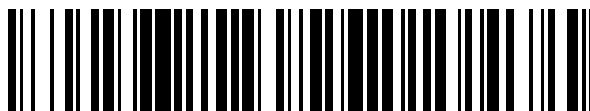


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 373 169**

51 Int. Cl.:  
**B60W 10/06** (2006.01)  
**B60W 10/08** (2006.01)  
**B60W 10/18** (2006.01)  
**B60W 10/26** (2006.01)  
**B60W 20/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **07800541 .0**  
96 Fecha de presentación: **30.08.2007**  
97 Número de publicación de la solicitud: **2062220**  
97 Fecha de publicación de la solicitud: **27.05.2009**

54 Título: **APARATO Y PROCEDIMIENTO PARA GESTIONAR LA POTENCIA EN UN VEHÍCULO HÍBRIDO.**

30 Prioridad:  
**01.09.2006 US 515175**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**01.02.2012**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**01.02.2012**

73 Titular/es:  
**AZURE DYNAMICS INC.  
3900 NORTH FRASER WAY  
BURNABY, BRITISH COLUMBIA V5J 5H6, CA**

72 Inventor/es:  
**LIU, Wei y  
BOUCHON, Nicolas, Louis**

74 Agente: **Carpintero López, Mario**

ES 2 373 169 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**

Aparato y procedimiento para gestionar la potencia en un vehículo híbrido

**Antecedentes de la invención**

**1. Campo de la invención**

5 La presente invención se refiere en general a vehículos híbridos y más en particular, a un aparato y un procedimiento para gestionar la potencia en un vehículo híbrido.

**2. Descripción de la técnica relacionada**

10 El documento US 2004/0164616 desvela un aparato y un procedimiento de la clase que se ha definido más arriba para el control de un sistema de vehículos eléctricos con el fin de mejorar la economía de combustible mediante la gestión de los costes de la potencia eléctrica del sistema eléctrico. El sistema eléctrico puede utilizar diversas fuentes de energía para cargar una batería, incluyendo potencia por frenado regenerativo, un motor acoplado a un generador, y la potencia suministrada externamente. La fuente de potencia que genera la potencia al menor coste se utiliza para suministrar grandes cantidades de potencia. Varias cargas están conectadas al generador y a la batería a través de la línea de alimentación de potencia. Un controlador controla la generación de potencia basado en la cantidad total requerida de potencia para cargar la batería y suministrar las cargas.

15 Los vehículos eléctricos híbridos que tienen un motor (tal como un motor de combustión interna) y un motor eléctrico para proporcionar potencia al vehículo, se han convertido en una alternativa viable a los vehículos de motor de combustión interna convencionales. Aunque tales vehículos pueden requerir unos componentes de transmisión de potencia más complejos, esta complejidad se ve compensada por un consumo de combustible mejorado y la consiguiente reducción de las emisiones de contaminantes procedentes del motor.

20 Teniendo en cuenta el actual contexto de precios más elevados de los combustibles fósiles, hay un deseo correspondiente de reducir aún más los costes de consumo de combustible cuando se operan vehículos híbridos. Los vehículos eléctricos híbridos reducen el consumo de combustible por la repartición de la potencia requerida para hacer funcionar el vehículo entre el motor y el motor eléctrico, para hacer que estos componentes operen en los puntos de funcionamiento eficiente. Por ejemplo, cuando se mueve lentamente, o cuando se parte de una posición estacionaria, el motor eléctrico puede ser considerablemente más eficiente que el motor y en este caso, la mayor parte de la potencia puede ser suministrada por el motor eléctrico. A velocidades más altas, en las que la eficiencia del motor es mejor, una mayor gestión de la repartición de la potencia entre el motor de explosión y el motor eléctrico de un vehículo eléctrico híbrido es un factor importante para lograr la mejor eficiencia general, bajo consumo de combustible, y minimizar los costes de funcionamiento.

25 El documento US 2005/246076 A1 desvela un aparato para gestionar la potencia en un vehículo híbrido, comprendiendo el vehículo un motor, un motor eléctrico, y un elemento de almacenamiento de energía acoplado al motor eléctrico, comprendiendo el aparato: un medio para recibir una petición de suministro de energía de funcionamiento para accionar el vehículo; un medio para responder a la citada petición mediante la selección de una repartición de potencia de funcionamiento entre el motor y el motor eléctrico, de manera que la citada repartición esté asociada con un coste de funcionamiento, comprendiendo el citado coste de funcionamiento un coste de consumo de combustible del motor y un coste de cargar / descargar un elemento de almacenamiento; y un medio para hacer que la potencia a suministrar por al menos uno de entre el motor y el motor eléctrico esté de acuerdo con la citada repartición.

30 Sigue existiendo una necesidad de procedimientos y aparatos mejorados para la gestión de la potencia en un vehículo híbrido.

**Sumario de la invención**

La invención cumple con la citada necesidad por medio del aparato de la reivindicación 1 y con el procedimiento de la reivindicación 14.

45 De acuerdo con la reivindicación 1, se proporciona un aparato para gestionar la potencia en un vehículo híbrido, incluyendo el vehículo un motor, un motor eléctrico, y un elemento de almacenamiento de energía acoplado al motor eléctrico. El aparato incluye un circuito de procesador configurado operativamente para recibir una petición de suministro de potencia de funcionamiento para accionar el vehículo. El circuito de procesador está configurado operativamente para responder a la petición mediante la selección de una repartición de la potencia de funcionamiento entre el motor y el motor eléctrico, de entre una pluralidad de reparticiones que tienen costes de funcionamiento respectivos, de tal manera que la repartición seleccionada esté asociada con un coste mínimo de funcionamiento, incluyendo el coste de funcionamiento al menos un coste de consumo de combustible del motor y un coste de duración de vida del elemento de almacenamiento. El circuito de procesador está configurado operativamente para hacer

que la potencia sea suministrada por al menos uno de entre el motor y el motor eléctrico de acuerdo con la repartición seleccionada.

5 El circuito de procesador puede estar configurado operativamente para asignar una ponderación relativa entre el coste de consumo de combustible del motor y el coste de duración de vida del elemento de almacenamiento, siendo asignada la ponderación relativa de acuerdo con los precios del combustible y con los precios de reposición del elemento de almacenamiento.

El circuito de procesador puede estar configurado operativamente para producir costes de funcionamiento de cada una de la pluralidad de reparticiones.

10 El motor eléctrico puede estar configurado operativamente para recibir potencia mecánica y generar energía eléctrica para cargar el elemento de almacenamiento, produciéndose la potencia mecánica mientras se reduce o se mantiene la velocidad del vehículo y el circuito de procesador puede estar configurado operativamente para reducir los costes de funcionamiento en proporción a la cantidad de la energía eléctrica generada mientras se reduce o se mantiene la velocidad del vehículo.

15 El circuito de procesador puede estar configurado operativamente para producir una señal de control de potencia del motor y una señal de control de potencia del motor eléctrico en respuesta a la petición, incluyendo la petición al menos una de entre una señal de accionamiento que representa una potencia requerida por el operador recibida desde un dispositivo de entrada del operador y una condición de funcionamiento actual del vehículo, siendo operativas las señales de control de potencia para hacer que por lo menos uno de entre el motor y el motor eléctrico suministre potencia de acuerdo con la repartición seleccionada.

20 La condición de funcionamiento actual del vehículo pueden incluir al menos una de entre la velocidad actual del vehículo, y la aceleración actual del vehículo.

El circuito de procesador puede estar configurado operativamente para producir los valores de coste del coste del consumo de combustible del motor y del coste de duración de vida del elemento de almacenamiento y combinar los valores de costes para producir un coste de funcionamiento total de cada una de las reparticiones.

25 El circuito de procesador puede estar configurado operativamente para combinar los valores de los costes de funcionamiento produciendo una suma de los valores de los costes de funcionamiento.

30 El circuito de procesador puede incluir una memoria configurada operativamente para almacenar información que representa la pluralidad de los costes de consumo de combustible del motor en la misma y el circuito de procesador puede estar configurado operativamente para localizar un coste de consumo de combustible del motor correspondiente a cada una de la pluralidad de reparticiones de potencia de funcionamiento requerida en la memoria.

El circuito de procesador puede estar configurado operativamente para localizar un coste de consumo de combustible del motor correspondiente a un par motor y a una velocidad del motor que satisface cada una de las reparticiones de la potencia de funcionamiento requerida.

35 El aparato puede incluir un sensor de temperatura situado en el motor y que es operativo para producir una señal que representa una temperatura de funcionamiento del motor y el circuito de procesador puede estar configurado operativamente para localizar un coste de consumo de combustible del motor correspondiente a la temperatura de funcionamiento de la pluralidad de los costes de consumo de combustible del motor.

40 El aparato puede incluir un sensor de consumo de combustible de funcionamiento para producir una señal que representa un consumo real de combustible del motor cuando se opera el vehículo y el circuito de procesador puede estar configurado operativamente para actualizar la información de consumo de combustible de acuerdo con el consumo real de combustible del motor.

45 El coste de consumo de combustible puede incluir un coste de consumo de combustible asociado con el funcionamiento del motor para proporcionar la repartición de potencia, y el coste de consumo de combustible asociado con el funcionamiento del motor para reemplazar la energía suministrada por el elemento de almacenamiento con el fin de hacer funcionar el motor eléctrico para suministrar la repartición de potencia.

El circuito de procesador puede estar configurado operativamente para producir una predicción de una cantidad de la energía eléctrica necesaria para reemplazar la energía suministrada por el elemento de almacenamiento con el fin de hacer funcionar el motor en cada una de la pluralidad de reparticiones.

50 El circuito de procesador puede incluir una memoria configurada operativamente para almacenar la información que representa una pluralidad de costes de consumo de combustible del motor y el circuito de procesador puede estar configurado operativamente para localizar, en la memoria, un coste del consumo de combustible del motor que se

corresponda a un consumo mínimo de combustible del motor para reemplazar la cantidad de energía eléctrica suministrada al motor eléctrico por el elemento de almacenamiento.

5 La predicción de la cantidad de energía eléctrica puede incluir una predicción de una cantidad de energía eléctrica asociada con al menos una de entre una pérdida de energía de descarga en el elemento de almacenamiento cuando suministra la cantidad de energía eléctrica al motor eléctrico, una pérdida de energía del motor eléctrico cuando suministra la repartición de la potencia de funcionamiento requerida para el vehículo, y una pérdida de energía de carga del elemento de almacenamiento cuando reemplaza la cantidad de energía eléctrica en el elemento de almacenamiento.

10 El elemento de almacenamiento pueden tener un estado deseado de carga y el circuito de procesador puede estar configurado operativamente para producir un coste de la duración de vida del elemento de almacenamiento proporcional a la desviación prevista de la situación de carga deseada asociada con el funcionamiento en cada una de la pluralidad de reparticiones de la potencia de funcionamiento requerida.

15 El elemento de almacenamiento puede estar configurado operativamente para producir un estado de la señal de carga que representa un estado de carga del elemento de almacenamiento y el circuito de procesador puede estar configurado operativamente para recibir la señal del estado de carga y para producir el coste de duración de vida en respuesta a la señal del estado de carga, siendo proporcional el coste de duración de vida al valor absoluto de la diferencia entre la repartición y la cantidad de potencia necesaria para devolver el estado de carga del elemento de almacenamiento al estado de carga deseado.

20 El circuito de procesador puede estar configurado operativamente para producir los costes de funcionamiento de las reparticiones que cumplan al menos un criterio de restricción asociado con una capacidad de potencia máxima del motor, una capacidad de par máximo del motor, una capacidad de potencia máxima del motor eléctrico, una capacidad de par máximo del motor eléctrico, una capacidad de potencia de frenado máxima del motor eléctrico, una capacidad de par de frenado máximo del motor eléctrico, una potencia de descarga máxima del elemento de almacenamiento, y una potencia de carga máxima del elemento almacenamiento.

25 El circuito de procesador puede estar configurado operativamente para seleccionar una repartición que tenga un coste de funcionamiento mínimo usando una técnica de búsqueda de sección áurea.

De acuerdo con otro aspecto de la invención, se proporciona un medio legible por ordenador codificado con códigos para hacer que un circuito de procesador lleve a cabo un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 14.

30 Otros aspectos y características de la presente invención se harán evidentes para las personas de conocimiento ordinario en la técnica con la revisión de la descripción que sigue de realizaciones específicas de la invención en conjunto con las figuras adjuntas.

### **Breve descripción de los dibujos**

En los dibujos que ilustran las realizaciones de la invención,

La figura 1 es una vista esquemática de un vehículo híbrido, de acuerdo con una primera realización de la invención;

35 La figura 2 es una vista esquemática de un vehículo híbrido, de acuerdo con una segunda realización de la invención;

La figura 3 es una vista esquemática de un circuito de procesador para usar en el vehículo híbrido que se muestra en la figura 2;

40 La figura 4 es una representación gráfica de un mapa de consumo de combustible para un motor usado en el vehículo híbrido que se muestra en la figura 2;

La figura 5 es una representación gráfica de la duración de vida de un elemento de almacenamiento en función del estado de carga, del elemento de almacenamiento utilizado en el vehículo híbrido que se muestra en la figura 2;

La figura 6 es un diagrama de flujo de un proceso para la producción de los costes de funcionamiento ejecutada por el circuito de procesador que se muestra en la figura 3;

45 La figura 7 es una representación gráfica de los costes de funcionamiento del vehículo híbrido que se muestra en la figura 2, y

La figura 8 es una vista esquemática de un vehículo híbrido, de acuerdo con una realización alternativa de la invención.

### **Descripción detallada**

50 Haciendo referencia a la figura 1, un aparato para gestionar la potencia en un vehículo híbrido 11 se muestra, en general, como 10. El vehículo híbrido 11 incluye un motor 12, un motor eléctrico - generador 14, y un elemento de almacenamiento de potencia 16 acoplado al motor eléctrico. El aparato 10 incluye un circuito de procesador 18, que

está configurado operativamente para recibir una señal de petición **20** para el suministro de potencia de funcionamiento para accionar el vehículo **11**. El circuito de procesador **18** está configurado operativamente para responder a la petición mediante la selección de una repartición de potencia de funcionamiento entre el motor **12** y el motor - generador **14** de entre una pluralidad de reparticiones que tienen costes de funcionamiento respectivos, de tal manera que la repartición seleccionada esté asociada con un coste de funcionamiento mínimo. El coste de funcionamiento incluye al menos un coste de consumo de combustible del motor y un coste de duración de vida del elemento de almacenamiento. El circuito de procesador **18** está configurado operativamente para hacer que la potencia se suministre por lo menos a uno de entre el motor **12** y el motor - generador **14**, de acuerdo con la repartición seleccionada.

En el vehículo híbrido **11** de la figura **1**, el vehículo incluye una transmisión **22** y un par de ruedas motrices **24**. El motor **12** está acoplado a la transmisión **22** a través de un primer árbol **26** y el motor - generador **14** está acoplado a la transmisión a través de un segundo árbol **28**. Los árboles primero y segundo **26** y **28** acoplan la potencia del motor **12** y del motor - generador **14**, respectivamente, a través de la transmisión **22**, a las ruedas motrices **24**, suministrando de esta manera la potencia de funcionamiento para accionar el vehículo **11**. En general, la potencia de funcionamiento puede ser suministrada ya sea por el motor **12**, o por el motor - generador **14**, o por el motor y el motor - generador en combinación.

El vehículo híbrido **11** también incluye un depósito de combustible **30**, que está en comunicación con el motor **12** para suministrar combustible para hacer funcionar el motor **12**. El motor **12** incluye, además, una interfaz **32** que está en comunicación con el circuito de procesador **18** para recibir una señal de control de potencia de motor del circuito de procesador **18** para controlar la cantidad de potencia acoplada a la transmisión **22** a través del primer árbol **26**.

El elemento de almacenamiento **16** está en comunicación con el motor - generador **14** para suministrar energía eléctrica al motor. El motor - generador **14** incluye, además, una interfaz **34** para recibir una señal de control de potencia del motor eléctrico desde el circuito de procesador **18** para controlar la cantidad de potencia mecánica suministrada por el motor - generador **14** al segundo árbol **28** y para controlar la cantidad de potencia eléctrica generada por el motor - generador, como respuesta a la energía mecánica proporcionada por el segundo árbol.

El motor - generador **14** por lo tanto tiene un modo de motor en el que convierte la energía del elemento de almacenamiento **16** en energía mecánica en el segundo árbol **28** y un modo de generador en el que recibe la potencia mecánica del segundo árbol y la convierte en energía eléctrica para almacenarla en el elemento de almacenamiento **16**. Alternativamente, en otras realizaciones (no mostradas) el vehículo **11** puede incluir un generador separado para cargar el elemento de almacenamiento **16**, en cuyo caso el motor - generador **14** funcionará sólo en el modo de motor.

La potencia mecánica proporcionada por el segundo árbol **28** puede ser generada por las ruedas motrices **24**, cuando se mantiene o se reduce la velocidad del vehículo **11**, y están acopladas por medio de la transmisión **22** al segundo árbol **28**. Alternativamente, la potencia mecánica puede ser generada por el motor **12**, acoplado por medio del primer árbol **26** a la transmisión **22**, que puede estar configurada para acoplar la potencia al segundo árbol **28**.

Haciendo referencia a la figura **2**, una realización alternativa de un vehículo híbrido se muestra en general como **50**. El vehículo híbrido **50** incluye un motor **52**, un motor eléctrico - generador **54**, una transmisión **56**, y un embrague **64**. El embrague **64** incluye un primer disco de fricción **66** y un segundo disco de fricción **63**. El embrague **64** se embraga haciendo que los discos de fricción **66** y **63** se pongan en contacto uno con el otro y el embrague se desembraga haciendo que los discos de fricción se separen.

El vehículo híbrido **50** incluye un primer árbol **58** para acoplar el motor - generador **54** a la transmisión **56**, y un segundo árbol **60** para acoplar el motor al primer disco de fricción **66** del embrague **64**. El segundo árbol **60** y el primer árbol **58** están acoplados a los extremos opuestos de un rotor (no mostrado) en el motor - generador **54**, de tal manera que la potencia puede ser acoplada entre los árboles primero y segundo **60** y **58**, a través del motor - generador **54**. El vehículo híbrido **50** también incluye un tercer árbol **62** para acoplar el motor **52** al segundo disco de fricción **63** del embrague **64**. El embrague **64** funciona para hacer que el motor **52** se aplique o se desaplique selectivamente del segundo árbol **60**. En algunas realizaciones (no mostradas) el motor - generador **54** puede estar situado entre la transmisión **56** y las ruedas motrices **24** y el motor se puede acoplar para suministrar y recibir potencia directamente hacia o desde las ruedas motrices.

El motor - generador **54** está en comunicación con el elemento de almacenamiento **16** para recibir del mismo la energía eléctrica. El elemento de almacenamiento **16** puede comprender una pluralidad de celdas **17**, y puede incluir, además, un circuito (no mostrado) para generar una señal de estado de carga (SOC) que indica el SOC actual del elemento de almacenamiento. En una realización, las celdas **17** en el elemento de almacenamiento **16** pueden incluir celdas electroquímicas **17**, tales como celdas de almacenamiento de hidruro metálico de níquel (NiMH). En otras realizaciones, el elemento de almacenamiento **16** puede incluir una combinación de celdas electroquímicas y / o un elemento de condensador de almacenamiento, tal como, por ejemplo, un ultra-condensador.

En la realización que se muestra, el motor - generador **54** comprende un motor de corriente continua (CC) de campo bobinado en el que se proporciona un campo magnético por la energización de las bobinas de campo (no mostradas).

- 5 das). Las bobinas de campo pueden ser energizadas con energía eléctrica suministrada por los elemento de almacenamiento **16**. En otras realizaciones, el motor puede incluir un motor eléctrico de CC de imanes permanentes, o un motor eléctrico de corriente alterna (CA). En general, el motor - generador **54** es operable para acoplar la potencia mecánico al primer árbol **58** cuando recibe la energía eléctrica del elemento de almacenamiento **16**, y es operable como un generador cuando la potencia mecánica se acopla al motor a través del primer árbol **58** para generar energía eléctrica con el fin de cargar el elemento de almacenamiento **16**.
- 10 El vehículo híbrido **50** incluye opcionalmente un convertidor de potencia **55** para convertir la energía eléctrica recibida del elemento de almacenamiento en una forma adecuada para hacer funcionar el motor - generador **54**. Por ejemplo, el convertidor de potencia **55** puede incluir un inversor para convertir la corriente continua (CC) del elemento de almacenamiento **16** en corriente alterna (CA) para el funcionamiento de un motor eléctrico de corriente alterna. Como alternativa, el convertidor de potencia **55** puede ser un convertidor CC - CC para convertir la corriente continua desde un primer nivel de tensión asociado con el elemento de almacenamiento **16**, a un segundo nivel de tensión adecuado para el funcionamiento del motor.
- 15 En esta realización, el vehículo híbrido **50** incluye, además, un dispositivo **70** de entrada del operador para producir una señal de accionamiento que representa la potencia requerida por el operador. El dispositivo de entrada del operador puede incluir un actuador accionado por el pie, por ejemplo. El vehículo híbrido **50** también incluye un sensor de velocidad **72** que está en comunicación con las ruedas motrices **24** para producir una señal de velocidad que representa la velocidad de las ruedas motrices **24**.
- 20 Una realización de un circuito de procesador para la gestión de potencia en el vehículo híbrido **50** se muestra como **80** en la figura **3**. Haciendo referencia a la figura **3**, el circuito de procesador **80** incluye una unidad central de proceso (CPU) **120**, una memoria de programa **122**, una memoria de parámetros **124**, un lector de medios **126**, y un puerto de entrada / salida (I / O) **128**. La memoria de programa **122**, la memoria de parámetros **124**, el lector de medios **126** y el I / O **128**, están en comunicación con la CPU **120**.
- 25 El I / O **128** incluye una entrada **82** para recibir una señal de petición, una entrada **84** para recibir una señal de velocidad, una entrada **90** para recibir señales de temperatura, una entrada **94** para recibir una señal de consumo de combustible, y una entrada **86** para recibir la señal de SOC desde el elemento de almacenamiento **16**. El I / O **128** también incluye la salida **96** para producir una señal de control de potencia del motor, una salida **98** para producir una señal de control de potencia del motor eléctrico, y una salida **104** para producir una señal de control del embrague.
- 30 El lector de medios **126** facilita la carga de los códigos de programa en la memoria del programa **122** desde un medio legible por ordenador **130**, tal como, por ejemplo, un disco CD - ROM **132**, o una señal legible por ordenador **134**, tal como puede ser recibida de una red, tal como una red telefónica o de Internet, por ejemplo.
- 35 La memoria de parámetros **124** incluye un almacén **136** para el almacenamiento de los datos que representan un mapa del consumo de combustible del motor, un almacén **138** para el almacenamiento de los datos que representan un conjunto de condiciones operativas del vehículo híbrido **50**, un almacén **140** para el almacenamiento de los datos que representan los límites de restricción para el vehículo, y un almacén **142** para el almacenamiento de los parámetros del bucle de control.
- 40 La entrada **82** del circuito de procesador se encuentra en comunicación con el dispositivo **70** de entrada del operador para recibir la señal de accionamiento, la entrada **84** se encuentra en comunicación con el sensor de velocidad **72** para recibir la señal de velocidad, y la entrada **86** se encuentra en comunicación con los elemento de almacenamiento **16** para recibir la señal de SOC.
- 45 Haciendo referencia de nuevo a la figura **2**, en esta realización, el motor **52** también incluye un sensor de temperatura **88** para la detección de la temperatura de funcionamiento del motor, el motor - generador **54** incluye un sensor de temperatura **57** para la detección de la temperatura de funcionamiento del motor eléctrico, y el convertidor de potencia **55** incluye un sensor de temperatura **59** para la detección de la temperatura de funcionamiento del convertidor de potencia. La entrada **90** del circuito de procesador **80** se encuentra en comunicación con los sensores de temperatura **88**, **57**, y **59** para recibir las señales de temperatura correspondientes.
- 50 El motor **52** incluye, además, un sensor de consumo de combustible **92** para generar una señal que representa el consumo real de combustible del motor. La entrada **94** del circuito de procesador **80** se encuentra en comunicación con el sensor de consumo de combustible **92** para recibir la señal de consumo de combustible. El combustible es suministrado al motor **52** desde el depósito de combustible **30**.
- 55 El motor **52** también incluye una interfaz **100** en comunicación con la salida **96** del circuito de procesador **80** para la recepción de la señal de control de potencia del motor para controlar la cantidad de potencia acoplada al tercer árbol **62**.
- El motor - generador **54** incluye una interfaz **102** en comunicación con la salida **98** del circuito de procesador para la recepción de la señal de control de la potencia del motor eléctrico con el fin de controlar la cantidad de potencia

mecánica suministrada por el motor - generador **54** al primer árbol **58** y para controlar la cantidad de energía eléctrica generada por el motor - generador, en respuesta a la energía mecánica proporcionada por el primer árbol.

5 El embrague **64** se encuentra en comunicación con la salida **104** del circuito de procesador **80** para la recepción de la señal de control del embrague. La señal de control del embrague tiene estados que representan el embrague y el desembrague de los discos de fricción **63** y **66**.

### Operación

10 En la realización que se muestra en la figura **2**, la potencia de funcionamiento es suministrada a las ruedas motrices **24** del vehículo híbrido **50** por medio de la transmisión **56**. Cuando la señal de control del embrague se encuentra en estado desembragado, el motor está desacoplado del segundo árbol **60** (y por lo tanto, del primer árbol **58**), y el motor - generador **54** suministra potencia de funcionamiento al vehículo. El motor - generador **54** recibe energía eléctrica del elemento de almacenamiento **16** y produce potencia de funcionamiento para el vehículo **50** como respuesta a la señal de control de potencia del motor eléctrico recibida en la interfaz **102** desde la salida **98** del circuito de procesador **80**.

15 Cuando la señal de control del embrague se encuentra en el estado embragado, el motor **52** produce una primera porción de la potencia de funcionamiento como respuesta a la señal de control de potencia del motor recibida en la interfaz **100** desde el circuito de procesador **80**, mientras que el motor - generador **54** produce una segunda porción de la potencia de funcionamiento como respuesta a la señal de control de potencia del motor eléctrico recibida en la interfaz **102** del circuito de procesador **80**.

20 Cuando la señal de control de potencia del motor eléctrico hace que el motor - generador **54** cese la producción de potencia, la potencia de funcionamiento puede ser suministrada por el motor eléctrico **52**, en cuyo caso no se suministra energía eléctrica al motor (o a las bobinas de campo del motor) desde el elemento de almacenamiento **16** y el motor eléctrico gira libremente, consumiendo solamente una pequeña cantidad de energía debido al magnetismo residual y los efectos de pérdida por rozamiento (es decir, cuando el motor no está funcionando como un generador).

25 Cuando se desea cargar el elemento de almacenamiento **16**, se acopla la potencia al motor - generador **54** a través del primer árbol **58**. La potencia es suministrada por el motor **52** o por las ruedas motrices **24**. Las ruedas motrices **24** proporcionan potencia al primer árbol **58**, mientras reducen o mantienen la velocidad del vehículo **50**. Por ejemplo, cuando se está bajando por una pendiente a una velocidad constante, la potencia de las ruedas motrices puede ser acoplada al motor - generador **54** para la generación de energía eléctrica, reduciendo así la cantidad de frenado por fricción convencional necesario para hacer funcionar el vehículo. Cuando las bobinas de campo del motor - generador **54** están energizadas, el motor eléctrico actúa como un generador de energía eléctrica para la conversión de la potencia en el primer árbol **58** en energía eléctrica para cargar el elemento de almacenamiento **16**. El par requerido en el primer árbol **58** para generar la energía eléctrica que actúa como una fuerza de frenado en las ruedas motrices **24**.

35 En otras realizaciones en las que el motor - generador **54** comprende, por ejemplo, un motor eléctrico de corriente continua de imán permanente, el funcionamiento como un generador depende de si se extrae, o no, corriente del motor eléctrico mientras el motor eléctrico está recibiendo potencia mecánica. En tales casos, el convertidor de potencia **55** se puede configurar para activar o desactivar la extracción de una corriente de carga para cargar el elemento de almacenamiento **16**, dependiendo de si se requiere el frenado.

40 En general, en las realizaciones de vehículos híbridos que se muestran en la figura **1** y en la figura **2**, la potencia de funcionamiento requerida puede ser repartida entre el motor eléctrico y el motor, respectivamente, de manera que el motor eléctrico suministra la primera parte de la potencia de funcionamiento y el motor suministra la segunda parte de la potencia de funcionamiento. Ventajosamente, la repartición de potencia entre el motor eléctrico y el motor facilita el funcionamiento de los vehículos híbridos **11** y **50**, de manera que el coste de funcionamiento de los vehículos puede ser minimizado.

45 De acuerdo con una realización de la invención, minimizar el coste de funcionamiento consiste en producir costes de funcionamiento para una pluralidad de reparticiones de la potencia de funcionamiento requerida entre el motor **52** y el motor - generador **54** y seleccionar una repartición de entre la pluralidad de reparticiones correspondientes a un coste de funcionamiento mínimo. El circuito de procesador **80** produce entonces la señal de control de potencia del motor en la salida **96** y la señal de control de potencia del motor eléctrico en la salida **98**, de acuerdo con la repartición seleccionada.

50 La repartición seleccionada de la potencia es aplicada durante un período de control, después de lo cual el proceso se repite para los sucesivos períodos de control, respondiendo de esta manera a los cambios de funcionamientos en una base continua. Cuando la repartición de potencia hace que no se suministre potencia por el motor **52**, el circuito de procesador **80** puede hacer que la señal de control de embrague asuma el estado desembragado haciendo que el embrague **64** se desembrague, lo que permite que el motor se pare de tal manera que el combustible se conserve. Cuando sea necesario, el motor **52** puede ser reiniciado embragando el embrague **64** para acoplar la potencia al tercer árbol **62**, con lo que se arranca el motor.

**Costes de funcionamientos del motor**

Haciendo referencia todavía a la figura 2, el coste de funcionamiento del motor 52 para suministrar una cantidad de potencia de funcionamiento al vehículo está relacionado con la cantidad de combustible consumido del depósito de combustible 30. El motor 52 puede estar configurado para funcionar con una o más variedades de suministros de combustible, incluyendo pero no limitado a, gasolina, diesel, biogás y otros biocombustibles, incluyendo celulosas y otros etanoles, propano, etc.

Haciendo referencia a la figura 4, se muestra una representación gráfica de un mapa de consumo de combustible para el motor 52, por lo general como 160. El mapa 160 incluye una función de superficie 162 que relaciona los valores de velocidad del motor 164 y los valores de par motor 166 con los valores de consumo de combustible 168. Cada pareja de un valor de velocidad de motor específica 164 y de un valor de par motor 166 representa la potencia suministrada por el motor 52 (Potencia = Par x velocidad). En general, los datos que representan el mapa 160 se almacenan en el almacén 136 en la memoria de parámetros 124 del circuito de procesador 80. Los datos se pueden almacenar como una tabla de búsqueda o como un conjunto de coeficientes de una función que define la superficie 162.

En la realización que se muestra en la figura 2, los datos de consumo de combustible almacenados en el almacén 136 se actualizan con los valores reales de consumo de combustible producidos por el sensor de consumo de combustible 92 y recibidos en la entrada 94 del I / O 128. En otras realizaciones, en las que un sensor de consumo de combustible no está incluido, los datos de consumo de combustible almacenados en el almacén 136 se pueden determinarse a partir de los datos de pruebas del motor 52, o de los datos de prueba estándar para motores similares al motor 52.

El consumo de combustible depende generalmente, también, de la temperatura del motor. En la realización que se muestra, el efecto de la temperatura del motor en el consumo de combustible se tiene en cuenta al almacenar un mapa del consumo de combustible a una temperatura baja del motor y el consumo de combustible a una temperatura caliente del motor en el almacén 136 de la memoria de parámetros 124. La señal de temperatura del sensor de temperatura 88 se recibe en la entrada 90 del I / O 128 y la temperatura real del motor se usa para interpolar entre los valores de consumo de combustible en caliente y en frío para obtener un valor de consumo de combustible corregido por la temperatura.

En esta realización, el coste de funcionamiento del motor se calcula a partir de la siguiente ecuación:

$$OC_{motor} = Combustible_{motor} \cdot Potencia_{motor} \quad Ec. 1$$

en la que  $OC_{motor}$  es el coste de funcionamiento del motor,  $Potencia_{motor}$  es una repartición de la potencia que debe ser suministrada por el motor 52 y  $Combustible_{motor}$  es el valor del consumo de combustible correspondiente a la repartición de potencia.

**Costes de funcionamientos del motor eléctrico**

La energía eléctrica para el funcionamiento del motor - generador 54 se suministra desde el elemento de almacenamiento 16. En general, el coste de funcionamiento del motor - generador 54 puede estar relacionado con el coste de reemplazar la energía suministrada por el elemento de almacenamiento 16. La energía eléctrica suministrada por el elemento de almacenamiento 16 puede ser sustituida acoplando la potencia de frenado regenerativo de las ruedas motrices 24 del motor - generador 54, o acoplando la potencia mecánica suministrada por el motor 52 al motor - generador 54, para generar energía eléctrica con el fin de cargar el elemento de almacenamiento.

En esta realización, el coste de funcionamiento del motor eléctrico se calcula a partir de la siguiente ecuación:

$$OC_{motor\ elec} = Combustible_{equiv} \cdot Potencia_{motor\ elec} \quad Ec. 2$$

en la que  $OC_{motor\ elec}$  es el coste de funcionamiento del motor eléctrico,  $Potencia_{motor\ elec}$  es la repartición de la potencia que debe ser suministrada por el motor 52 y  $Combustible_{equiv}$  es una cantidad equivalente de consumo de combustible que será requerido por el motor 52 para reemplazar la cantidad de energía en el elemento de almacenamiento 16 en un período de control futuro.

En esta realización,  $Combustible_{equiv}$  se calcula teniendo en cuenta la relación de consumo de combustible más baja (en el mapa que se muestra en la figura 4) y las pérdidas eléctricas (o eficiencias) en el elemento de almacenamiento 16 y en el motor - generador 54 de la siguiente manera:

$$Combustible_{equiv} = \frac{Min(Combustible_{equiv}) - Combustible_{freno\ libre}}{\eta_{motor\ elec} \cdot \eta_{almacen}} \quad Ec. 3$$



en la que  $Combustible_{freno\_libre}$  es una cantidad de energía recibida del frenado regenerativo del vehículo **50** durante un período de control previo, expresado como un consumo de combustible equivalente,  $\eta_{motor\ elec}$  es la eficiencia eléctrica del motor – generador **54**, y  $\eta_{almacen}$  es la eficiencia de carga del elemento de almacenamiento.

5 En general, la cantidad de energía disponible por el frenado regenerativo varía de acuerdo con los hábitos de conducción del operador del vehículo, la carretera y las condiciones ambientales, etc. Como consecuencia, en esta realización, la cantidad de energía se calcula en tiempo real utilizando la siguiente ecuación:

$$E_{freno\_libre} = \frac{1}{T} \int_0^T Potencia_{frenolibre} dt \quad \text{Ec. 4}$$

10 en la que  $T$  es un de tiempo de repetición del bucle de control y  $Potencia_{freno\_libre}$  es la potencia de frenado regenerativo instantánea disponibles en cualquier momento  $t$ . La energía de frenado regenerativo calculada en la ecuación **4** está disponible para su uso durante el siguiente periodo de control. La cantidad  $E_{freno\_libre}$  se puede convertir en un consumo de combustible equivalente  $Combustible_{freno\_libre}$  utilizando los valores estándar para la energía potencial por unidad de masa del tipo de combustible contenido en el depósito de combustible **30**.

15 En general, el consumo de combustible del motor **52** por lo tanto incluye un primer componente relacionado con el suministro de una porción de la potencia de funcionamiento a las ruedas motrices **24** desde el motor, y un segundo componente, que se atribuye al motor – generador **54**, para suministrar potencia al motor con el fin de cargar el elemento de almacenamiento **16** para sustituir la energía descargada del mismo en un periodo de control anterior.

### Coste de duración de vida del elemento de almacenamiento

20 Los elemento de almacenamiento disponibles comúnmente tienen asociada una duración de vida, después de la cual el elemento se convierte en no apto para su uso posterior. En algunos elemento de almacenamiento, tales como las baterías de NiMH, esta duración de vida puede ser prolongada operando el elemento de lo más próximo posible a un estado de carga (SOC) óptimo, por ejemplo, el **60%** de su capacidad total. Ventajosamente, el funcionamiento del elemento de almacenamiento **16** cerca del SOC óptimo proporciona una mayor duración de vida útil por lo tanto el coste más bajo de duración de vida del elemento de almacenamiento.

25 Haciendo referencia a la figura **5**, una representación gráfica de la duración de vida del elemento de almacenamiento de NiMH ejemplar en función del SOC se muestra, en general, como **180**. En este ejemplo, la duración de vida más larga se logra manteniendo el SOC de la batería en un **60%**. Cualquier desviación del SOC del **60%** produce una penalidad o una reducción de la duración de vida del elemento de almacenamiento. En la práctica, es difícil mantener un elemento de almacenamiento en o muy cerca del SOC óptimo en todo momento, y el elemento de almacenamiento, por lo general, opera en un rango de valores del SOC, por ejemplo de un SOC del **40%** a un SOC del **80%** en un elemento de almacenamiento de NiMH.

30 Cuando se suministra energía eléctrica desde el elemento de almacenamiento (descarga), o se suministra al elemento de almacenamiento (carga), el SOC resultante del elemento de almacenamiento cambiará. En cualquier período de control, si la energía eléctrica que se suministra hace que el SOC se aleje del SOC óptimo, habrá una penalización de la duración de vida asociada o un coste de funcionamiento que en esta realización se expresa como:

$$35 \quad OC_{almacen} = W_S \cdot |K \cdot \Delta SOC - Potencia_{motor}| \quad \text{Ec. 5}$$

40 en el que  $K$  es un parámetro de calibración para relacionar una diferencia de SOC con la potencia requerida para que el SOC o el elemento de almacenamiento **16** vuelva al SOC óptimo, y  $W_S$  es un factor de ponderación. El factor de ponderación  $W_S$  se puede utilizar para tomar en cuenta el coste relativo del combustible en comparación con el coste relativo de la sustitución del elemento de almacenamiento. Por ejemplo, si los precios del combustible disminuyen, el factor de ponderación  $W_S$  se puede aumentar para proporcionar un mayor peso a los costes de funcionamiento del elemento de almacenamiento, mientras que si los precios de reemplazo del elemento de almacenamiento bajan, la ponderación  $W_S$  se puede reducir para proporcionar menos peso a los costes de funcionamiento del elemento de almacenamiento.

45 Por ejemplo, haciendo referencia a la figura **5**, si al inicio del período de control el SOC se encuentra en un punto **182** (que corresponde a un SOC de aproximadamente el **70%**), entonces el  $\Delta SOC$  (indicado por la flecha **184**) es de **-10 %**. Suponiendo que  $K = 1000 \text{ W}$  por % del SOC, la potencia necesaria para volver al SOC óptimo es de **-10000 W** (el signo negativo indica que se requiere una descarga del elemento de almacenamiento **16**). Para una repartición de potencia del motor de **10000 W**, el coste de funcionamiento calculado a partir de la Ecuación **5** es, por lo tanto, cero, puesto que la descarga de **10000 W** desde el elemento de almacenamiento hace que el SOC sea el SOC óptimo. Reparticiones de potencia del motor menores o mayores producirán costes de funcionamiento positivos del elemento de almacenamiento puesto que el SOC no será el SOC óptimo al final del periodo de control.

**Coste de funcionamiento total**

La función de coste de funcionamiento total se obtiene sumando el coste de funcionamiento del motor, el coste de funcionamiento del motor eléctrico y coste de funcionamiento del elemento de almacenamiento es decir:

$$OC = OC_{motor} + OC_{motor\ elec} + OC_{almacen} \quad \text{Ec. 6}$$

5 en la que *OC* es el coste de funcionamiento total. En general, la función de coste de funcionamiento total se evalúa para cada una de la pluralidad de reparticiones de potencia entre el motor **52** y el motor - generador **54** y se selecciona la repartición de potencia que corresponde a un coste de funcionamiento mínimo. La pluralidad de las reparticiones se identifican mediante la evaluación de las restricciones operativas asociadas con el motor **52**, el motor - generador **54**, y el elemento de almacenamiento **16** antes de cada período de control, de tal manera que las reparticiones de potencia que no cumplan con las restricciones no son consideradas. Algunas de las restricciones pueden ser establecidas por el fabricante (por ejemplo, la temperatura máxima del elemento de almacenamiento, la tensión máxima del borne, y / o tensión mínima en los bornes), sin embargo, en general, las restricciones también dependerán de las condiciones operativas actuales del vehículo.

15 El motor **52** tiene una restricción relacionada con la potencia máxima que puede ser suministrada, la cual es una función de la velocidad del motor y del par. Por lo tanto, una repartición que dé lugar a un par motor o a una velocidad que sea mayor que la máxima correspondiente no será considerada.

20 El motor - generador **54** también tiene una restricción relacionada con la máxima potencia mecánica que se puede suministrar, la cual puede ser expresada como una función de la temperatura del motor, de la corriente del motor, de la tensión del motor, de la velocidad del motor y del par motor. Cuando la potencia de frenado regenerativo se encuentra disponible, el motor - generador **54** tiene una restricción adicional relacionada con la máxima potencia mecánica que pueda ser recibida por el motor, la cual es una función de la temperatura del motor, de la corriente del motor, de la tensión del motor, de la velocidad del motor y del par motor.

25 Otra restricción del motor - generador **54** se produce cuando una repartición de potencia al motor se traducirá en una sobrecarga del elemento de almacenamiento (es decir, el SOC resultante al final del periodo de control estaría por encima del SOC máximo recomendado por el fabricante del elemento de almacenamiento). De manera similar, una restricción para el motor - generador **54** se produce cuando una repartición de potencia del motor se traducirá en la descarga del elemento de almacenamiento **16** más allá de un SOC mínimo establecido por el fabricante.

Cualquier repartición de potencia del motor eléctrico que supere cualquiera de las limitaciones del motor no será considerada.

30 El elemento de almacenamiento **16** en general tiene restricciones relacionadas con la potencia máxima de carga y la potencia máxima de descarga. Por ejemplo, la restricción de potencia de carga máxima de una batería de NiMH es una función de la temperatura de la batería, del SOC, de la tensión en los bornes de la batería, de la tensión de borne máxima y de la corriente de carga máxima. En general, la potencia de carga máxima varía de un período de control a otro período de control, dependiendo de los factores que se han mencionado con anterioridad.

35 De manera similar, la potencia de descarga máxima de una batería de NiMH es una función de la temperatura de la batería, del SOC, de la tensión en los bornes de la batería, de la tensión mínima de los bornes y de la corriente de descarga máxima.

Como consecuencia, una repartición que supere cualquiera de las restricciones de carga o descarga del elemento de almacenamiento no será considerada.

40 **Bucle de control**

Haciendo referencia a la figura **6**, un diagrama de flujo que representa los bloques de código para dirigir el circuito de procesador **80** (que se muestra en la figura **2**) con el fin de gestionar la potencia en el vehículo híbrido **50**, se muestra en general como **200**. Los bloques, en general, representan los códigos que pueden ser leídos por el medio legible por ordenador **130**, y se almacenan en la memoria del programa **122**, para dirigir la CPU **120** con el fin de realizar diversas funciones relacionadas con la gestión de repartición de potencia en el vehículo **50**. El código actual para implementar cada bloque puede estar escrito en cualquier lenguaje de programación adecuado, tal como C, C++ y / o código ensamblador, por ejemplo.

50 El proceso comienza con un primer bloque de códigos **202**, que dirige el circuito de procesador **80** a que reciba la señal de accionamiento desde dispositivo de entrada del operador en la entrada **82** y para que reciba la velocidad del sensor de velocidad **72** en la entrada **84** del I/O **128**.

El proceso continúa en el bloque **204**, que dirige la CPU **120** para leer un conjunto actual de las condiciones operativas del vehículo híbrido **50** desde el almacén **138** en la memoria de parámetros **124**. Las condiciones operativas actuales, en general, incluyen, por ejemplo, condiciones tales como la velocidad y el par del motor **52** y del motor - generador **54**, el SOC y la tensión en los bornes del elemento de almacenamiento **16**, la temperatura del motor, del

motor eléctrico, el convertidor de potencia **55**, y el elemento de almacenamiento, etc. El bloque **204** también puede incluir códigos para dirigir el procesador con el fin de calcular la aceleración del vehículo actual a partir de los valores de la velocidad.

5 Bloque **204** dirige, además, el circuito de procesador **80** para calcular una cantidad de la potencia de funcionamiento que se debe suministrar para accionar el vehículo **50** para el siguiente periodo de bucle de control. La cantidad de potencia de funcionamiento que debe ser suministrada se calcula en respuesta a la señal de accionamiento recibida del dispositivo de entrada del operador **70** y las condiciones operativas actuales del vehículo. Como consecuencia, la cantidad de potencia de funcionamiento que se debe suministrar puede no cumplir con la potencia solicitado por el operador, dependiendo de las condiciones operativas actuales del vehículo **50**. Por ejemplo, si el motor **52** y el motor - generador **54** ya se encuentran suministrando la potencia máxima, una petición recibida del dispositivo de entrada del operador **70** para suministrar más potencia no se cumplirá.

10 El proceso continúa en el bloque **206**, que dirige el circuito de procesador **80** para evaluar las restricciones operativas para el siguiente periodo de bucle de control para el motor **52**, el motor - generador **54** , y el elemento de almacenamiento **16**. Las restricciones son evaluadas en base a las condiciones operativas leídas en el bloque **204**. El bloque **206** puede dirigir, además, al circuito de procesador **80** a que lea los límites de restricción desde el almacén **140** en la memoria de parámetros **124**, que puede incluir la información del fabricación y / o otras restricciones para el motor **52**, para el motor - generador **54** y / o para el elemento de almacenamiento **16**.

15 El proceso continúa en el bloque **208**, que dirige el circuito de procesador **80** a que lea los parámetros de bucle de control del almacén **142** en la memoria de parámetros **124**. Los parámetros de bucle de control pueden incluir, por ejemplo, un valor de incremento de potencia que determina el número de reparticiones de potencia que serán evaluadas. La evaluación de un mayor número de reparticiones puede proporcionar reparticiones más precisas, pero puesto que los costes de funcionamiento son evaluados en tiempo real durante el funcionamiento del vehículo, la evaluación de un gran número de reparticiones puede requerir la provisión de una velocidad de procesamiento más rápida del circuito de procesador **80**. El bloque **208** dirige, además, el circuito de procesador a que inicialice una variable de repartición de potencia a una primera repartición de potencia.

20 El bloque **210** dirige entonces el circuito de procesador a que calcule los costes de funcionamiento para el motor **52**, para el motor - generador **54** , y para el elemento de almacenamiento **16** para la primera repartición de potencia.

25 En el bloque **212**, si la repartición de potencia actual no es la última repartición de potencia, el proceso continúa en el bloque **214**, en el que se establece la variable de repartición de potencia a la siguiente repartición de potencia. Los bloques **210**, **212** y **214** se repiten entonces para reparticiones de potencia sucesivas.

30 Haciendo referencia a la figura **7**, una representación gráfica de los costes de funcionamiento para la repartición de una potencia requerida **50 kW** se muestra en general como **200**. Las reparticiones de potencia se representan en el eje x como pares de reparticiones de potencia **242**, incluyendo cada par una repartición de potencia **244** del motor y una repartición de potencia **246** del motor eléctrico. Una curva **248** representa el coste de funcionamiento del motor calculado de acuerdo con la ecuación **1** para las reparticiones de potencia, una curva **250** representa los costes de funcionamiento del motor eléctrico calculados de acuerdo con la ecuación **2**, y una curva **252** representa los costes de duración de vida del elemento de almacenamiento calculado de acuerdo con la ecuación **5**. Una curva **254** representa la función de coste total calculado de acuerdo con la ecuación **6**, para cada repartición de potencia **242**. En el ejemplo que se muestra en la figura **7**, por simplicidad, se supone que ninguna potencia de frenado regenerativo se encuentra disponible para el período de control en cuestión.

35 Haciendo referencia de nuevo a la figura **6**, si en el bloque **212** la repartición de potencia es la última repartición de potencia, entonces el proceso continúa en el bloque **216**.

40 En el bloque **216** el circuito de procesador es dirigido para que ejecute una búsqueda de optimización con el fin de encontrar una repartición **242** correspondiente al coste de funcionamiento mínimo en la curva **254**. En esta realización, se utiliza una búsqueda de sección áurea para encontrar el coste de funcionamiento mínimo. La búsqueda de sección áurea es una técnica de agrupación, que puede ser aplicada a un conjunto de valores para encontrar un valor mínimo único en el conjunto de entre un valor de soporte de límite superior y un valor de soporte de límite inferior. La búsqueda comienza por la selección de soportes de límites inferior y superior en los puntos extremos del rango de reparticiones de potencia **242**. Los soportes de límite superior e inferior se estrechan a continuación, sucesivamente, hasta que se encuentra un mínimo. La técnica debe su nombre a la proporción áurea, que se ha encontrado que es una relación de agrupación efectiva. La aplicación de la proporción áurea consiste en seleccionar una repartición intermedia entre el soporte de límite superior y el soporte de límite inferior que sea de **0,38197** desde un extremo y **0,61803** desde el otro extremo, y a continuación mover el soporte que tiene un mayor coste de funcionamiento correspondiente (curva **254**) a la repartición intermedia, que se convierte entonces en el nuevo soporte de límite superior o inferior. El proceso se repite hasta que el valor de coste de funcionamiento mínimo coincide con el soporte del límite superior o con el soporte del límite inferior, en cuyo caso el menor de los valores de costes correspondientes a los soportes de límite superior e inferior será el valor de coste de funcionamiento mínimo.

La aplicación de la técnica de búsqueda de sección áurea para encontrar el coste de funcionamiento mínimo se describe con referencia a la figura 7, suponiendo que el número de reparticiones es de seis (es decir, las reparticiones **[0, 50]**, **[10, 40]**, **[20, 30]**, **[30, 20]**, **[40, 10]**, y **[50, 0]**). El primer paso en la aplicación de la técnica consiste en seleccionar el par de repartición **[0, 50]** como soporte de límite inferior y **[50, 0]** como soporte de límite superior, y calcular un punto intermedio **256** entre el soporte de límite superior y el soporte de límite inferior utilizando la relación de la sección áurea de **0,38197**, produciendo una repartición intermedia de **[20, 30]**, que es la más cercana a la relación **0,38197**. Puesto que el valor del coste de funcionamiento en **[20, 30]** es de aproximadamente **0,082**, que es menor que los valores de coste de funcionamiento en **[0, 50]** y **[50, 0]**, se selecciona un nuevo soporte de límite inferior **[20,30]**. Usando el nuevo soporte de límite inferior de **[20, 30]** y el soporte del límite superior de **[50, 0]**, la proporción áurea se aplica de nuevo para encontrar un punto intermedio **258**, que en este caso es el más cercano a la repartición **[30, 20]** con un valor de coste de funcionamiento de aproximadamente **0,066**. El soporte de límite inferior **[20, 30]** tiene un valor de coste más elevado y, en consecuencia, se elige el nuevo soporte de límite inferior **[30, 20]**. Seleccionando un punto más intermedio de acuerdo con la proporción áurea, se obtiene un punto intermedio **260**, que está cerca de la repartición **[40, 10]**. Debido a que no hay valores más intermedios entre el valor de soporte de límite inferior **[40,10]** y el valor de soporte de límite superior **[50, 0]**, el mínimo de estos dos valores representa el coste de funcionamiento mínimo **262**, que en este caso es de aproximadamente **0,061** y corresponde a una repartición de **[40, 10]**.

De manera ventajosa, cuando el número de reparticiones de potencia posibles es grande, la búsqueda de la sección áurea permite una rápida convergencia en un valor mínimo de una pluralidad de valores que tienen un mínimo único entre un límite superior y un límite inferior. En otras realizaciones, se pueden utilizar técnicas alternativas de optimización, tales como una búsqueda lineal, por ejemplo, para encontrar el coste de funcionamiento mínimo.

Haciendo referencia de nuevo a la figura 6, el proceso continúa en el bloque **218**, que dirige el circuito de procesador para que haga que la señal de control de potencia del motor y la señal de control de potencia del motor eléctrico se generen en las salidas respectivas **96** y **98** del I / O **128**. En este caso, el motor suministra **40 kW** de potencia y el motor eléctrico suministra **10 kW**, y por lo tanto el circuito de procesador **80** también hace que la señal de control de embrague se produzca en la salida **104** para hacer que el embrague **64** se embrague de manera que el motor está acoplado al segundo árbol **60**.

De manera ventajosa, incluir un coste de duración de vida del elemento de almacenamiento y los costes de consumo de combustible en la selección de la repartición de la potencia entre el motor y el motor eléctrico facilita el funcionamiento del vehículo de tal manera que el consumo de combustible se reduce, sin reducir la duración de vida de la batería.

Haciendo referencia a la figura 8, una realización alternativa de un vehículo híbrido se muestra en general como **280**. El vehículo híbrido **280** incluye un motor **282**, una transmisión **284**, un motor eléctrico **286**, y un elemento de almacenamiento **288**. El motor **282** se acopla a las ruedas motrices **24** a través de la transmisión **284**. En esta realización, la transmisión incluye un punto de despegue **290** para acoplarse al motor eléctrico **286**. El motor eléctrico **286** está acoplado a un elemento de almacenamiento **288** para suministrar y recibir la energía eléctrica como se ha descrito con anterioridad. El punto de despegue **290** y el motor eléctrico **286** están configurados de manera similar a un motor de arranque en un vehículo convencional de motor de combustión interna, aunque el motor eléctrico **286** es generalmente más grande que un motor de arranque convencional y tiene una capacidad de potencia más alta. Un ejemplo de esta realización es el denominado "híbrido suave" en el cual el motor **282** se para cuando el vehículo está detenido, y el motor eléctrico **286** reinicia el motor cuando el operador produce una señal de accionamiento a un dispositivo de entrada del operador **192**, conservando así combustible cuando está parado. En la realización que se muestra en la figura 8, el circuito de procesador **80** que se muestra en la figura 2 se puede aplicar en general, como se ha descrito más arriba para gestionar la potencia en el vehículo híbrido **280**.

Aunque realizaciones específicas de la invención han sido descritas e ilustradas, tales realizaciones se deben considerar ilustrativas de la invención y no como limitativas de la invención, interpretado de acuerdo con las reivindicaciones adjuntas.

## REIVINDICACIONES

1. Un aparato (10) para gestionar la potencia en un vehículo híbrido (11, 50, 280), comprendiendo el vehículo un motor (12, 282), un motor eléctrico (14, 286), y un elemento de almacenamiento de energía (16, 288) acoplado al citado motor eléctrico (14, 286), comprendiendo el aparato un circuito de procesador (18, 80) configurado operativamente para:
- 5 recibir una petición para suministrar potencia de funcionamiento para accionar el vehículo (11, 30, 280);
- responder a la citada petición seleccionando una repartición de potencia de funcionamiento entre el motor (12, 282) y el motor eléctrico (14, 286) de entre una pluralidad de reparticiones con costes de funcionamiento (OC) respectivos, de manera que la citada repartición seleccionada esté asociada a un coste de funcionamiento mínimo,
- 10 comprendiendo el citado coste de funcionamiento (OC) al menos un coste de consumo de combustible del motor ( $OC_{motor}$ ) y un coste de duración de vida del elemento de almacenamiento ( $OC_{almacen}$ ), y
- hacer que se suministre la potencia por al menos uno de entre el motor (12, 282) y el motor eléctrico (14, 286), de acuerdo con la citada repartición seleccionada.
2. El aparato de la reivindicación 1, en el que el citado procesador de circuito (18, 80) está configurado operativamente para asignar una ponderación relativa ( $W_s$ ) entre el citado coste de consumo de combustible del motor y el citado coste de duración de vida del elemento de almacenamiento, siendo asignada la citada ponderación relativa ( $W_s$ ) de acuerdo con los precios del combustible y los precios de reposición del elemento de almacenamiento.
- 15 3. El aparato de la reivindicación 1, en el que el citado procesador de circuito (18, 80) está configurado operativamente para producir los citados costes de funcionamiento (OC) para cada una de la citada pluralidad de reparticiones.
- 20 4. El aparato de la reivindicación 3, en el que el citado motor eléctrico (14, 286) está configurado operativamente para generar energía eléctrica con el fin de cargar el elemento de almacenamiento (16, 288), siendo producida la citada energía eléctrica como respuesta a recibir potencia mecánica producida por la conversión de una parte de la energía cinética del vehículo en un par mecánico, estando configurado operativamente el citado procesador del
- 25 circuito (18, 80) que para reducir los costes de funcionamiento, en proporción con la cantidad de la citada energía eléctrica generada.
5. El aparato de la reivindicación 3, en el que el citado procesador de circuito (18, 80) está configurado operativamente para producir valores de coste para cada uno de los citados coste de consumo de combustible del motor y del citado coste de duración de vida del elemento de almacenamiento y combinar los citados valores de costes con el fin
- 30 de producir un coste de funcionamiento total de cada una de las citadas reparticiones.
6. El aparato de la reivindicación 3, en el que el citado procesador de circuito comprende una memoria (136) configurada operativamente para almacenar la información que representan la citada pluralidad de los costes de consumo de combustible del motor en la misma y en el que el citado procesador de circuito (18, 80) está configurado operativamente para producir el citado coste de consumo de combustible del motor localizando un coste de consumo de
- 35 combustible del motor que corresponda a cada una de la citada pluralidad de reparticiones de la citada potencia de funcionamiento requerida en la citada memoria.
7. El aparato de la reivindicación 6, en el que el citado procesador de circuito (18, 80) está configurado operativamente para localizar un coste de consumo de combustible del motor correspondiente a un par motor y a una velocidad del motor que satisfaga cada una de la citadas reparticiones de la citada potencia de funcionamiento requerida.
- 40 8. El aparato de la reivindicación 6, en el que el citado procesador de circuito (18, 80) está configurado operativamente para recibir una señal que representa una tasa de consumo de combustible del motor (12, 282), mientras funciona el vehículo y en el que el citado procesador de circuito (18, 80) está configurado operativamente para actualizar la citada información de consumo de combustible almacenada en la citada memoria.(136) de acuerdo con la citada tasa de consumo de combustible del motor.
- 45 9. El aparato de la reivindicación 3, en el que el citado coste de consumo de combustible comprende:
- un coste de consumo de combustible asociado con el funcionamiento del motor (12, 282) para suministrar la citada repartición de potencia, y
- un coste de consumo de combustible asociado con el funcionamiento del motor para reemplazar la energía eléctrica suministrada por el elemento de almacenamiento (16, 288) para hacer funcionar el motor eléctrico con el fin de
- 50 suministrar la citada repartición de potencia.
10. El aparato de la reivindicación 9, en el que el citado procesador de circuito (18, 80) está configurado operativamente para producir una predicción de una cantidad de energía eléctrica necesaria para reemplazar la energía suministrada por el elemento de almacenamiento (16, 288) con el fin de hacer funcionar el motor eléctrico para cada

una de la citada pluralidad de reparticiones, comprendiendo la citada predicción una predicción de una cantidad de energía eléctrica asociada con al menos una de entre:

una pérdida de energía de descarga en el elemento de almacenamiento cuando suministra la citada cantidad de energía eléctrica al motor eléctrico;

5 una pérdida de energía de carga del elemento de almacenamiento cuando reemplaza la citada cantidad de energía eléctrica en el elemento de almacenamiento;

una pérdida de potencia del motor eléctrico cuando suministra la citada repartición de la citada potencia de funcionamiento requerida del vehículo, y

una pérdida de potencia del motor eléctrico cuando genera energía eléctrica.

10 11. El aparato de la reivindicación **10**, en el que el citado procesador de circuito comprende una memoria operativa configurada para almacenar la información que representa una pluralidad de costes de consumo de combustible del motor y en el que el citado circuito de procesador está configurado operativamente para localizar, en la citada memoria, un coste de consumo de combustible del motor que corresponde a un consumo de combustible del motor para sustituir la citada cantidad de la energía eléctrica suministrada al motor eléctrico por el elemento de almacenamien-

15 to.  
12. El aparato de la reivindicación **3**, en el que el elemento de almacenamiento (**16, 288**) tiene un estado deseado de rango de carga y en el que el citado procesador de circuito (**18, 80**) está configurado operativamente para producir un coste de duración de vida del elemento de almacenamiento en respuesta a una desviación de un estado de carga del elemento de almacenamiento fuera del citado estado deseado de rango de carga.

20 13. El aparato de la reivindicación **3**, en el que el citado procesador de circuito (**18, 80**) está configurado operativamente para producir costes de funcionamiento de las reparticiones que cumplen al menos uno de los criterios de restricciones asociados con:

una capacidad de potencia máxima del motor;

una capacidad de par máximo del motor ;

25 una capacidad de potencia máxima del motor eléctrico ;

una capacidad de par máximo del motor eléctrico;

una capacidad potencia de frenado máxima del motor eléctrico;

una capacidad de par de frenado máximo del motor eléctrico;

una potencia de descarga máxima del elemento de almacenamiento;

30 una tensión máxima en los bornes del elemento de almacenamiento;

una tensión mínima en los bornes del elemento de almacenamiento;

una corriente de descarga máxima del elemento de almacenamiento;

una corriente de carga máxima del elemento de almacenamiento, y

una potencia de carga máxima del elemento de almacenamiento.

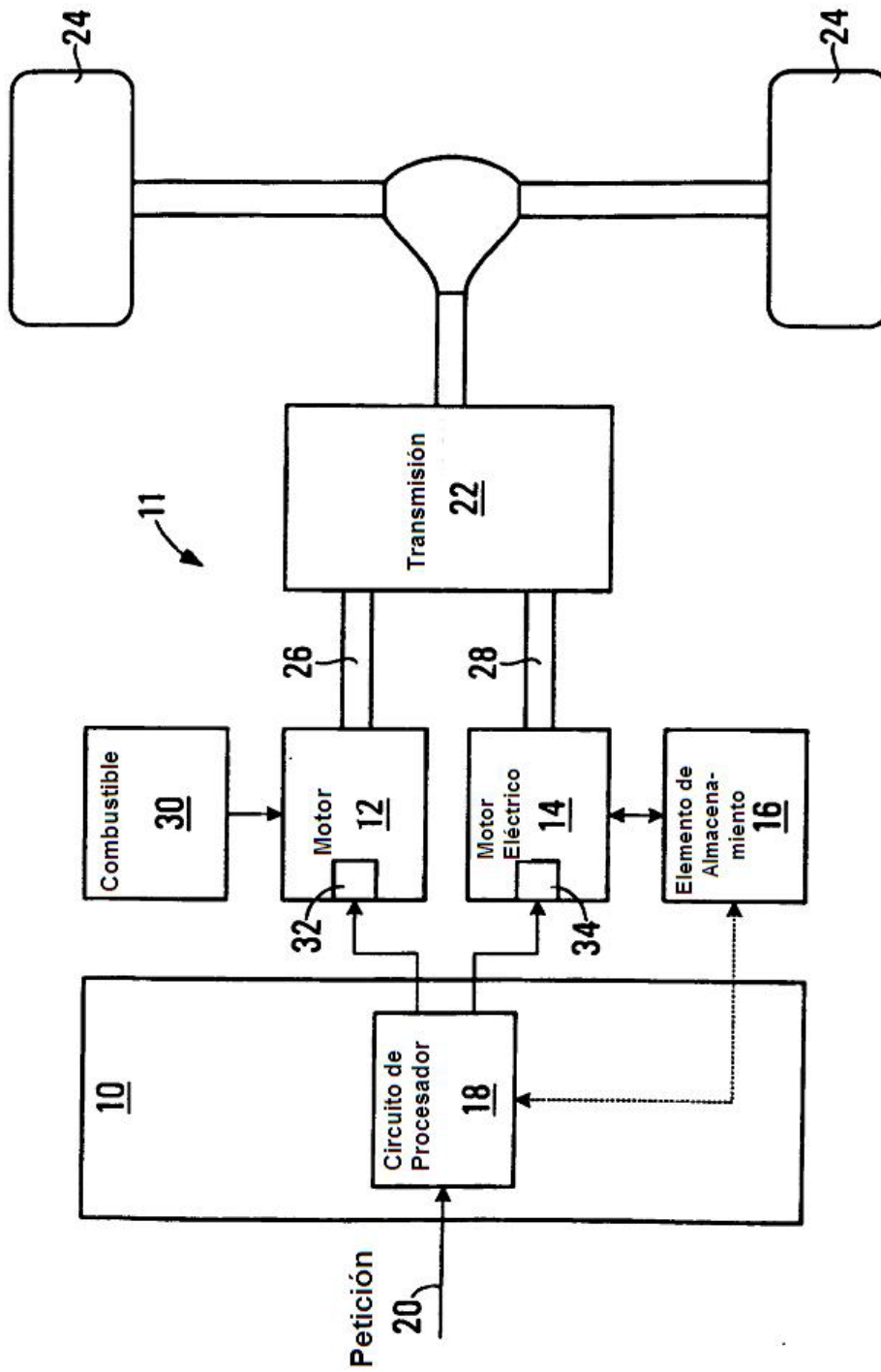
35 14. Un procedimiento para la gestión de potencia en un vehículo híbrido (**11, 50, 280**), comprendiendo el vehículo un motor (**12, 282**), un motor eléctrico (**14, 286**), y un elemento de almacenamiento de energía (**16, 288**) acoplado al citado motor eléctrico, comprendiendo el procedimiento:

recibir una petición para suministrar potencia de funcionamiento con el fin de accionar el vehículo (**11, 50, 280**);

40 responder a la citada petición seleccionando una repartición de potencia de funcionamiento entre el motor (**12, 282**) y el motor eléctrico (**14, 286**), de entre una pluralidad de reparticiones que tienen costes de funcionamiento (OC) respectivos, de manera que la citada repartición seleccionada esté asociada con un coste de funcionamiento mínimo, comprendiendo el citado coste de funcionamiento (OC) al menos un coste de consumo de combustible del motor ( $OC_{motor}$ ) y un coste de duración de vida del elemento de almacenamiento ( $OC_{almacen}$ ); y

45 hacer que la potencia se suministre por al menos uno de entre el motor (**12, 82**) y el motor eléctrico (**14, 286**), de acuerdo con la citada repartición seleccionada.

15. Un medio legible por ordenador (**130, 132, 134**) codificado con códigos para dirigir un circuito de procesador (**18, 80**) con el fin de realizar el procedimiento de la reivindicación **14**.



**FIG. 1**

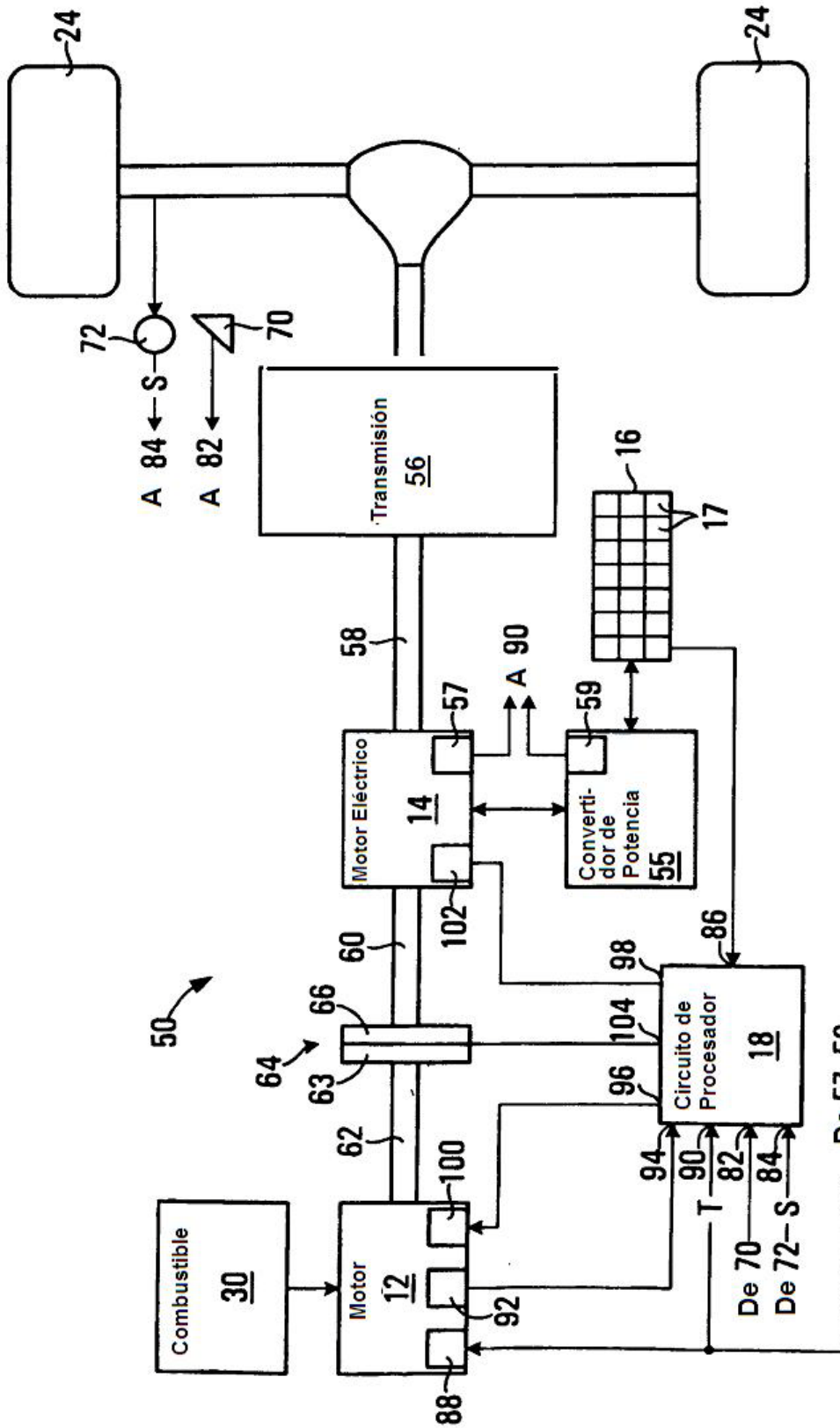
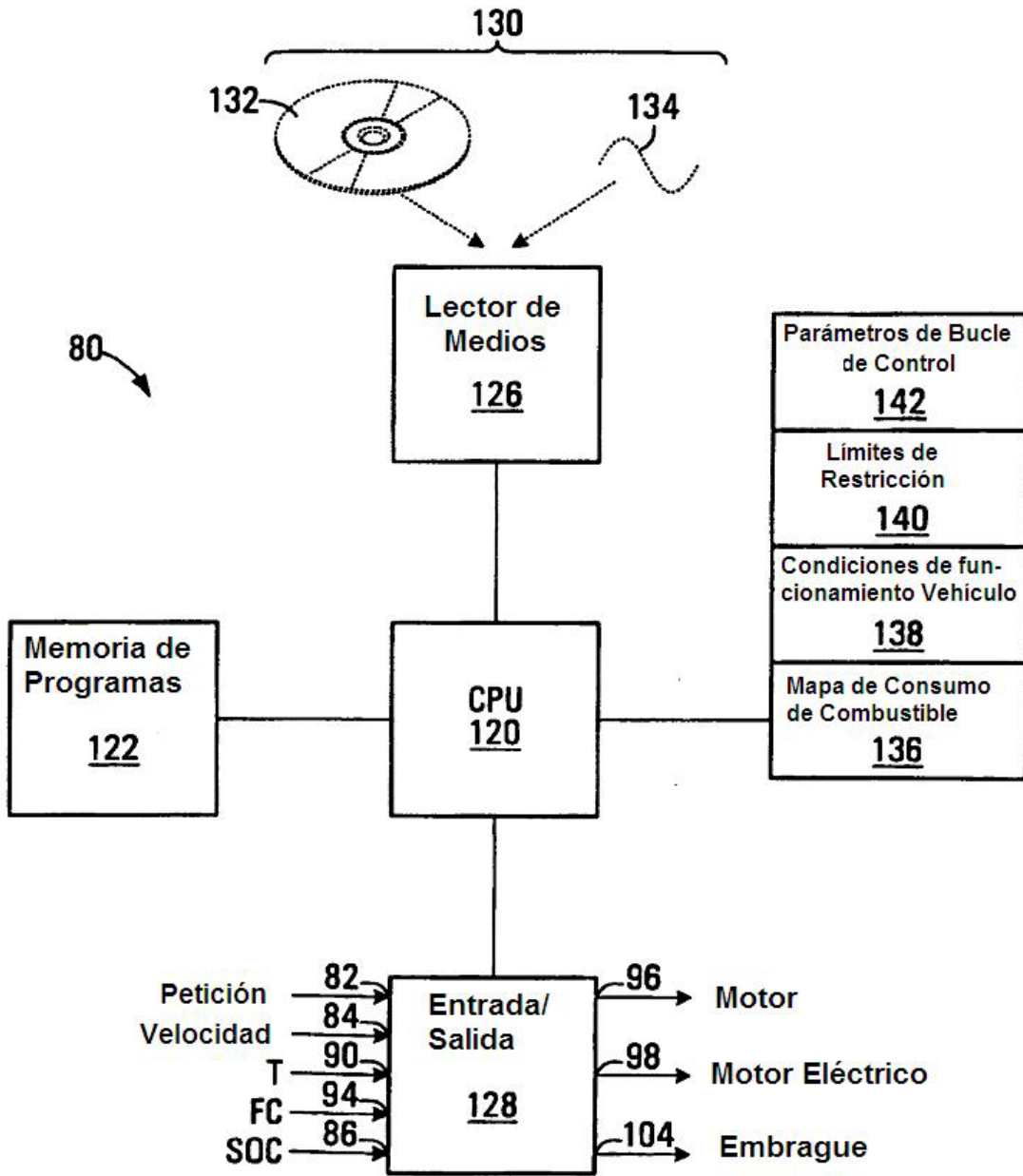


FIG. 2

De 57, 59





**FIG. 3**

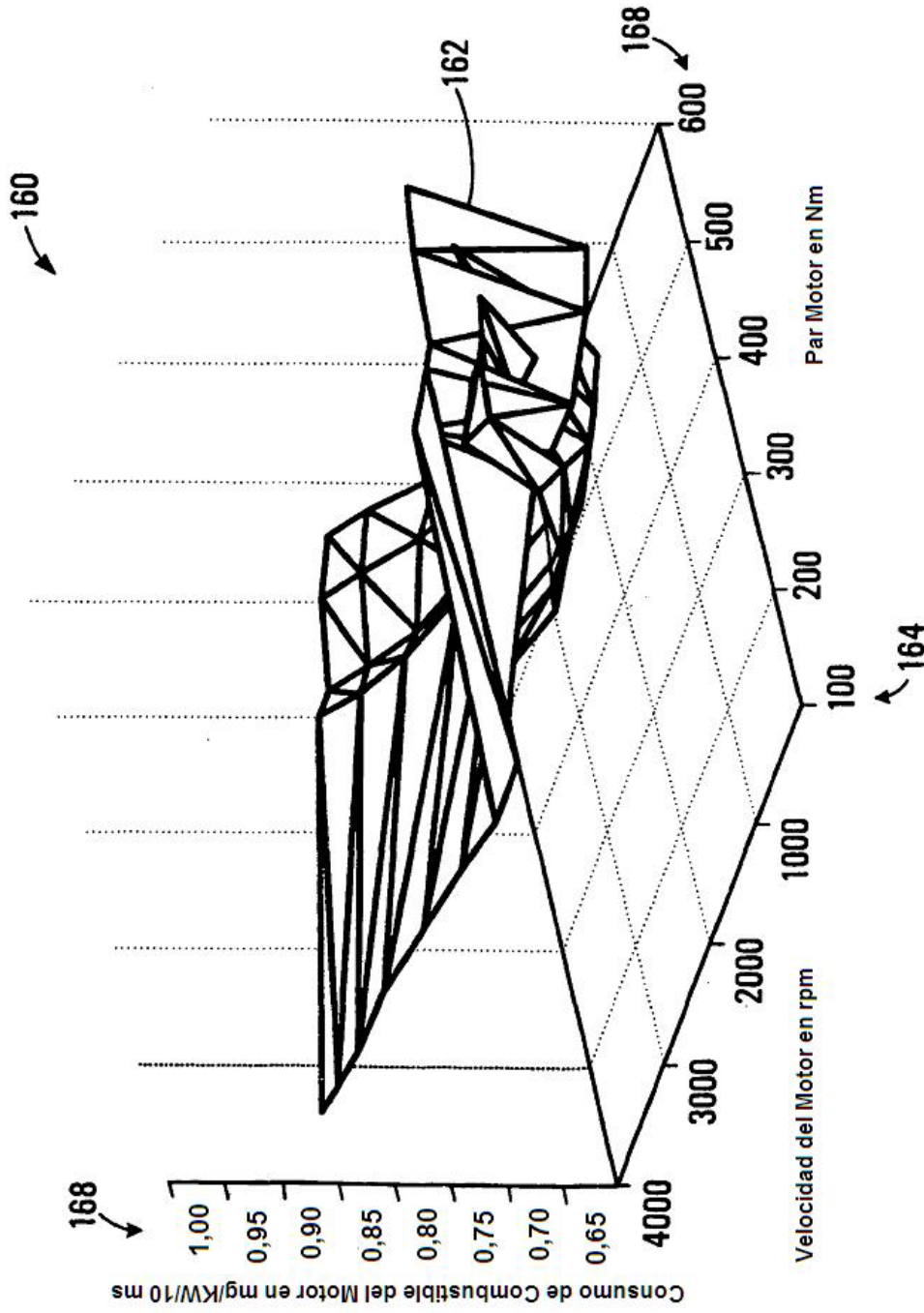
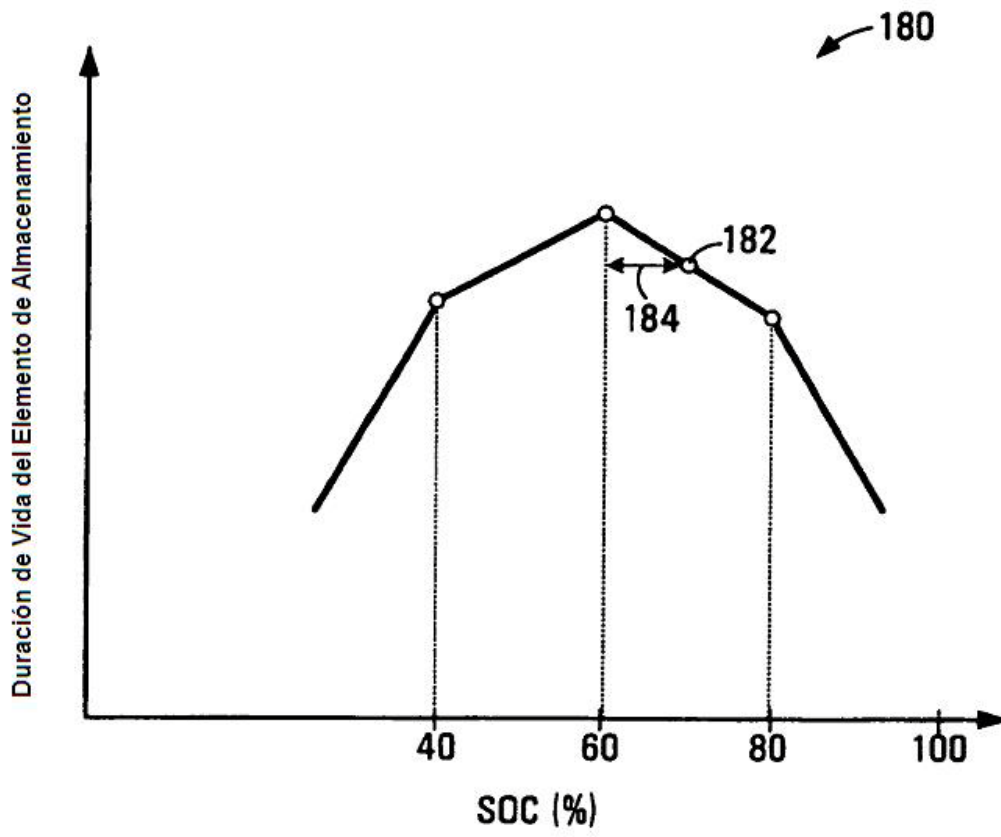


FIG. 4



**FIG. 5**

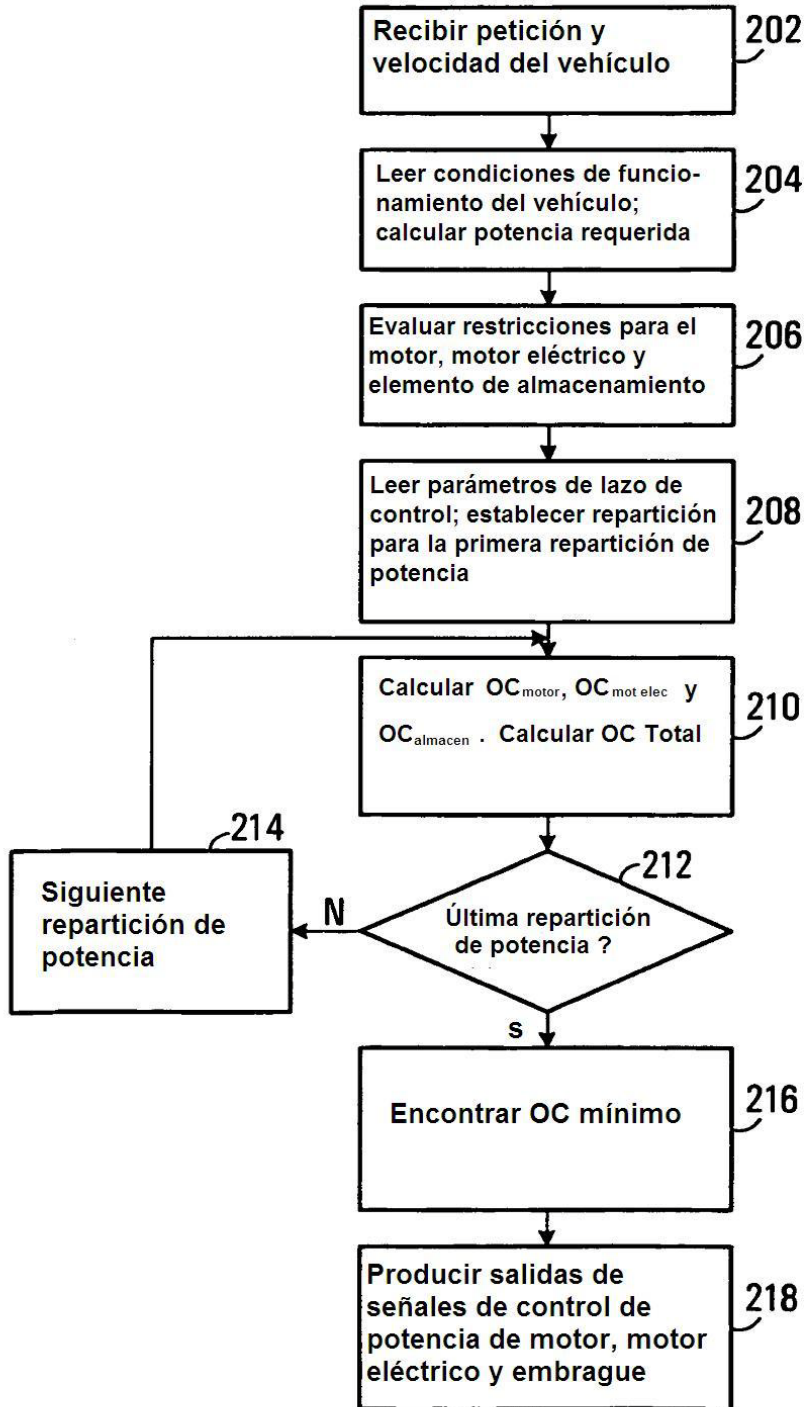


FIG. 6

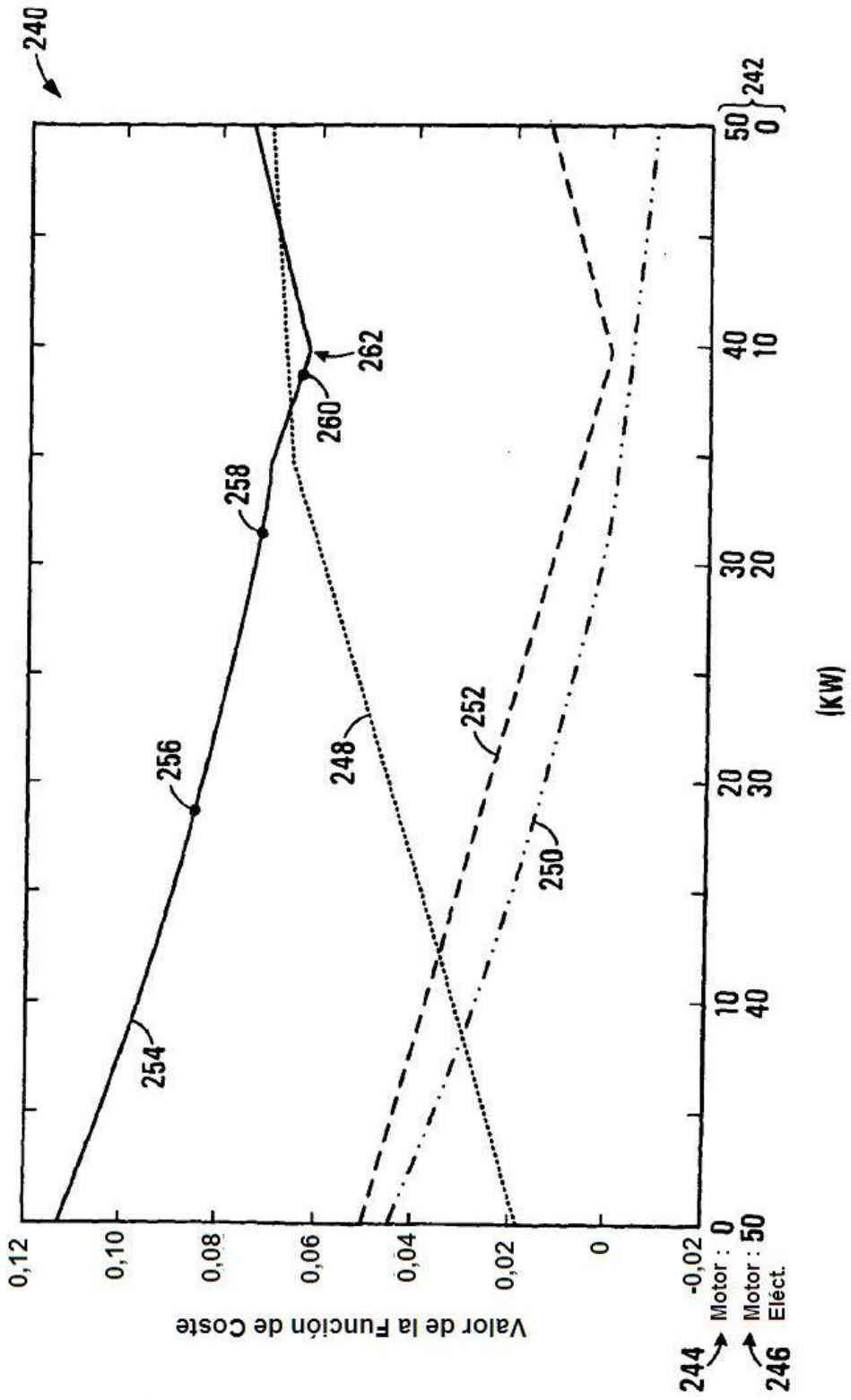
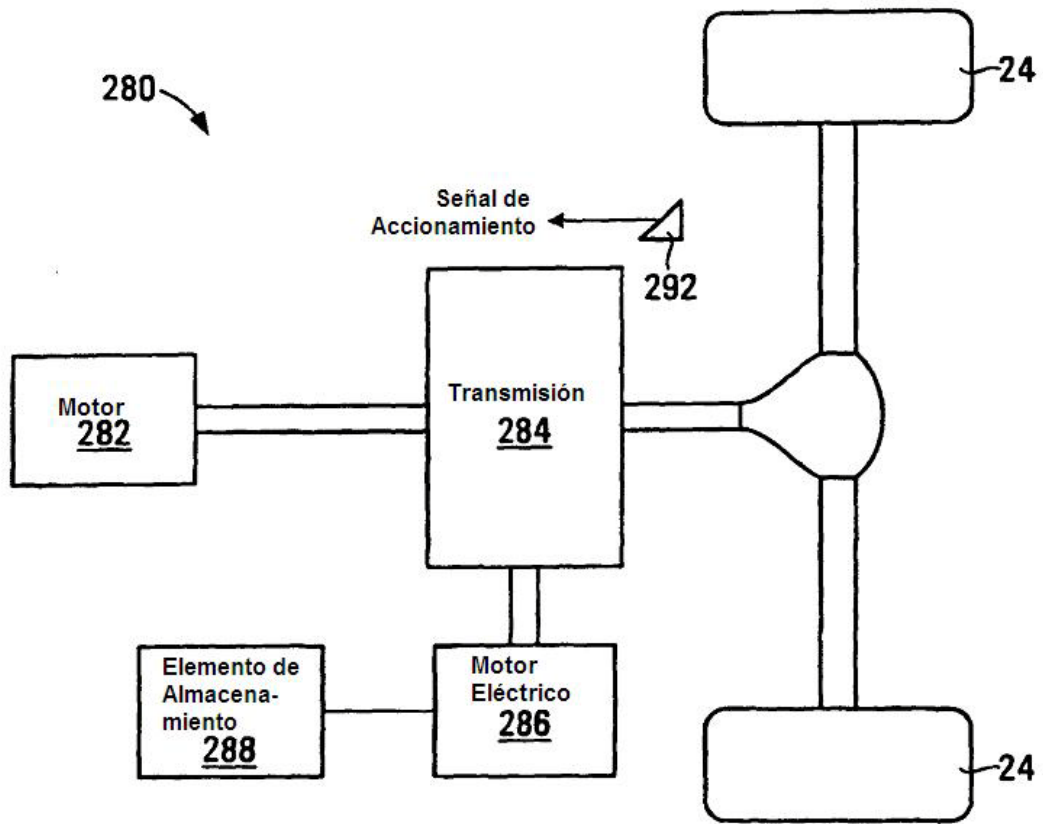


FIG. 7



**FIG. 8**