor de coste a 0 kW dará como resultado una suma mínima de los costes de funcionamiento hasta, e incluyendo, el valor de salida de potencia de 5 kW (es decir $\text{Suma} = 1,221 + 0,819 = 2,040$). El bloque 236 dirige así al circuito procesador para añadir el punto de funcionamiento 262 al conjunto de puntos de funcionamiento. El proceso continúa como se ha descrito anteriormente a través de los valores de salida de potencia de 10 kW a 35 kW.

15 A una potencia de salida de 10 kW, las velocidades 2000 rpm – 3400 rpm satisfarían todas ellas la limitación de incremento de modo monótono de la velocidad. Sin embargo, incluso aunque el coste mínimo de la fila 76 de valores de salida de potencia tiene lugar a 1800 rpm, la velocidad de 1800 rpm (y 1600 rpm) no satisfaría la limitación. En este punto en el proceso, se puede seleccionar el punto de funcionamiento 264 que corresponde a una velocidad de 2000 rpm, que satisface la limitación pero no está en un punto de funcionamiento de coste mínimo.

20 Alternativamente, uno o más de los puntos de funcionamiento seleccionados previamente en el conjunto se puede cambiar, de modo que se puede seleccionar el valor de coste mínimo en la fila 76 mientras se cumple la limitación. La decisión de qué alternativa seleccionar se realiza calculando una pluralidad de sumas de valores de costes correspondientes a conjuntos posibles de puntos de funcionamiento que conducen al valor de coste mínimo (0,309 @ 1800 rpm) y otros valores de coste tales como 0,317 @ 1600 rpm y 0,333 @ 2000 rpm, por ejemplo. A partir de la pluralidad de sumas de valores de coste, se selecciona el conjunto de puntos de funcionamiento que conduce a una suma mínima. Para los valores de los valores de costes indicados en la tabla 70, la suma mínima tiene lugar para el conjunto de puntos de funcionamiento (0 kW, 1600 rpm), (5 kW, 2000 rpm), (10 kW, 2000 rpm). Si, sin embargo, la suma mínima de valores de costes no se correspondiese a un conjunto de puntos de funcionamiento, esto podría haber dado como resultado el cambio a un punto de funcionamiento seleccionado previamente en el conjunto. Por ejemplo, si la suma mínima hubiese correspondido al conjunto de puntos de funcionamiento (0 kW, 1600 rpm), (5 kW, 1800 rpm), (10 kW, 1800 rpm), entonces el punto de funcionamiento 5 kW se hubiese cambiado desde 2000 rpm a 1800 rpm.

Si en el bloque 238 el valor de salida de potencia está en el valor de salida de potencia último, entonces el proceso finaliza en el bloque 242.

35 Se puede apreciar que para cada valor en las filas 71 de valores de salida de potencia, cuando se calculan la sumas de valores de coste, algunas partes de la sumas pueden haber sido ya calculadas en un valor de potencia previo. Por ejemplo, cuando se optimiza a una potencia de salida de 5 kW, al menos se habría calculado la suma desde 1600 rpm a 2000 rpm ($\text{Suma} = 1,221 + 0,819 = 2,040$). Así, cuando se optimiza a 10 kW, en el cálculo de la suma que corresponde al conjunto de puntos de funcionamiento (0 kW, 1600 rpm), (5 kW, 2000 rpm), (10 kW, 2000 rpm), la suma desde 1600 rpm a 2000 rpm ya se habría calculado como 2,040. En consecuencia, el número de cálculos que se requieren en cada valor de salida de potencia se puede reducir memorizando resultados de cálculos previos. La memorización es una técnica usada para acelerar los programas de ordenador almacenando los resultados de cálculos previos para reutilización, en lugar de volver a calcularlos cada vez. Ventajosamente, la memorización tiene un efecto significativo en la reducción del número de operaciones requeridas en la selección de un conjunto de puntos de funcionamiento, facilitando así la selección de modo computacional eficiente de puntos de funcionamiento para el grupo generador 10, cuando se enfrenta a una condición de funcionamiento cambiante o cambios en cualquiera de las ponderaciones a_i o b_j .

Con referencia de nuevo a la Figura 8, el proceso se aplica sucesivamente en cada uno de los valores 252 de salida de potencia hasta un valor de salida de potencia de 35 kW hasta que se ha seleccionado un conjunto completo de puntos de funcionamiento como se indica por la línea 258 gruesa.

50 En la descripción anterior, por simplicidad, se supuso inicialmente que las ponderaciones b_j estaban todas fijadas en la unidad de acuerdo con la Ecuación 2. Las ponderaciones b_j se tienen simplemente en cuenta cuando se aplica la técnica de programación dinámica mediante el cálculo de la sumas de acuerdo con la Ecuación 3 usando las ponderaciones b_j que tienen valores diferentes para tener en cuenta las condiciones de uso del grupo generador en el mundo real.

55 Aplicación a un vehículo eléctrico híbrido

Con referencia a la Figura 9, se muestra en general en 300 una realización de un vehículo eléctrico híbrido de la invención. El vehículo híbrido 300 incluye un primer par de ruedas 302 de tracción y un segundo par de ruedas 304. El vehículo 300 híbrido incluye adicionalmente un motor 306 de tracción eléctrica, una caja de engranajes 308 y un

eje de acoplamiento **310**. El motor de tracción **306** está acoplado a las ruedas de tracción **302** a través de la caja de engranajes **308** y del eje de acoplamiento **310**, para proporcionar potencia mecánica a las ruedas de tracción.

5 El vehículo híbrido **300** incluye también un elemento de almacenamiento **312** que en la presente realización incluye una pluralidad de baterías **314** de almacenamiento y una pluralidad de elementos de almacenamiento de condensador. El elemento **312** de almacenamiento está en comunicación con un primer bus **318** de energía. En una realización las baterías **314** son células de níquel metal-hidruro (NiMH), y el condensador **316** incluye uno o más ultra condensadores. En algunas realizaciones el elemento **312** de almacenamiento puede incluir solamente baterías, solamente ultra condensadores o puede incluir un elemento de almacenamiento de energía de volante de inercia. Los elementos de almacenamiento de energía de volante de inercia funcionan en general acelerando un rotor de volante de inercia acoplado eléctricamente como motor/generador a una elevada velocidad almacenando así energía de inercia en el volante de inercia para uso posterior.

10 El vehículo híbrido **300** incluye adicionalmente un grupo generador **320**, que tal como se ha descrito anteriormente incluye motor **322** acoplado a un generador eléctrico **324**. El generador está en comunicación con un segundo bus **326** de energía. El grupo generador **320** incluye también un circuito procesador **332**, que puede ser el circuito procesador **18** mostrado en las figuras **1**, **2** y **4**.

El motor **320** puede ser de cualquier tipo de motor de combustión interna o externa, por ejemplo de motores de ciclo Otto, Atkinson y diésel, motores Stirling, motores de turbina de gas, etc. El motor **320** puede funcionar con cualquier tipo de combustible tal como gasolina, diésel, biogás u otros biocombustibles que utilizan celulosa y otros etanoles, propano, etc.

20 El vehículo híbrido **300** incluye también un controlador **328**, que está en comunicación con el primer y segundo buses **318** y **326** de energía, para la recepción de energía eléctrica, y está también en comunicación con el motor **306** de tracción para suministrar energía al motor de tracción para accionar las ruedas **302**. El controlador puede incluir varios convertidores de voltaje tales como un convertidor corriente continua-corriente continua por ejemplo para convertir la energía eléctrica recibida sobre los buses **318** y **326** en un voltaje adecuado para el suministro al motor **306** de tracción. El controlador **328** incluye adicionalmente una salida **342** para la producción de señales de demanda de potencia. La salida **342** está en comunicación con el circuito procesador **332**.

25 En la presente realización el vehículo híbrido **300** incluye un controlador **340** del elemento de almacenamiento, que está en comunicación con el elemento **312** de almacenamiento para supervisión de un estado de carga del elemento **312** de almacenamiento. El controlador **340** del elemento de almacenamiento está también en comunicación con el controlador **328** para proporcionar una señal de estado de carga asociada con un estado de la carga del elemento **312** de almacenamiento al controlador.

El vehículo híbrido incluye también un pedal **329** para producir una señal que representa una potencia solicitada al motor de tracción para el accionamiento de las ruedas. El pedal **329** está en comunicación con el controlador **328** y se dispone en un compartimento de conducción (no mostrado) del vehículo **300** híbrido.

35 En la presente realización el vehículo híbrido incluye también un accesorio **330**, tal como un compartimento de iluminación, un motor limpiador, compartimento de ventilador de refrigeración, etc. El controlador **328** está en comunicación con el accesorio **330** para suministrar energía eléctrica al accesorio a un voltaje y corriente adecuados (por ejemplo a **12 V** de corriente continua).

Funcionamiento del vehículo híbrido

40 Cuando un operador del vehículo **300** híbrido presiona el pedal **329**, se produce una señal que representa una potencia solicitada asociada con una cantidad de depresión del pedal. El controlador **328** recibe la señal de potencia solicitada desde el pedal **329**, y la señal de estado de carga desde el controlador **340** del elemento de almacenamiento, y responde produciendo una señal de demanda de potencia en la salida **342** para solicitar una salida de potencia desde el grupo generador **320**. La salida de potencia demandada desde el grupo generador **320** por el controlador **328** depende del estado de carga del elemento **312** de almacenamiento y la señal de solicitud de potencia recibida desde el pedal **329**. La señal de demanda de potencia producida por el controlador **328** puede incluir también una demanda adicional de suministro de potencia al accesorio **330**.

45 La potencia solicitada por la depresión por el operador del pedal **329** puede suministrarse así por el elemento **312** de almacenamiento a través del bus **318**, por el grupo generador **320** a través del bus **326** o por una combinación de ambos. La solicitud de potencia de tracción a ser proporcionada a la rueda **203** se satisface de esa manera mediante la potencia suministrada por un grupo generador **320** en solitario o mediante el elemento **312** de almacenamiento en solitario o por una combinación de una primera parte de potencia suministrada por el elemento de almacenamiento y una segunda parte de potencia suministrada por un grupo generador.

55 Alternativamente, si el elemento **312** de almacenamiento está descargado, entonces el controlador del elemento de almacenamiento produce una señal de estado de carga que indica que se requiere la carga del elemento **312** de almacenamiento. El controlador **328** responde entonces produciendo una señal de demanda de potencia al grupo generador **320** que incluye una demanda adicional para la potencia de carga del elemento **312** de almacenamiento y

el grupo generador **320** se requiere que genere potencia para satisfacer tanto la potencia solicitada desde el pedal **329** como una demanda de potencia para la carga del elemento **312** de almacenamiento.

5 Cuando el operador retira y libera el pedal **329** sin desacoplar la caja de engranajes **308**, haciendo que el vehículo **300** híbrido se desplace por inercia, la potencia desde las ruedas **302** acciona el motor **306** generando así potencia eléctrica, que se puede acoplar ventajosamente a través del controlador **328** para cargar el elemento **312** de almacenamiento. Si el elemento de almacenamiento está totalmente cargado puede ser necesario que esta potencia se disipe en una resistencia, por ejemplo.

10 El circuito procesador **332** y el grupo generador **320** funcionan como se ha descrito anteriormente en conexión con el grupo generador **10** y el circuito procesador **18**. En la realización mostrada, el circuito procesador **332** recibe un conjunto de puntos de funcionamiento (por ejemplo los puntos de funcionamiento mostrados en la Figura **8** en **258**) que se han determinado externamente al vehículo **300** y almacenado en un medio que pueda leer un ordenador, tal como el medio **50** que puede leer un ordenador mostrado en la Figura **2**. El conjunto de puntos de funcionamiento se lee entonces en el circuito procesador **332** usando un lector de medios, tal como el lector/escritor **46** de medios mostrado en la Figura **2**. Cuando funciona el vehículo **300** híbrido, el grupo generador **320** recibe la señal de demanda de potencia desde el controlador **328**, y responde haciendo funcionar el motor **322** a una velocidad de motor que corresponde al punto de funcionamiento en el conjunto de puntos de funcionamiento que corresponden a la potencia demandada. El generador **324** responde suministrando el nivel demandado de potencia al bus **326** de energía.

20 Alternativamente, en otra realización, los valores de coste **82** (mostrados en la Figura **3**) se pueden determinar externamente al vehículo **300** híbrido, almacenarse en un medio que pueda leer un ordenador, y leerse en el circuito procesador **332** usando un lector de medios. El circuito procesador **332** puede configurarse adicionalmente para generar un registro de demandas recibidas para salidas de potencia durante el funcionamiento del grupo generador **320** a lo largo de un periodo de tiempo. El circuito procesador **332** calcula entonces las ponderaciones b_j , asignando una ponderación mayor a valores de salida de potencia usados más frecuentemente, de acuerdo con el registro de demandas recibidas. Cuando las ponderaciones b_j se han actualizado, el circuito procesador **332** está configurado para seleccionar el conjunto de puntos de funcionamiento usando los valores de coste suministrados externamente, como se ha descrito anteriormente. Ventajosamente, en esta realización el vehículo **300** es capaz de adaptarse a un cambio en el entorno (por ejemplo, cuando se mueve el vehículo desde un terreno sustancialmente llano, a un terreno montañoso) cambiando las ponderaciones b_j .

30 En otra realización, los valores de la condición de funcionamiento (mostrados en la Figura **6**) se puede leer en el vehículo mediante un lector de medios en el circuito procesador **332**, y los valores de coste se pueden calcular a bordo del vehículo **300** híbrido, facilitando de ese modo los cambios a bordo de las ponderaciones a_i de acuerdo con la Ecuación **1** para alteración de un compromiso deseado entre las diversas condiciones de funcionamiento. Ventajosamente, en esta realización el vehículo **300** es capaz de seleccionar los puntos de funcionamiento reflejando un compromiso deseado diferente entre las condiciones de funcionamiento. Por ejemplo, cuando funciona el vehículo en un entorno urbano, las emisiones pueden tener que cumplir criterios más estrictos que en entornos más rurales, y las ponderaciones a_i se pueden cambiar para reflejar esta diferencia.

40 En otra realización más, al menos algunos de los valores de las condiciones de funcionamiento se proporcionan mediante sensores de a bordo, tales como los sensores **114** mostrados en la Figura **4**. En esta realización, los valores de las condiciones de funcionamiento, valores de coste y la selección de un conjunto de puntos de funcionamiento para el grupo generador **320**, todos ellos tienen lugar a bordo del vehículo **300** en el circuito procesador **332**. Adicionalmente, en esta realización, dado que las condiciones de funcionamiento se representan por señales en tiempo real desde los sensores **114**, puede ser más importante ser capaz de seleccionar rápidamente un nuevo conjunto de puntos de funcionamiento en respuesta a valores de condiciones de funcionamiento cambiantes. Ventajosamente, el uso de la técnica de programación dinámica proporciona un procedimiento computacionalmente eficiente para la selección de los puntos de funcionamiento, reduciendo así los requisitos de velocidad de hardware para el circuito procesador **332**. La detección de los valores de las condiciones de funcionamiento facilita de ese modo una respuesta rápida a las condiciones cambiantes tales como cambios en los patrones de consumo de combustible o emisiones, debido a cambios en el funcionamiento del motor a lo largo del tiempo, por ejemplo.

55 El vehículo **300** híbrido mostrado en la Figura **9** representa un ejemplo de lo que se denomina a menudo como un "vehículo híbrido en serie", en el que el motor **322** no está mecánicamente acoplado a las ruedas **302**. Otras configuraciones de vehículos híbridos pueden incluir motores que están acoplados tanto al generador como a la rueda de tracción del vehículo, y se pueden denominar como "vehículos híbridos en paralelo". Al menos algunas de las realizaciones de la invención descritas anteriormente pueden ser aplicables a varias configuraciones de vehículos híbridos en paralelo, en los que un motor se acopla a un generador. Por ejemplo, cuando un vehículo híbrido está en una parada y no se está proporcionando potencia a las ruedas, el motor y el generador pueden accionarse usando puntos de funcionamiento seleccionados como se ha descrito anteriormente.

Otros procedimientos de optimización

5 Se pueden usar también otros procedimientos de optimización para seleccionar el conjunto de puntos de funcionamiento para los grupos generadores **10** ó **320**. En general un procedimiento de utilización es un procedimiento de búsqueda que es capaz de hallar de modo efectivo una condición, que minimice la función en la Ecuación **1** o en la Ecuación **2**, sometido a la limitación de incremento monótono de la velocidad. Una posible alternativa es calcular cada posible suma en el intervalo de valores de salida de potencia y velocidades del motor. Tal técnica de “fuerza bruta” es fácil de implementar pero tiene el inconveniente potencial de ser lenta en su ejecución. Donde se requiere una respuesta rápida para una selección a bordo de los puntos de funcionamiento, se pueden usar, en lugar de la programación dinámica, técnicas más eficientes tales como el procedimiento descendente en saltos, procedimiento del gradiente conjugado, procedimiento métrico variable, procedimiento de Newton, programación lineal (incluyendo búsqueda dorada).

10 El procedimiento de aproximaciones descendentes en saltos se aproxima al mínimo en una forma en zigzag, en el que la nueva dirección de búsqueda es ortogonal a la dirección de búsqueda previa. Sin embargo este procedimiento converge lentamente, dado que después de cada etapa el procedimiento busca en una dirección opuesta. El procedimiento del gradiente conjugado intenta aliviar este problema con procedimientos descendentes en saltos para “aprender” de la experiencia. El procedimiento de Newton da como resultado una convergencia más rápida, pero no necesariamente menor tiempo de cálculo comparado con los procedimientos tanto descendente en saltos como del gradiente conjugado.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un aparato (12; 328) de selección de condiciones de funcionamiento de un grupo generador (10; 320), comprendiendo el grupo generador (10; 320) un motor (14; 322) acoplado a un generador (16; 324) de potencia eléctrica, teniendo el grupo generador (10; 320) una pluralidad de puntos de funcionamiento, comprendiendo cada uno un valor de velocidad del motor y un valor de salida de potencia eléctrica del generador, comprendiendo el aparato un circuito procesador (18; 332);
caracterizado porque el grupo generador (10; 320) tiene una pluralidad de valores de coste asociados con el funcionamiento del grupo generador (10; 320) en puntos de funcionamiento respectivos, y **porque** dicho circuito procesador (18; 332) es operativo para seleccionar un conjunto de puntos de funcionamiento de entre la pluralidad de puntos de funcionamiento de modo que se minimice una suma de valores de coste asociados con los puntos de funcionamiento en dicho conjunto, y de modo que la velocidad del motor se incremente o disminuya monótonamente con incrementos o disminuciones monótonas de los valores de salida de potencia eléctrica.
- 15 2. El aparato de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicho circuito procesador (18; 332) está configurado funcionalmente para asignar una ponderación a cada uno de los valores de salida de potencia de modo que a los valores de coste que corresponden a las salidas de potencia demandadas más frecuentemente se les asigne una ponderación más grande en dicha suma de valores de coste que a los valores de coste correspondientes a valores de salida de potencia eléctrica demandados menos frecuentemente.
- 20 3. El aparato de acuerdo con la reivindicación 2, en el que dicho circuito procesador (18; 332) está configurado funcionalmente para asignar una ponderación mayor a valores de salida de potencia eléctrica próximos al punto medio de un intervalo de salidas de potencia que el generador (16; 324) es capaz de suministrar.
4. El aparato de acuerdo con la reivindicación 2, en el que dicho circuito procesador (18; 332) está configurado funcionalmente para generar un registro de demandas recibidas para salidas de potencia durante el funcionamiento del grupo generador (10; 320) a lo largo de un periodo de tiempo y para asignar una ponderación mayor a los valores de salida de potencia más frecuentemente usados.
- 25 5. El aparato de acuerdo con la reivindicación 4, en el que dicho circuito procesador (18; 332) está configurado funcionalmente para actualizar dichas ponderaciones mientras funciona el grupo generador (10; 320) y para seleccionar un nuevo conjunto de puntos de funcionamiento cuando dichas ponderaciones han sido actualizadas.
- 30 6. El aparato de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicho circuito procesador (18; 332) está configurado funcionalmente para recibir una demanda para suministrar potencia en un valor de salida de potencia demandada y para hacer funcionar al grupo generador (10; 320) en un punto de funcionamiento en dicho conjunto de puntos de funcionamiento que corresponda a dicho valor de salida de potencia demandado.
- 35 7. El aparato de acuerdo con la reivindicación 6, en el que el grupo generador (320) se usa para generar energía eléctrica para su uso en un vehículo (300) híbrido y en el que dicho circuito procesador (322) está configurado funcionalmente para recibir una demanda para suministrar potencia a al menos uno de entre un motor (306) de tracción, un cargador operativo para cargar un elemento (312) de almacenamiento y un accesorio (330) asociado con el vehículo (300) híbrido.
8. El aparato de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicho circuito procesador (18; 332) está configurado funcionalmente para:
 40 aplicar sucesivamente un algoritmo de programación dinámica para seleccionar conjuntos de puntos de funcionamiento en valores de salida de potencia sucesivos dentro de un intervalo de salidas de potencia que el generador (16; 324) es capaz de suministrar; y
 seleccionar un conjunto de puntos de funcionamiento que corresponden a un último valor de salida de potencia en dicho intervalo como dicho conjunto de puntos de funcionamiento para dicho grupo generador (10; 320).
- 45 9. El aparato de acuerdo con la reivindicación 8, en el que dicho circuito procesador (18; 332) está configurado funcionalmente para:
 producir una primera pluralidad de sumas de valores de coste a un primer valor de salida de potencia;
 memorizar un resultado de al menos una de dicha primera pluralidad de dichas sumas; y
 usar al menos alguno de dichos resultados memorizados para producir una suma adicional de valores de coste en un valor de salida de potencia posterior.
- 50 10. El aparato de acuerdo con la reivindicación 9, en el que dicho circuito procesador (18; 332) está configurado funcionalmente para localizar un valor de coste mínimo en cada valor de salida de potencia y para aplicar dicho algoritmo de programación dinámica para producir primero dichas sumas de valores de coste correspondientes a dicho valor de coste mínimo en cada valor de salida de potencia sucesivo.
- 55 11. El aparato de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicho circuito procesador (18; 332) está configurado funcionalmente para recibir una pluralidad de valores de coste.

12. El aparato de acuerdo con la reivindicación 11, en el que dicho circuito procesador (18; 332) está configurado funcionalmente para producir dicha pluralidad de valores de coste mediante:

5 la asignación de ponderaciones a cada una de una pluralidad de condiciones de funcionamiento asociadas con el funcionamiento del grupo generador (10; 320), representando dichas ponderaciones un compromiso deseado entre dicha pluralidad de condiciones de funcionamiento;
10 la recepción de valores de las condiciones de funcionamiento correspondientes a cada una de la pluralidad de condiciones de funcionamiento, asociados dichos valores de las condiciones de funcionamiento con el funcionamiento del grupo generador (10; 320) en cada uno de una pluralidad de puntos de funcionamiento, comprendiendo cada uno de dichos puntos de funcionamiento un valor de la velocidad del motor y un valor de la potencia de salida eléctrica del generador, teniendo al menos un valor de la salida de potencia eléctrica del generador más de un punto de funcionamiento posible; y
la combinación de dichos valores de las condiciones de funcionamiento de acuerdo con dichas ponderaciones para cada punto de funcionamiento respectivo para producir los valores de coste para cada punto de funcionamiento.

15 13. El aparato de acuerdo con la reivindicación 11, en el que dicho circuito procesador (18; 332) está configurado funcionalmente para seleccionar un nuevo conjunto de puntos de funcionamiento en respuesta a la recepción de dicha pluralidad de valores de coste.

20 14. El aparato de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicho circuito procesador (18; 332) está configurado funcionalmente para seleccionar dicho conjunto de puntos de funcionamiento del grupo generador previamente al funcionamiento del grupo generador (10; 320).

25 15. Un medio legible por ordenador codificado con códigos para dirigir a un circuito procesador (18; 332) para ejecutar un procedimiento para la selección de las condiciones de funcionamiento óptimas de un grupo generador (10; 320), comprendiendo el grupo generador (10; 320) un motor (14; 322) acoplado a un generador (16; 324) de energía eléctrica, teniendo el grupo generador (10; 320) una pluralidad de puntos de funcionamiento, comprendiendo cada uno un valor de la velocidad del motor y un valor de la salida de potencia eléctrica del generador, y teniendo una pluralidad de valores de coste asociados con el funcionamiento del grupo generador (10; 320) en puntos de funcionamiento respectivos, los códigos para la dirigir al circuito procesador (18; 332) para:

30 seleccionar un conjunto de puntos de funcionamiento de entre la pluralidad de puntos de funcionamiento de modo que se minimice una suma de los valores de coste asociados con los puntos de funcionamiento en dicho conjunto y de modo que la velocidad del motor se incremente o disminuya monótonamente con incrementos o disminuciones monótonas de los valores de salida de potencia eléctrica.

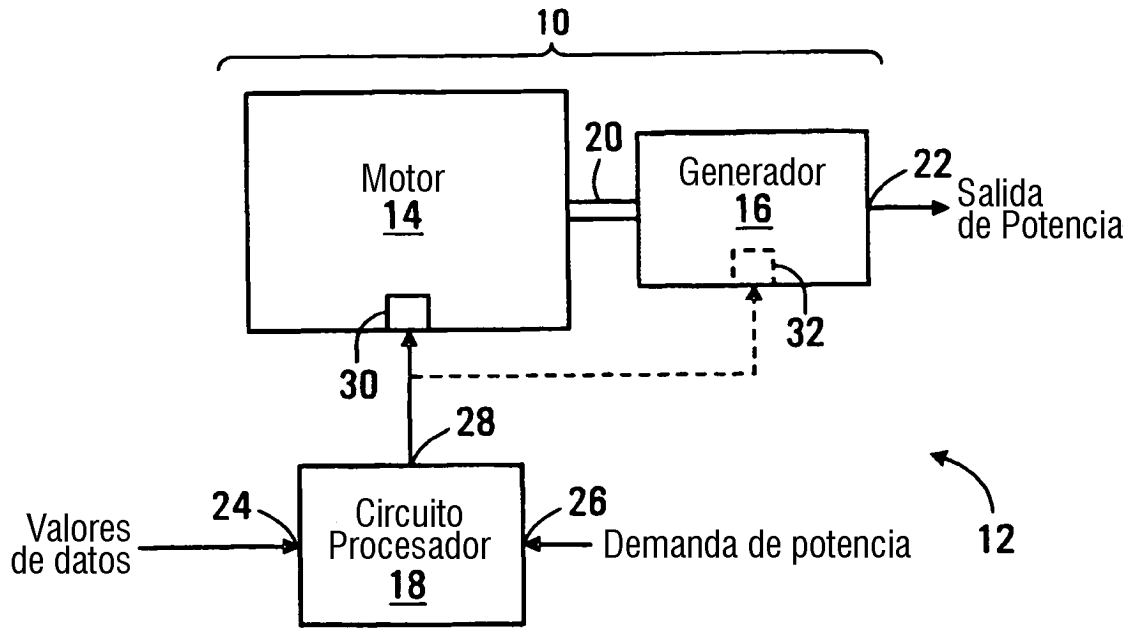


FIG. 1

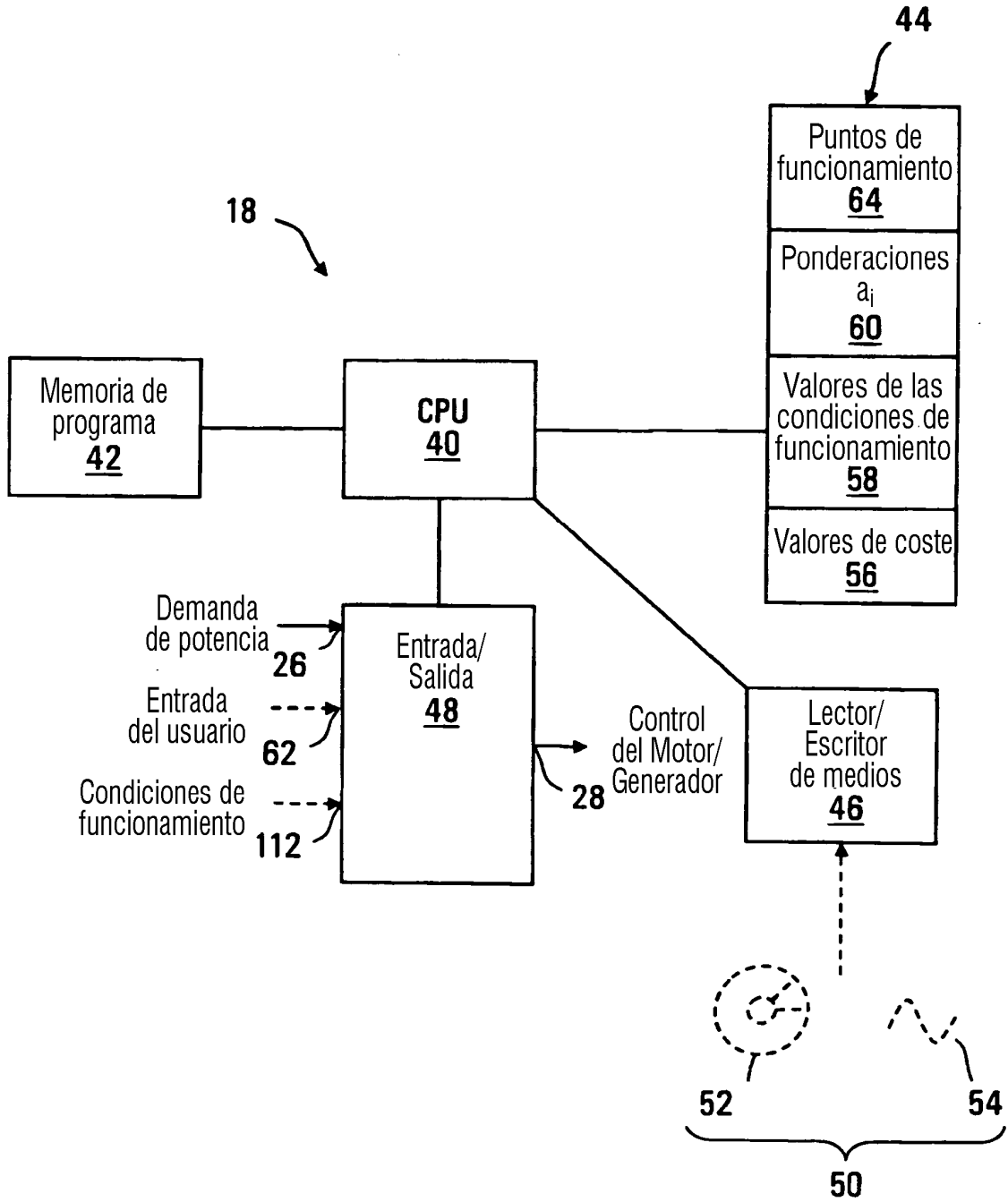


FIG. 2

The table shows the relationship between Power [kW] (Potencia [kW]) and Velocity [rpm] (Velocidad [rpm]). The power levels are 3400, 3200, 3000, 2800, 2600, 2400, 2200, 2000, 1800, and 1600 rpm. The power levels are 3400, 3200, 3000, 2800, 2600, 2400, 2200, 2000, 1800, and 1600 rpm. The power levels are 3400, 3200, 3000, 2800, 2600, 2400, 2200, 2000, 1800, and 1600 rpm.

Potencia [kW]	3400	3200	3000	2800	2600	2400	2200	2000	1800	1600
No carga										
5 kW										
10 kW	0,791	0,731	0,680	0,501	0,493	0,435	0,389	0,333	0,309	0,317
15 kW	0,963	0,882	0,835	0,656	0,594	0,546	0,550	0,578	0,526	0,537
20 kW	1,278	1,193	1,119	0,872	0,805	0,766	0,741	0,767	0,827	
25 kW	1,533	1,449	1,404	1,117	1,105	1,030	0,964	0,989	1,092	
30 kW	1,748	1,714	1,471	1,165	1,127	1,046	1,060			
35 kW	2,042	1,995	1,964	1,430	1,451					

Callouts: 70 (top right), 71 (bottom right), 72 (left of 3400), 74 (left of 3200), 76 (left of 3000), 82 (bracket over 2800-3400), 84 (left of 2800), 86 (left of 2600), 88 (left of 2400), 90 (underlined in 5 kW row), 92 (underlined in 1600 rpm column).

FIG. 3

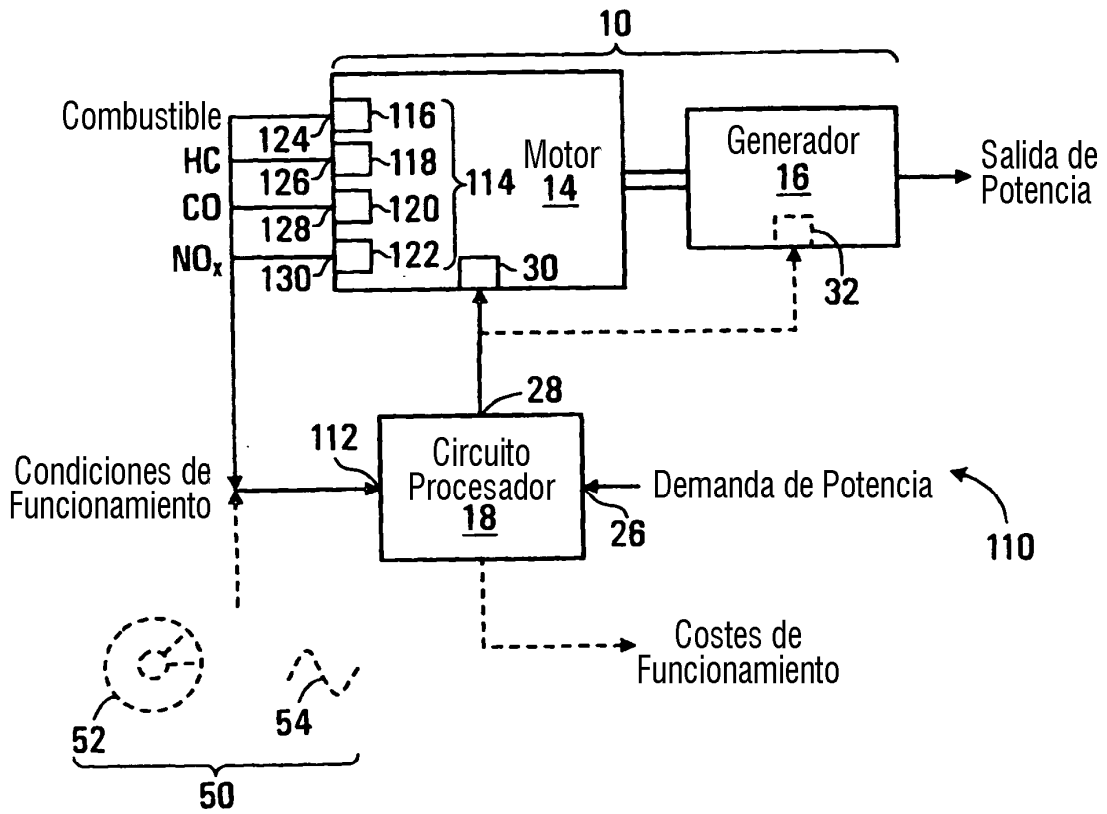


FIG. 4

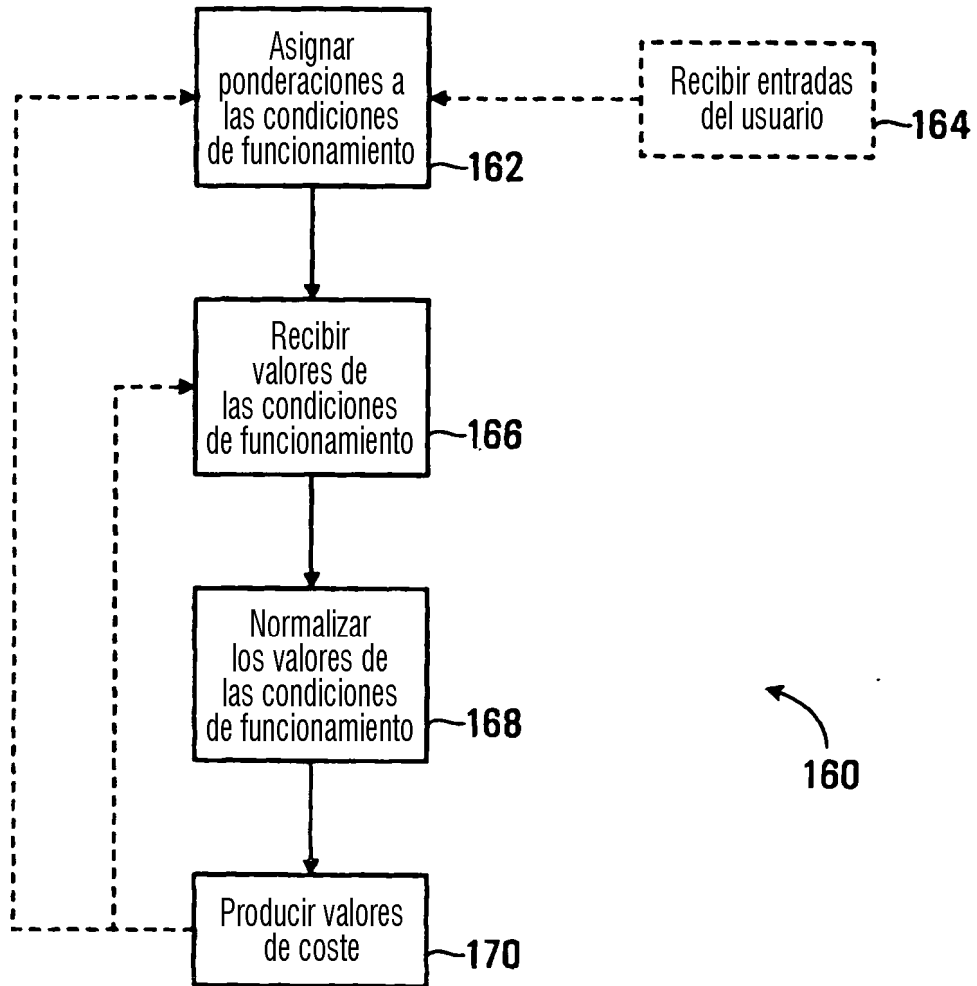


FIG. 5

200

Potencia [kW]	Condiciones de Funcionamiento	Velocidad [rpm]									
		3400	3200	3000	2800	2600	2400	2200	2000	1800	1600
No carga	Combust.								0,040	0,040	0,000
	HC								0,334	0,460	0,392
	CO								0,796	1,000	0,818
	NOx								0,014	0,000	0,010
5 kW	Combust.						0,119	0,119	0,119	0,079	0,079
	HC						0,696	0,505	0,453	0,668	1,000
	CO						0,247	0,183	0,183	0,243	0,337
	NOx						0,063	0,066	0,064	0,048	0,048
10 kW	Combust.	0,465	0,426	0,386	0,307	0,307	0,267	0,267	0,228	0,188	0,188
	HC	0,028	0,024	0,024	0,025	0,025	0,024	0,001	0,001	0,001	0,000
	CO	0,027	0,028	0,027	0,014	0,012	0,006	0,002	0,001	0,001	0,000
	NOx	0,271	0,253	0,243	0,155	0,149	0,137	0,119	0,103	0,119	0,129
15 kW	Combust.	0,574	0,505	0,465	0,426	0,386	0,347	0,347	0,307	0,267	0,267
	HC	0,028	0,028	0,028	0,028	0,024	0,021	0,021	0,019	0,017	0,017
	CO	0,023	0,021	0,021	0,014	0,007	0,005	0,003	0,002	0,001	0,001
	NOx	0,338	0,328	0,322	0,188	0,176	0,174	0,180	0,251	0,241	0,251
20 kW	Combust.	0,673	0,614	0,574	0,545	0,485	0,465	0,465	0,426	0,426	
	HC	0,028	0,028	0,025	0,024	0,021	0,021	0,021	0,017	0,017	
	CO	0,018	0,017	0,016	0,012	0,007	0,005	0,004	0,002	0,002	
	NOx	0,559	0,534	0,504	0,291	0,291	0,275	0,251	0,322	0,382	
25 kW	Combust.	0,772	0,733	0,693	0,653	0,594	0,574	0,594	0,574	0,545	
	HC	0,024	0,024	0,021	0,021	0,021	0,017	0,014	0,017	0,017	
	CO	0,020	0,016	0,014	0,010	0,007	0,005	0,004	0,005	0,006	
	NOx	0,716	0,676	0,676	0,433	0,484	0,433	0,352	0,392	0,524	
30 kW	Combust.	0,891	0,861	0,822	0,772	0,733	0,733	0,693			
	HC	0,021	0,017	0,017	0,021	0,014	0,014	0,017			
	CO	0,019	0,018	0,016	0,010	0,009	0,008	0,008			
	NOx	0,818	0,818	0,615	0,362	0,372	0,291	0,342			
35 kW	Combust.	1,000	0,980	0,950	0,911	0,891					
	HC	0,017	0,014	0,014	0,014	0,014					
	CO	0,025	0,021	0,020	0,012	0,012					
	NOx	1,000	0,980	0,980	0,494	0,534					

220

202

204

206

208

210

224

222

FIG. 6

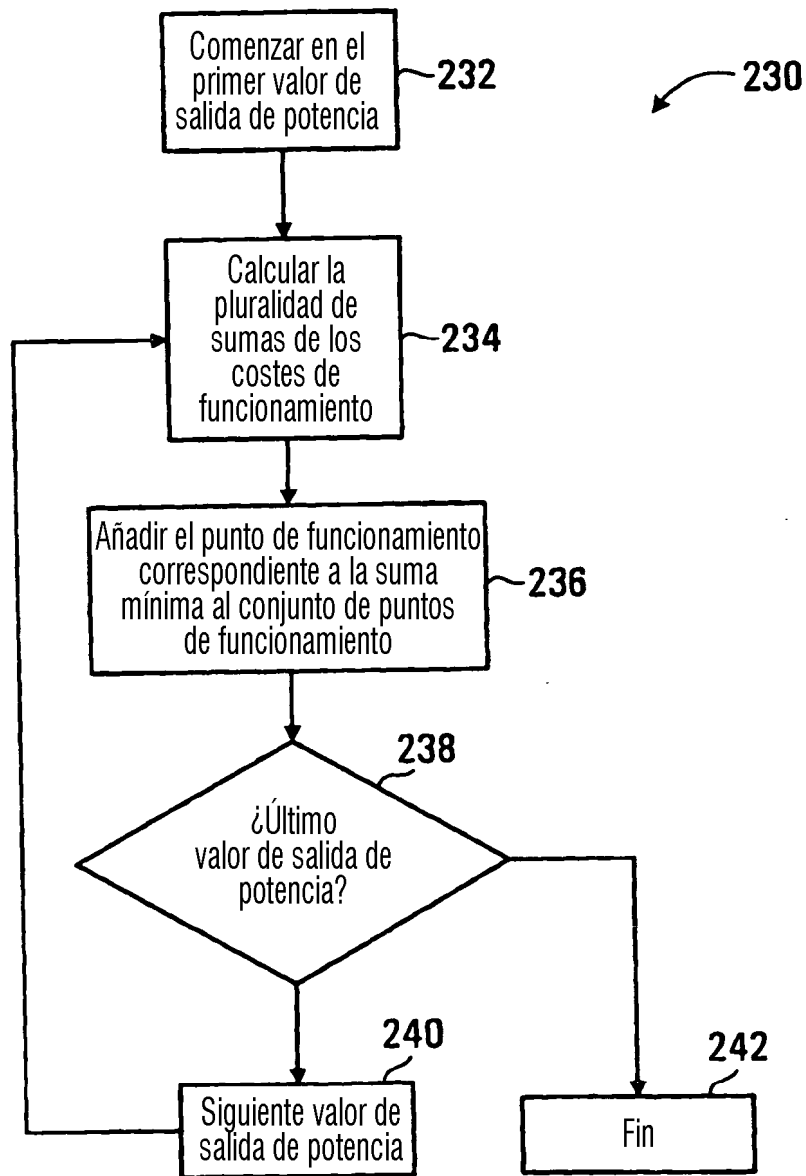


FIG. 7

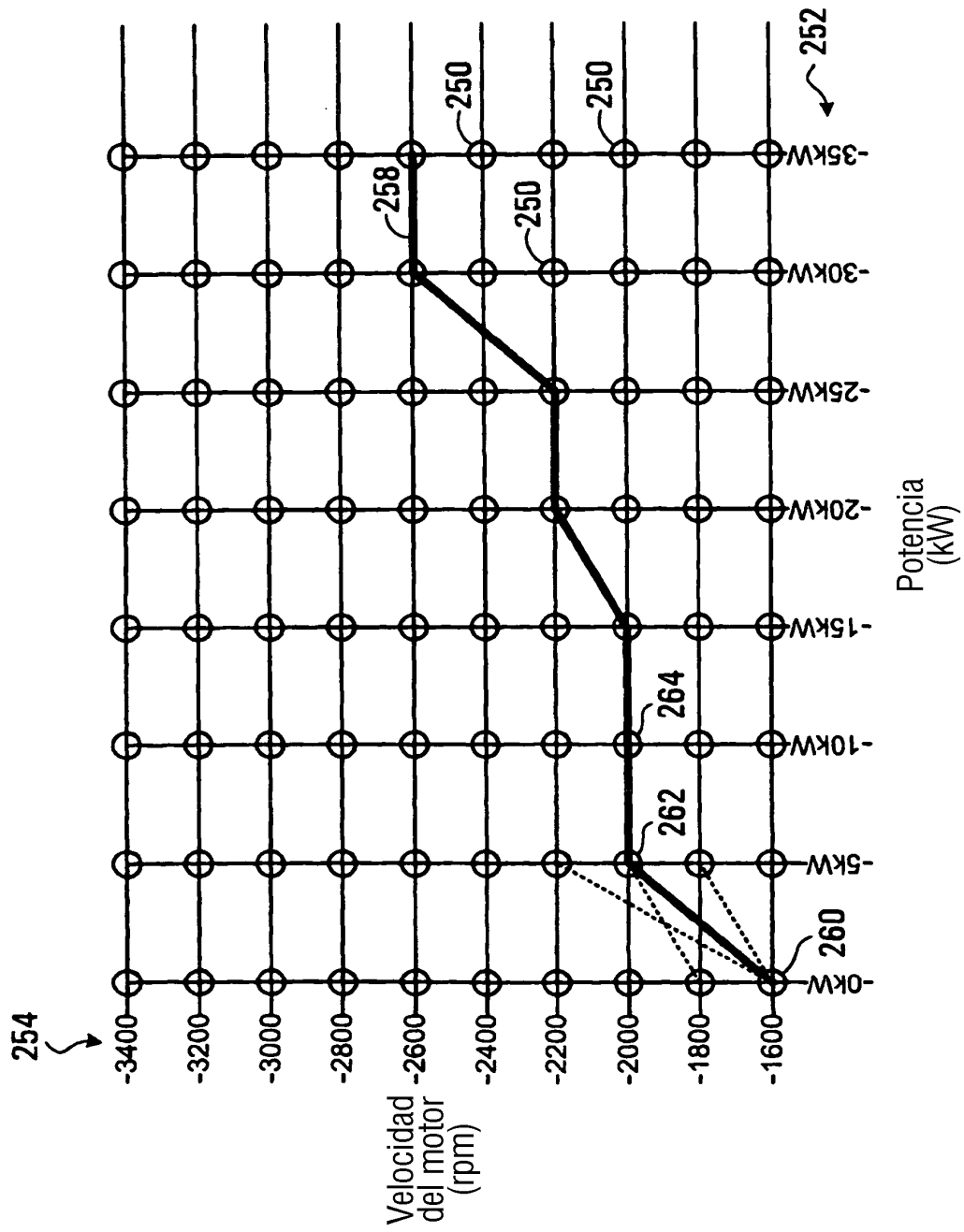


FIG. 8

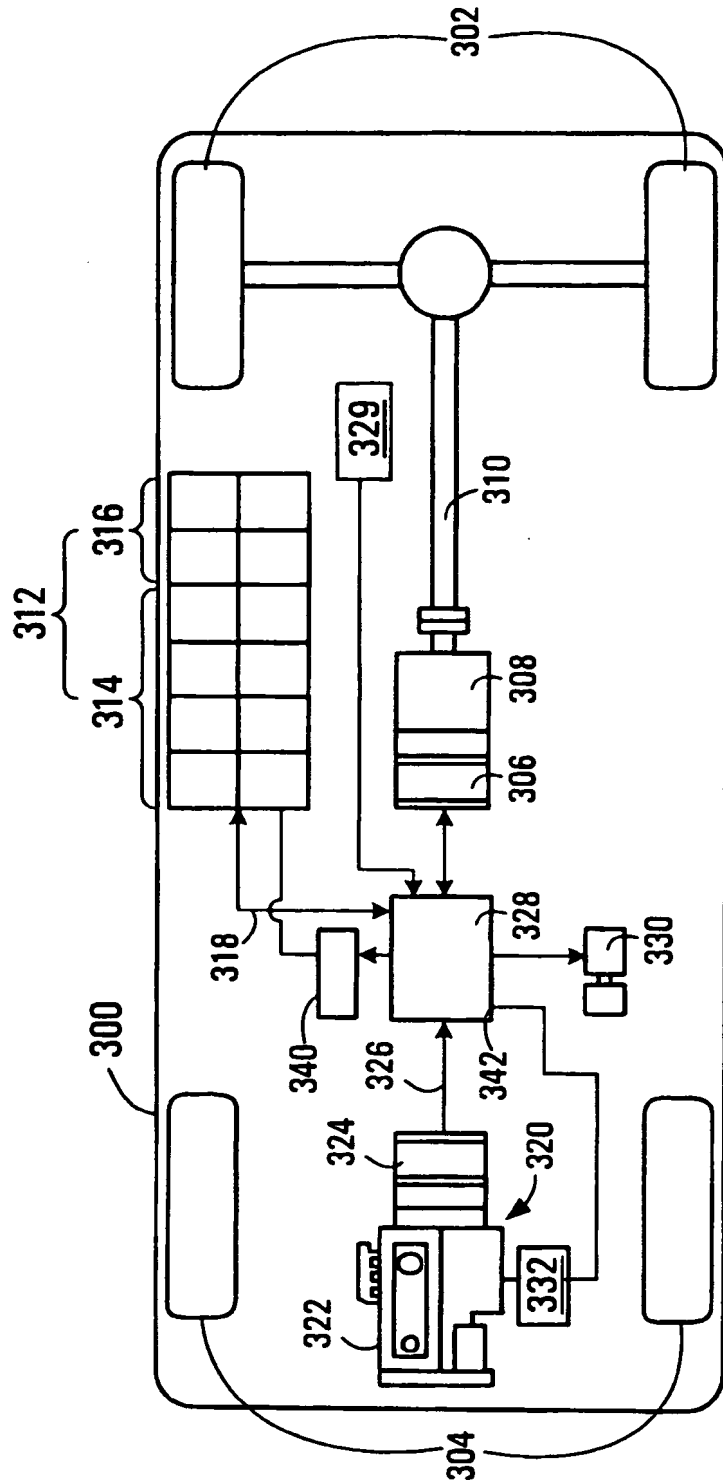


FIG. 9